



Regione PUGLIA



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



Autorità Portuale di Taranto



Convenzione Sogesid S.p.A. - Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare
Regione Puglia - Autorità Portuale di Taranto del 19 Luglio 2011

INTERVENTI PER IL DRAGAGGIO DI 2,3 Mm³ DI SEDIMENTI IN AREA MOLO POLISETTORIALE E PER LA REALIZZAZIONE DI UN PRIMO LOTTO DELLA CASSA DI COLMATA FUNZIONALE ALL'AMPLIAMENTO DEL V SPORGENTE DEL PORTO DI TARANTO PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

Elaborato

ED 003

Redatto da



IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Carlo MESSINA

Responsabile Servizio Operativo
Bonifiche e Rifiuti :

Ing. Enrico BRUGIOTTI

Il Responsabile del Procedimento

Project Manager :

Ing. Giuseppe ALFANO

GRUPPO DI LAVORO

Ing. G. ALFANO - Ing. R. GRADO
(Opere Civili, Idraulica e Impiantistica)

Geol. P. MARTINES - Geol. V. SPECCHIO
(Geologia)

Ing. F. LEO (Geotecnica, Sismica e Strutture)

Ing. A. LUCIANO (Impianti Trattamento)

Ing. M. TARTAGLINI (Opere Marittime)

Ing. B. FERRARO (Computi metrici)

Dott. C. CORSI - Biol. S. RANIA
(Caratterizzazione Ambientale dei Sedimenti)

Arch. K. ELIA - Arch. E. CONFORTI -
Dott.ssa F. MONCADA - Geom. M. TEMPESTA
(Elaborazioni grafiche)

Cod. Commessa

PUG102

Codice

PD

ED

0

0

3

rev.
0

Nome file

PUG102PDED003_0

Data : **Ottobre 2012**

Rev.	Data	Descrizione modifica	verificato	approvato
0	ott/2012	1 ^a Emissione		

Indice

1- Introduzione	2
2- Inquadramento territoriale e morfologico.....	4
3- Lineamenti geologici regionali	7
4- Lineamenti idrogeologici di carattere regionale	12
5- Caratteristiche litologiche e stratigrafiche delle aree a terra.....	14
6- Lineamenti idrogeologici del sito a terra	17
7- Le indagini a terra effettuate nella campagna geognostica (2011/2012).....	18
8- Le indagini a terra effettuate nella campagna geognostica “ex Yard Belleli (2011).....	20
9- Indagini relative in località V Sporgente (2011 vd. Elab. 005)	26
10- Le indagini integrative (2012)	32
11- Caratteri litotecnici dei substrati lungo il margine della cassa di colmata.	46
12- I sedimenti marini recenti	48
13- Inquadramento geologico dell’area a mare (da ISPRA sul Piano di Gestione Sedimenti ‘09)	50
14- Aspetti sismici generali.....	57

1- Introduzione

Il presente studio geologico-tecnico riguarda un'area inserita all'interno del perimetro del Sito di Interesse Nazionale (S.I.N.) di Taranto, individuato con legge n. 426 del 9/12/1998 e definito con D.M. dell'Ambiente del 10/01/2000 e in particolare in una zona del Porto di

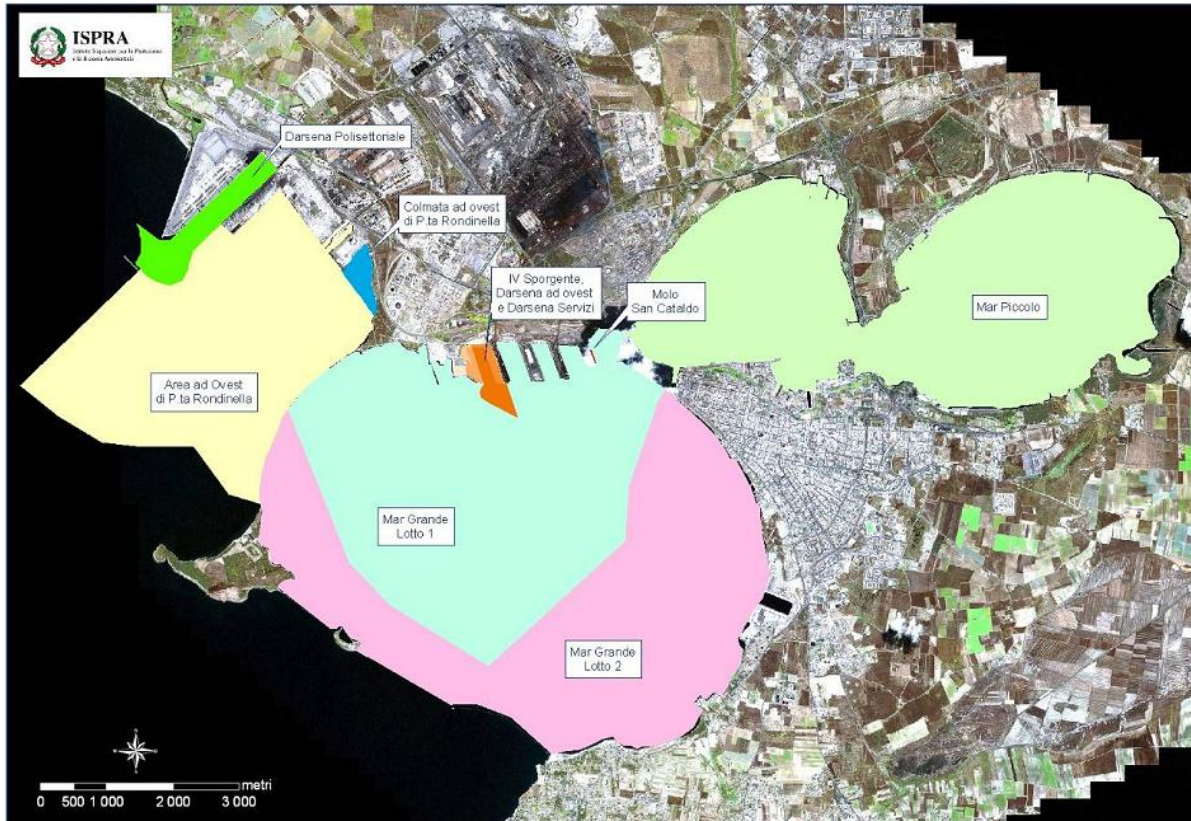


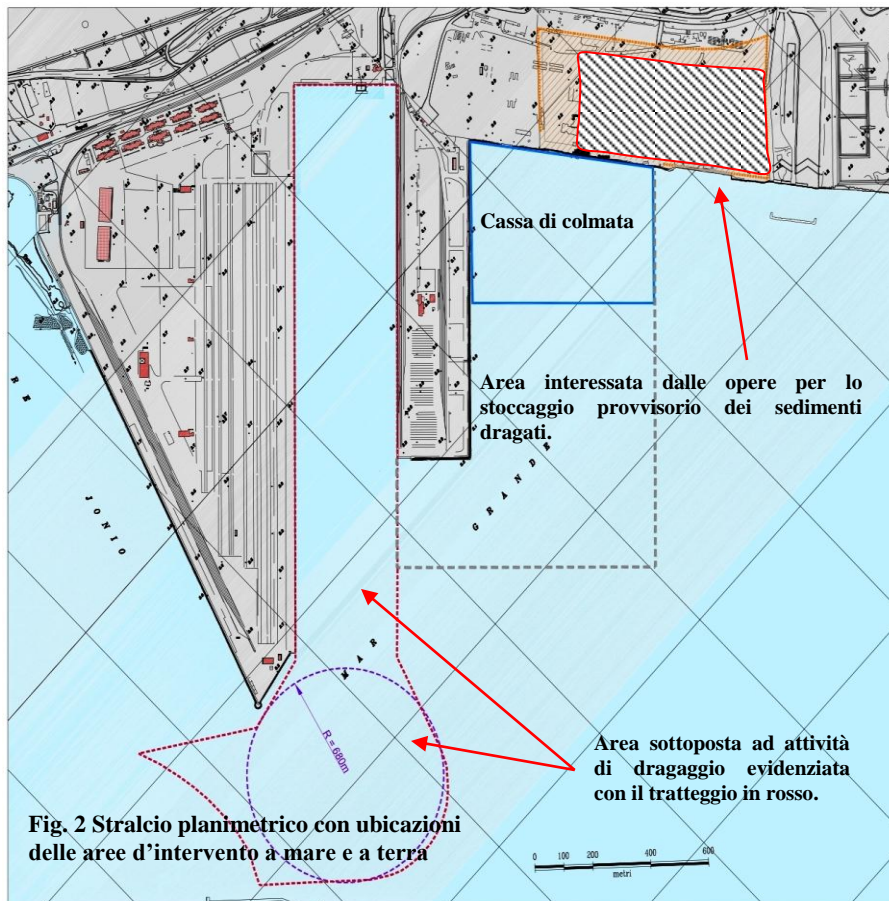
Figura 1 Inquadramento dell'area marittima del SIN di Taranto (fonte ISPRA)

Taranto compresa tra il *Molo Polisettoriale* e il *V Sporgente* denominato “*Darsena Polisettoriale*”, meglio evidenziata nella figura 1.

In tale area è previsto un intervento che prevede sia l'approfondimento dei fondali antistanti il *Molo Polisettoriale* fino a una profondità di -16,5 m (s.m.m.) attraverso dragaggio dei sedimenti sia lo stoccaggio provvisorio e trattamento in un'area all'interno dello *Yard Belleli* per consentire il successivo rifluimento in una cassa di colmata (vd. fig. 2). Questi interventi rientrano tra gli interventi urgenti programmati dall'Autorità Portuale e previsti nel nuovo P.R.P. esaminato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nell'adunanza del 23 luglio 2008, aggiornato in base alle osservazioni e prescrizioni del voto 322/07 espresso nel suddetto consiglio e riproposto in data 26 maggio 2009 e di conseguenza approvato con le

prescrizioni nel consiglio del 24 marzo 2010. Dopo l'individuazione dell'area del SIN, le Aziende private e gli Enti pubblici insediati all'interno del perimetro hanno intrapreso le attività d'indagine di caratterizzazione ambientale delle matrici suolo, sottosuolo e acque di falda, per poter predisporre efficienti interventi di messa in sicurezza e relativa bonifica. In data 5 novembre 2009 è stato sottoscritto il Protocollo di Intesa tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero dello Sviluppo Economico, Regione Puglia, Provincia di Taranto, Comune di Taranto, Autorità Portuale di Taranto e Sogesid S.p.A., che prevede all'art. 2, comma 4, la:

- *Progettazione e realizzazione delle attività di dragaggio di circa 2.300.000 m³ con finalità di bonifica e di portualità del Terminal Contenitori del Molo Polisettoriale di Taranto;*
- *Progettazione preliminare della cassa di colmata (I° Stralcio Funzionale) a Est del V Sporgente, della capacità di circa 2.300.000 m³, funzionale alla gestione dei sedimenti dragati in ambito portuale del Porto di Taranto.*



Il presente progetto prevede l'esecuzione delle attività di dragaggio compresa la realizzazione a terra (in area "ex Yard Belleli") delle opere e infrastrutture di stoccaggio provvisorio dei sedimenti dragati, nonché l'esecuzione della cassa di colmata prevista a est del V Sporgente (vd fig. 2) nella quale saranno refluiti i sedimenti dragati.

2- Inquadramento territoriale e morfologico

Il territorio amministrativo della città di Taranto si affaccia sul Mar Ionio e il nucleo urbano è posto a 15 metri circa (s.l.m.) in una zona pianeggiante protesa lungo l'asse NN/O-SS/E e circondata da Nord-Ovest fino a Est dall'altopiano delle Murge.

Il suo territorio ha un'estensione di 209,64 km² ed è circondato prevalentemente dal mare; è caratterizzato dalla presenza di tre penisole naturali e di un'isola artificiale, formatasi in seguito al taglio della penisola originale eseguito durante la costruzione del fossato del Castello Aragonese. E' sede di un grande porto industriale e commerciale e di un arsenale della Marina militare.

Sulle aree di sviluppo industriale sono presenti stabilimenti siderurgici (tra i quali il più grande centro siderurgico d'Europa), petrolchimici, cementiferi e di cantieristica navale oltre a stabilimenti agro-alimentare e della pesca.

Il Sito di Interesse Nazionale di Taranto ricopre una superficie complessiva di circa 115.000 ha, di cui 83.000 di area marina. Quest'ultima interessa l'intera area portuale che si estende verso Sud-Est a partire dal *Molo Polisettoriale* e comprende Mar Piccolo, Mar Grande e Salina Grande.

Le attività industriali intraprese in queste aree hanno influenzato, non solo il quadro socio-economico ma anche quello ambientale e paesaggistico con una notevole incidenza sull'ecosistema generale.

L'area perimetrata del S.I.N. racchiude ambienti che possiedono un elevato interesse ai fini della conservazione del patrimonio naturale. I biotopi esistenti comprendono zone umide, tratti di corsi d'acqua e di costa sia di natura sabbiosa sia rocciosa di particolare interesse soprattutto nelle aree del Mar Piccolo e delle saline.

Relativamente allo stato dei suoli sono state evidenziate zone interessate da attività estrattive (cave) che presentano fenomeni di degrado e dissesto localizzato con la necessità, urgente, d'interventi di bonifica e rinaturalizzazione.

Sono presenti anche siti di discarica di rifiuti urbani non in regola con le attuali norme e numerosi siti di smaltimento abusivo di rifiuti di varia natura.

I corsi d'acqua superficiali sono a carattere torrentizio e spesso sono recapito di reflui scarsamente o per nulla depurati.

Ciò determina una condizione di notevole criticità negativa influenzando sulla qualità delle acque marine anche per il carico delle attività portuali.

Il Mar Piccolo risulta oggi gravemente compromesso dalla pessima qualità degli affluenti che determinano un pesante stato eutrofico, accentuato dalla particolare morfologia del bacino stesso. Il Mar Grande in cui è localizzato il porto commerciale e industriale riceve le acque depurate da parte d'insediamenti industriali dell'area e da diversi carichi non depurati provenienti dalla rete fognaria cittadina oltre al problema di inquinamento prodotto dalla sedimentazione di materiali contenenti sostanze nocive. Oggi si assiste pure al depauperamento della flora acquatica e un ulteriore peggioramento della qualità delle acque.

Relativamente alle risorse idriche manca una sufficiente conoscenza dello stato della falda idrica al di sotto delle aree industriali; di fatto sono stati rilevati fenomeni d'inquinamento diffuso e/o di origine agronomica a cui si aggiungono i rilasci di percolato da discariche incontrollate e da pozzi neri non adeguatamente impermeabilizzati.

L'area in esame è situata (vd. foto 1 e fig. 3) all'interno dell'area portuale di Taranto, in una zona compresa tra Punta Rondinella e la foce del Fiume Tara.

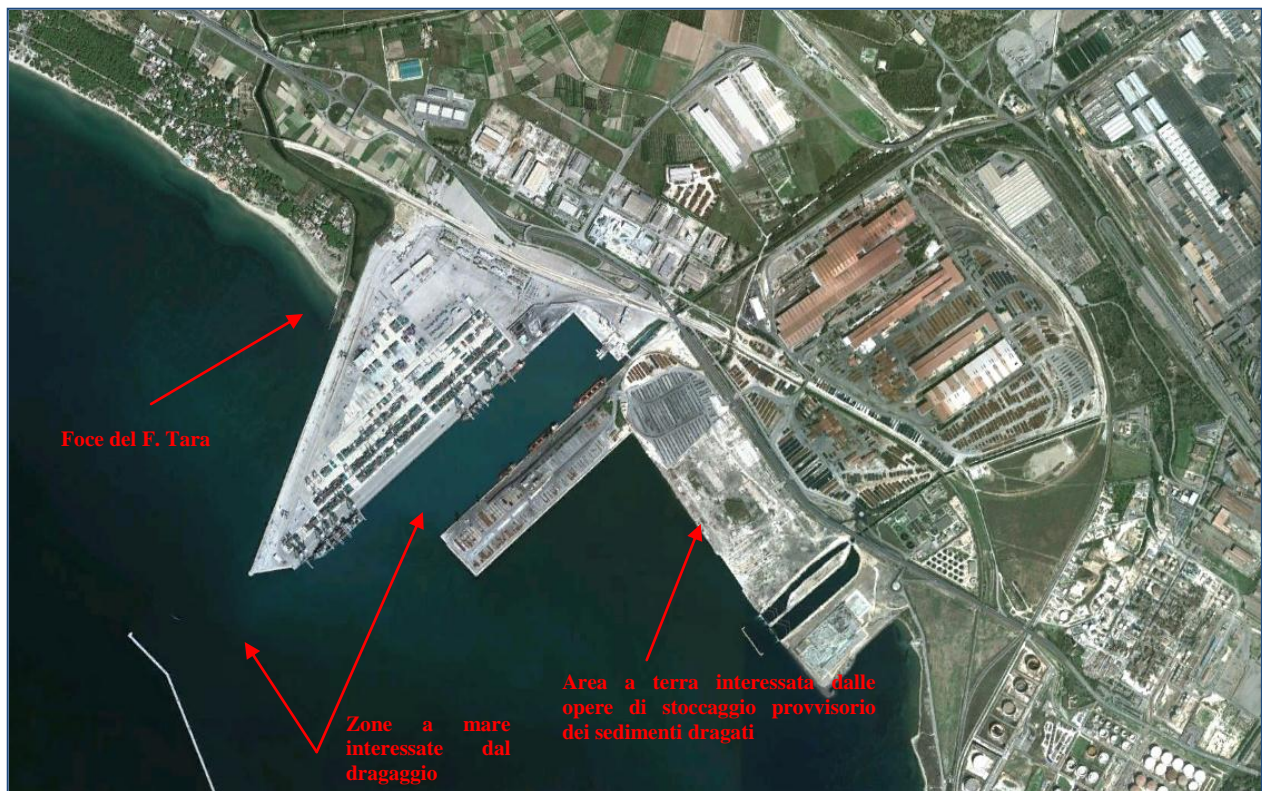


Foto 1 – Inquadramento territoriale degli interventi di dragaggio (ripresa aerea da Google Earth).

Solo 70-80 anni fa l'area in oggetto era posta al di fuori del porto attuale e quindi soggetta alle alterne azioni erosive e di deposito che hanno interessato tutta la fascia litoranea. Le opere di protezione portuali hanno permesso di escludere l'innescò di significative variazioni morfologiche di tipo erosivo, dovute in particolare, alle azioni del mare e delle correnti.

L'ambiente di foce del Fiume Tara, con conseguente apporto e deposito di sedimenti, nonché l'azione costante d'interramento dell'imboccatura portuale, non hanno comportato nel tempo variazioni morfologiche, in quanto bilanciate dalla normale opera di mantenimento dei fondali, esercitata per consentire l'attività portuale. Risultano modesti e ininfluenti, ai fini morfologici, i movimenti interni di marea (oscillazioni max 30/50 cm) mentre l'azione che i venti provenienti dai settori di traversia principale (libeccio, maestrale e ponente) provocano sul moto ondoso nello specchio d'acqua interno al porto è d'irrelevante entità per l'azione mitigatrice dalle opere di difesa marittima.

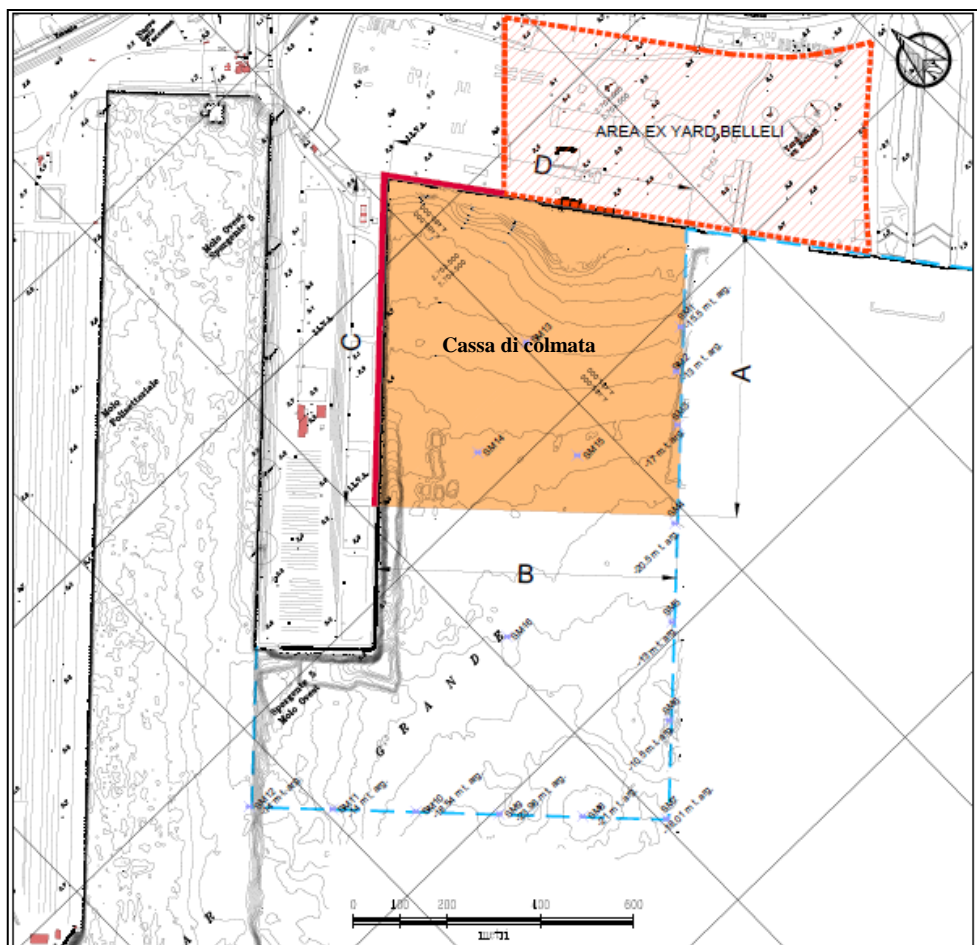


Fig. 3 - Aree d'intervento a terra (Area ex Yard Belleli) e a mare (cassa di colmata).

3- Lineamenti geologici regionali

Il territorio interessato è posto nell'area delle Murge di Taranto e si presenta con un andamento morfologico per la maggior parte pianeggiante caratterizzato dalla

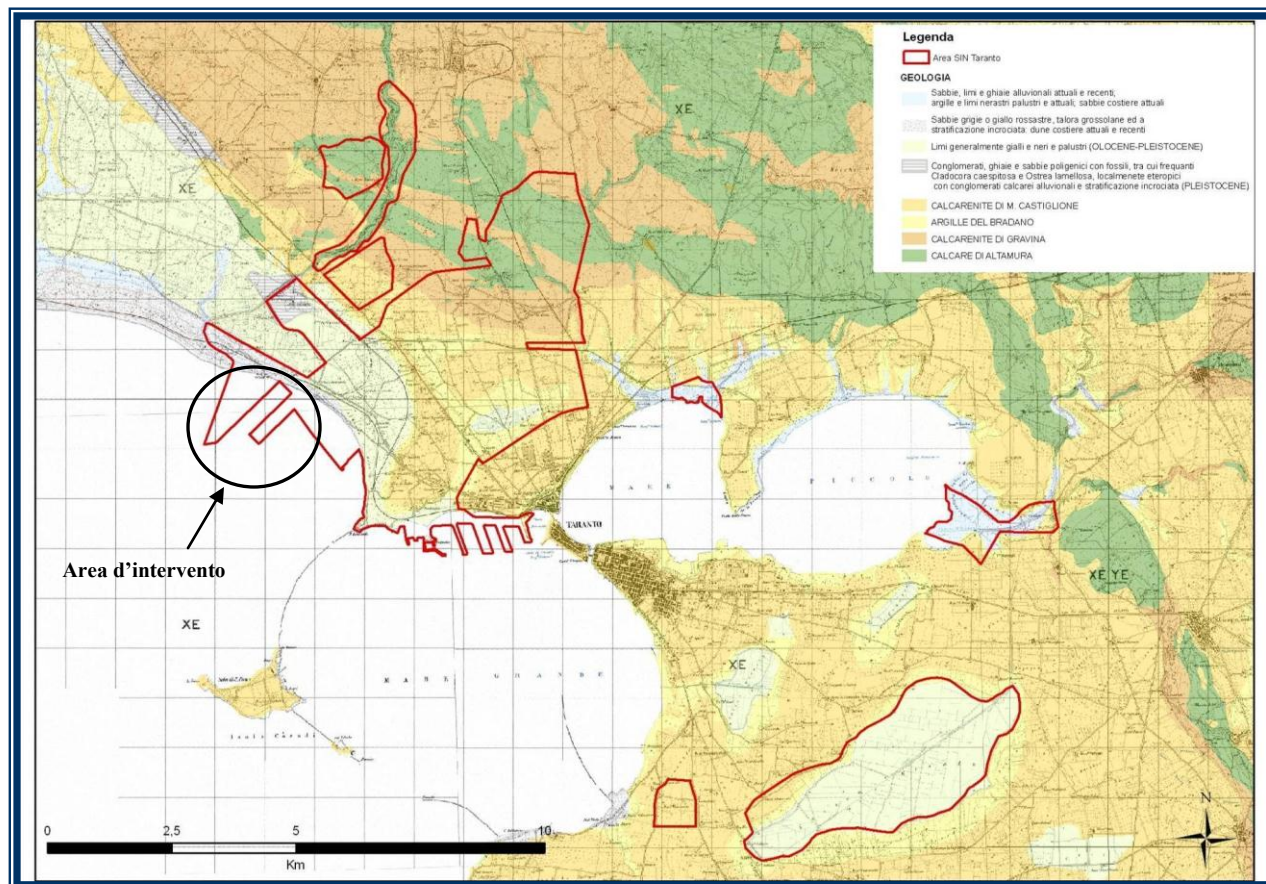


Fig. 4 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia con delimitazione del SIN e dell'area d'intervento di dragaggio sedimenti.

sovrapposizione in trasgressione, da una sequenza sedimentaria di età pleistocenica. Essa poggia, in discordanza angolare su un substrato mesozoico prevalentemente carbonatico, diffusamente affiorante nell'entroterra a quote più elevate.

Dal punto di vista strutturale, gli stress distensivi diffusi con una serie di lineazioni tettoniche hanno creato degli "alti e bassi" sull'edificio tettono-strutturale oligo-miocenico.

In particolare la successione stratigrafica (vd. fig.4 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia e fig. 5 Colonna stratigrafica tipo) dell'area del SIN si compone, dal basso verso l'alto, di termini riferibili alle seguenti unità:

- ✓ **Calcari di Altamura** (*Senoniano*);
- ✓ **Calcareniti di Gravina** (*Pliocene sup.*);

- ✓ **Argille subappennine** (*Pleistocene inf-Calabriano*);
- ✓ **Calcareniti di M.te Castiglione** (*Post-Calabriano*);
- ✓ **Depositi ghiaiosi e sabbiosi marini** (*Pleistocene*);
- ✓ **Depositi lagunari e palustri**;
- ✓ **Depositi costieri/ Alluvioni attuali /Depositi di natura antropica.**

Calcari di Altamura.

Si trovano stratigraficamente alla base delle sequenze sedimentarie plio-pleistoceniche che affiorano estesamente a Nord dell'area in oggetto. I litotipi si presentano intensamente fratturati con una taglia granulometrica fine e sono ben stratificati in livelli di spessore variabile da pochi cm a oltre il metro. Essi, in affioramento, sono rappresentati da calcari detritici di colore variabile dal bianco al grigio scuro, con frequenti intercalazioni di calcari dolomitici e dolomie grigiastre.

A questi si associano, a livelli o entro "tasche", termini residuali limo-argillosi ("terre rosse") sia di deposizione primaria (con geometrie lenticolari di esigua estensione caratterizzati da spessori che di raro superano il metro) sia di riempimento delle principali discontinuità strutturali della massa rocciosa.

La genesi di tali discontinuità (fratture e fessure) è ascrivibile a cause tettono-strutturali su cui si verificano dei processi chimici ("dissoluzione carsica"). L'intersezione di queste discontinuità strutturali con quelle di origine litogenetica ("giunti di stratificazione") determina lo smembramento dell'ammasso roccioso in blocchi, dalle geometrie più o meno regolari con volumetrie comprese tra pochi centimetri cubici a svariati metri cubi. Laddove più intensa è la fratturazione, le acque vadose "acidulate" hanno svolto, nel tempo, una sensibile azione "aggressiva" nei confronti dei carbonati, sino a generare morfologie carsiche, che si palesano in cavità sotterranee anche di notevole dimensione.

Queste si sviluppano, prevalentemente, lungo assetti sub-orizzontali e sono organizzate in sistemi interconnessi geometricamente estesi. Collegate tra loro da una rete fessurativa, sono, a volte, in comunicazione diretta con l'ambiente esterno, sia tramite fratture beanti sia con apparati maggiormente evoluti, quali doline e inghiottitoi.

Il fenomeno carsico, particolarmente sviluppato nell'area delle Murge, presenta meccanismi evolutivi assai complessi, in diretto rapporto con facies carbonatiche dei litotipi e il loro assetto tettono-strutturale. Particolarmente sensibili sono i litotipi carbonatici porosi (calcari

biancastrì) interessati da giunti di stratificazione e intensa fratturazione. Infatti, la direttrice principale di sviluppo della rete carsica segue, in prevalenza, quella del sistema primario di fatturazione regionale, orientato da N-NO a S-SE. I Calcari di Altamura, di conseguenza, risultano permeabili per fratturazione e carsismo; il loro effettivo valore di conducibilità idraulica è in stretta dipendenza con la frequenza, le dimensioni e la distribuzione spaziale delle discontinuità e con la diffusione del fenomeno carsico ipogeo, tuttavia, in generale, è possibile attribuire ai calcari un valore di conducibilità idraulica da elevata a molto elevata. Va considerato, però, che in questo litotipo è frequente la presenza di materiale limo-argilloso (“terre rosse”) di riempimento secondario delle fratture. Ciò determina una diminuzione locale della conducibilità idraulica. Quest’ultima è, inoltre, drasticamente ridotta in corrispondenza di sacche e livelli di “terre rosse” più o meno continui che sovente occupano i vuoti carsici e i giunti di stratificazione.

Calcareniti di Gravina.

Appartengono a una sequenza sedimentaria di età pliocenica e affiorano a settentrione

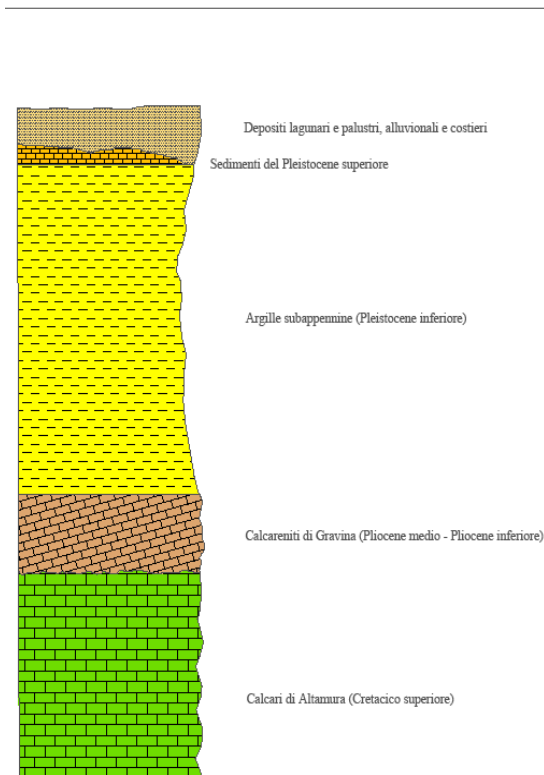


Fig. 5 - Colonna stratigrafica tipo.

dell'area studiata. Si tratta di tipi litologici “trasgressivi” sui *Calcari di Altamura Auct.* e sono costituite da calcareniti organogene porose, variamente cementate, di colore bianco-giallognole e con clastici derivati dalla degradazione dei calcari cretacei nonché da frammenti fossiliferi; alla base della formazione, in trasgressione, si rileva un conglomerato a ciottoli calcarei con matrice carbonatica di colore rossastro.

Argille subappennine (Bradano).

Sono litotipi di età calabriana e affiorano lungo le incisioni delle lame e lungo la costa del Mar Piccolo e poggiano, senza soluzione di continuità, sulle *Calcareniti di Gravina Auct.*

Rappresentano il termine batimetricamente più profondo del "Ciclo sedimentario della Fossa Bradanica". Litologicamente sono rappresentate da argille e argille marnose di colore grigio-azzurro con frequenti intercalazioni sabbiose. A luoghi è visibile una stratificazione di spessore variabile da pochi centimetri a diversi decimetri, in assetto generalmente sub-orizzontale. Lo spessore è variabile compreso tra i 50 e i 100 m. Per quanto riguarda l'ambiente di sedimentazione, i caratteri della formazione indicano un ambiente di piattaforma più o meno profonda. Sono depositi prevalentemente marnosi e/o argillo-marnosi, a volte con una componente silto-sabbiosa di colore grigio-azzurro. Tali depositi risultano praticamente impermeabili e costituiscono, verosimilmente, il livello di base della falda superficiale.

Calcareniti di M.te Castiglione.

Raggruppano più tipi litologici quali le calcareniti a grana grossolana e compatte e i calcari grossolani tipo "*panchina*" di colore grigio-giallastro, di età post-calabrianica. Stratigraficamente succedono alle *Argille del Bradano Auct.* e sono caratterizzate da un valore medio di conducibilità idraulica che aumenta in corrispondenza degli strati porosi ricchi di macrofossili e decresce in quelli a granulometria fine o maggiormente cementati.

Depositi ghiaiosi e sabbiosi marini.

Sono depositi del Pleistocene che affiorano a sud dell'area in esame con spessori variabili da 1 a 10 m; sono costituiti da sabbie grossolane di colore giallastro nelle porzioni superiori e da conglomerati poligenici rossastri, con intercalazioni sabbiose, nelle porzioni più basse.

Depositi lagunari e palustri.

Sono depositi di età compresa tra il Pleistocene superiore e l'Olocene, sono costituiti da limi gialli o neri con abbondante sostanza organica (fustoli vegetali) presenti nella zona di retrospiaggia con uno spessore modesto. Da un punto di vista idrogeologico è possibile attribuire loro una conducibilità idraulica da bassa a molto bassa.

Depositi costieri.

Sono depositi di età olocenica e sono costituiti, prevalentemente, da sabbie grigie o giallo-rossastre, talora grossolane con stratificazione incrociata.

Lo spessore è piuttosto modesto. Questo litotipo include anche le dune costiere presenti lungo la fascia litorale.

Alluvioni attuali.

Sono costituite da sabbie, ghiaie e ciottoli eterometrici in matrice sabbiosa e sabbiosa-limosa (Olocene).

Depositi di natura antropica.

Depositi addizionati di natura industriale e provenienti da demolizioni edili e da rifiuto di cava.

4- Lineamenti idrogeologici di carattere regionale

Dal punto di vista idrogeologico la presenza di numerosi piezometri ha permesso di ricostruire le linee di deflusso della falda carsica profonda, che ha direzione prevalente S – SE.

In particolare in prossimità della linea di costa, la superficie piezometrica evidenzia una divergenza delle traiettorie di flusso, verso le due principali aree di drenaggio, l'area delle sorgenti del Tara e l'area ove sono presenti numerose e significative manifestazioni sorgentizie del Mar Grande e del Mar Piccolo.

Di fatto queste falde idriche alimentavano numerose sorgenti, importanti in passato, a differenza degli acquiferi calcarenitici, i quali per modesto spessore erano facilmente captabili anche con pozzi.

E' noto che le numerose sorgenti (sorgenti di trabocco), che si ritrovano nei dintorni di Taranto, come Chianca, Cigliano, Tre Fontane tra Crispiano e Grottaglie, le sorgenti del Triglio a nord di Statte e la sorgente ubicata in località Nasisi nelle vicinanze della sorgente Galeso (G.Spilotro & Locarno 2004), un tempo approvvigionavano la città di Taranto.

La falda profonda, oltre che confinata a W dai depositi clastici e argillosi della Fossa Bradanica, è sbarrata sul mare dalla Formazione delle argille azzurre Auct., il cui spessore va aumentando, via via, in direzione mare.

A causa di ciò, il deflusso a mare della falda profonda avviene mediante sorgenti, al margine della copertura argillosa qualora il carico idraulico della falda sia più alto della quota topografica della soglia impermeabile ovvero che hanno “*sifonato*” la copertura argillosa sia a terra sia a mare formando, in questo caso, i ben noti “*citri*” o “*chidri*”.

Le principali sorgenti subaeree, inquinate per intrusione marina nell'entroterra, sono: la sorgente Galeso e le sorgenti Battentieri e Riso, la sorgente Tara.

La prima distante circa 800 m dal mare riversa le proprie acque nel primo seno del Mare Piccolo attraverso il deflusso dell'omonimo fiumiciattolo; le seconde sfociano nel secondo seno e distano dalla costa rispettivamente 300 m e 1200 m.

La terza, ubicata nell'arco ionico tarantino, a 7 Km a NW di Taranto, è rappresentata da un insieme di polle sgorganti dal basamento calcareo, la cui portata totale raggiunge punte di 4000 l/s e le cui acque sono captate per usi industriali e agricoli (Tadolini, Spizzico, 1996).

Le sorgenti sottomarine che si ritrovano nel Mare Piccolo sono numerose. Non tutte però sono rilevanti dal punto di vista della portata, come a esempio, il citro Galeso, localizzato a circa 220 m dalla riva nel primo seno del mar Piccolo, con la scaturigine a circa 19 metri sotto la superficie del mare.

È invece importante sottolineare la presenza di una scaturigine localizzata sul fondo del primo seno del Mar Piccolo, Anello di San Cataldo, alla bocca settentrionale del Mar Grande, con portata attuale di almeno 800 l/s.

5- Caratteristiche litologiche e stratigrafiche delle aree a terra

La ricostruzione storica delle evoluzioni subite dall'area oggetto d'indagine, insieme alle risultanze delle indagini condotte nel 2003 e successivamente nel febbraio 2004 tramite il "Piano d'investigazione iniziale" redatto da *Sviluppo Italia e Foster Wheeler Environmental Division*, ha consentito di ricostruire l'assetto stratigrafico di dettaglio dell'area.

Dagli anni settanta, l'intera area è stata oggetto d'interventi di recupero di aree a terra sottraendo porzioni di specchi di acqua costiera, finalizzata alla realizzazione di strutture di servizio all'area industriale retrostante. Tali interventi realizzati con colmata crearono la struttura del V Sporgente del Porto di Taranto e la zona oggetto d'indagine, denominata "Piazzale Loppa".

I sedimenti fangosi nello specchio d'acqua antistante alla foce del vecchio canale di scarico *Italsider* fino ai primi anni '70 furono in gran parte ricoperti da materiale di riporto, costituito essenzialmente da loppa d'altoforno e residui e scorie di acciaieria.

La loppa è costituita per il 95% di silicati e allumino silicati di calcio e magnesio e per il rimanente 5% da altri metalli e solfuri. Le scorie di acciaieria sono composte prevalentemente da silicati di calcio e, in minori quantità, da ossidi di calcio, silicio, manganese e fosforo. I risultati delle analisi sui campioni di terreno e acqua di falda prelevati in fase di caratterizzazione hanno confermato l'ipotesi che il materiale delle colmate sia costituito anche da altri elementi metallici, derivanti da particolari lavorazioni del ciclo produttivo dell'acciaio.

Per quanto riguarda l'idrografia superficiale esistente è stata garantita attraverso la realizzazione di un nuovo collettore di scarico dei reflui industriali sito al margine della zona di ampliamento.

Inoltre, sulla zona interessata all'insediamento *Belleli* veniva realizzato uno scarico ("nuovo canale di scarico *Italsider*") con un ampio bacino di calma per rallentare la velocità di scorrimento delle acque e consentire il trattenimento dei residui oleosi con un sistema a panne.

Tra la fine degli anni ottanta e i primi anni novanta, il percorso del nuovo canale di scarico *Italsider* è parzialmente ricoperto con materiale di risulta per la costruzione di zone di attraversamento sul bacino di sedimentazione creatosi. Non si hanno informazioni sulla provenienza dei materiali di riporto utilizzati per riempire le zone del bacino di

sedimentazione del nuovo canale di scarico *Italsider*, ma con ogni probabilità dovrebbero essere costituiti da loppa d'altoforno e materiale calcareo granulare compattato.

Tra il 1994 e il 1995 è stato, pure, completato il riempimento dell'area fanghi dello *Yard Belleli*, eccetto le due zone depresse ancora oggi visibili.

Di fatto le indagini geognostiche più significative sono state condotte secondo una maglia quadrata di 80 metri di lato, successivamente infittita nell'area di passaggio dell'ex canale di scarico *Italsider*, finalizzata a ottenere un quadro conoscitivo più dettagliato nella zona a maggior pericolo e probabilità d'inquinamento.

I sondaggi sono stati spinti fino a una profondità massima di circa 21 m e comunque tale da penetrare sempre per almeno un metro nella formazione argillosa impermeabile.

Dal rilievo e dalle indagini effettuate nelle aree adiacenti e nella zona d'interesse, si è evinto che l'area è costituita quasi unicamente da materiali addizionati di natura industriale, il cui apporto è avvenuto per via meccanica o idrodinamica (canali di scolo) e in tempi e modi diversi.

Questo ha determinato una caoticità nella classazione e nella natura degli stessi e una eterogeneità degli elementi clastici presenti. I rilievi di campagna e le stratigrafie dei sondaggi eseguiti nell'area dell'ex *Yard Belleli* e riportati nella "Relazione Tecnica Illustrativa del Piano di Investigazione Iniziale" (febbraio 2004), hanno evidenziato una notevole eterogeneità sia verticale sia laterale dei terreni di riporto impiegati per la realizzazione della colmata.

Essi sono costituiti essenzialmente da loppa granulata di altoforno, residui di acciaieria, blocchi e clasti calcarei, calcareniti miste a sabbia il cui accumulo è avvenuto per via meccanica.

Ai materiali prima descritti s'intercalano a luoghi i fanghi industriali sedimentati allo sbocco del vecchio canale di scolo (*Italsider*) e lungo il corso del nuovo canale *Italsider*.

Dall'esecuzione dei sondaggi meccanici si è ricostruita una stratigrafia litotecnica così definita:

- **Terreno vegetale:** talora misto a terreno di riporto costituito da ciottoli, breccie calcaree eterometriche e clasti calcareniti utilizzati per regolarizzare la superficie del piazzale. Questa copertura non è presente su tutta la superficie indagata. Lo spessore varia da 0,5 m a 3,5 m;

- **Loppa di altoforno:** in grani sabbiosi con scorie ferrose di colore variabile dal verdastro al bruno. Essa è assimilabile a una sabbia o talvolta a un ghiaietto ben classato. Questo materiale è stato individuato in tutti i sondaggi; lo spessore varia tra 7,50 m e 0,4 m con un massimo spessore in un solo sondaggio pari a 15 m;
- **Fanghi d'altoforno:** di colore rosso-bruno, misti a fibre con una tessitura piuttosto fine e sono assimilabili a un limo talora argilloso. Lo spessore medio calcolato è di circa 5,5 m con un minimo di 0,5 m e un massimo di 11,5 m;
- **Clasti calcarei, ciottoli e calcareniti:** sono stati rinvenuti lungo il limite SO del piazzale e nella zona a N e SE dell'area interessata dall'attraversamento del nuovo canale Italsider. Lo spessore varia da 0,3 m a 13,8 m con valore medio di circa 7 m. Dalla descrizione litologica riportata nelle colonne stratigrafiche non è sempre specificato se si tratta di terreno in posto o di materiale di riporto. Si presume, tuttavia, che le calcareniti e i clasti calcarei rinvenuti lungo l'allineamento dei sondaggi ubicati al margine SO dell'area siano materiale addizionato e messo in posto come sottofondo e barriera frangiflutti per la protezione dell'area di riempimento dal moto ondoso.
- **Limi sabbiosi grigiastri:** sono stati rinvenuti in 23 sondaggi e presentano uno spessore variabile fra 0,5 m e 6,5 m. Questi sedimenti passano gradualmente alle sottostanti, alterate, argille grigio-azzurre.
- **Argille grigio-azzurre:** Costituiscono il substrato impermeabile di tutta l'area e sono state individuate in quasi tutti i sondaggi.

Sulla base dei dati stratigrafici ricavati dai sondaggi eseguiti, è stata ricostruita la sequenza tipo deposizionale costituita da tre materiali/sedimenti principali:

- a) **terreno vegetale e materiale di riporto costituito da loppa, scorie di altoforno e blocchi calcarei, brecce, sabbie e calcareniti;**
- b) **limi sabbiosi con componente organica;**
- c) **sabbie limose e argilla (substrato).**

Strutturalmente il substrato costituito da sabbie e argille grigio-azzurre presenta una superficie ad andamento piuttosto regolare con modesta pendenza verso il mare. Localmente si riscontrano variazioni a quest'andamento con locali e modesti sollevamenti.

6- Lineamenti idrogeologici del sito a terra

L'area oggetto dell'intervento è costruita come una colmata di un ambiente marino o di retrospiaggia e pertanto le acque presenti nel sottosuolo mantengono la natura e l'origine marina.

Superficialmente l'area era attraversata da un canale, verosimilmente naturale, nel quale venivano immesse le acque di scarico industriali.

Il corso d'acqua assumeva in prossimità della costa un andamento sub-parallelo con un aumento irregolare della sezione dell'alveo.

E' giusto ritenere che l'apporto idrico del canale interessasse in origine anche i terreni adiacenti alimentando così una modesta falda superficiale "galleggiante" su l'acqua marina.

La soggiacenza della falda, i cui movimenti sono condizionati dalla presenza del mare ossia dai movimenti di marea, è pari a circa 3 m da p.c. e si sviluppa, prevalentemente, all'interno dei terreni addizionati aventi permeabilità variabile da 10^{-3} e 10^{-4} m/s.

Comunque, dai risultati delle prove di portata eseguite nell'area, si sono ottenuti valori del coefficiente di permeabilità variabile da punto a punto, confermando l'eterogeneità del materiale addizionato soprattutto per la diversa natura dei depositi riposti.

Di fatto l'acquifero superficiale in questi luoghi ha una falda idrica prettamente salmastra.

Dal punto di vista del rischio idrogeologico e della pericolosità idraulica l'area a terra d'intervento resta al di fuori delle perimetrazioni del PAI – Piano di Assetto Idrogeologico (vd. tav. EG002b).

7- Le indagini a terra effettuate nella campagna geognostica (2011/2012)

In corrispondenza dell'area oggetto degli interventi previsti sono state eseguite le seguenti campagne di indagini geognostiche (vd. fig. 6 e 7).

In corrispondenza del V Sporgente (Ottobre 2011) sono stati eseguiti:

- 6 sondaggi geognostici a c. c. eseguiti sul piano di banchina in corrispondenza del V Sporgente, fino alla profondità massima di 20.5 m dal piano di banchina;
- prelievo di 6 campioni indisturbati sottoposti a prove di laboratorio;
- esecuzione di n. 6 prove penetrometriche dinamiche (SPT) nel corso dei sondaggi meccanici.

L'ubicazione dei sondaggi è riportata nella planimetria di fig. 6

In corrispondenza dello specchio marino a Est del V Sporgente sono stati eseguiti:

- 16 sondaggi geognostici a c. c. realizzati a mare fino alla profondità massima di 26 m dalla s.l.m.m.;
- prelievo di 15 campioni indisturbati, all'interno dei sondaggi, sottoposti a prove geotecniche di laboratorio;
- esecuzione di n. 33 prove penetrometriche dinamiche (SPT) nel corso delle perforazioni.

Nell'area ex Yard Belleli sono stati eseguiti:

- 16 sondaggi geognostici a c. c.;
- prelievo di 31 campioni indisturbati, sottoposti a prove geotecniche di laboratorio;
- 29 prove Lefranc nel corso dei sondaggi.

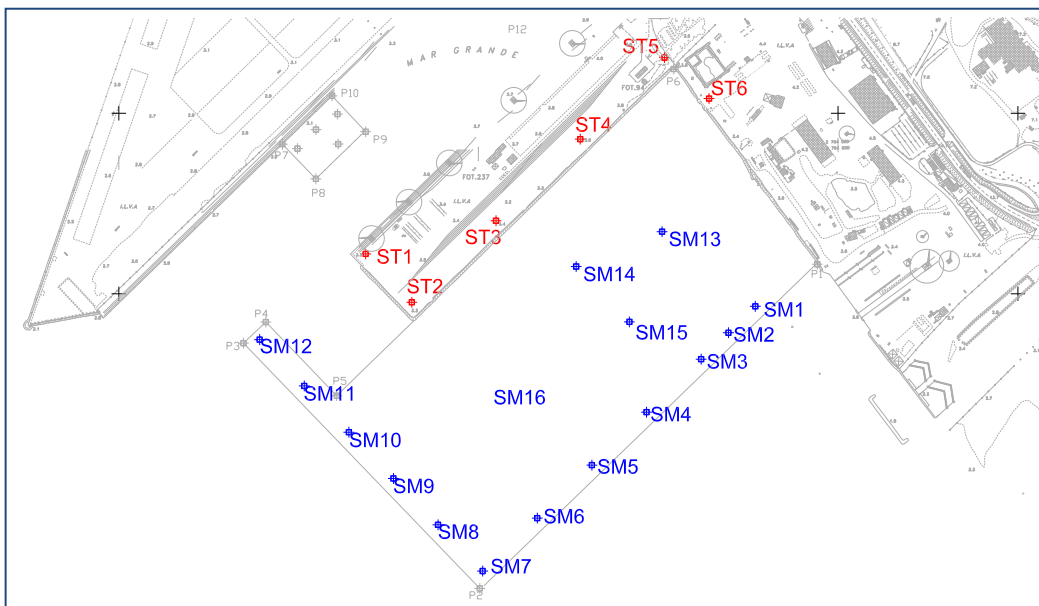


Fig. 6 – Stralcio planimetrico con ubicazione dei sondaggi geognostici eseguiti a mare e nel V Sporgente.

Di tali indagini, ai fini del presente studio, sono stati considerati alcuni sondaggi e prove geotecniche di laboratorio o in situ.

Di seguito sono riportati i sondaggi della campagna integrativa del Sett.-Ott. 2012 sia alcuni sondaggi delle pregresse campagne (2011)

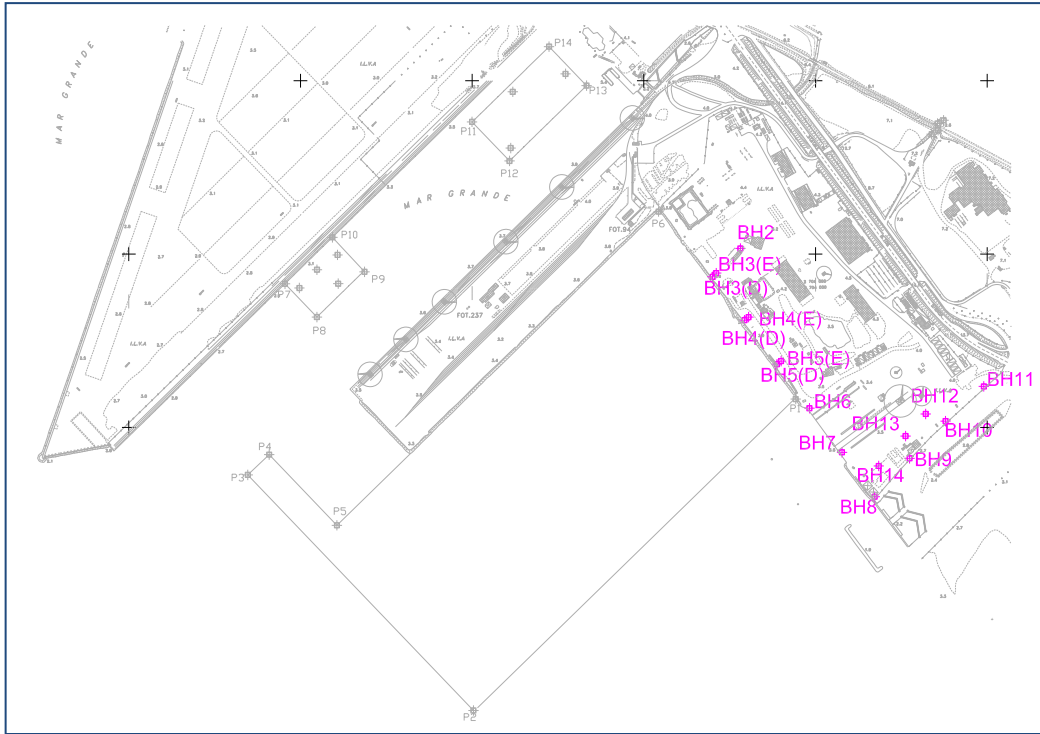


Fig. 7 – Stralcio planimetrico con ubicazione dei sondaggi geognostici nell'area "ex Yard Belleli"

Si è tenuto conto anche della porzione comune relativa al tratto dell'area dello Yard Belleli rappresentata nelle relative sezioni geologiche e geotecniche allegate al progetto.

8- Le indagini a terra effettuate nella campagna geognostica “ex Yard Belleli (2011)

I sondaggi sono stati effettuati per la “ Progettazione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica della falda in area “ex Yard Belleli” funzionale alla realizzazione della cassa di colmata c.d. e ampliamento del V° Sporgente ”. I sondaggi presi in considerazione (vd tabella 1 a pag. 25) per le esigenze del presente studio sono i seguenti:

Sondaggio BH3/BIS (25 m)

Il sondaggio ha messo in evidenza la seguente successione litostratigrafica:

- 0.00-0.50 m: terreno vegetale;
- 0.50-1.80 m: terreno di riporto eterogeneo di colore giallo chiaro, costituito da sabbia ghiaiosa, asciutta, a consistenza sciolta con inclusione di ciottoli e blocchi sub-arrotondati di scorie di loppa di colore grigio scuro;
- 1.80-3.50 m: terreno di riporto eterogeneo, costituito da ciottoli e blocchi sub-angolari di varie dimensioni, anche decimetriche, di natura calcarea e di scorie di loppa in matrice sabbioso-ghiaiosa, umida, a consistenza sciolta di colore giallastra;
- 3.50-5.80 m: terreno di riporto eterogeneo di colore verde-blu, costituito da ciottoli e blocchi sub-angolari di varie dimensioni, anche decimetriche, di natura calcarea e di scorie di loppa in matrice sabbioso-limosa, umida, a consistenza sciolta;
- 5.80-10.50 m: terreno di riporto eterogeneo di colore verde-blu, costituito da limo sabbioso debolmente ghiaioso, umido, a medio-bassa consistenza e poco compatto con inclusione di ciottoli e blocchi sub-arrotondati di dimensioni varie, anche decimetriche, di scorie di loppa di colore grigio scuro;
- 10.00-14.80 m: limo argilloso di colore blu-verde a consistenza media-buona ed a medio-alta plasticità;
- 14.80-21.50 m: argilla limosa debolmente sabbiosa di colore grigio-verde, umida, consistenza medio-alta, mediamente plastica, con frequenti intercalazioni limose ed a luoghi livelli lenticolari sabbiosi;
- 21.50-25.00 m: argilla debolmente limosa di colore grigio-verde, a medio-bassa plasticità e a consistenza medio-alta

Sondaggio BH4D (25 m)

Il sondaggio ha permesso di costruire la seguente successione litostratigrafica:

- 0.00-1.50 m: terreno vegetale.
- 1.50-1.80 m: terreno di riporto omogeneo di colore giallo chiaro-bianco, costituito da arenaria fine, asciutta;
- 1.80-5.00 m: terreno di riporto eterogeneo di colore gialla chiaro, costituito da sabbia ghiaiosa, asciutta, sciolta con inclusione di ciottoli e blocchi sub-arrotondati di scorie di loppa di colore grigio scuro;
- 5.00-6.50 m: terreno di riporto eterogeneo di colore giallastro, costituito da sabbia debolmente ghiaiosa, umida, sciolta con inclusione di ciottoli e blocchi calcarei sub-angolari di varie dimensioni;
- 6.50-7.00 m: terreno di riporto omogeneo di colore blu-verde, costituito da arenaria fine, asciutta;
- 7.00-9.50 m: terreno di riporto eterogeneo di colore verde-blu, costituito da ciottoli e blocchi sub-angolari di varie dimensioni, anche decimetriche, di natura calcarea e di scorie di loppa in matrice sabbioso-limosa, umida e sciolta;
- 9.50-14.50 m: limo argilloso di colore blu-verde a consistenza media-buona e a medio-alta plasticità;
- 14.50-21.00 m: argilla limosa debolmente sabbiosa di colore grigio-verde, umida, consistenza medio-alta, mediamente plastica, con frequenti intercalazioni limose e a luoghi livelli lenticolari sabbiosi;
- 21.00-25.00 m: argilla debolmente limosa di colore grigio-verde, a medio-bassa plasticità e a consistenza medio-alta.

Sondaggio BH5D (30 m)

Il sondaggio ha messo in evidenza la seguente successione litostratigrafica:

- 0.00-0.50 m: terreno vegetale.
- 0.50-0.80 m: terreno di riporto omogeneo di colore blu-verde, costituito da arenaria fine, asciutta;
- 0.80-1.40 m: terreno di riporto eterogeneo di colore giallo chiaro, costituito da sabbia ghiaiosa, asciutta, a consistenza sciolta con inclusioni di ciottoli sub-arrotondati di scorie di loppa;
- 1.40-1.80 m: terreno di riporto omogeneo di colore blu-verde, costituito da arenaria fine, asciutta;
- 1.80-5.20 m: terreno di riporto omogeneo di colore grigio scuro-nero, costituito da ciottoli e blocchi sub-angolari di varie dimensioni, anche decimetriche, di natura calcarea e di scorie di loppa in matrice sabbioso-limosa, umida e sciolta;
- 5.20-5.80 m: terreno di riporto eterogeneo di colore giallo, costituito da sabbia limosa debolmente ghiaiosa, umida, a medio-bassa consistenza, con inclusioni di ciottoli e blocchi sub-arrotondati di loppa;
- 5.80-7.00 m: terreno di riporto omogeneo di colore grigio scuro-nero, costituito da ciottoli e blocchi sub-angolari di varie dimensioni, anche decimetriche, di natura calcarea e di scorie di loppa in matrice sabbioso-limosa, umida e sciolta;
- 7.00-7.70 m: terreno di riporto eterogeneo di colore giallo, costituito da sabbia limosa, umida, a medio-bassa consistenza, con inclusioni di ciottoli e blocchi sub-arrotondati di loppa;
- 7.70-14.40 m: terreno di riporto omogeneo di colore grigio scuro-nero, costituito da ciottoli e blocchi sub-angolari di varie dimensioni, anche decimetriche, di natura calcarea e di scorie di loppa in matrice sabbioso-limosa, umida e consistenza sciolta;
- 14.40-15.80 m: limo argilloso di colore blu-verde a consistenza media-buona e a medio-alta plasticità;
- 15.80-23.00 m: argilla limosa debolmente sabbiosa di colore grigio-verde, umida, consistenza medio-alta, mediamente plastica, con frequenti intercalazioni limose e a luoghi livelli lenticolari sabbiosi;

- 23.00-30.00 m: argilla debolmente limosa di colore grigio-verde, a medio-bassa plasticità e a consistenza medio-alta.

Sondaggio BH5/BIS (26 m)

Il sondaggio ha permesso di costruire la seguente successione litostratigrafica:

- 0.00-0.50 m: terreno vegetale;
- 0.50-1.50 m: terreno di riporto eterogeneo di colore giallo chiaro, costituito da sabbia ghiaiosa, asciutta, a consistenza sciolta con inclusione di ciottoli e blocchi sub-arrotondati di scorie di loppa di colore grigio scuro;
- 1.50-11.00 m: terreno di riporto eterogeneo di colore grigio scuro, costituito da ciottoli e blocchi da sub-angolari a sub-arrotondati di varie dimensioni, anche decimetriche, di scorie di loppa in matrice composta da sabbia ghiaiosa, asciutta, a consistenza sciolta. Presenza di livelli sabbiosi da 9 a 10 m;
- 11.00-12.20 m: terreno di riporto eterogeneo di colore giallo chiaro, costituito sabbia ghiaiosa, umida, a consistenza sciolta;
- 12.20-15.00 m: limo argilloso di colore blu-verde a consistenza media-buona e a medio-alta plasticità. Presenza di fossili recenti;
- 15.00-22.00 m: argilla limosa debolmente sabbiosa di colore grigio-verde, umida, a consistenza medio-alta, mediamente plastica, con frequenti intercalazioni limose e a luoghi livelli lenticolari sabbiosi;
- 22.00-26.00 m: argilla debolmente limosa di colore grigio-verde, a medio-bassa plasticità e a consistenza medio-alta.

Sondaggio	Prova	Profondità tratto filtrante(m)	Litologia dei terreni	Permeabilità media (cm/sec)
BH1	18	5.50-6.00	Sabbia fine	$9,68 \times 10^{-6}$
BH1	19	14.50-15.00	Argilla	$3,99 \times 10^{-7}$
BH1	20	17.50-18.00	Argilla	$1,92 \times 10^{-7}$
BH3/BIS	15	17.50-18.00	Argilla limosa	$1,15 \times 10^{-7}$
BH3/BIS	16	20.50-21.00	Argilla limosa	$1,06 \times 10^{-7}$
BH3/BIS	17	22.00-22.50	Argilla	$8,54 \times 10^{-9}$
BH4D	1	14.50-15.00	Limo argilloso	$1,84 \times 10^{-7}$
BH4D	2	17.00-17.50	Argilla limosa	$8,31 \times 10^{-8}$
BH5/BIS	21	20.50-21.00	Argilla limosa	$3,25 \times 10^{-9}$
BH5/BIS	22	22.50-23.00	Argilla	$4,36 \times 10^{-9}$
BH5/BIS	23	25.50-26.00	Argilla	$6,46 \times 10^{-10}$
BH6	3	21.50-22.00	Argilla limosa	$1,71 \times 10^{-8}$
BH6	4	24.50-25.00	Argilla	$1,51 \times 10^{-9}$
BH7	5	9.20-9.70	Ciottoli e blocchi	$4,50 \times 10^{-4}$
BH7	6	24.50-25.00	Argilla limosa	$9,16 \times 10^{-9}$
BH7	7	28.00-29.00	Argilla	$3,74 \times 10^{-9}$
BH8	8	16.00-16.50	Argilla limosa	$9,56 \times 10^{-8}$
BH8	9	19.00-19.50	Argilla limosa	$1,74 \times 10^{-7}$
BH8	10	23.70-24.50	Argilla	$1,93 \times 10^{-7}$
BH8/BIS	24	16.00-16.50	Argilla limosa	$5,13 \times 10^{-9}$
BH8/BIS	25	19.50-20.00	Argilla	$8,51 \times 10^{-10}$
BH8/BIS	26	22.00-22.50	Argilla	$7,59 \times 10^{-10}$
BH9	11	19.00-19.50	Argilla limosa	$2,56 \times 10^{-8}$
BH10	12	5.90-6.50	Sabbia ghiaiosa	$2,70 \times 10^{-5}$
BH10	13	14.60-15.10	Argilla limosa	$5,07 \times 10^{-9}$
BH10	14	19.00-19.50	Argilla	$2,94 \times 10^{-9}$
BH11	27	9.50-10.00	Argilla limosa	$2,68 \times 10^{-9}$
BH11	28	11.00-11.50	Argilla limosa	$2,34 \times 10^{-9}$
BH11	29	13.50-14.00	Argilla	$1,94 \times 10^{-9}$

Tabella 1 - Sondaggi con i dati caratteristici. Con il retino (punti in rosso) evidenziati i sondaggi presi in considerazione nel presente studio.

9- Indagini relative in località V Sporgente (2011 vd. Elab. 005)

Il sondaggio ST4 ha permesso di ricostruire la seguente successione stratigrafica:

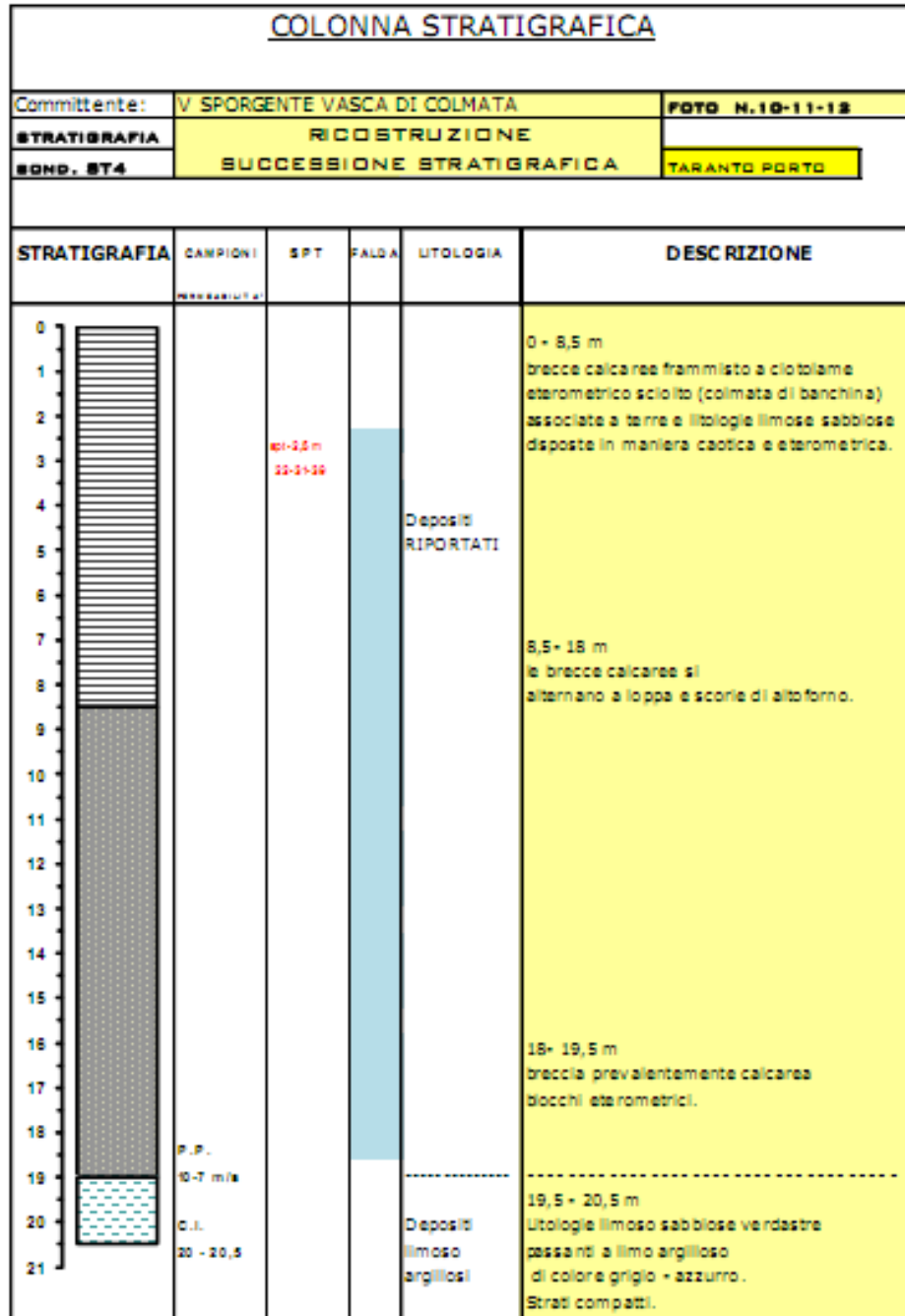
- livelli addizionati composti da materiale eterogeneo ed eterometrico costituito da terre, limi sabbiosi, blocchi di calcarenite e calcari. La prova SPT effettuata a 2,5 m dal p.c. ha fornito i seguenti valori: 22-31-39;
- da 8,5 m a 18 m dal p.c. il materiale estratto con carotaggio è costituito da loppa e scorie d'altoforno frammiste a blocchi calcarei;
- da 18 a 19,5 m dal p.c. sono presenti ammassi rocciosi calcarei e calcarenitici riportati;
- da 19,5 m fino a 20,5 m dal p.c. si intercettano livelli limo argillosi grigio verdastri passanti ad argille azzurre consistenti. Sono apprezzabili le intercalazioni a componente sabbiosa. Prelevato campione a 20,0 m dal p.c.;

All'interno dei termini limoso-argillosi più profondi (da 19 m dal p.c.) è stata condotta prova di permeabilità tipo Lefranc che ha fornito valore di $k = 10^{-7}$ m/sec. La falda idrica si rileva intorno ai -3,5 m dal piano campagna, all'interno dei terreni addizionati. Percentuale di recupero ST4: 70,73% (14,5 m in 20,5 m)



DOCT. GEOLGO SIANFRANCO MORD
 CONSULENZE AMBIENTALI
 VIA BUSIIEIHI 26/D - 74018 MARTINA FRANCA
 TEL./FAX - 0804308840 - MOB 3209484882

SIANFRANCOMORD@GMAIL.COM



SONDAGGIO ST4- COORDINATE: LAT N 40°29' 32,9"; LON E 17°09'51"

Il sondaggio ST5 ha messo in evidenza la seguente successione stratigrafica:

- livello composto da materiale rimaneggiato e/o riportato costituito da materiale addizionato disposto in maniera caotica; i primi 13,5 m dal p.c. sono costituiti da tipi litologici eterogenei ed eterometrici composti da terre, limi sabbiosi, blocchi di calcarenite e calcare. Prova SPT effettuata a 2,5 m ha fornito i seguenti valori: 15-18-42.
- da 13,5 m a 15 m dal p.c. la successione è costituita da loppa e scorie d'altoforno frammiste a blocchi calcarei.
- da 15 m fino a 20,5 m dal p.c. s'intercettano termini limo argillosi grigio verdastri passanti ad argille azzurre consistenti. Sono presenti sottili intercalazioni a componente sabbiosa.

Prelevato campione a 17,5 m e 20,0 m dal p.c. della successione litologica. All'interno dei termini limo-argillosi più profondi (da 15,5 m dal p.c.) è stata condotta prova di permeabilità tipo Lefranc che ha fornito valore di $k = 10^{-7}$ m/sec. La falda si rileva da 3,5 m dal piano campagna, all'interno dei termini addizionati. Percentuale di recupero ST5: 73,17% (15 m - 20,5 m).



DOCT. GEOLGO BIANFRANCO MORD
 CONSULENZE AMBIENTALI
 VIA SIBILENI 26/D - 74018 MARTINA FRANCA
 TEL./FAX - 0804202240 - MOB 3309494222

BIANFRANCOMORD@GMAIL.COM

COLONNA STRATIGRAFICA					
Committente:		V SPORGENTE VASCA DI COLMATA		FOTO N.12-14-15	
STRATIGRAFIA		RICOSTRUZIONE			
SOND. ST5		SUCCESIONE STRATIGRAFICA			TARANTO PORTO
STRATIGRAFIA	CAMPIONI	SPT	FALDA	LITOLOGIA	DESCRIZIONE
0					0 - 13,5 m breccie calcaree frammito a ciotoline eterometrico sciolto (colmata di banchine) associate a terre e litologie limose sabbiose disposte in maniera caotica e eterometrica.
1					
2					
3		spl-2,5 m 15-16-42			
4				Depositi RIPORTATI	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					13,5- 15 m le breccie calcaree si alternano a loppe e scorie di altoforno.
15					
16	P.P. 10-7 m/s			Depositi limoso argillosi	15 - 20,5 m Litologie limoso sabbiose verdestre passanti a limo argilloso di colore grigio - azzurro. Strati compatti.
17					
18	C.I. 17,5 - 18				
19					livelli centimetrici con componente sabbiosa diffusa
20	C.I. 20 - 20,5				

SONDAGGIO ST5- COORDINATE: LAT N 40°29' 28,2"; LON E 17°09'46,7"

Il sondaggio ST6 ha permesso di ricostruire una successione stratigrafica così costituita:

- terreni addizionati costituiti da materiale disposto in maniera caotica; i primi 8,5 m dal p.c. sono costituiti da tipi litologici eterogenei ed eterometrici composti da terre, limi sabbiosi, blocchi di calcarenite e calcare. Prova SPT effettuata a 2,5 m fornendo i seguenti valori: 20-29-Rifiuto a 10 cm.
- da 8,5 m a 10,5 m dal p.c. terreni costituiti da loppa e scorie d'altoforno riportate e frammiste a blocchi calcarei.
- da 10,5 m fino a 20,5 m dal p.c. si intercettano terreni limo argillosi grigio verdastri passanti ad argille azzurre consistenti. Sono apprezzabili le intercalazioni a componente sabbiosa. Prelevati n. 2 campioni a 17,5 m e 20,0 m dal p.c. della successione .

All'interno dei termini limo-argillosi più profondi (da 15,5 m dal p.c.) è stata condotta prova di permeabilità tipo Lefranc che ha fornito valore di $k = 10^{-7}$ m/sec. La falda si apprezza dai 3,5 m dal piano campagna, all'interno dei termini riportati. Percentuale di recupero ST6: 65,85% (13,5 m 20,5 m).



STRATIGRAFIA DA 0 -8,5 M - SONDAGGIO ST6



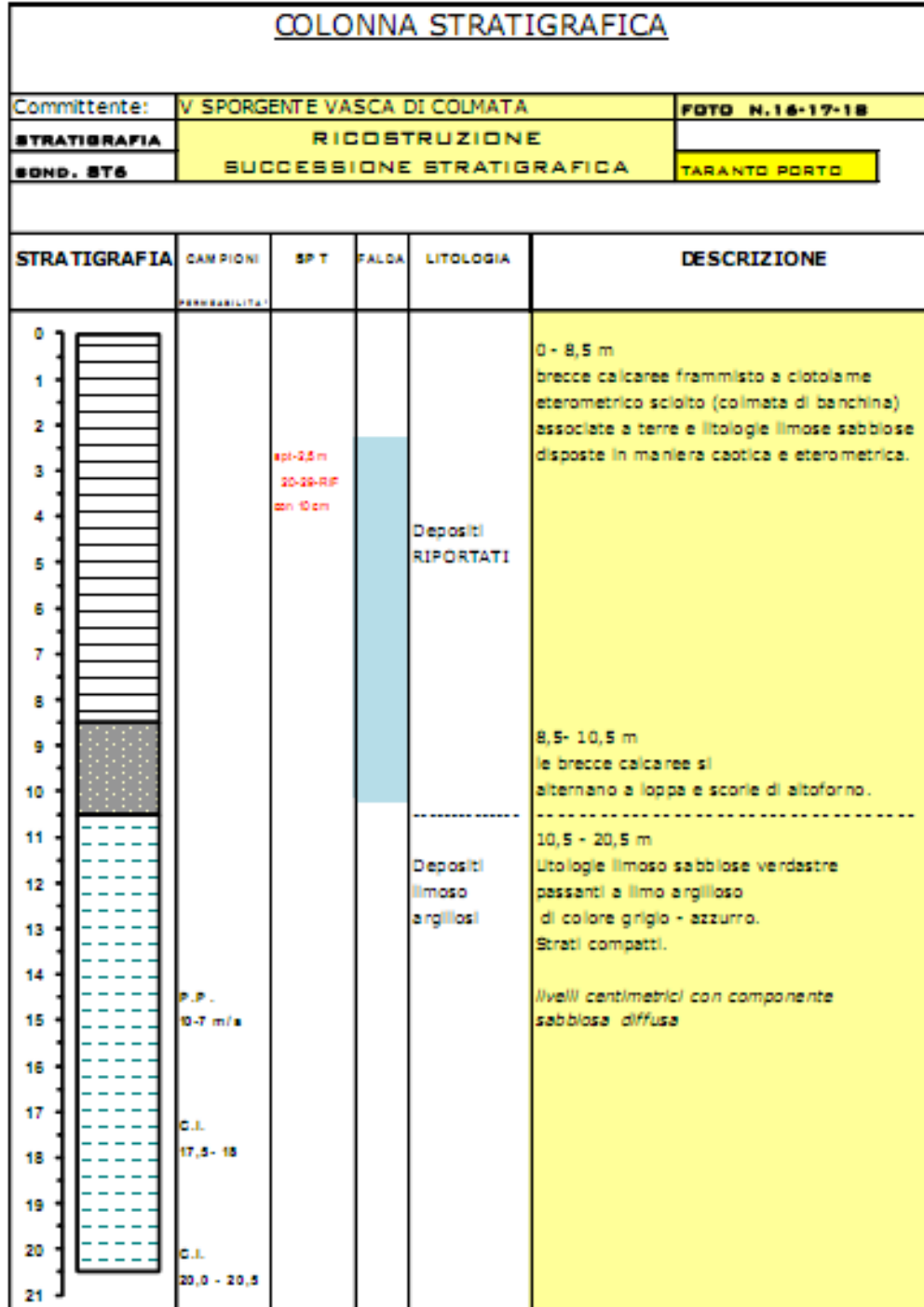
STRATIGRAFIA DA 8,5 -16,0 M - SONDAGGIO ST6



STRATIGRAFIA DA 16,0 -20,5 M - SONDAGGIO ST6

DOTT. GEOL. BIANFRANCO MORO
CONSULENZE AMBIENTALI
 VIA SIBILELLI 26/D - 74018 MARTINA FRANCA
 TEL./FAX - 0804505240 - Mob 3209494322

BIANFRANCOMORO@GEOLOGO@GMAIL.COM

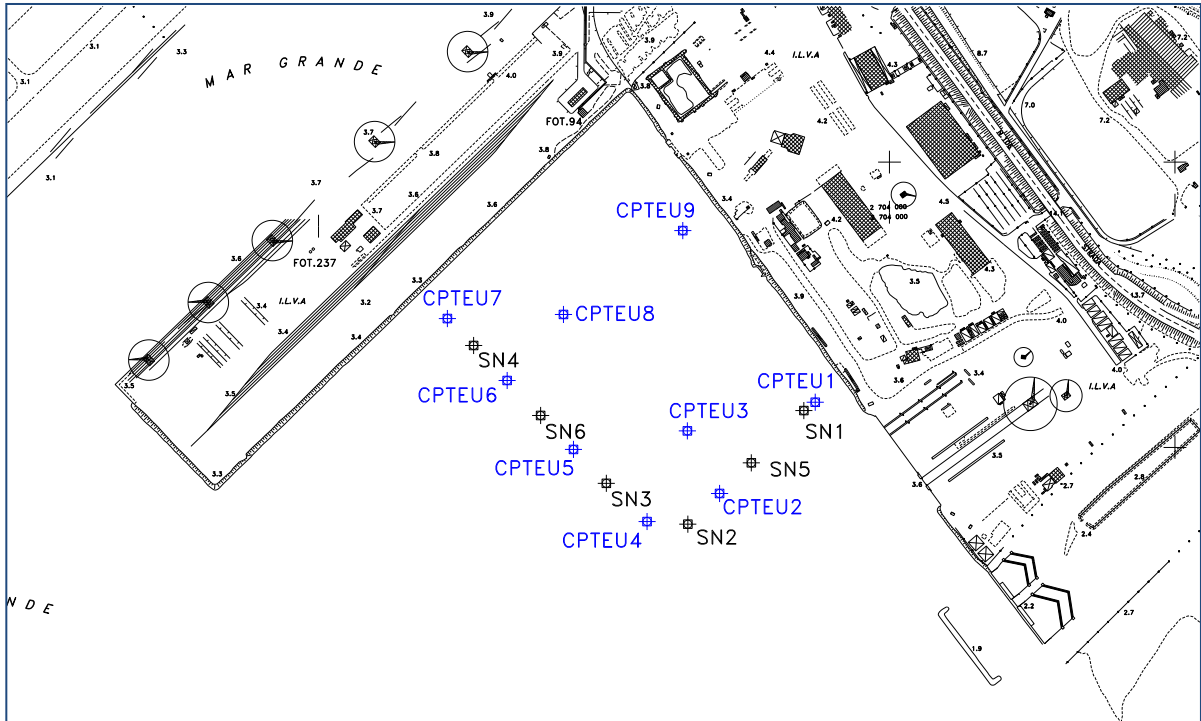


SONDAGGIO ST6- COORDINATE: LAT N 40°29' 21,9"; LON E 17°09'39,5"

10-Le indagini integrative (2012)

Nel secondo semestre del 2012 è stata effettuata una campagna di indagini integrative consistenti in n. 6 sondaggi geognostici (SN1-6) con prelievo di campioni indisturbati e n. 9 prove CPTU (CPTU 1-9) rappresentati nella sottostante figura.

Qui di seguito si descrivono le caratteristiche stratigrafico-litologiche.



Il sondaggio denominato SN1 ha permesso di ricostruire la successione stratigrafica qui di seguito descritta:

- profondità del fondo mare -5,0 m;
- livelli di limi di colore nerastro, incoerenti per uno spessore di 9 m. Incoerenti;
- da -14,0 m fino a -18,0 m (s.l.m.m.) livello di sabbie-limose incoerenti. Sono distinguibili sia i frustoli algali sia i livelli organogeni costituito da tritume conchigliare. L'avanzamento avviene con il semplice peso della strumentazione;

- da -18 m fino a -19 m (s.l.m.m.) diminuisce la componente granulometrica sabbiosa e la successione si presenta coesa e con un miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche; essi si presentano in maniera uniformemente compatta e il passaggio dai terreni prettamente limosi a quelli argillosi avviene attraverso un contatto tra i due livelli è facilmente distinguibile anche dalla variazione cromatica che li separa;
- da 19,0 a 31,5 m si rileva la presenza delle argille grigio azzurre con la componente



limosa via via decrescente; si presentano con una facies riconducibile alle *argille grigio-azzurre Auct.*, molto compatte. Il grado di permeabilità K determinato indirettamente da prova di compressione edometrica è compreso tra 10^{-11} e 10^{-12} m/s

Percentuale di recupero SN1: 100,0% (3 m in 3 m)



DOCT. GEOLOGO GIANFRANCO MORO
CONSULENZE AMBIENTALI
VIA BUSIELMI 26/D - 74015 MARTINA FRANCA
TEL/FAX - 0804305540 - MOB 3309494355

GIANFRANCOROSEGLOGO@GMAIL.COM

COLONNA STRATIGRAFICA				
CARATTERIZZAZIONE AREA CASSA DI COLMATA SN1				
25-set-12				
Committente:	IONIO SUB S.R.L.		FOTO 1-2-3-4	
STRATIGRAFIA	RICOSTRUZIONE		TARANTO PORTO	
SONDAGGIO SN1	SUCCESIONE STRATIGRAFICA		AMPL.V SPORGENTE	
STRATIGRAFIA	CAMPIONI	SPT	LITOLOGIA	DESCRIZIONE
0				0 - 5,0 m
1				
2				
3				
4				
5			Spessore mare	
6				5,0- 14,0 m (0-9,0 m litologia)
7			Depositi limosi incoerenti	Litologie limose nere Incoerente. Impossibilità a ottenere un campione indisturbato.
8				
9				
10				
11				14,0- 18,0 m (9,0-13,0 m litologia)
12				Litologie sabbiose limose con componente organica diffusa.
13				
14			Depositi sabbioso limosi incoerenti	Incoerente. Impossibilità a ottenere un campione indisturbato. Colore nerastro passante a grigio Tana tocenosi costituita da prevalenti elementi autoctoni.
15				
16				
17				
18	C.R. 18,0-18,3			
19				
20	C.R. 19,2-19,5		Depositi limoso argillosi	18,0 - 19,0 m (13,0-14,0 m litologia) Litologia limoso argillosa grigio-giallastra. Consistente.
21	C.I. 22,0-22,5			
22				
23				
24				19,0 - 31,5 m (14-26,5 m litologia)
25	C.I. 25,0-25,5		Depositi argillosi	Litologia argillosa grigio-azzurra. Molto Consistente e Compatta
26				
27				
28				
29				
30				
31	C.I. 31,0-31,5			

SONDAGGIO SN1 – COORDINATE: LAT N 40°29' 45,8"; LON E 17°10'09,98'

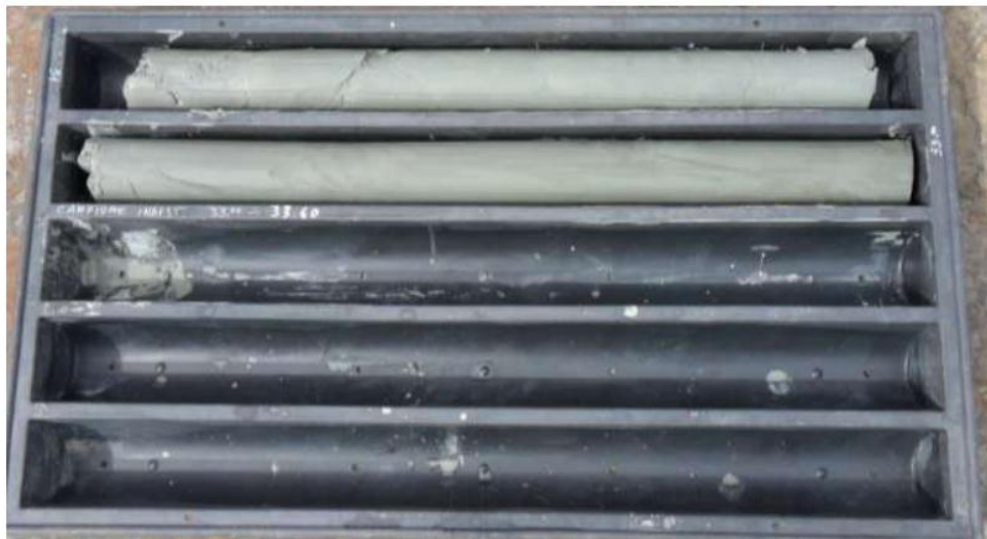
Il sondaggio SN2 ha permesso di ricostruire la seguente successione stratigrafica:

- profondità del fondo mare -7,0 m (s.l.m.m.);
- sabbie-limose incoerenti con diffusa componente organogena. Ben distinguibili frustoli algali e depositi organogeni. L'avanzamento meccanico del sondaggio avviene con il semplice peso della strumentazione. Spessore 15 m circa;
- da -22 m fino a -25 m (s.l.m.m.) diminuisce la componente sabbiosa e la successione si presenta coesa. Si passa, pertanto, a termini a minore contenuto granulometrico sabbioso; questi ultimi si comportano in maniera uniformemente compatta e il passaggio dalla litologia limosa ai termini argillosi avviene rapidamente, favorito anche dalla variazione cromatica che caratterizzano dei termini prevalentemente limosi ai termini prevalentemente argillosi;
- da -25,0 a -33,5 m (s.l.m.m.) si identificano i termini argillosi con una componente limosa via via decrescente; essi si presentano con una colorazione grigio azzurra (argille grigio-azzurre Auct.), con una elevata consistenza e con un basso grado di lavorabilità manuale.

Il coefficiente di permeabilità determinato indirettamente da prova di compressione edometrica è pari a 10^{-11} m/s



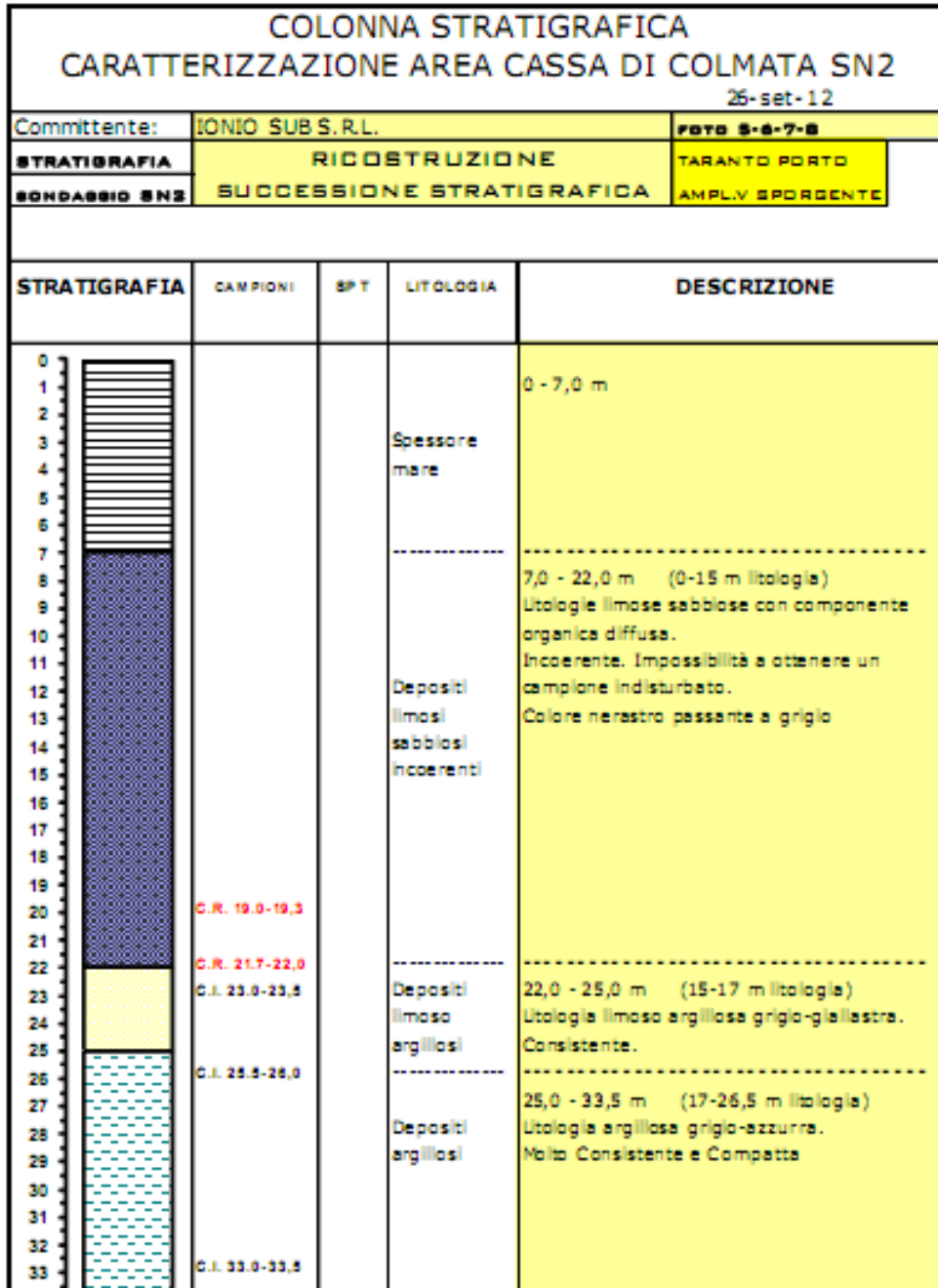
Percentuale di recupero SN1: 100,0% (2,5 m in 2,5 m)



STRATIGRAFIA DA 31,0 -33,5 M - SONDAGGIO SN2

DOTT. GEOL. BIANFRANCO MORO
 CONSULENZE AMBIENTALI
 VIA SIBILELLI 2&D - 74018 MARTINA FRANCA
 TEL./FAX - 0804305240 - MOB 3309494222

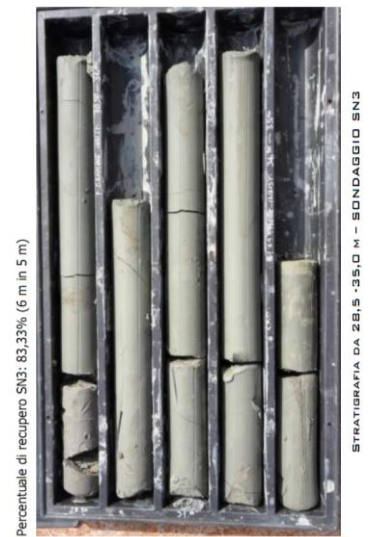
BIANFRANCOMORO@GEOLOGO@GMAIL.COM



SONDAGGIO SN2 – COORDINATE: LAT N 40°29' 39,01"; LON E 17°10'01,15"

Il sondaggio SN3 ha permesso di ricostruire la seguente successione stratigrafica:

- profondità del fondo mare -7,5 m (s.l.m.m.);
- sabbie-limose incoerenti con diffusa componente organogena; sono ben distinguibili frustoli algali e resti conchigliari; di specie prevalentemente autoctone; spessore 17 m. L'avanzamento della perforazione avviene con il semplice peso della strumentazione.
- limi con sabbia, da -24,5 m fino a -27,5 m (s.l.m.m.) diminuisce la componente sabbiosa e la successione si presenta coesa. Si avvisa un generale miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche. Si passa a termini a minore contenuto sabbioso; vi è uno strato a composizione prevalentemente limosa a componente sabbiosa progressivamente inferiore. Tali termini si comportano in maniera uniformemente compatta il passaggio della litologia limosa ai termini argillosi avviene rapidamente, si individua un contatto lineare tra i due termini, favorito anche dalla variazione cromatica dei termini prevalentemente limosi ai termini prevalentemente argillosi;
- da -27,5 a -35,0 m (s.l.m.m.) si apprezzano termini argillosi grigio azzurri avente componente limosa via via decrescente, essi si presentano con una colorazione grigio azzurra, molto compatti e con un basso grado di lavorabilità manuale. Il coefficiente di permeabilità K determinato indirettamente da prova di compressione edometrica è compreso tra 10^{-11} e 10^{-12} m/s



DOCT. GEOLGO BIANFRANCO MORD
CONSULENZE AMBIENTALI
 VIA SIBIELMI 26/D - 74018 MARTINA FRANCA
 TEL./FAX - 0804308240 - MOB 3309494332

BIANFRANCOMORD@GEOLOGO@GMAIL.COM

COLONNA STRATIGRAFICA CARATTERIZZAZIONE AREA CASSA DI COLMATA SN3 27-set-12				
Committente:		IONIO SUB S.R.L.	FOYS 9-10-11	
STRATIGRAFIA	RICOSTRUZIONE		TARANTO PORTO	
SONDAGGIO SN3	SUCCESIONE STRATIGRAFICA		AMPL.V SPORGENTE	
STRATIGRAFIA	CAMPIONI	SPT	LITOLOGIA	DESCRIZIONE
0				0 - 7,5 m
1				
2				
3				
4			Spessore mare	
5				
6				
7				7,5 - 24,5 m (0-17 m litologia) Litologie limose sabbiose con componente organica diffusa. Incoerente. Impossibilità a ottenere un campione indisturbato. Colore nerastro passante a grigio Tanatocenosi costituita da prevalenti elementi autoctoni.
8				
9				
10				
11				
12			Depositi limosi	
13			sabbiosi	
14			incoerenti	
15				
16				
17				24,5 - 27,5 m (17-20 m litologia) Litologia limoso argillosa grigio-giallastra. Consistente.
18				
19				
20				27,5 - 35,0 m (20-27,5 m litologia) Litologia argillosa grigio-azzurra. Molto Consistente e Compatta
21				
22				
23	C.R. 23.0-23,3			
24				
25	C.R. 25.5-25,9		Depositi limoso	
26			argillosi	
27				
28				
29	C.I.28.0-28,5		Depositi argillosi	
30				
31	C.I.30.5-31,0			
32				
33				
34				
35	C.I.34.5-35,0			

SONDAGGIO SN3- COORDINATE: LAT N 40°29' 41,44"; LON E 17°09'55,16"

Il sondaggio SN4 ha messo in evidenza la successione stratigrafica:

- profondità del fondo mare - 7,5 m (s.l.m.m.).
- intercettato un livello di materiale composto da sabbie-limose incoerenti con diffusa componente organogena. In particolare i primi strati, incoerenti, presentano una componente limosa nerastra. Sono ben distinguibili frustoli algali e depositi organogeni costituiti da livelli fossiliferi composti da specie prevalentemente autoctone. L'avanzamento avviene con il semplice peso della strumentazione. Spessore 15,3 m.
- da -22,8 fino a -29,0 m (s.l.m.m.) diminuisce la componente sabbiosa e la successione si presenta coesa. Si rileva un sensibile miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche. Si passa a termini a minore contenuto sabbioso; vi è uno strato a composizione prevalentemente limosa a componente sabbiosa progressivamente inferiore. Tali termini si comportano in maniera uniformemente compatta il passaggio della litologia limosa ai termini argillosi avviene rapidamente, si individua un contatto lineare tra i due termini, favorito anche dalla variazione cromatica dei termini prevalentemente limosi ai termini prevalentemente argillosi. Spessore circa 6,2 m.
- da -29,0 a -35,0 m (s.l.m.m.) si apprezzano termini argillosi grigio azzurri avente componente limosa via via decrescente, essi si presentano con una colorazione grigio azzurra, molto compatti e con un basso grado di lavorabilità manuale. Il coefficiente di permeabilità K determinato indirettamente da prova di compressione edometrica è pari a 10^{-11} m/s



DOTT. GEOL. SIANFRANCO MORD
CONSULENZE AMBIENTALI
 VIA GIBLIJANI 26/D - 74018 MARTINA FRANCA
 TEL./FAX - 0804305540 - MOB 3309494333

SIANFRANCOMORD@GEOLOGO@GMAIL.COM

COLONNA STRATIGRAFICA				
CARATTERIZZAZIONE AREA CASSA DI COLMATA SN4				
27-set-12				
Committente:		IONIO SUB S.R.L.		FOTO 13-13-14
STRATIGRAFIA	RICOSTRUZIONE			TARANTO PORTO
SONDAGGIO SN4	SUCCESIONE STRATIGRAFICA			AMPLV SPORGENTE
STRATIGRAFIA	CAMPIONI	SPT	LITOLOGIA	DESCRIZIONE
0				0 - 7,5 m
1				
2				
3			Spessore	
4			mare	
5				
6				
7				
8				7,5- 22,8 m (0-15,3 m litologia)
9				Litologie sabbiose limose con componente organica diffusa.
10				Incoerente. Impossibilità a ottenere un campione indisturbato.
11			Depositi	
12			sabbioso	Colore nerastro passante a grigio
13			limosi	
14			Incoerenti	Tenacitosi costituita da prevalenti elementi eutoctoni.
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21	C.R. 20.2-20,5			
22				
23	C.R. 23.2-23,5		Depositi	22,8 - 29,0 m (15,3-21,5 m litologia)
24			limoso	Litologia limoso argillosa grigio-giallastro.
25	C.I. 26.0-26,5		argillosi	Consistente.
26				
27				
28				
29				
30			Depositi	29,0 - 35,0 m (21,5-27,5 m litologia)
31			argillosi	Litologia argillosa grigio-azzurra.
32	C.I. 32.0-32,5			Molto Consistente e Compatta
33				
34				
35	C.I. 34.5-35,0			

SONDAGGIO SN4- COORDINATE: LAT N 40°29' 49,45"; LON E 17°09'45,55"

Il sondaggio SN5 ha messo in evidenza la successione stratigrafica qui rappresentata:

- profondità del fondo mare - 6 m (s.l.m.m.);
- livello limoso nerastro incoerente per uno spessore di 3 m;
- da 9,0 m fino a 21,5 m (da 3 m a 15,5 m di litologia) intercettato un livello litologico grigiastro composto da litologia sabbiosa-limosa incoerente con diffusa componente organogena. Ben distinguibili frustoli algali e depositi organogeni costituito da 6,5 m di spessore. Diffusi all'interno livelli fossiliferi costituiti da specie prevalentemente autoctone. L'avanzamento avviene con il semplice peso della strumentazione.
- da 21,5 m fino a 23,5 m (da 15,5 a 17,5 m di litologia) diminuisce la componente sabbiosa e la successione si presenta coesa. Si passa a termini a minore contenuto sabbioso; vi è uno strato a composizione prevalentemente limosa a componente sabbiosa progressivamente inferiore. Tali termini si comportano in maniera uniformemente compatta il passaggio della litologia limosa ai termini argillosi avviene rapidamente, si individua un contatto lineare tra i due, favorito anche dalla variazione cromatica dei termini prevalentemente limosi ai termini prevalentemente argillosi;
- da 23,5 a 32,0 m (da 17,5 a 26,0 m di litologia) i termini argillosi grigio azzurri presentano una componente limosa decrescente, e si presentano di colore grigio azzurro, molto compatti e con un basso grado di lavorabilità manuale. Il coefficiente K determinato indirettamente da prova di compressione edometrica è compreso tra 10^{-11} e 10^{-12} m/s



DOCT. GEOL. BIANFRANCO MORDO
CONSULENZE AMBIENTALI
 VIA GIULIEMI 26/D - 74018 MARTINA FRANCA
 TEL./FAX - 0804505240 - Mob 3309484332

BIANFRANCOMORDO@GMAIL.COM

COLONNA STRATIGRAFICA				
CARATTERIZZAZIONE AREA CASSA DI COLMATA SN5				
				28-set-12
Committente:	IONIO SUB S.R.L.		FOTO 15-16-17	
STRATIGRAFIA	RICOSTRUZIONE		TARANTO PORTO	
SONDAGGIO SN5	SUCCESIONE STRATIGRAFICA		AMPL.V SPORGENTE	
STRATIGRAFIA	CAMPIONI	SPT	LITOLOGIA	DESCRIZIONE
0				0 - 6,0 m
1				
2				
3			Spessore mare	
4				
5				
6				
7				6,0-9,0 m (0-3,0 m litologia)
8			Depositi limosi incoerenti	Litologie limose nere incoerente. Impossibilità a ottenere un campione indisturbato.
9				
10				
11				
12				9,0- 21,5 m (3,0-15,5 m litologia)
13			Depositi sabbioso limosi incoerenti	Litologie sabbiose limose con componente organica diffusa. incoerente. Impossibilità a ottenere un campione indisturbato. Colore nerastro passante a grigio
14				Tenatocenosi costituite da prevalenti elementi autoctoni.
15				
16				
17				
18				
19				
20	C.R. 20.0-20,3			
21			Depositi limoso argillosi	21,5 - 23,5 m (15,5-17,5 m litologia)
22	C.R. 22.0-22,3			Litologie limoso argillosa grigio-giallastra. Consistente.
23				
24				
25	C.I. 24.5-25,0		Depositi argillosi	23,5 - 32,0 m (17,5-26,0 m litologia)
26				Litologie argillosa grigio-azzurra. Molto Consistente e Compatta
27				
28				
29	C.I. 28.5-29,0			
30				
31				
32	C.I. 31.5-32,0			

SONDAGGIO SN5- COORDINATE: LAT N 40°29' 42,42"; LON E 17°09'45,55"

Il sondaggio SN6 ha permesso di ricostruire la successione stratigrafica.

- spessore mare 7 m.
- livello limoso nerastro incoerente per uno spessore di 3 m.
- da 10,0 m fino a 24,3 m (da 3,0 m a 17,3 m di litologia) intercettato un livello litologico grigiastro composto da litologia sabbiosa-limosa incoerente con diffusa componente organogena. Sono presenti frustoli algali e depositi organogeni. Diffusi all'interno i livelli fossiliferi costituiti da specie prevalentemente autoctone. L'avanzamento avviene con il semplice peso della strumentazione.
- da 24,3 m fino a 28,5 m (da 17,3 a 21,5 m) diminuisce la componente sabbiosa e la successione si presenta coesa. Si passa a termini a minore contenuto sabbioso; tali termini si comportano in maniera uniformemente compatta e il passaggio della litotipi limosi ai termini argillosi avviene rapidamente; il contatto lineare tra i due termini è favorito anche dalla variazione cromatica dei termini prevalentemente limosi al passaggio ai termini prevalentemente argillosi;
- da 28,5 a 35,0 m (da 21,5 a 28,0 m) si apprezzano termini argillosi grigio azzurri avente componente limosa decrescente, essi si presentano con una colorazione grigio azzurra, molto compatti e con un basso grado di lavorabilità manuale. Il coefficiente K determinato indirettamente da prova di compressione edometrica è pari a 10^{-11} m/s



DOCT. GEOLGO BIANFRANCO NORD
CONSULENZE AMBIENTALI
 VIA SUBLIELMI 28/D - 74015 MARTINA FRANCA
 TEL./FAX - 0804305540 - MOB 3309494332

BIANFRANCORORD@GEOLOGO@GMAIL.COM

COLONNA STRATIGRAFICA				
CARATTERIZZAZIONE AREA CASSA DI COLMATA SN6				
28-set-12				
Committente:	IONIO SUB S.R.L.		FOFO 18-19-20	
STRATIGRAFIA	RICOSTRUZIONE		TARANTO PORTO	
SONDAGGIO SN6	SUCCESIONE STRATIGRAFICA		AMPL.V SPORGENTE	
STRATIGRAFIA	CAMPIONI	SPT	LITOLOGIA	DESCRIZIONE
0				0 - 7,0 m
1				
2				
3			Spessore	
4			mare	
5				
6				
7				-----
8				7,0 - 10,0 m (0-3,0 m litologia)
9			Depositi	litologie limose nere
10			limosi	Incoerente. Impossibilità a ottenere un
11			incoerenti	campione indisturbato.
12				-----
13				10,0 - 24,3 m (3,0-17,3 m litologia)
14				litologie sabbiose limose con componente
15				organica diffusa.
16			Depositi	Incoerente. Impossibilità a ottenere un
17			sabbioso	campione indisturbato.
18			limosi	Colore nerastro passante a grigio
19			incoerenti	Tenacenosol costituita da prevalenti
20				elementi eutocanti.
21				
22				
23				
24				-----
25	C.R. 24.2-24,5			24,3 - 28,5 m (17,3-21,5 m litologia)
26	C.R. 25.7-26,0		Depositi	limoso
27	C.I. 26.5-27,0		argillosi	litologia limoso argillosa grigio-giallastra.
28				Consistente.
29				-----
30				28,5 - 35,0 m (21,5-28,0 m litologia)
31	C.I. 30.0-30,5		Depositi	litologia argillosa grigio-azzurra.
32			argillosi	Molto Consistente e Compatta
33				
34				
35	C.I. 34.5-35,0			

SONDAGGIO SN6- COORDINATE: LAT N 40°29' 45,4"; LON E 17°09'50,40"

11-Caratteri litotecnici dei substrati lungo il margine della cassa di colmata.

Dal punto di vista litotecnico, le sequenze idonee sia a sopportare le strutture delle opere previste per il marginamento sia per garantire l'impermeabilità del fondo della cassa di colmata, sono presenti a profondità comprese tra i 20 e i 30 metri (s.l.m.m.).

Essi dal punto di vista litotecnico si prendono in considerazione ai fini progettuali le sequenze sedimentarie al di sotto i sedimenti sabbio-limosi e limosi ovvero i depositi addizionati lungo la linea di costa e del V Sporgente.

In particolare raccolti i dati geotecnici di laboratorio o in situ la sintesi dei principali caratteri meccanici e tecnici sono rappresentati nelle seguenti tabelle.

I depositi limo argillosi (DLA – vd. tab.2) con spessori variabili da qualche metro a oltre i 10 metri sono classificabili secondo AASHTO (CNR-UNI100006) appartenenti a seconda dell'altezza stratigrafica delle intercalazioni alle classi A-7-6 e A-6

DEPOSITI LIMOSO ARGILLOSI – DLA	
Parametri geotecnici caratteristici	
γ (KN/m ³)	18.5 - 19
c' (kPa)	15 - 50
ϕ' (°)	22 - 26
C_U (kPa)	50 kPa, per 10<z<15 m 75 kPa, per 15<z<25 m
G_0 (MPa)	$G_{0,ref} = 75 \text{ MPa} - z_{ref}=20 \text{ m da l.m.}$ (σ_{vo}' media = 115 kPa)
E_0 (MPa)	$E_{0,ref} = 200 \text{ MPa} - z_{ref}=20 \text{ m da l.m.}$ (σ_{vo}' media = 115 kPa)
E_{ed} (kPa)	600 z – 5000 kPa (con z= profondità in metri)
C_c	0.03 – 0.4
C_v (m ² /sec)	$C_v = 9.3 \times 10^{-9} - 1.3 \times 10^{-7}$ da prove di laboratorio $C = 7 \times 10^{-8}$ da prova di dissipazione
K medio (m/s)	7.07×10^{-10}

Tabella 2 – Sintesi dati geotecnici

I depositi argillosi (DA – vd. tab.3) sono presenti a partire da profondità di circa 27,50 metri (s.l.m.m.) e sono classificabili secondo AASHTO (CNR-UNI100006) appartenenti, a seconda dell'altezza stratigrafica delle intercalazioni, alle classi A-7-6 e A-6

DEPOSITI ARGILLOSI – DA	
Parametri geotecnici caratteristici	
γ (KN/m ³)	19.5 - 20
c' (kPa)	50
ϕ' (°)	25
C_U (kPa)	200
G_0 (MPa)	$G_{0,ref} = 110 \text{ MPa} - z_{ref}=25 \text{ m da l.m. } (\sigma_{vo'}'_{media} = 184 \text{ kPa})$
E_0 (MPa)	$E_{0,ref} = 297 \text{ MPa} - z_{ref}=25 \text{ m da l.m. } (\sigma_{vo'}'_{media} = 184 \text{ kPa})$
E_{ed} (kPa)	$E_{ed} = 3000 z - 10000 \text{ kPa}$ (con z = profondità in metri)
C_v (m ² /sec)	$C_v = 5.67 \times 10^{-9} - 1.71 \times 10^{-7}$, da prove di laboratorio $C = 8.92 \times 10^{-8} - 1.25 \times 10^{-7}$, da prove di dissipazione
K medio (m/s)	1.26×10^{-10}

Tabella 3 – Sintesi dati geotecnici

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica allegata al progetto.

12-I sedimenti marini recenti

Come su accennato l'area in studio si estende a Nord-Ovest del centro abitato di Taranto, in un settore territoriale caratterizzato dalla presenza, in affioramento, di rocce riconducibili a due domini strutturali d'importanza regionale: l'Avampaese Murgiano e l'Avanfossa Bradanica.

La prima struttura, prevalentemente carbonatica e di età Mesozoica, è ribassata per faglie verso ovest e sud-ovest e soggiace ai depositi argillo-sabbioso-conglomeratici dell'Avanfossa, a loro volta ricoperti da depositi marini terrazzati e da depositi continentali.

Di fatto, l'area tarantina può essere suddivisa in tre settori morfologici divisi in zona murgiana, zona di transizione, zona costiera.

La zona murgiana occupa la parte settentrionale dell'arco ionico tarantino ed è costituita da aree che dal punto di vista topografico, strutturale e paesaggistico, sono caratterizzate da ondulazioni irregolari, tipico di zone soggette a carsismo.

La zona di transizione presenta strutture morfologiche contraddistinte da gravine e terrazzi marini.

La zona costiera è caratterizzata da morfologie differenti a Est e a Ovest di Taranto:

- nella parte a Ovest la morfologia è pianeggiante e priva di un'idrografia definita tale da consentire il deflusso delle acque di pioggia che in occasione di eventi significativi raggiungono quest' area;
- la parte a Est presenta una morfologia pianeggiante con una linea di costa frastagliata caratterizzata da falesie con un susseguirsi di piccole insenature;
- il tratto più orientale della fascia costiera è caratterizzato dalla presenza di dune e di un litorale sabbioso.

Nel Golfo di Taranto i sedimenti a profondità variabile da 5 a 25 m sono prevalentemente costituiti da sabbie, sabbie pelitiche fino a peliti (5-25m) o peliti con una elevata componente sabbiosa.

Nel settore settentrionale si rileva la presenza di un sub-bacino, che è limitato a Nord dalla costa e a Est da un rilievo roccioso allineato NE-SW che degrada verso S e verso W.

In questo sub-bacino si viene a formare una cella di circolazione oraria delle correnti provenienti da W-SW che raccolgono anche gli scarsi apporti pelitici del Fiume Tara.

La parte meridionale della costa presenta sedimenti sabbioso-pelitici molto sabbiosi nelle aree meno profonde e pelitico-sabbiosi nelle aree più profonde in corrispondenza del canale di collegamento con il Mar Grande.

Dalla composizione mineralogica si evidenzia la frazione psammitica caratterizzata da tre componenti:

1. componente terrigena, derivante dall'erosione superficiale, dagli apporti fluviali;
2. componente organogena, derivante dalla frammentazione dei gusci, dalle spoglie degli organismi e dai fustoli vegetali;
3. componente di origine antropica, legata soprattutto all'attività industriale.

La componente terrigena è costituita da minerali come quarzo, feldspati, miche, pirosseni di origine vulcanica.

La componente organogena è composta da gusci di organismi bivalvi interi o in frammenti, da foraminiferi e da scheletri di alghe coralline fortemente bioconcrezionati mentre i fustoli vegetali sono costituiti da alghe filamentose.

La componente di origine antropica è composta di materiali di risulta delle lavorazioni siderurgiche, come loppe e in genere scorie contenenti grumi ferromagnetici di ossidi di ferro, polveri di carbone e polveri di desolforazione d'altoforno che si disperdono in atmosfera sotto forma di pulviscolo che successivamente precipita in mare e decanta sul fondo (fallout).

In particolare i risultati delle indagini granulometriche (cfr. paragrafo 5.2.1 - *Piano di gestione dei sedimenti Porto di Taranto*, ISPRA, Settembre 2009) effettuate sui sedimenti, nell'area della *Darsena Polisettoriale* e nell'area a Ovest di Punta Rondinella (comprendente la calata del *V Molo*), mettono in evidenza una grande varietà nella composizione granulometrica dei sedimenti, i quali sono prevalentemente costituiti da **peliti sabbiose** con una frequenza minore di sabbie pelitiche.

I sedimenti sono mediamente fini, con percentuali di sabbia pari al 19%, mentre le frazioni fini (limi e argilla) hanno percentuali rispettivamente del 43 e del 35%.

Sono presenti aree abbastanza circoscritte con elevate percentuali di ghiaia (che in alcuni casi arrivano al 43%).

13-Inquadramento geologico dell'area a mare (da ISPRA sul Piano di Gestione Sedimenti '09)

Qui di seguito si descrive l'inquadramento geologico-tecnico dell'area portuale d'interesse, per la cui definizione sono stati utilizzati i dati ricavati dalle indagini svolte, operando una sintesi delle informazioni raccolte e degli studi redatti nell'ambito delle progettazioni e dei lavori di costruzione di strutture portuali limitrofe.

In particolare ci si è avvalsi dei risultati ottenuti nel corso di alcune campagne d'indagini. In

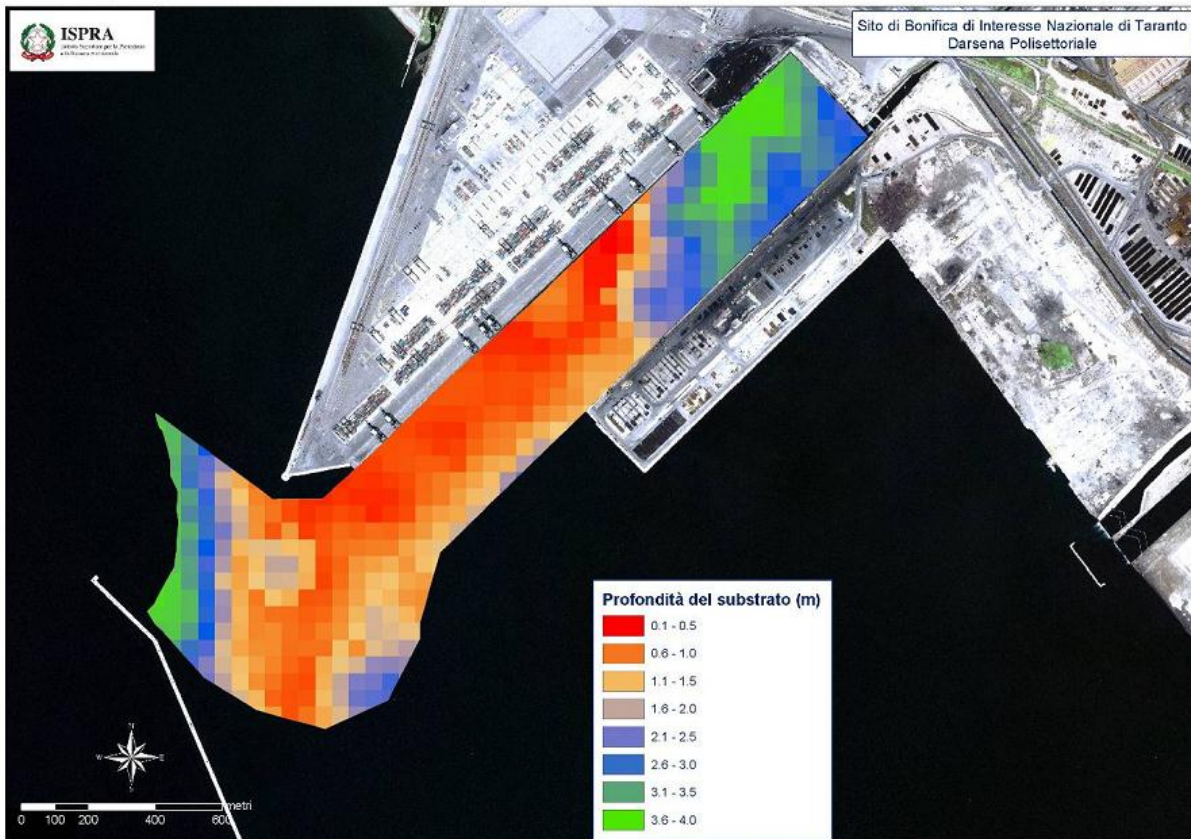


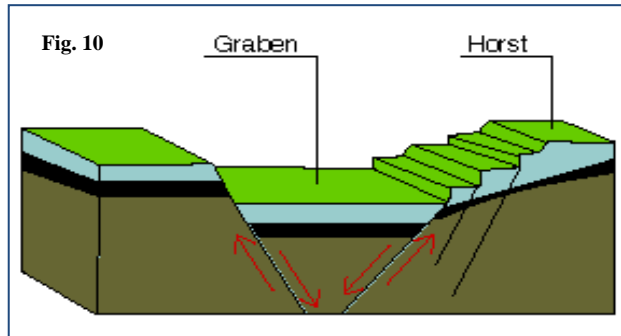
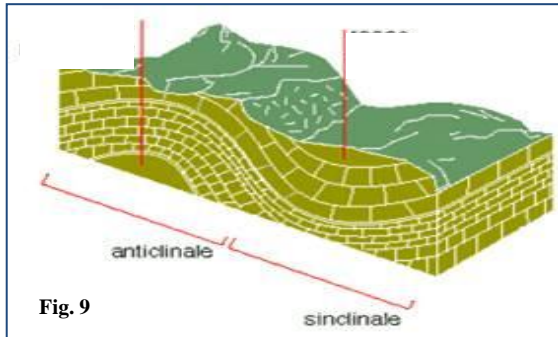
Fig. 8 – Rappresentazione delle profondità del substrato argilloso.

particolare, in tale area come riferito da ISPRA (nel Piano di Gestione Sedimenti '09) gli spessori di sedimento recuperati (vd. fig. 8) e da sottoporre a caratterizzazione non hanno raggiunto sempre la quota prevista, in profondità, a causa delle difficoltà di prelievo riscontrata dal vibro-carotiere utilizzato.

Ciò potrebbe, verosimilmente essere imputabile alla presenza di trovanti sul fondale ovvero il raggiungimento di una formazione sedimentaria con caratteristiche meccaniche tali da non essere campionabile con la strumentazione adottata.

Questa formazione geologica è riconducibile a un'argilla fortemente consolidata, ascrivibile alla sequenza sedimentaria delle argille grigio-azzurro plio-pleistoceniche, che rappresentano il naturale substrato su cui si sono depositi i sedimenti incoerenti recenti.

L'assetto strutturale del substrato argilloso nelle aree in cui si eseguiranno i lavori di



dragaggio potrebbe essere interessata da strutture tettoniche deformative o dislocative tali da formare geometrie anticlinali/sinclinali (fig. 9) o a "horst e graben" (fig. 10).

Queste strutture sono mascherate dalle coperture di sedimenti recenti che, tra l'altro, in ambito portuale sono sottoposti a un continuo rimaneggiamento operato sia da flussi di correnti meteo marine sia da flussi di correnti provocate dal moto delle navi di grosso tonnellaggio. Tale rimaneggiamento incide sull'evoluzione granulometrica dei sedimenti compresi gli eventuali elementi inquinanti presenti. La successione stratigrafica ricostruita nell'area, almeno fino alle profondità indagate, è costituita, a partire dall'unità più antica fino alle più recenti, da:

- argille subappennine a grana limo-sabbiosa da mediamente a molto consistenti (NSPT = 30÷50), inattive o normalmente attive e di colore grigio-azzurro. La percentuale sabbiosa diminuisce sensibilmente con la profondità.

Verso l'alto si presentano con una fascia d'alterazione colore grigio-giallastro per alterazione e di media consistenza.

In alcuni sondaggi nel corpo delle argille grigio-azzurre si evidenziano lenti di argille di colore grigio-verdastro, limose debolmente sabbiose, aventi modesto spessore, da 1 a 3 m, compatte e poco plastiche;

- depositi marini costituiti prevalentemente da sabbie medio-fini e sabbie limose, con tratti frammenti di conchiglie, da poco a mediamente addensate (NSPT = 8÷18) e aventi spessore di 2-3 m;

- livelli di sabbie limose e/o limi sabbiosi recenti "di fondale", poggianti sopra i depositi sabbiosi o direttamente sulla formazione argillosa di base, poco consistenti, aventi caratteristiche geotecniche scadenti e spessore variabile da 2 m a circa 6 m.

In particolare, le caratteristiche granulometriche dei sedimenti presenti sul fondale delle aree marine oggetto degli interventi sono desunte dalla seguenti analisi granulometriche:

- analisi granulometriche elaborate da ISPRA, i cui risultati sono esposti nel "Piano di gestione dei sedimenti" (2009) nell'ambito del Progetto Preliminare relativo al dragaggio dei sedimenti in area polisettoriale.
- analisi granulometriche eseguite sui campioni di sedimento prelevati nei sondaggi a mare eseguiti nel 2011.

Dal rapporto ISPRA emerge che i sedimenti di tutta l'area a Ovest di Punta Rondinella sono costituiti da una composizione granulometrica variabile.

In particolare risultano prevalentemente costituiti da peliti sabbiose con una frequenza minore di sabbie pelitiche.

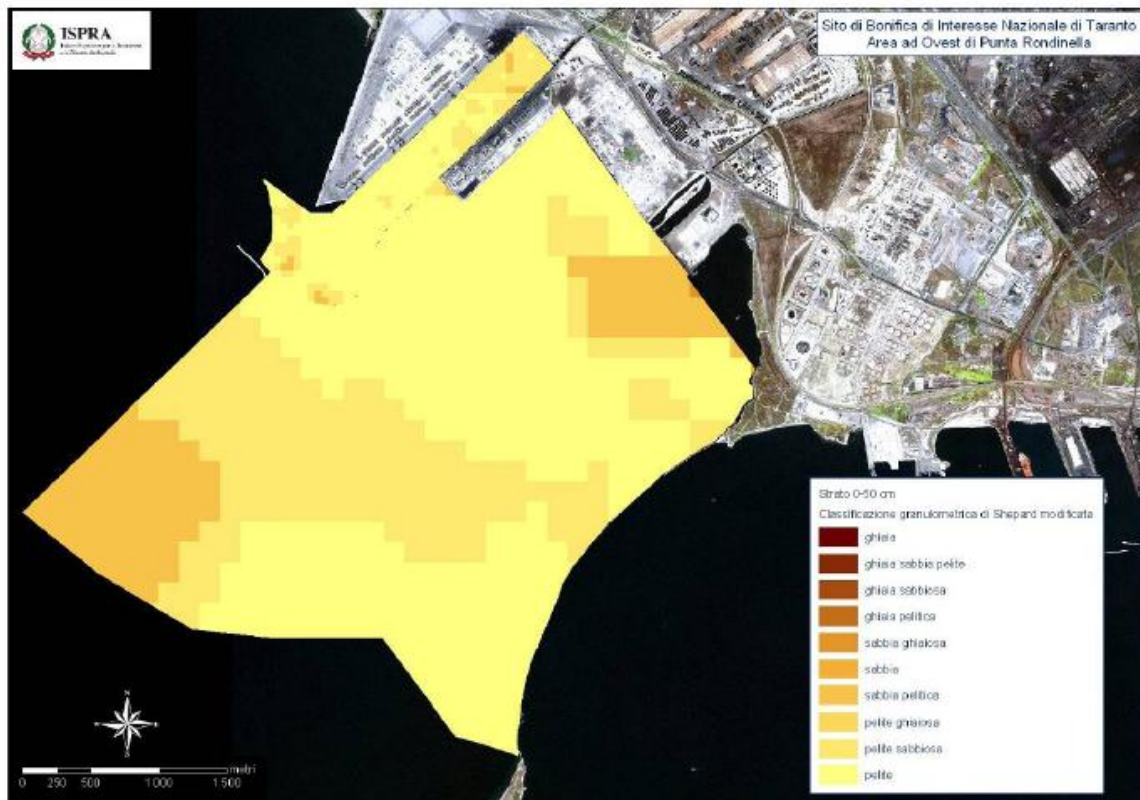


Fig. 11 - Granulometria dei sedimenti – Livello 0 – 50 cm

I sedimenti sono mediamente fini, con percentuali di sabbia del 19%, mentre le frazioni fini (limo e argilla) hanno percentuali rispettivamente del 43% e 35%.

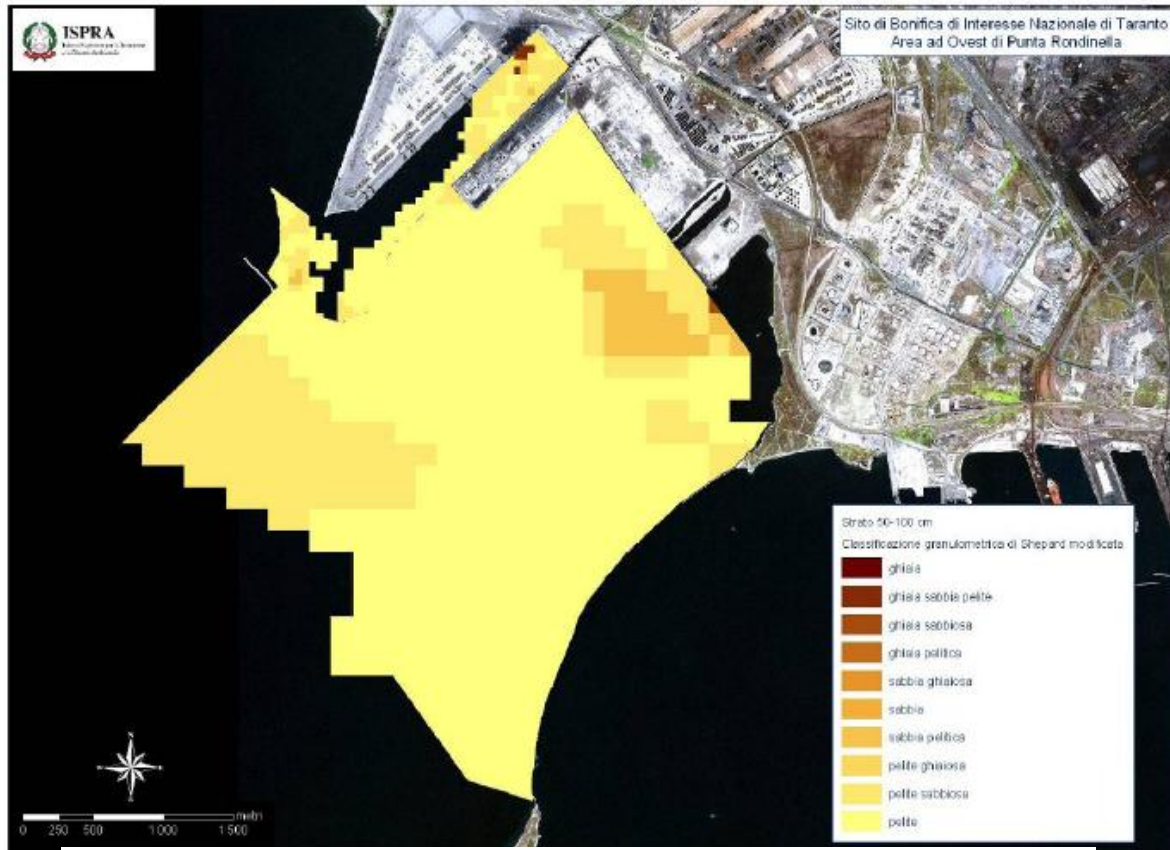


Fig. 12 - Granulometria dei sedimenti – Livello 50 – 100 cm

Sono, inoltre, presenti aree abbastanza circoscritte con elevate percentuali di ghiaia che arrivano in alcuni casi anche al 43%.

Le caratteristiche sedimentologiche presenti nei sedimenti più superficiali tendono a mantenersi simili nei livelli sottostanti, anche se con un definito gradiente di diminuzione, fino al limite di profondità caratterizzato.

Una significativa anomalia si riscontra solo all'interno della *Darsena Polisettoriale* dove all'aumentare della profondità corrisponde invece un incremento della frazione più grossolana.

Nelle figure rappresentate (vd. figura 11 e da 12 a 16) sono visualizzati i risultati delle distribuzioni granulometriche dei sedimenti su tutta l'area studiata e per profondità comprese tra 0 e -3 m.

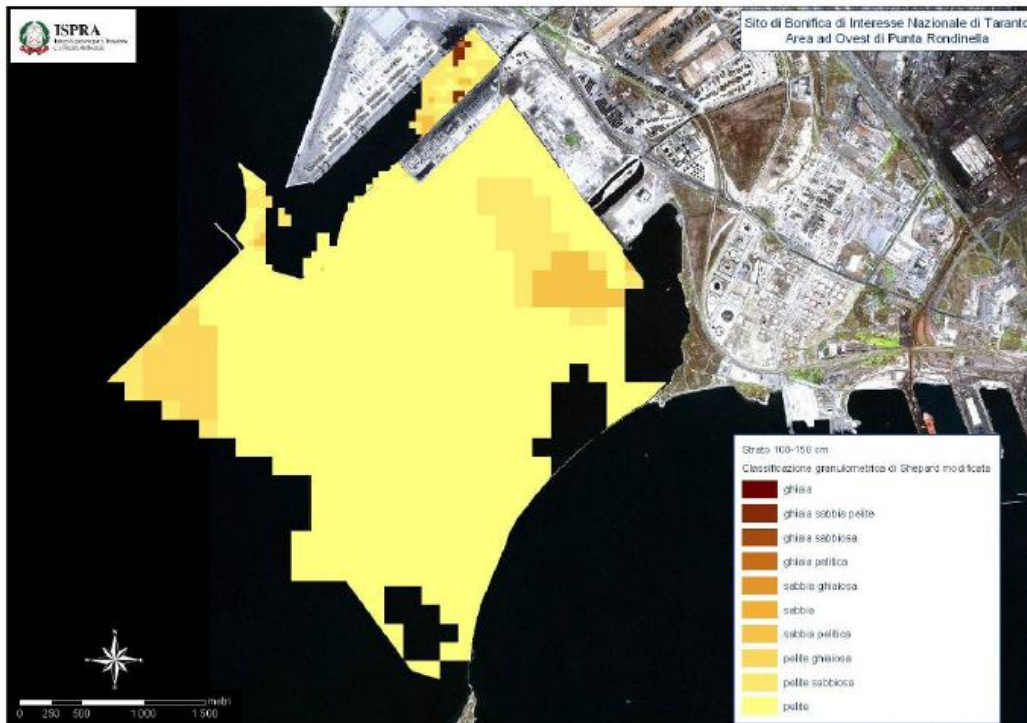


Fig. 13 - Granulometria dei sedimenti – Livello 100 – 150 cm

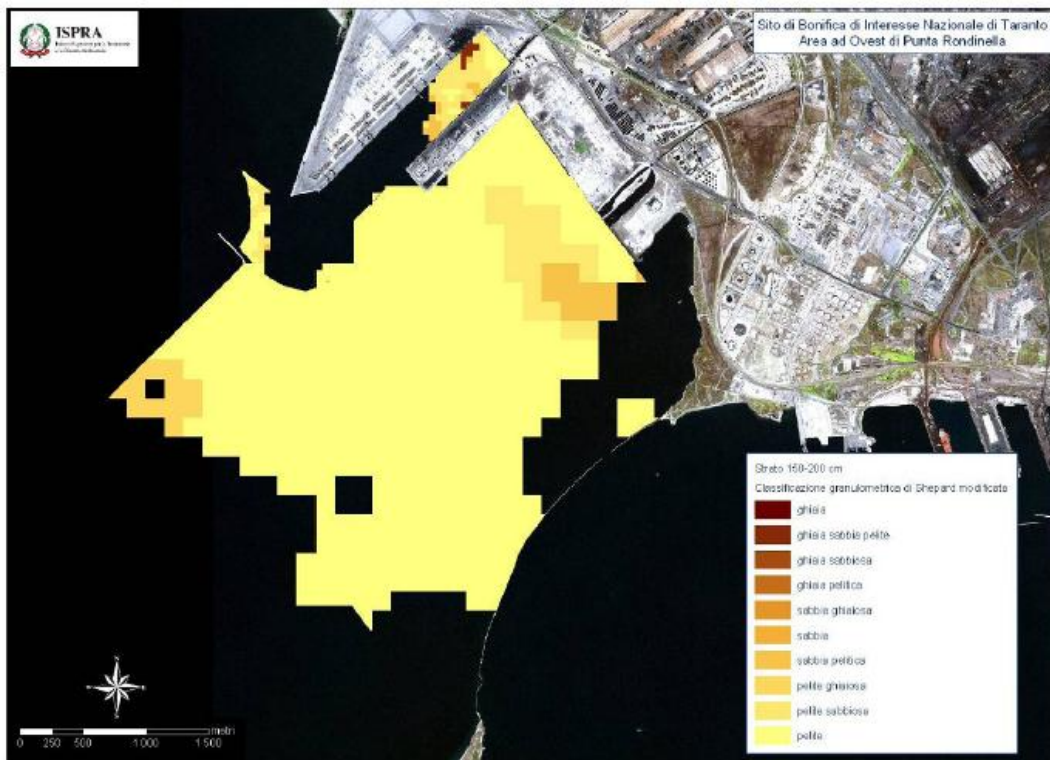


Fig. 14 - Granulometria dei sedimenti – Livello 150 – 200 cm

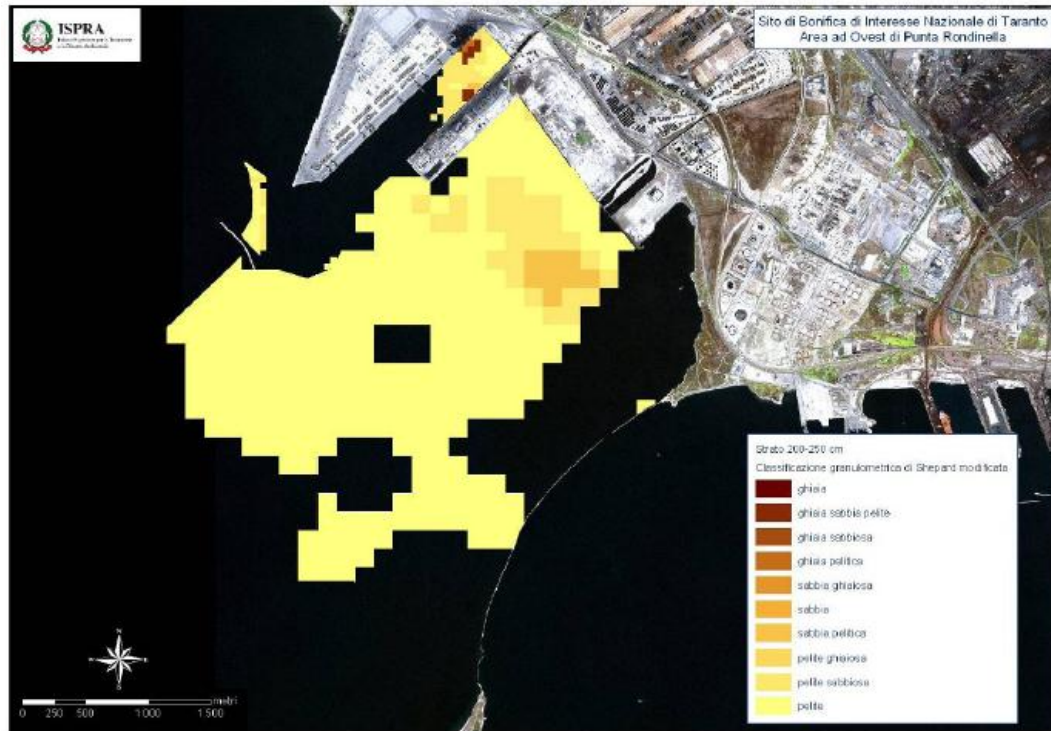


Fig. 15 - Granulometria dei sedimenti – Livello 200 – 250 cm

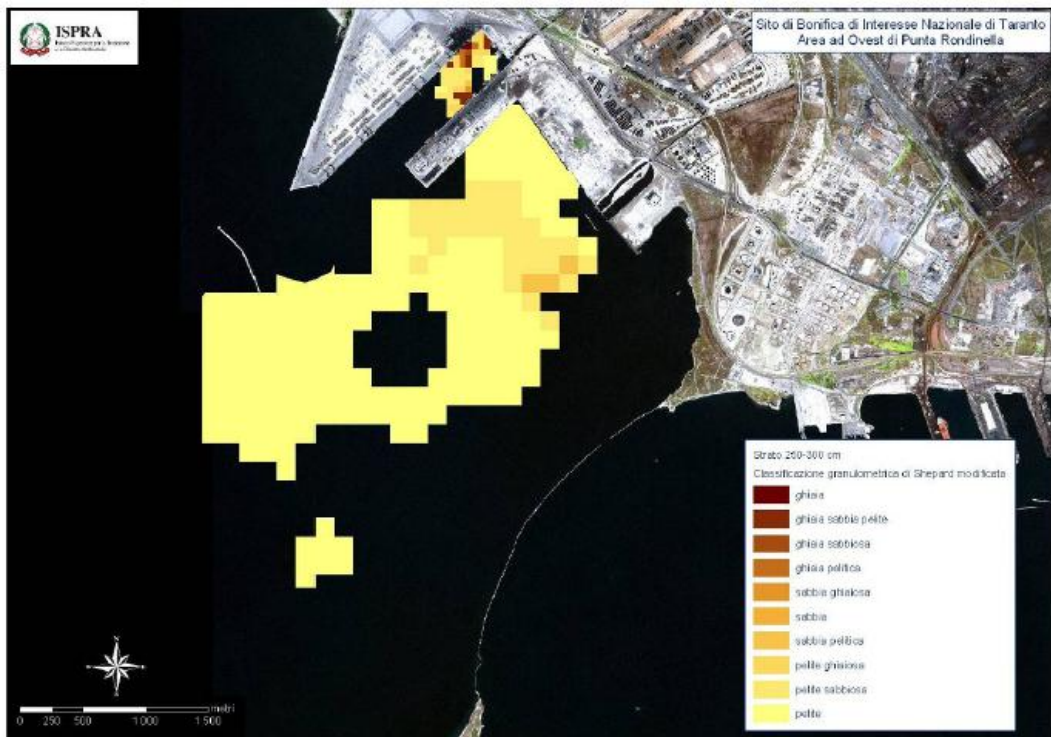
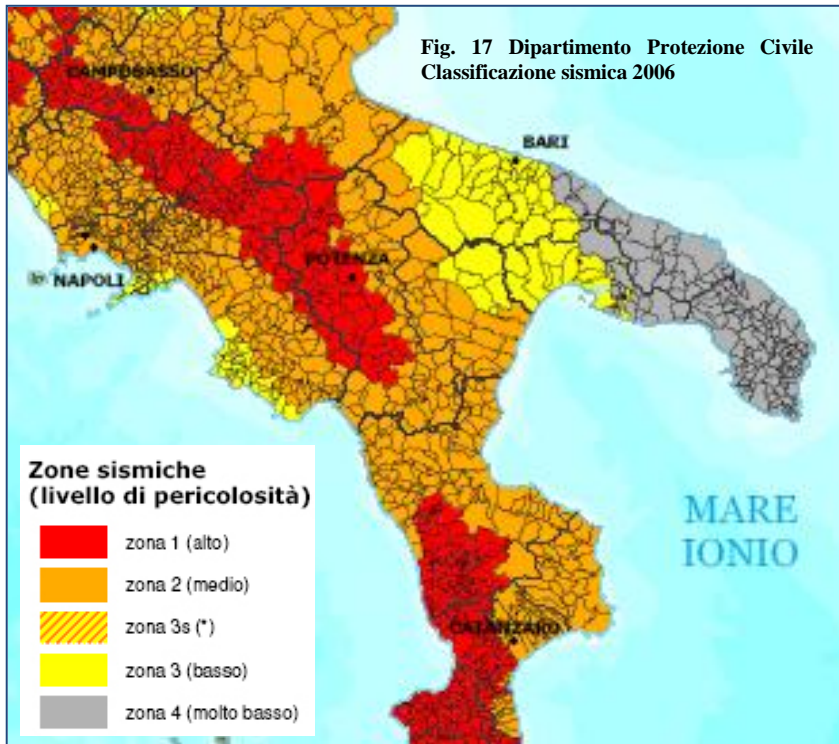


Fig. 16 - Granulometria dei sedimenti – Livello 250 – 300 cm

E' inoltre, importante sottolineare che i sondaggi profondi (oltre 50 m di profondità) non hanno mai raggiunto il basamento calcareo (Calcari di Altamura e/o Calcareniti di Gravina) e di conseguenza la sovrastante formazione argillosa, la cui presenza è, invece, confermata dalle stratigrafie di alcuni pozzi perforati per ricerche idrogeologiche eseguite al di fuori della zona di stretto interesse fino a profondità di 100 m dal p.c.

14-Aspetti sismici generali

Sulla base delle coordinate topografiche dell'area d'intervento essa ricade nell'ambito della località Taranto, Lido Azzurro - Latitudine (deg) 40,5197° (N 40° 31' 11"), Longitudine (deg) 17,1409° (E 17° 8' 27") e secondo la nuova classificazione sismica del territorio delle Regione Puglia approvata con D.G.R. n. 153 del 02.03.2004 ricade in Zona 3 (vd. fig. 17).



Al fine di calcolare il valore di velocità delle onde di taglio (S) fino alla profondità di 30 m (VS_{30}) e quindi determinare la classe di appartenenza del terreno di fondazione, secondo quanto è richiesto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/1/2008 (G.U. 4 febbraio 2008, n.29 – S.O. n. 30), sono state

effettuate due basi sismiche, tutte di lunghezza pari a 75 m con distanza intergeofonica di 3 m mentre gli “offset”, per esigenze legate alla metodologia delle tomografie, non hanno una misura costante per tutta la lunghezza dello stendimento anche se la configurazione geometrica rimane sempre la stessa.

Precisamente, su ciascun profilo sono stati effettuati cinque scoppi: due esterni e tre interni allo stendimento fra il VI e il VII geofono, fra il XII e il XIII e fra il XVIII e il XIX.

I profili sismici sono stati posti in posizione ortogonale tra loro con una base orientata in direzione SSW-NNE mentre l'altra in direzione SE-NW.

Data la lunghezza degli stendimenti eseguiti è stato possibile investigare il sottosuolo fino a una profondità di poco più di 15 metri a partire dal p.c.

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P è stato, così, possibile ricavare la struttura del sottosuolo caratterizzandolo in tre sismostrati ciascuno dei quali distinto da un determinato valore di velocità delle onde di compressione.

Sulla base dell'interpretazione dei dati (dromocrone) è possibile individuare un primo sismostrato con valori della velocità di propagazione delle onde P pari a 601 m/s attribuibile alla presenza di materiale di addizionato (di riporto) mediamente addensato e compreso tra circa 1,0 m e 1,5 m dal p.c.

Un secondo sismostrato con valori della velocità di propagazione delle onde P pari a 1056 m/s, da attribuire alla presenza di un deposito di terre di riporto da poco a mediamente compatto, il quale si rileva fino a una profondità compresa tra circa 3,0 m e 4,0 m.

Infine, un terzo sismostrato con valori della velocità di propagazione delle onde P di 1793 m/s attribuibile alla presenza di un deposito di materiale terroso di riporto mediamente compatto ovvero un deposito prevalentemente limoso mediamente compatto che è presente fino alla massima profondità investigata.

Per calcolare il valore di velocità delle onde di taglio (S) fino alla profondità di 30 m (V_{S30}) e quindi determinare la classe di appartenenza del terreno di fondazione sono stati effettuati due profili RE.MI. in corrispondenza delle stesse basi sismiche.

La tecnica utilizzata consente una stima accurata dell'andamento delle velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo; ciò avviene registrando semplicemente il rumore di fondo ed elaborando il segnale con un opportuno software.

Di fatto, quella che viene misurata è la velocità delle onde *Onde di Rayleigh* che è praticamente uguale alla velocità delle Onde S (95÷97%).

È così possibile definire con un'approssimazione valutabile tra il 5% e il 15%, il profilo " V_{S30} ". Sulla base delle indagini sismiche eseguite nella limitrofa "*ex Yard Belleli*", è possibile calcolare il parametro V_{S30} , il quale risulta compreso tra 578 m/s e 602 m/s; di conseguenza il sito in esame ai sensi della Nuova Normativa Sismica, corrisponde a un suolo di classe "B", definito come (punto 3.2.2 cap. 3 tab. 3.2 II del D.M. 14-01-2008):

"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

Tabella 4 – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

In aggiunta a queste categorie di terreno se ne definiscono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare S1 ed S2 (vd. tab.4)

Tabella 4 – Categorie aggiuntive di sottosuolo

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Inoltre, il Decreto specifica che qualora si è in presenza di un alternanza di terreni coesivi e granulari distribuiti con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità e nel contempo non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio, si può procedere determinando $N_{SPT,30}$ limitatamente agli strati granulari e Cu_{30} limitatamente agli strati coesivi.

Una volta individuate le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri $N_{SPT,30}$ e Cu_{30} si riferirà il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle specificate.

Per ciò che attiene alla conformazione morfologica il Decreto conferisce alle caratteristiche topografiche più comuni delle pertinenti categorie (vd. Tab.5).

Nel particolare il sito in oggetto è riconducibile alla condizione topografica T1 in quanto si presenta con superficie pianeggiante senza alcuna asperità rilevante.

Tabella 5 – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

In funzione della categoria di sottosuolo risultante dalle indagini vengono determinati i valori del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S per mezzo delle espressioni che tengono conto dell'amplificazione stratigrafica rispetto a un suolo di tipo A.

Tabella 6– Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografico S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Nel caso in esame, S_S assumerà il valore di 1,20 per un suolo di tipo B. Per tener conto delle condizioni si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati in Tab. 6 in funzione delle categorie topografiche definite e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento che per il sito specifico assumono il valore T1 pari a 1,0.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Sismica allegata al progetto.