

Autorità di Sistema Portuale
del Mare di Sardegna

PORTO DI OLBIA

Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto
Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00 m e i fondali
della Canaletta a -11,00 m
CUP: B91J19000050005

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Titolo elaborato :

RELAZIONE GEOLOGICA

2 1 0 1 4 F T 1 0 8 - 0 G E O

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Alessandro Meloni

Il Raggruppamento Temporaneo di Professionisti



Mandataria



Mandanti

Geologia: Dott. Geol. Paqui Moschini

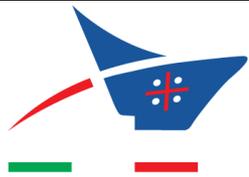


Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Controllato:	Validato:
	05/2023	0	Emissione per approvazione	Ambiente	Vella	De Girolamo

Dimensioni foglio:

A4

Visto del Committente:



PROGETTO DI DRAGAGGIO

RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

1	Premessa	1
2	Inquadramento geografico.....	2
3	Inquadramento geomorfologico	4
4	Inquadramento geologico	6
4.1	Lineamenti geologici generali	6
4.2	Lineamenti strutturali e neotettonica.....	9
4.3	Coperture sedimentarie del territorio	10
4.4	Litologia dell'area di intervento	11
4.5	Caratteri geotecnici.....	12
4.6	Caratterizzazione del fondale dell'area in esame	13
4.6.1	Strutture antropiche	20
5	Considerazioni idrografiche ed idrogeologiche	24
6	Azione sismica.....	26
7	Note bibliografiche	30

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

1 Premessa

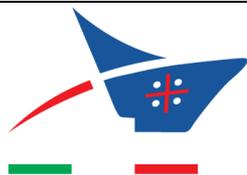
La presente relazione è stata redatta a supporto della progettazione preliminare dell'intervento denominato "Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del Porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00 m e i fondali della Canaletta a - 11,00 m", e riassume gli aspetti geologici litologici e geotecnici evidenziati da vari studi condotti nel tempo nell'area di intervento.

Nel presente documento vengono quindi descritti i seguenti aspetti:

- definizione del modello geologico, geomorfologico e strutturale generale del territorio
- descrizione della litologia locale e aspetti geotecnici
- descrizione delle caratteristiche idrografiche ed idrogeologiche
- zonazione sismica del territorio

Viene riportata inoltre, integralmente, la caratterizzazione del fondale del Porto di Olbia redatta dal Dott. PhD Mario Giovanni De Luca (cap.4.6), a seguito dell'attività di rilievo geomorfologico dei fondali tramite side scan sonar e ispezioni video ROV eseguito dalla Soc. MartTech srl nel mese di Marzo 2023.





2 Inquadramento geografico

L'area del Golfo di Olbia ricade nell'ambito del Foglio 444 in scala 1:100.000 e sezioni IV (Olbia ovest) e I (Olbia Est) in scala 1:25.000. L'insenatura del golfo di Olbia è situata nella parte nord-orientale della Sardegna in provincia di Sassari.

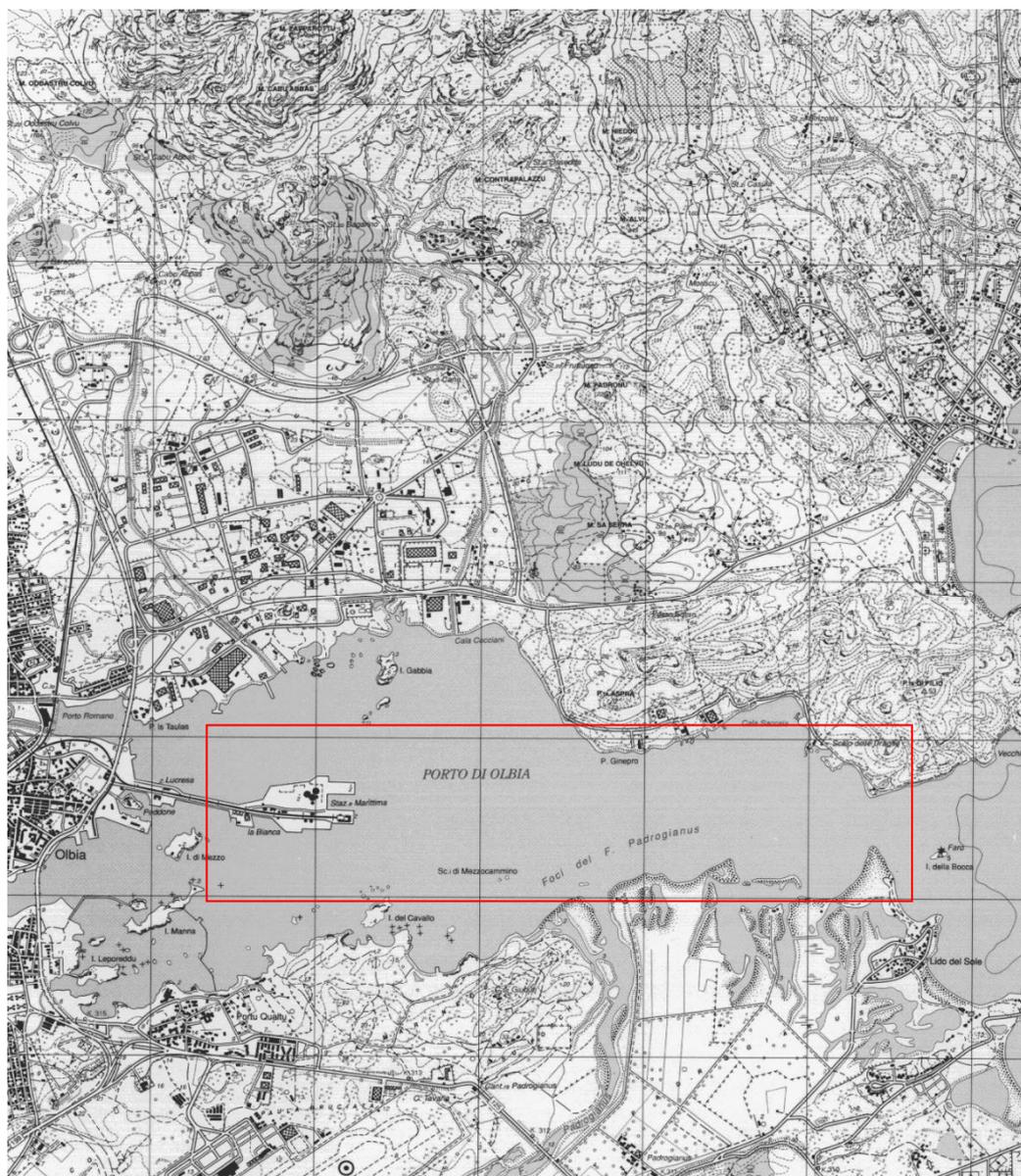


Figura 1: Corografia dell'area di intervento

Con una conformazione di un fiordo, il golfo è racchiuso tra capo Figari a nord e capo Ceraso a sud, comprendendo anche il golfo degli Aranci nei pressi dell'omonimo centro.

Da sempre considerato un eccellente riparo naturale per le imbarcazioni, soprattutto dai dominanti venti di maestrale provenienti da nord-ovest, il golfo si può dividere in due parti: quello esterno

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

(verso il mare aperto) e quello interno separato dallo stretto della Bocca, dove è sito il porto commerciale.

Nel golfo sfocia il piccolo fiume Rio Padrogiano che forma un delta nei pressi delle saline.

All'interno del golfo, oltre all'isola di Figarolo, vi sono diversi piccoli isolotti, e sono l'isola Gabbia, l'isola di Mezzo, l'isola dei Cavalli, l'isola Manna, l'isola di Leporeddu e l'isola della Bocca, che assieme a diversi scogli affioranti non rendono semplice il passaggio e le manovre dei grandi traghetti commerciali, che hanno tuttavia un passaggio obbligato attraverso dei corridoi segnalati da boe luminose.

Il porto si suddivide in tre zone distinte (Fig. 2):

- Isola Bianca: è la zona in cui si concentra gran parte del traffico commerciale tramite Ro-Ro merci, il trasporto passeggeri ed il traffico di navi da crociera;
- la parte interna del golfo: comprende il Porto interno, oggi utilizzato da unità da diporto e piccole navi da crociera e saltuariamente dalle navi Ro-Ro, vi si accede attraverso un canale, ampio circa 100 m, attualmente praticabile da navi con pescaggio non superiore a 6 m e l'antico Porto Romano che viene utilizzato da natanti da diporto, da pesca e da altre attività.
- Porto Cocciani: posto a Nord di Olbia, tra Punta Ginepro e Punta Istaula, comprende tutta l'area industriale; in questa zona vengono movimentate le merci trasportate su navi tipo General Cargo/Multipurpose Ship e approdano alcune navi Ro-Ro merci;

All'interno della zona industriale, oltre all'area di gestione di Porto Cocciani sono presenti diverse attività di cantieristica concentrate nella località di Cala Saccaia.

Nell'area portuale si riversano gli scarichi dovuti ai canali di scolo di acque meteoriche e gli sbocchi naturali di fiumi e rii presenti lungo lo sviluppo portuale del porto di Olbia, e lo scarico dell'impianto di depurazione del CIPNES (Consorzio Industriale Provinciale Nord Est Sardegna) di Olbia. Tale impianto si occupa del trattamento sia di scarichi industriali che civili, raccogliendo reflui pari a 45.000 ab/eq, per un volume di 146.000 m³ all'anno. Inoltre, a tale impianto vengono conferiti anche rifiuti liquidi stoccati in cisterne e i reflui dell'impianto di potabilizzazione.

In tutta l'area immediatamente intorno alla zona strettamente portuale, vi è la presenza di diversi impianti di mitilicoltura e delle strutture produttive ad essi connesse.

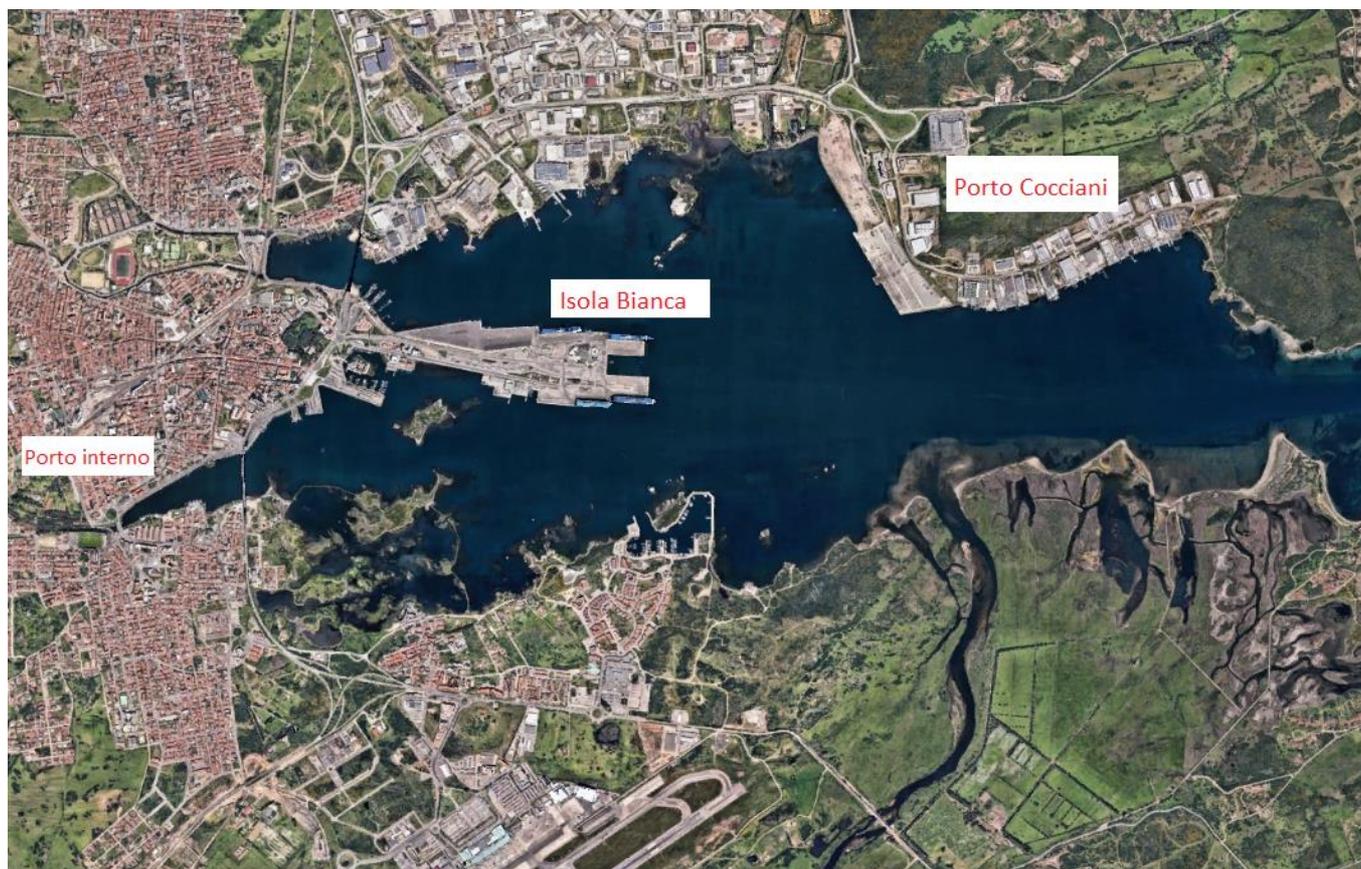
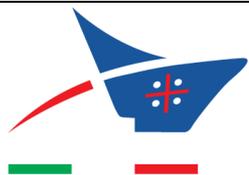


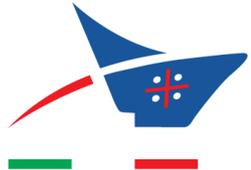
Figura 2: Localizzazione zone principali del porto di Olbia

3 Inquadramento geomorfologico

L'area in studio è collocata sul bordo più orientale della cosiddetta Bassa Gallura, costituente a sua volta, la frangia pedemontana della regione Gallurese.

A grande scala tale area è stata interessata dalla sovrapposizione di particolari vicende tettoniche che, unite all'evoluzione climatica, hanno generato dal Terziario ad oggi, un singolare e composito quadro geomorfologico. La strutturazione tettonica terziaria è responsabile di un assetto tradizionalmente descritto da due Horst, coincidenti con la Nurra ad Ovest e la Gallura ad Est, separati da una Fossa (Graben) colmata da vulcaniti e sedimenti terziari (Logudoro-Anglona).

Il pilastro orientale, di natura prevalentemente cristallina e tendenzialmente impermeabile coincide, dunque, nella sua parte settentrionale, con la Gallura. Qui le successive ridefinizioni tettoniche, posteriori alla surrezione relativa del Massiccio del Limbara (1358 m) sui bacini circostanti, hanno determinato, a partire da questo, un andamento del rilievo a gradinata asimmetrica in direzione N-S, ovvero più acclive verso S (settore di Berchidda) che verso N (settore di Tempio). Pertanto, a

 <p data-bbox="379 138 705 197">Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p data-bbox="762 134 1471 228">Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	---

Serre impervie si avvicendano spesso, da monte a valle, altopiani denudati a quote ricorrenti, con dislivelli in media di circa 200 m.

Di conseguenza, benché i differenziali morfologici più accentuati si osservino verso Ovest sul bordo tettonico fra Fossa terziaria logudorese (solco vallivo a valle del lago del Coghinas) e Pilastro gallurese o fra questo ed i corridoi che lo dividono in prismi (es.: Corridoio – o Soglia di Monti, a seconda di quale sia la sezione di riferimento), e benché esso veda decrescere il profilo altimetrico verso NNE, in tutta la regione gallurese, compreso il settore costiero, si conservano gradienti morfologici estremamente elevati, fin quasi a lambire la linea di costa.

Tali fenomeni hanno prodotto, su di un substrato tendenzialmente impermeabile una rete idrografica ad elevata densità di drenaggio, defluente verso N ed E, caratterizzata da:

- bacini idrografici principali a forti gradienti, in condizioni di erosione spinta fin quasi alla linea di costa,
- prolungati tratti a valli incassate anche nelle reti minori,
- un settore litoraneo dominato da coste di sommersione a Rias, alimentate da contributi solidi talora non modesti,
- modesti corpi alluvionali interposti fra area montana e linea di costa, attualmente reinciati.

Le coste a “Rias” sono infatti formate da sommersione di antiche valli fluviali a seguito dell’innalzamento del livello del mare. L’aspetto risultante è quello di una marcata frastagliatura del profilo costiero e della presenza di piccole isole disperse.

In particolare, il golfo di Olbia si trova in corrispondenza di una “Rias”, scavata dai corsi d’acqua quaternari (nel glaciale Wurm), quando il mare era più basso dell’attuale, impostati su lineamenti tettonici preesistenti.

Questa insenatura, che diventa sempre più ampia man mano che ci si allontana verso il largo, è stata successivamente invasa dal mare nella trasgressione interglaciale Tirreniana (arrivando anche a più di 20 metri al di sopra dell’attuale livello del mare), ma anche per un generale abbassamento delle coste sarde.

Successivamente si sono verificate diverse piccole glaciazioni di breve durata nelle quali si sono verificati periodi di intense e prolungate piogge e freddo, contribuendo alla formazione di vaste zone paludose.

Le forme geomorfologiche che caratterizzano questa area sono caratterizzate dalla presenza di terrazzi morfologici e paleosuperfici di spianamento. Durante le fasi interglaciali, nelle zone

 <p data-bbox="379 138 703 197">Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p data-bbox="762 134 1465 228">Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	---

deprese si sono accumulati livelli sabbioso ghiaiosi, talora fossiliferi, di natura litorale, marina ed eolica, potenti anche più di 3 metri. Su questi depositi si sono successivamente depositate le sabbie limose delle alluvioni deltizio-marine dei corsi d'acqua, il più importante dei quali è il Padrongiano.

Rilevante è stata inoltre, l'azione demolitrice ed erosiva degli agenti atmosferici che rappresentano i più efficaci fattori di disgregazione della roccia sana, determinando l'innescio di processi di alterazione chimica e degradazione fisica di media intensità, in dipendenza dalle attuali condizioni morfoclimatiche.

Tale azione erosiva ha avuto come effetto il ricoprimento delle rocce di substrato da una coltre arenizzata autoctona di spessore variabile da pochi decimetri a qualche metro.

Localmente, in corrispondenza dei principali impluvi al limite con la rottura di pendenza del fondo valle, la coltre sedimentaria può raggiungere spessori intorno a 1,0 -1,5 m.

Per quanto riguarda invece il substrato intrusivo dell'area, lo stesso è caratterizzato da forme morfologiche irregolari e discontinue, la cui andatura è ostacolata da forme concave alternate a quelle convesse.

4 Inquadramento geologico

4.1 Lineamenti geologici generali

La struttura del basamento sardo ha avuto origine dall'Orogene ercinico dovuto in prima fase (Siluriano), ad una collisione associata a subduzione di crosta oceanica e metamorfismo di alta pressione seguita, in una seconda fase (Devoniano-Carbonifero), da una collisione continentale che ha prodotto inspessimento crostale, magmatismo e metamorfismo.

Il batolite ercinico sardo-corso è uno dei più estesi complessi intrusivi europei, l'area di affioramento si aggira infatti sui 12.000 km², la metà dei quali si trova in Sardegna.

I vari plutoni che lo costituiscono sono distribuiti in una fascia che va dalla Corsica meridionale alla Sardegna centrale per un'estensione di oltre 200 km.

I risultati delle numerose ricerche sinora eseguite su questi plutoni, in particolare quelle dell'ultimo decennio, condotte da vari gruppi di studio (Orsini – 1980, Balia et al. 1981), consentono di delineare alcuni tratti fondamentali della costituzione di questo vasto batolite che, nell'ambito dell'Orogenesi Ercinica in Sardegna, rappresenta l'elemento più caratteristico della catena nelle fasi tardo e postcinematiche.

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

L'ossatura fondamentale del batolite (circa il 65%) è formata da plutoni di composizione granitoidale disposti prevalentemente in fasce irregolari con direzioni principali NW-SE.

Le facies prevalenti di questi granitoidi sono le seguenti:

- Granodioriti monzogranitiche equigranulari: a biotite, a grana media, di colore grigio, sono prevalenti nell'Ogliastra e nella Barbagia a Sud di Nuoro; costituiscono anche parte del massiccio di Alà dei Sardi;
- Granodioriti monzogranitiche inequigranulari: presenti soprattutto nell'area di Benetutti – Orune e in Gallura;
- Monzograniti inequigranulari: di colore grigio-rosato, a grana medio grossa, a biotite, con megacristalli di k-feldspato; facies simili si trovano nella zona del Sarrabus meridionale e in Gallura.

Altri caratteri distintivi di queste intrusioni sono:

- notevole variabilità dei caratteri tessiturali e composizionali, particolarmente delle facies inequigranulari che spesso presentano composizione monzogranitica;
- la tessitura orientata per flusso è spesso evidente a scala mesoscopica;
- i contatti sono sempre netti e discordanti sia rispetto alle plutoniti tonalitico – granodioritiche, sia rispetto alle metamorfiti.

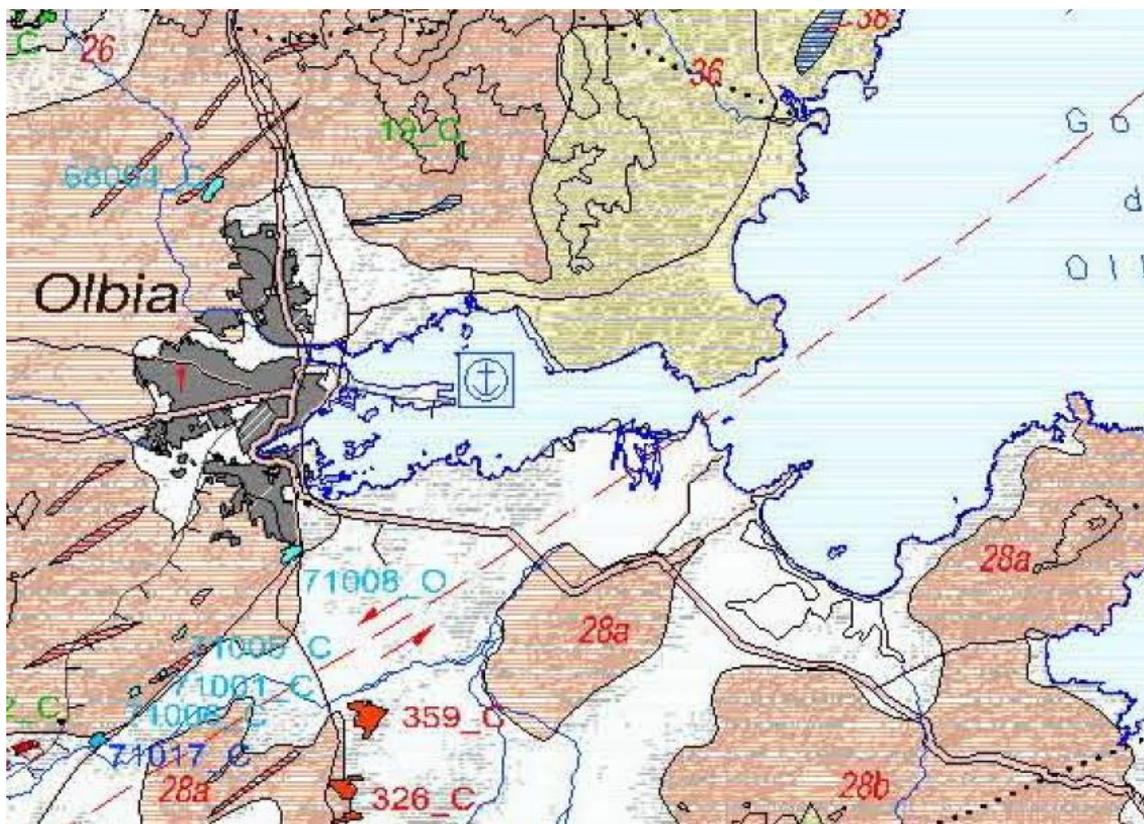
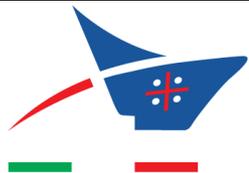
Nell'area del Golfo di Olbia i principali affioramenti sono costituiti dal granito ercinico della Gallura che costituiscono la Zona Assiale della Sardegna.

La facies di gran lunga predominante è quella dei monzograniti inequigranulari caratterizzata da grossi fenocristalli di feldspati potassici rosati pluricentimetrici.

Non mancano le facies differenziate, con una marcata zonatura tessutturale concentrica, con al nucleo i termini a grana più grossa e alla periferia quelli a grana più fine, pur rimanendo la formazione granitica nel suo complesso.

Tale granito è stato interessato, in diversi punti, da una profonda azione idrolitica che ha causato un'intensa argillificazione dei feldspati. Poiché gli stessi rappresentano circa il 55% dei vari componenti di tale roccia, ci si rende subito conto del profondo stato di alterazione della stessa.

Conseguentemente a questa azione, nella zona in studio è presente, come seconda facies della formazione granitica, una coltre di granito arenizzato tenero e permeabile con spessori variabili da uno a cinque metri.



-  1 Ghiaie, sabbie, limi e argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali, travertini **1. Olocene.**
-  28b 28a Monzograniti equigranulari (Goceano: Buddusò, Bortamelone; Gallura: Costa Paradiso) etc. **28_b**
Monzograniti inequigranulari (Gallura: Calangianus, arzachena; Barbagia: Olzai), etc. **28_a**
-  29 Sieniti sodiche (Sarabus: Villasimius) **29**
-  36 Migmatiti leucocratiche, nebuliti, agmatiti, gneiss, talora con le nti a silicati di calcio (Gallura: Golfo Aranci, Palau, Tarra Padeda; Baronia: Brunella, Straula; Asinara) **36. ?Precambriano.**

Figura 3: Carta Geologica del Golfo di Olbia (estratto da Carta geologica della Sardegna, servizio geologico nazionale 1996)

(



 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

4.2 Lineamenti strutturali e neotettonica

La tettonica della zona segue le direttrici fondamentali della Sardegna, caratterizzate da un andamento principale con direzione NE-SO e secondario N-S e NO-SE. Questo è evidenziato anche dalla presenza di filoni pegmatitici e ammassi di micrograniti allineati secondo queste lineazioni principali.

Oltre a questi 2 importanti sistemi di fratturazione dalla carta tettonica se ne può rilevare un terzo, con una fratturazione meno intensa e probabilmente complementare ai primi 2, con direzioni di circa E-O e NE/SO.

Nell'area in esame è presente la faglia di Olbia che, con direzione NE-SW, da Capo Figari arriva quasi fino ad Oschiri. Qui subisce una leggera deviazione e una duplicazione formando un cuneo. Un ramo procede con direzione ENE-WSW, l'altro continua con trend NE-SW fin quasi a raggiungere Chilivani. L'andamento della faglia di Olbia ricalca quello della faglia di Tavolara che, più a sud, dall'omonima isola, attraversa la Gallura e parte del Goceano fino all'abitato di Illora.

Per quanto riguarda la neotettonica l'area può essere suddivisa in due settori:

- 1 - il settore occidentale è caratterizzato da un sollevamento generale uniforme durante la fase II e III, marcato da paleosuperfici incise nei graniti con alvei incassati e meandriformi;
- 2 - il settore orientale è caratterizzato dalla rimobilizzazione delle vecchie faglie inverse alpine, riutilizzate per movimenti distensivi durante i sollevamenti generali dell'area (da 5,2 a 0,7 M.a.) Tali movimenti sono stati accompagnati da un generale basculamento verso NE e riattivazione delle vecchie strutture N-S. A seguito dei sollevamenti, lungo queste direttrici si sono impostate negli intervalli una serie di valli iso-orientate, soggette a sovraescavazione durante il PlioPleistocene e successivamente sommerse dalle acque marine (Coste a Rias della Gallura). In particolare, in prossimità della faglia di Olbia, nel 1838, si è verificato un terremoto, mentre altre scosse sono state avvertite anche di recente, pure non meglio identificate.

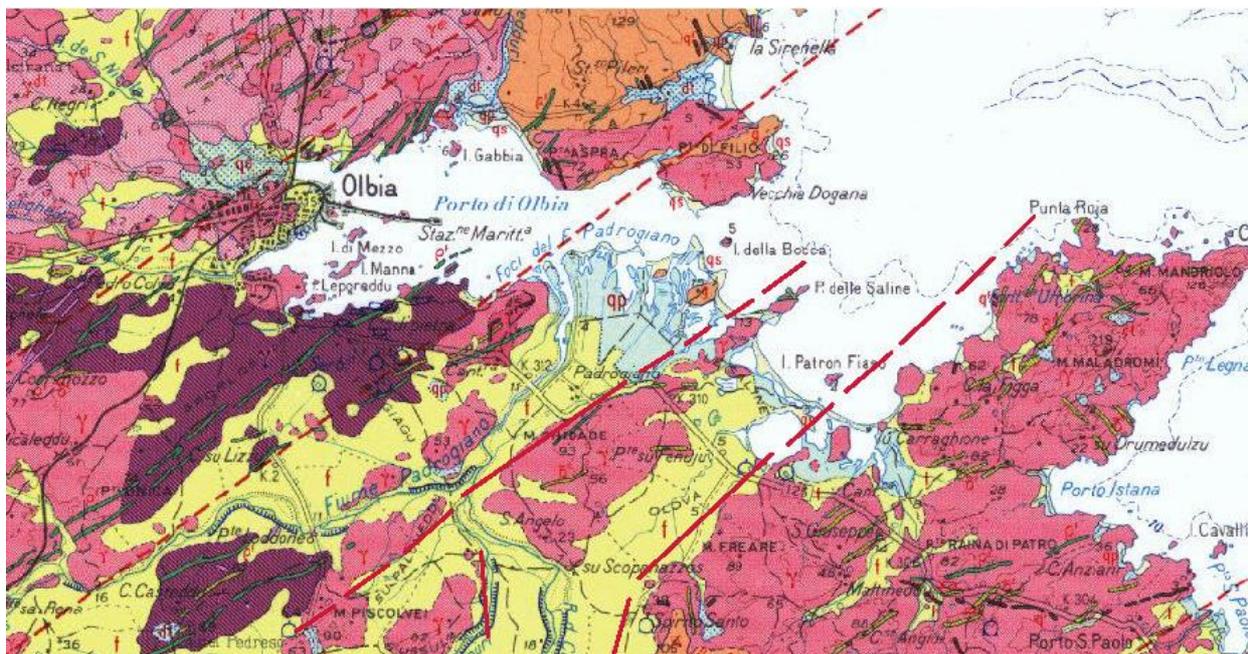


Figura 4: Carta strutturale – Rappresentazione dei principali lineamenti strutturali (da Piano regolatore portuale)

4.3 Coperture sedimentarie del territorio

La copertura sedimentaria nel territorio di Olbia è costituita principalmente da depositi incoerenti di colluvium o terrigeni vari, frammisti localmente a ciottoli.

Tra i materiali semi-coerenti è da sottolineare la presenza dei materiali granulari cementati o molto addensati a prevalenza grossolana, estesi nell'area dove si estende l'attuale centro abitato della città di Olbia.

Per quanto riguarda invece i materiali incoerenti, questi sono presenti diffusamente come depositi di versante o presenti su paleo depressioni e in alcuni impluvi: sono costituiti da terre limo-sabbiose (localmente frammiste a ciottoli), normalmente sciolte.

Il settore E e SE del territorio di Olbia è invece caratterizzato da coperture alluvionali terrazzate dei fiumi che sfociano nella costa tra cui il Padrongiano. Si tratta di materiali prevalentemente fini (limi, limi-sabbiosi e argillosi) entro i quali sono frequenti lenti torbose, ricche di sostanza organica.

Nella costa meridionale del territorio Olbiese, le coperture quaternarie sono rappresentate dalla serie marina tirreniana, passante a colluvi eolizzati, fino ad arrivare all'area SO dove i versanti sono fossilizzati da depositi di pendio di età wurmiana.

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

4.4 Litologia dell'area di intervento

Il basamento paleozoico che interessa le formazioni geologiche del territorio Olbiese è rappresentato prevalentemente da rocce intrusive granitoidi e secondariamente da rocce metamorfiche.

Le rocce intrusive granitoidi appartengono all'insieme di plutoniti che costituiscono il batolite ercinico sardo-corso, la facies intrusiva più rappresentata è quella dei monzograniti inequigranulari, caratterizzati da tessiture marcatamente disequigranulari con fenocristalli centimetrici di KFeldspato immersi in una matrice equigranulare.

Nella piana di Olbia gli affioramenti interessano alcuni rilievi isolati (*inselberg*) separati dalla copertura di alterazione dei graniti stessi e da coltri sedimentarie quaternarie.

Sono inoltre presenti facies migmatitiche costituite da migmatiti, nebuliti, gneiss, talora con lenti di calcsilicati. Localmente inglobati nelle migmatiti vi sono anfiboliti ed anfiboliti ultramafiche con paragenesi relitte di facies granulitiche derivati da complessi basici stratificati.

Tali formazioni risultano localmente coperti dai depositi sedimentari quaternari rappresentati dai depositi di arenizzazione e alluvionali, dai detriti di falda e dalle coperture terrigene eluvio-colluviali.

I processi di alterazione hanno prodotto un'ampia fascia di granito arenizzato che localmente si può spingere fino ad una profondità di diversi metri; il fenomeno interessa in particolare le colline debolmente ondulate degradanti verso il fondovalle e le valli sospese, mentre nei versanti più acclivi, alle quote superiori, tale processo è stato meno intenso.

Il sabbione di arenizzazione, nell'area in esame comunque, raramente supera i quattro/cinque metri, in concomitanza con il differente processo locale di alterazione dei graniti, tale livello passa quindi gradualmente a roccia in posto.

La costa meridionale del Golfo di Olbia è invece caratterizzata dalla prevalenza di depositi alluvionali creatosi dall'azione dei corsi d'acqua (principalmente il Padrongiano) di natura prevalentemente sabbioso-limosa con ciottoli.

Il più recente costituisce gli alvei di magra e di piena ordinaria ed è caratterizzato da scarsa componente ciottolosa. Il terrazzo alluvionale antico è presente in piccoli lembi, spesso caratterizzati da ripe di erosione sia a valle che a monte con la componente ciottolosa più rappresentata. Avvicinandosi alla fascia costiera perdono del tutto la componente ciottolosa a vantaggio della frazione sabbioso-limosa.

Dal punto di vista areale le coperture terrigene eluvio-colluviali sono molto rappresentate soprattutto nel settore centro-meridionale, nell'area di piana degradante verso la costa. Derivano

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

dall'evoluzione pedogenetica del substrato granitico più o meno alterato e/o arenizzato su cui generalmente poggiano.

4.5 Caratteri geotecnici

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche dei principali litotipi presenti nell'area in esame si riportano di seguito alcuni parametri di tipo orientativo che solitamente vengono considerati nel calcolo delle strutture di appoggio delle costruzioni ai terreni.

Tali parametri sono da intendersi come medi e ricavati da varie indagini geotecniche eseguite sul territorio.

In riferimento quindi alle formazioni litologiche descritte nel precedente paragrafo possono essere

A - Ambito dei graniti e delle migmatiti:

In questo ambito si possono distinguere due casi

- 1- Affioramento diretto, o sub-affioramento, delle formazioni litoidi solide, compatte. In questo caso il sub-strato di base è costituito direttamente dai graniti compatti, al limite solo debolmente alterato, comunque a comportamento litoide, per cui non si pongono problemi di carico in quanto questi possono ben essere elevati e superare il limite di rottura del calcestruzzo essendo, la resistenza della roccia, a rottura, superiore di diverse centinaia di kg/cm².
- 2- Presenza di sabbioni di arenizzazione di alterazione delle sottostanti formazioni granitiche, in questo caso tale formazione è assimilabile a sabbie ghiaiose, poco e variamente limose per cui i parametri da assumere sono i seguenti:

γ = peso di volume, variabile mediamente da 1,80 a 1,85 g/cm³;

c = coesione, nulla 0,0 t/mq;

φ = angolo di attrito, variabile mediamente da 31° a 34°.

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

B- Ambito dei depositi terrigeni di copertura (depositi alluvionali)

In caso siano presenti depositi terrigeni di spessore consistente di natura prevalente sabbioso-limosa i parametri medi che possono essere adottati sono quelli indicati di seguito:

- γ = peso di volume, mediamente compreso tra 1,81 e 1,84 t/mc;
- c = coesione, nulla 0,0 t/mq;
- φ = angolo di attrito, variabile entro valori compresi tra 26° e 28°.

Risulta evidente che una verifica dei parametri sopra indicata andrà eseguita caso per caso in relazione alle opere di progetto

4.6 Caratterizzazione del fondale dell'area in esame

La caratterizzazione della natura del fondale nell'area di studio è stata realizzata su base morfologica a partire dal DEM ad alta risoluzione con cella pari a 0,2 m, dai tracciati Side Scan Sonar e dai video realizzati tramite ROV. La geomorfologia del fondale è riferibile ai soli livelli superficiali.

L'analisi integrata dei dati ha messo in evidenza la presenza di differenti tipologie indicate nella carta dei fondali sottostante (Fig. 5).

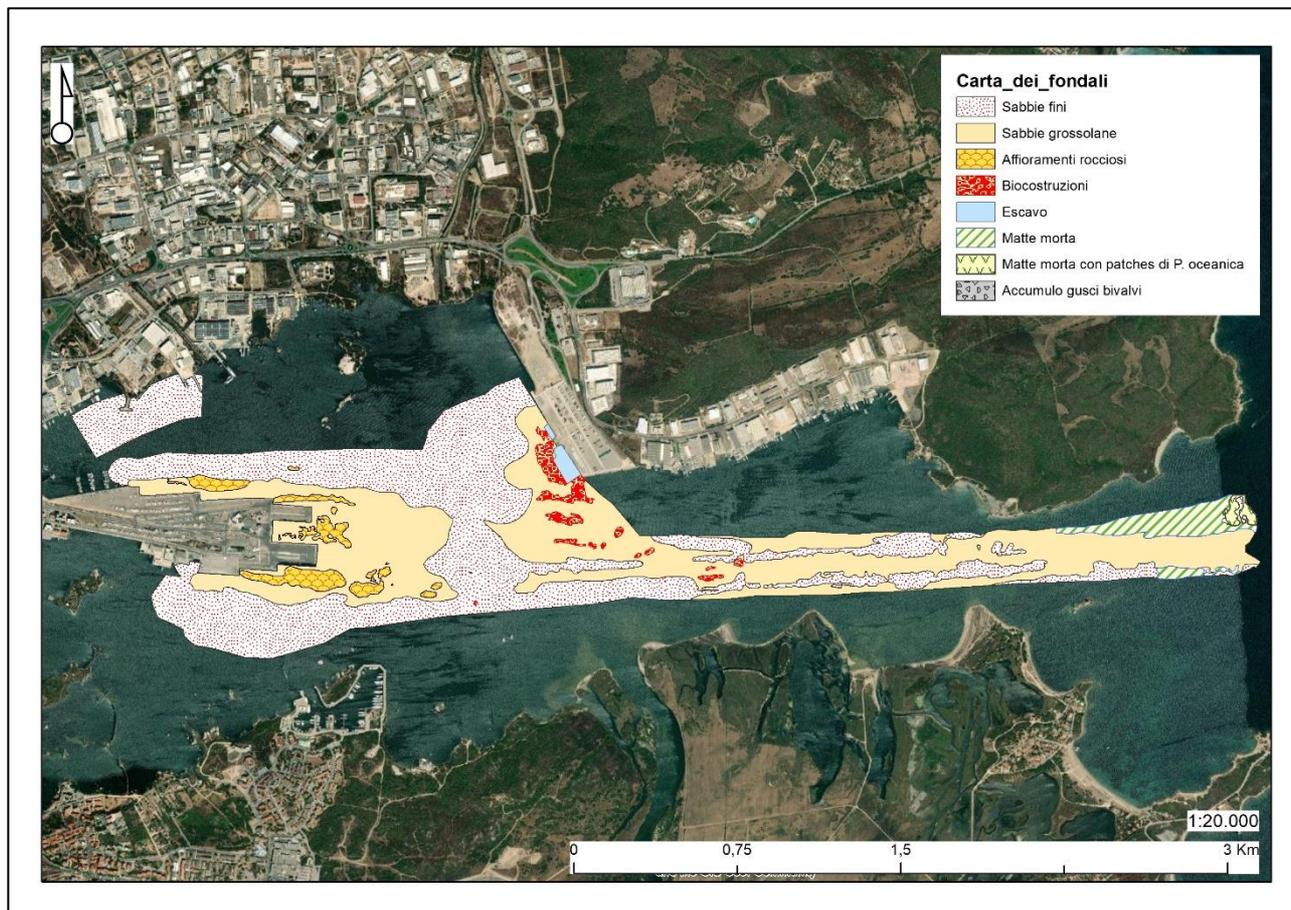


Figura 5 – Carta dei fondali dell'area di studio.

La copertura sedimentaria nell'area di studio è caratterizzata prevalentemente da sabbie fini e sabbie grossolane. Questo è deducibile principalmente dai tracciati Side Scan sonar, dove si alternano zone a basso Backscatter (Fig. 6A) a zone ad alto Backscatter (Fig. 6B) e dalle analisi dei video ROV.

In prossimità dei moli di attracco delle navi passeggeri, sia le sabbie fini che le sabbie grossolane sono coperte da uno strato superficiale di matrice pelitica di colore grigio (Fig. 7). Allontanandosi dai moli di attracco in direzione dell'uscita del Porto, la componente pelitica va a diminuire fino ad essere completamente assente (Fig. 8).

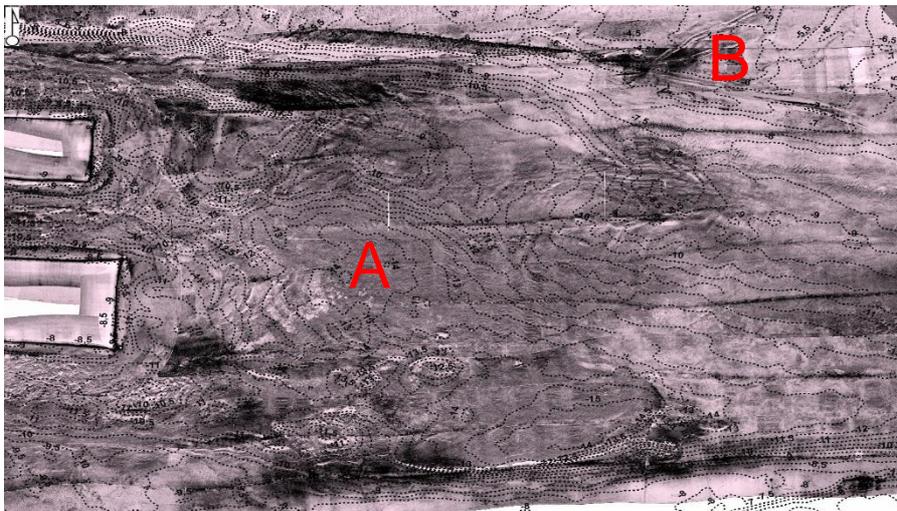
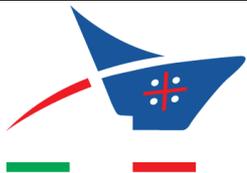


Figura 6 – A: area ad alto backscatter - B: area a basso backscatter.

2023-04-28 10:46:44

OLBIA_TG011 -40 15C 29 11.2M 40.92076,9.52931



Figura 7 – Sabbie fini con matrice pelitica in superficie

2023-04-28 12:04:05

OLBIA_TG19 -28 15C 105 11.9M 40.92247,9.54814



Figura 8 – Sabbia grossolana



Dalle analisi congiunte dei dati Multibeam e dai video effettuati tramite ROV, è stato possibile individuare e mappare diverse aree del fondale caratterizzate da Biocostruzioni, ossia strutture edificate da organismi marini (Fig 9-11). Queste strutture presentano dimensioni e forme variabili e sono composte da diverse associazioni di organismi.

Sono state inoltre individuate aree caratterizzate da accumuli di gusci di bivalvi (Fig. 12).

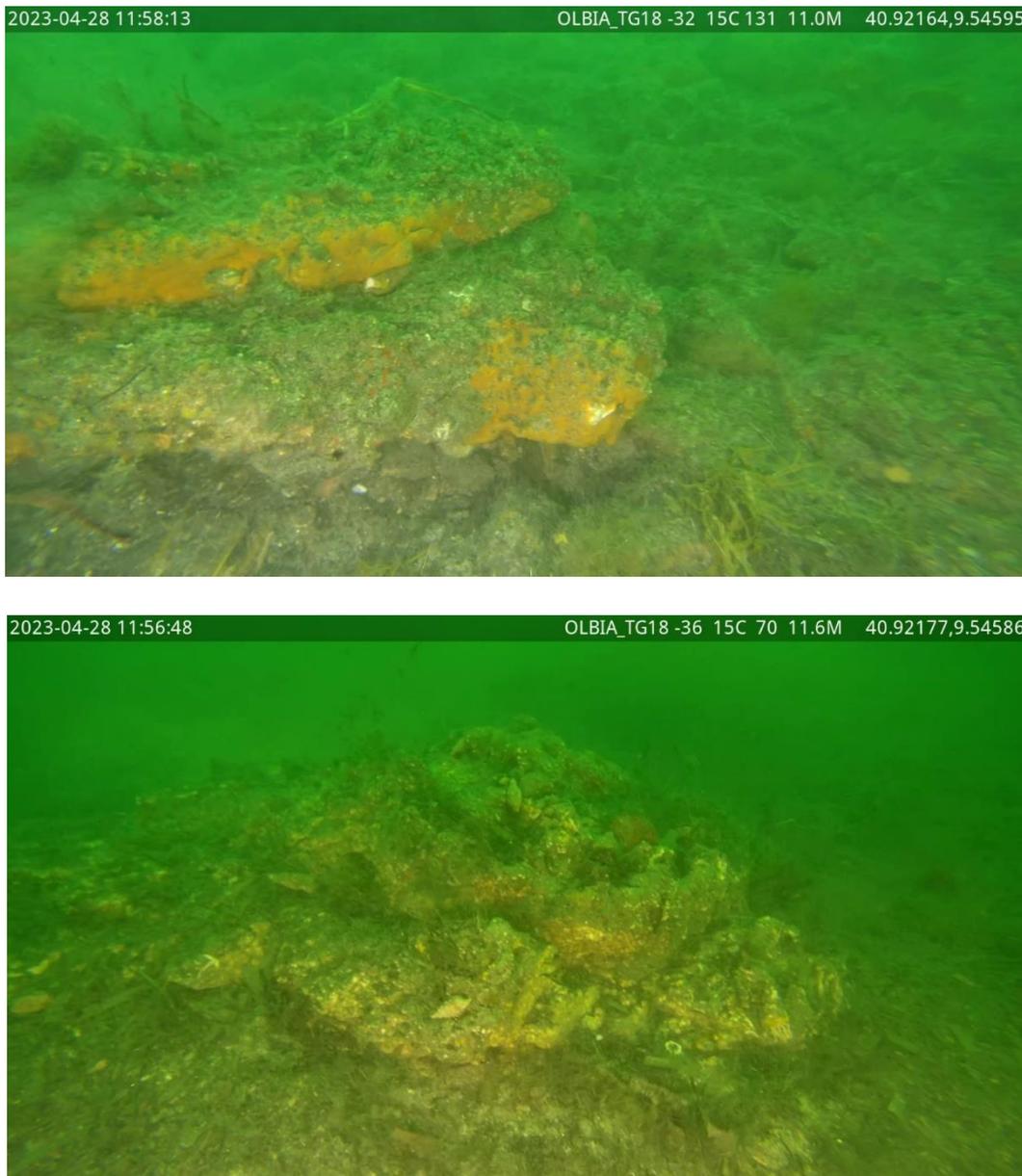


Figura 9 – Biocostruzioni

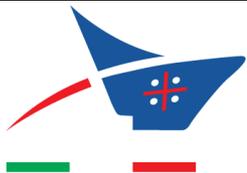


Figura 10 – Biocostruzioni

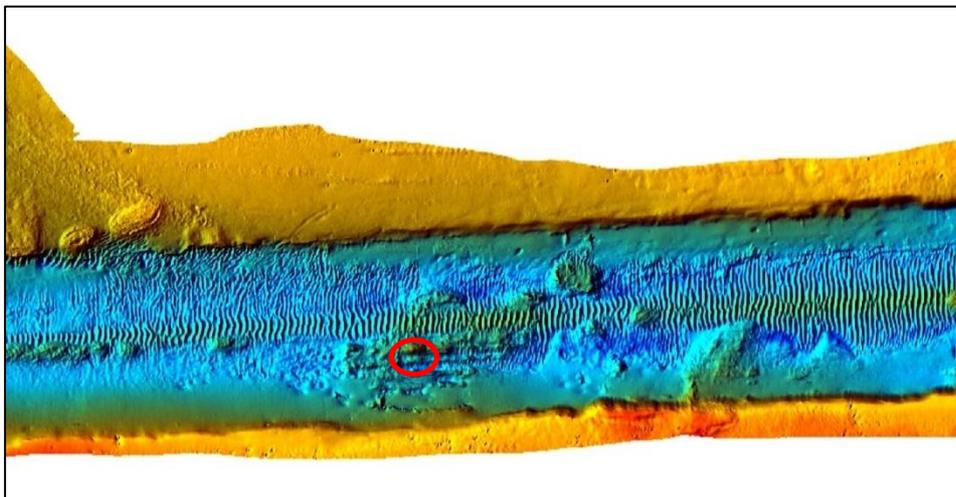


Figura 11 – Biocostruzioni (cerchio rosso) rilevate dai traccati Multibeam



Figura 12 – Accumuli di gusci di bivalvi

Da notare inoltre la presenza di dune e megaripples (Fig. 13-14) di natura presumibilmente antropica lungo la canaletta di accesso al Porto di Olbia.



Figura 13 – Dune nella canaletta di accesso al Porto

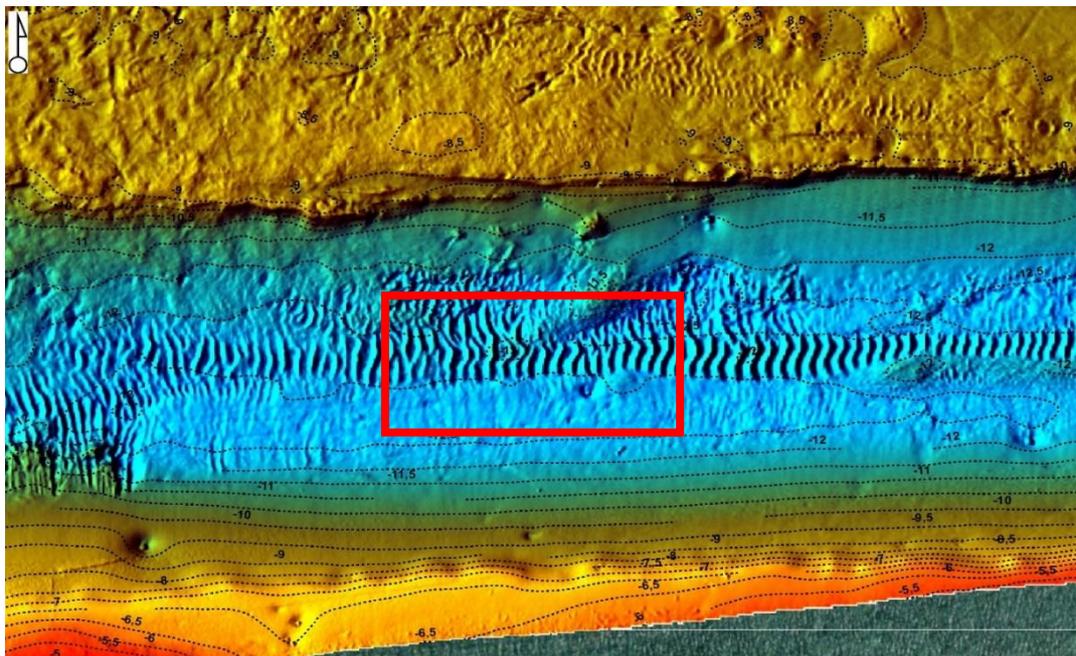
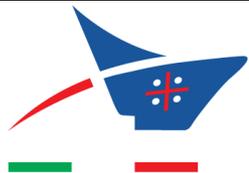


Figura 14 – Megaripples e dune (quadrato rosso) rilevate dai tracciati Multibeam



Nell'area inoltre sono presenti alcuni affioramenti rocciosi (Fig. 15) assimilabili ai Tor granitici, evolutisi in ambiente sub aereo ma che al momento si trovano parzialmente coperti dal riempimento sedimentario alluvionale della Ria di Olbia.

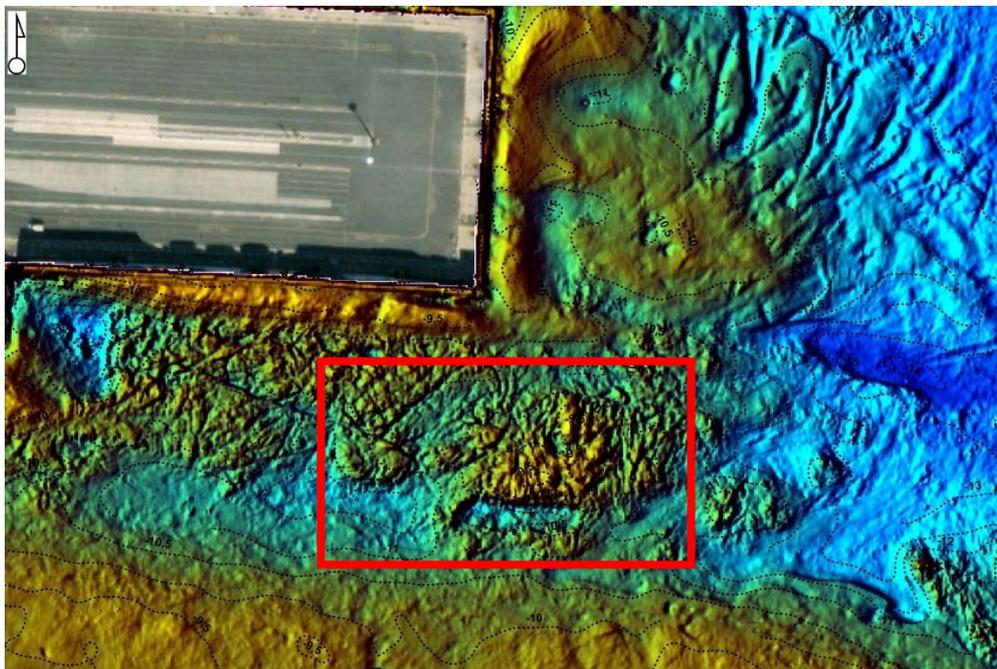
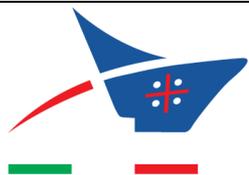


Figura 15– Affioramenti rocciosi (quadrato rosso) rilevati dai tracciati Multibeam.



4.6.1 Strutture antropiche

Le analisi di tracciati Side Scan Sonar e Multibeam, associati alle analisi dei video ROV hanno permesso di individuare nell'area di studio diverse strutture antropiche (da Fig. 15 a 21). Le coordinate di ogni manufatto sono visibili nel frame dei video ROV in alto a destra.

Le posizioni dei manufatti sono riportate nella mappa (Fig. 16) e ognuno è associato ad un numero.

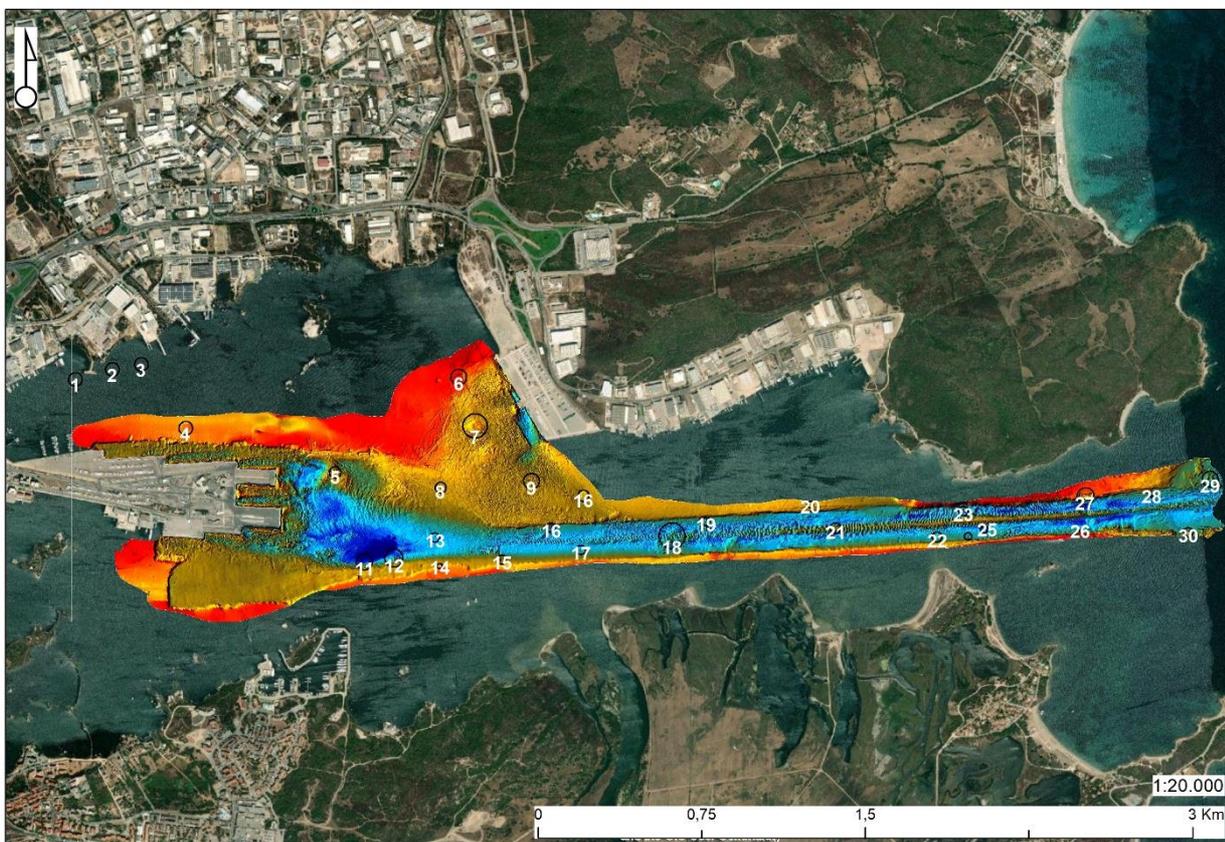
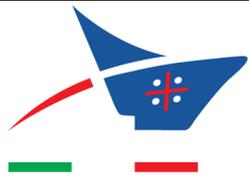


Figura 16– Mappa dei target investigati dal ROV



- Punto n. 20: manufatto di natura sconosciuta, batimetria – 8.8 m (Fig. 17);

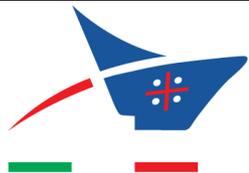


Figura 17- Struttura antropica relativa al punto n.20

- Punto n. 21: rete abbandonata, batimetria -9.1 m (Fig. 18);



Figura 18- Rete abbandonata relativa al punto n. 21.



- Punto n. 22: corpo morto del fanale, batimetria -11.6 m (Fig. 19);

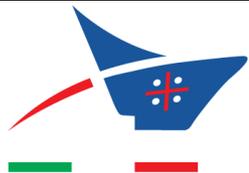


Figura 19- Corpo morto di un fanale relativo al punto n. 22.

- Punto n. 24. Include due manufatti: catena con probabile ancora e struttura antropica non indentificata, batimetria – 11.3 m (Fig. 20);



Figura 20- Catena con probabile ancora relativa al punto n. 24.



- Punto n. 26: probabile struttura antropica di natura sconosciuta, batimetria – 10.4 m (Fig. 21);



Figura 21- Struttura antropica relativa al punto n.26

- Punto n. 28: corpo morto di un fanale, batimetria – 10.6m (Fig. 22).



Figura 22- Corpo morto (punto 28)

5 Considerazioni idrografiche ed idrogeologiche

In generale, l'esame della rete idrografica rivela un andamento fortemente condizionato sia dalle caratteristiche strutturali e tettoniche del territorio sia dalle caratteristiche litologiche.

Il controllo strutturale viene evidenziato da variazioni improvvise della direzione di scorrimento di alcuni corsi d'acqua in particolare in corrispondenza di faglie tettoniche.

Inoltre i corsi d'acqua impostati su litotipi litoidi si presentano poco sviluppati e a basso grado di gerarchizzazione, mentre quelli impostati sui depositi terrigeni, presentano un reticolo più sviluppato ed una configurazione che possiamo definire dendritica.

Il corso d'acqua più importante del territorio comunale di Olbia è il fiume Padrogiano che assume questa denominazione nel tratto terminale, dopo aver ricevuto le acque del Rio Piricone che riceve a sua volta gli apporti del Rio Santo Simone e del Rio Parasole.

Il Padrogiano sfocia a delta nella parte meridionale del Golfo e può considerarsi a dominante fluviale in cui cioè sono da considerare prevalenti le azioni di trasporto solido e conseguenti deposizioni associate a intense fenomenologie di deflusso. Si tratta di fenomeni non continui che hanno massima intensità nei mesi di Ottobre - Marzo e riflettono il regime dei deflussi di tipo torrentizio del corso d'acqua, influenzato a sua volta dalla natura del substrato e dalle pendenze del bacino a monte.

Il trasporto dei materiali per lo più ghiaiosi e sabbiosi e la loro progressiva selezione verso foce, risulta di fatto influenzato dei tratti morfologici che determinano deposizioni in punti specifici sul delta.

Sulla base di considerazioni geomorfologiche ed idrologiche il Delta del Padrogiano può considerarsi suddivisibile in tre porzioni ben definite:

- 1) La porzione più orientale, compresa fra Capo Ceraso e il promontorio delle Saline, da considerarsi di tipo relitto ovvero non più allagabile per tempi di ritorno cinquecentennali
- 2) la stretta porzione compresa fra il promontorio roccioso (a granitoidi) delle Saline ad Est e quello roccioso (a metamorfiti) di Crabile (Gravile; Caprile) ad Ovest, destinata ad allagarsi per tempi di ritorno cinquecentennali ed in base a ricostruzioni della fascia fluviale fondate su criteri geomorfologici;
- 3) la porzione occidentale, compresa fra il promontorio di Crabile e i rilievi di Sa Marinedda, la più vasta ed allagabile per tempi di ritorno centennali.

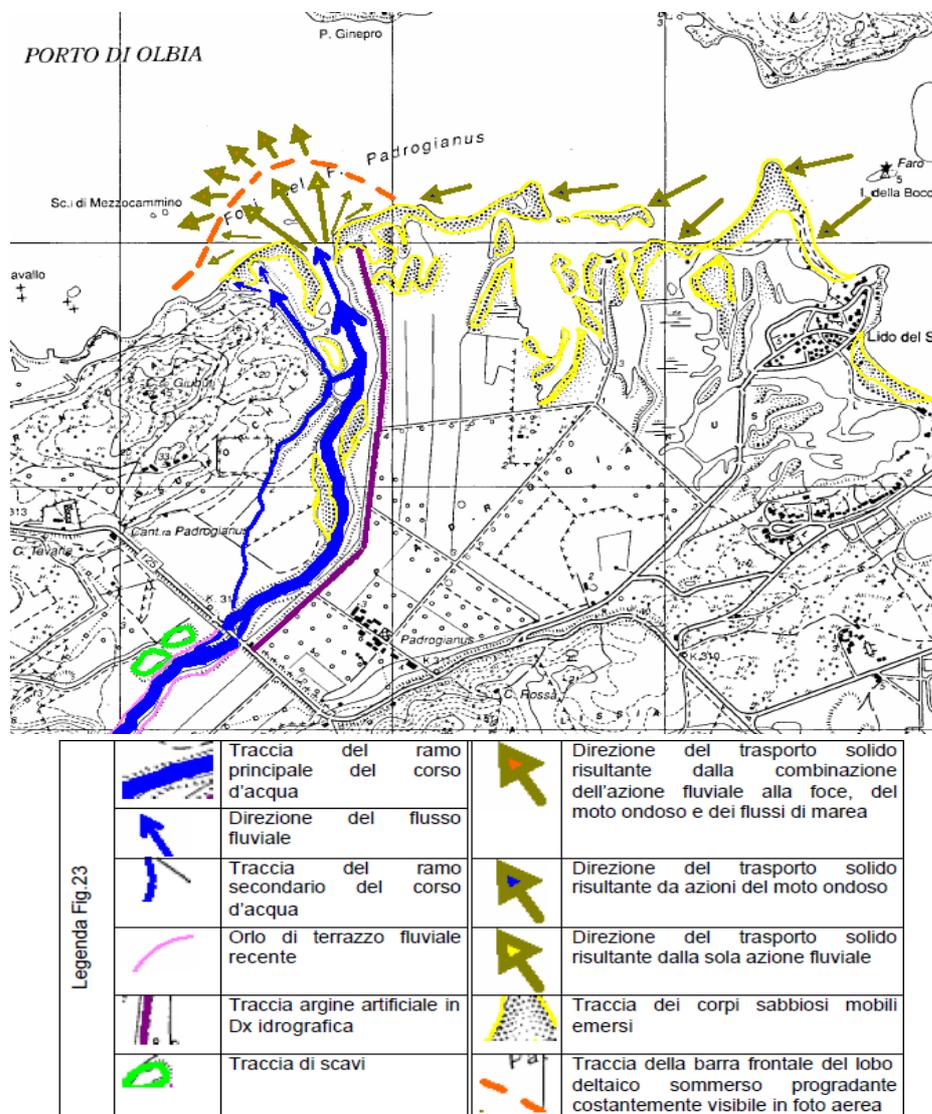
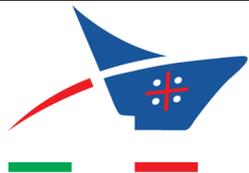


Figura 23: Schema idrografico e geomorfologico del tratto terminale del Riu Padrogiano e della foce
(da Piano regolatore portuale)

Dal punto di vista idrogeologico, in base ai litotipi presenti possono essere distinte le seguenti classi di permeabilità :

- Terreni altamente permeabili, con un coefficiente $K > 10$ cm/sec., costituiti da coperture alluvionali e detritiche sciolte localizzate lungo i corsi d'acqua, e nelle aree più pianeggianti e depresse.
- Terreni scarsamente permeabili, con coefficiente K compreso tra 10^{-4} e 10^{-7} cm/sec. Appartengono a questa classe i vari tipi di graniti, le rocce del complesso migmatiticometamorfo

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
--	--

fratturate ed i sabbioni da essi originati che interessano buona parte dell'area d'intervento. Il loro grado di permeabilità è legato esclusivamente alla fratturazione delle rocce ed al loro più o meno elevato grado di alterazione.

6 Azione sismica

La Sardegna è considerata da tutti gli studi di settore in particolare dal GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) come un'area caratterizzata da una bassa sismicità. In conformità all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274 del 2003 con la quale si stabiliscono i nuovi criteri per la classificazione sismica del territorio italiano, *l'Isola è classificata come zona 4.* Tale tipologia di rischio si può quindi considerare di entità moderata.

Per ridurre gli effetti del terremoto, l'azione dello Stato si è concentrata sulla classificazione del territorio, in base all'intensità e frequenza dei terremoti del passato, e sull'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche. La legislazione antisismica italiana, allineata alle più moderne normative a livello internazionale prescrive norme tecniche in base alle quali un edificio debba sopportare senza gravi danni i terremoti meno forti e senza crollare i terremoti più forti, salvaguardando prima di tutto le vite umane.

Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel quale risiede il 40% della popolazione. Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

Zona 1 - È la zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta

Zona 2 - In questa zona forti terremoti sono possibili

Zona 3 - In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2

Zona 4 - È la zona meno pericolosa: la probabilità che capiti un terremoto è molto bassa

Di fatto, sparisce il territorio “non classificato”, e viene introdotta la zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l’obbligo della progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell’azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

L’attuazione dell’ordinanza n.3274 del 2003 ha permesso di ridurre notevolmente la distanza fra la conoscenza scientifica consolidata e la sua traduzione in strumenti normativi e ha portato a progettare e realizzare costruzioni nuove, più sicure ed aperte all’uso di tecnologie innovative.

Le novità introdotte con l’ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate, grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (Ingv, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall’opcm 3274/03, è stato adottato con l’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006. Il nuovo studio di pericolosità, allegato all’Opcm n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

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

Tabella 1 - Suddivisione delle zone sismiche in relazione all’accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06 in allegato)

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno classificato il territorio nelle quattro zone proposte, altre Regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, ad esempio adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità. Per il dettaglio e significato delle zonazioni di ciascuna Regione, si rimanda alle disposizioni normative regionali. Qualunque sia stata la scelta regionale, a ciascuna zona o sottozone è attribuito un valore di pericolosità di base,

 <p data-bbox="384 143 703 197">Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p data-bbox="767 136 1461 226">Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	---

espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (ag). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione.

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008), infatti, hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche. Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).



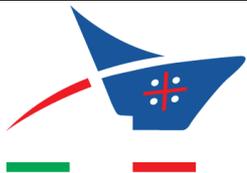


Figura 24: - Stralcio della Carta della Pericolosità 2015

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

7 Note bibliografiche

- Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna. Campionamento e caratterizzazione dei fondali del canale di accesso al porto di Olbia, bacino di evoluzione, degli attracchi del porto Isola Bianca e del porto Cocciani (2019). Relazione generale, Piano di indagine, Caratterizzazione dei sedimenti marini nel Golfo di Olbia.
- Carmignani, L., Oggiano, G., Barca, S., Conti, P., Salvadori, I., Eltrudis, A., ... & Pasci, S. (2001). Geologia della Sardegna (Note illustrative della Carta Geologica della Sardegna in scala 1: 200.000). Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia, 60, 1-283.
- Comune di Olbia. Piano Urbanistico Comunale in adeguamento al PPR E AL PAI (2020). Relazione geologica.
- Autorità Portuale di Olbia e Golfo Aranci – Piano Regolatore Portuale. Elaborato SGR.1. Inquadramento geologico dell'area portuale di Olbia. Ottobre 2008
- Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna. Esecuzione di rilievi geomorfologici del fondale marino mediante sistema tipo Side Scan Sonar nel Golfo di Olbia. Eseguito dalla Soc. MarTech srl. Marzo 2023
- ISPRA – Studio delle caratteristiche ambientali del Golfo di Olbia, Dicembre 2020