

Progetto Definitivo

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA



TYRRHENIAN WIND ENERGY

Ministero dell'Ambiente
e della Sicurezza Energetica

Ministero della Cultura

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti

*Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale
ex D.lgs. 152/2006*

*Domanda di Autorizzazione Unica
ex D.lgs. 387/2003*

*Domanda di Concessione Demaniale Marittima
ex R.D. 327/1942*

Relazione tecnica ANALISI DELLA PRODUCIBILITÀ DEL SITO

Progetto
Dott. Ing. Luigi Severini
Ord. Ing. Prov. TA n.776

Elaborazioni
iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

RELPRO

C0123BR00RELPRO00a



00	Luglio 2023	Emesso per approvazione				
Rev. Est.	Data emissione	Descrizione				Cod. Ela.

Cod.:

C	0	1	2	3	B	R	0	0	R	E	L	P	R	O	0	0	a
Tip.	Num. Com.	Anno	Cod. Set.	Tip. Ela.	Prog. Ela.	Descrizione elaborato			Rev. Est.	Rev. Int.							

SOMMARIO

1. SCOPO DEL DOCUMENTO	1
2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	2
3. VINCOLI DI LAYOUT	3
3.1. Distanza minima dalle coste.....	3
3.2. Livelli batimetrici e pendenza fondale	4
3.3. Infrastrutture marine esistenti	4
3.4. Fondale marino	4
3.5. Traffico marino	4
3.6. Ventosità.....	4
3.7. Occupazione dell'area marina	4
3.8. Geometria dell'array e distanze tra le turbine	12
3.9. Ingombro dei sistemi di ormeggio.....	12
3.10. Consuntivo	12
4. RISORSA ENERGETICA DEL VENTO	13
4.1. Analisi del clima anemologico della località.....	13
4.2. Note sui modelli a mesoscala.....	13
4.3. Note sui modelli hindcast	14
4.4. Dataset della ventosità.....	14
4.4.1. Stima della ventosità di lungo periodo	16
4.4.2. Stima della variabilità spaziale del vento	17
4.4.3. Analisi del profilo verticale di velocità	17
5. DEFINIZIONE DEL LAYOUT	19
5.1. Tipo e caratteristiche dell'aerogeneratore	19
5.2. Evoluzione del layout.....	19
5.3. Valutazione della producibilità	20
6. CONSUNTIVO DEI RISULTATI	22
7. CONCLUSIONI.....	24

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica – Analisi della producibilità del sito		
Codice documento: C0123BR00RELPRO00a	Data emissione: Luglio 2023	Pagina II di III

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1 – Schema concettuale dell’impianto.	2
Figura 3.1 – Macro area preliminare di indagine per le analisi di layout.....	5
Figura 3.2 – Criteri localizzativi, livelli batimetrici.....	6
Figura 3.3 – Criteri localizzativi, pendenza dei fondali.	7

INDICE DELLE VOCI

AEP	Annual Energy Production
CFSR	Climate Forecast System Reanalysis
CFSv2	CFSR versione 2
IAC	Inter-Array Cable
MCP	Misura-Correlazione-Predizione
NREL	National Renewable Energy Laboratory
NWP	Numerical Weather Prediction
O&M	Operation & Maintenance
OFEC	Offshore Export Cable
ONCC	Onshore Connection Cable
ONEC	Onshore Export Cable
RSE	Ricerca sul Sistema Energetico
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale
TJB	Transition Junction Bay
WTG	Wind Turbine Generator

1. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il progetto, proposto da Tyrrhenian Wind Energy Srl, consiste nella realizzazione di un impianto offshore per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, per complessivi 504 MW, collocato nelle acque del Tirreno centro settentrionale al largo delle coste di Civitavecchia.

Il documento presenta la metodologia e le assunzioni impiegate per valutazione della producibilità energetica. Sono in particolare riassunti i risultati e le metodologie relative alla valutazione preliminare della risorsa eolica del sito e i criteri adottati per la progettazione concettuale del layout inclusa la minimizzazione delle perdite di scia.

In relazione alla macro area individuata per le installazioni offshore, la Sezione 3 presenta i vincoli considerati per la definizione del layout e gli effetti sull'area risultante residua derivanti dalla loro applicazione.

La Sezione 4 contiene dunque la valutazione preliminare della risorsa energetica, con una discussione sui dati meteomarini disponibili e quelli effettivamente impiegati per l'estrazione dei dataset di ventosità da implementare nel modello di calcolo della producibilità. La valutazione è stata eseguita con la collaborazione di un consulente specializzato (C2WIND, 2023).

La Sezione 5 descrive infine il processo di progettazione concettuale del layout, inclusa una breve discussione sulle caratteristiche dell'aerogeneratore di riferimento per la modellazione, i principi di progettazione del layout e le basi di confronto e valutazione delle prestazioni delle possibili soluzioni di layout compatibili con i vincoli.

2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'impianto di produzione eolica, a realizzarsi nel Mar Tirreno nel settore geografico sud-ovest delle coste di Civitavecchia, a oltre 20 km dalle più vicine coste laziali, garantirà una potenza nominale massima pari a 504 MW attraverso l'utilizzo di 28 aerogeneratori sostenuti da innovative fondazioni galleggianti.

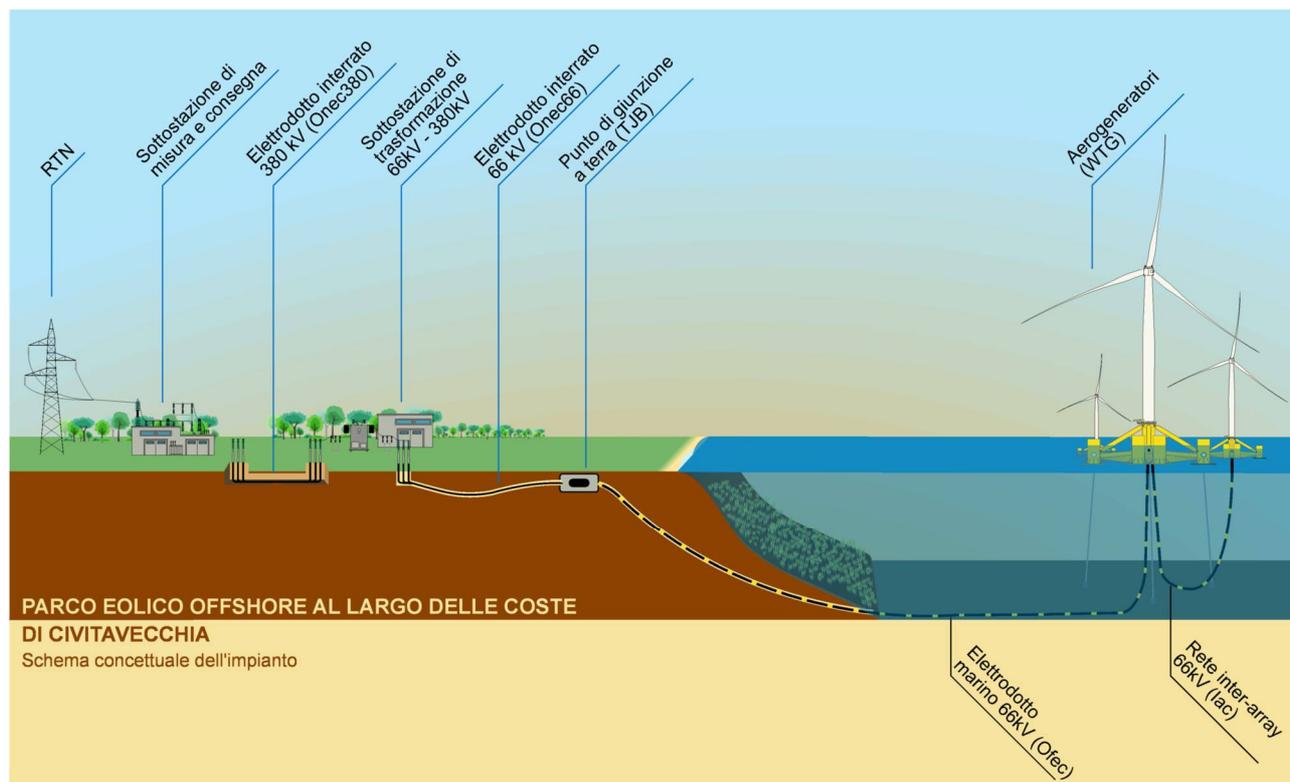


Figura 2.1 – Schema concettuale dell'impianto.

Elaborazione iLStudio.

L'impiego di questi sistemi consente l'installazione in aree marine profonde e molto distanti dalle coste, dove i venti sono più intensi e costanti e la percezione visiva dalla terraferma è estremamente ridotta, mitigando così gli impatti legati alle alterazioni del paesaggio tipici degli impianti realizzati sulla terraferma o in prossimità delle coste. La collocazione del parco, frutto di una approfondita conoscenza delle caratteristiche del sito, armonizza le risultanze di studi e consultazioni finalizzati alla migliore integrazione delle opere all'interno del contesto naturale e antropico pre-esistente.

L'opera in oggetto, nella sua completezza, si sviluppa secondo una componente a mare (sezione offshore), dedicata prevalentemente alla produzione di energia, ed una a terra (sezione onshore) destinata al suo trasporto e immissione nella rete elettrica nazionale.

Ciascun aerogeneratore (*Wind Turbine Generator – WTG*) sarà costituito da un rotore tripala con diametro fino a 255 m calettato su torre ad una quota sul livello medio mare fino a 165 m. L'energia elettrica prodotta dalle turbine alla tensione di 66 kV sarà collettata attraverso una rete di cavi marini inter-array (*Inter-array cable - Iac*) e convogliata verso la terraferma attraverso un sistema di 6 cavi marini tripolari di esportazione (*Offshore export cable - Ofec*) a 66 kV, con approdo in TOC a circa 200 m oltre la linea di costa in un punto di giunzione a terra (*Transition Junction Bay - TJB*). Da qui, previo collegamento a 66 kV (*Onshore export cable – Onec66*), l'energia sarà trasportata presso una sottostazione elettrica di trasformazione prossima al punto di giunzione, ove sarà effettuata l'elevazione della tensione nominale da 66 kV a 380 kV. Un nuovo elettrodotto interrato di esportazione a 380 kV (*Onshore export cable – Onec380*), permetterà quindi il collegamento alla nuova sottostazione di misure e consegna in prossimità della esistente stazione elettrica RTN TERNA "Aurelia" per la definitiva connessione alla Rete Nazionale.

3. VINCOLI DI LAYOUT

La progettazione e l'ottimizzazione del layout di un parco eolico è un processo complesso e iterativo che compendia un gran numero di input e vincoli, tra cui:

- caratteristiche del sito di installazione, tra cui, la velocità e direzione del vento, batimetria dei fondali, i campi delle correnti marine, il regime ondometrico, la geofisica e la geotecnica dei fondali, i vincoli ambientali (antropogenici e naturali), le infrastrutture sottomarine esistenti (elettrorodotti, cavi telecomunicazione, gasdotti) e il traffico marittimo;
- caratteristiche di natura progettuale come la tipologia e le specifiche tecniche degli aerogeneratori, la progettazione dei sistemi di fondazione, ormeggio e ancoraggio, la progettazione elettrica, la compatibilità con i metodi di installazione e i requisiti O&M.

La progettazione si esplica generalmente in due fasi successive di macrolocalizzazione (macro-siting) e microlocalizzazione (micro-siting); l'output della prima fase è l'area di intervento ovvero la collocazione dell'impianto sul territorio, quello della fase di microlocalizzazione è invece il puntuale posizionamento delle infrastrutture di impianto all'interno dell'area di progetto. Le due fasi si concludono con il soddisfacimento degli obiettivi di progetto che, per il caso specifico, sono sintetizzabili in:

- massimizzazione della producibilità energetica (energy yield),
- eliminazione o minimizzazione degli impatti negativi prevedibili sull'ambiente naturale,
- eliminazione o minimizzazione degli impatti negativi prevedibili sull'ambiente antropico,
- mantenimento di elevati standard di sicurezza durante l'intero ciclo di vita dell'opera.

Per l'analisi di definizione del layout si considera la macro area di indagine riportata in Figura 3.1 così come risultante dalle valutazioni preliminari di macro-siting descritte nel documento "Studio di Impatto Ambientale". In particolare, la scelta dell'area marina in figura, caratterizzata da fondali con profondità comprese tra 150 e i 430 metri circa, rende trascurabili gli impatti ambientali e visivi ed esclude l'interferenza con aree protette, aree di pregio naturalistico ed ecosistemi ricchi di biodiversità. Inoltre la collocazione dell'area, frutto di una approfondita conoscenza delle caratteristiche del sito, armonizza le risultanze di studi e consultazioni finalizzati alla migliore integrazione delle opere all'interno del contesto naturale e antropico pre-esistente tutelando con carattere di preminenza aspetti ambientali legati, ad esempio, alla tutela dell'avifauna e delle specie di mammiferi marini.

L'area preliminare di indagine si estende per circa 106 km² (77 km² per il campo a nord-ovest e 29 per il campo a sud-est) oltre la linea isodistanza di 20 km dalle coste laziali più prossime e ottimizza, appunto, la compatibilità con vincoli di natura ambientale e/o antropica. Nello specifico degli obiettivi di studio, in questa sezione si descrivono i vincoli applicati a tale macro area per la preliminare determinazione della porzione residua utile al posizionamento degli aerogeneratori e la definizione del layout del parco sulla cui base procedere alla valutazione della producibilità energetica.

I vincoli considerati sono consistenti con le migliori informazioni disponibili per il progetto al momento della redazione del documento.

3.1. Distanza minima dalle coste

Al fine di limitare gli effetti visivi dalle coste, le strutture offshore del parco saranno collocate a oltre 20 km dalle più vicine coste prospicienti l'area marina di progetto (rif. Figura 3.1).

3.2. Livelli batimetrici e pendenza fondale

Al fine di minimizzare l'impatto su aree ambientalmente sensibili, gli aerogeneratori (e le loro impronte di ormeggio) saranno collocati in acque profonde lontano dalla costa. Per semplificare le operazioni di posa di cavi e sistemi di ancoraggio, inoltre saranno preferite aree marine caratterizzate da morfologie del fondale a ridotta pendenza, inferiore a 10 deg e dove sono assenti biocenosi di pregio. Infatti, l'area in esame presenta livelli batimetrici ovunque superiori a 150 m (rif. Figura 3.2) e con pendenze del fondale generalmente inferiori a 4 deg (rif. Figura 3.3).

3.3. Infrastrutture marine esistenti

Gli aerogeneratori e le loro impronte di ormeggio saranno collocati ad una distanza minima di 250 m da eventuali infrastrutture sottomarine (cavi di potenza e telecomunicazione) presenti nell'area di progetto (rif. Figura 3.4). L'area in esame, sulla base delle migliori informazioni disponibili alla data di stesura del presente documento, non interseca infrastrutture cavo sottomarine attive; le eventuali intersezioni saranno comunque gestite di concerto con i relativi proprietari e portatori di interesse e secondo i più recenti standard normativi.

3.4. Fondale marino

Gli aerogeneratori e le loro impronte di ormeggio saranno collocati in posizione di sicurezza rispetto ad aree del fondale marino morfologicamente irregolari (pockmark, depressioni e frane) e a resti antropici sottomarini (relitti marini). Quelli noti alla data del presente documento sono mostrati in Figura 3.5.

3.5. Traffico marino

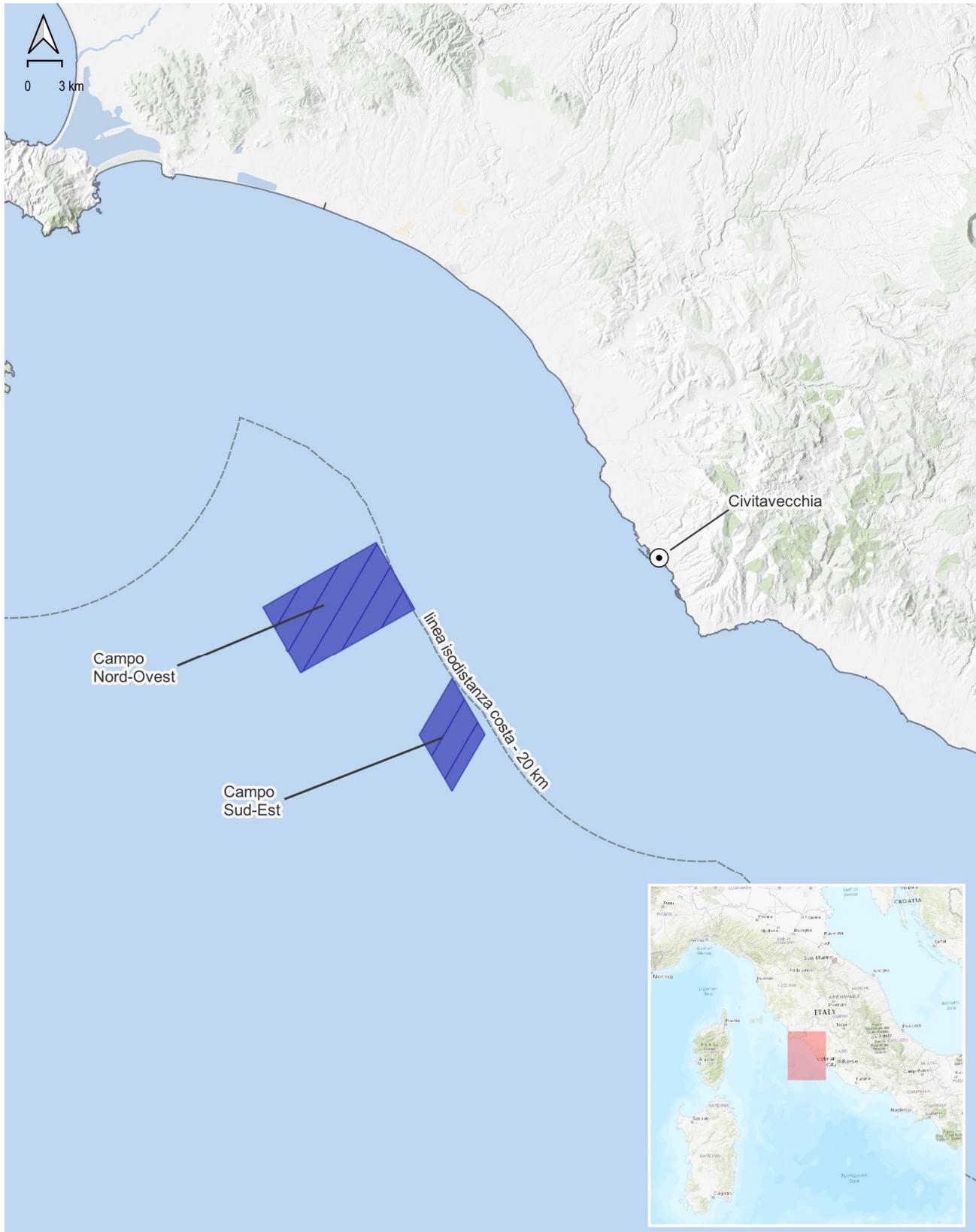
L'area del parco terrà conto delle zone interessate dal traffico navale, così da minimizzare l'effetto della presenza dello stesso sulle attività produttive e diportistiche (rif. Figura 3.6).

3.6. Ventosità

Al fine di massimizzare la producibilità energetica dell'impianto saranno preferite aree marine ad elevata ventosità, in Figura 3.7.

3.7. Occupazione dell'area marina

L'impronta totale interessata dal layout, ivi compresi gli aerogeneratori e i sistemi di ormeggio e ancoraggio, minimizzerà l'occupazione dell'area marina entro i livelli strettamente necessari.



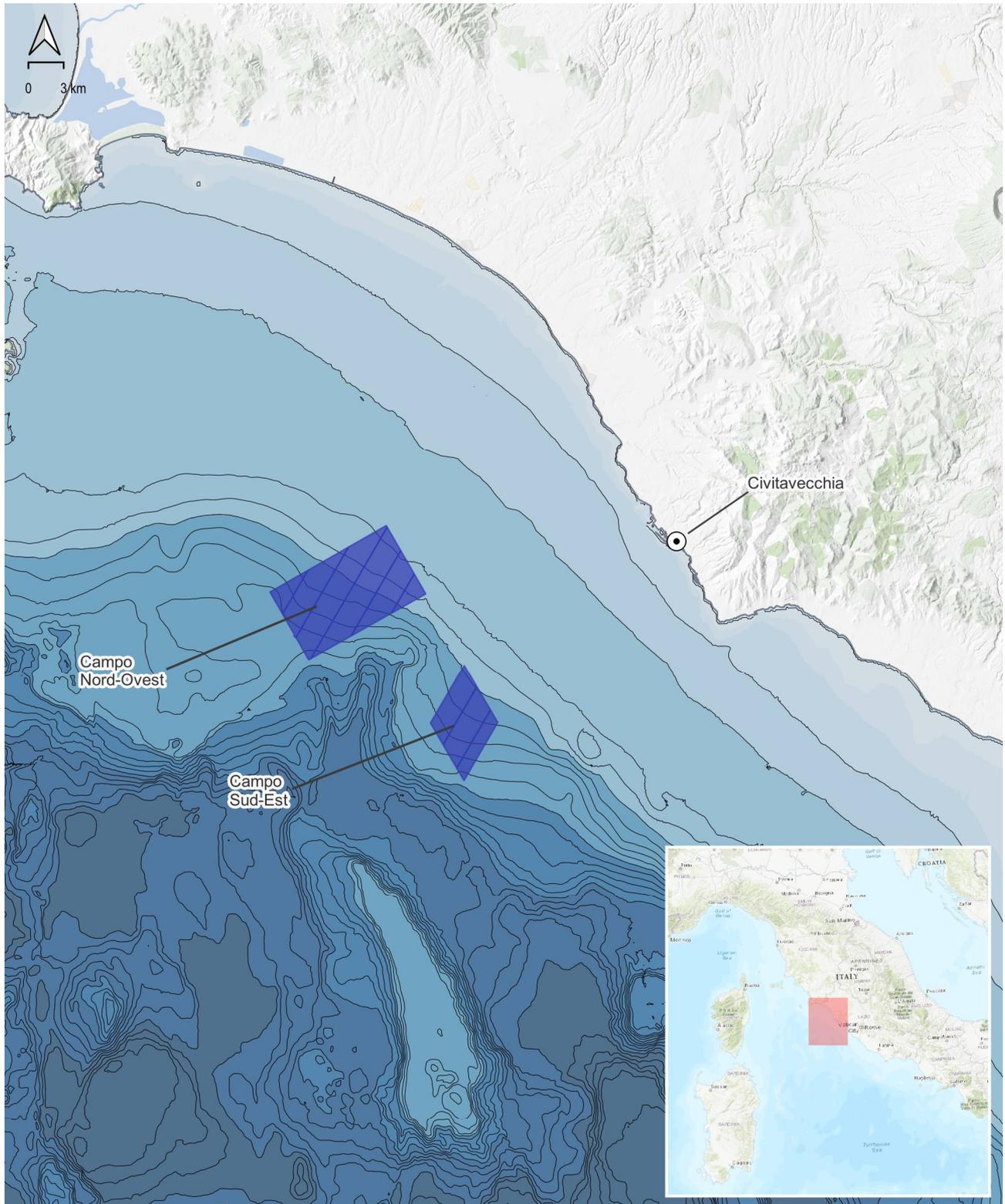
LEGENDA

Perimetrazioni

- Macro area di indagine

Figura 3.1 – Macro area preliminare di indagine per le analisi di layout.

Elaborazione iLStudio.

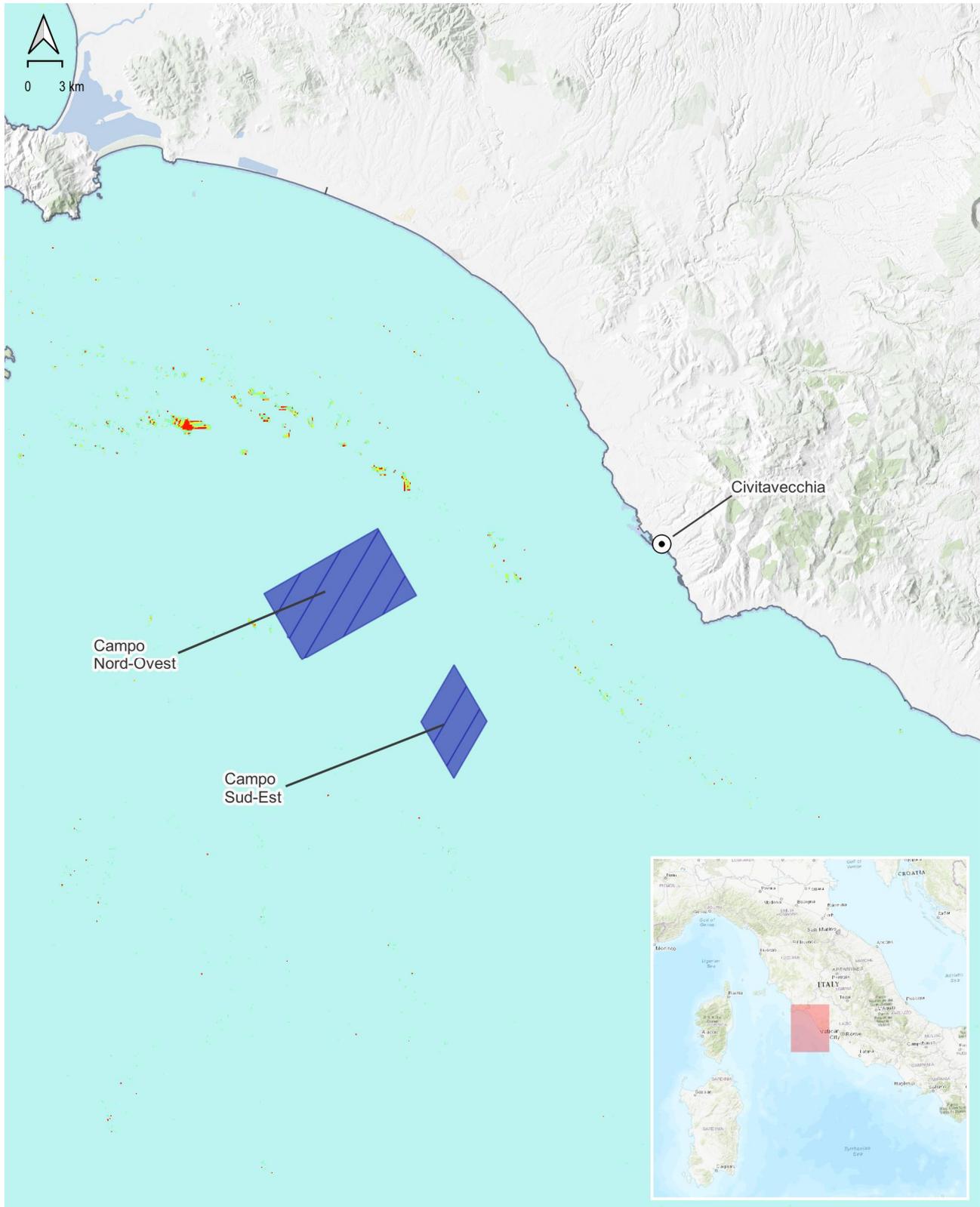


LEGENDA

Perimetrazioni	Livelli batimetrici, mMSL	 -1000,000 - -750,000	 -100,000 - -50,000
 Macro area di indagine	 <= -3000,000	 -750,000 - -500,000	 -50,000 - -25,000
	 -3000,000 - -1500,000	 -500,000 - -250,000	 -25,000 - -10,000
	 -1500,000 - -1000,000	 -250,000 - -100,000	 -10,000 - 0,000

Figura 3.2 – Criteri localizzativi, livelli batimetrici.

Elaborazione iLStudio su dati (EMODnet, 2023).



LEGENDA

Perimetrazioni	Pendenza fondale, deg	
■ Macro area di indagine	■ <= 2,0	■ 4,0 - 6,0
	■ 2,0 - 4,0	■ 6,0 - 8,0
		■ > 8,0

Figura 3.3 – Criteri localizzativi, pendenza dei fondali.

Elaborazione iLStudio su dati (EMODnet, 2023)

3.8. Geometria dell'array e distanze tra le turbine

Non sussistono particolari vincoli sulle distanze minime o massime consentite fra gli aerogeneratori, né per quanto riguarda condizioni di simmetria dell'array. Nonostante ciò, sarà considerato un limite minimo omnidirezionale di 7 diametri di rotore al fine di ridurre la turbolenza indotta per effetto scia.

3.9. Ingombro dei sistemi di ormeggio

La massima impronta a terra del sistema di ormeggio degli aerogeneratori, intesa come estensione dell'area circolare centrata sull'asse verticale delle strutture galleggianti, dipende (per sistemi tesi) sia dal livello batimetrico locale sia dalle caratteristiche costruttive delle linee, in primis il materiale. Si assume che, cautelativamente, le impronte di ormeggio non si sovrappongano sebbene tale vincolo potrà essere rilassato in una successiva ingegnerizzazione di dettaglio determinando una riduzione dell'impegno areico del parco.

I contenuti utili al pubblico per la Valutazione di Impatto Ambientale (art. 24 D.lgs. 152/2006) sono riportati nello Studio di Impatto Ambientale, cod. C0123YR00RELSIA00.

4. RISORSA ENERGETICA DEL VENTO

Questa sezione presenta una discussione dei risultati della valutazione della ventosità e della relativa risorsa energetica disponibile nel sito di progetto oltre ad una descrizione dettagliata dei dati e della metodologia di calcolo utilizzati per la sua quantificazione.

I contenuti utili al pubblico per la Valutazione di Impatto Ambientale (art. 24 D.lgs. 152/2006) sono riportati nello Studio di Impatto Ambientale, cod. C0123YR00RELSIA00.

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica – Analisi della producibilità del sito		
Codice documento: C0123BR00RELPRO00a	Data emissione: Luglio 2023	Pagina 10 di 14

5. DEFINIZIONE DEL LAYOUT

I contenuti utili al pubblico per la Valutazione di Impatto Ambientale (art. 24 D.lgs. 152/2006) sono riportati nello Studio di Impatto Ambientale, cod. C0123YR00RELSIA00.

6. CONSUNTIVO DEI RISULTATI

I contenuti utili al pubblico per la Valutazione di Impatto Ambientale (art. 24 D.lgs. 152/2006) sono riportati nello Studio di Impatto Ambientale, cod. C0123YR00RELSIA00.

7. CONCLUSIONI

È stata effettuata l'analisi di dettaglio per la definizione del layout del parco propedeutica alla stima della producibilità elettrica annuale attesa. La fase di macro-siting, descritta nel documento "Studio di Impatto Ambientale", orientata alla minimizzazione delle interferenze con l'esistente assetto ambientale e antropico, ha restituito un'area di indagine preliminare di circa 106 km² alla quale sono stati sovrapposti ulteriori vincoli relativi alla riduzione dell'impatto visivo sui ricettori costieri, l'evitamento di aree marine potenzialmente pregiate, l'applicazione di buffer di sicurezza rispetto ad infrastrutture marine esistenti (cavi di telecomunicazione), ad aree caratterizzate da una morfologia del fondale irregolare e a relitti. Sono stati inoltre considerati gli ingombri relativi ai sistemi di ormeggio.

Si è quindi passati a valutare la risorsa energetica disponibile nel sito attraverso l'analisi di dataset di vento basati su modelli atmosferici a mesoscala e serie storiche hindcast estraendo un idoneo profilo verticale di velocità del vento di lungo periodo. Il regime di vento determinato è caratterizzato da un cospicuo contenuto energetico nei settori di vento centrati sui 150 e 30 gradi nord. Dunque, il layout del parco eolico è stato valutato nel rispetto dei vincoli e considerando due descrittori prestazionali: le perdite di scia e il livello di turbolenza; massimizzando al contempo la producibilità energetica. Le tipologie di aerogeneratore presentate sono definite come rappresentative dello scenario tecnologico del futuro prossimo, esse sono descritte da curve caratteristiche stimate e da parametri dimensionali: un maggior diametro di rotore o un aumento della taglia nominale dell'aerogeneratore condurranno verosimilmente a risultati prestazionali migliori.

La soluzione tecnica di riferimento per le analisi ha previsto 28 aerogeneratori (9 nel campo sud-est e 19 nel campo nord-ovest) e l'assenza della FOS, con una potenza nominale massima di 504 MW.

I contenuti utili al pubblico per la Valutazione di Impatto Ambientale (art. 24 D.lgs. 152/2006) sono riportati nello Studio di Impatto Ambientale, cod. C0123YR00RELSIA00.

RIFERIMENTI

C2WIND, 2023. *C2WIND*. [Online]
Available at: <https://c2wind.com/>

EMODnet, 2023. *EMODnet Bathymetry*. [Online]
[Accessed 2023].

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica – Analisi della producibilità del sito		
Codice documento: C0123BR00RELPRO00a	Data emissione: Luglio 2023	Pagina 14 di 14

Il presente documento, composto da n. 32 fogli è protetto dalle leggi nazionali e comunitarie in tema di proprietà intellettuali delle opere professionali e non può essere riprodotto o copiato senza specifica autorizzazione del Progettista.

Taranto, Luglio 2023

Dott. Ing. Luigi Severini