

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.005.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Sito: www.geotech-arl.it</small>	PAGE 1 di/of 51

RELAZIONE

AVAILABLE LANGUAGE: IT

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO OFFSHORE: ODRA

Relazione geotecnica e sismica

00	15/10/2023	EMISSIONE DEFINITIVA	D. Pipicelli	D. Pipicelli	D. Pipicelli
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED



CLIENT VALIDATION

<i>RJM</i>	<i>AT</i>	<i>KB</i>
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

CLIENT CODE

IMP.		GROUP.				TYPE			PROGR.			REV	
O	D	R	E	N	G	R	E	L	0	0	5	0	0

CLASSIFICATION *Final Issue* **UTILIZATION SCOPE** *Supporto SIA*

This document is property of Odra Energia S.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Odra Energia S.r.l.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.005.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA Via T.Neri, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-rt.it Sito: www.geotech-rt.it</small>	PAGE 2 di/of 51

Indice

1.0	INTRODUZIONE	6
1.1	RIFERIMENTI METODOLOGICI PER L'ELABORAZIONE DELLO STUDIO	6
1.2	DESCRIZIONE SCHEMATICA DEL PROGETTO	6
2.0	RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO E DESCRIZIONE INDAGINI ONSHORE	8
3.0	RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO E DESCRIZIONE INDAGINI OFFSHORE	13
4.0	DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI	4
5.0	TETTONICA E SISMICITÀ	11
5.1	SORGENTI SIMOGENETICHE.....	11
5.2	SISMICITÀ STORICA	12
5.3	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLE AREE DI PROGETTO ONSHORE.....	15
5.4	SISMICA	19
5.5	MAREMOTI.....	22
6.0	AZIONI SISMICHE DI PROGETTO	26
6.1	VERIFICA A LIQUEFAZIONE.....	29
7.0	CONCLUSIONI	31

TABELLE

Tabella 1:	Stazioni utente.....	10
Tabella 2:	elettrodotta in cavo interrato onshore.....	10

FIGURE

Figura 1:	Estratto elaborato ODR.ENG.TAV.001.00_Inquadramento generale delle opere.....	7
Figura 2:	Punto di approdo e connessione tra la parte onshore ed offshore – in blu il cavidotto onshore.....	8
Figura 3:	Estratto elaborato ODR.ENG.TAV.012_00_Area onshore - Inquadramento su CTR.	9
Figura 4:	localizzazione su carta geologica del punto di indagine.....	11
Figura 5:	Stratigrafia di riferimento per i lavori all'interno del depurato di Maglie – area prossima al cavidotto onshore.....	12
Figura 6:	Impronta di Progetto e localizzazione delle stazioni offshore indagate.....	13
Figura 7:	Stazioni offshore ricadenti all'interno o nei pressi dell'impronta di Progetto.....	14

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.005.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-rt.it Sito: www.geotech-rt.it</small>	PAGE 3 di/of 51

Figura 8: Localizzazione delle stazioni nearshore indagate.....	15
Figura 9: Box corer utilizzato durante i campionamenti di sedimento offshore; b) Schema riassuntivo del campionamento generico con box corer.	16
Figura 10: Fasi di campionamento di bordo da box corer.	17
Figura 11: Operazioni di campo per il prelievo con benna. a) benna in risalita. b) benna issata a bordo e poggiata sull'apposita vasca metallica di raccolta. c) benna appena aperta all'interno della vasca con relativo contenuto.	18
Figura 12: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito per la frazione Ghiaia. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente Ghiaia.....	1
Figura 13: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito per la frazione Sabbia. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente sabbia.....	2
Figura 14: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito per la frazione Fango. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente Fango.	3
Figura 15: Prove di laboratorio di campioni indisturbati prelevati nel depuratore di Maglie.....	5
Figura 16: Prove di laboratorio di campioni indisturbati prelevati nel depuratore di Maglie.....	6
Figura 17: Prove di laboratorio di campioni indisturbati prelevati nel depuratore di Maglie.....	7
Figura 18: Prove di laboratorio di campioni indisturbati prelevati nel depuratore di Maglie.....	8
Figura 19: Prove di laboratorio di campioni indisturbati prelevati nel depuratore di Maglie.....	9
Figura 20: Estratto catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane (Database of Individual Seismogenic Sources, DISS Version 3.2.1; http://diss.rm.ingv.it/diss/ dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).....	11
Figura 21: Stralcio carta tettonica della Penisola Salentina.	12
Figura 22: Database CPTI15 (INGV) – Magnitudo dei Terremoti.	13
Figura 23: Intensità massima dei terremoti in un raggio pari a 70 km dal sito estratti dal CPTI15.....	14
Figura 24: Intensità massima dei terremoti risentiti ad Otranto – database CPTI15.	14
Figura 25: Accelerazioni massime al suolo – sito INGV.....	15
Figura 26: Analisi di disaggregazione.....	16
Figura 27: Valori dell'accelerazione in riferimento alla zona sismica.	16
Figura 28: Modello di pericolosità sismica MPSO4-S1 area di La Fraula.	17
Figura 29: Modello di pericolosità sismica MPSO4-S1 area interna punto di consegna.	17
Figura 30: Classificazione sismica della penisola italiana al 31 Marzo 2023.....	18
Figura 31: Mappa batimetrica dell'Area Vasta (https://emodnet.ec.europa.eu/en/bathymetry) con dati multibeam dell'Area di Progetto raccolti durante le attività progettuali.	19
Figura 32: Esempio di visualizzazione dei terremoti in un'area circolare prossima all'area di Progetto (CPTI15 https://emidius.mi.ingv.it/).....	20

 <p>Odra Energia PARCO EOLICO MARINO</p>			<p>CODE ODR.ENG.REL.005.00</p> <p>PAGE 4 di/of 51</p>
		 <p>GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-rt.it Site: www.geotech-rt.it</p>	

Figura 33: Mappa batimetrica (<https://emodnet.ec.europa.eu/en/bathymetry>) con dati multibeam dell'Area di Progetto raccolti durante le attività progettuali. Sono inoltre indicati gli eventi sismici registrati nel periodo 1930-2020 (CPTI15 v3.0).....21

Figura 34: Esempio di visualizzazione della mappa a scala di bacino mediterraneo degli eventi sismici dal 2017 ad oggi con i relativi livelli di allerta (Fonte: <http://cat.ingv.it/>).22

Figura 35: catalogo degli tsunami dell'area euro mediterranea (<https://tsunamiarchive.ingv.it/cataloghi-tsunami/emtc-2-0-catalogo-degli-tsunami-dell-area-euro-mediterranea>).23

Figura 36: Caratteristiche dell'evento sismico del 1743 - (<https://tsunamiarchive.ingv.it/cataloghi-tsunami/emtc-2-0-catalogo-degli-tsunami-dell-area-euro-mediterranea>).24

Figura 37: Indice di sensitività costiera secondo Bruno et al., 2016.25

Figura 38: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 1 di 6.26

Figura 39: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 2 di 6.27

Figura 40: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 3 di 6.27

Figura 41: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 4 di 6.28

Figura 42: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 5 di 6.28

Figura 43: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 6 di 6.29

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.005.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T.Neri, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-rti.it Sito: www.geotech-rti.it</small>	PAGE 5 di/of 51

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

D.Lgs.	Decreto Legislativo
DM	Decreto Ministeriale
DPR	Decreto del Presidente della Repubblica
HDD	Horizontal Directional Drilling
MIMS	Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile
MiTE	Ministero della Transizione Ecologica
PNC	Piano Nazionale per gli investimenti Complementari
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale
SE	Stazione Elettrica
TOC	Trivellazione orizzontale controllata

	 Università di Scienze Gastronomiche di Pollenzo <small>University of Gastronomic Sciences of Pollenzo</small>		CODE ODR.CST.REL.001.00
			PAGE 6 di/of 51

1.0 INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la definizione delle caratteristiche geotecniche delle aree direttamente implicate dalle opere del progetto dell'impianto eolico offshore denominato "**Odra**", ubicato di fronte alla costa sud-orientale della Regione Puglia, in corrispondenza dello specchio di mare compreso tra il comune di Santa Cesarea Terme (LE) e Santa Maria di Leuca (LE).

Il progetto in analisi, proposto dalla società Odra Energia S.r.l., con sede legale in Corso Italia 3 20122 Milano (MI) C.F. P. IVA: 11689210968, è stato sottoposto alla procedura di Scoping presso il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (ex MiTE) con istanza del 10 Gennaio 2022.

La presente relazione è parte integrante del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica predisposto, a seguito della fase preliminare richiamata, nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

L'approfondimento tematico di cui al presente studio, costituisce parte integrante del Progetto (approfondito a livello di Progetto di fattibilità tecnico-economica secondo quanto stabilito dalle Linee Guida MIMS per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC (*Art. 48, comma 7, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108*)) e della documentazione allegata allo Studio di Impatto Ambientale, documenti redatti in conformità delle norme vigenti e richiesti dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. e dalla Circolare 40/2012 relativamente alla fase di Valutazione di Impatto Ambientale.

1.1 RIFERIMENTI METODOLOGICI PER L'ELABORAZIONE DELLO STUDIO

Il presente elaborato, inoltre, è stato redatto sulla base delle informazioni riportate nell'elaborato ATA_ODRA_PTO_REL_003_A - Relazione geologica sismica e geotecnica preliminare [Opere Elettriche di Connessione Parco Eolico offshore ODRA – SE 380 kV Galatina (LE) Piano Tecnico delle Opere (PTO), CEBAT S.p.A. – GEOTECH S.r.l.].

1.2 DESCRIZIONE SCHEMATICA DEL PROGETTO

L'area designata per l'installazione del parco eolico è ubicata all'estremità meridionale della regione Puglia, nello specchio di mare compreso tra il comune di Santa Cesarea Terme e Santa Maria di Leuca (entrambi in Provincia di Lecce) a distanze comprese tra i 12 km (distanza minima dalla costa) e 24 km e profondità variabili tra 100 m e 200 m circa. Il parco eolico interessa un'area pari a circa 162 kmq collocata a circa 19 km di distanza dall'imbocco del porto di Otranto e a circa 12 km di distanza da Castro Marina, fino a raggiungere una distanza massima di 24 km circa dalla costa per gli aerogeneratori situati più al largo.

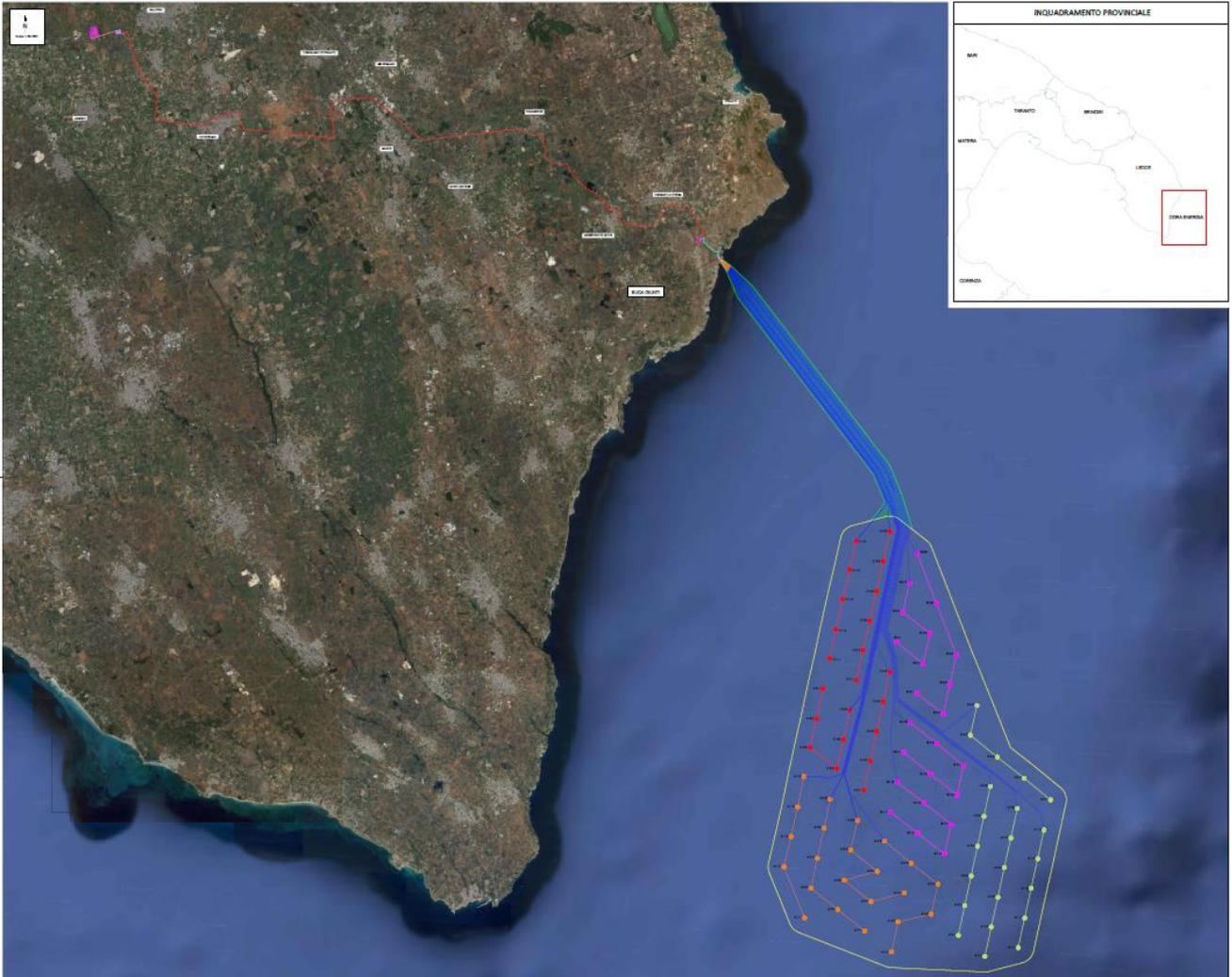


Figura 1: Estratto elaborato ODR.ENG.TAV.001.00_Inquadramento generale delle opere.

Il parco eolico offshore sarà composto da 90 aerogeneratori per complessivi 1.325 MW.

Il parco eolico sarà collegato a mezzo di cavi sottomarini fino a località La Fraula dove avverrà una prima trasformazione da 66kV a 220kV, per poi connettersi alla stazione TERNA di Galatina a 40 km di distanza, attraverso un cavodotto AT.

Per ogni ulteriore dettaglio sulle caratteristiche del progetto si rimanda all'elaborato ODR.ENG.REL.003.00_Relazione tecnica.

2.0 RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO E DESCRIZIONE INDAGINI ONSHORE

Sulle aree oggetto delle opere onshore sono state svolte sia attività di rilevamento geologico nonché approfondimenti del tipo stratigrafico in termini di geologia del sottosuolo, attraverso la Banca dati ISPRA “Archivio Indagini nel Sottosuolo (Legge 464/84)”, che rende disponibili informazioni relative a studi o indagini nel sottosuolo nazionale per scopi di ricerca idrica o per opere di ingegneria civile. Lungo tutto il tratto di cavidotto in progetto, sono state prese in considerazione n. 25 indagini finalizzate alla realizzazione di pozzi per uso idropotabile, dalle quali sono stati reperiti i caratteri salienti del tipo stratigrafico delle litologie direttamente implicate dalle opere fondali.

Da sottolineare che, per ciò che riguarda le opere afferenti il cavidotto onshore, le stesse interesseranno le viabilità esistenti, come possiamo evincere dagli stralci planimetrici delle opere in progetto.



Figura 2: Punto di approdo e connessione tra la parte onshore ed offshore – in blu il cavidotto onshore.

La rete di cavi sottomarini “sbarcherà” in località La Fraula, da qui le opere di connessione attraverseranno 12 comuni della Provincia di Lecce: Galatina, Cutrofiano, Corigliano d’Otranto, Melpignano, Maglie, Muro Leccese, Palmariggi, Giuggianello, Minervino di Lecce, Uggiano la Chiesa, Otranto e Santa Cesarea Terme.

Nella figura sottostante è riportata l’ubicazione delle opere di connessione su carta tecnica regionale.

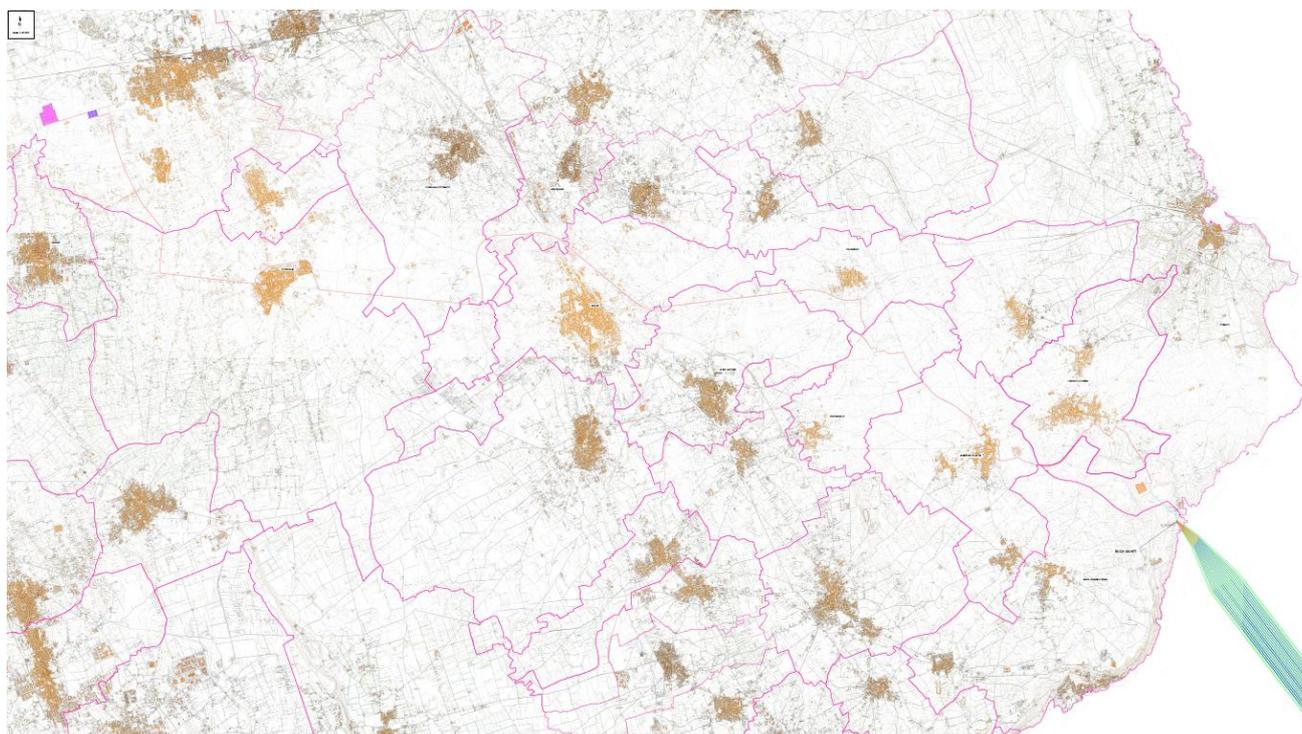


Figura 3: Estratto elaborato ODR.ENG.TAV.012_00_Area onshore - Inquadramento su CTR.

In dettaglio, gli interventi previsti nella sezione onshore si possono così riassumere:

- Intervento 1: costituito dalla Buca giunti Mare/Terra;
- Intervento 2: costituito dai collegamenti a 66kV tra la Buca giunti Mare/Terra e la SE66/220 kV Odra Lato Mare;
- Intervento 3: costituito dalla nuova SE 66/220kV Odra Lato Mare;
- Intervento 4: costituito dai collegamenti in cavo interrato a 220 kV tra la SE 66/220 kV Odra Lato Mare e la Stazione utente 380/220 kV;
- Intervento 5: costituito dalla nuova Stazione utente 380/220 kV;
- Intervento 6: costituito dai collegamenti in cavo interrato a 380 kV tra la Stazione utente 380/220 kV e la SE TERNA 380/150 kV Galatina.

Nelle tabelle di seguito si riporta per ciascuna opera prevista l'ubicazione e i comuni interessati.

Tabella 1: Stazioni utente.

Nome	Area [m2]	Comune
Stazione Utente 380/220 kV	32043	Galatina (LE)
Stazione Utente 220/66 kV Odra Lato Mare	27300	Otranto (LE)

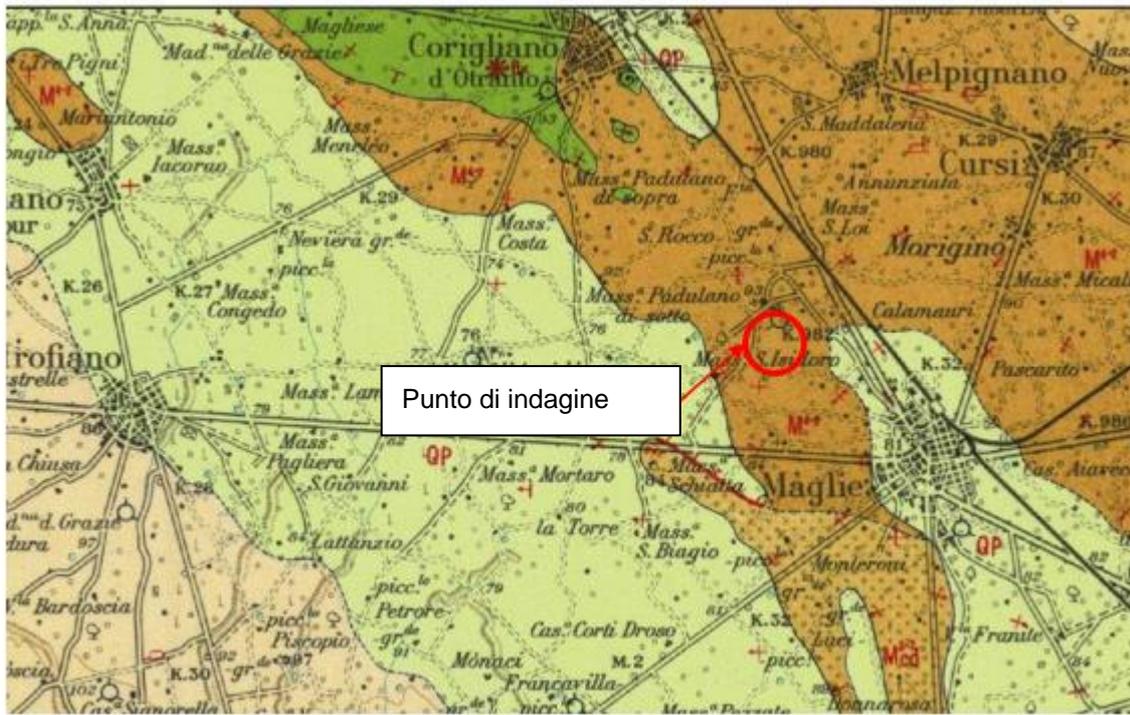
Tabella 2: elettrodotto in cavo interrato onshore.

Nome	Lunghezza [m]	Collegamenti	Comuni attraversati
Elettrodotto in cavo interrato a 66 kV (n.16 terne)	1531	L'elettrodotto collega la buca di transizione marino terrestre con la Stazione Utente 220/66 kV Odra Lato Mare	Otranto e Santa Cesarea Terme
Elettrodotto in cavo interrato a 220 kV (n.4 terne)	39387	L'elettrodotto collega la Stazione Utente 220/66 kV Odra Lato Mare con la Stazione Utente 380/220 kV	Otranto, Uggiano la Chiesa, Minervino di Lecce, Giuggianello, Palmariggi, Muro Leccese, Maglie, Melpignano, Corigliano d'Otranto, Cutrofiano, Galatina
Elettrodotto in cavo interrato a 380 kV (n.2 terne)	1800	L'elettrodotto collega la Stazione Utente 380/220 kV con il punto di connessione presso la sezione 380kV della SE TERNA di Galatina	Galatina

Per ciò che riguarda gli aspetti tipologici della posa dei cavi e della risoluzione di problematiche riguardanti l'attraversamento di intersezioni con corsi d'acqua o infrastrutture, si rimanda alle relazioni specifiche, ovvero ODR.ENG.REL.012.00_Relazione di censimento e risoluzione delle interferenze e ODR.ENG.REL.018.00_Relazione tecnica elettrodotto.

In termini litologici, saranno interessate le rocce più superficiali o in affioramento costituite principalmente da calcarenite marnose da bianche a giallo-avana.

Di seguito, si riporta il punto di indagine e la stratigrafia tipo di un sondaggio realizzato nel sito del depuratore del Comune di Maglie.



Punto di indagine

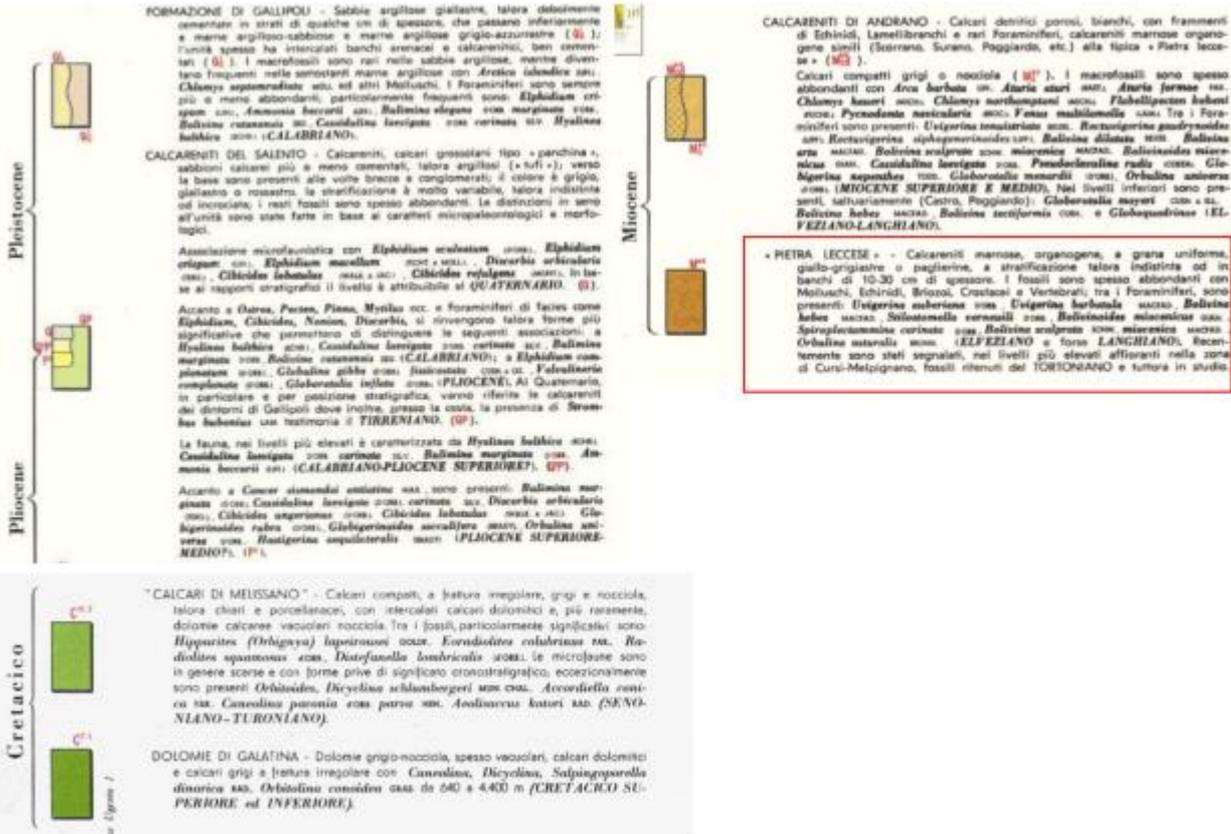


Figura 4: localizzazione su carta geologica del punto di indagine.

Committente: Astra Engineering S.r.l.	Sondaggio: SG1
Riferimento: Depuratore Maglie	Data: 27/11/2015
Coordinate: 40° 07' 40.94" N; 18° 16' 37.97" E	Quota: 84
Perforazione: Carotaggio continuo	

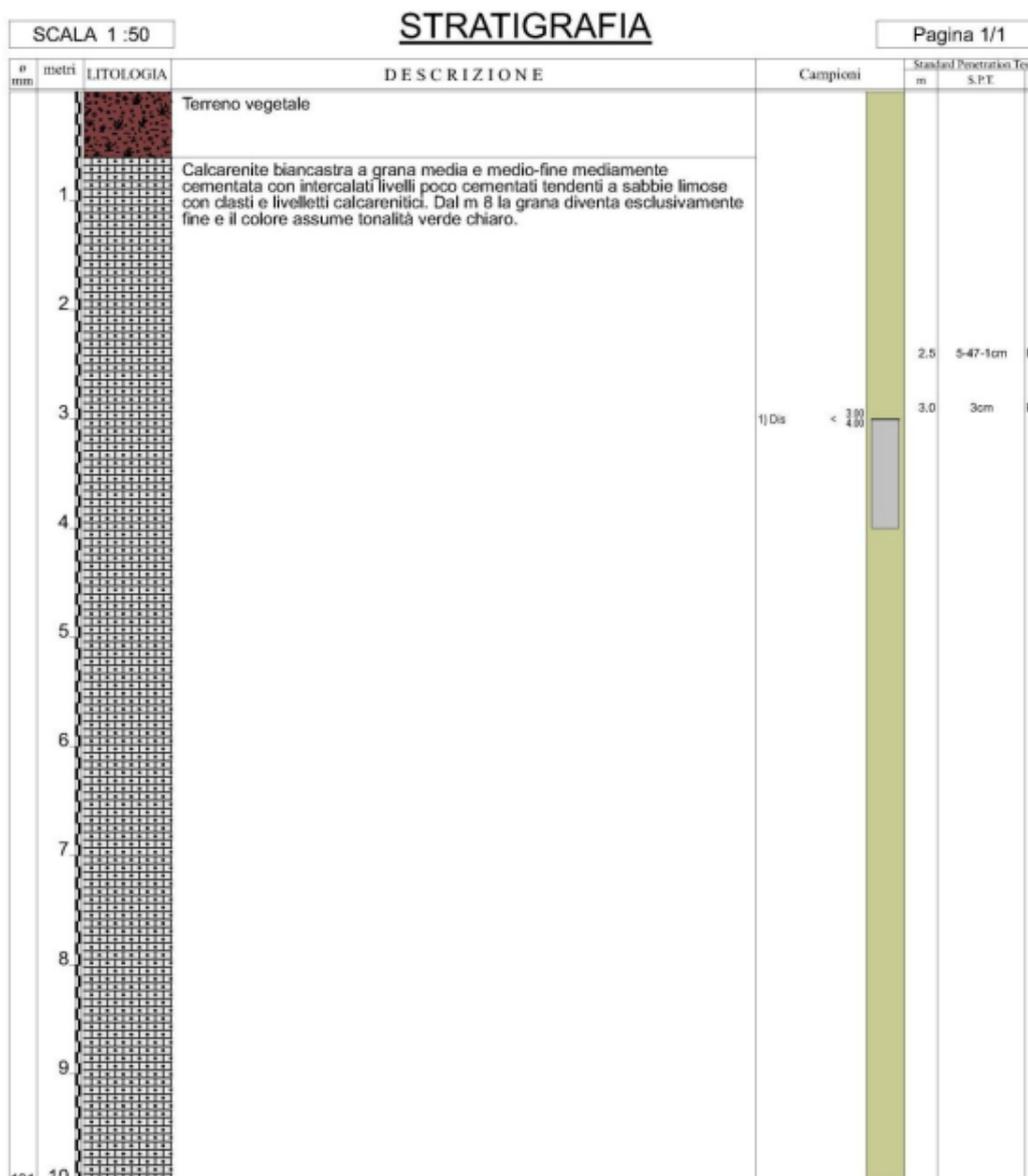


Figura 5: Stratigrafia di riferimento per i lavori all'interno del depurato di Maglie – area prossima al cavidotto onshore.

Nelle fasi progettuali successive, saranno effettuate estese campagne di indagini strumentali lungo tutti i tratti interessati dai cavidotti in progetto e dalle relative opere di attraversamento degli alvei fluviali.

3.0 RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO E DESCRIZIONE INDAGINI OFFSHORE

Dato il particolare posizionamento dell'impronta di Progetto, perfettamente a cavallo tra il basso Adriatico e lo Ionio settentrionale, l'Area Vasta è stata identificata come sommatoria del Basso Adriatico e dello Ionio Settentrionale. La particolare circolazione delle acque nell'area di studio influenzata dal vicino Capo Santa Maria di Leuca, unitamente ai parametri fisici che ne consentono l'identificazione delle masse, caratterizzano di conseguenza le caratteristiche chimiche e biologiche dell'area da tenere in considerazione.

L'Area di Sito è stata scelta considerando un ampio buffer intorno all'impronta di Progetto, come mostrato nella figura in basso, in cui è mostrata la posizione delle stazioni campionate.

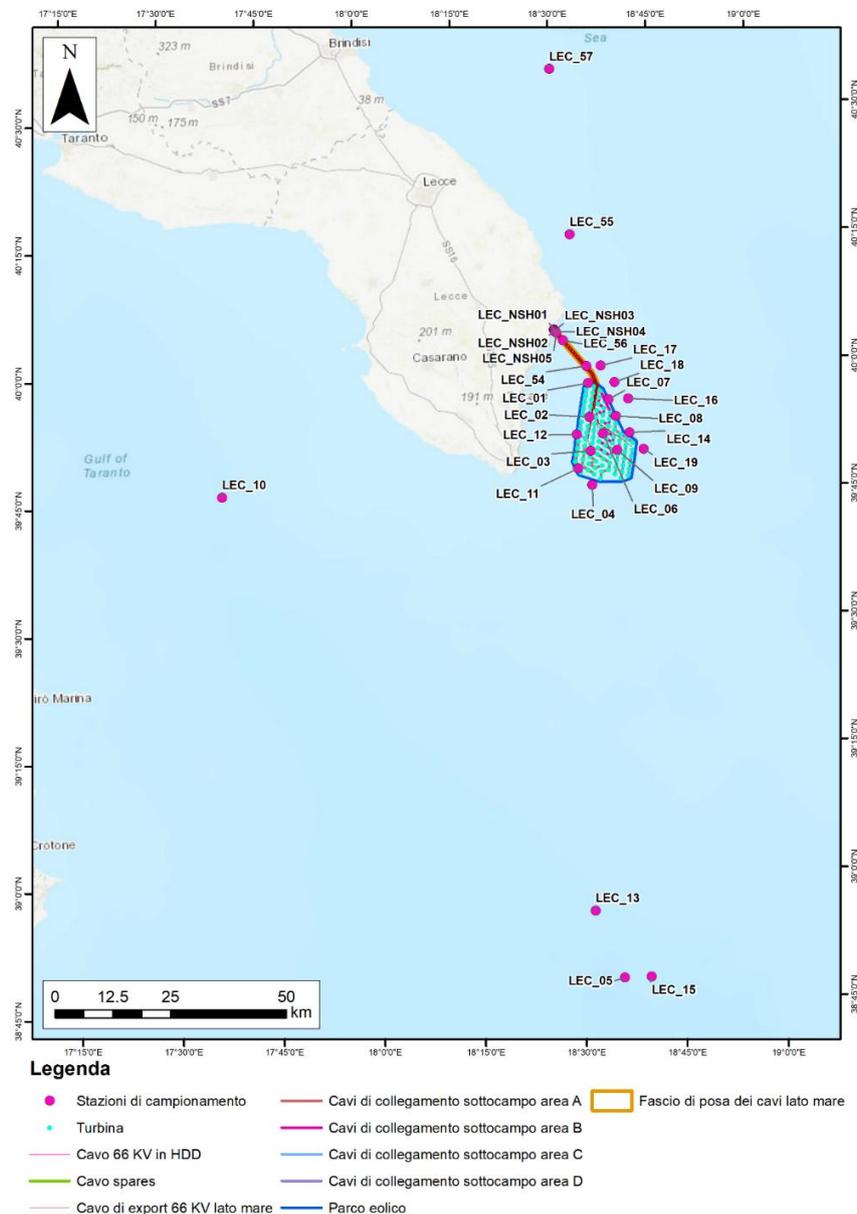


Figura 6: Impronta di Progetto e localizzazione delle stazioni offshore indagate.

All'interno dell'Area di Sito sono state collocate 23 stazioni di campionamento "offshore" (posizionate a profondità maggiori di 71 metri) e 5 stazioni di campionamento "nearshore" (posizionate a profondità minori di 31 metri). Tale suddivisione è stata fatta utilizzando come criterio i limiti tecnici di attrezzature/imbarcazioni offshore dei quali si è tenuto conto a monte del piano di campionamento. La seguente figura mostra la distribuzione delle stazioni offshore campionate ricadenti all'interno o nei pressi dell'impronta di Progetto. La figura 8 mostra la distribuzione delle 5 stazioni nearshore indagate.

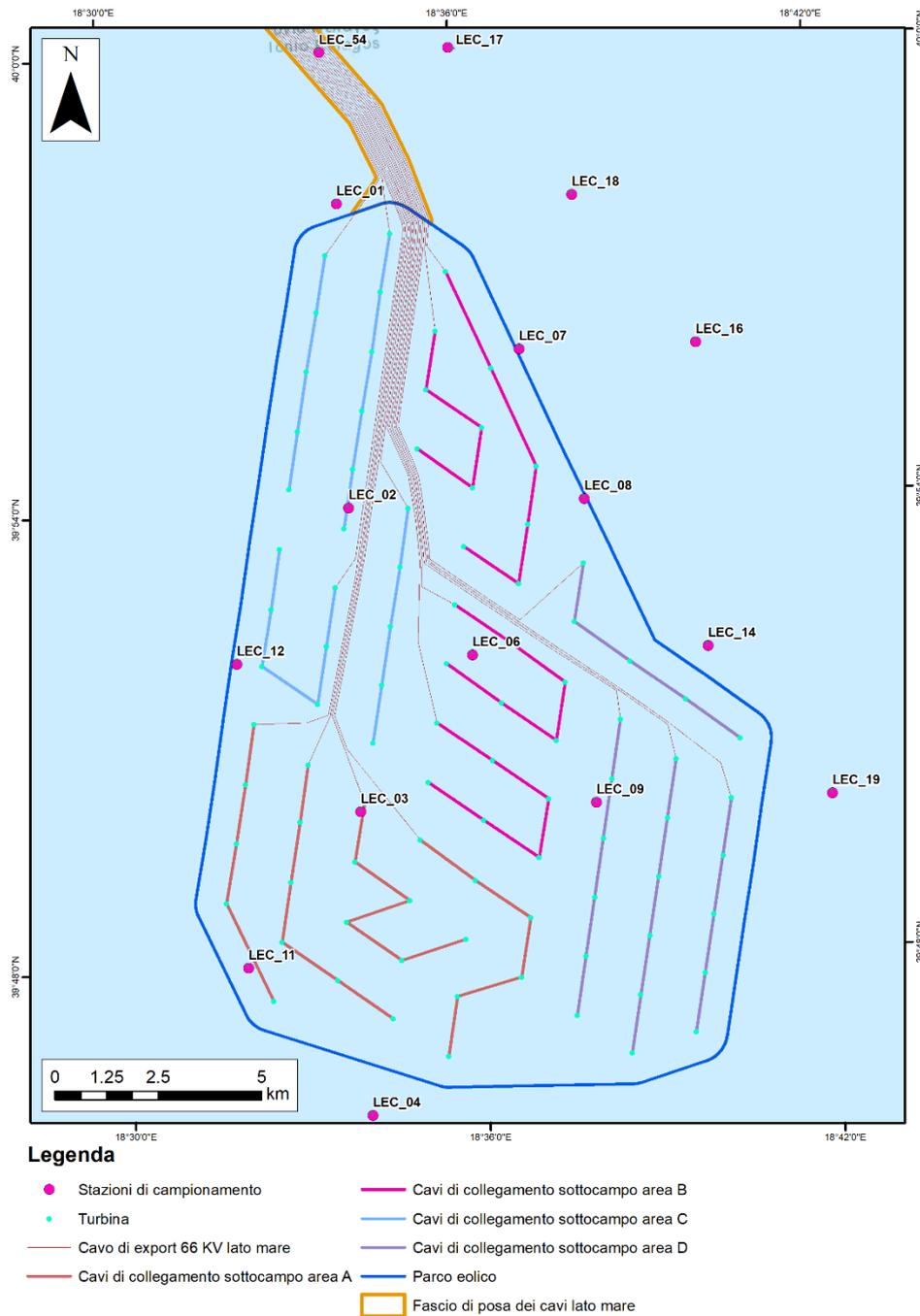


Figura 7: Stazioni offshore ricadenti all'interno o nei pressi dell'impronta di Progetto.

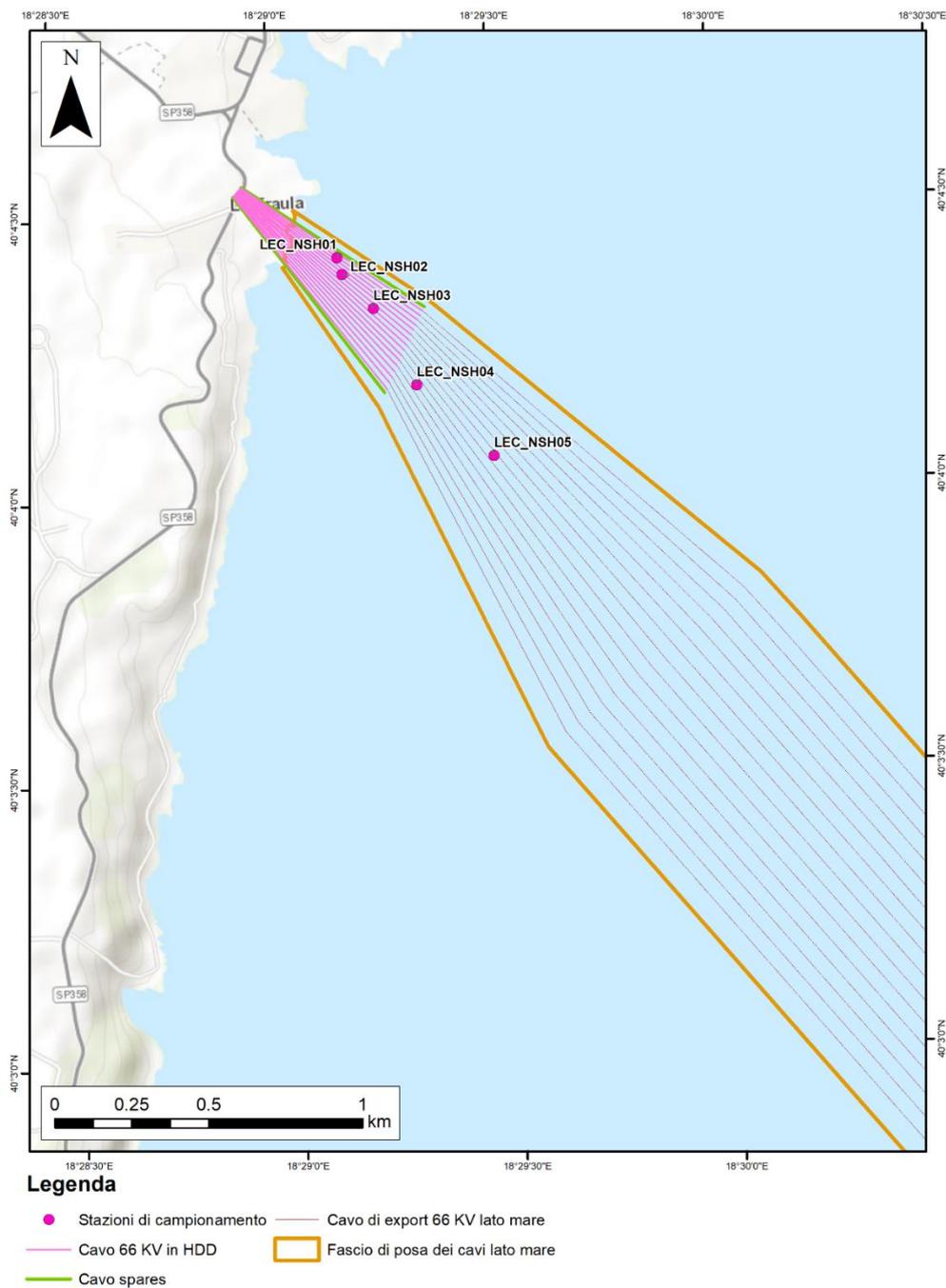


Figura 8: Localizzazione delle stazioni nearshore indagate.

Nel periodo di settembre 2022 sono state indagate le 23 stazioni offshore, mentre a dicembre 2022 sono state indagate le 5 stazioni nearshore. Nello specifico, le indagini offshore sono state condotte dall'Università di Palermo, mentre le analisi nearshore sono state condotte dall'Università degli Studi di Messina. Sulla base del piano di campionamento e delle caratteristiche batimetriche specifiche di ciascuna stazione, sono stati prelevati campioni di sedimento alla quota fondo.

Per quanto concerne la **campagna offshore**, i campioni di sedimento sono stati raccolti tramite un box corer “Light Box Corer” (Carmacoring Srl) (dimensioni scatola: 170 x 170 mm; altezza: 250 mm; volume: 7,2 litri). Il box corer è costituito da un basamento rettangolare in ferro zincato rastremato sulla parte superiore. Il funzionamento di questo strumento prevede che, quando il box corer tocca il fondo marino, una colonna tubolare nella sezione quadrata scende e un dispositivo di innescò rilascia la pala che recupererà il campione. La colonna può ospitare fino a 5 pesi rettangolari di 14 kg ciascuno, in modo da ottenere il peso e la spinta corretti sulla scatola. La scatola, in acciaio inox placcato, è posizionata sulla parte inferiore ed ha un lato rimovibile con attacco a baionetta per osservare direttamente le caratteristiche litologiche del campione senza causare alcun disturbo. Si tratta di uno strumento destinato al recupero di campioni superficiali del fondo marino che vengono poi conservati in una scatola metallica. Il campione raccolto è caratterizzato da un basso tasso di alterazione della struttura sedimentaria e comprende il campione di acqua di fondo. La metodica di utilizzo prevede che il box corer venga calato sul fondale armato fino a quando non impatta con il substrato. Successivamente avviene il rilascio della colonna e quindi la conseguente penetrazione della scatola nel sedimento. È importante che il filo del verricello che guida il box corer venga avvolto lentamente per ottenere la corretta rotazione della pala e la chiusura della scatola. La tecnica di base dei prelievi con box corer è riportata nella figura 9b. Questo tipo di strumento consente di prelevare un campione superficiale approssimativamente relativo ai primi 50 cm di spessore.

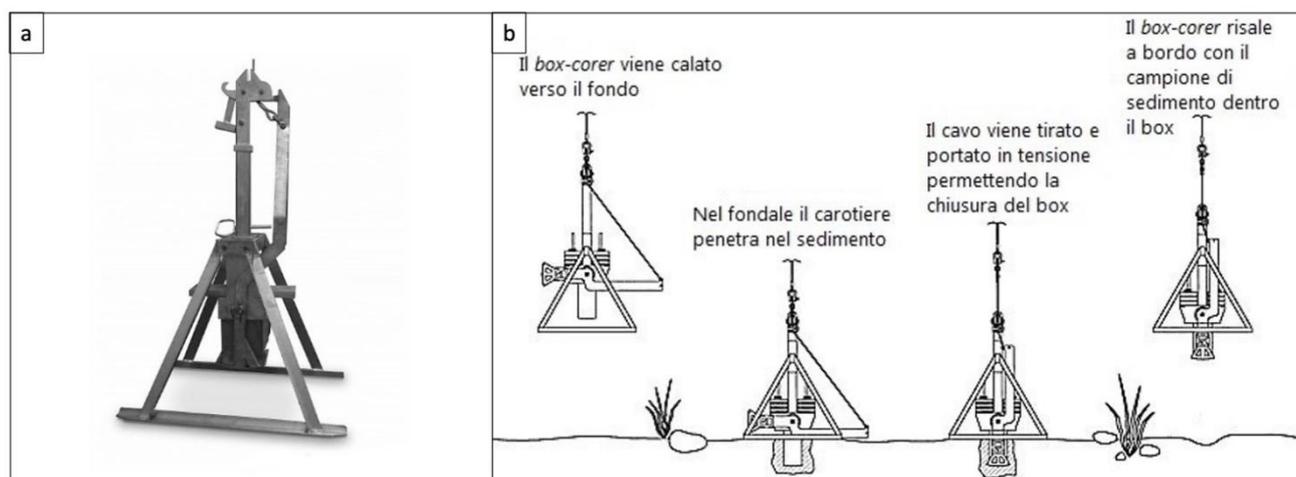


Figura 9: Box corer utilizzato durante i campionamenti di sedimento offshore; b) Schema riassuntivo del campionamento generico con box corer.



Figura 10: Fasi di campionamento di bordo da box corer.

Per quanto concerne la **campagna nearshore** condotta dall'Università degli Studi di Messina, i campioni di sedimento sono stati prelevati tramite la tecnica della bennata, utilizzando una benna di tipo Van Veen, da 25 litri con apertura di 0,136 m² (figura 11). Questo tipo di benna consente di prelevare un campione superficiale approssimativamente relativo ai primi 15 – 20 cm di spessore. La benna impiegata presenta un sistema di apertura a sportello che consente il prelievo del sedimento indisturbato prima dell'estrusione dalla benna stessa (Figura 11). Preliminarmente ai lavori, ogni giorno è stato effettuato un controllo rapido delle attrezzature imbarcate e del materiale di consumo. Una volta che l'imbarcazione sia stata posizionata sul punto di prelievo, verificato il corretto posizionamento, si è provveduto ad eseguire il prelievo. I sedimenti sono quindi stati prelevati tramite l'utilizzo della benna, per consentire il recupero di un volume sufficiente alle successive analisi. Ciascun campione è stato prelevato e suddiviso nelle aliquote per le diverse analisi e conservato in appositi contenitori etichettati e datati. In particolare, una volta recuperata a bordo, la benna è stata alloggiata in un'apposita vasca-contenitore ed aperta utilizzando gli sportelli superiori per procedere all'ispezione visiva del sedimento recuperato (Figura 11).

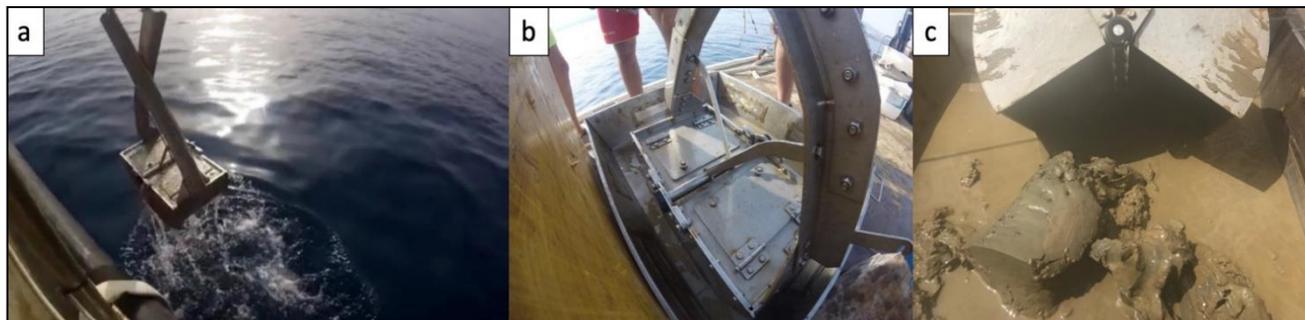


Figura 11: Operazioni di campo per il prelievo con benna. a) benna in risalita. b) benna issata a bordo e poggiata sull'apposita vasca metallica di raccolta. c) benna appena aperta all'interno della vasca con relativo contenuto.

Relativamente a ciascuna stazione nearshore, sono state effettuate le seguenti analisi:

- Analisi granulometriche: descrizione del campione (visiva, olfattiva, colorimetrica, dimensionale), determinazione delle frazioni granulometriche e classi di appartenenza;
- Analisi chimico-fisiche di laboratorio sui campioni di sedimento prelevati: contenuto in IPA, PCB, Metalli, Composti Organoclorurati, Carbonio Organico (TOC), Idrocarburi C < 12 e C > 12, Macronutrienti (Azoto e Fosforo), Composti Organostannici;
- Analisi microbiologiche (Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali);
- Analisi delle comunità del macrozoobenthos

Per quanto riguarda i dati primari raccolti, nelle tabelle successive si riportano i dati di sintesi di granulometria sedimentaria dei campioni analizzati. In generale, le aree di indagine sono per lo più rappresentate da sedimenti nel campo delle frazioni più fini (si noti che la maggior parte dei campioni presentano asimmetria leggermente o decisamente positiva) e questo fornisce una indicazione di quanto sia rilevante il contributo terrigeno-continentale nell'area di indagine. Secondo la classificazione di Shepard, i campioni analizzati ricadono prevalentemente nella categoria fango, con solo alcuni campioni classificabili come sabbia fangosa (LEC_15, LEC_19 e LEC_56) e sabbia ghiaiosa (LEC_10). I campioni con una percentuale relativa più alta di ghiaia sono risultati LEC_01, LEC_56 e LEC_57, frazione che ha rivelato la maggiore uniformità nell'Area di Sito. Infatti, le percentuali di sabbia e pelite sono al contrario risultate variabili tra le varie stazioni dell'Area di Sito, con valori anche molto diversi tra loro. Alcune stazioni, come LEC_10 e LEC_19, hanno mostrato una frazione relativa di sabbia oltre il 50%; in queste stazioni, la frazione relativa di pelite è conseguentemente risultata molto più bassa rispetto alla norma, e un valore simile è stato riscontrato anche in LEC_56 che mostrava una più alta presenza di ghiaia.

Tabella 3: Sintesi dei dati relativi alle caratteristiche granulometriche (esprese in mm e percentuali relative) dei campioni analizzati presso l'Area di Sito.

Stazione	4 ÷ 2	2 ÷ 1	1 ÷ 0,5	0,5 ÷ 0,25	0,25 ÷ 0,125	0,125 ÷ 0,063	<0,063	peso tot	GHIAIA	SABBIA	FANGO	Asimmetria
LEC_01	4,6	0,4	1,3	9,9	45,7	11,7	122,1	195,7	2,35%	35,26%	62,39%	+
LEC_02	0,2	0,2	0,1	0,9	1,3	2,6	162,2	167,5	0,12%	3,40%	96,84%	+
LEC_03	1,1	0,4	0,4	1,1	2,1	2,7	213,7	221,5	0,50%	3,02%	96,48%	+
LEC_04	1,2	0,3	1,9	8,8	41,8	5,6	159,7	219,3	0,55%	26,63%	72,82%	+
LEC_05	2	0,2	1,3	7,2	25,9	7,1	177,8	221,5	0,90%	18,83%	80,27%	+
LEC_06	1,1	0,3	0,1	0,3	0,3	0,5	183,3	185,9	0,59%	0,81%	98,60%	+
LEC_07	0,1	0,3	0,1	0,6	1,1	1	89	92,2	0,11%	3,36%	96,53%	+
LEC_08	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,9	153	154,8	0,06%	1,10%	98,84%	+
LEC_09	0,7	0,7	0,4	1,6	5,2	2,8	67,7	79,1	0,88%	13,53%	85,59%	-
LEC_10	2,5	3,3	41,7	40	115,2	35,2	181,7	419,6	0,60%	56,10%	43,30%	-
LEC_11	1	0,7	0,3	0,7	2,2	2,3	149,1	156,3	0,64%	3,97%	95,39%	+
LEC_12	0,9	0,1	0,3	0,4	1,3	2,6	181,7	187,3	0,48%	2,52%	97,01%	+
LEC_13	2,5	0,8	2,1	25,8	188,1	15,2	398,3	632,8	0,40%	36,66%	62,94%	+
LEC_14	0,6	0,2	0,3	0,9	2,7	1,5	142,2	148,4	0,40%	3,77%	95,82%	+
LEC_15	4,8	2,7	21,3	46,6	91,8	18,7	481,3	667,2	0,72%	27,14%	72,14%	+
LEC_16	0,4	0,7	0,1	0,8	1	1,1	77,1	81,2	0,49%	4,56%	94,95%	+
LEC_17	0,9	0,5	0,6	3,3	22,1	6,2	153,4	187	0,48%	17,49%	82,03%	-

Stazione	4 ÷ 2	2 ÷ 1	1 ÷ 0,5	0,5 ÷ 0,25	0,25 ÷ 0,125	0,125 ÷ 0,063	<0,063	peso tot	GHIAIA	SABBIA	FANGO	Asimmetria
LEC_18	0,4	0,3	0,2	0,1	0,8	1,8	299,2	302,8	0,13%	1,06%	98,81%	+
LEC_19	4	1	7	36,7	102,3	15,5	133,5	300	1,33%	54,17%	44,50%	-
LEC_54	4,7	4,4	6,1	18,1	92,8	7,5	232,8	366,4	1,28%	35,18%	63,54%	+
LEC_55	4,5	4,6	6,0	18,2	92,7	7,6	202,1	335,7	1,35%	32,10%	66,69%	+
LEC_56	7,4	5,5	7,3	13	19,5	29,6	81,9	164,2	4,51%	45,62%	49,88%	-
LEC_57	14,3	0,6	1,9	3,2	10,5	21,2	98,7	150,4	9,51%	24,87%	65,63%	-

Al fine di una più diretta visualizzazione grafica, si riportano di seguito le carte ottenute attraverso Software GIS rappresentative della distribuzione granulometrica nell'area di studio relativamente alle stazioni indicate.

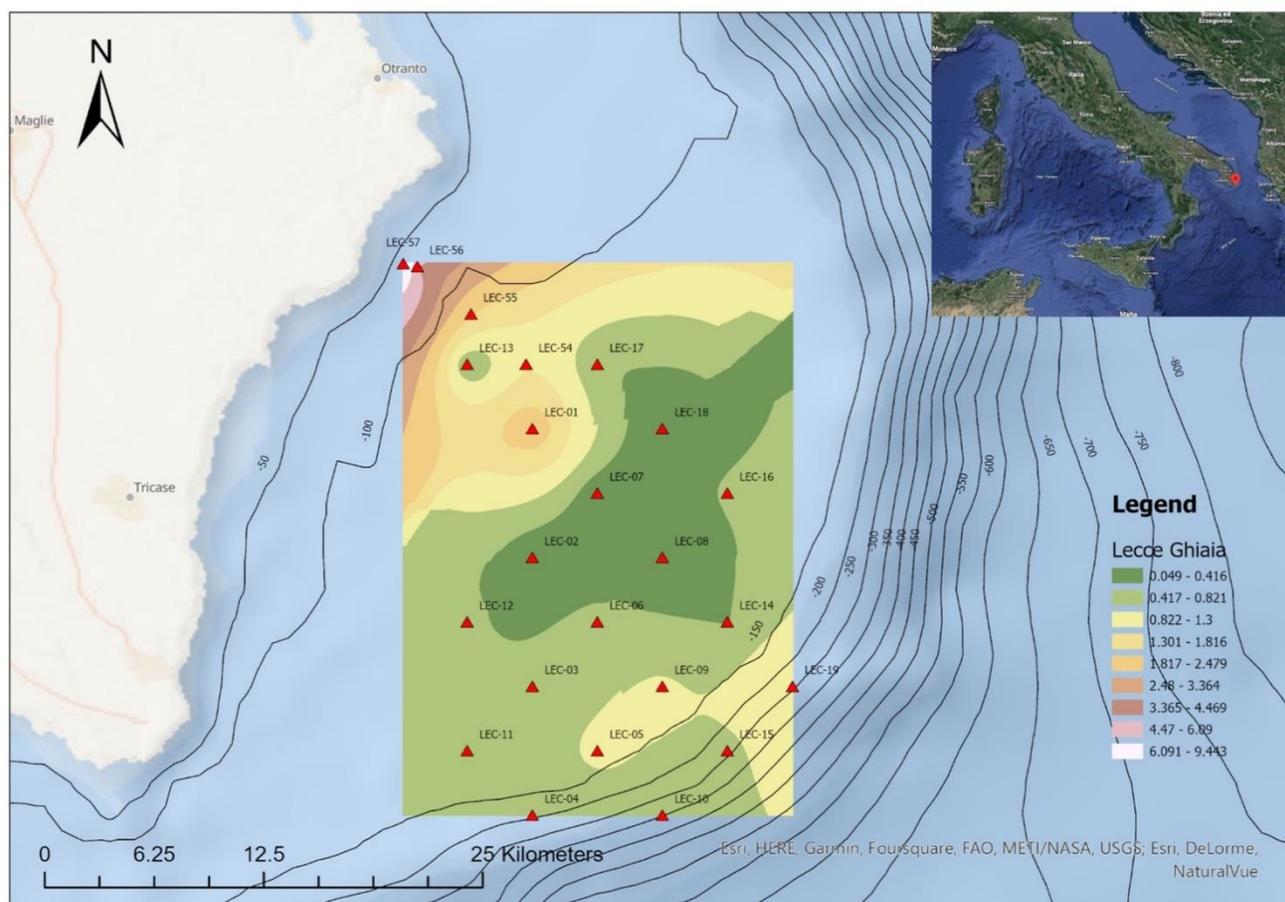


Figura 12: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito per la frazione Ghiaia. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente Ghiaia.

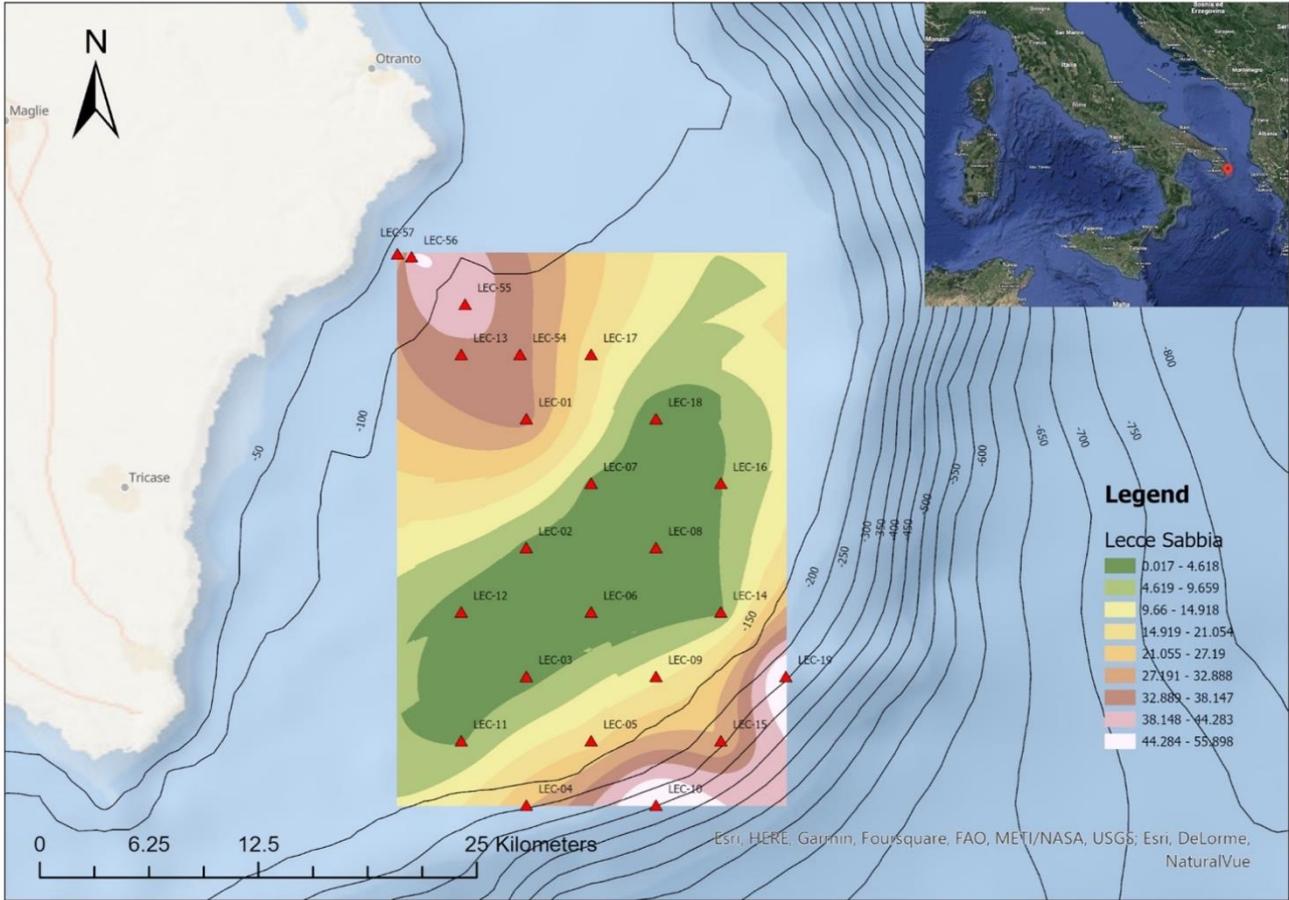


Figura 13: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito per la frazione Sabbia. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente sabbia.

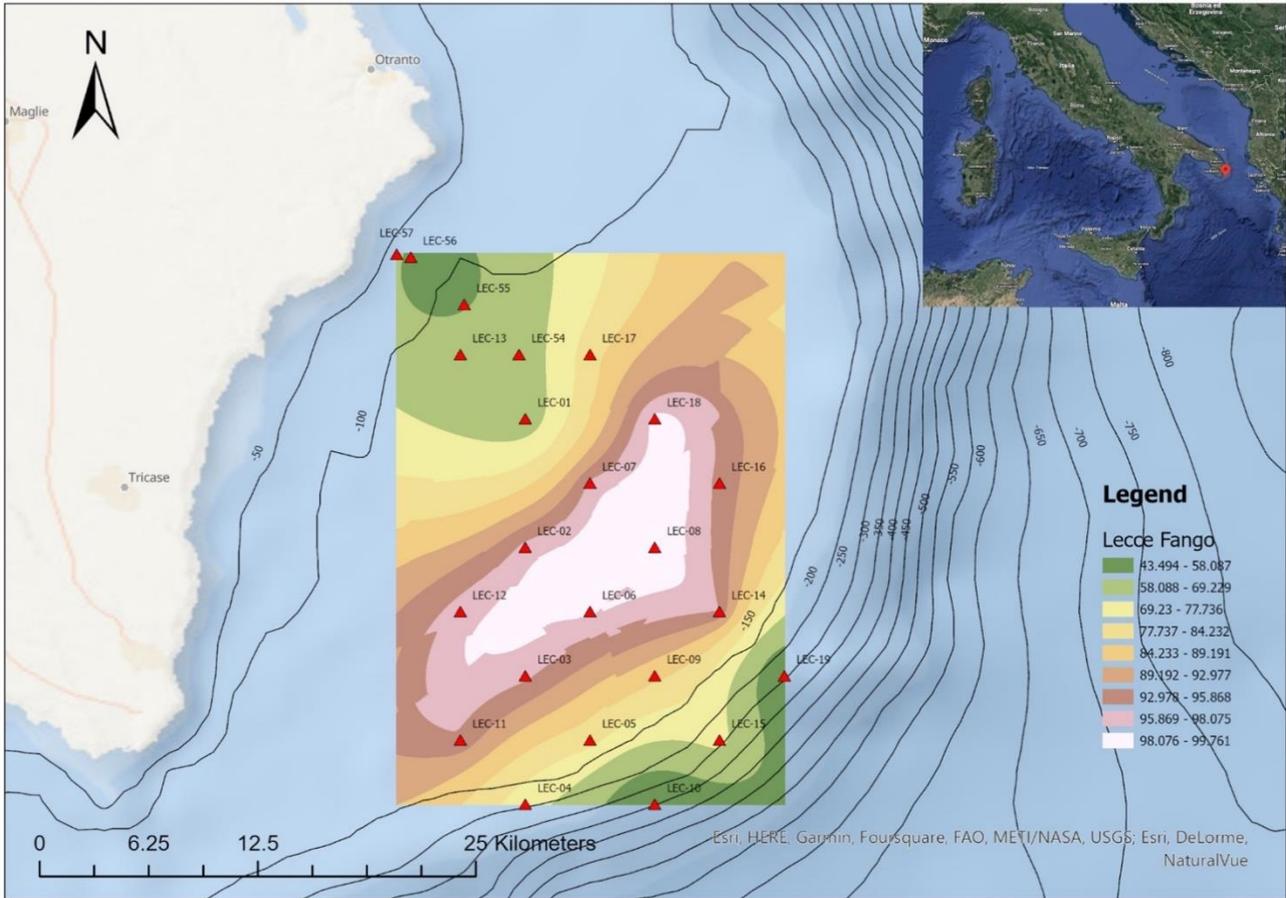


Figura 14: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito per la frazione Fango. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente Fango.

 <p>Odra EnerGia PARCO EOLICO MARINO</p>	 <p>Università di Scienze Gastronomiche di Pollenzo <small>University of Gastronomic Sciences of Pollenzo</small></p>		<p>CODE ODR.CST.REL.001.00</p> <hr/> <p>PAGE 4 di/of 51</p>
--	---	--	--

4.0 DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

In questa fase progettuale, le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni implicati dalle opera fondali sono state definite da analisi ed interpretazioni di prove geotecniche di laboratorio pregresse su lavori di interesse pubblico e strumenti di pianificazione territoriali, nonché dalla consultazione della letteratura scientifica in merito, che di seguito si riporta:

- AIELLO G. (1993) - Stratigrafia e strutture dell'offshore pugliese (Adriatico meridionale). Tesi di Dottorato in Geologia del Sedimentario, Università di Napoli
- ALVINO L. (1964) - I calcari di Torre Minervino e le calcareniti di Porto Badisco. La Zagaglia, 6, 1-24, Lecce.
- ALVINO L. (1966) - Geologia Salentina. L'Orsa Maggiore, 1-98, Lecce.
- BOSSIO A., GUELFÌ., MAZZEI R., MONTEFORTI B. & SALVATORINI G. (1989a) - Studi sul Neogene e Quaternario della Penisola Salentina. III - Stratigrafia del Pozzo Poggiardo (N. 54 PS 1490/3). Quaderni Ricerche Centro Studi Geotecnici Ingegneria, 11, 55-88, Lecce.
- BOSSIO A., GUELFÌ., MAZZEI R., MONTEFORTI B. & SALVATORINI G. (1989b) - Studi sul Neogene e Quaternario della Penisola Salentina. V - Note geologiche sulla zona di Castro. Quaderni Ricerche Centro Studi Geotecnici Ingegneria, 11, 127-146, Lecce.
- BOSSIO A., GUELFÌ., MAZZEI R., MONTEFORTI B. & SALVATORINI G. (1989c) - Studi sul Neogene e Quaternario della Penisola Salentina. VII - Precisazioni sull'età della formazione di Uggiano la Chiesa nella zona di Otranto. Quaderni Ricerche Centro Studi Geotecnici Ingegneria, 11, 175- 194, Lecce.
- D'ALESSANDRO A., LOIACONO F. & RICCHETTI G. (1989) - Note illustrative alla Carta Geomorfica del Salento meridionale (F. 525 Gallipoli, 526 Nardò, 527 Otranto, 536 Ugento e 537 Capo S. Maria di Lèuca). Quaderni Ricerche Centro Studi Geotecnici Ingegneria, 11, 207-222, Lecce.
- SPILOTRO G & ZEZZA F. (1977) - I depositi argillosi della Penisola Salentina: caratteri sedimentologici e geotecnici e correlazione con i depositi argillosi della Fossa Bradanica. Geol. Appl. Idrogeol., 12, 299-310, Bari.

Di seguito si riportano le risultanze delle prove di laboratorio effettuate su campioni prelevati nell'ambito del progetto di ampliamento del depuratore di Maglie:

 <p>Odra EnerGia PARCO EOLICO MARINO</p>	 <p>Università di Scienze Gastronomiche di Pollenzo <small>University of Gastronomic Sciences of Pollenzo</small></p>		<p>CODE ODR.CST.REL.001.00</p> <hr/> <p>PAGE 10 di/of 51</p>
--	--	--	---

Dall'analisi di tutti i dati a disposizione, nonché dalle stratigrafie riportate all'interno della Banca dati dell'ISPRA per la ricerca idrica, si può affermare che gli orizzonti litologici interessanti le opere in progetto sono caratterizzati da una variabilità, sia in senso orizzontale che in quello verticale, delle proprietà geotecniche e geomeccaniche fondamentali. Nello specifico, si possono accorpate le litologie maggiormente interessate dalle opere in progetto in due orizzonti distinti, di cui uno superficiale ed uno di base come di seguito riportato:

ORIZZONTE DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE

Trattasi di terreni umificati, fortemente alterati, a basso contenuto d'acqua, mediamente plastici e con notevole compressibilità.

Questi terreni posseggono caratteristiche fisico meccaniche alquanto modeste a causa della loro eterogeneità e dell'elevato grado di alterazione chimica e di degradazione fisica e, inoltre, per la diffusa presenza di masse argillose, limose e di materiali organici.

ORIZZONTE DI BASE

Tale orizzonte nel caso di specie è costituito da un substrato calcarenitico da poco fratturato ad estremamente fratturato, dal colore bianco ad avana, con notevole potenza in termini di spessore ed estensione areale.

Per maggior dettaglio sulle caratteristiche litologiche delle aree interessate dalle opere si rimanda alla relazione ODR.ENG.REL.004.00_Relazione geologica marina e terrestre.

5.0 TETTONICA E SISMICITÀ

5.1 SORGENTI SISMOGENETICHE

Dal catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Database of Individual Seismogenic Sources, DISS Version 3.2.1; <http://diss.rm.ingv.it/diss/> INGV), l'intera penisola salentina non ricade all'interno di strutture sismogenetiche singole (ISS) e composite (CSS).

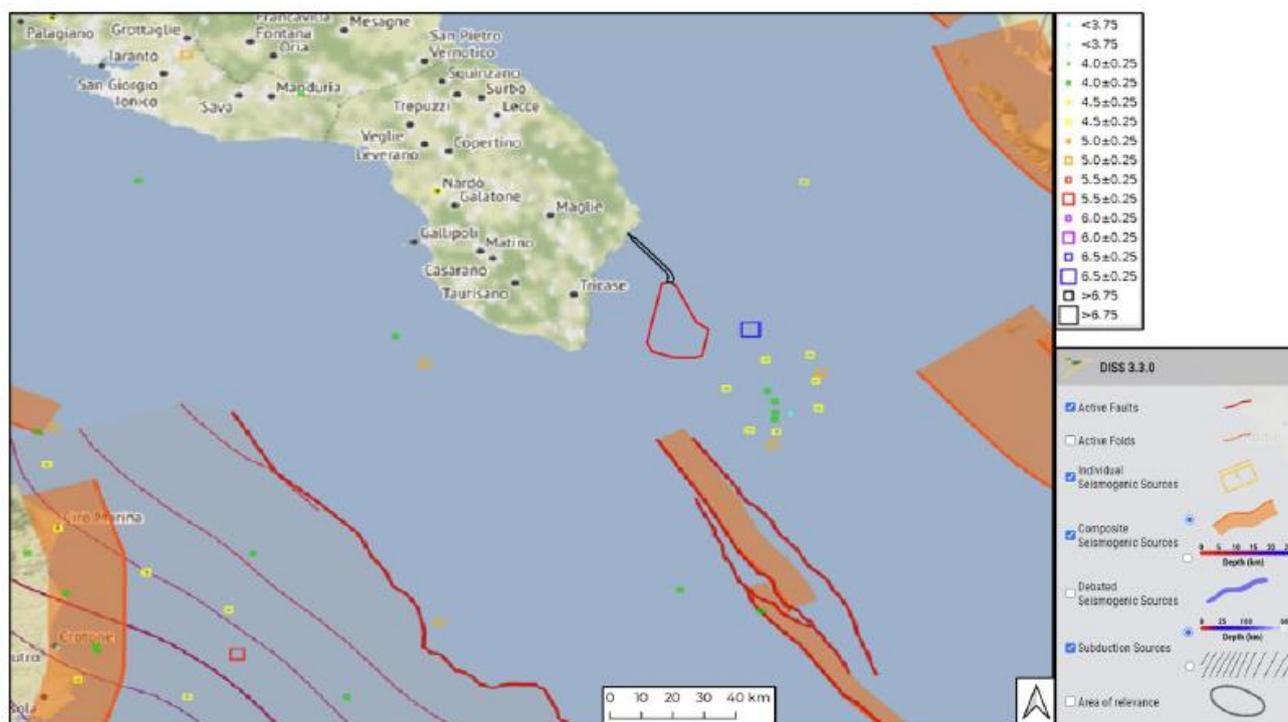


Figura 20: Estratto catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane (Database of Individual Seismogenic Sources, DISS Version 3.2.1; <http://diss.rm.ingv.it/diss/> dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Anche se la penisola salentina risulta relativamente stabile dal punto di vista sismico, sono stati registrati alcuni eventi sismici a Sud-Est dell'area di interesse, in acque più profonde con magnitudo approssimativa di 4,5 – 5 con un numero massimo registrato di 6,7. La Figura 20 mostra la zona caratterizzata dalla presenza delle faglie attive orientate principalmente NW-SE che sono state associate a terremoti storici.

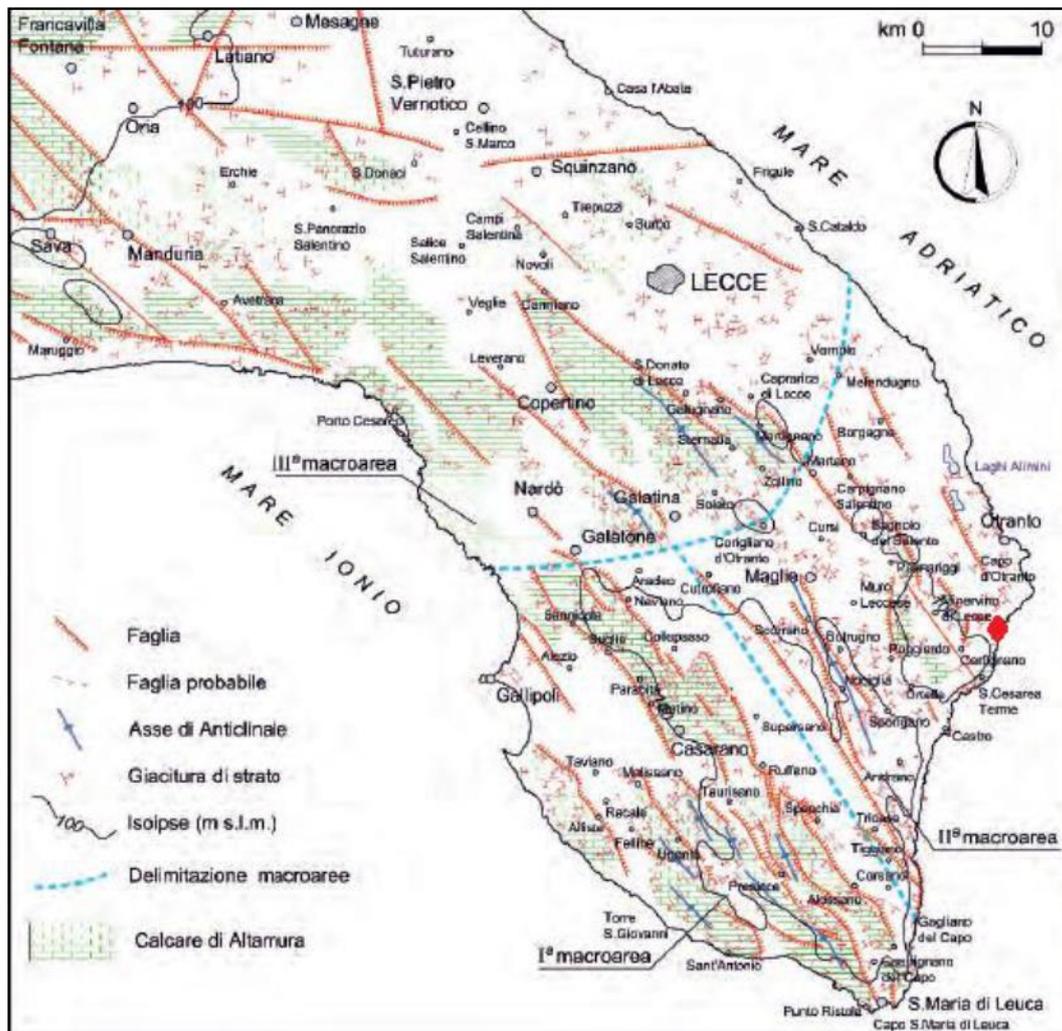


Figura 21: Stralcio carta tettonica della Penisola Salentina.

Anche l'elenco delle faglie attive e capaci del catalogo del Progetto Ithaca, in continuo aggiornamento da parte di SGI - ISPRA (<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>), non riporta faglie capaci in tutta la Penisola Salentina. Come 'faglia capace' si indica una faglia in grado di dislocare e/o deformare la superficie topografica in occasione di eventi sismici di magnitudo, in genere, medio-elevata.

Le figure precedenti afferiscono alle fonti bibliografiche delle sorgenti sismogenetiche, ad oggi consultabili per una maggiore chiarezza a conferma del dato.

5.2 SISMICITÀ STORICA

La mappa della sismicità dei terremoti (registrati strumentalmente dal 1985) estratta dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani INGV 'CPT115' non evidenzia una particolare sismicità nell'area del sito. Il terremoto

storico più prossimo all'area di progetto (36 km) risale al 1743 nel Mar Ionio ed è stato stimato di una Magnitudo pari a 6,7.



Figura 22: Database CPT115 (INGV) – Magnitudo dei Terremoti.

La figura seguente riporta l'intensità massima risentita in un cerchio di 70 km di raggio dal punto di approdo dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPT115) (<https://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/>). Il CPT115 fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima risentita ($I_{max} \geq 5$ o magnitudo momento ($M_w \geq 4.0$) d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2020.

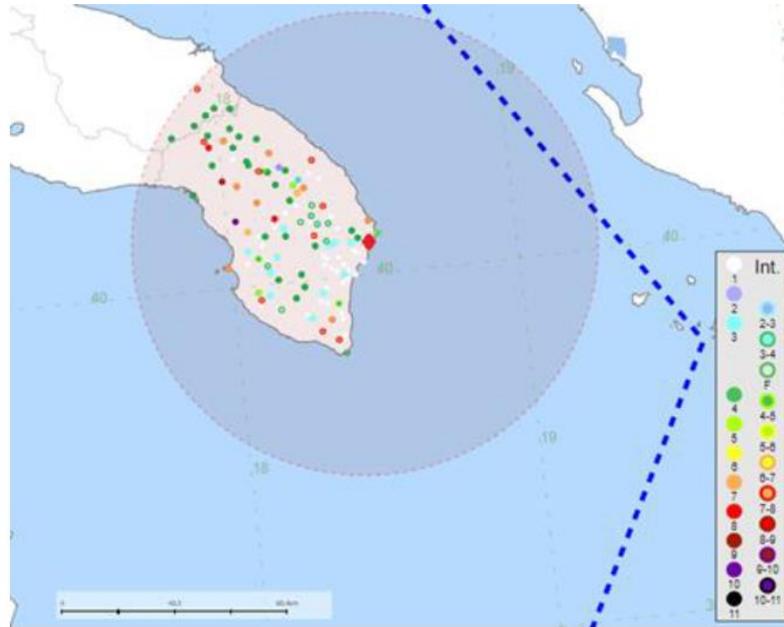


Figura 23: Intensità massima dei terremoti in un raggio pari a 70 km dal sito estratti dal CPTI15.

Per i soli eventi relativi a Otranto, a 7 Km a nord della località La Fraula, la intensità massima (I_{max}) è pari a 7 riferibile al terremoto del 1743, come visibile dalla sequenza temporale delle massime intensità riportata nel grafico sottostante dai dati CPTI15 (numero di terremoti risentiti EQs = 18).

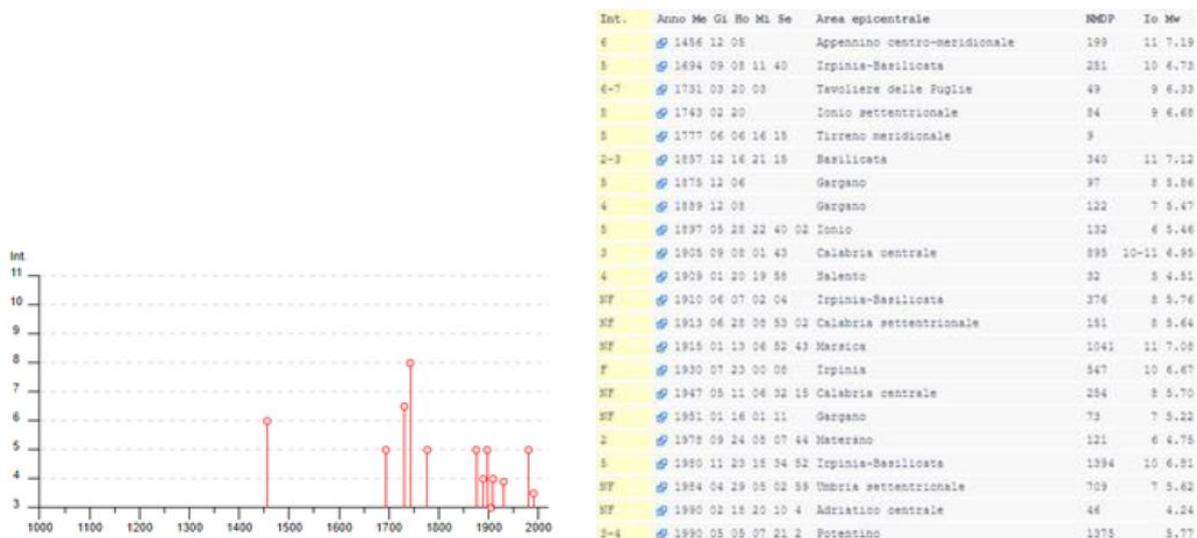


Figura 24: Intensità massima dei terremoti risentiti ad Otranto – database CPTI15.

5.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLE AREE DI PROGETTO ONSHORE

Riguardo la pericolosità sismica, l'area di progetto ricade in un'area caratterizzata da pericolosità bassa. In particolare, il sito è classificato in Zona Sismica 4 ($ag < 0.05g$) secondo la Classificazione Sismica italiana, con pericolosità sismica molto bassa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.

La carta dell'INGV mostra valori di accelerazione (ag) tra 0.050 e 0.075 g, espressi con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti al substrato rigido caratterizzato da $V_s > 800m/s$.

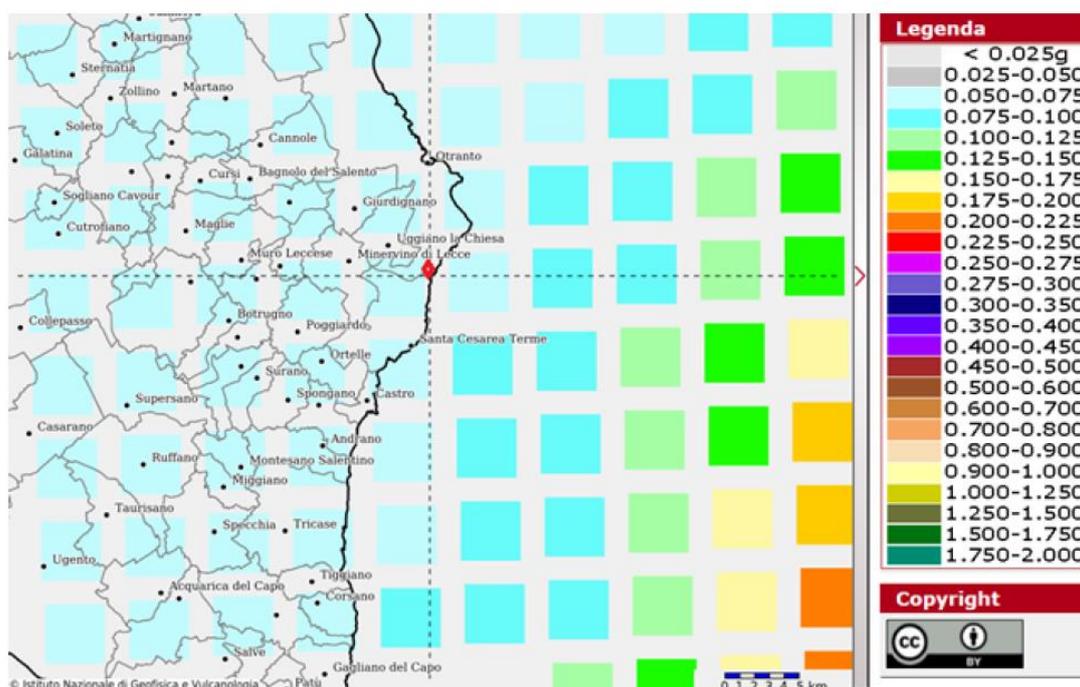


Figura 25: Accelerazioni massime al suolo – sito INGV.

L'analisi di disaggregazione derivata dall'INGV ha permesso di identificare il terremoto che domina lo scenario di pericolosità sismica dell'area come un sisma di Magnitudo 6,09 ad una distanza di 47,7 km (Figura 26).

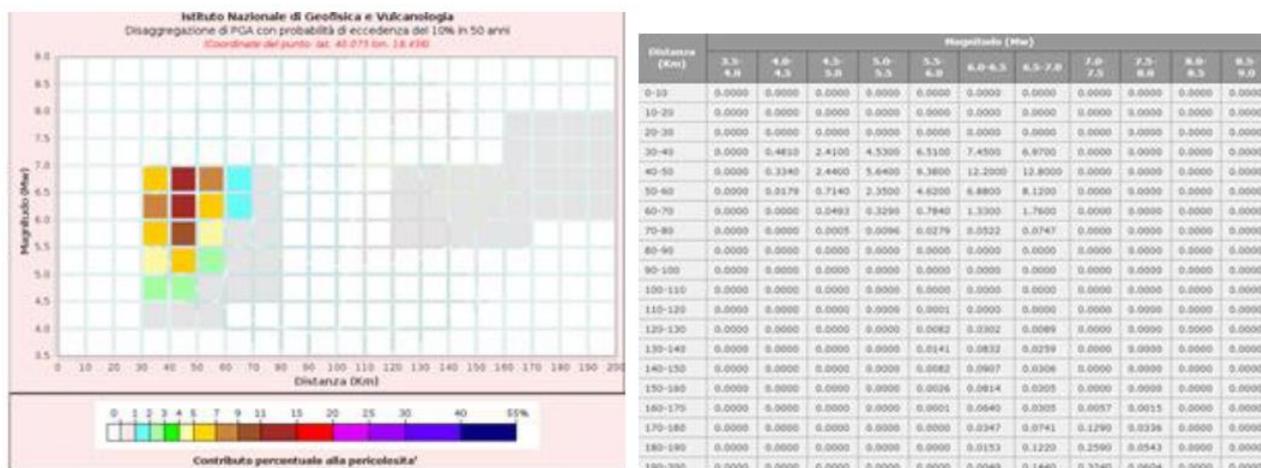


Figura 26: Analisi di disaggregazione.

I siti interessati dalla posa dei cavidotti interrati, sulla base della Riclassificazione Sismica del Territorio Italiano secondo l'Ordinanza n° 3234 del 29 luglio 2003 emanata dal Presidente del Consiglio dei Ministri, successivamente ripresa dal D.M. 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", ricadono tutti in ZONA SISMICA 4.

Zona sismica - Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico
1	$0,25 < ag \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < ag \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < ag \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

Figura 27: Valori dell'accelerazione in riferimento alla zona sismica.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (ag) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

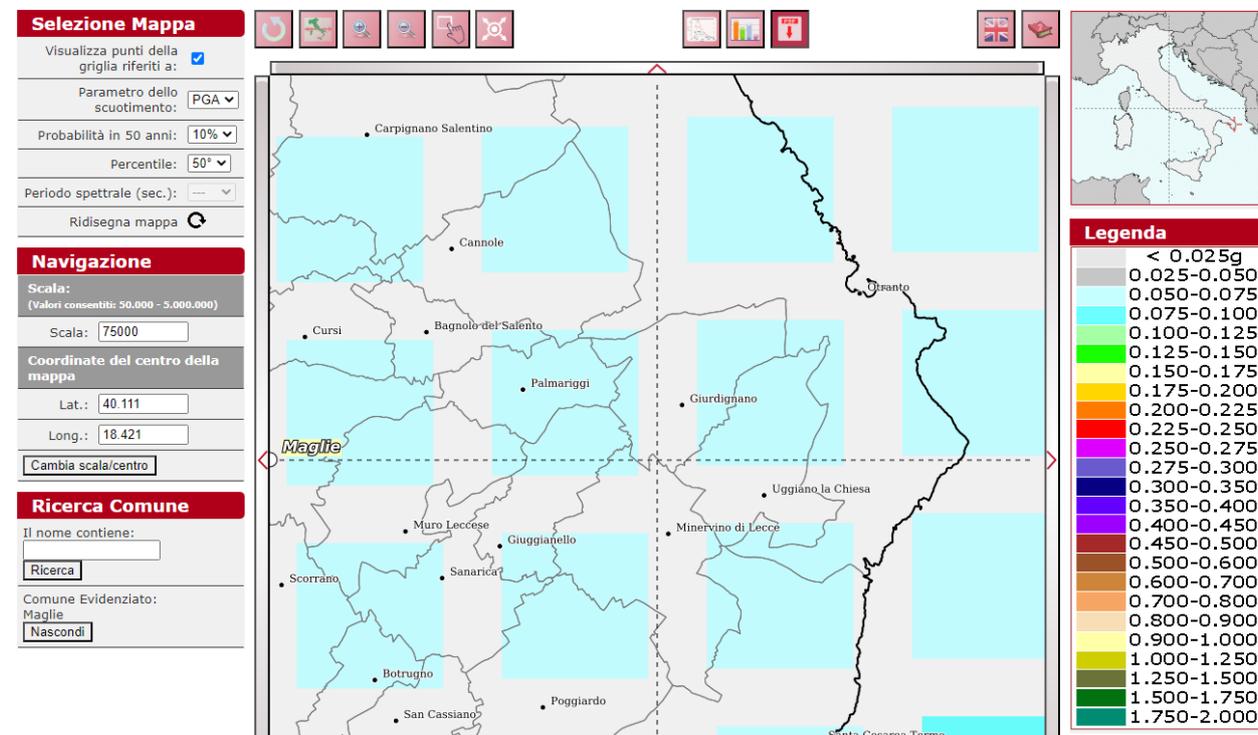


Figura 28: Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 area di La Fraula.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

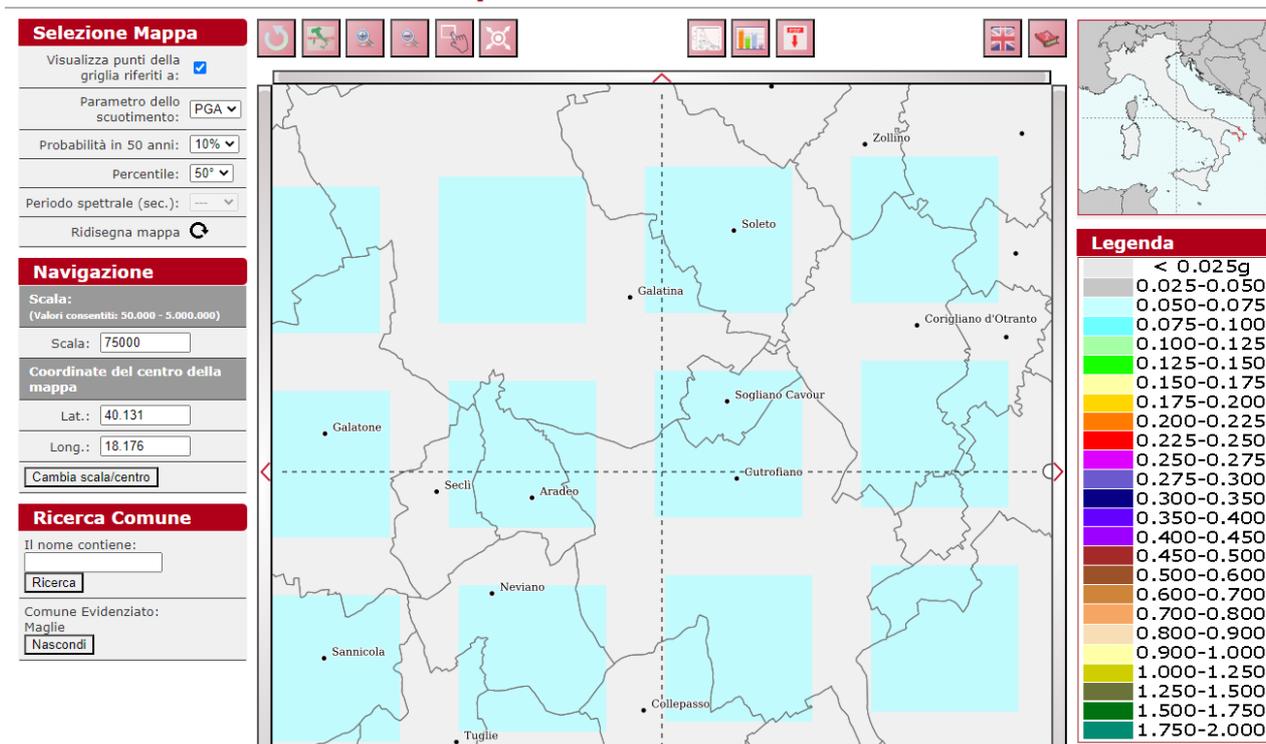
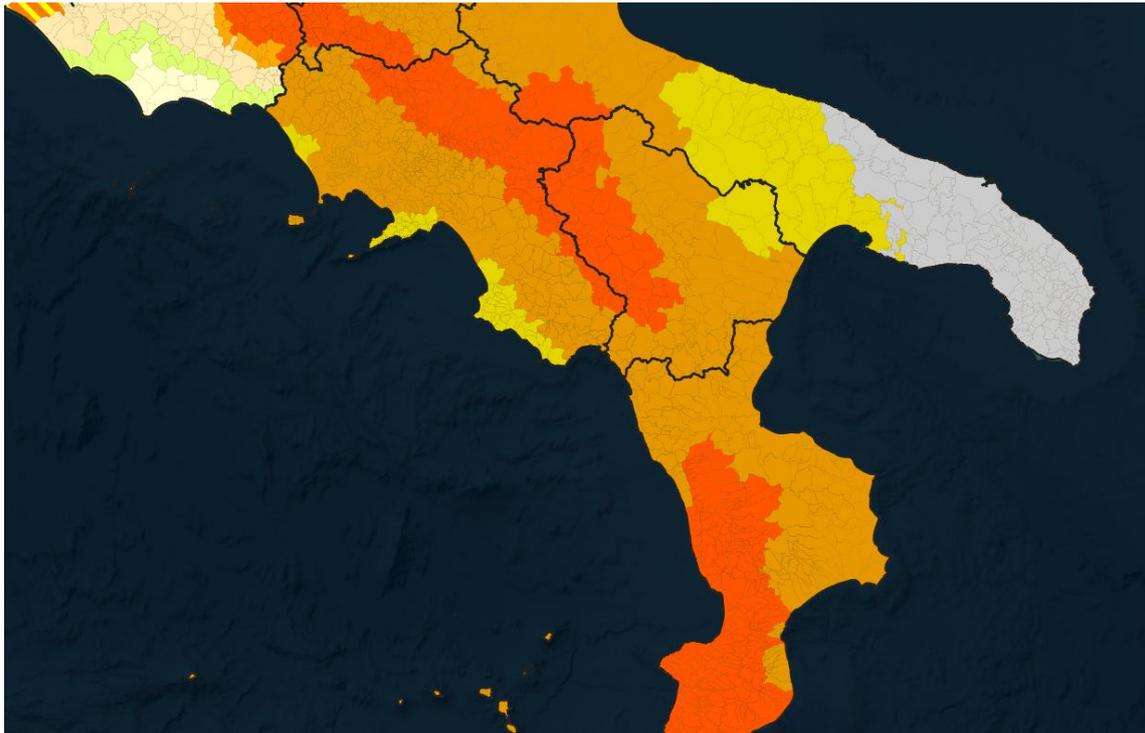


Figura 29: Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 area interna punto di consegna.


Protezione Civile
 Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile
Ufficio II - Attività Tecnico Scientifiche per la previsione e la prevenzione dei Rischi - Servizio Rischio Sismico
Classificazione sismica al 31 marzo 2023
 Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'OPCM 20 marzo 2003, n. 3274 e dell'OPCM 28 aprile 2006, n. 3519
 Atti di recepimento al 31 dicembre 2022: Abruzzo DGR n. 438/05 - Basilicata DCR n.731/03 - Calabria DGR n.47/04 - Campania DGR n. 5447/02 - Emilia Romagna DGR n. 146/23 - Friuli Venezia Giulia DGR n. 845/10 - Lazio DGR n. 387/09 - Liguria DGR n. 216/17 - Lombardia DGR n. X/2129/14 - Marche DGR n. 1142/22 - Molise DGR n. 194/06 - Piemonte DGR n. 17-8404/19 - Puglia DGR n. 153/04 - Sardegna DGR n. 15/31/04 - Sicilia DGR n. 64/22 - Toscana DGR n. 421/14 - Trentino Alto Adige-Bolzano DGP n. 4017/06 - Trentino Alto Adige-Trento DGP n. 2919/12 s049/20 - Umbria DGR n. 1111/12 - Veneto DGR n. 244/21 - Valle d'Aosta DGR n. 1603/13



Zone sismiche

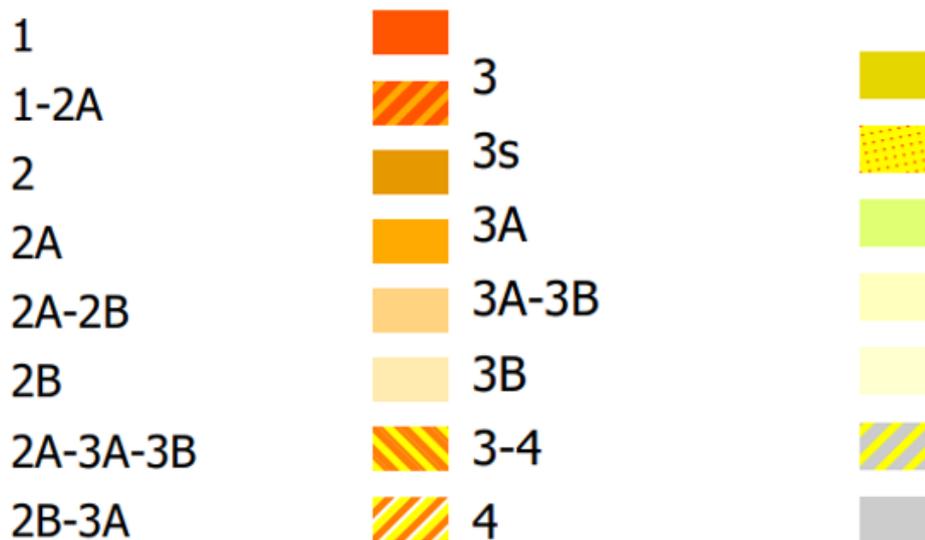


Figura 30: Classificazione sismica della penisola italiana al 31 Marzo 2023.

5.4 SISMICA

I dati relativi alle sorgenti sismogeniche individuali nell'Area Vasta sono mostrati in Figura 30. Nella mappa sono anche stati riportati gli eventi sismici registrati nel periodo 1000-2014. Questi dati sono liberamente scaricabili e visualizzabili su mappa a scala italiana. Per quanto riguarda l'Area di Sito, sono stati raccolti i dati relativi agli eventi sismici accorsi nel periodo 1930-2020 in prossimità dell'Area Sito (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_eq/). La figura 30 riporta inoltre Sono inoltre indicate le sorgenti sismogeniche (<https://diss.ingv.it/>) e gli eventi sismici registrati nel periodo 1000-2020 (CPTI15 v4.0).

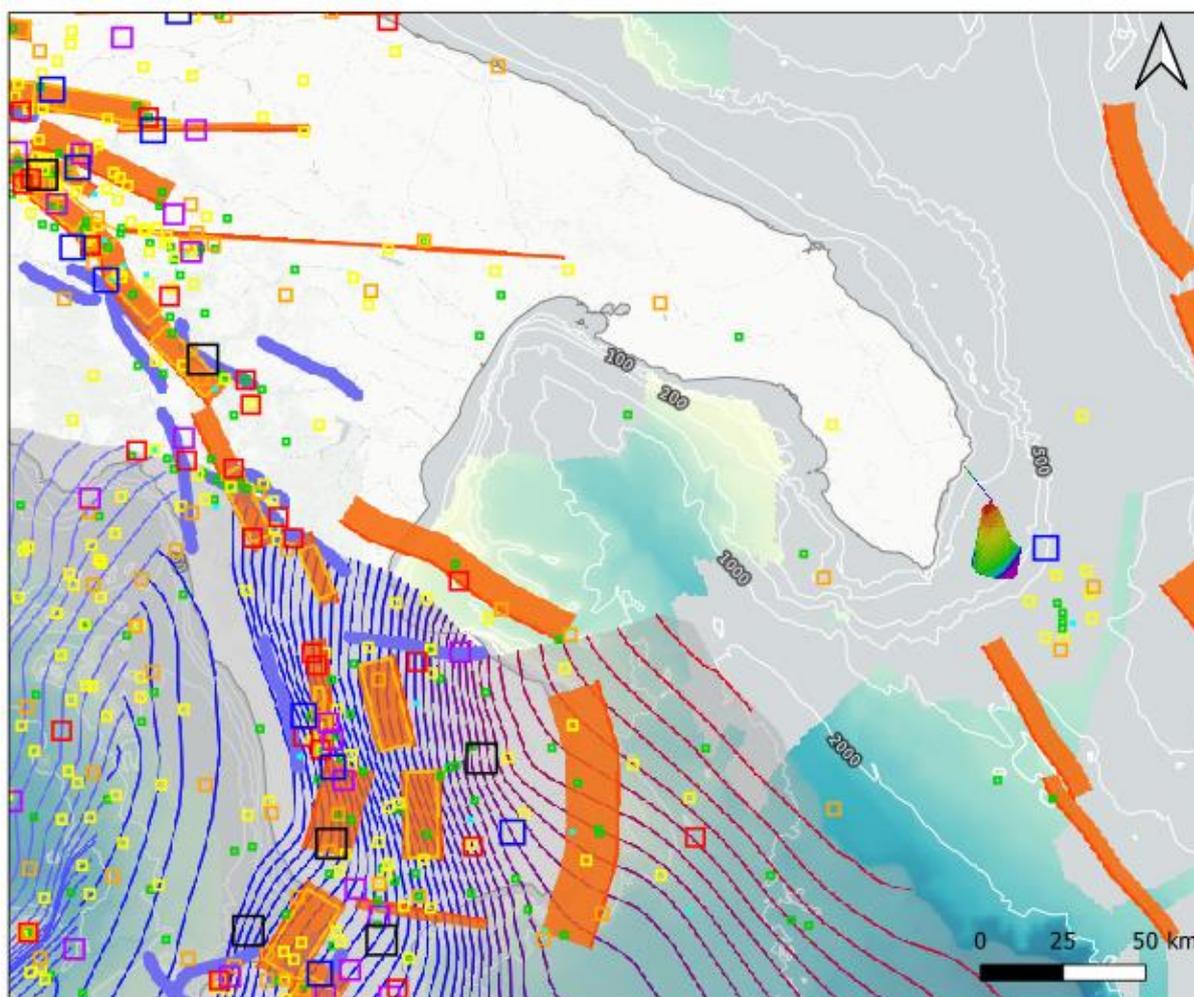


Figura 31: Mappa batimetrica dell'Area Vasta (<https://emodnet.ec.europa.eu/en/bathymetry>) con dati multibeam dell'Area di Progetto raccolti durante le attività progettuali.

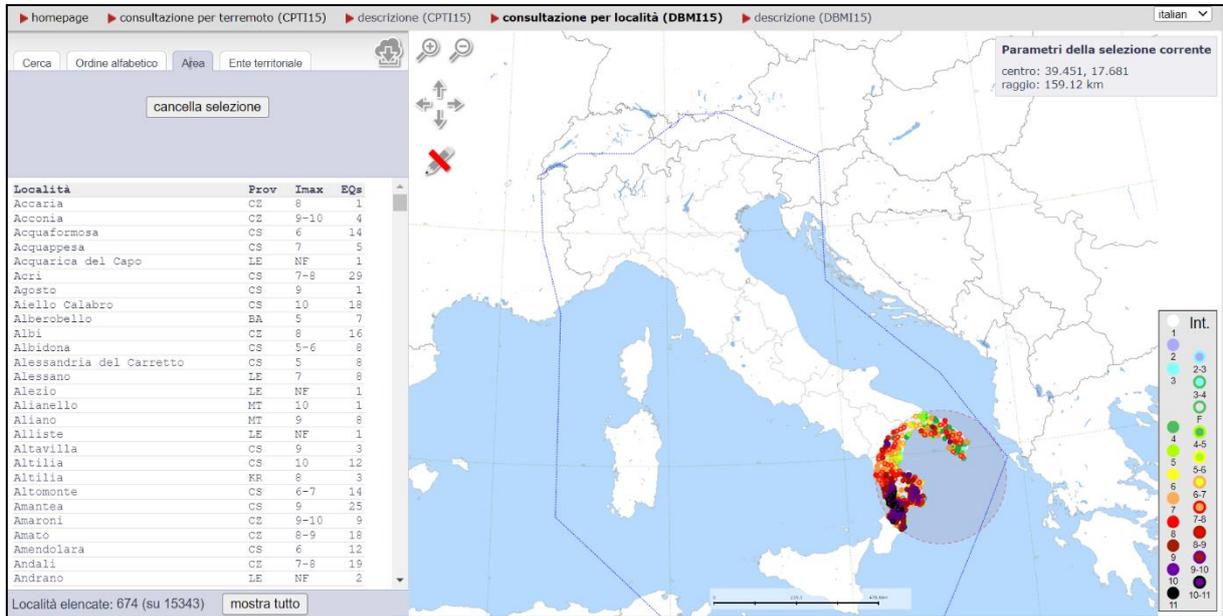


Figura 32: Esempio di visualizzazione dei terremoti in un'area circolare prossima all'area di Progetto (CPT15 <https://emidius.mi.ingv.it/>).

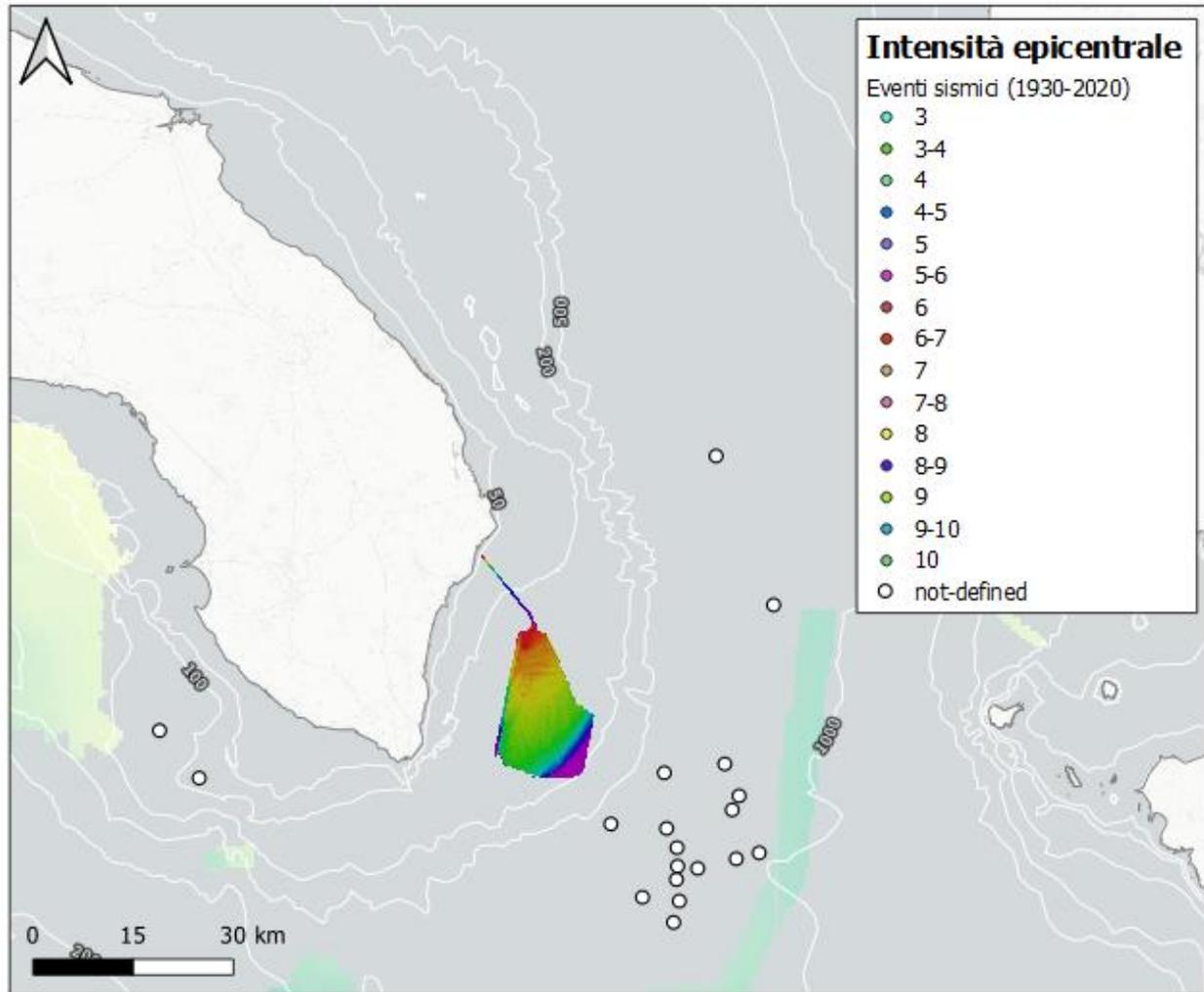


Figura 33: Mappa batimetrica (<https://emodnet.ec.europa.eu/en/bathymetry>) con dati multibeam dell'Area di Progetto raccolti durante le attività progettuali. Sono inoltre indicati gli eventi sismici registrati nel periodo 1930-2020 (CPT115 v3.0).

Le mappe di scuotimento negli anni sono diventate uno strumento largamente usato dagli esperti, ma conosciuto anche dal pubblico generale, in quanto utili per avere una stima, in tempo quasi reale, dell'intensità del terremoto. Nella loro architettura, le ShakeMaps includono sia le conoscenze sismologiche relative allo scuotimento atteso generato da un determinato terremoto in una determinata area, sia le informazioni reali fornite dalle stazioni sismiche che hanno registrato lo scuotimento, in modo da integrare i dati reali all'interno del modello sismologico. È proprio su questo ultimo aspetto che le ShakeMaps si differenziano dagli scenari di danno, i quali rappresentano risultati basati esclusivamente sui modelli della propagazione delle onde nel suolo per quantificare il possibile risentimento di un terremoto.

Dal 2007 l'INGV calcola e pubblica le mappe dello scuotimento sismico – ShakeMaps – per terremoti con magnitudo maggiore di 3 che possono essere stati risentiti dalla popolazione in Italia e nei territori dei Paesi immediatamente confinanti.

Nell'arco degli ultimi 365 giorni alla data di redazione dell'elaborato, nell'Area di Sito non si sono verificati eventi sismici come da consultazione del portale INGV (<http://cnt.rm.ingv.it/>)

5.5 MAREMOTI

Il Centro Allerta Tsunami dell'INGV fornisce un sistema di monitoraggio in continuo delle stazioni sismiche e mareografiche allo scopo di valutare nel più breve tempo possibile se le caratteristiche di un determinato terremoto siano compatibili con la creazione di uno tsunami, comunicando l'eventuale allerta alla Sala Operativa del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile.

Ciascun evento sismico, a scala di bacino mediterraneo, viene analizzato e categorizzato in base ad un livello di allerta come riportato nell'esempio nella seguente figura.

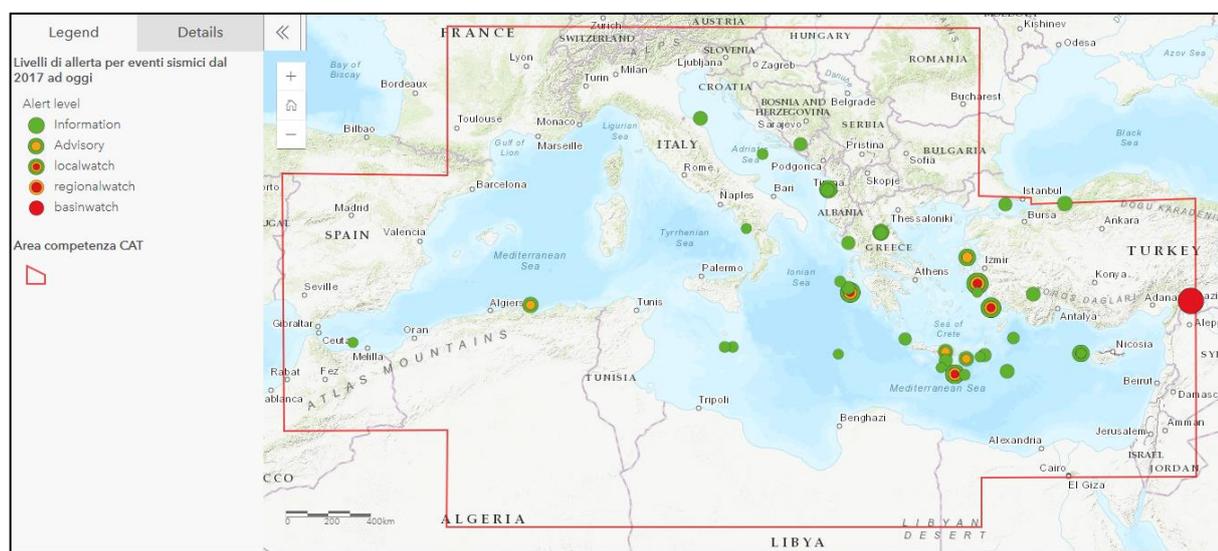


Figura 34: Esempio di visualizzazione della mappa a scala di bacino mediterraneo degli eventi sismici dal 2017 ad oggi con i relativi livelli di allerta (Fonte: <http://cat.ingv.it/>).

Per gli aspetti legati agli Tsunami, importante risulta il database EMTC 2.0 ovvero Catalogo degli Tsunami dell'area Euro-Mediterranea (Euro-Mediterranean Tsunamis Catalogue).

È il catalogo unificato degli tsunami generati nel Mediterraneo e nei mari limitrofi, a partire dal 6150 a.C. fino ai giorni nostri, realizzato in ambiente ArcGis. EMTC2.0 è la versione aggiornata del database pubblicato inizialmente nel 2014, risultato della revisione sistematica e dettagliata di tutti i cataloghi regionali disponibili in letteratura per l'area di studio (Figura 34).

EMTC2.0 è una raccolta di 294 tsunami, classificati in base alla causa sorgente (terremoti, attività vulcanica, frane) e fornisce, per ogni evento, una descrizione generale dello tsunami nel suo complesso, i relativi parametri e i riferimenti bibliografici. Per classificare ogni maremoto è stato utilizzato un parametro fondamentale per valutare la qualità dei dati, introdotto nel catalogo italiano da Tinti et al. (2004): la reliability (attendibilità). Questo parametro viene assegnato ad ogni evento in base a più fattori, quali l'affidabilità delle informazioni disponibili sulla causa sorgente del maremoto, la precisione della descrizione degli effetti del maremoto stesso ed il tipo di fonti bibliografiche disponibili (se coeve o meno). Seguendo questo criterio di classificazione, sono stati esclusi da EMTC2.0 gli eventi per i quali la combinazione dei fattori analizzati ha dato come risultato "no tsunami" mentre sono stati inclusi gli eventi la cui reliability varia da 0 ("maremoto molto improbabile") a 4 ("maremoto certo"). I dati e le descrizioni dei maremoti inseriti nel catalogo sono frutto dell'analisi di circa 900 fonti bibliografiche, che includono documenti storici, libri, report scientifici, giornali e cataloghi.

Per quanto riguarda la sezione italiana di EMTC2.0, gli tsunami di origine sismica sono collegati ai terremoti del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15, Rovida et al., 2016). In questo modo, EMTC2.0 è anche interoperabile con il database dell'Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI).

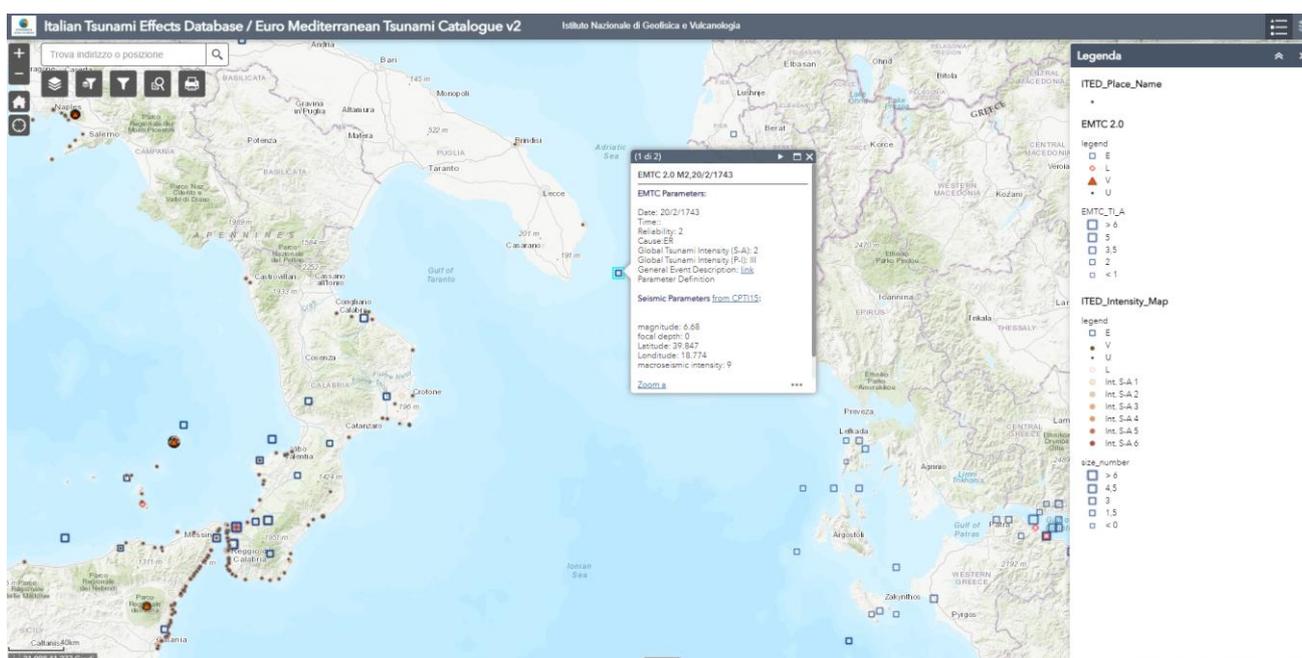


Figura 35: catalogo degli tsunami dell'area euro mediterranea (<https://tsunamiarchive.ingv.it/cataloghi-tsunami/emtc-2-0-catalogo-degli-tsunami-dell-area-euro-mediterranea>).

			CODE ODR.CST.REL.001.00
			PAGE 24 di/of 51

Euro-Mediterranean Tsunami Catalogue (EMTC) version 2

[EMTC v2 homepage](#)

[EMTC v2 arcgis online](#)

Date 1743 2 20 (16:30)

ID	103
Region	M2 - central Mediterranean
Sub-Region	Apulia
Cause	ER - submarine earthquake
Volcanic Explosivity Index	--
Reliability	2 - questionable tsunami
Runup	--
Intensity Sieberg-Ambraseys scale	2 - light
Intensity Papadopoulos and Imamura scale	III - weak

Description

Epicenter coordinates, origin time, equivalent moment magnitude and earthquake intensity (MCS scale) from Rovida et al. (2016).

Pasaric et al., (2012) report a strong earthquake occurred in the Salento peninsula (Apulia) and in the Ionian Islands on 20 February 1743, causing severe damage in Nardò, where most buildings were ruined. The towns of Lecce and Brindisi were heavily damaged, and the shock was felt in a very large area, involving Calabria, Sicily and Campania.

In the harbour of Brindisi the sea withdrew, leaving the sea bottom visible (Scalese 1743; Cagnes and Scalese 1978).

Figura 36: Caratteristiche dell'evento sismico del 1743 - (<https://tsunamiarchive.ingv.it/cataloghi-tsunami/emtc-2-0-catalogo-degli-tsunami-dell-area-euro-mediterranea>).

Diversi studi si sono concentrati sul riconoscimento degli effetti di eventi di tsunami e sulla valutazione della vulnerabilità delle coste pugliesi in relazione a tali eventi (Gianfreda et al., 2001; Mastronuzzi & Sansò, 2006; Mastronuzzi et al., 2007; Bruno et al., 2016; Scardino et al., 2018; Cerase et al., 2019) e hanno portato alla classificazione delle coste in funzione del rischio inondazione in funzione dei diversi morfotipi.

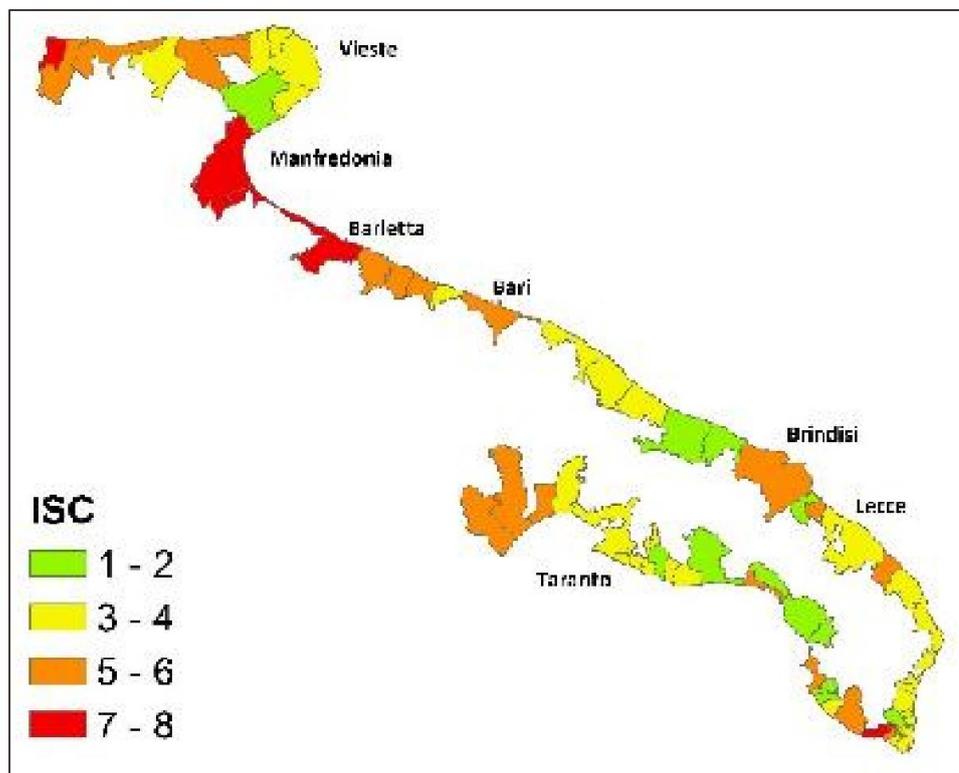


Figura 37: Indice di sensibilità costiera secondo Bruno et al., 2016.

Dal punto di vista storico e geografico, lungo le coste della Puglia, le evidenze geomorfologiche correlabili con gli eventi di tsunami sono rappresentate da ventagli di rocca, accumuli di blocchi di grosse dimensioni provenienti dall'ambiente sommerso o da quello immediatamente adlitorale, ovvero sottili livelli sedimentari di alta energia impilati in depositi di piana costiera o di piattaforma. In particolare, nella zona del Lago di Lesina sono presenti tre grandi ventagli di rocca che sono stati attribuiti a tre eventi di tsunami (736 a.C., 494, 1627), mentre lungo la costa sud-orientale del Salento sono state riconosciute ben evidenti le tracce di impatto di uno *tsunami*, sotto forma di accumulo di grandi blocchi, per una lunghezza di circa 1,5 km, disposti a formare una berma di morfologia complessa attribuita a due onde in rapida sequenza e le cui formazione è probabilmente dovuta al terremoto del 20 febbraio 1743 (Mastronuzzi et al., 2007). Esso avrebbe interessato tutta la costa orientale della Puglia meridionale dal Capo di Santa Maria di Leuca almeno fino a Brindisi (estratto da: Evidenze geomorfologiche di tsunami in Italia Meridionale di Giovanni Scandino – geologia dell'ambiente supplemento al n. 1/2018)

Sulla base di quanto precedentemente illustrato, alla componente sismicità onshore non viene quindi assegnato il valore di Sensibilità. Tuttavia, la descrizione della componente riportata in questo capitolo risulta utile sia all'inquadramento generale ambientale, sia all'analisi dei rischi.

6.0 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

La valutazione delle azioni sismiche di progetto verrà effettuata dal progettista secondo i dettami del D.M. del 17 gennaio 2018 (nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni), utilizzando come base di partenza i dati scaturiti dall'indagine geofisica illustrata nella presente relazione sismica.

A tale riguardo, oltre a prevedere la valutazione dell'azione sismica attraverso gli spettri di progetto elastici del terreno (§3.2.3.2 delle nuove NTC), la normativa prevede l'impiego di accelerogrammi per la verifica degli stati limite ultimo e di esercizio; resta tuttavia discrezione del progettista la metodologia da utilizzare in fase di verifica delle strutture.

Ovviamente gli spettri di risposta elastici (o gli accelerogrammi) che verranno ottenuti dall'analisi delle azioni sismiche dovranno essere rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito individuata nell'area oggetto di indagine.

Nello specifico, si forniscono tutti i dati ed i parametri di interesse prettamente geofisico al fine di valutare le azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalla normativa vigente:

- Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II) B/C (aree ONSHORE)
- Categoria Topografica (Tab. 3.2.IV) T1 (aree ONSHORE)
- Sistema di riferimento WGS84

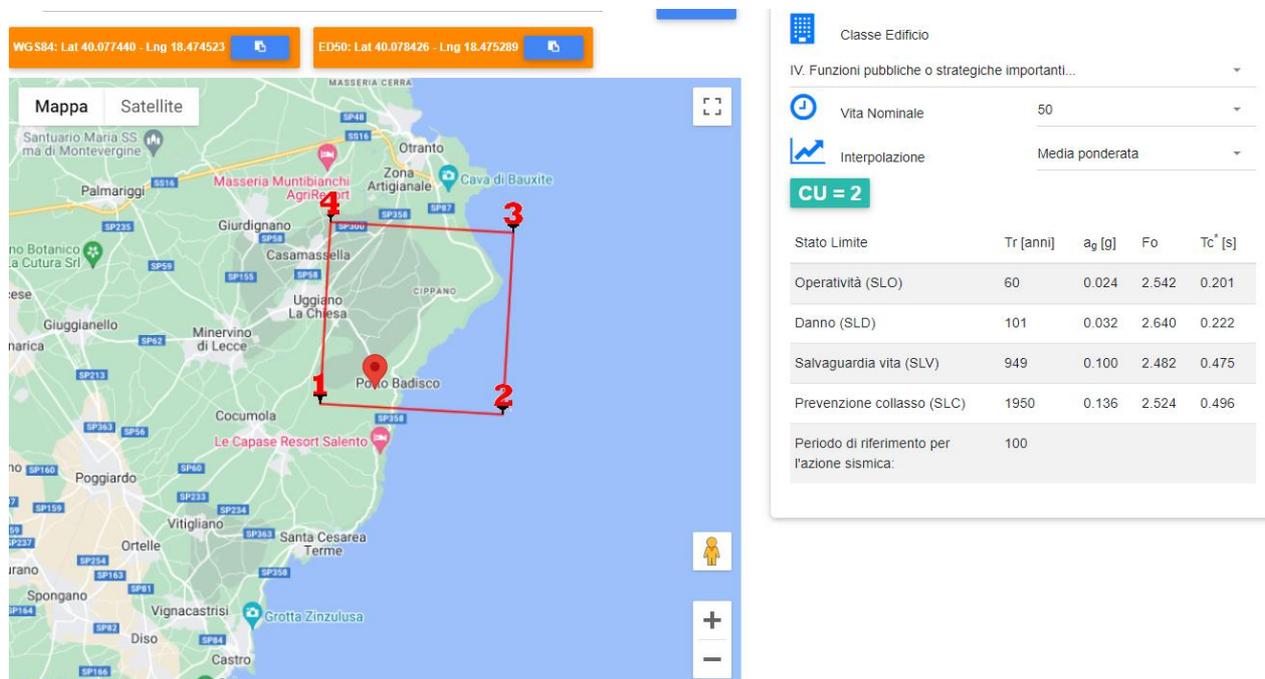
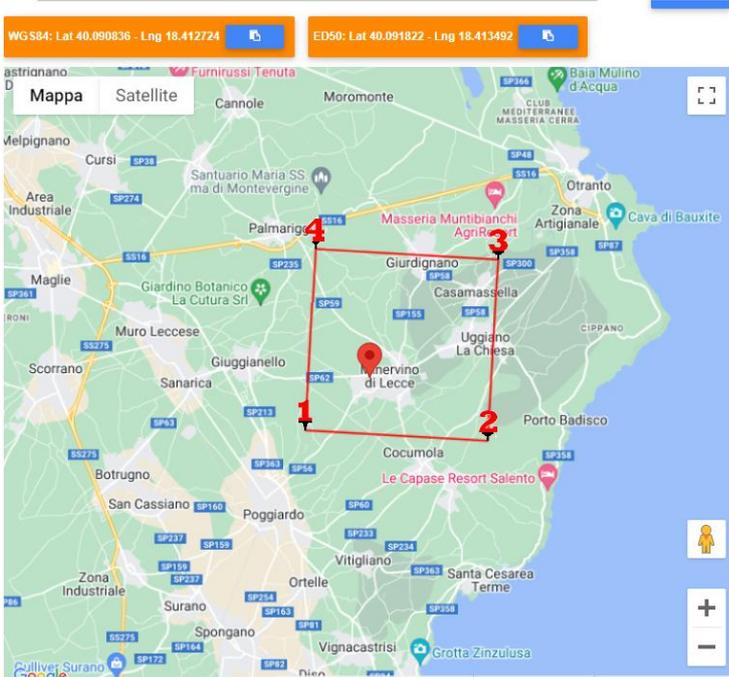


Figura 38: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 1 di 6.



Classe Edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...

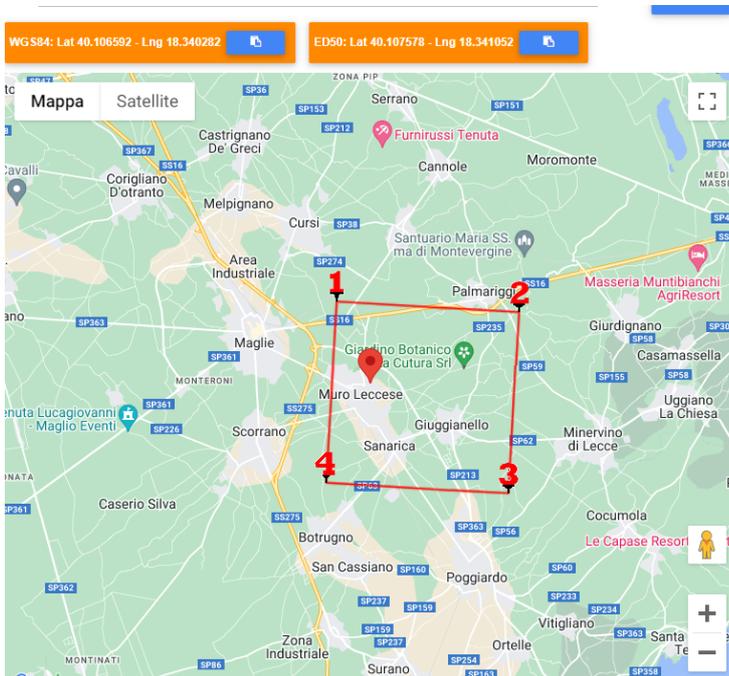
Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 2

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	Tc* [s]
Operatività (SLO)	60	0.023	2.476	0.209
Danno (SLD)	101	0.031	2.585	0.235
Salvaguardia vita (SLV)	949	0.091	2.520	0.482
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.123	2.550	0.513
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	100			

Figura 39: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 2 di 6.



Classe Edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 2

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	Tc* [s]
Operatività (SLO)	60	0.022	2.434	0.215
Danno (SLD)	101	0.029	2.459	0.263
Salvaguardia vita (SLV)	949	0.084	2.560	0.485
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.111	2.591	0.518
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	100			

Figura 40: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 3 di 6.

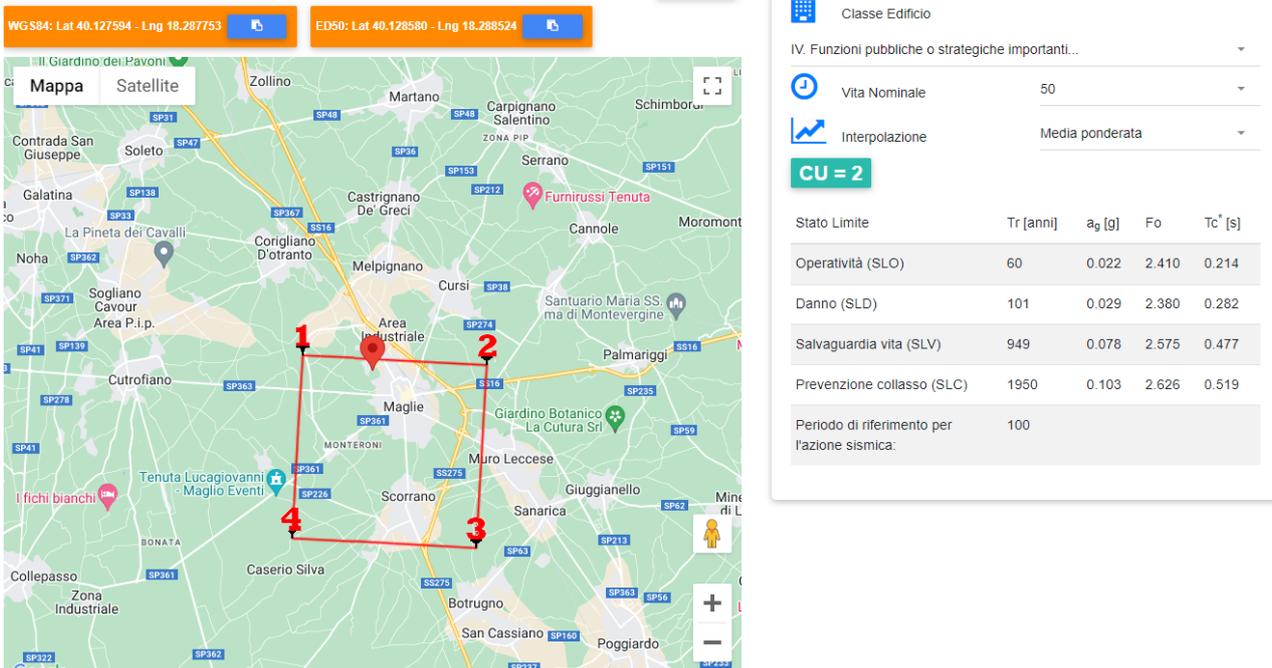


Figura 41: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 4 di 6.

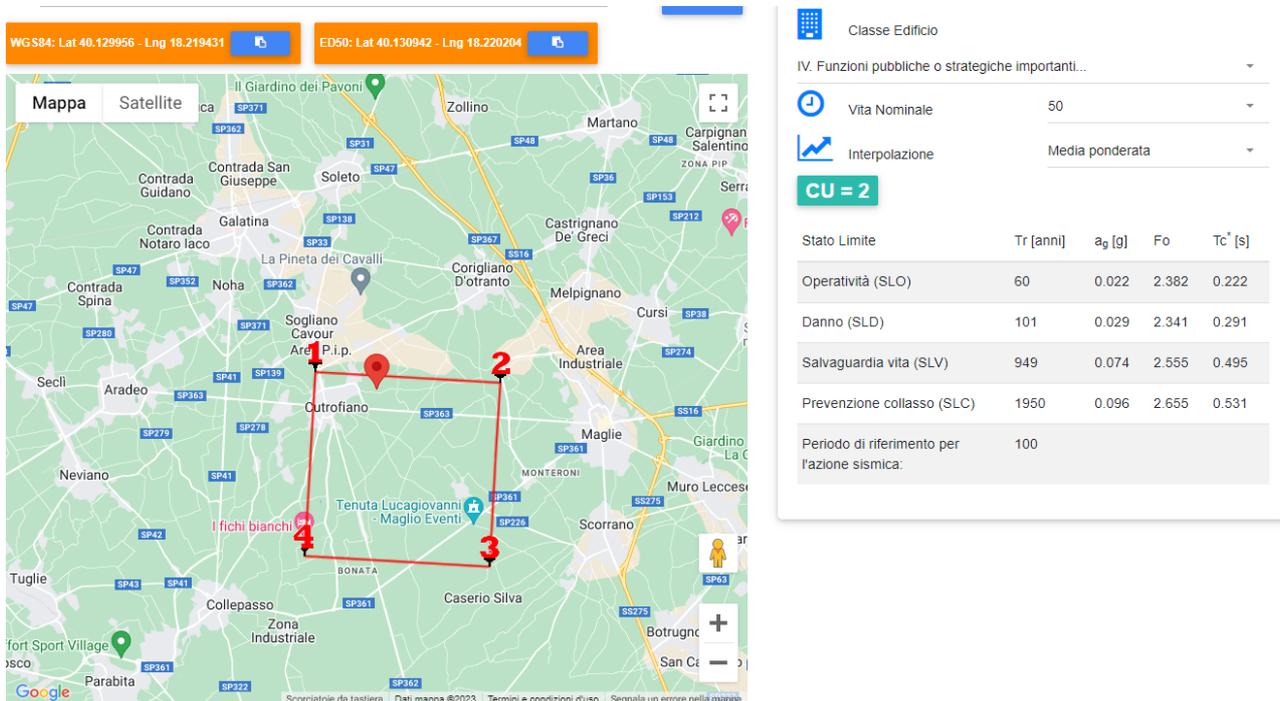


Figura 42: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 5 di 6.

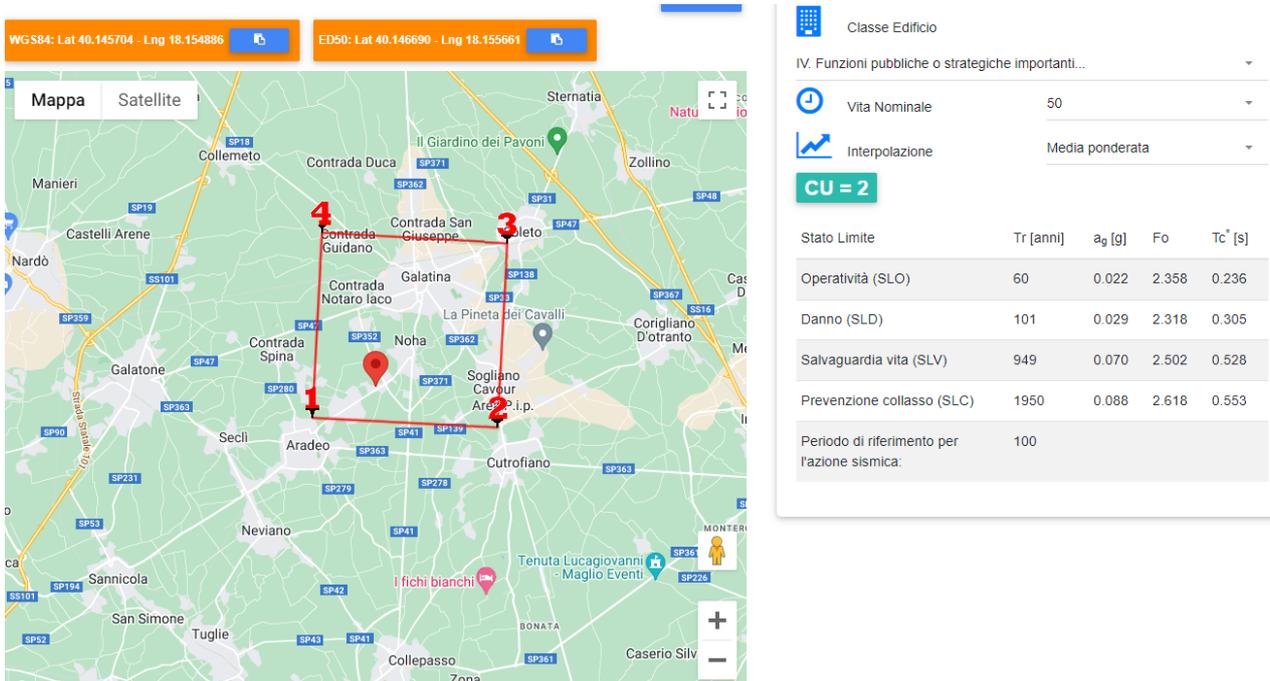


Figura 43: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto onshore 6 di 6.

Gli spettri di risposta elastici (o gli accelerogrammi) ottenuti saranno rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di suolo B/C – categoria topografica T1) individuata nell’area oggetto di indagine.

6.1 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Il sito in oggetto deve essere stabile nei confronti della liquefazione sismica, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumuli di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (§7.11.3.4 nuove NTC).

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- Accelerazioni massime attese al p.c. in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g.
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal p.c., per p.c. sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N_{10}) $60 > 30$ oppure $q_{c1n} > 180$ dove (N_{10}) 60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1n} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure seguenti, nel caso rispettivamente di terreni con coefficiente di uniformità U_c minore e maggiore di 3,5.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO	 Università di Scienze Gastronomiche di Pollenzo <small>University of Gastronomic Sciences of Pollenzo</small>		CODE ODR.CST.REL.001.00
			PAGE 30 di/of 51

Nel caso in esame, per le aree onshore interessate dalla realizzazione del cavidotto interrato ricorrono alcune delle circostanze di cui sopra, ovvero:

- Profondità media della falda superiore a 15 mt – basti pensare che la posa del cavidotto avverrà entro pochi metri dal piano campagna attuale o piano viario attuale, e tutte le quote piezometriche riportate all'interno delle stratigrafie per pozzi della banca dati ISPRA sono superiori a 30-40 mt;
- Dal punto di vista granulometrico siamo in presenza di orizzonti litoidi o calcarenitici quindi litologicamente esterni a zone di possibile suscettibilità alla liquefazione;

quindi è possibile escludere i siti interessati dalle opere onshore da possibili fenomeni di liquefazione in condizioni sismiche perché sono verificate 3 delle 4 condizioni.

Per le aree offshore, dall'analisi della distribuzione granulometrica effettuata su diversi punti di campionamento dei sedimenti marini, molti campioni ricadono all'interno delle aree a possibile suscettibilità alla liquefazione. Non avendo a disposizione dati di misure dirette di carattere geotecnico non è possibile in questa fase progettuale escludere i siti da una possibile suscettibilità alla liquefazione.

			CODE ODR.CST.REL.001.00
			PAGE 31 di/of 51

7.0 CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni e delle analisi condotte all'interno del presente studio, si conclude quanto segue:

AREE OFFSHORE

- I siti non presentano problemi di stabilità a causa della presenza di agenti morfodinamici attivi che possono turbare l'habitus geomorfologico delle aree interessate dalla posa del cavidotto ed interferire con le opere di cui in progetto;
- La caratterizzazione del sottosuolo risulta sostanzialmente univoca, con modeste differenze ma ininfluenti ai fini della definizione alle azioni progettuali da intraprendere. Poiché elemento fondamentale della progettazione è il dimensionamento e la verifica delle strutture di ancoraggio delle piattaforme di fondazione galleggianti (FOWT), occorrerà indagare in maniera approfondita la natura dei substrati ed il loro spessore al fine di una dettagliata caratterizzazione geotecnica ad implementazione della campagna geofisica già effettuata dalla Geowynd. Queste indagini saranno necessarie all'implementazione delle indagini in sito e/o di laboratorio con prelievo di provini che, in funzione delle matrici del sottosuolo dei fondali (rocce o strati argillosi piuttosto che sabbiosi), potranno essere definite con il dovuto dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

AREE ONSHORE

- I siti interessati dalla posa dei cavidotti interrati, sulla base della Riclassificazione Sismica del Territorio Italiano ricadono tutti in ZONA SISMICA 4;
- Per il dimensionamento degli interventi è prevista l'adozione, con le relative prescrizioni, delle norme tecniche emanate con D.M. 17.1.2018.

Per quanto riguarda le opere a terra, cavidotto e stazione di consegna, sarà condotta una campagna geognostica al fine di determinare alcune proprietà fisiche, ambientali, chimiche e meccaniche dei terreni di sedime con lo scopo primario di caratterizzare le rocce e terre di scavo ai sensi del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii., Parte IV, Allegato 5, Tabella 1, Colonna A e Colonna B.

Sarà inoltre condotta un'indagine georadar lungo tutto il percorso previsto per il posizionamento del cavidotto, al fine di individuare e risolvere eventuali interferenze fisiche non conoscibili a priori. Nel sito dove verrà realizzata la stazione di consegna saranno realizzati sondaggi geognostici a carotaggio continuo per la definizione stratigrafica, prove S.P.T e prelievo campioni sia indisturbati che rimaneggiati per la caratterizzazione meccanica degli strati di fondazione al fine della verifica geotecnica delle fondazioni da realizzare.