

# POSEIDON WIND ENERGY

Ministero delle Infrastrutture  
e della Mobilità sostenibili

*Domanda di Concessione Demaniale  
ex art. 36 R.D. 327/1942 agg. L.25/2010*

*Domanda di Autorizzazione Unica  
ex art. 12 D.lgs. 387/ 2003*

Ministero della Transizione Ecologica  
Ministero della Cultura

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

## Progetto Preliminare PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE

Relazione tecnica  
Relazione di inquadramento  
geologico, idrogeologico e  
idraulico

# TR04

F0122TR04GEOIDR00a



Progetto  
**Dott. Ing. Luigi Severini**  
Ord. Ing. Prov. TA n.776  
Specialista Geologo  
**Dott. Raffaele Sassone**  
Ord. Geo. Puglia n.664

Elaborazioni  
**iLStudio.**  
Engineering & Consulting **Studio**

Concept & Innovations  
**NiceTechnology®**

00	05/2022	EMESSO PER SCOPING	R.Sassone	L.Severini
REV	DATA	DESCRIZIONE	DESIGNER	PLANNER

Codice:

<b>F</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>T</b>	<b>R</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>G</b>	<b>E</b>	<b>O</b>	<b>I</b>	<b>D</b>	<b>R</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>a</b>
NUM.COMM.	ANNO	COD.SET	NUM.ELAB.		DESCRIZIONE ELABORATO						REV.	R.I.						

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>I di III</b>

## **SOMMARIO**

---

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>1</b>
<b>2. INQUADRAMENTO DELLE AREE A TERRA .....</b>	<b>3</b>
2.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI CIVITAVECCHIA .....	3
2.2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DI CIVITAVECCHIA .....	6
2.3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA DI CIVITAVECCHIA .....	7
<b>3. INQUADRAMENTO DELLE AREE A MARE.....</b>	<b>13</b>
3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL TIRRENO CENTRO-SETTENTRIONALE .....	13
3.2. CARATTERIZZAZIONE MORFO-BATIMETRICA DEI FONDALI MARINI AL LARGO DI CIVITAVECCHIA .....	17
3.3. GEODINAMICA E VULCANISMO DEL TIRRENO.....	19
3.4. VULCANISMO E MAGMATISMO TIRRENICO .....	22
<b>4. CONCLUSIONI.....</b>	<b>24</b>
<b>RIFERIMENTI .....</b>	<b>25</b>

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>II di III</b>

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 – Aree interessate dal progetto .....	1
Figura 2.1– Stralcio Carta Geologica d'Italia 142 "Civitavecchia .....	4
Figura 2.2– Carta geologica dell'area di studio .....	6
Figura 2.3– Zone sismogenetiche d'Italia (zonazione ZS9, da INGV) .....	8
Figura 2.4– Mappa delle fonti sismogenetiche (da INGV, DISS 3, Database of Individual Seimogenetic sources).....	8
Figura 2.5– Localizzazione dei terremoti nell'intorno dell'area di interesse e relativa intensità macrosismica...9	
Figura 2.6– Intensità macrosismiche dei terremoti risentiti nella zona nell'ultimo millennio e relativo grafico, nel territorio del comune di Civitavecchia .....	10
Figura 2.7 - Valori di M wmax per le varie zone sismogenetiche d'Italia (da INGV) .....	11
Figura 2.8 – Carta di classificazione sismica dei comuni della Regione Lazio (cerchio rosso zona di intervento) .....	11
Figura 3.1– Schema Tettonico dell'area Mediterranea .....	13
Figura 3.2– Schema tettonico del Mar Tirreno e delle province geologiche circostanti .....	14
Figura 3.3 – Schema tettonico del Mediterraneo centrale .....	15
Figura 3.4 – Sezione litosferica del tirreno meridionale: Limite Bacino Vavilov - Bacino Marsili - Arco Calabro - Ionio.....	16
Figura 3.5 - Rappresentazione schematica della geografia, geologia e geodinamica del mar Tirreno e delle aree circostanti (modificata da Iezzi et al., 2014). La linea nera marcata con i triangoli indica l'attuale posizione delle zone in convergenza tettonica (catena degli Appennini) e subduzione (arco calabro e isole Eolie); la direzione dei triangoli indica la placca che si accavalla. La distribuzione del vulcanismo sub-aereo e sottomarino degli ultimi milioni di anni è riportata in rosso. In generale, il periodo di attività vulcanica ringiovanisce muovendo da nord-ovest verso sud-est. ....	16
Figura 3.6 – Schema stratigrafico della piattaforma continentale a largo del Lido di Ostia (da Chiocci et al. 2009).....	18
Figura 3.7 – Tratto di costa antistante Civitavecchia - linea rossa per l'isobata dei 200 m e linea gialla per l'isobata dei 500 m .....	18
Figura 3.8– Morfologia della costa e batimetria dall'Argentario a Civitavecchia con l'utilizzo della carta nautica .....	19
Figura 3.9 – Morfologia della costa e batimetria da Civitavecchia al Circeo con l'utilizzo della carta nautica ..	19
Figura 3.10– Lineamenti tectono-magmatici del Tirreno .....	20
Figura 3.11– Schema prospettico del Tirreno centro settentrionale (modificato).....	21
Figura 3.12– Morfologia del Mar Tirreno limiti W ed E del bacino Magnaghi-Vavilov: .....	22
Figura 3.13– Sezione litosferica del tirreno settentrionale: Mar Balearico - Blocco Corso -Appennino sett.- Adriatico Lungo il profilo sismico a riflessione CROP M-12A/CROP03/M-16 .....	22
Figura 3.14- Lineamenti tettono-magmatici del Tirreno.....	23

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>III di III</b>

## INDICE DELLE VOCI

---

<b>AEP</b>	Annual Energy Production
<b>CFSR</b>	Climate Forecast Reanalysis
<b>DHI</b>	Dansk Hydraulisk Institut
<b>EMODnet</b>	European Marine Observation and Data Network
<b>ENEL</b>	Ente Nazionale per l'Energia Elettrica
<b>FOS</b>	Floating Offshore Substation
<b>GIS</b>	Geographical Information System
<b>GWA</b>	Global Wind Atlas
<b>IAC</b>	Inter-Array Cable
<b>IEA</b>	International Energy Agency
<b>MCP</b>	(analisi) Misura – Correlazione – Predizione
<b>NCEP</b>	National Centers for Environmental Prediction
<b>NOAA</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>NREL</b>	National Renewable Energy Laboratory
<b>NWP</b>	Numerical Weather Prediction
<b>O&amp;M</b>	Operation & Maintenance (Esercizio e Manutenzione)
<b>RSE</b>	Ricerca Sistema Elettrico
<b>RTN</b>	Rete di Trasmissione Nazionale
<b>TJB</b>	Transition Joint Bay
<b>WTG</b>	Wind Turbine Generator

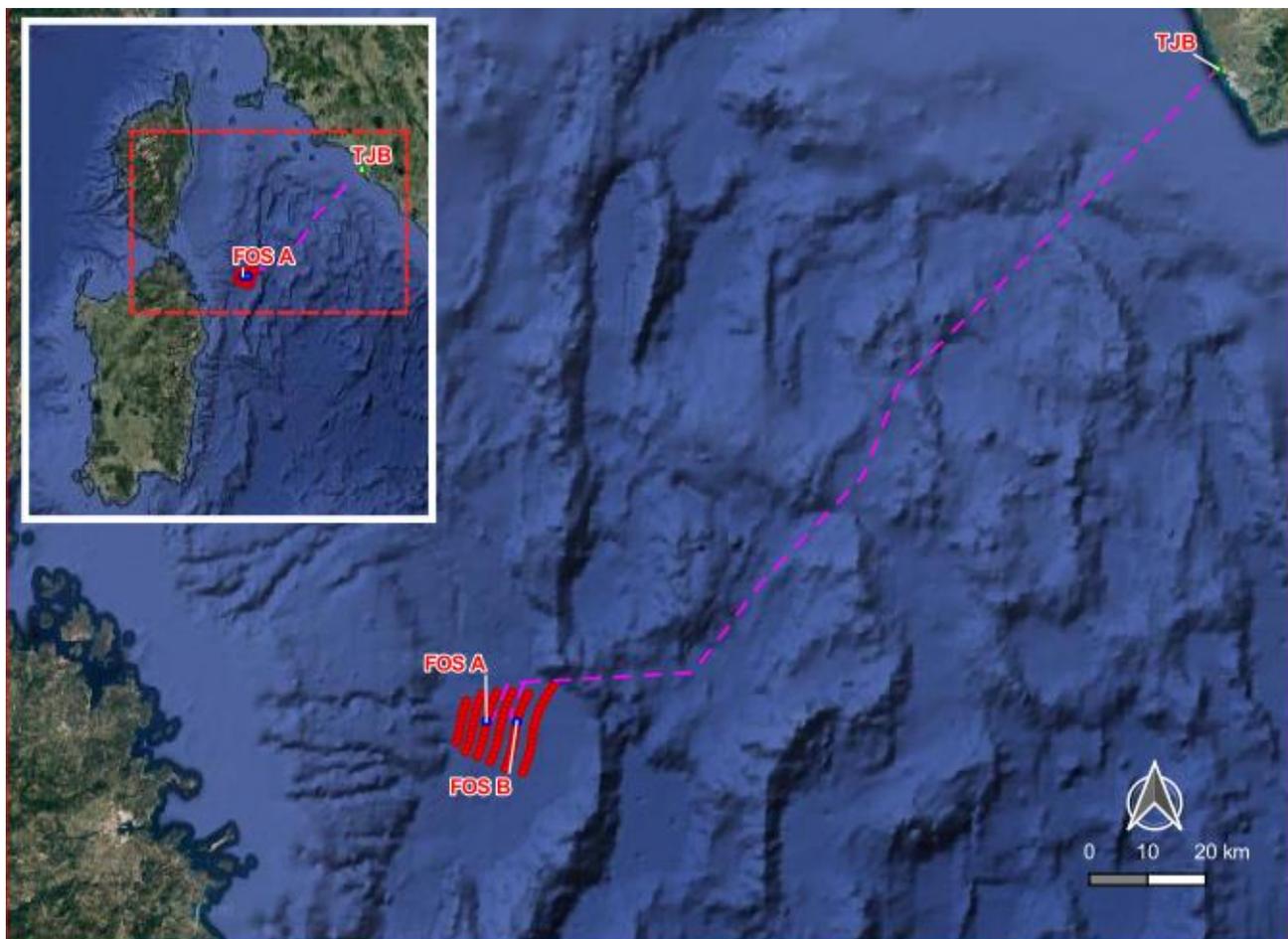
PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>1 di 29</b>

## 1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione vengono descritte le caratteristiche geologiche delle aree a mare e a terra dove saranno posizionate le opere costituenti il parco eolico offshore di tipo floating da realizzarsi nel mare Tirreno settentrionale.

L'analisi effettuata illustra e caratterizza gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e morfo-batimetrici dei territori in esame, fornendo un quadro completo delle aree oggetto di indagine caratterizzandole secondo la normativa vigente.

A tali obiettivi si è giunti tramite questo primo lavoro di rilevamento geologico-geomorfologico-idrogeologico, interpolato alle conoscenze note in bibliografia, esteso ad un intorno significativo del sito al quale seguirà una campagna più dettagliata di indagini dirette e indirette del sottosuolo.



**PARCO EOLICO OFF-SHORE NEL MARE DELLA SARDEGNA NORD-ORIENTALE:**  
Ubicazione Parco Eolico su Foto Aerea  
Elaborazione iLStudio

### LEGENDA

- Cavidotti Marini
- Pozzetto di Giunzione (TJB)
- Torri Eoliche (WTGn)
- Sottostazione Elettrica Off-Shore (FOS)

Figura 1.1 – Aree interessate dal progetto

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>2 di 29</b>

Il percorso del cavidotto offshore interesserà i fondali del Mar Tirreno e le aree a terra del comune di Civitavecchia (RM), come di seguito indicato:

- Gli aerogeneratori localizzati a largo delle coste di Olbia saranno collegati mediante cavidotto marino alle coste dell'area portuale di Civitavecchia. Qui, attraverso pozzetto di giunzione, avverrà il passaggio da cavidotto marino a cavidotto terrestre giungendo poi, attraverso percorso interrato lungo viabilità esistente, alla stazione elettrica di conversione, trasformazione, misure e consegna ubicata nella zona industriale di Civitavecchia.

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>3 di 29</b>

## 2. INQUADRAMENTO DELLE AREE A TERRA

### 2.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI CIVITAVECCHIA

L'area in studio ricade nei Fogli 142 "Civitavecchia", scala 1:100000 (Figura 2.1) della Carta Geologica d'Italia. Il territorio di Civitavecchia è rappresentato nella Cartografia Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 redatta dal Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA al foglio n. 142.

Buona parte del territorio del comune di Civitavecchia, che comprende anche la zona oggetto dell'intervento, è costituita dalle propaggini costiere del complesso geologico dei Monti della Tolfa. Questo è costituito da un'alternanza argillo-marnosa-calcareo di spessore notevole (500-600 m) di età tardo Cretacea-Oligocenica, intensamente tettonizzato e caratterizzato da pieghe rovesciate e coricate.

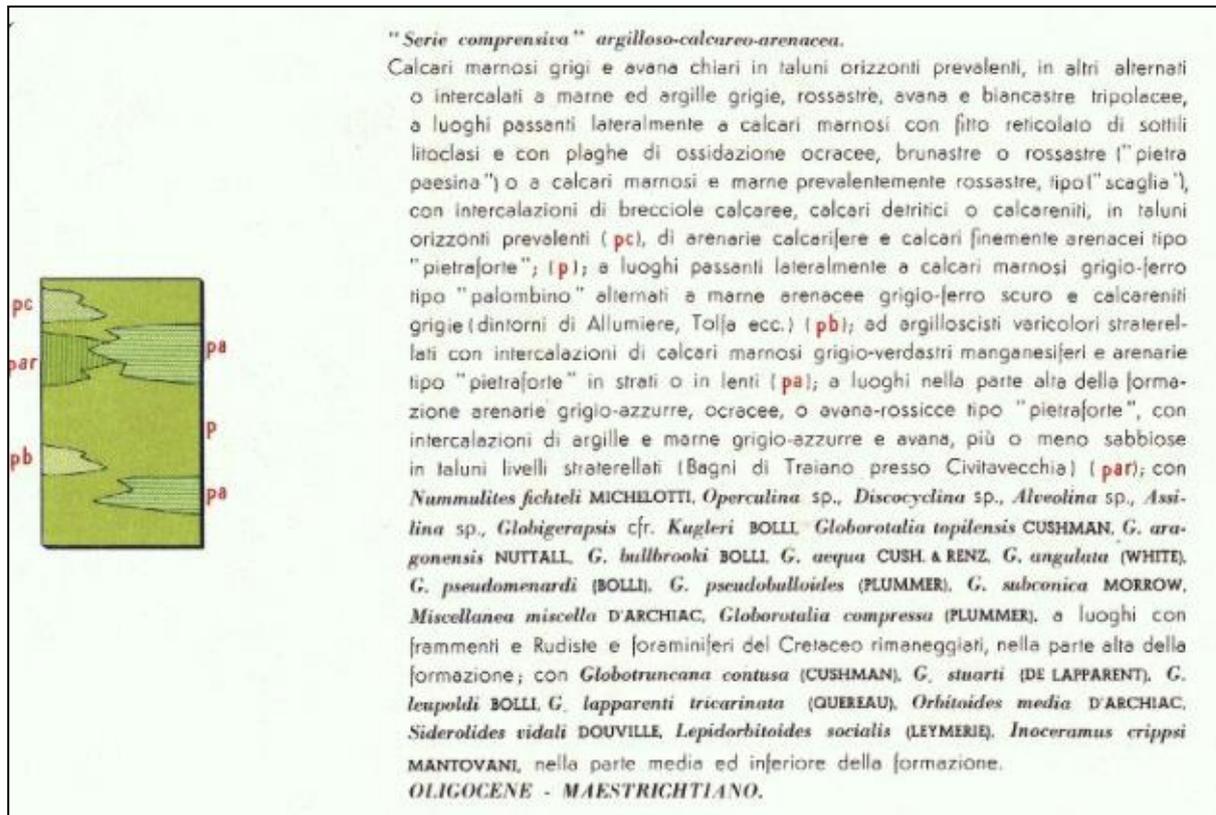
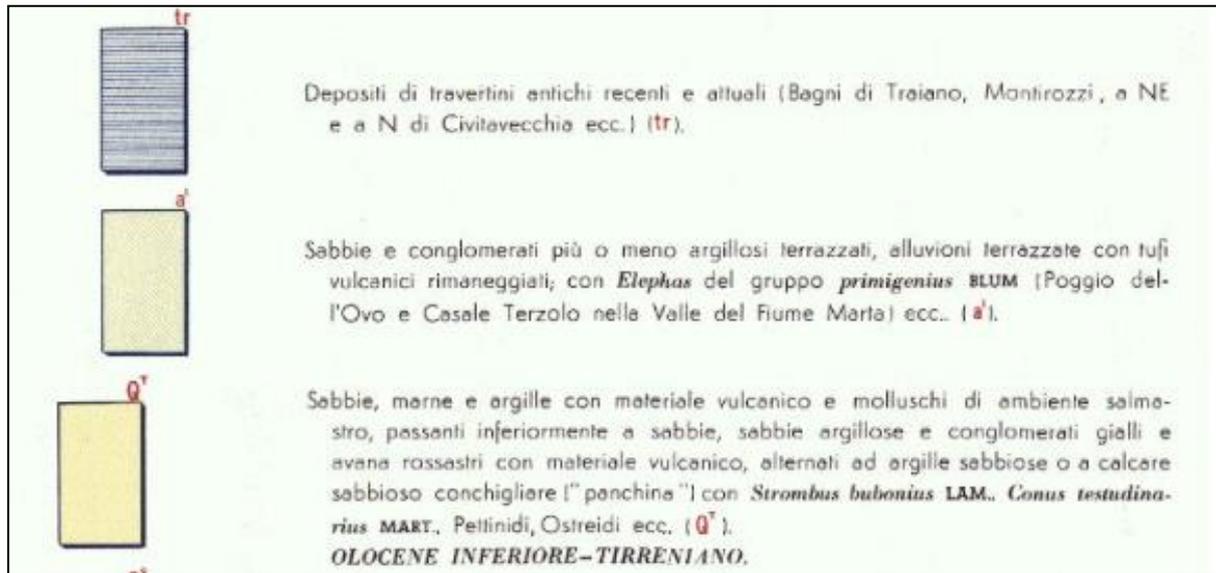
Una fase tettonica distensiva ha dato luogo alla formazione di bacini neogenici, sede di accumulo dei depositi plio-pleistocenici.

La forte discordanza angolare tra i depositi pliocenici e le sottostanti formazioni sedimentarie testimonia come l'ingressione del mare pliocenico sia avvenuta su di un substrato già fortemente dislocato.

Sul basamento sedimentario si sono accumulati i depositi quaternari costituiti da sabbie, arenarie, conglomerati e calcari organogeni della Panchina Tirreniana.



PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>4 di 29</b>



**Figura 2.1– Stralcio Carta Geologica d'Italia 142 "Civitavecchia"**

L'area in esame è ubicata al margine occidentale della regione geologica dei Monti della Tolfa, caratterizzata da una marcata eterogeneità litologica delle formazioni affioranti che ne condiziona fortemente anche la morfologia (Figura 2.2).

Le aree contraddistinte da un'orografia più marcata ed aspra sono quelle dei rilievi e dei domi vulcanici, principalmente localizzati tra Allumiere e Tolfa, e quelle delle strutture vulcaniche laviche isolate, rappresentate dal gruppo de "la Tolfaccia" e dagli affioramenti de "la Montagnola". Queste strutture, con pareti spesso sub-verticali e meno erodibili, sono morfologicamente ben riconoscibili e staccano nettamente dalle morfologie collinari circostanti che sono invece sovente caratterizzate da versanti poco acclivi, spesso privi di incisioni

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>5 di 29</b>

profonde per l'assenza di un vero e proprio sistema idrografico.

Il territorio collinare è costituito in gran parte dai più antichi e differenziati complessi alloctoni calcareo marnosi ed argilloso arenacei in facies di flysch e dai depositi neoautoctoni argilloso conglomeratici.

L'insieme di questi complessi risulta stratigraficamente sovrastante ad un complesso basale carbonatico presente in questa regione geologica solo in affioramenti di modeste dimensioni molto distanti dal sito in esame.

In particolare, le formazioni sedimentarie appena citate possono essere raggruppate in tre distinti complessi, caratterizzati da reciproci rapporti che sono in parte stratigrafici ed in parte tettonici.

Complesso basale: è costituito dalle seguenti tre diverse Unità: Calcare massiccio (Lias inferiore e medio); Calcari selciferi (Lias medio); Scaglia e Scisti policromi (Scaglia Toscana) (Cretacico sup.- Oligocene).

I litotipi con comportamento meccanico di tipo litoide (calcari marnosi ed arenarie calcareoquarzose) mostrano una buona resistenza all'alterazione meteorica che si limita alla porzione più superficiale delle superfici esposte e non risentono, se non in maniera minima, delle escursioni stagionali del contenuto d'acqua.

Al contrario i litotipi argillitici presentano una certa predisposizione all'alterazione meteorica e risentono, anche in termini di comportamento geomeccanico, delle variazioni stagionali del contenuto d'acqua.

Formazioni neogeniche (complesso neoautoctono): Le formazioni che costituiscono questo complesso sono trasgressive sulle successioni flyschoidi; sono qui compresi sia i depositi semicontinentali del Miocene terminale (Messiniano) regressivo, sia le serie neogeniche marine trasgressive, sia la serie marina quaternaria (Siciliano-Tirreniano).

Generalmente questi litotipi occupano le zone sub-pianeggianti o blandamente acclivi che fungono da raccordo tra i rilievi collinari e la linea di costa e risultano talora ricoperti dai depositi continentali quaternari.



PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>6 di 29</b>

**LEGENDA**

NEOAUTOCTONO E DEPOSITI RECENTI

- Dt** Detriti
- a<sup>3</sup>** Alluvioni recenti ed attuali; sabbie e ghiaie del litorale marino
- Q** Sabbie e conglomerati commisti a materiale vulcanico, argille limo-sabbiose, marne tripolacee, con strati di calcare sabbioso conchigliare (Panchina) Siciliano, Tirreniano, Olocene
- p** Lave in domi e ignimbriti del complesso tolfetano cerite a chimismo acido

PRIMA UNITA' O ESTERNA: SERIE DEI FLYSCH TOLFETANI

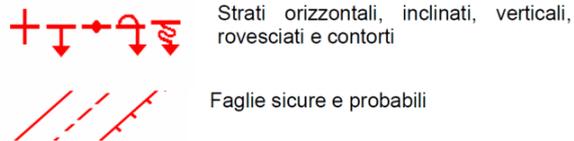
- Fc<sup>2</sup>** Flysch calcareo: calcari marnosi e marne bianche avana, calcareniti grigie con sottili intercalazioni pelitiche. **Eocene medio-superiore**
- FM** Formazione del Mignone: argilloscisti varicolori, in prevalenza rossi, con calcari detritici alla base e rare intercalazioni di calcari a grana fina, verdastrì e grigi. **Cretaceo superiore – Paleocene**
- Fc<sup>1</sup>** Flysch calcareo: calcari marnosi grigi e nocciola sovente paesinizzati, marne e calcareniti grigie con intercalazioni pelitiche. **Cretaceo superiore – Paleocene**
- Fac** Flysch argilloso – calcareo: argilloscisti grigi e bruni con passate varicolori, alternati a calcari marnosi silicei, detritici e arenarie calcarifere. **Cretaceo superiore – Paleocene**

**ALLOCTONO**

SECONDA UNITA' O INTERNA: SERIE DELLA PIETRAFORTE

- Pf** Pietraforte: arenarie calcareo quarzose a grana media e fine ed intercalazioni pelitiche. **Cretaceo superiore**
- Pfm** Argilloscisti varicolori mangesiferi: argilloscisti rossi, verdi, bruni, neri, localmente bituminosi con calcari marnosi fini verdi e grigi anch'essi talvolta mangesiferi; verso l'alto intercalazioni di arenaria tipo pietraforte. **Cretaceo superiore**

SEGNI CONVENZIONALI



**Figura 2.2– Carta geologica dell'area di studio**

**2.2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DI CIVITAVECCHIA**

La piattaforma continentale dell'unità fisiografica Monte Argentario-Capo Linaro ha una pendenza media di circa 0.5°, è ampia 30-40 km ed il margine verso mare si trova ad una profondità variabile tra i 120 m e i 150 m (*Chiocci e La Monica, 1996*).

L'area costiera beneficia degli apporti alluvionali dei bacini idrografici dei fiumi Fiora, Marta e Mignone e subordinatamente degli apporti di alcuni corsi d'acqua minori, che solo localmente e durante le fasi di forte alluvionamento influenzano la sedimentazione marina (*Angelucci et al., 1979; Carboni et al., 1980; Tortora 1989a; 1989b*).

L'area dei bacini drenanti verso la zona costiera è caratterizzata da diversi tipi litomorfolologici: circa il 30% è composta da “vulcani basici ed intermedi”, la cui distribuzione areale corrisponde ad una fascia orientata circa NW – SE; altri tipi lito-morfologici affioranti nell'area (5% - 12 % della superficie dei bacini considerati) sono: “colline inframontane, pedemontane o costiere marnose”, “rilievi colline e ripiani costituiti o coperti da tufi”, “i terrazzi marini ed alluvionali antichi” e “Pianure costiere e delta fluviali” (*Brondi et al., 1988; Brondi et al., 2002*).

La fascia costiera risulta caratterizzata prevalentemente da sedimenti sabbiosi e sabbioso-pelitici con aumento della frazione limoso-argillosa verso largo controllata dai processi di dispersione dei limi fluviali (*Tortora, 1989b*).

Il trasporto litoraneo dei sedimenti appare orientato da sud-est verso nord-ovest (*Anselmi et al., 1976; Berriolo e Sirito, 1985; Noli et al., 1996*), ulteriormente avvalorato dall'andamento del tratto terminale delle aste dei fiumi Marta e Mignone e dei loro modesti apparati deltizi che risultano spostati verso NO.

L'unità fisiografica Capo Linaro-Capo d'Anzio, situata a sud, presenta, fino a Palo Laziale, una successione di promontori ed insenature caratterizzate da piccole spiagge ciottolose ed alimentate dai modesti corsi d'acqua che drenano i versanti meridionali dei Monti della Tolfa e che non forniscono significativi apporti di materiali terrigeni (*La Monica e Raffi, 1996*).

I fondali sono caratterizzati dalla prevalenza di peliti sabbiose, il cui limite verso terra è legato alla distribuzione

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>7 di 29</b>

delle biocostruzioni.

La mancanza di sedimenti a prevalente composizione 12 Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina DEB – Università degli Studi della Tuscia sabbiosa è dovuta alla mancanza di apporti sedimentari dall'interno e all'azione di blocco delle biocostruzioni sui sedimenti in deriva litoranea da SE.

La spiaggia sommersa risente dell'assetto morfologico del tratto emerso ed è caratterizzata dalla presenza di secche (Secche di Macchiatonda, Torre Flavia e Palo), che giungono fino alla profondità di – 20 m e sulle quali sono presenti praterie di Posidonia oceanica. Oltre i - 20 m, la morfologia dei fondali diventa omogenea e caratterizzata da un progressivo incremento delle pendenze.

### **2.3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA DI CIVITAVECCHIA**

Nel nuovo modello sismogenetico usato in Italia, la cosiddetta zonazione ZS9, il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone identificate con le lettere da "A" a "F" fuori dal territorio nazionale (A-C) o ritenute di scarsa influenza (D-F). Per ogni zona sismogenetica, caratterizzata da una propria sismicità, è stata effettuata una stima della profondità media dei terremoti e del meccanismo di fagliazione prevalente.

In base alla zonazione sismica ZS9 operata da INGV, l'area di Civitavecchia non ricade in alcuna zona sismogenetica così come individuato dalla cartografia INGV della zonazione ZS9. La zona sismogenetica più vicina è la 921, il cui limite dista circa 15 km in direzione NE (Figura 2.3).

La figura seguente (Figura 2.4) riporta lo stralcio della mappa delle sorgenti sismogenetiche individuali in cui sono rappresentate le faglie attive e le aree di sorgente sismogenetica. L'area in esame non ricade in nessuna zona sismogenetica; le sorgenti sismogenetiche si trovano lungo la dorsale appenninica, con orientamento NW-SE distanti dall'area in studio.

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>8 di 29</b>

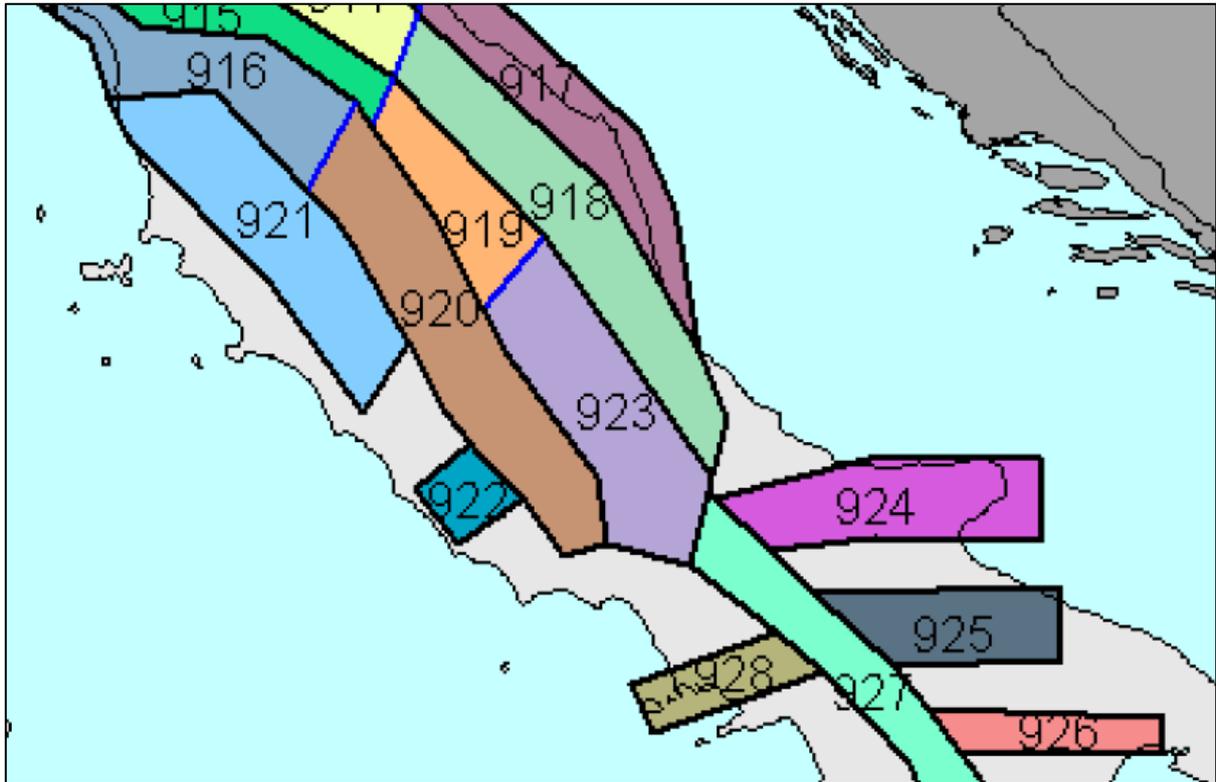


Figura 2.3– Zone sismogenetiche d’Italia (zonazione ZS9, da INGV)

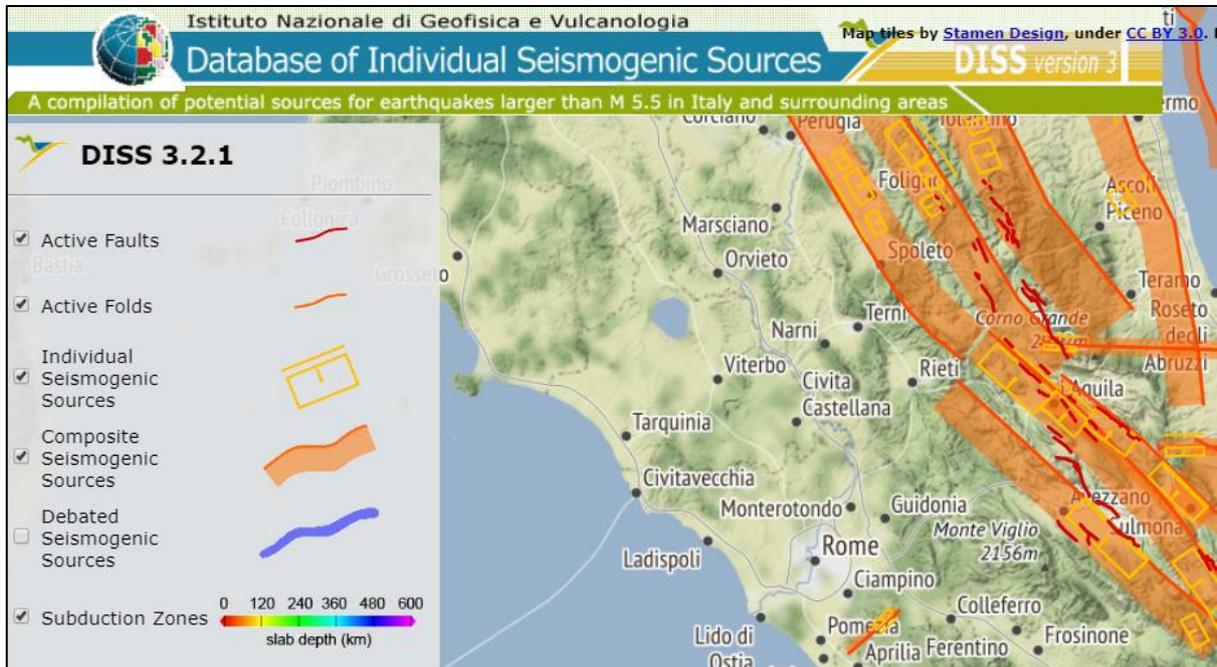
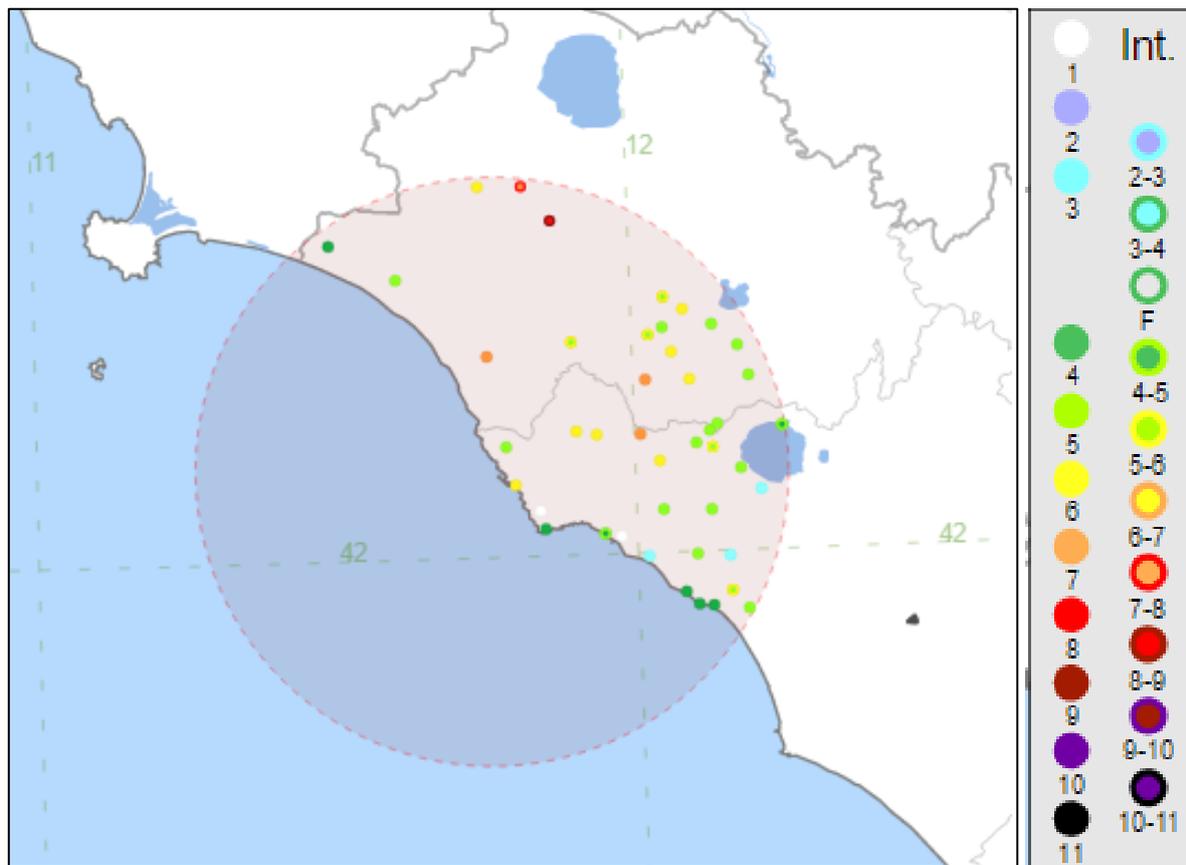


Figura 2.4– Mappa delle fonti sismogenetiche (da INGV, DISS 3, Database of Individual Seimogenetic sources)

Come si vede dall’immagine in Figura 2.5, il territorio della zona nell’intorno dell’area in studio presenta una bassa sismicità con pochi eventi sismici di intensità contenuta.

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>9 di 29</b>

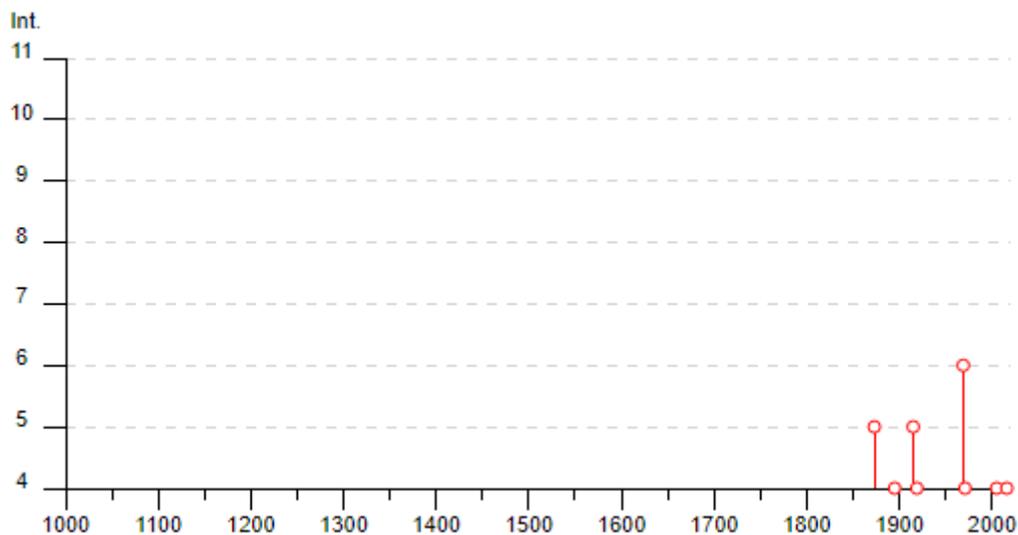


**Figura 2.5– Localizzazione dei terremoti nell'intorno dell'area di interesse e relativa intensità macrosismica**

Nell'areale di Civitavecchia i risentimenti più severi, di intensità macrosismica pari a 6, si sono avuti per il terremoto del 1969 con epicentro sui Monti della Tolfa (Figura 2.6).

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>10 di 29</b>

Effetti	In occasione del terremoto del							NMDP	Io	Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			
NF	1846	08	14	12			Colline Pisane	121	9	6.04
5	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85
NF	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
NF	1892	01	22				Colli Albani	81	7	5.14
4	1895	11	01				Campagna romana	94	6-7	4.83
NF	1897	05	15	13	42	3	Tirreno meridionale	85	5	4.52
3	1899	07	19	13	18	5	Colli Albani	122	7	5.10
NF	1911	04	10	09	43		Colli Albani	79	6	4.74
5	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
NF	1919	06	29	15	06	1	Mugello	565	10	6.38
4	1919	10	22	06	10		Anzio	142	6-7	5.22
2	1927	12	26	15	06	1	Colli Albani	38	7	4.89
NF	1948	12	31	03	32		Monti Reatini	95	8	5.42
6	1969	07	02	07	55		Monti della Tolfa	72	7	4.77
4	1971	02	06	18	09		Tuscania	89	7-8	4.83
2	1980	09	08	19	41	1	Costa Grossetana	55	5-6	4.44
NF	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62
4	2005	08	22	12	02	0	Costa laziale	57	5-6	4.78
4	2016	10	30	06	40	1	Valnerina	379		6.61
2-3	2017	01	18	10	14	0	Aquilano	280		5.70



**Figura 2.6– Intensità macrosismiche dei terremoti risentiti nella zona nell'ultimo millennio e relativo grafico, nel territorio del comune di Civitavecchia**

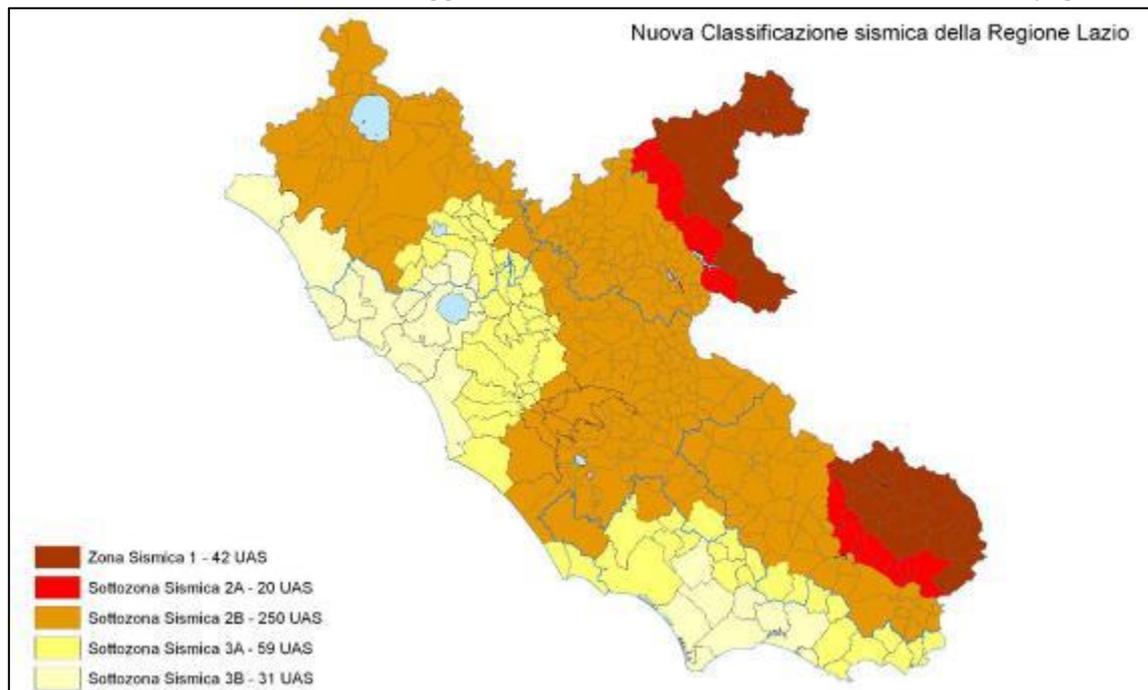
Sulla base della zonazione sismogenetica ZS9 dell'INGV il sito non ricade in nessuna zona sismogenetica. La zona sismogenetica più vicina è la 921, per la quale la magnitudo sismica massima attesa è fissata da INGV in Mwmax= 6.14 (Figura 2.7).

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>11 di 29</b>

Nome ZS	Numero ZS	Mwmax
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

**Figura 2.7 - Valori di M wmax per le varie zone sismogenetiche d'Italia (da INGV)**

Sulla base della nuova classificazione della Regione Lazio (Delibera 387/09 e 835/09), il Comune di Civitavecchia in cui ricade il tracciato in oggetto è classificato in zona sismica 3 Sottozona B (Figura 2.8).



**Figura 2.8 – Carta di classificazione sismica dei comuni della Regione Lazio (cerchio rosso zona di intervento)**

In base alla zonazione INGV “Pericolosità sismica del territorio nazionale” (PCM 28/04/2006 n. 3519) l’intervento in progetto cade in aree con  $a_g = 0.50 \pm 0.075$  g sia con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, cioè tempo di ritorno 475 anni, che con probabilità di superamento del 5% in 50 anni, cioè tempo di ritorno 949 anni (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Con l’entrata in vigore delle Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) e come successivamente confermato dal loro aggiornamento (D.M. 17 gennaio 2018) la pericolosità sismica del territorio nazionale, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido affiorante (o caratterizzato da velocità delle onde sismiche trasversali 800 m/s) viene definita mediante un approccio sito dipendente, cioè tramite la posizione delle sue coordinate nell’ambito del grigliato nazionale, per i cui vertici vengono forniti i valori dei parametri sismici di

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>12 di 29</b>

base: ag, Fo, Tc .

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>13 di 29</b>

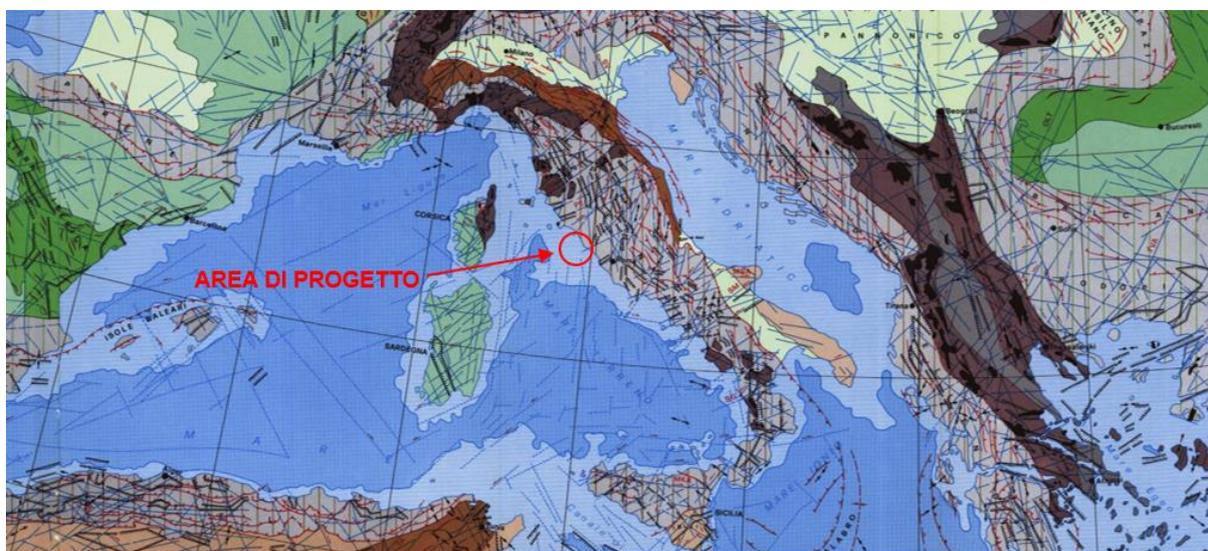
### 3. INQUADRAMENTO DELLE AREE A MARE

#### 3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL TIRRENO CENTRO-SETTENTRIONALE

A partire dal Miocene inferiore circa 19 Ma fa dietro la catena appenninica di neoformazione si apre un nuovo bacino oceanico: il Mar Tirreno.

Una nuova crosta oceanica si forma man mano che la catena appenninica si allontana dal blocco sardo-corso e si sposta verso Est. Estesi fenomeni vulcanici interessano così il bacino tirrenico ed i suoi margini e si vengono a formare i più grandi vulcani del continente europeo.

Lo Schema Tettonico dell'Area Mediterranea (Boccaletti M.& Danieli P. 1982) evidenzia come il Mar Tirreno sia delimitato ad ovest dalla microzolla Sardo-Corsa, ad est dall'edificio appenninico.



#### LEGENDA

ZONE CON IMPORTANTI RIEMPIMENTI NEOGENICO - QUATERNARI	Elementi delle catene del margine euro-asiatico	Catene dell'avampaese e zone corrugate sepolte padano-adriatiche
Avampaese non deformato durante l'orogenesi alpina (Placca euro-asiatica)	Fasce di affioramento dei resti di zone oceaniche	Coperture della piattaforma più o meno deformate nelle fasi neogenico-quadernarie (Placca afro-arabica)
Coperture della piattaforma esterna più o meno deformate nelle fasi neogenico-quadernarie e molasse alpino-carpatiche (Placca euro-asiatica)	Massicci intermedi: zona Pelegoniana, massicci centro-anatolici e massa mediana centro-iraniana	Hauts Plateaux e Meseta Marocchina
Catena del Giura	Elementi delle catene del margine afro-arabico	Avampaese non deformato durante l'orogenesi alpina (Placca afro-arabica)

**Figura 3.1– Schema Tettonico dell'area Mediterranea**

Il bacino tirrenico a sud è delimitato dalle propaggini occidentali della Catena Magrebide (nord Africa) che si estende in mare a sud della Sardegna e prosegue in Sicilia (Finetti I.R. et alii 1996).

La Catena Magrebide viene poi interrotta in Sicilia dalla Linea di Taormina, anch'essa trascorrente destra (Finetti I.R. 2004) a nord-est della quale si trovano i terreni dell'Arco Calabro- Peloritano che si saldano lungo la linea di Sangineto all'Appennino meridionale lucano.

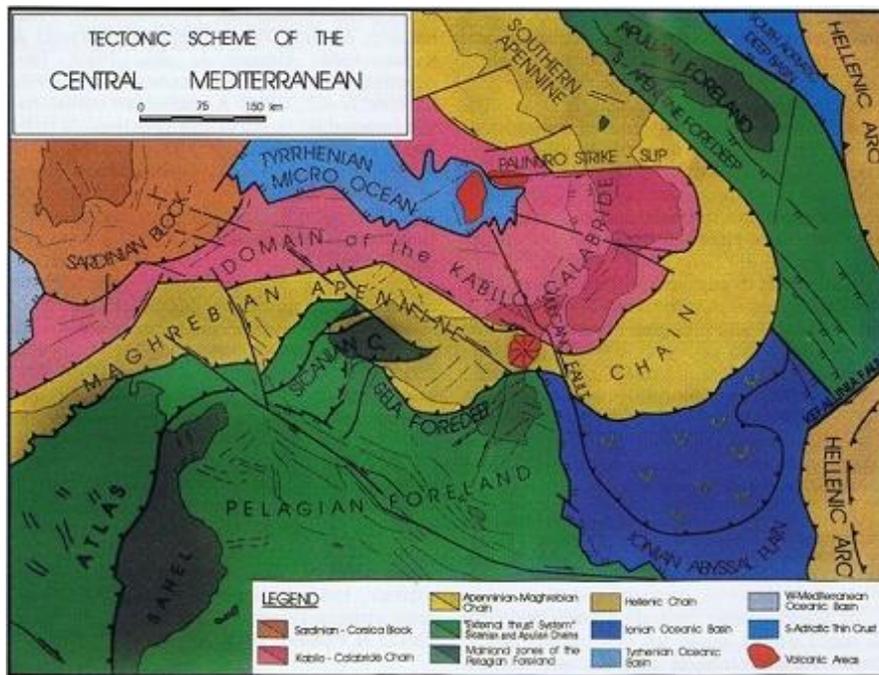
PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>14 di 29</b>



**Figura 3.2– Schema tettonico del Mar Tirreno e delle province geologiche circostanti**

La prosecuzione della Catena Magrebide si ritrova nel mar Ionio al fronte dell'arco Calabro-Peloritano e più a nord si salda con la catena appenninica (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** - Finetti I.R. et alii 1996).

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>15 di 29</b>



**Figura 3.3 – Schema tettonico del Mediterraneo centrale**

L' arco Calabro-Peloritano è un frammento di crosta continentale del Dominio Kabilide, distaccatosi dalla microzolla Sardo-Corsa per effetto dell'apertura ed oceanizzazione del Tirreno che è avvenuta a partire dal Miocene.

La microzolla dell'arco Calabro-Peloritano, nella migrazione verso est-sudest avrebbe quindi coperto una distanza di circa 300 km nell'intervallo di tempo di circa 19 Ma intercorso tra il Miocene inferiore (Burdigaliano) ed oggi (Cirrincione R. et alii 1995) con una velocità di migrazione di circa 1,6 cm/anno.

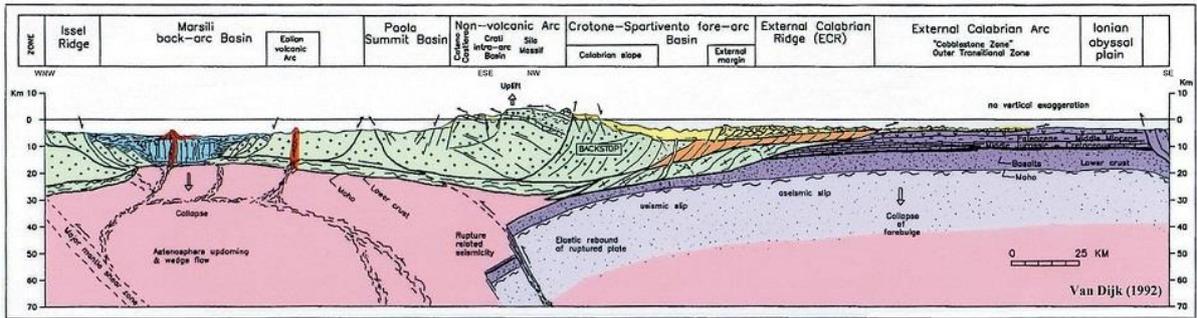
Tale moto ha visto ad ovest della microzolla Calabro-Peloritana l'apertura consecutiva di due bacini sui quali si sono impostati importanti edifici vulcanici sottomarini:

- Bacino Magnaghi-Vavilov nell'intervallo Miocene superiore-Pleistocene inferiore;
- Bacino del Marsili nel Pleistocene inferiore.

L'apertura del Mar Tirreno, come si è visto, è avvenuta successivamente alla strutturazione della catena appenninica con i sovrascorrimenti e impilamenti crostali.

La catena appenninica nella sua prosecuzione verso sud si salda con l'Arco Calabro-Peloritano e le catene Kabilo Magrebidi. Nella Figura 3.4 (Van Dijk, J.P. 1992), si vede una sezione NW-SE del Tirreno meridionale dove si evidenziano i domini strutturali determinati dalla formazione del bacino Pleistocenico-recente del Marsili ed i rapporti di questo con l'Arco Calabro.

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>16 di 29</b>



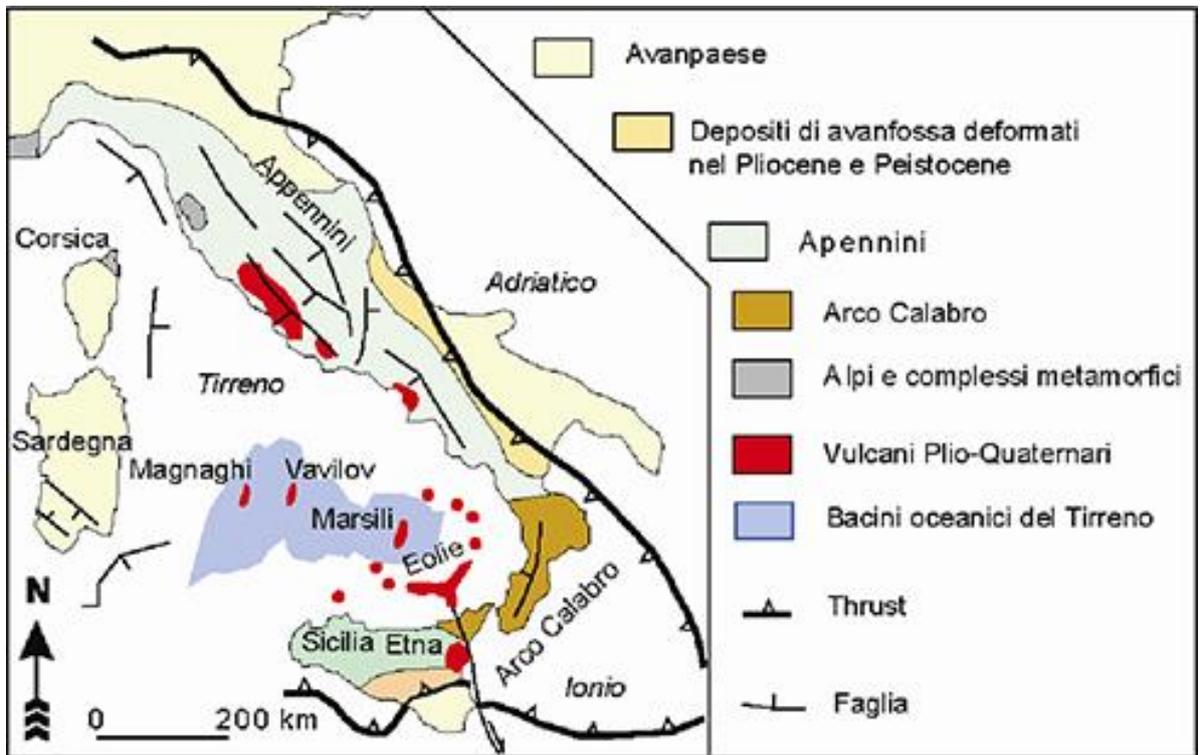
**Figura 3.4 – Sezione litosferica del Tirreno meridionale: Limite Bacino Vavilov - Bacino Marsili - Arco Calabro - Ionio**

La forma triangolare del bacino Tirrenico è il risultato di complessi processi geodinamici ed in particolare della distensione e frammentazione della crosta che ha interessato, con tassi crescenti da nord verso sud, tutta l'area compresa tra la Corsica e la Sardegna e la catena Appenninica. La progressiva distensione della crosta riduce il suo spessore medio portando alla formazione di bacini che vengono progressivamente riempiti dai sedimenti.

Forti tassi di distensione crostale possono finanche determinare la frammentazione della crosta stessa e la creazione di nuova crosta oceanica tramite l'eruzione continua di lave provenienti dalle rocce fuse del mantello terrestre.

Diversi modelli geodinamici evidenziano come, nel Tirreno esistano anche aree di intensa estensione non direttamente legate ai processi di subduzione ma alla risalita del mantello terrestre e dei suoi fusi (Faccenna et al., 2004; Nicolosi et al., 2006; Cuffaro et al., 2011).

Pertanto, la forte distensione del Tirreno ha prodotto molti bacini con profondità di circa 3-4 km ed estese coperture di sedimenti marini pelagici concomitanti alla generazione di nuova crosta oceanica nelle aree di dorsale, accompagnata da un elevato flusso di calore (Figura 3.5).



**Figura 3.5 - Rappresentazione schematica della geografia, geologia e geodinamica del mar Tirreno e delle aree circostanti (modificata da Iezzi et al., 2014). La linea nera marcata con i triangoli indica l'attuale posizione delle zone in**

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>17 di 29</b>

**convergenza tettonica (catena degli Appennini) e subduzione (arco calabro e isole Eolie); la direzione dei triangoli indica la placca che si accavalla. La distribuzione del vulcanismo sub-aereo e sottomarino degli ultimi milioni di anni è riportata in rosso. In generale, il periodo di attività vulcanica ringiovanisce muovendo da nord-ovest verso sud-est.**

Quindi, il mar Tirreno, geologicamente, si è generato inizialmente come il principale bacino di retro-arco nello sviluppo della catena Appenninica, catena che prosegue ruotando lungo la zona calabro-ionica direzione est-ovest verso la Sicilia e proseguendo verso la catena magrebina (Figura 3.5).

Successivamente, l'intensa attività distensiva ha prodotto i forti assottigliamenti crostali tipici dei contesti di oceanizzazione, soprattutto nella parte meridionale (al di sotto del 41° parallelo).

La migrazione verso est-sud-est avrebbe quindi coperto una distanza di circa 300 km nell'intervallo di tempo di circa 19 Ma intercorso tra il Miocene inferiore (Burdigaliano) ad oggi (*Cirrincione R. et alii 1995*) con una velocità di migrazione di circa 1,6 cm/anno.

Queste zone più assottigliate del Tirreno sono marcate da fondali di rocce a maggior densità e con composizione simile ai basalti dei fondali oceanici (MORB: *mid-ocean ridge basalt*) e corrispondono alla piana abissale Tirrenica, dove l'isobata si estende al di sotto dei 3000 m e corrisponde ai bacini oceanizzati del Magnaghi-Vavilov e del Marsili.

Nel Tirreno infatti, la maggior parte delle rocce vulcaniche analizzate fino ad oggi ricadono invece nella tipologia degli archi insulari (IAB: *island arc basalt*) e secondariamente nel campo delle isole oceaniche (OIB: *oceanic island basalt*) (*Trua et al., 2004; Panza et al., 2007*).

### **3.2. CARATTERIZZAZIONE MORFO-BATIMETRICA DEI FONDALI MARINI AL LARGO DI CIVITAVECCHIA**

La porzione del Mar Tirreno antistante Civitavecchia rientra nella porzione di bacino profondo (3620 m di profondità massima), le cui aree batiali costituite dai bacini Vavilov e Marsili sono caratterizzate da un basamento a crosta oceanica o pseudoceanica. In queste due aree bacinali profonde si hanno valori estremamente positivi delle anomalie di Bouger e spessori crostali ridotti a 10 km (*Steinmetz et alii, 1983; Nicolich & Dal Piaz, 1991*). Una soglia batimetrica con direzione N-S e spessore crostale più elevato (15 km) divide il bacino del Vavilov da quello del Marsili.

Tra queste zone batiali profonde e le aree emerse peri-tirreniche si interpone una serie di ampi bacini di scarpata (*Fabrizi et alii, 1981*); le aree di scarpata continentale sono in genere caratterizzate da valori dello spessore crostale e delle anomalie di Bouguer intermedi fra quelli delle aree bacinali profonde e quelli delle aree emerse circostanti.

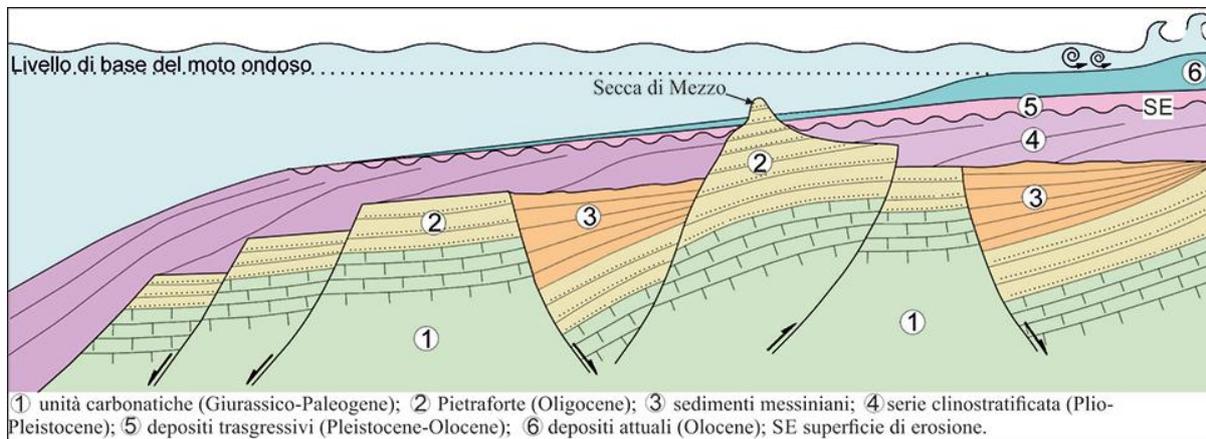
La struttura della piattaforma continentale del Lazio centrale è stata ricostruita attraverso l'analisi di profili sismici a riflessione; in particolare: *Bartole (1984, 1990)*, ricostruisce la struttura profonda della piattaforma attraverso l'analisi di profili sismici eseguiti per esplorazione petrolifera; *Chiocci (1991, 2000)* e *Chiocci et al. (2009)*, ricostruisce la struttura più superficiale attraverso l'analisi di profili sismici ad alta risoluzione eseguiti per scopi scientifici.

La piattaforma continentale del Lazio centrale, dal basso verso l'alto, risulta costituita da (Figura 3.6): 1) unità carbonatiche di età Giurassico-Paleogene (da circa 201.3 milioni di anni fa a circa 23.3 milioni di anni fa); 2) sedimenti di età Oligocenica (età compresa tra circa 33.9 e 23.03 milioni di anni fa) attribuiti alla formazione della Pietraforte; 3) sedimenti di età messiniana-basso pliocenica (da circa 7,2 milioni a 2.58 milioni di anni fa); 4) sedimenti clinostratificati di età Plio -Pleistocenica (da circa 3,6 milioni a 11 mila anni fa).

I sedimenti clinostratificati pleistocenici sono troncati al tetto da una netta superficie di erosione che può essere ricollegata all'erosione subaerea subita dalla piattaforma continentale durante l'ultimo pleniglaciale (circa 18.000 anni fa). Infatti, durante l'ultimo pleniglaciale il livello del mare era circa 120 m più basso del livello attuale e la piattaforma continentale era per gran parte emersa e soggetta all'azione erosiva degli agenti meteorici.

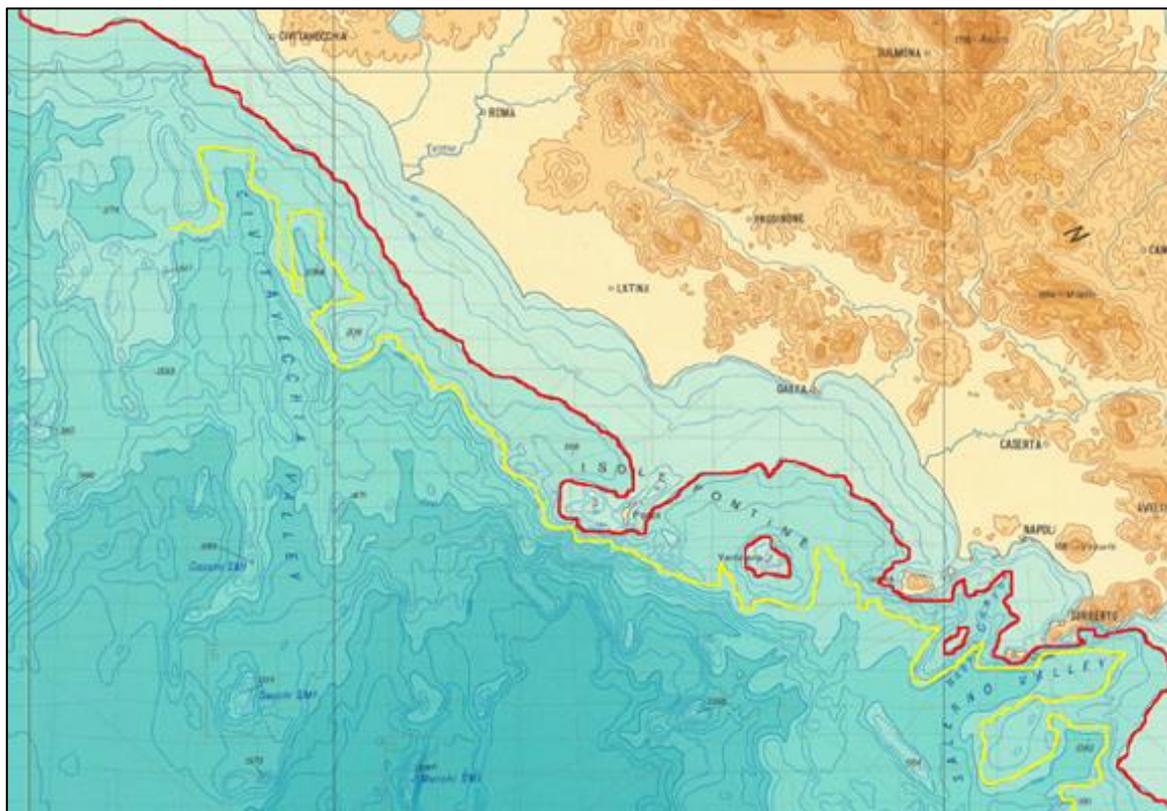
PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>18 di 29</b>

Al di sopra della superficie di erosione si riscontrano i depositi formati durante la risalita del livello del mare (tra 18.000 e 8.000 anni fa) e i depositi dell'attuale fase di alto stazionamento (da 8.000 anni ad oggi).



**Figura 3.6 – Schema stratigrafico della piattaforma continentale a largo del Lido di Ostia (da Chiocci et al. 2009).**

Questo tratto del Tirreno è costituito da una platea continentale ben delineata, con ampiezze che raggiungono i 50 Km di fronte a Civitavecchia e Anzio e si riducono, in ogni caso a non meno di 20 Km di distanza dalla costa, di fronte a Fiumicino (Figura 3.7, linea rossa per l'isobata dei 200 m e linea gialla per l'isobata dei 500 m).



**Figura 3.7 – Tratto di costa antistante Civitavecchia - linea rossa per l'isobata dei 200 m e linea gialla per l'isobata dei 500 m**

La costa bassa non presenta elementi di particolare interesse, che in questa zona sono invece costituiti dalla presenza di tre gruppi di isole: due di questi formano le isole Pontine, il terzo forma le isole del golfo di Napoli. Gli unici elementi che interrompono la continuità della costa bassa e sabbiosa sono il monte Circeo, un affioramento di calcari triassici e, poco più a sud, il promontorio di Gaeta (Figura 3.8 e Figura 3.9).

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>19 di 29</b>

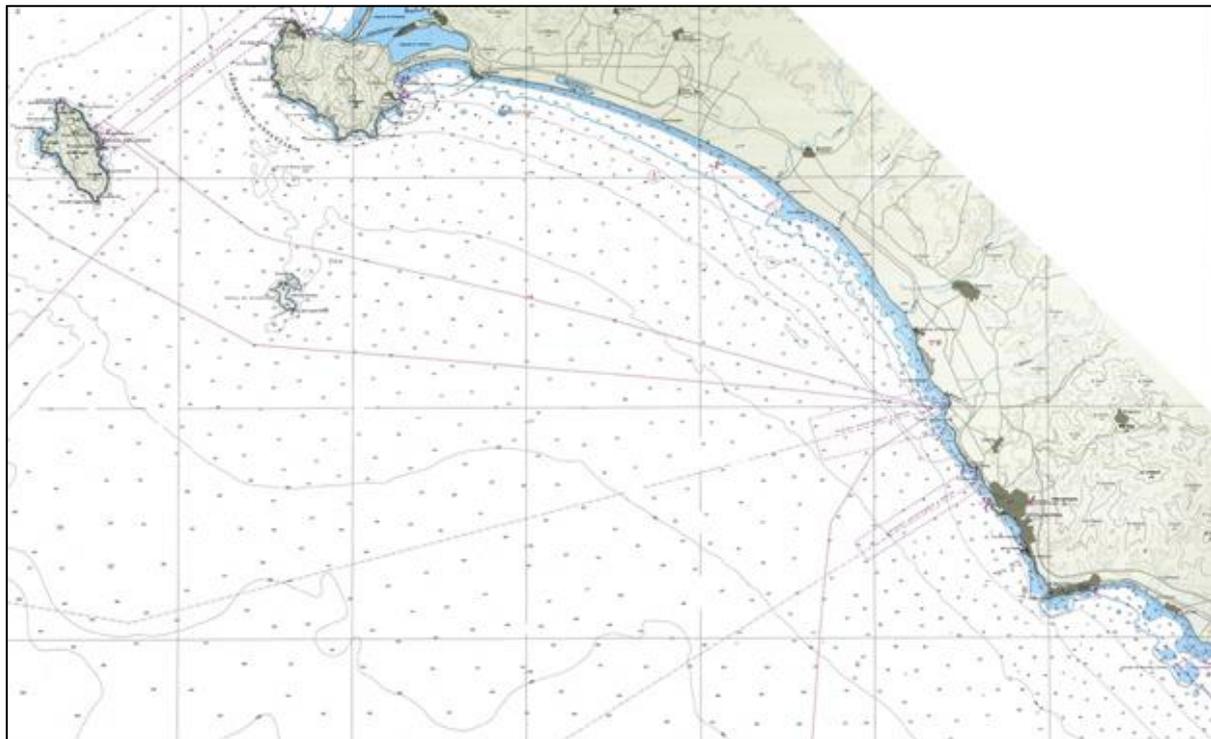


Figura 3.8– Morfologia della costa e batimetria dall’Argentario a Civitavecchia con l’utilizzo della carta nautica



Figura 3.9 – Morfologia della costa e batimetria da Civitavecchia al Circeo con l’utilizzo della carta nautica

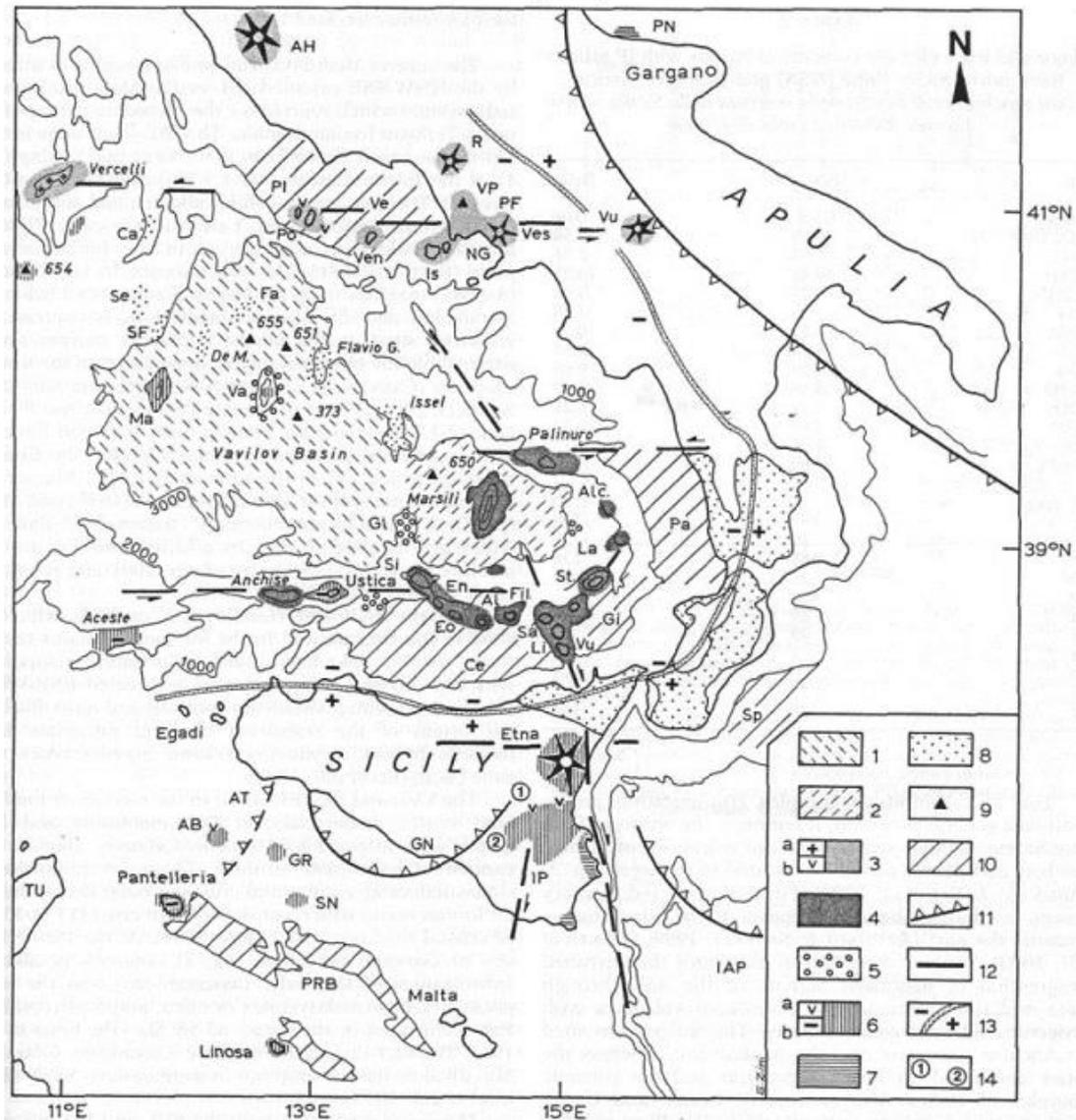
### 3.3. GEODINAMICA E VULCANISMO DEL TIRRENO

Negli ultimi 8 Ma, a partire dal Miocene superiore (Tortoniano), l'attività tettonica lungo le principali dislocazioni del Mar Tirreno ha prodotto le manifestazioni vulcaniche rappresentate in Figura 3.10 (Savelli C. 2002).

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>20 di 29</b>

Le faglie trascorrenti sinistre a carattere regionale ad andamento W-E più importanti sono:

- La faglia 41 Nord, dove si trovano i vulcani Vercelli, Ponza, Ventotene, Campi Flegrei, Vesuvio, Vulture.
- La faglia del sistema di Palinuro, tra il blocco dell'Appennino meridionale ed il limite nord dell'arco Calabro.
- La faglia UEL, che delimita verso sud l'area oceanizzata tirrenica, con i vulcani Aceste, Anchise, Ustica, ed a seguire le Eolie



**Figura 3.10- Lineamenti tectono-magmatici del Tirreno**

La faglia 41 nord che delimita a nord l'area più profonda del Bacino Tirrenico si estende da ovest verso est interessando quindi:

- i rilievi sottomarini del Monte Vercelli, di natura granitica calcalina (7,3 Ma - Messiniano) radice di un - antico vulcano;
- le isole Pontine PI (4,0-1,0 Ma);
- l'isola di Ventotene (0,8<0,2 Ma);
- l'area napoletana e del Vesuvio (0,1 - attivo);

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>21 di 29</b>

- il Monte Vulture Vu (0,8-0,13 Ma).

La piana abissale Tirrenica si estende al di sotto dell'isobata 3.000 m ed è costituita dai due bacini oceanizzati:

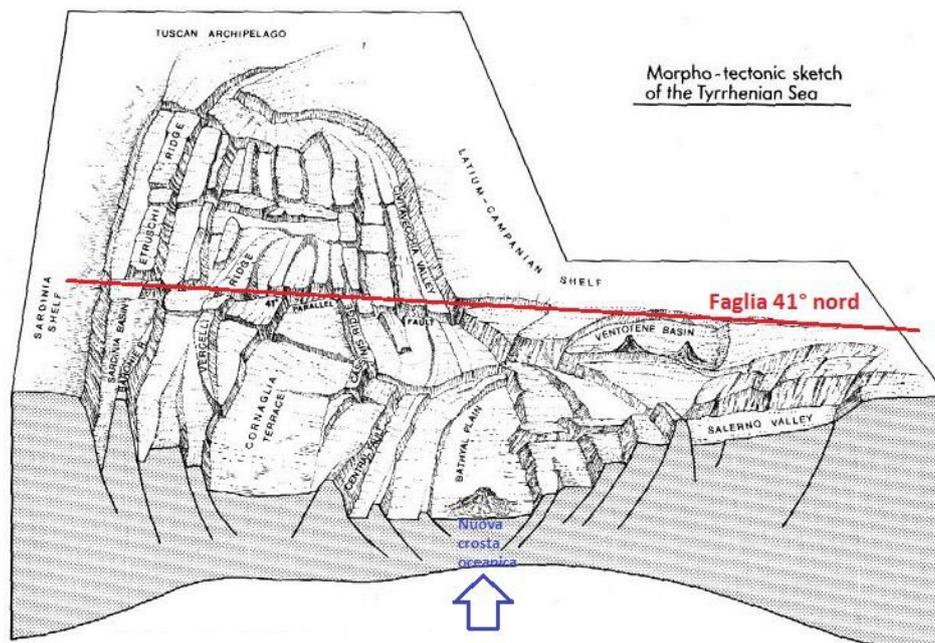
- Magnaghi-Vavilov formato nell'intervallo 8,0 -2,0 Ma (Miocene superiore - Pleistocene inferiore: Tortoniano - Calabriano);
- Marsili formato nell'intervallo 2,0-1,5 Ma (Pleistocene inferiore: Gelasiano - Calabriano).

Il limite sud della piana abissale del Tirreno corre come già anticipato lungo la linea tettonica UEL con un vulcanismo che, in modo analogo alla precedente, vede ubicati i vulcani più antichi con rilievi subacquei sottomarini ad ovest ed i più recenti ad est:

- Aceste e Anchise (5,3-3,5 Ma Pliocene) ad ovest;
- Ustica (0,8<0,2 Ma);
- Enarete & Eolo seamounts (0,8-0,6 Ma);
- Alicudi-Filicudi (<0,2 Ma), più recenti ad est.

L'assetto morfo-strutturale del Mar Tirreno è delineato dagli elementi tettonici descritti.

In Figura 3.11(Wezel F.C. 1982) è rappresentato il Tirreno centro-settentrionale dove, tra i vari elementi, sono ben riconoscibili i sistemi di faglie dirette ad andamento N-S che dislocano con sistemi host-graben la geosutura tra il blocco sardo-corso ed il margine occidentale della microzolla Adria e l'importante la Faglia trascorrente sinistra 41° Nord, ad andamento W-E, a sud della quale come abbiamo visto si trova la crosta oceanica di neo-formazione del Tirreno meridionale.

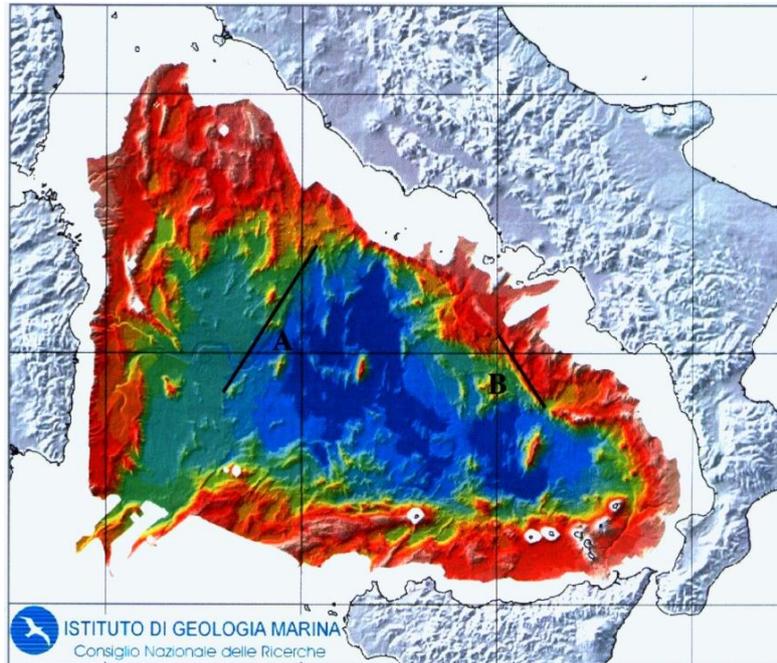


**Figura 3.11– Schema prospettico del Tirreno centro settentrionale (modificato)**

Nella Figura 3.12 (Curzi P.V. et alii 2005) si evidenziano le importanti faglie che delimitano ad Ovest e ad Est il più antico bacino Magnaghi-Vavilov:

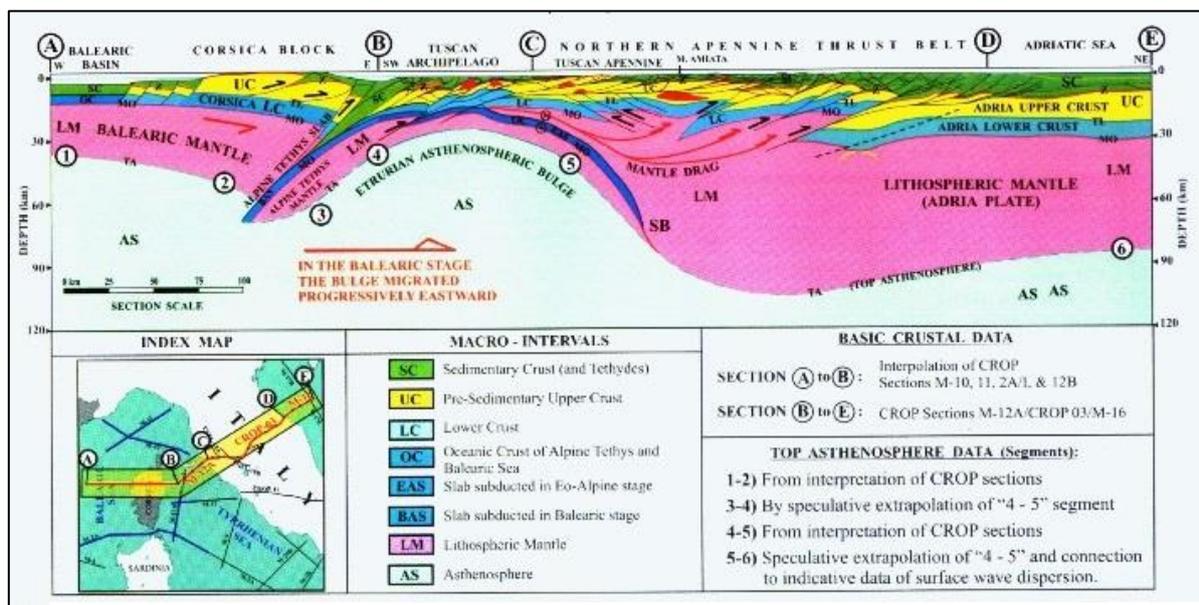
- A: la Scarpata del Selli, denominata Central Fault (fig.25) che costituisce il limite ovest del bacino
- B: Scarpata del Sartori che corrisponde alla trascorrente sinistra Palinuro-Ventotene (Figura 3.12), che limita ad est lo stesso bacino.

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>22 di 29</b>



**Figura 3.12– Morfologia del Mar Tirreno limiti W ed E del bacino Magnaghi-Vavilov:  
A: Scarpata del Selli - B: Scarpata del Sartori**

Le strutture crostali profonde del Tirreno settentrionale (al confine con il Mar Ligure) ed i rapporti tra il blocco Sardo-Corso e la Placca Adriatica (microzolla Adria) sono rappresentati nella Figura 3.13: Sezione Litosferica Mar Balearico-Appennino settentrionale-Adriatico, ricavata dalle sezioni crostali CROP M-12A/CROP03/M-16 (Finetti I.R. 2006).



**Figura 3.13– Sezione litosferica del tirreno settentrionale: Mar Balearico - Blocco Corso -Appennino sett.-Adriatico  
Lungo il profilo sismico a riflessione CROP M-12A/CROP03/M-16**

### 3.4. VULCANISMO E MAGMATISMO TIRRENICO

L'intensa geodinamica del bacino Tirrenico ha indotto una attività vulcanica ben diversificata, suddivisa arealmente in regioni magmatiche delineate sia dalle dislocazioni crostali che dalle evidenze composizionali

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>23 di 29</b>

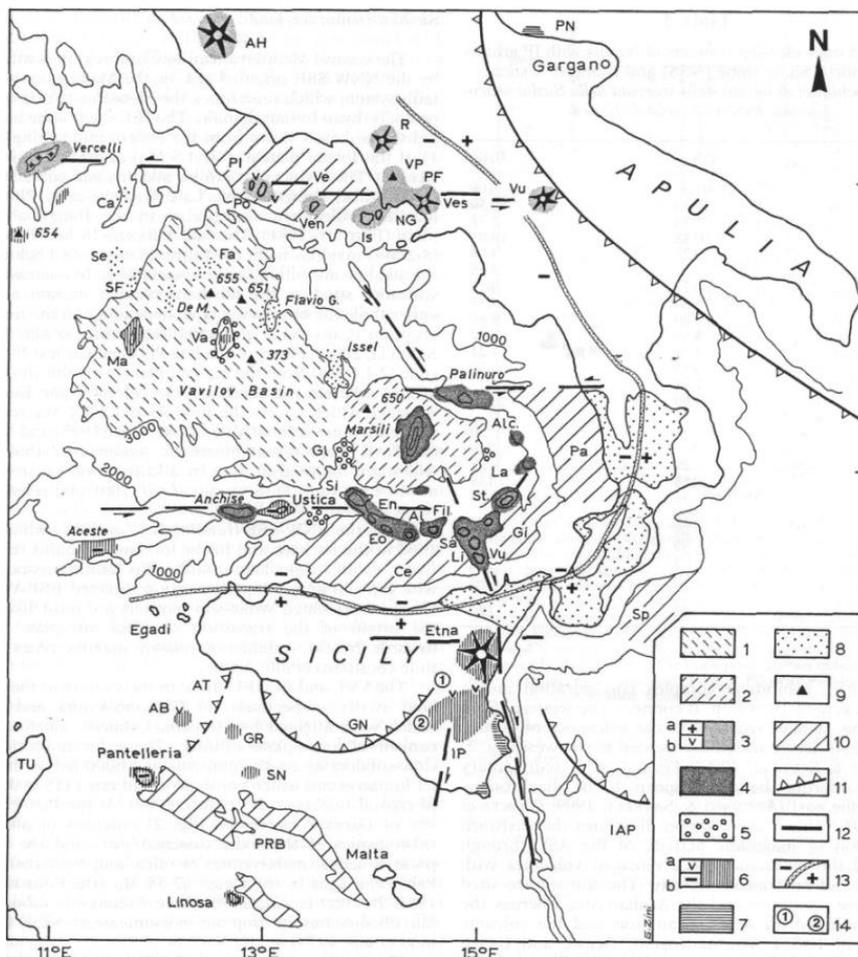
magmatiche.

Pertanto è possibile raggruppare questi apparati vulcanici in cluster geografici e composizionali (Figura 3.14, Savelli C. 2002):

- a nord il Vulcanismo della Provincia Toscana con le intrusioni plutoniche anatettiche crostali dell'Arcipelago Toscano: Isole di Montecristo, Elba e Giglio e, più a sud, i Domi acidi Tolfetani-Ceriti.
- a sud gli apparati vulcanici per-potassici della Provincia Comagmatica Romana: M.te Amiata, Apparati Vulcanici Laziali Vulsini, Cimini, Sabatini, Albani, Ernici, il Vulcano di Roccamonfina, le Isole Pontine, i Campi Flegrei, il Somma-Vesuvio, Vulture.

Mentre, impostati nei dei bacini oceanizzati più estesi, si vengono a formare i più importanti edifici vulcanici sottomarini del Tirreno, nonché del continente europeo:

- Bacino Magnaghi-Vavilov formatosi nell'intervallo 8,0 -2,0 Ma (Miocene superiore-Pleistocene inferiore: Tortoniano - Calabriano);
- Bacino del Marsili formatosi nell'intervallo 2,0-1,5 Ma (Pleistocene inferiore: Gelasiano-Calabriano).



**Figura 3.14- Lineamenti tettono-magmatici del Tirreno.**

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>24 di 29</b>

## **4. CONCLUSIONI**

---

L'ambiente geologico, geomorfologico e idrogeologico nell'area è stato studiato speditivamente in modo significativo dalle informazioni disponibili, data la vastità ed estrema complessità dello stesso.

Alla luce del quadro delineato dai dati presi in considerazione, non sono riscontrabili né prevedibili nelle caratteristiche geologiche, morfologiche e/o vulcanologiche delle aree indagate eventuali particolari future difficoltà che possano pregiudicare la realizzazione del progetto.

Si rimanda alle fasi successive del progetto per una caratterizzazione più dettagliata dell'area di studio con esecuzione di indagini fisiche dirette e relativo prelievo di campioni, scansioni, misurazioni e osservazioni, includendo studi sull'ambiente naturale e sull'ecosistema sia nelle zone a mare sia nelle zone a terra del progetto.

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>25 di 29</b>

## RIFERIMENTI

Quello riportato è l'elenco dei documenti scientifici a contenuto geologico, idrogeologico e geomorfologico presi in considerazione, ovvero studiati o consultati ed a cui è fatto esplicito o implicito riferimento nel corso dello studio.

*Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna (2013)* – Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello studio denominato Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF). Sub bacino 4 – Liscia.

*Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna (2013)* – Evento alluvionale del 18 Novembre 2013; Valutazioni delle precipitazioni. Volume 01-pp.6. Servizio tutela e gestione delle risorse idriche, vigilanza sui servizi idrici e gestione delle siccità.

*APAT (2003)* - Atlante delle opere di sistemazione fluviale. Dipartimento Difesa del Suolo. 27, pp. 172.

*ARPAS-Sardegna (2013)* – Analisi dell'evento meteorologico del 18 novembre 2013. pp.163

*Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna (2013)* – Evento alluvionale del 18 Novembre 2013; Valutazioni delle precipitazioni – Aggiornamento del 17.12.2013. Volume 02 – pp.10. Servizio tutela e gestione delle risorse idriche, vigilanza sui servizi idrici e gestione delle siccità.

*Amadesi E. & Vianello G. (1978)* – Nuova guida alla realizzazione di una carta di stabilità dei versanti. Mem. Soc. Geol. It., v.19, p. 53-60.

*Amanti M. et alii (1996)* – Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione. Presidenza del Consiglio dei Ministri – Servizio Geologico, Istituto poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

*Atzeni A. & Ginesu S. (1993)* – Evoluzione dei litorali della Sardegna e interventi di riequilibrio. In: La difesa de litorali in Italia – a cura di Aminti, P. e Pranzini E.. Edizioni delle Autonomie. Roma.

*AA.VV. (1993)* – Atlante delle Spiagge della Sardegna. F° 182-Olbia. M.U.R.S.T-C.N.R.\_R.A.S.

*Baruffi F., Rusconi A. & Surian N. (2005)* – Le fasce di pertinenza fluviale nella pianificazione dei bacini idrografici: aspetti metodologici ed applicazioni. Atti Convegno Interpraevent, Riva del Garda, Maggio 2004.

*Bernini M. et alii (1990)* - Episodi compressivi neogenico-quadernari nell'area estensionale Tirrenica nord-orientale. Dati in mare e a terra. Mem. SGI 45 (1990) parte 1°, 577-589, 5 ff., 1 tav.

*Boccaletti M. e Danieli P. 1982* - Il Sistema Regmatico Neogenico Quaternario nell'area mediterranea: Esempio di Deformazione Plastico/Rigida Post-collisionale Mem. SGI 24 (1982) 465-482, 15 ff., 1 tav. -Schema tettonico dell'area Mediterranea.

*Boll. SGI 115 (1996)* fasc. 3, 529-559, 12 ff. -> Schema tettonico del mediterraneo centrale.

*Boll. SGI 121 (2002)* fasc. 2, 231-242, 5 ff. 2 tabb. ABSTRACT.

*Boll. SGI 125 (2006)* fasc. 1, 117-146, 24 ff. -> Fig. 24 SEZIONE LITOSFERICA Mar Balearico-Appennino sett.-Adriatico.

*Carmignani L., Oggiano G., Barca S., Conti P., Salvadori I., Eltrudis A., Funedda A. & Pasci S. (1996)* – Geologia della Sardegna – Note illustrative della Carta Geologica a scala 1:200.000. Memorie Descrittive Carta Geologica d'Italia Vol. LX, pp.283.

*Casula G, Cherchi A, Montadert L, Murru M, Sarria E (2001)* -The Cenozoic graben system of Sardinia (Italy): geodynamic evolution from new seismic and field data. Mar Petrol Geol 18:863–888.

*Chow V.T. (1959)* – Open-channel hydraulics. McGraw-Hill Book Company, New York, USA.

*Cirrinzione R. et alii (1995)* - The porphyritic clast of the Tortonian conglomerates of north-central Sicily: paleogeographic and paleotectonic implications.

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>26 di 29</b>

*Curzi P.V. et alii (2005)* - Generation handover in the Italian marine geology: From Raimondo Selli to Renzo Santori Boll. SGI 125 vol. spec n. 4 (2005) , 135-140, 1 ff. Fig. 1 Tyrrhenian Sea.

*Dore M., Tilocca G. & Deroma M.A. (2001)* – Carta inventario dei fenomeni franosi e alluvionali nella Provincia di Sassari. XIX Giornata dell'Ambiente Riassunto per il Convegno: IL DISSESTO IDROGEOLOGICO: INVENTARIO E PROSPETTIVE; Accademia Nazionale dei Lincei, Roma 5 giugno 2001.

*Dogliani C. et alii (1999)* – On the interference between the early Apennines-Maghrebides back arch extention and Alps-Betics orogen in the Neogene Geodynamics of the Western Mediterranean, Boll. SGI 118 (1999) fasc. 1, 75-89, 11 ff.

*Engelund F. & Hansen E. (1967)* – A monograph on sediment transport in alluvial streams. Teknisk Forlag, Denmark, jan.

*Eredia F. (1907)* – I venti in Sardegna. Rivista Marittima.

*Finetti I. (1982)* - Structure, stratigraphy and evolution of Central Mediterranean, Boll. di Geofis. Teor ed Applic. Vol XXIV, N.96 - Dicembre 1982, 247-312, 34 ff., 4 tav. f.t.

*Finetti I.R. et alii (1996)* - Il sistema Appennino Meridionale - Arco Calabro - Sicilia nel Mediterraneo Centrale - Studio Geologico e Geofisico.

*Finetti I.R. (2004)* - Innovative CROP seismic highlights on mediterranean region.

*Finetti I.R. (2006)* - Basic regional crustal setting and superimposed local pluton-intrusion-related tectonics in Larderello-M.Amiata geothermal province, from integrated CROP seismic data.

*Gavrilovic S. (1959)* – Methode de la classification des bassins torrentiels et equation nouvelles pour le calcul des hautes eaux et du debit solide. Vadoprivreda, Belgrado.

*Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero (2006)* – Le spiagge della Sardegna. In: "Lo stato dei litorali italiani"-Studi Costieri, n.10, pag.45-52.

*Gueguen et alii (2010)* - The south Tyrrhenian sea margin: an example of lithospheric scale strike-slip duplex.

*Hiller O. (1981)* – Die gebirgstreppe ostsardinienseine geomorphologische analyse. Augsburger Geographische Hefte; pp. 162, n.2 Tav. f.t..

*Illies J.H. (1981)* - Mechanism of graben formation.

*I.N.Q.U.A. (1980)* – Compte-rendus de l'excursion table ronde sur Tyrrhenien de Sardaigne. Pubbl. Univ. Cagliari- Univ. Liege; pp.112. Cagliari.

*Ital.J.Geosci. vol. 126 n. 3 (2007)*, 459-471, 10 figs.

*Ital.J.Geosci. vol. 129 n. 3 (2010)* , 496-505, 7 figs.

*Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina DEB – Università degli Studi della Tuscia* Progetto di Ricerca: Approccio Ecosistemico alla valutazione delle opere di compensazione e mitigazione in ambiente marino: Il caso studio dell'Hub portuale di Civitavecchia

*Lavecchia G, Boncio P, Creati N & Brozzetti F. (2003)*. Some Aspects Of The Italian Geology Not Fitting With A Subduction Scenario Journal of the Virtual Explorer 10, 1-42. - <https://virtualexplorer.com.au/article/2003/64/italian-geology-not-subduction-scenario/index.html>.

*L. Lecca & G. Tilocca (1997)* – Colmamento vulcano-sedimentario del Bacino di Oschiri-Berchidda, una struttura trasversale del rift oligo-miocenico della Sardegna. Convegno-escursione: La "Fossa Sarda" nell'ambito dell'evoluzione geodinamica cenozoica del Mediterraneo occidentale;. p. 90-91-Villanovaforru; Giugno 1997.

*Locardi E. (1982)* - Individuazione delle strutture sismogenetiche dall'esame della evoluzione vulcano-tettonica dell'Appennino e del Tirreno.

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>27 di 29</b>

*Luppi L., Coppi L. & Rinaldi M. (2006)* – River bank erosion processes interaction and effects of riparian vegetation. Geophysical Research Abstracts, EGU General Assembly 2006, Vienna, 2 – 7 Aprile 2006, Volume 8, CD-ROM.

*Mantovani E. et alii (2007)* - Major evidence on the driving mechanism of the Tyrrhenian-Apennines arc-trench-back arc system from CROP seismic data.

*Mem. SGI 24 (1982)* P.te 3a, p.531-596, 29 ff.

*Mem. SGI 45 (1990)* parte 1°, 519- 529, 9 ff.

*Montaldo P. (1962)* – I graniti della Gallura. Soc. Poligrafica Sarda, pp. 187.

*Mori A. (1950)* – Le Saline della Sardegna. Mem. Geogr. Econ., 3, CNR-Napoli.

*Orrù P., Antonioli F., Lambeck K. & Verrubbi V. (2004)* – Holocene sea level change in the Cagliari coastal plain (Southern Sardinia, Italy). Quaternaria Nova, pag. 193-2012.

*Orrù P. & Ulzega A. (1996)* – Coastal hazard in environmental geomorphology. Elsevier –Amsterdam, pp. 268.

*Pala, A., Pecorini, G., Porcu, A. & Serra, S. (1982)* – Schema geologico-strutturale della Sardegna. CNR-PFE-RF 10, Pisa, pag. 7-24

*Pecorini G. (1984a)* – Ambienti contesi: le formazioni a lido e gli stagni. Sardegna-l'uomo e le coste, pag. 111-122;

*Pinna S. (1991)* – Caratteristiche geologico-tecniche delle coltri di disfacimento delle rocce granitiche della Sardegna nord-orientale. Geologia Tecnica, 3, pag.37-44.

*Rinaldi M. (2003)* – Recent channel adjustments in alluvial rivers of Tuscany, Central Italy. Earth Surface Processes and Landforms, 28 (6), pag. 587-608.

*Rinaldi M. (2008)* – Schede di rilevamento morfologico degli alvei fluviali. Il Quaternario, italian Journal of Quaternary Sciences, 21, pag. 353-366.

*Savelli C. (2002)* - Tectono-magmatic lineaments and subduction in the central Mediterranean and southern Italy during the past 8 Ma.

*Segre A. G. (1954)* – Il Quaternario del Golfo di Terranova Pausania (Olbia) e la sua fauna malacologica. Boll. Serv. Geol. d'Italia, vol.76, pag. 45-73.

*Seuffert O. (1977)* – Die Reliefentwicklung der graben region Sardiniens. Wurzburger geographische Arbeiten, pp.129.

*Servizio Geologico d'Italia (2001)* – Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia-Geologia della Sardegna – Note illustrative della Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000. I.P.Z.S. vol. 60, pp. 283.

*Spano B. & Pinna M. (1956)* – Le spiagge della Sardegna. Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane, pp. 254, CNR Faenza.

*Surian N. & Rinaldi M. (2003)* – Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy. Geomorphology, 50 (4), pag. 307-326.

*Surian N. & Rinaldi M. (2004)* – Channel adjustments in response to human alteration of sediment fluxes: examples from italian rivers. In: Sediment Transfer through the Fluvial System, Proceedings Symposium held in Moscow, August 2004, IAHS Publ.288, pag. 276-282.

*Tilocca G.(2014)* - studio di variante al piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) e del quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Olbia.

*Turco E. et. alii (1990)* - La tettonica plio-pletstocenica del confine calabro-lucano: modello cinematico

Università di Sassari & Cas.Mez. (1979-1980) – Atlante idrogeologico della Sardegna in scala 1:100.000. F° 182 Olbia. Progetto speciale n.25. Casilina Stampa Stabilimento Litocartografico-Roma.

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>28 di 29</b>

*USACE Manuals (1995)* – Engineering and Coastal design. EM 1110-2-1810 -cap. 4., pp. 59.

*Vardabasso S. (1934)* – Profilo geomorfologico del massiccio sardo-corso. Atti del XII° Congresso Geografico Italiano. pp. 5 – Cagliari.

*Vardabasso S. (1955)* – Il Quaternario della Sardegna. Atti del 4° Congresso INQUA, pp. 24. Roma.

*S. Vardabasso (1934)* – Visioni geomorfologiche della Sardegna. Soc. Ed. It. pp. 5, 21 fig., Cagliari.

*Vardabasso S. & Vardabasso S.na (1962)* – La Gallura – Cenni Geologici – Cenni Geografici. Estratto dal vol.: La Gallura, pp. 23. a cura di Murineddu A.– Ed. Fossataro, Cagliari.

*Van Dijk, J.P. (1992)* - Late Neogene fore-arc basin evolution in the Calabrian Arc (Central Mediterranean). Tectonic sequence stratigraphy and dynamic geohistory. With special reference to the geology of Central Calabria. *Geologica Ultrajectina*, Vol. 92, pp. 57

*Verstappen H.Th. [ed.] (1983)* – Applied Geomorphology – Geomorphological Surveys for Environmental Development. Elsevier.

*Waelbroeck C., Labeyrie L., Michel E., Duplessy J.C., McManus J.F., Lambeck K., Balbon E. & Labracherie M. (2002)* – Sea-level and deep water temperature changes derived from benthic foraminifera isotopic records. *Quaternary Science Reviews*, v. 21, pag. 295–305.

*Wezel F.C. (1970)* - Numidian Flysch: an Oligocene-early Miocene continental rise deposit off the African platform, *Nature* vol. 228 pag. 275-276

*Wezel F.C. (1982)* - The Tyrrhenian sea: a rifted tectonic-swell basin

*Wright L.D. (1985)* – River Deltas. Coastal Sedimentary Environments. 2nd ed., R.A. Davis, ed., Springer-Verlag, New York, pag. 1-76.

*Wright L.D. & Coleman J.M. (1973)* – Variations in morphology of major river deltas as functions of ocean wave and river discharge regimes. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, vol. 57, 2, pag. 370-398.

*Zorzi Ca' F. (1983)* – Indagine sul metodo dell'idrogramma unitario del SCS. *Quaderni di Idronomia Montana*. Vol. 1, pag. 45-66

PROGETTO PRELIMINARE	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE NEL MAR TIRRENO NORD - OCCIDENTALE</b>	
<b>Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico</b>		
Codice documento: <b>F0122TR04GEOIDR00a</b>	Data emissione: <b>Maggio 2022</b>	Pagina <b>29 di 29</b>

*Il presente documento, composto da n. 34 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, Maggio 2022*

*Dott. Ing. Luigi Severini*

*Hanno collaborato alla redazione degli studi:*

<i>ing. Alessandro Severini</i>	iLStudio srl	<i>Coordinamento multidisciplinare</i>
<i>ing. Lorenzo Carrieri</i>	iLStudio srl	<i>Analisi numeriche e modellistica computazionale</i>
<i>ing. Carlo Franchini</i>	iLStudio srl	<i>Analisi numeriche e modellistica computazionale</i>
<i>ing. Sara Bray</i>	Nicetechnology srl	<i>Studio ambientale e geotecnico</i>
<i>ing. Antonio Di Cosola</i>	iLStudio srl	<i>Studio ambientale e territoriale</i>
<i>ing. Carmine Rizzo</i>	iLStudio srl	<i>Studio ambientale e territoriale</i>
<i>geol. Raffaele Sassone</i>	iLStudio srl	<i>Studio geologico e idrogeologico</i>
<i>dott.ssa Simona Capozza</i>	Nicetechnology srl	<i>Analisi normativa e procedurale</i>
<i>dott. Pierfrancesco Severini</i>	iLStudio srl	<i>Studio ambientale</i>
<i>p.i. Daniele Donadei</i>	iLStudio srl	<i>Elaborazioni CAD/GIS</i>
<i>rag. Paola Digiacomo</i>	iLStudio srl	<i>Analisi procedurale e editing</i>