



# Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale

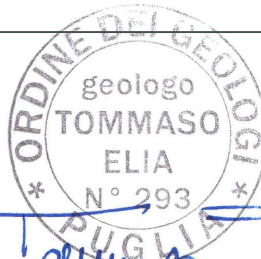


## PORTO DI BRINDISI

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA Banchinamento e recupero funzionale dei piazzali della colmata di Capo Bianco (ex British Gas)

R.U.P. Dott.Ing. Francesco Di Leverano	Progettazione	Consulenza specialistica			
	Coordinatore di progetto Dott.Ing. Francesco Di Leverano	<b>ACQUA TECNO</b>	Ing. Renato Marconi Ing. Barbara Doronzo Arch. Vittoria Biego	Dott. Archeologo Gianpaolo Colucci	Geol. Tommaso Elia
	Ing. Cristian Casilli Geom. Davide Boasso				

Titolo elaborato		Elaborato A.2281.21   FTE   EG <b>RGEOL</b>	
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		Scala	



*Handwritten signature in blue ink over the stamp.*

Data	Preparato	Controllato	Approvato
Giugno 2022			
Revisione	Data		



**Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico Meridionale**  
Bari, Brindisi, Manfredonia, Barletta, Monopoli

## Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale



### **RELAZIONE GEOLOGICA**

**Progetto di banchinamento e recupero funzionale dei piazzali della colmata di “Capobianco” (ex British gas)**

**Rev. n. 00 / mag 2022**

**Committente:** Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale  
P.le Cristoforo Colombo 1  
70122 - Bari  
P.Iva 08032850722



**Geol. Tommaso Elia – n° 293 O.R.G. Puglia**



*Viale S. Giovanni Bosco 60 – 72100 Brindisi*

## Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale

---

*Progetto di banchinamento e recupero funzionale dei piazzali della colmata di Capobianco (ex British gas)*

---

### **Relazione geologica**

#### **CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA**

**NTC 2018 - DM 17.01.2018**

---

**Committente:** Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale  
P.le Cristoforo Colombo 1  
70122 - Bari  
P.Iva 08032850722

---

#### **STUDIO di GEOLOGIA**

Viale S.Giovanni Bosco, 60 – 72100 Brindisi  
p.iva 02139640748  
c.f. LEITMS63H01L383U

**Tommaso ELIA**  
**N° 293 O.R.G. PUGLIA**

## INDICE

1.0 Premessa	P. 4
1.1 Normativa	P. 5
2.0 Inquadramento geografico-morfologico-geologico	P. 9
2.1 Stratigrafia dai sondaggi frontemare “Capobianco”	P. 18
2.2 Caratterizzazione geologico-stratigrafica dell’area	p. 32
2.3 Caratterizzazione geologico – tecnica in situ SPT e lab (PLT)	p. 36
2.4 Caratteri stratigrafici dei terreni sotto la colmata	P. 40
2.5 Caratterizzazione geologico – tecnica di progetto	P. 49
3.0 Indagine sismica a rifrazione	P. 52
3.1 Sintesi dei sondaggi sismici	P. 74
3.2 Modello geologico	P. 79
3.3 Sismicità dell’area	P. 82
4. Conclusioni	p. 91

### Allegati:

- inquadramento sismico I.N.G.V.
- stratigrafia ammasso roccioso
- grafi sismici e geotecnici
- carta geolitologica sc. 1: 5000
- carta geologica
- carta idrogeomorfologica



## 1.0 PREMESSA

In seguito all'incarico ricevuto con Determina del Presidente n° 329 del 06.09.2021 l'Autorità di Sistema Portuale del mare Adriatico Meridionale, di seguito (ADSP-MAM) con sede in P.le Cristoforo Colombo, n.1, 70122 Bari, è stato effettuato lo studio geologico dell'area della c.d. colmata a mare in loc.tà "Capobianco", nel porto esterno di Brindisi.

Lo studio è stato svolto eseguendo una serie di sondaggi sismici MASW in accoppiamento con un'indagine di sismica passiva a stazione singola misurando il microtremore ambientale, al fine di definire con buona approssimazione i parametri geotecnici dei litotipi che costituiscono la colmata e la loro struttura; la prova sismica ha permesso di determinare indirettamente le caratteristiche geotecniche principali delle formazioni litoidi affioranti nell'area, nonché la categoria sismica dei terreni.

Inoltre, ai fini della modellazione geologica e sismica dell'area, l'indagine geofisica è stata eseguita laddove l'ammasso granulare, varia pezzatura, ha differenti spessori e, pertanto volumi di materiale calcareo e relativo addensamento.

*Non sono state richieste dalla progettazione geotecnica indagini di tipo diretto a mare, in accoppiamento a quelle indirette eseguite, per la completa caratterizzazione e modellazione geotecnica dell'area marina antistante la colmata.*



Figura 1 – Inquadramento dell'area oggetto di studio e caratterizzazione geologica, sita nel porto esterno di Brindisi.

## 1.1 Normativa

Lo studio geologico preliminare è stato eseguito nel mese di ottobre 2021, e pertanto risponde alle NTC 2018.

Di seguito, sono riportati gli stralci dalle NTC 2108 (approvate con DM 17 gennaio 2018) relativi alla “Modellazione geotecnica” all’interno della “Progettazione Geotecnica” di cui al Cap. 6 del suddetto Decreto Ministeriale.

\* \* \*

### - 6. PROGETTAZIONE GEOTECNICA

#### - 6.1 DISPOSIZIONI GENERALI

##### - 6.1.1 OGGETTO DELLE NORME

*Il presente capitolo riguarda il progetto e la realizzazione:*

- *delle opere di fondazione;*
- *delle opere di sostegno;*
- *delle opere in sotterraneo;*
- *delle **opere e manufatti di materiali sciolti naturali**;*
- *dei fronti di scavo;*
- *del miglioramento e rinforzo dei terreni e degli ammassi rocciosi;*
- *del consolidamento dei terreni interessanti opere esistenti, nonché la valutazione della*
- *sicurezza dei pendii e la fattibilità di opere che hanno riflessi su grandi aree.*

##### - 6.1.2 PRESCRIZIONI GENERALI

*- le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali.*

*- I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, di cui al § 6.2.1. devono essere esposti in una specifica relazione geologica.*

*- le analisi di progetto devono essere basate su **modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove** che il progettista deve definire in base alle scelte tipologiche dell’opera o dell’intervento e alle previste modalità esecutive.*

*- le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la **modellazione geotecnica**, di cui al § 6.2.2, unitamente ai calcoli per il **dimensionamento geologico delle opere** e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive, devono essere illustrati in una **specifico relazione geotecnica**.*

## **6.2 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO**

### **6.2.1 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito**

...

#### **6.2.2. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA**

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2.

Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.

Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione. Della definizione del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista.

Ai fini dell'analisi quantitativa di uno specifico problema, per modello geologico di sottosuolo si intende uno schema rappresentativo del volume indagato di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo stratigrafico - geologico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geologico - tecnico.

Nel modello geologico di sottosuolo devono essere definiti il regime delle pressioni interstiziali e i valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Per valore caratteristico di un parametro geologico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato.

I valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove e misure in sito.

Per gli ammassi rocciosi e per i terreni a struttura complessa, nella valutazione della resistenza caratteristica occorre tener conto della natura e delle caratteristiche geometriche e di resistenza delle discontinuità.

Deve inoltre essere specificato se la resistenza caratteristica si riferisce alle discontinuità o all'ammasso roccioso.

Per la verifica delle condizioni di sicurezza e delle prestazioni di cui al successivo § 6.2.4, la scelta dei valori caratteristici delle quote piezometriche e delle pressioni interstiziali deve tenere conto della loro variabilità spaziale e temporale.

Le prove di laboratorio, sulle terre e sulle rocce, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di prova di cui all'art. 59 del DPR 6 giugno 2001, n. 380. I laboratori su indicati fanno parte dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geologico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.

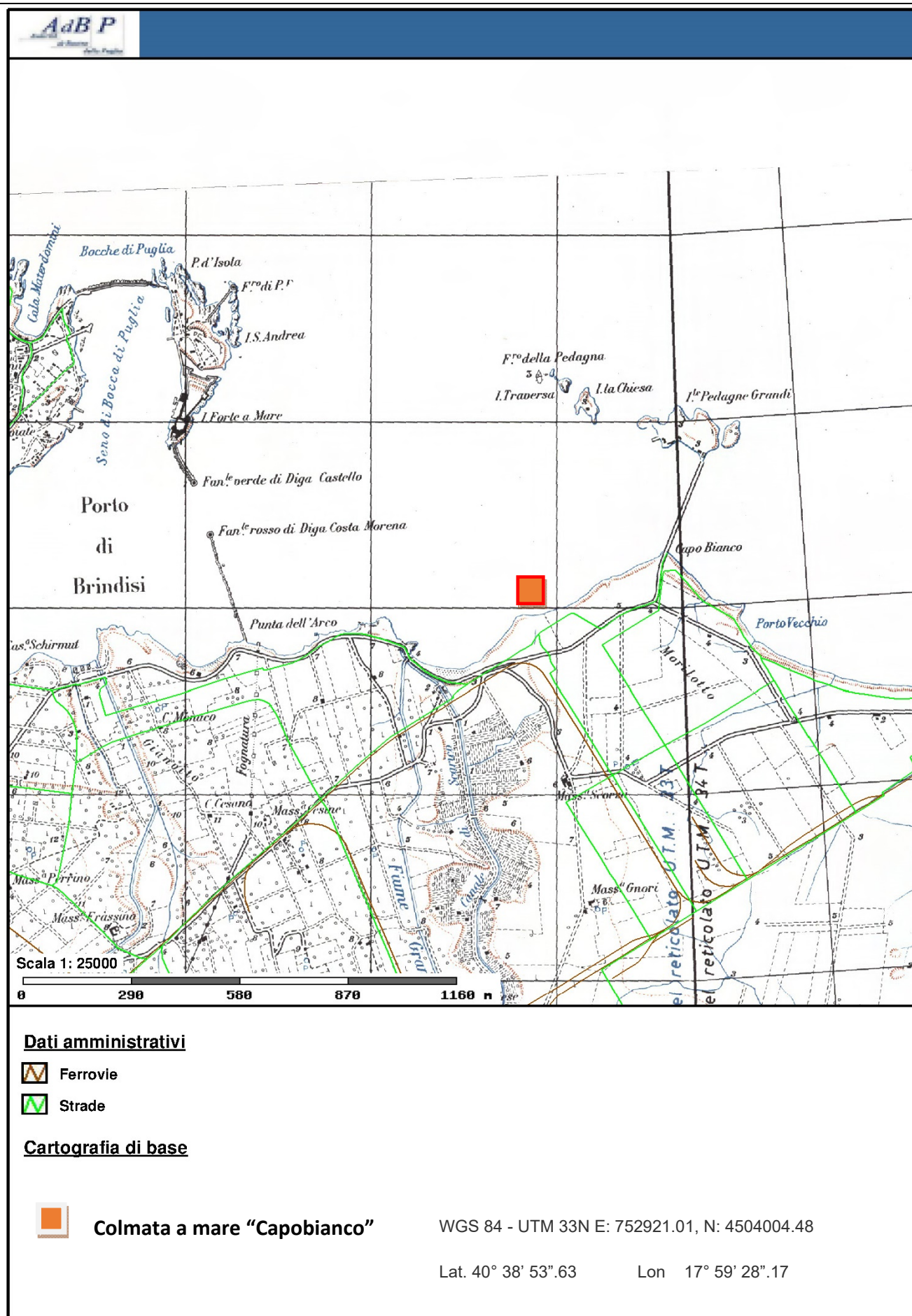


Figura 2 – Inquadramento geografico dell'area oggetto di caratterizzazione geotecnica; loc.tà "Capobianco", IGM Foglio n. 204 "Lecce" della Carta d'Italia tavoletta "Porto di Brindisi," IV di NO, anno 1947; scala 1: 25.000

## 2.0 Inquadramento geografico, geologico, morfologico

L'area di interesse è ubicata nella Z.I. di Brindisi, loc.tà "Capobianco", IGM Foglio n. 204 "Lecce" della Carta d'Italia, tavoletta "Porto di Brindisi," IV di NO, anno 1947; scala 1: 25.000.

Morfologicamente è caratterizzata da una superficie topografica pianeggiante, impercettibilmente digradante dall'entroterra verso la costa con quote variabili da 10 m a 0 (zero) metri slm. In linea d'aria questo  $\Delta H$  si sviluppa in ca. 3000 m, con una pendenza h/l del 3x1000.

Esternamente all'area di colmata, lato terra, affiorano sabbie recenti (depositi di spiaggia emersa e sommersa, cordoni dunali) e banchi arenitici e calcarenitici ben cementati, comunemente noti come "Panchina". Di seguito, due inquadramenti geologici d'area, riferiti a due cartografie geologiche ufficiali, seppur pubblicate in periodi differenti e scale differenti, che inquadrano gli stessi terreni dell'area oggetto di studio geologico.

In genere l'intero territorio risulta caratterizzato dalla presenza di un'impalcatura di calcari cretacei, nell'area non affioranti; al di sopra dei calcari e in trasgressione su di essi si rinvencono a tratti depositi calcarenitici di età pio-pleistocenica e, nelle porzioni molto prossime al mare, sabbie calcaree e argillose di epoca calabriana e post calabriana.

L'area direttamente interessata dall'intervento progettuale in esame appare caratterizzata dalla presenza in affioramento di depositi calcarenitici di epoca pleistocenica denominati «Formazione di Gallipoli» (Carta Geologica – Foglio n.204 – Lecce).

Il Foglio 204 "Lecce" della Carta Geologica d'Italia, riporta in legenda le seguenti formazioni geologiche, dall'alto verso il basso stratigraficamente

- ✓ «**Sabbie** grigio-giallastre: dune costiere attuali e recenti» (qd) - Olocene
- ✓ «**Sabbie, argille sabbiose**, limi grigi lagunari palustri recenti» (s) - Olocene
- ✓ «**Formazione di Gallipoli**», sabbie giallastre talora debolmente cementate, in strati di qualche cm di spessore, passanti inferiormente a sabbie argillose e argille grigi-azzurrate (Q1s); l'unità ha spesso intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (Q1c) – Calabriano- Pleistocene
- ✓ «**Calcareniti del Salento**» (Pleistocene), cartograficamente non in affioramento
- ✓ «**Calcari di Melissano**» - Calcari compatti a frattura irregolare, grigi e nocciola, talora chiari e porcellanacei, con intercalati banchi dolomitici (Senoniano-Turoniano / Cretacico), non in affioramento



Nell'area interessata dall'intervento di progetto, inquadrata al foglio n.204 "Lecce", la colmata a mare di "Capobianco", realizzata con inerti calcarei del cretaceo su due livelli, di diversa pezzatura e spessori, è in sovrapposizione geometrico-stratigrafica alle varie litofacies della Formazione di Gallipoli;

pertanto, caratterizzano i terreni della fascia costiera le [sabbie giallastre talora debolmente cementate, in strati di qualche cm di spessore, passanti inferiormente a sabbie argillose e argille grigi-azzurrastre (Q1s); l'unità ha spesso intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (Q1c)]

"Le calcareniti del Salento", sono costituite da depositi calcareo-arenacei e calcareo-arenaceo-argillosi, di colore bianco-giallastro con varianti arrossate, più o meno cementati, con stratificazione non sempre evidente, spesso incrociata.

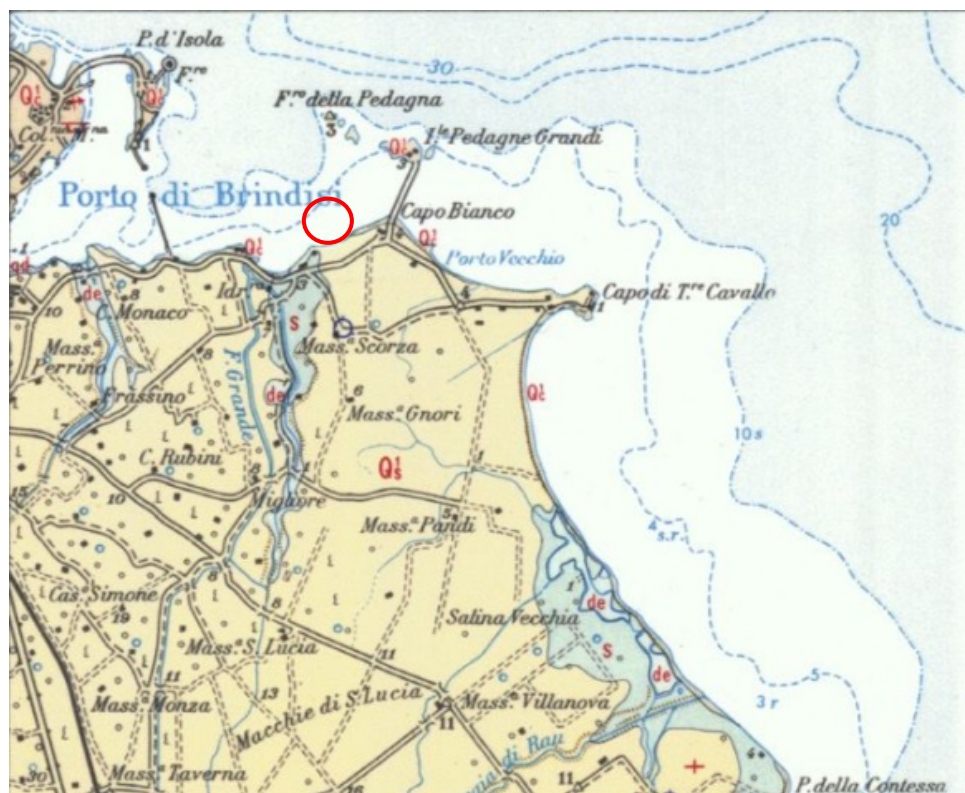


Figura 3 - Area in studio, stralcio della Carta Geologica d'Italia, Foglio n. 204 "Lecce", scala 1:100.000; ubicazione dell'area in studio e unità geologiche affioranti; stralcio con le formazioni geologiche affioranti nell'area in studio



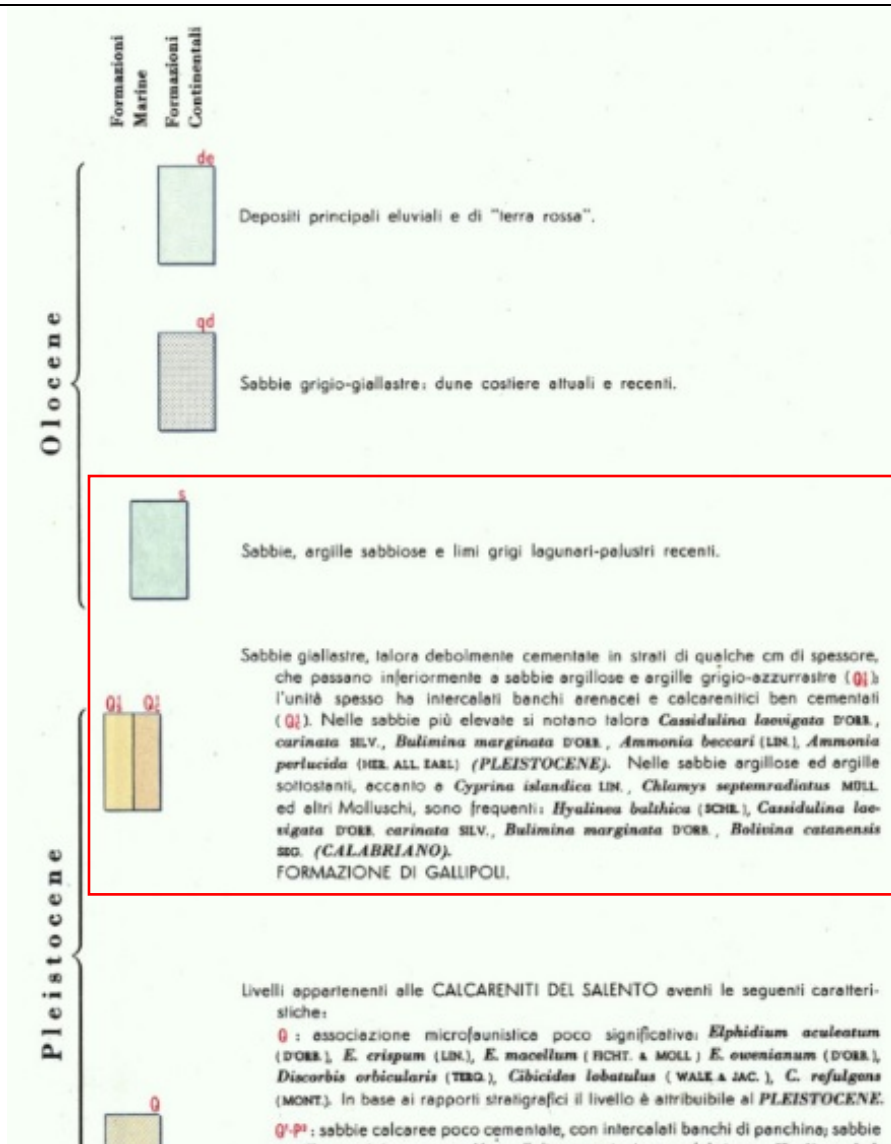


fig. 3.1 – Legenda Foglio geologico n. 204 "Lecce": i litotipi sabbiosi, sabbiosi fini – calcarenitici in affioramento e, quelli sondati nel substrato profondo dei fondali sottostanti la colmata



fig. 4 - “Carta geologica d. Murge e del salento”: scala 1:250.000; non di dettaglio geologico, ma di riclassificazione stratigrafica

La litofacies delle “Calcareniti del Salento”, unità geologica presente nel foglio geologico n. 204 “Lecce”, è stata accorpata nei c.d. DMT “depositi marini terrazzati” nella “Carta Geologica delle Murge e del Salento”; i litotipi affioranti documentano come il loro ambiente deposizionale sia stato di tipo litorale, quali “depositi di spiaggia e piana costiera, riferibili a numerose unità litostratigrafiche terrazzate in vari ordini, collegate a distinte fasi eustatico-tettoniche”.



fig. 4.1- Legenda “Carta Geologica delle Murge e del Salento”: scala 1:250.000

in campo rosso: litotipi in affioramento nell’area di indagine, stratigraficamente al di sotto dei materiali di colmata; in campo blu: non affioranti

La loro genesi è legata alla regressione del mare: durante questa regressione il mare ha abbandonato diversi ordini di depositi terrazzati, a quote via via decrescenti verso l'attuale linea di costa.

Detti terrazzi sono separati da modeste scarpate morfologiche, testimoni di fasi di stasi relative della regressione stessa. Alla regressione pleistocenica ha fatto seguito, ed è tuttora in atto, una fase trasgressiva, che tende a rielaborare quanto prima deposto dallo stesso mare.

Al di sotto dei DMT, le argille subappennine: depositi argillosi, argilloso – marnosi, argilloso – sabbiosi.

Entrambe le formazioni, DMT ed argille subappennine, a prescindere dalla nuova classificazione geologica intervenuta, sono state indagate mediante sondaggi geognostici diretti (B.G., 2002).

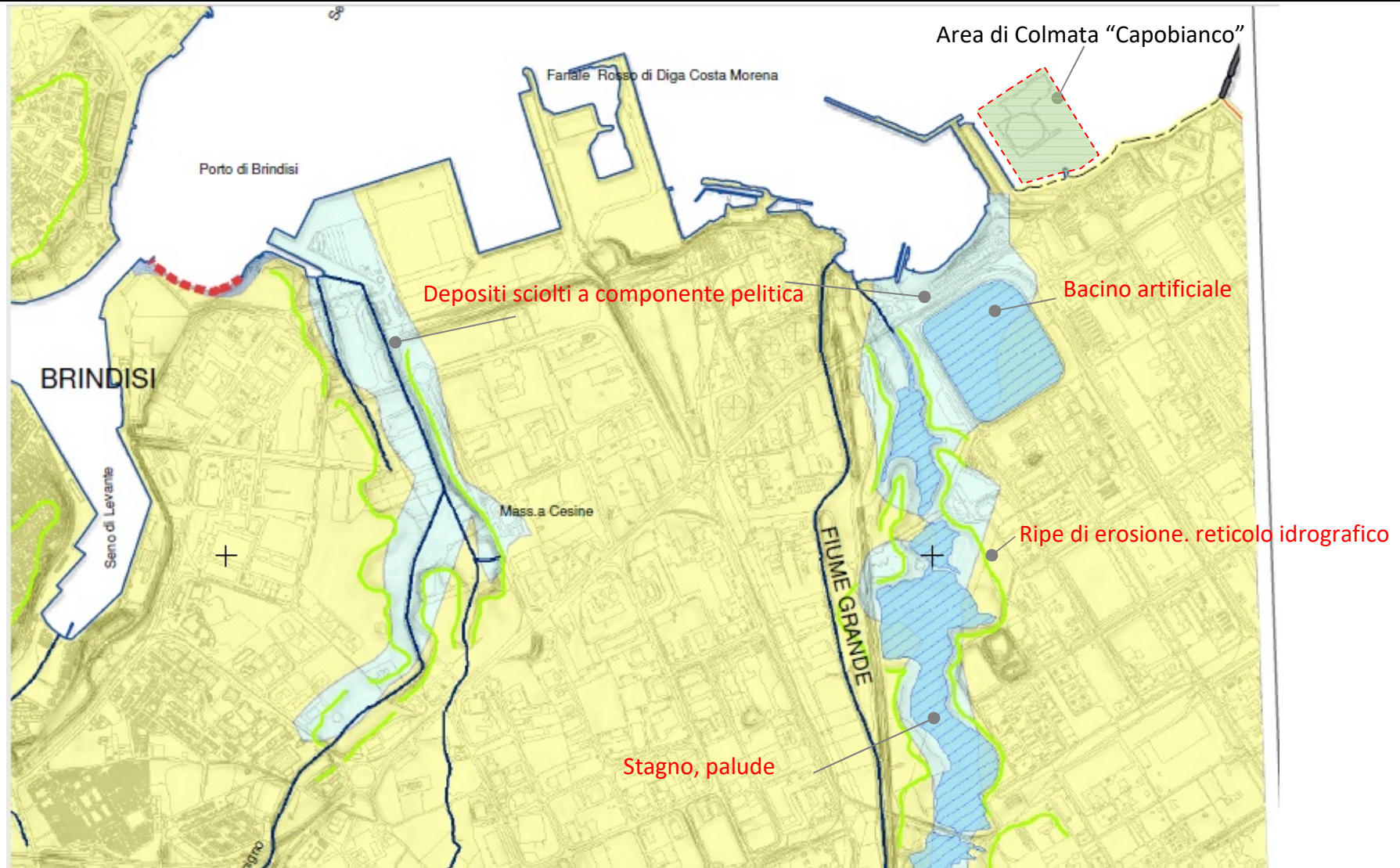


Fig. 5 – Carta idrogeomorfologica: le forme superficiali che caratterizzano la fascia costiera nord della Z.I. di Brindisi: reticolo idrografico e ripe di erosione, incise nella Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica




## FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA


 Ripa di erosione


 Ciglio di sponda


## FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE


 Corso d'acqua

 **Corso d'acqua** episodico

 Corso d'acqua obliterato

 Corso d'acqua tombato

 Recapito finale di bacino endoreico

 Sorgente

## BACINI IDRICI

 Lago naturale

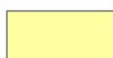
 Lago artificiale

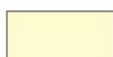
 Laguna


## Litologia del substrato


 Unità prevalentemente calcarea o dolomitica


 Unità a prevalente componente argillosa

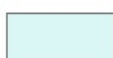
 Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica

 Unità a prevalente componente arenitica

 Unità a prevalente componente ruditica

 Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile

 Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico

 Depositi sciolti a prevalente componente pelitica

 Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa

Fig. 5.1 – Legenda “Carta idrogeomorfologica”

# Stratigrafia da sondaggi diretti e indiretti in area “Capobianco”<sup>1</sup>

Campagna di indagine marzo - aprile 2022

---

<sup>1</sup> [documenti BG, Brindisi LNG]: Fugro, D’Appolonia, Vinci, rev. SGI (2002 – 2005); messi a disposizione da ADSP-MAM

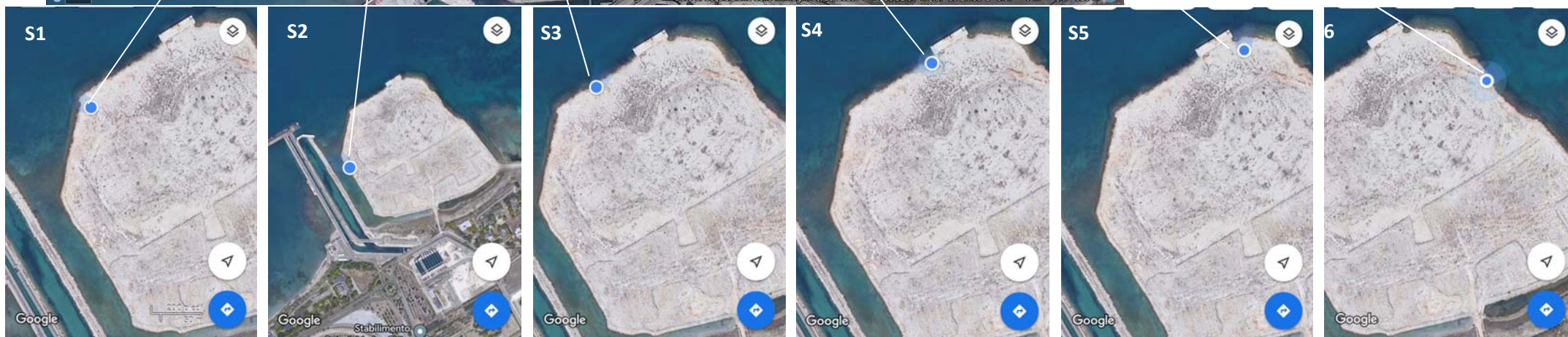
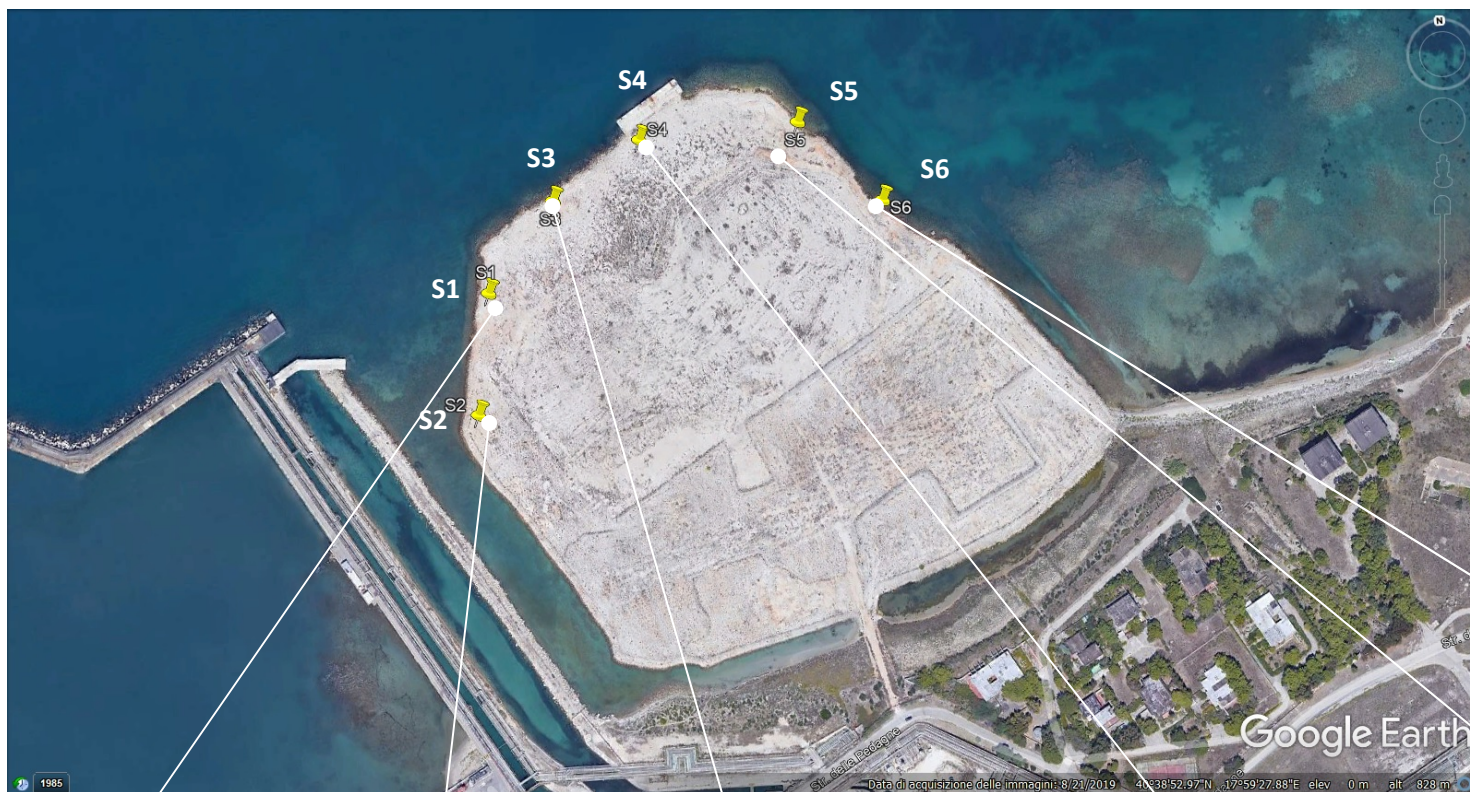


Fig. 6 - UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI di caratterizzazione geotecnica – geologico – stratigrafica dei fondali sottostanti e antistanti la colmata di “Capobianco” (ex British Gas)




## 2.1 STRATIGRAFIA DA SONDAGGI DIRETTI AREA FRONTEMARE COLMATA “CAPOBIANCO”

L’assetto stratigrafico dell’area in esame, deriva dai 6 sondaggi profondi a carotaggio continuo realizzati nell’area di colmata nel febbraio-marzo 2022<sup>2</sup>. Le verticali eseguite raggiungono profondità indicative di 30 m, a partire dal piano di sedime della colmata; quest’ultima ha spessori variabili procedendo dalla linea di costa verso l’esterno (mare), funzione della pendenza della spiaggia sommersa, ovvero del suo profilo.

Nella tabella seguente, si rappresenta la successione stratigrafica di sintesi:

	Denominazione <sup>3</sup>	Profondità massima di sondaggio (m)	Classificazione geologico-stratigrafica	Unità geologica di riferimento
0	Inerti calcarei - dolomitici	6,5 – 7,0		
1	Sabbie recenti	0,30 – 0,50	Sabbia con ghiaia, debolmente limoso argillosa	Sabbie recenti e attuali, dune; (Olocene)
2	Sabbie limo-argillose, livelli diffusi di calcarenite a “Panchina”, dcm	4,50 / 15,50	Sabbia con ciottoli/noduli, sabbia limosa con orizzonti calcarenitici - calciruditici	DMT- Depositi Marini Terrazzati (Pleistocene medio-sup.)
3	Depositi di paleoalveo	17,20 / 19,40 <sup>4</sup>	Depositi torbosi, sostanza organica in matrice argillosa-limosa, bruno-nerastri	Paleoambienti palustri/canalivi/lacustri (Pleistocene medio)
4	Limi argillosi, argille limose	23,50	Limi e sabbie argillose	Argille subappennine (Pleistocene inf.)
		30,00 (fine sondaggi)	Argille-limose	
5	Calcari e dolomie calcaree (2022, non indagati)	> 80,60	calcari	Dolomie di Galatina

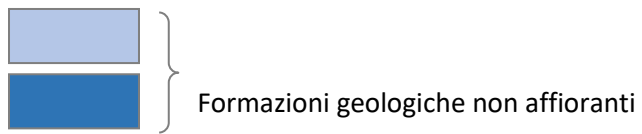
Tab. 1 - Successione stratigrafica caratterizzante, incontrata dalle verticali geognostiche eseguite nell’area di interesse

 Formazioni geologiche rilevate in affioramento

<sup>2</sup> Le informazioni geo-stratigrafiche sono fornite da ADSP-MAM, 2021

<sup>3</sup> Denominazione utilizzata nella “Relazione geotecnica” (BG Brindisi, Brindisi LNG project phase I e II, site investigation, 2004-2005)

<sup>4</sup> I c.d. *Depositi di canale* non affiorano con continuità in tutta l’area investigata



Relazione Geologica di caratterizzazione dei terreni sottostanti la colmata in loc.tà "Capobianco"

SONDAGGIO GEOGNOSTICO									
Committente : Dott. Geol. Tommaso Elia							Quota (m s.l.m.):		
Località: Porto esterno di Brindisi - Loc. Capobianco							P.C.	4,00	4,5 m
Lavori: Indagini geognostiche							Fondo foro	-26,00	
Sondaggio n°: S1					Tipo perforazione: a carotaggio continuo				
Data: Inizio 08/02/2022 Fine 08/02/2022					Tipo carotiere: semplice ø101mm				
Coordinate: 40° 49' 11,33"N. 14° 20' 06,31"E					Macchina perforatrice: CMV 600				
STRATIGRAFIA									
	profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneg. e Carote Rappresentative	Strumentazione installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)
4,00									
3,75			Massicciata costituita da blocchi di origine calcarea (d <sub>max</sub> > Ø carotiere).						
3,50									
3,25									
3,00									
2,75									
2,50									
2,25									
2,00									
1,75									
1,50									
1,25		4,50							
0,75			Deposito rimaneggiato di colore giallo - ocre in cui si rinvengono frequenti ciottoli di natura calcarea eterometrici (d <sub>max</sub> = 5 cm) e di forma subangolare in matrice sabbiosa debolmente limosa addensata e umida.			C.I. 1 6,50-7,00		S.P.T. 1 7,00 - 7,19 (12-25-R)	
0,50									
0,25									
0,00									
-0,25									
-0,50									
-0,75									
-1,00									
-1,25									
-1,50									
-1,75		8,50							
-2,00			Deposito sabbioso fine - limoso di colore marrone chiaro con sfumature ocre addensato e molto umido.			C.I. 2 9,50-10,00		S.P.T. 2 10,00 - 10,45 (4-6-5)	
-2,25									
-2,50									
-2,75									
-3,00									
-3,25									
-3,50									
-3,75									
-4,00									
-4,25									
-4,50		10,50							
-4,75			Deposito sabbioso fine - limoso di colore grigio addensato e molto umido.			C.I. 3 15,00-15,50		S.P.T. 3 15,50 - 15,95 (7-9-8)	
-5,00									
-5,25									
-5,50									
-5,75									
-6,00									
-6,25									
-6,50									
-6,75									
-7,00									
-7,25									
-7,50									
-7,75									
-8,00									
-8,25									
-8,50									
-8,75									
-9,00									
-9,25									
-9,50									
-9,75									
-10,00									
-10,25									
-10,50									
-10,75									
-11,00									
-11,25									
-11,50									
-11,75									
-12,00									
-12,25									
-12,50									
-12,75									
-13,00									
-13,25									
-13,50									
-13,75									
-14,00									
-14,25									
-14,50									
-14,75									
-15,00									
-15,25									
-15,50									
-15,75									
-16,00									
20,00		9,50							

Tab. 1.1 – log stratigrafico S1 – 0.00 – 20.00 m

SONDAGGIO GEOGNOSTICO														
Committente : Dott. Geol. Tommaso Elia						Quota (m s.l.m.):								
Località: Porto esterno di Brindisi - Loc. Capobianco						P.C.	4,00							
Lavori: Indagini geognostiche						Fondo foro	-26,00							
Sondaggio n°: S1				Tipo perforazione: a carotaggio continuo										
Data: Inizio 08/02/2022 Fine 08/02/2022				Tipo carotiere: semplice Ø101mm										
Coordinate: 40° 49' 11,33"N 14° 20' 06,31"E				Macchina perforatrice: CMV 600										
STRATIGRAFIA														
profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneg. e Carote Rappresentative	Strumentazione e installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)						
-16,00								20,00						
-16,25		Deposito sabbioso fine - limoso di colore grigio addensato e molto umido.	[Simbolo sabbioso]					20,25						
-16,50														20,50
-16,75														20,75
-17,00														21,00
-17,25														21,25
-17,50														21,50
-17,75														21,75
-18,00														22,00
-18,25														22,25
-18,50														22,50
-18,75														22,75
-19,00														23,00
-19,25														23,25
-19,50														23,50
-19,75								23,75						
-20,00								24,00						
-20,25								24,25						
-20,50								24,50						
-20,75								24,75						
-21,00								25,00						
-21,25								25,25						
-21,50								25,50						
-21,75								25,75						
-22,00	26,00				C.I. 4 25,00-25,50		S.P.T. 4 25,50 - 25,95 (7-9-11)	26,00						
-22,25								26,25						
-22,50								26,50						
-22,75								26,75						
-23,00								27,00						
-23,25								27,25						
-23,50								27,50						
-23,75								27,75						
-24,00		Deposito limoso - argilloso, a tratti sabbioso fine, di colore grigio consistente e umido. Si osservano sparsi frammenti e gusci millimetrici di bivalvi e gasteropodi.	[Simbolo limoso]					28,00						
-24,25														28,25
-24,50														28,50
-24,75														28,75
-25,00														29,00
-25,25														29,25
-25,50														29,50
-25,75														29,75
-26,00	30,00										C.I. 5 29,00-29,50		S.P.T. 5 29,50 - 29,95 (11-13-15)	30,00
-26,25														30,25
-26,50														30,50
-26,75														30,75
-27,00														31,00
-27,25														31,25
-27,50								31,50						
-27,75								31,75						
-28,00								32,00						
-28,25								32,25						
-28,50								32,50						
-28,75								32,75						
-29,00								33,00						
-29,25								33,25						
-29,50								33,50						
-29,75								33,75						
-30,00								34,00						
-30,25								34,25						
-30,50								34,50						
-30,75								34,75						
-31,00								35,00						
-31,25								35,25						
-31,50								35,50						
-31,75								35,75						
-32,00								36,00						
-32,25								36,25						
-32,50								36,50						
-32,75								36,75						
-33,00								37,00						
-33,25								37,25						
-33,50								37,50						
-33,75								37,75						
-34,00								38,00						
-34,25								38,25						
-34,50								38,50						
-34,75								38,75						
-35,00								39,00						
-35,25								39,25						
-35,50								39,50						
-35,75								39,75						
-36,00								40,00						

Tab. 1.1 – log stratigrafico S1 – 20.00 – 30.00 m

SONDAGGIO GEOGNOSTICO															
Committente : Dott. Geol. Tommaso Elia								Quota (m s.l.m.):							
Località: Porto esterno di Brindisi - Loc. Capobianco								P.C.	4,00						
Lavori: Indagini geognostiche								Fondo foro	-26,00						
Sondaggio n°: S2				Tipo perforazione: a carotaggio continuo											
Data: Inizio 09/02/2022 Fine 09/02/2022				Tipo carotiere: semplice Ø101mm											
Coordinate: 40° 49' 11,33"N 14° 20' 06,31"E				Macchina perforatrice: CMV 600											
STRATIGRAFIA															
Profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneg. e Carote Rappresentative	Strumentazione installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)							
4,00									0,00						
3,75		Massicciata costituita da blocchi di origine calcarea (dmax > Ø carotiere).							0,25						
3,50															0,50
3,25															0,75
3,00															1,00
2,75															1,25
2,50															1,50
2,25															1,75
2,00															2,00
1,75															2,25
1,50															2,50
1,25		Deposito rimaneggiato di colore giallo - ocre in cui si rinvencono frequenti ciottoli di natura calcarea eterometrici (dmax = 5 cm) e di forma subangolare in matrice sabbiosa debolmente limosa addensata e umida.			C.I. 1 5,00-5,50		S.P.T. 1 5,50- 5,95 (9-9-13)		2,75						
1,00															3,00
0,75															3,25
0,50	4,00														3,50
0,25	4,00														3,75
0,00															4,00
-0,25															4,25
-0,50															4,50
-0,75															4,75
-1,00															5,00
-1,25		Deposito sabbioso fine - limoso di colore marrone chiaro con sfumature ocre addensato e molto umido.			C.I. 2 11,00-11,50		S.P.T. 2 11,50- 11,95 (6-7-6)		5,25						
-1,50															5,50
-1,75															5,75
-2,00															6,00
-2,25	6,50														6,25
-2,50	2,50														6,50
-2,75															6,75
-3,00															7,00
-3,25															7,25
-3,50															7,50
-3,75		Deposito sabbioso fine - limoso di colore grigio addensato e molto umido.			C.I. 3 15,00-15,50		S.P.T. 3 15,50- 15,95 (5-8-10)		7,75						
-4,00															8,00
-4,25															8,25
-4,50															8,50
-4,75															8,75
-5,00															9,00
-5,25															9,25
-5,50															9,50
-5,75															9,75
-6,00	10,50														10,00
-6,25					C.I. 4 19,50-20,00				10,25						
-6,50	4,00														10,50
-6,75															10,75
-7,00															11,00
-7,25															11,25
-7,50															11,50
-7,75															11,75
-8,00															12,00
-8,25															12,25
-8,50															12,50
-8,75									12,75						
-9,00															13,00
-9,25															13,25
-9,50															13,50
-9,75															13,75
-10,00															14,00
-10,25															14,25
-10,50															14,50
-10,75															14,75
-11,00															15,00
-11,25									15,25						
-11,50															15,50
-11,75															15,75
-12,00															16,00
-12,25															16,25
-12,50															16,50
-12,75															16,75
-13,00															17,00
-13,25															17,25
-13,50															17,50
-13,75									17,75						
-14,00															18,00
-14,25															18,25
-14,50															18,50
-14,75															18,75
-15,00															19,00
-15,25															19,25
-15,50															19,50
-15,75															19,75
-16,00	20,00														20,00

Tab. 1.2 – log stratigrafico S2 – 0.00 – 20.00 m



SONDAGGIO GEOGNOSTICO													
Committente : Dott. Geol. Tommaso Elia						Quota (m s.l.m.):							
Località: Porto esterno di Brindisi - Loc. Capobianco						P.C.	4,00						
Lavori: Indagini geognostiche						Fondo foro	-26,00						
Sondaggio n°: S2				Tipo perforazione:		a carotaggio continuo							
Data: Inizio 09/02/2022 Fine 09/02/2022				Tipo carotiere:		semplice Ø101mm							
Coordinate: 40° 49' 11,33"N 14° 20' 06,31"E				Macchina perforatrice:		CMV 600							
STRATIGRAFIA													
profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneg. e Carote Rappresentative	Strumentazione e installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)					
-16,00								20,00					
-16,25		Deposito sabbioso fine - limoso di colore grigio addensato e molto umido.	[Simbolo grigio scuro]				S.P.T. 4	20,25					
-16,50							20,50						
-16,75							20,75						
-17,00							21,00						
-17,25							21,25						
-17,50							21,50						
-17,75							21,75						
-18,00							22,00						
-18,25							22,25						
-18,50							22,50						
-18,75							22,75						
-19,00							23,00						
-19,25							23,25						
-19,50							23,50						
-19,75		23,75											
-20,00		24,00											
-20,25		24,25											
-20,50		24,50											
-20,75		24,75											
-21,00		25,00											
-21,25		25,25											
-21,50		25,50											
-21,75		25,75											
-22,00		26,00											
-22,25		26,25											
-22,50		26,50											
-22,75		26,75											
-23,00	27,00	7,00					S.P.T. 5	27,00					
-23,25		Deposito limoso - argilloso, a tratti sabbioso fine, di colore grigio consistente e umido. Si osservano sparsi frammenti e gusci millimetrici di bivalvi e gasteropodi.	[Simbolo grigio scuro]		C.I. 5 27,00-27,50		27,50 - 27,95 (8-10-10)	27,25					
-23,50							27,50						
-23,75							27,75						
-24,00							28,00						
-24,25							28,25						
-24,50							28,50						
-24,75							28,75						
-25,00							29,00						
-25,25							29,25						
-25,50							29,50						
-25,75							29,75						
-26,00	30,00						3,00						30,00
-26,25							30,25						
-26,50							30,50						
-26,75		30,75											
-27,00		31,00											
-27,25		31,25											
-27,50		31,50											
-27,75		31,75											
-28,00		32,00											
-28,25		32,25											
-28,50		32,50											
-28,75		32,75											
-29,00		33,00											
-29,25		33,25											
-29,50		33,50											
-29,75		33,75											
-30,00		34,00											
-30,25		34,25											
-30,50		34,50											
-30,75		34,75											
-31,00		35,00											
-31,25		35,25											
-31,50		35,50											
-31,75		35,75											
-32,00		36,00											
-32,25		36,25											
-32,50		36,50											
-32,75		36,75											
-33,00		37,00											
-33,25		37,25											
-33,50		37,50											
-33,75		37,75											
-34,00		38,00											
-34,25		38,25											
-34,50		38,50											
-34,75		38,75											
-35,00		39,00											
-35,25		39,25											
-35,50		39,50											
-35,75		39,75											
-36,00		40,00											

Tab. 1.2 – log stratigrafico S2 – 20.00 – 30.00 m

SONDAGGIO GEOGNOSTICO									
Committente : Dott. Geol. Tommaso Elia								Quota (m s.l.m.):	
Località: Porto esterno di Brindisi - Loc. Capobianco								P.C.	4,00
Lavori: Indagini geognostiche								Fondo foro	-26,00
Sondaggio n°: S3				Tipo perforazione: a carotaggio continuo					
Data: Inizio 10/02/2022 Fine 10/02/2022				Tipo carotiere: semplice ø101mm					
Coordinate: 40° 49' 11,33"N 14° 20' 06,31"E				Macchina perforatrice: CMV 600					
STRATIGRAFIA									
Profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneg. e Carote Rappresentative	Strumentazione installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)	
4,00									
3,75		Massicciata costituita da blocchi di origine calcarea (d <sub>max</sub> > Ø carotiere).							0,00
3,50									0,25
3,25									0,50
3,00									0,75
2,75									1,00
2,50									1,25
2,25									1,50
2,00									1,75
1,75									2,00
1,50									2,25
1,25		Deposito rimaneggiato di colore giallo - ocra in cui si rinvencono frequenti ciottoli di natura calcarea eterometrici (d <sub>max</sub> = 5 cm) e di forma subangolare in matrice sabbiosa debolmente limosa addensata e umida.							2,50
1,00									2,75
0,75									3,00
0,50									3,25
0,25									3,50
0,00									3,75
-0,25									4,00
-0,50									4,25
-0,75									4,50
-1,00	5,00								4,75
-1,25		Deposito sabbioso fine - limoso di colore marrone chiaro con sfumature ocra addensato e molto umido.							5,00
-1,50									5,25
-1,75									5,50
-2,00									5,75
-2,25									6,00
-2,50									6,25
-2,75									6,50
-3,00									6,75
-3,25									7,00
-3,50									7,25
-3,75		Deposito sabbioso fine - limoso di colore grigio addensato e molto umido.							7,50
-4,00	8,00								7,75
-4,25									8,00
-4,50									8,25
-4,75									8,50
-5,00									8,75
-5,25									9,00
-5,50									9,25
-5,75									9,50
-6,00									9,75
-6,25									10,00
-6,50									10,25
-6,75									10,50
-7,00									10,75
-7,25									11,00
-7,50									11,25
-7,75									11,50
-8,00	12,00								11,75
-8,25									12,00
-8,50									12,25
-8,75									12,50
-9,00									12,75
-9,25									13,00
-9,50									13,25
-9,75									13,50
-10,00									13,75
-10,25									14,00
-10,50									14,25
-10,75									14,50
-11,00									14,75
-11,25									15,00
-11,50									15,25
-11,75									15,50
-12,00									15,75
-12,25									16,00
-12,50									16,25
-12,75									16,50
-13,00									16,75
-13,25									17,00
-13,50									17,25
-13,75									17,50
-14,00									17,75
-14,25									18,00
-14,50									18,25
-14,75									18,50
-15,00									18,75
-15,25									19,00
-15,50									19,25
-15,75									19,50
-16,00	20,00								19,75
									20,00

Tab. 1.3 – log stratigrafico S3 – 0.00 – 20.00 m



SONDAGGIO GEOGNOSTICO									
Committente : Dott. Geol. Tommaso Elia						Quota (m s.l.m.):			
Località: Porto esterno di Brindisi - Loc. Capobianco						P.C.	4,00		
Lavori: Indagini geognostiche						Fondo foro	-26,00		
Sondaggio n°: S3				Tipo perforazione: a carotaggio continuo					
Data: Inizio 10/02/2022 Fine 10/02/2022				Tipo carotiere: semplice Ø101mm					
Coordinate: 40° 49' 11,33"N 14° 20' 06,31"E				Macchina perforatrice: CMV 600					
STRATIGRAFIA									
	profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneq. e Carote Rappresentative	Strumentazione e installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)
-16,00									20,00
-16,25						C.I. 3			20,25
-16,50						20,00-20,50			20,50
-16,75								S.P.T. 3	20,75
-17,00								20,50 - 20,95	21,00
-17,25								(8-11-9)	21,25
-17,50									21,50
-17,75									21,75
-18,00									22,00
-18,25									22,25
-18,50									22,50
-18,75									22,75
-19,00									23,00
-19,25									23,25
-19,50									23,50
-19,75									23,75
-20,00									24,00
-20,25									24,25
-20,50									24,50
-20,75									24,75
-21,00									25,00
-21,25									25,25
-21,50						C.I. 4			25,50
-21,75						25,00-25,50			25,75
-22,00								S.P.T. 4	26,00
-22,25								25,50 - 25,95	26,25
-22,50								(9-11-13)	26,50
-22,75									26,75
-23,00									27,00
-23,25									27,25
-23,50									27,50
-23,75	27,70	7,70							27,75
-24,00									28,00
-24,25									28,25
-24,50									28,50
-24,75									28,75
-25,00									29,00
-25,25									29,25
-25,50									29,50
-25,75						C.I. 5			29,75
-26,00	30,00	2,30				29,00-29,50			30,00
-26,25								S.P.T. 5	30,25
-26,50								29,50 - 29,95	30,50
-26,75								(11-13-15)	30,75
-27,00									31,00
-27,25									31,25
-27,50									31,50
-27,75									31,75
-28,00									32,00
-28,25									32,25
-28,50									32,50
-28,75									32,75
-29,00									33,00
-29,25									33,25
-29,50									33,50
-29,75									33,75
-30,00									34,00
-30,25									34,25
-30,50									34,50
-30,75									34,75
-31,00									35,00
-31,25									35,25
-31,50									35,50
-31,75									35,75
-32,00									36,00
-32,25									36,25
-32,50									36,50
-32,75									36,75
-33,00									37,00
-33,25									37,25
-33,50									37,50
-33,75									37,75
-34,00									38,00
-34,25									38,25
-34,50									38,50
-34,75									38,75
-35,00									39,00
-35,25									39,25
-35,50									39,50
-35,75									39,75
-36,00									40,00

Tab. 1.3 – log stratigrafico S3 – 20.00 – 30.00 m

SONDAGGIO GEOGNOSTICO															
Committente : Dott. Geol. Tommaso Elia							Quota (m s.l.m.):								
Località: Porto esterno di Brindisi - Loc. Capobianco							P.C.	6,00							
Lavori: Indagini geognostiche							Fondo foro	-24,00							
Sondaggio n°: S4					Tipo perforazione: a carotaggio continuo										
Data: Inizio 10/02/2022 Fine 11/02/2022					Tipo carotiere: semplice Ø101mm										
Coordinate: 40° 49' 11,33"N 14° 20' 06,31"E					Macchina perforatrice: CMV 600										
STRATIGRAFIA															
Profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneg. e Carote Rappresentative	Strumentazione installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)							
6,00									0,00						
5,75		<b>Massicciata</b> costituita da blocchi di origine calcarea ( $d_{max} > \emptyset$ carotiere).							0,25						
5,50															0,50
5,25															0,75
5,00															1,00
4,75															1,25
4,50															1,50
4,25															1,75
4,00															2,00
3,75															2,25
3,50															2,50
3,25															2,75
3,00															3,00
2,75															3,25
2,50															3,50
2,25								3,75							
2,00								4,00							
1,75								4,25							
1,50								4,50							
1,25								4,75							
1,00								5,00							
0,75								5,25							
0,50								5,50							
0,25								5,75							
0,00								6,00							
-0,25								6,25							
-0,50								6,50							
-0,75								6,75							
-1,00	7,00							7,00							
-1,25		<b>Deposito rimaneggiato</b> di colore grigio in cui si rinvengono frequenti ciottoli di natura calcarea eterometrici ( $d_{max} = 5$ cm) e di forma subangolare in matrice sabbiosa debolmente limosa addensata e umida.			C.I. 1 8,50-9,00		S.P.T. 1 9,00 - 9,45 (17-19-22)	7,25							
-1,50													7,50		
-1,75													7,75		
-2,00													8,00		
-2,25													8,25		
-2,50													8,50		
-2,75													8,75		
-3,00													9,00		
-3,25													9,25		
-3,50													9,50		
-3,75													9,75		
-4,00													10,00		
-4,25													10,25		
-4,50	10,50												10,50		
-4,75							10,75								
-5,00		<b>Deposito sabbioso fine - limoso</b> di colore grigio addensato e molto umido. A tratti si rinvengono rari ciottoli eterometrici ( $d_{max} = 7$ cm) di forma subarrotondata calcarenitici di colore grigio.			C.I. 2 12,00-12,50		S.P.T. 2 12,50 - 12,95 (9-9-13)	11,00							
-5,25													11,25		
-5,50													11,50		
-5,75													11,75		
-6,00													12,00		
-6,25													12,25		
-6,50													12,50		
-6,75													12,75		
-7,00													13,00		
-7,25													13,25		
-7,50													13,50		
-7,75													13,75		
-8,00													14,00		
-8,25													14,25		
-8,50							14,50								
-8,75							14,75								
-9,00							15,00								
-9,25	15,50						15,25								
-9,50		<b>Deposito torboso</b> di colore bruno - nerastro, limoso - argilloso a tratti sabbioso fine, in cui si osservano resti vegetali in abbondante matrice plastica e umida. fine - limoso di colore grigio addensato e molto umido.			C.I. 3 15,00-15,50		S.P.T. 3 15,50 - 15,95 (3-5-6)	9,25							
-9,75													9,50		
-10,00													9,75		
-10,25													10,00		
-10,50													10,25		
-10,75													10,50		
-11,00													10,75		
-11,25	17,20												11,00		
-11,50													11,25		
-11,75													11,50		
-12,00													11,75		
-12,25													12,00		
-12,50													12,25		
-12,75													12,50		
-13,00	19,00						12,75								
-13,25		<b>Deposito limoso - argilloso</b> e di colore bruno - nerastro, ricco in sostanza organica, debolmente plastico e umido.						12,75							
-13,50	19,40												13,00		
-13,75													13,25		
-14,00	20,00												13,50		
													13,75		
													14,00		
													14,25		
													14,50		
													14,75		
													15,00		
													15,25		
													15,50		
													15,75		
													16,00		
							16,25								
							16,50								
							16,75								
							17,00								
							17,25								
							17,50								
							17,75								
							18,00								
							18,25								
							18,50								
							18,75								
							19,00								
							19,25								
							19,50								
							19,75								
							20,00								

Tab. 1.4 – log stratigrafico S4 – 0.00 – 20.00 m

SONDAGGIO GEOGNOSTICO														
Committente: Dott. Geol. Tommaso Elia							Quota (m s.l.m.):							
Località: Porto esterno di Brindisi - Loc. Capobianco							P.C.	6,00						
Lavori: Indagini geognostiche							Fondo foro	-24,00						
Sondaggio n°: S4							Tipo perforazione: a carotaggio continuo							
Data: Inizio 10/02/2022 Fine 11/02/2022							Tipo carotiere: semplice Ø101mm							
Coordinate: 40° 49' 11,33"N 14° 20' 06,31"E							Macchina perforatrice: CMV 600							
STRATIGRAFIA														
profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneq. e Carote Rappresentative	Strumentazioni e installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)						
-14,00														
-14,25		<p><b>Deposito sabbioso fine - limoso</b> di colore grigio addensato e molto umido.</p>	[Simbolo grigio scuro]	C.I. 4 20,00-20,50			S.P.T. 4 20,50 - 20,95 (8-8-11)							
-14,50														
-14,75														
-15,00														
-15,25														
-15,50														
-15,75														
-16,00														
-16,25														
-16,50														
-16,75														
-17,00														
-17,25														
-17,50														
-17,75														
-18,00														
-18,25														
-18,50														
-18,75														
-19,00														
-19,25														
-19,50														
-19,75														
-20,00														
-20,25														
-20,50														
-20,75														
-21,00														
-21,25														
-21,50														
-21,75														
-22,00	28,00													
-22,25		<p><b>Deposito limoso - argilloso</b>, a tratti sabbioso fine, di colore grigio consistente e umido. Si osservano sparsi frammenti e gusci millimetrici di bivalvi e gasteropodi.</p>	[Simbolo grigio scuro]	C.I. 5 25,50-26,00			S.P.T. 5 26,00 - 26,45 (8-12-13)							
-22,50														
-22,75														
-23,00														
-23,25														
-23,50														
-23,75														
-24,00	30,00													
-24,25														
-24,50														
-24,75														
-25,00														
-25,25														
-25,50														
-25,75														
-26,00														
-26,25														
-26,50														
-26,75														
-27,00														
-27,25														
-27,50														
-27,75														
-28,00														
-28,25														
-28,50														
-28,75														
-29,00														
-29,25														
-29,50														
-29,75														
-30,00														
-30,25														
-30,50														
-30,75														
-31,00														
-31,25														
-31,50														
-31,75														
-32,00														
-32,25														
-32,50														
-32,75														
-33,00														
-33,25														
-33,50														
-33,75														
-34,00														

Tab. 1.4 – log stratigrafico S4 – 20.00 – 30.00 m

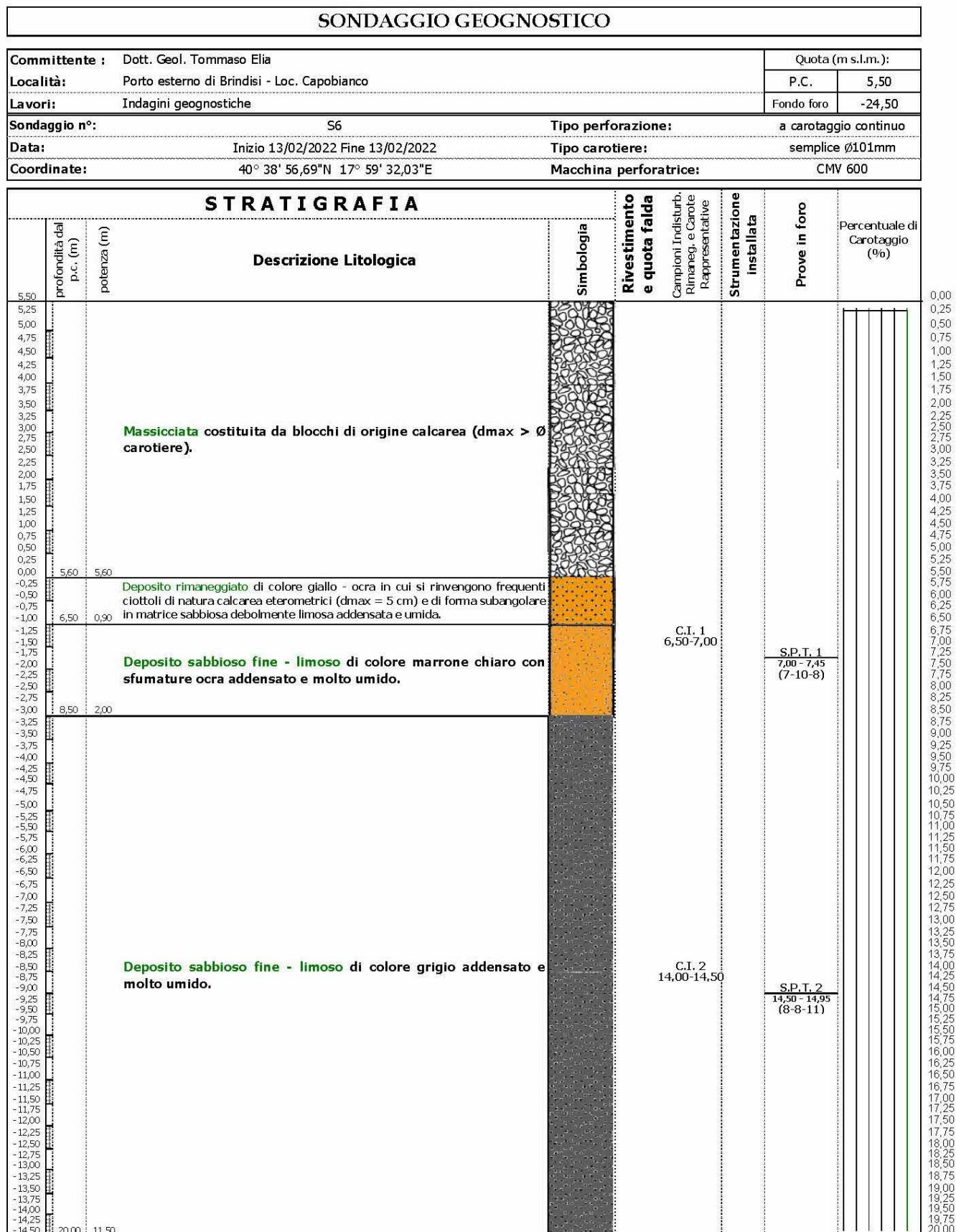


SONDAGGIO GEOGNOSTICO														
Committente : Dott. Geol. Tommaso Elia								Quota (m s.l.m.):						
Località: Porto esterno di Brindisi - Loc. Capobianco								P.C.	7,00					
Lavori: Indagini geognostiche								Fondo foro	-23,00					
Sondaggio n°: S5				Tipo perforazione: a carotaggio continuo										
Data: Inizio 11/02/2022 Fine 12/02/2022				Tipo carotiere: semplice Ø101mm										
Coordinate: 40° 49' 11,33"N 14° 20' 06,31"E				Macchina perforatrice: CMV 600										
STRATIGRAFIA														
	profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneg. e Carote Rappresentative	Strumentazione installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)					
7,00									0,00					
6,75			Massicciata costituita da blocchi di origine calcarea (d <sub>max</sub> > Ø carotiere).						0,25					
6,50														0,50
6,25														0,75
6,00														1,00
5,75														1,25
5,50														1,50
5,25														1,75
5,00														2,00
4,75														2,25
4,50														2,50
4,25														2,75
4,00														3,00
3,75														3,25
3,50														3,50
3,25								3,75						
3,00								4,00						
2,75								4,25						
2,50								4,50						
2,25								4,75						
2,00								5,00						
1,75								5,25						
1,50								5,50						
1,25								5,75						
1,00								6,00						
0,75								6,25						
0,50								6,50						
0,25								6,75						
0,00	7,00	7,00						7,00						
-0,25			Deposito rimaneggiato di colore giallo - ocra in cui si rinvencono frequenti ciottoli di natura calcarea eterometrici (d <sub>max</sub> = 5 cm) e di forma subangolare in matrice sabbiosa debolmente limosa addensata e umida.		C.I. 1 8,00-8,50			S.P.T. 1 8,50- 8,95 (13-9-17)	7,25					
-0,50														7,50
-0,75														7,75
-1,00														8,00
-1,25														8,25
-1,50														8,50
-1,75														8,75
-2,00														9,00
-2,25														9,25
-2,50	9,50	2,50												9,50
-2,75			Deposito sabbioso fine - limoso di colore marrone chiaro con sfumature ocra addensato e molto umido.		C.I. 2 12,00-12,50			S.P.T. 2 12,50- 12,95 (6-9-9)	9,75					
-3,00														10,00
-3,25														10,25
-3,50														10,50
-3,75														10,75
-4,00														11,00
-4,25														11,25
-4,50														11,50
-4,75														11,75
-5,00														12,00
-5,25			Deposito sabbioso fine - limoso di colore grigio addensato e molto umido.		C.I. 3 16,00-16,50			S.P.T. 3 16,50- 16,95 (8-10-12)	12,25					
-5,50														12,50
-5,75														12,75
-6,00														13,00
-6,25														13,25
-6,50														13,50
-6,75														13,75
-7,00	14,00	4,50												14,00
-7,25														14,25
-7,50														14,50
-7,75								14,75						
-8,00								15,00						
-8,25								15,25						
-8,50								15,50						
-8,75								15,75						
-9,00								16,00						
-9,25								16,25						
-9,50								16,50						
-9,75								16,75						
-10,00								17,00						
-10,25								17,25						
-10,50								17,50						
-10,75								17,75						
-11,00								18,00						
-11,25								18,25						
-11,50								18,50						
-11,75								18,75						
-12,00								19,00						
-12,25								19,25						
-12,50								19,50						
-12,75								19,75						
-13,00	20,00	6,00						20,00						

Tab. 1.5 – log stratigrafico S5 – 00.00 – 20.00 m

SONDAGGIO GEOGNOSTICO									
Committente : Dott. Geol. Tommaso Elia						Quota (m s.l.m.):			
Località: Porto esterno di Brindisi - Loc. Capobianco						P.C.	7,00		
Lavori: Indagini geognostiche						Fondo foro	-23,00		
Sondaggio n°: S5				Tipo perforazione: a carotaggio continuo					
Data: Inizio 11/02/2022 Fine 12/02/2022				Tipo carotiere: semplice Ø101mm					
Coordinate: 40° 49' 11,33"N 14° 20' 06,31"E				Macchina perforatrice: CMV 600					
STRATIGRAFIA									
profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneg. e Carote Rappresentative	Strumentazioni e installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)	
-13,00								20,00	
-13,25		Deposito sabbioso fine - limoso di colore grigio addensato e molto umido.	[Pattern]					20,25	
-13,50									20,50
-13,75									20,75
-14,00									21,00
-14,25									21,25
-14,50									21,50
-14,75									21,75
-15,00									22,00
-15,25									22,25
-15,50									22,50
-15,75									22,75
-16,00									23,00
-16,25									23,25
-16,50									23,50
-16,75									23,75
-17,00									24,00
-17,25									24,25
-17,50									24,50
-17,75									24,75
-18,00									25,00
-18,25							25,25		
-18,50							25,50		
-18,75							25,75		
-19,00							26,00		
-19,25							26,25		
-19,50							26,50		
-19,75							26,75		
-20,00							27,00		
-20,25							27,25		
-20,50							27,50		
-20,75							27,75		
-21,00							28,00		
-21,25							28,25		
-21,50							28,50		
-21,75							28,75		
-22,00							29,00		
-22,25							29,25		
-22,50							29,50		
-22,75							29,75		
-23,00	30,00						30,00		
-23,25							30,25		
-23,50							30,50		
-23,75							30,75		
-24,00							31,00		
-24,25							31,25		
-24,50							31,50		
-24,75							31,75		
-25,00							32,00		
-25,25							32,25		
-25,50							32,50		
-25,75							32,75		
-26,00							33,00		
-26,25							33,25		
-26,50							33,50		
-26,75							33,75		
-27,00							34,00		
-27,25							34,25		
-27,50							34,50		
-27,75							34,75		
-28,00							35,00		
-28,25							35,25		
-28,50							35,50		
-28,75							35,75		
-29,00							36,00		
-29,25							36,25		
-29,50							36,50		
-29,75							36,75		
-30,00							37,00		
-30,25							37,25		
-30,50							37,50		
-30,75							37,75		
-31,00							38,00		
-31,25							38,25		
-31,50							38,50		
-31,75							38,75		
-32,00							39,00		
-32,25							39,25		
-32,50							39,50		
-32,75							39,75		
-33,00							40,00		

Tab. 1.5 – log stratigrafico S5 – 20.00 – 30.00 m



Tab. 1.6 – log stratigrafico S6 – 00.00 – 20.00 m



SONDAGGIO GEOGNOSTICO								
<b>Committente :</b> Dott. Geol. Tommaso Elia						<b>Quota (m s.l.m.):</b>		
<b>Località:</b> Porto esterno di Brindisi - Loc. Capobianco						P.C.	5,50	
<b>Lavori:</b> Indagini geognostiche						Fondo foro	-24,50	
<b>Sondaggio n°:</b> S6				<b>Tipo perforazione:</b> a carotaggio continuo				
<b>Data:</b> Inizio 13/02/2022 Fine 13/02/2022				<b>Tipo carotiere:</b> semplice Ø101mm				
<b>Coordinate:</b> 40° 38' 56,69"N 17° 59' 32,03"E				<b>Macchina perforatrice:</b> CMV 600				
STRATIGRAFIA								
	profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Rivestimento e quota falda	Campioni Indisturb. Rimaneq. e Carote Rappresentative Strumentazione e installata	Prove in foro	Percentuale di Carotaggio (%)
-14,50								20,00
-14,75			Deposito sabbioso fine - limoso di colore grigio addensato e molto umido.	[Pattern]	C.I. 3 20,00-20,50		S.P.T. 3 20,50 - 20,95 (9-11-9)	20,25
-15,00		20,50						
-15,25		20,75						
-15,50		21,00						
-15,75		21,25						
-16,00		21,50						
-16,25		21,75						
-16,50		22,00						
-16,75		22,25						
-17,00		22,50						
-17,25		22,75						
-17,50		23,00						
-17,75		23,25						
-18,00		23,50						
-18,25		23,75						
-18,50		24,00						
-18,75		24,25						
-19,00		24,50						
-19,25		24,75						
-19,50		25,00						
-19,75		25,25						
-20,00		25,50						
-20,25		25,75						
-20,50		26,00						
-20,75		26,25						
-21,00		26,50						
-21,25		26,75						
-21,50		27,00						
-21,75		27,25						
-22,00		27,50						
-22,25		27,75						
-22,50		28,00						
-22,75		28,25						
-23,00		28,50						
-23,25		28,75						
-23,50		29,00						
-23,75		29,25						
-24,00		29,50						
-24,25		29,75						
-24,50	30,00	10,00			C.I. 4 25,00-25,50		S.P.T. 4 25,50 - 25,95 (10-8-11)	30,00
-24,75								30,25
-25,00								30,50
-25,25								30,75
-25,50								31,00
-25,75								31,25
-26,00								31,50
-26,25								31,75
-26,50								32,00
-26,75								32,25
-27,00								32,50
-27,25								32,75
-27,50								33,00
-27,75								33,25
-28,00								33,50
-28,25								33,75
-28,50								34,00
-28,75								34,25
-29,00								34,50
-29,25								34,75
-29,50								35,00
-29,75								35,25
-30,00								35,50
-30,25								35,75
-30,50								36,00
-30,75								36,25
-31,00								36,50
-31,25								36,75
-31,50								37,00
-31,75								37,25
-32,00								37,50
-32,25								37,75
-32,50								38,00
-32,75								38,25
-33,00								38,50
-33,25								38,75
-33,50								39,00
-33,75								39,25
-34,00								39,50
-34,25								39,75
-34,50								40,00

Tab. 1.6 – log stratigrafico S6 – 20.00 – 30.00 m



Le indagini geognostiche fronte mare, con particolare riferimento a quelle dirette a carotaggio continuo sul fronte nord colmata (NE-NW), eseguite in numero di 6 (sei) e spinte fino alla profondità di 30 m e localizzate sul lato esterno da est a ovest, hanno permesso la ricostruzione della sezione geologico-stratigrafica dei fondali oggetto di intervento di dragaggio. Le risultanze geognostiche hanno evidenziato l'esistenza di un paleoalveo canalivo, già segnalato nel contesto delle indagini eseguite nel 2006 da British Gas per la localizzazione del rigassificatore BG – Brindisi LNG.

Superato il corpo di colmata, che ha spessori variabili da 4.5 m - 5 m a 6.5 m-7.0 m, con grado di addensamento / costipazione variabile a seconda della pezzatura dei materiali calcareo-dolomitici utilizzati, i depositi che costituiscono il substrato geologico dei fondali sono rappresentati da una sequenza di **sabbie, limi ed argille**, con rari livelli - da centimetrici a decimetrici – del litotipo a “**Panchina**”, calcarenite detritico – organogena a grana medio-grossolana con presenza di intercalazioni irregolari e diffuse limo-argillose.

Le specifiche caratteristiche geologico - tecniche dei depositi sedimentari incontrati, sono state caratterizzate in laboratorio geotecnico accreditato e, sono propedeutiche alla specifica progettazione geotecnica delle opere - a mare e a terra - previste dal FTE.

## **2.2 Caratterizzazione geologico-stratigrafica d'area**

Sulla base dei dati rivenienti dalla esecuzione dei 6 sondaggi diretti, unitamente a prove SPT e due indagini sismiche MASW, e di geoelettrica, è stato possibile ricostruire il seguente assetto geologico e geologico-stratigrafico e tipologie di terreno (sintesi in tab. 1):

1. **Sabbie recenti:** sabbie e ghiaie con spessori ridotti, esigui e variabili da 0,3 m a 1,0 m, in funzione dell'area di indagine e, pertanto, non è possibile definirne un andamento geometrico e stratigrafico regolare; *sono ricompresi nei depositi recenti e attuali di spiaggia emersa; dune costiere; depositi alluvionali antichi, recenti ed attuali;* (Pleistocene medio-superiore – Olocene)
2. **Depositi di canale:** costituiti da sabbie e ghiaie, con ciottoli derivanti dalla abrasione/erosione del tetto della unità litologica calcarenitica a “Panchina”; sono materiali di riempimento del paleoalveo di un antico canale, che ha inciso i terreni fino alla sottostante superficie riflettente della formazione geologica delle argille subappennine (Pleistocene inferiore).

L'asse del paleoalveo si sviluppa lungo un allineamento al di sotto della colmata, con spessori dei depositi di canale che aumentano verso l'esterno, fronte mare.

Lungo l'asse del paleo alveo, due sondaggi hanno riscontrato livelli torbosi di spessore variabile fra 1,1 m e 1,8 m e, tali livelli aumentano di potenza muovendosi verso l'esterno della colmata. I livelli torbosi, in un sondaggio specifico, sono riscontrati a due differenti profondità e con diversi spessori, pari a 1,15 m e 1,7 m a testimonianza di più fasi di formazione e paleoambientali dei livelli torbosi.

3. **Calcareniti a "Panchina"**: è una formazione costituita da sabbie da fini a grossolane ben cementate, presente con continuità su tutta l'area di indagine, con l'eccezione della zona afferente all'asse del paleoalveo, con spessori variabili da 6 m a 8 m nel settore più prossimo alla costa, per poi assottigliarsi verso il largo (fronte mare) fino a 1,1 m ÷ 1,6 m. la quota del tetto della formazione a "panchina" è variabile da - 1,0 m a - 7,0 m slm mentre la base si presenta relativamente più regolare, posta a quote comprese fra - 7,5 m e - 10,0 m slm.
  
4. **Argille subappennine** (anche note come *argille calabriane*): dal punto di vista geologico, si ritiene suddividere la formazione in due strati:
  - 4.1 **Limi sabbioso – argillosi**, consistenti ed addensati, presenti dalla base della "Panchina" fino a quote comprese fra i - 20m e i - 22m slm, corrispondenti a spessori mediamente compresi fra 11m e 14m e fino a 15m ÷ 17 m laddove lo spessore della "Panchina" (al tetto dei limi sabbioso-argillosi) si presenta più sottile, meno potente;
  
  - 4.2 **Limi argillosi**, da sabbiosi al tetto a debolmente sabbiosi alla base, sovraconsolidati. La base di tale 2° strato limo-argilloso si trova a contatto con il tetto della formazione calcarenitica di base, alla quota di ca. - 67 m slm, con una potenza di ca. 44m÷45m; al tetto la formazione si presenta quindi più sabbiosa, per uno spessore di ca. 2 m, rappresentando la fase di transizione con il livello superiore (1° strato: limo sabbioso-argilloso).

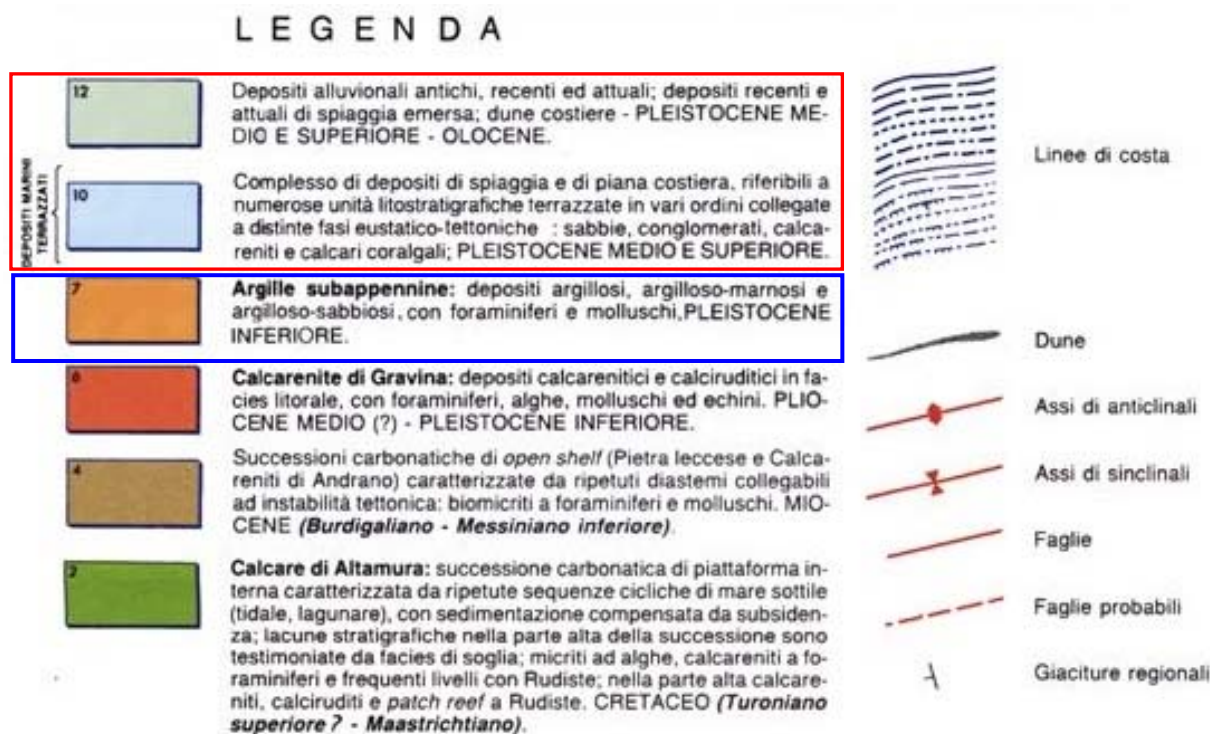


fig. 4.1 bis – legenda “Carta geologica delle Murge e del Salento”: in evidenza la **stratigrafia d’area**, condensata in riferimento alla nuova classificazione;

- in rosso, le formazioni geologiche, le prime due **in affioramento** sulla fascia costiera in studio
- in blu, le formazioni geologiche, **NON in affioramento** sulla fascia costiera in studio

## PORTO ESTERNO DI BRINDISI

**Progetto di banchinamento e recupero funzionale dei piazzali della colmata di "Capobianco" (ex British gas)**



### **SONDAGGI GEOGNOSTICI DIRETTI A CAROTAGGIO CONTINUO**

- |             |             |
|-------------|-------------|
| ○ <b>S1</b> | ○ <b>S4</b> |
| ○ <b>S2</b> | ○ <b>S5</b> |
| ○ <b>S3</b> | ○ <b>S6</b> |

### 2.3 – Caratterizzazione in situ (SPT) e in laboratorio (PLT): calcarenite *Panchina*

Si riportano i dati geotecnici per la formazione geologica e litotipo a “*Panchina*”, ricavati dalle indagini geognostiche dirette e indirette; superato il primo livello sabbioso - costituito dai depositi con sabbie recenti e attuali -, rappresenta il primo ammasso roccioso calcarenitico al di sotto della colmata di “Capobianco”; la sua presenza è discontinua latero-verticalmente nella sequenza stratigrafica indagata, con livelli a “*Panchina*” da centimetrici a decimetrici in alternanza a livelli argilloso-sabbiosi, che “inglobano” tali discontinuità rocciose calcarenitiche.

Su tale litotipo, i risultati delle **prove SPT** eseguite sui c.d. livelli di “*Panchina*” hanno restituito dati costantemente inferiori ai 30 colpi/30 cm, con un unico valore a rifiuto nel sondaggio 1, la SPT-1, con profondità di esecuzione tra 7,0 m e 7,19 m (12 – 25 – **R**);

nel sondaggio 4, la SPT-4 con profondità di esecuzione tra 9.0 m e 9.45m, e n. di colpi relativi alla resistenza all’avanzamento (17 – 19 – **22**).

Il quadro è da considerarsi rappresentativo della formazione in esame che, presenta alternanze di livelli cementati e di livelli alterati, quest’ultimi ridotti a breccia, ciottolame, strati cariati e/o vacuolari (spessore max decimetrico), immersi in una matrice argillo-sabbiosa.

Pertanto, considerata la discontinuità latero-verticale del c.d. “livello geologico a *Panchina*”, non sempre i valori a rifiuto possono essere interpretabili come indicatori di livelli cementati e continui di calcarenite “*Panchina*”, ma possono essere riconducibili alla presenza di grani di grossa dimensione, ovvero sottili livelli centimetrici isolati.

Su alcuni campioni dei sondaggi (S2 ed S4) sono state eseguite prove **point-load test (PLT)** sugli intervalli di carota a “*Panchina*” prelevati; stratigraficamente nell’area di indagine del substrato d’appoggio della colmata, la calcarenite a “*Panchina*” non è presente con regolarità stratigrafico-geotecnica, caratterizzandosi latero-verticalmente come discontinua e disomogenea come livelli deposizionali e litotipi connessi.

Sono stati prelevati comunque tre campioni rappresentativi, al fine di marcare stratigraficamente - e caratterizzare geotecnicamente -, tale formazione geologica nonché *livello geotecnico*.

#### Resistenza a compressione

I valori ottenuti si collocano nell’intervallo generale da 17,39 ÷ 70,24 Mpa, tali da indicare che i livelli cementati della formazione calcarenitica a “*Panchina*” presentano elevate caratteristiche di resistenza. Nel complesso sono state eseguite 9 (nove) prove PLT per la misura dell’*indice di resistenza al punzonamento* ( $I_s$  e  $I_{s(50)}$ ).



Il sondaggio S2 ha permesso il prelievo provini per il PLT su due livelli: da 4,00 m a 4,50 m e da 9,20 m a 9,50 m;

Il sondaggio S4 (rif. al paleoalveo, strati torbosi) ha permesso il prelievo di un campione da 8,50 m a 9,00 m, con l'esecuzione di PLT che ha restituito un valore di resistenza a compressione pari a 26,66 Mpa, *indice di resistenza al punzonamento* ( $I_{s(50)}$ ) pari a 1,403 Mpa.

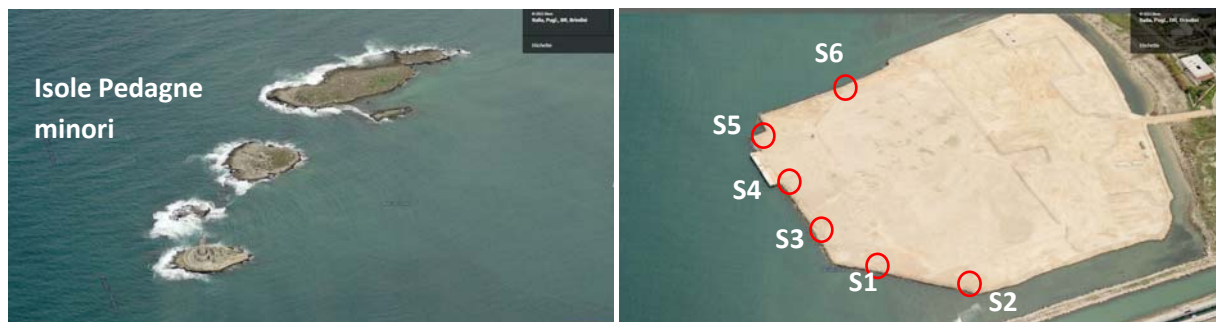


Fig 7 – L'affioramento delle calcareniti a “Panchina” (litofacies dei DMT) è stratigraficamente rilevato alle “isole Pedagne” e sui fondali sul lato sud-orientale della colmata; assente o poco significativo geotecnicamente è la presenza delle calcareniti sul lato nord fronte mare della colmata, come documentato dalle indagini dirette e indirette.



Fig. 8 – i livelli calcarenitici a “Panchina” del sondaggio S2, fronte mare NW, presentano in questo punto la maggiore continuità stratigrafica 30 – 40 cm del c.d. “livello geotecnico”, tra i 9.10 m e i 9.50 m.

Un livello calcarenitico di potenza minore tra i 7.0 m e i 7.20; tra i due strati calcarenitici, intervalli sabbioso-limosi e sabbioso-argillosi con diffuso ciottolame eterometrici a spigoli vivi.





Fig. 9 – S2: dettaglio del c.d. "livello geotecnico", tra i 9.10 m e i 9.40 m, livello calcarenitico a "Panchina" sul quale sono state eseguite le prove geotecniche di laboratorio PLT - point load test

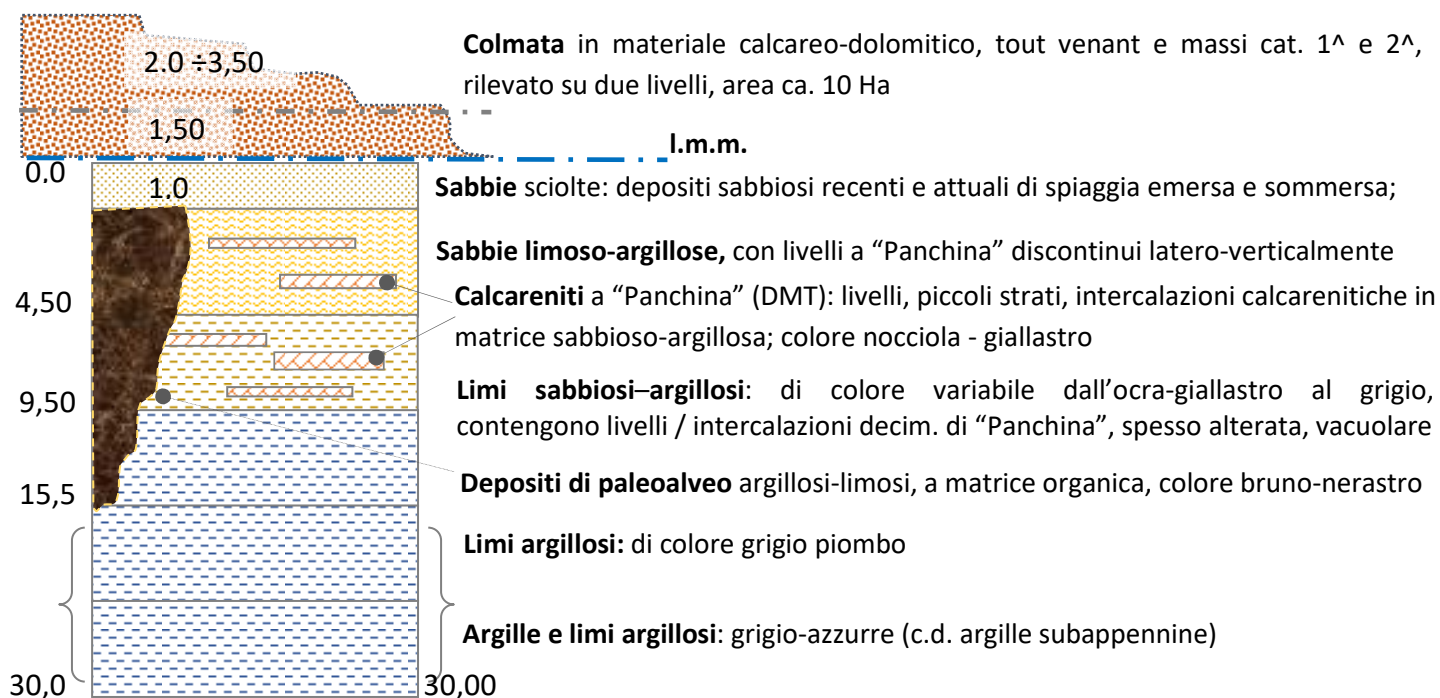


Fig. 10 - Stratigrafia d'area, in metri, spinta fino alla profondità di 30 m dal piano di sedime della colmata, fronte mare NE - NW; non in scala, stratigrafia derivante da indagini geognostiche dirette e indirette, campagna 2022.



0,0-5.0 m



5.0-10 m



Fig. 11-14 : il sondaggio S4 ha attraversato dai 7.0 ai 10 m ca. una serie di livelli ciottolosi ed a "Panchina"; ai 15.5 ai 17.5 m seguono i depositi torbosi di un paleocanale, con l'intervallo a maggiore % in sostanza organica. Per i parametri geotecnici si rimanda ai certificati di analisi S4-C1; S4-C2; S4-C3; S4- C4; S4 - C5;

10 - 15 m



15 - 20 m



## 2.4 Caratteri geologico-stratigrafici dei terreni sottostanti la colmata sul limite NE – NW

Si rappresenta la stratigrafia di progetto verificata mediante sondaggi geognostici diretti, eseguiti in n. di 6 (sei) fronte mare, distribuiti sul margine di colmata sul settore da N-E a N-W rappresentata nella seguente tabella.

COLMATA				
Strato	profondità (m)		Spessore (m)	
	Variazione (m)	Valore medio (m)	Variazione min/max	Valore medio (tra gli strati)
<b>Sabbie</b> sciolte: depositi sabbiosi recenti e attuali di spiaggia emersa e sommersa	- 4.1/7.10	- 5.6	- 0.3 / 0.70	0.50
<b>Sabbie limoso -argillose</b> , con livelli a “Panchina” discontinui latero -verticalmente; diffuse intercalazioni e livelli a “Panchina”	- 4.50 / 9.50	- 7.0	2.90/7.0 S6 –S5 –S3	5.73
<b>Calcareniti</b> a “Panchina” (DMT): livelli, strati, intercalazioni calcarenitiche dcm in matrice sabbioso-argillosa; colore nocciola – giallastro	- 4.0/10.50	- 7.25	0.90 / 4.0 S6 – S1	2.98
<b>Limi sabbiosi–argillosi</b> : di colore variabile dall’ocra-giallastro al grigio, contengono livelli e intercalazioni da cm a dcm di “Panchina”, spesso alterata, vacuolare; colore grigio	- 4.0/14.50	- 9.25	2.90/7.00 S6 – S5	5.48
<b>Depositi di paleoalveo</b> argillosi-limosi, a matrice organica, torbe; colore bruno-nerastro	- 15.50/17.20	- 16.35	15.50/17.20 (S4)	1.70
<b>Limi argillosi</b> : di colore grigio piombo	- 8.50 / 28.00	- 18.25	15.50 / 17.50 S1 – S6	16.45
<b>Argille e limi argillosi</b> : da grigio piombo a grigio-azzurre, con frammenti di gusci bivalvi e gasteropodi da mm a cm (c.d. argille subappennine)	- 20.0/30.0	- 25.0	2.3 – 4.0 S3 – S1 – S6	3.15

Tab. 2 – Stratigrafia generale: valori medi di profondità e spessori dei terreni sottostanti la colmata

I sondaggi geognostici eseguiti confermano la presenza di un paleo-canale (rappresentato in fig.9) il cui depocentro si dispone in corrispondenza del sondaggio S4 tra le profondità di 15,50 m e 19.40 m laddove, due livelli torbosi marcano il paleoambiente canalivo (tra 15.50 m e 17.20 m il 1° e tra 19.0 e 19.40 m il 2°), determinandone le caratteristiche geotecniche (vedi certificati prove geotecniche);

fra i due livelli torbosi si frappone un livello sabbioso fine-limoso con inglobati ciottoli eterometrici di forma sub-arrotondata.



0.0-5.00



5.0-10 m



10 - 15 m



20 - 25 m



25 - 30 m



Fig. 15-19 – Sondaggio S1: sequenza stratigrafica completa; attraversamento dei materiali lapidei di colmata calcarei-dolomitici (tout venant, massi 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> cat.?), segue un sottile livello di sabbie incoerenti di spiaggia sommersa (0.0 – 5.0m), sabbie giallastre e livelli di Panchina decimetrici (5.0 – 10m), passaggio a limi sabbiosi grigi (10-15m), chiudono le argille limose grigio-azzurre (25-30m)

È pertanto confermata la presenza dei c.d. "depositi di canale" e dei relativi strati torbosi nel sondaggio S4;

il dato stratigrafico che non siano propriamente inquadrabili come *depositi palustri* è determinato dal fatto che i depositi siano stati intercettati da un solo sondaggio, e non anche dai due sondaggi laterali a S4, ovvero S3 ed S5.

Sotto l'aspetto geomorfologico, la presenza del c.d. *paleocanale* rappresenta il prolungamento della foce a mare di "Fiume Grande", importante segmento del reticolo idrografico e delle aree golenali che, più ampiamente, caratterizzavano la fascia costiera del settore nord-orientale brindisino.



## Prove SPT in foro di sondaggio

S1 – S2 – S3 – S4 – S5 – S6

<b>Sondaggio S1 -</b>	<b>profondità</b>	<b>n. di colpi/avanzamento 15 cm</b>
SPT 1	7,00 – 7,19	12 – 25 – R
SPT 2	10,00 – 10,45	4 – 6 – 5
SPT 3	15,50 – 15,95	7 – 9 – 8
SPT 4	25,50 – 25,95	7 – 9 – 11
SPT 5	29,50 – 29,95	11 – 13 – 15

<b>Sondaggio S2 -</b>	<b>profondità</b>	<b>n. di colpi/avanzamento 15 cm</b>
SPT 1	5,50 – 5,95	9 – 9 – 13
SPT 2	11,50 – 11,95	6 – 7 – 6
SPT 3	15,50 – 15,95	5 – 8 – 10
SPT 4	20,00 – 20,45	7 – 9 – 10
SPT 5	27,50 – 27,95	8 – 10 – 10

<b>Sondaggio S3 -</b>	<b>profondità</b>	<b>n. di colpi/avanzamento 15 cm</b>
SPT 1	9,00 – 9,45	7 – 5 – 10
SPT 2	15,50 – 15,95	7 – 9 – 8
SPT 3	20,50 – 20,95	8 – 11 – 9
SPT 4	25,50 – 25,95	9 – 11 – 13
SPT 5	29,50 – 29,95	11 – 13 – 15

<b>Sondaggio S4 -</b>	<b>profondità</b>	<b>n. di colpi/avanzamento 15 cm</b>
SPT 1	9,00 – 9,45	17 – 19 – 22
SPT 2	12,50 – 12,95	9 – 9 – 13
SPT 3	15,50 – 15,95	3 – 5 – 6
SPT 4	20,50 – 20,95	8 – 8 – 11
SPT 5	26,00 – 26,45	8 – 12 – 13

<b>Sondaggio S5 -</b>	<b>profondità</b>	<b>n. di colpi/avanzamento 15 cm</b>
SPT 1	8,50 – 8,95	13 – 9 – 17
SPT 2	12,50 – 12,95	6 – 9 – 9
SPT 3	16,50 – 16,95	8 – 10 – 12
SPT 4	22,50 – 22,95	7 – 6 – 6
SPT 5	28,50 – 28,95	9 – 10 – 14

<b>Sondaggio S6 -</b>	<b>profondità</b>	<b>n. di colpi/avanzamento 15 cm</b>
<b>SPT 1</b>	<b>7,00 – 7,45</b>	<b>7 – 10 – 8</b>
<b>SPT 2</b>	<b>14,50 – 14,95</b>	<b>8 – 8 – 11</b>
<b>SPT 3</b>	<b>16,50 – 16,95</b>	<b>9 – 11 – 9</b>
<b>SPT 4</b>	<b>25,50 – 25,95</b>	<b>10 – 8 – 11</b>
<b>SPT 5</b>	<b>29,50 – 29,95</b>	<b>12 – 11 – 13</b>

Tab. 3 - Risultati **prove SPT** nei depositi sedimentari del substrato dei fondali antistanti la colmata di "Capobianco"

I terreni costituenti il rilevato della colmata a mare di "Capobianco", sono costituiti da materiale grossolano costituito principalmente da ghiaie e ciottoli tout venant (2 – 100 kg), ma anche massi di 1<sup>a</sup> categoria (100 – 1000 kg) e, più raramente di 2<sup>a</sup> cat. (1001 – 3000 kg) con scarso contenuto di materiale fine;

da considerare che le indagini eseguite hanno impiegato un metodo di perforazione a rotazione (carotaggio continuo), che determina il prelievo di materiale integro in situ e, pertanto, i dati rappresentati sono funzione di tale tipo sondaggio e campionamento.

Su tutti e sei i sondaggi (S1 – S2 – S3 – S4 – S5 – S6) realizzati a carotaggio continuo con doppio carotiere; di seguito i layout e grafici riferiti alle risultanze delle prove geotecniche.

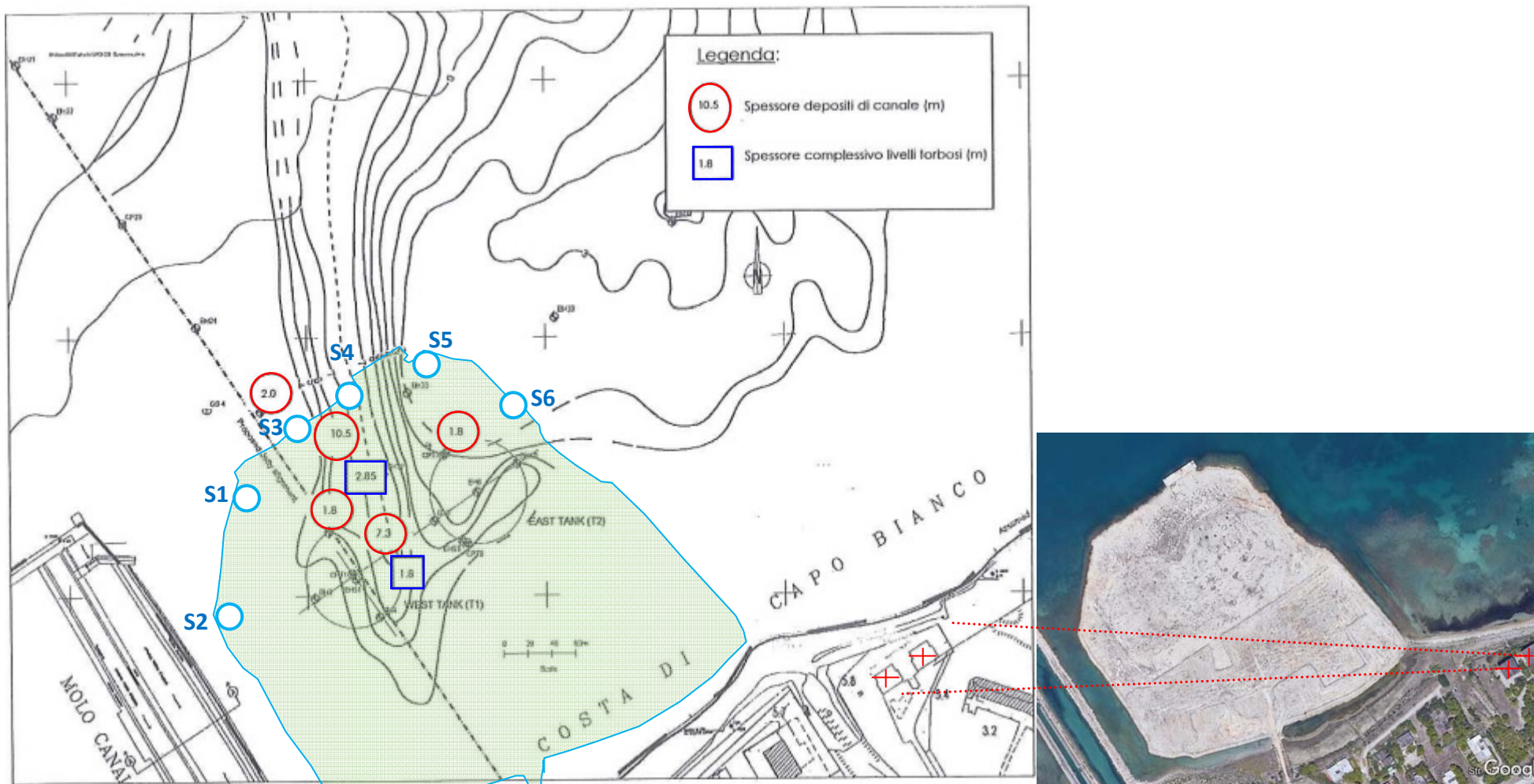


fig. 20 - Antico paleoalveo e spessori dei depositi di canale e dei livelli torbosi rinvenuti dall'indagine FUGRO (2005); i dati stratigrafici sono confermati dai 6 (sei) recenti sondaggi eseguiti fronte mare N, spinti fino a 30 m di prof. dal p.c. colmata

- spessore dei **depositi di canale** nella parte centrale del paleoalveo laddove raggiungono i **10.5 m**
- spessore dei **livelli torbosi**, in prossimità dell'asse centrale del paleoalveo, laddove raggiungono i **2.85 m**
- sondaggi diretti a 30 m (2022)
- + edifici di riferimento per la georeferenziazione
- attuale area di colmata



Relazione Geologica di caratterizzazione dei terreni sottostanti la colmata in loc.tà "Capobianco"

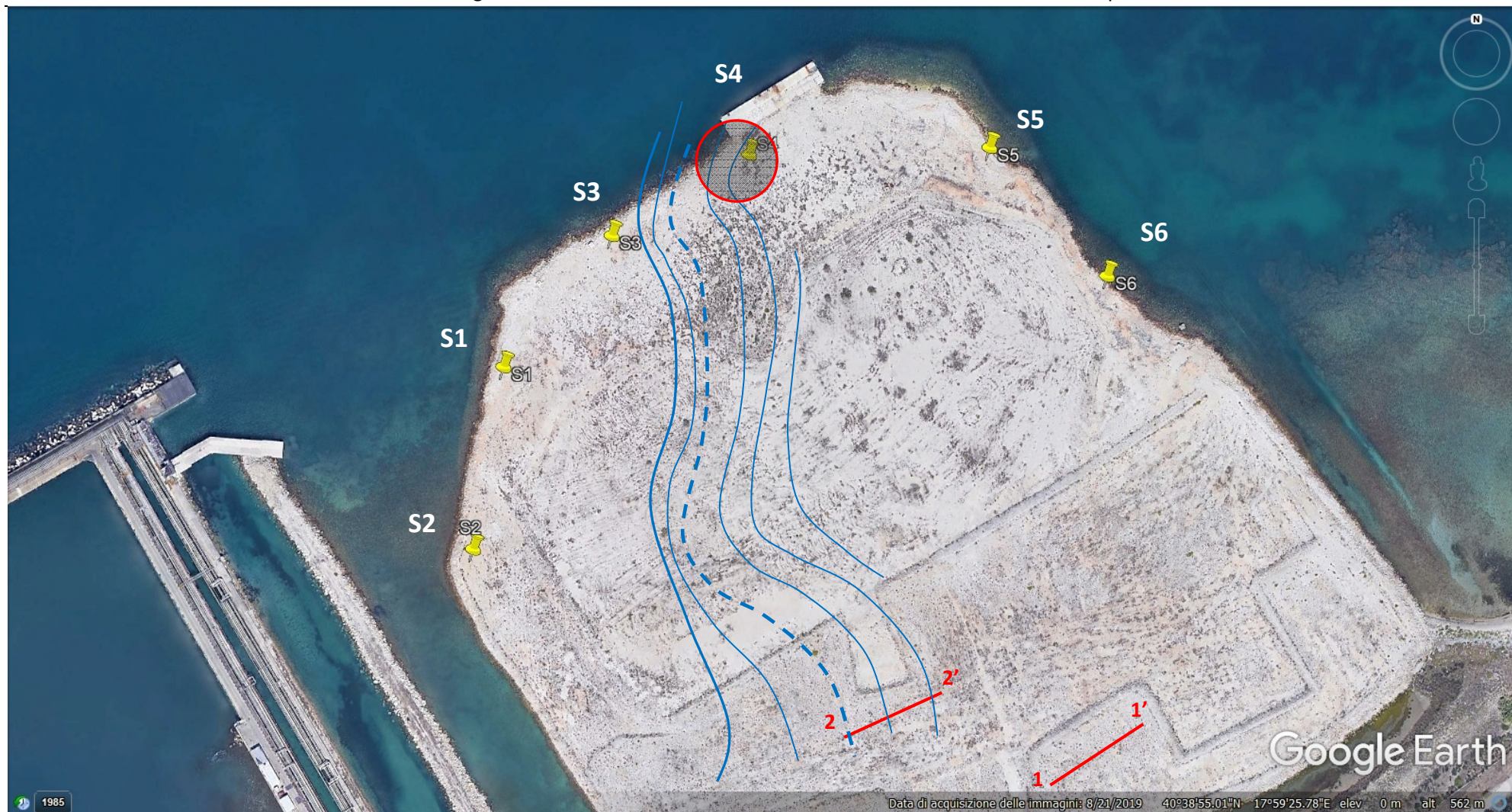



fig. 21 – i 6 (sei) sondaggi geognostici diretti eseguiti (2022), disposti sul limite N - NE e NW, fronte mare colmata, hanno confermato nel sondaggio S4 i depositi torbosi di un paleoalveo e spessori dei depositi di canale e dei livelli torbosi rinvenuti dall'indagine FUGRO per B.G. (2005): ricostruzione in rif. ai sondaggi (non in scala)

1 — 1' profilo sondaggi simili

 isolinee stratigrafiche dei depositi di paleoalveo



Nella relazione di progetto del rigassificatore B.G. viene presa in considerazione la presenza del paleo-canale nell'area centro-orientale della colmata, "tra i due serbatoi LNG", identificato tramite i sondaggi diretti e indiretti;

viene pertanto confermata la presenza dei "depositi di canale" (tra 15.50 m e 19.40 m) e dell'alternanza degli strati torbosi con quelli sabbioso-limosi/argillosi con ciottoli, nonché definite le geometrie dei depositi del paleoalveo. Questi ultimi sono disposti lungo l'antico asse di deflusso e non sono intercettati lateralmente - aree golenali o di esondazione - dai sondaggi S3 ed S5.



Fig. 22-24 - sequenza stratigrafica S4:

15 m - 20 m; 20 m - 25 m; 25 m - 30 m. In rosso i depositi torbosi, carota 15.5-16.0 mancante per prelievo campione avviato a alle prove geotecniche di laboratorio; in giallo, i livelli sabbioso-limosi e sabbioso-argillosi, con ciottoli eterometrici e livelli a "Panchina", litotipi stratigraficamente discontinui latero-verticalmente.

Sotto l'aspetto della escavazione dei fondali antistanti la colmata per il progetto di banchinamento, la % di litotipi *coerenti* / *cementati* / *calcarenitici* / a "Panchina" / *ghiaie* / *ciottoli*, varia - approssimativamente e cautelativamente - dal 25 % al 30 %



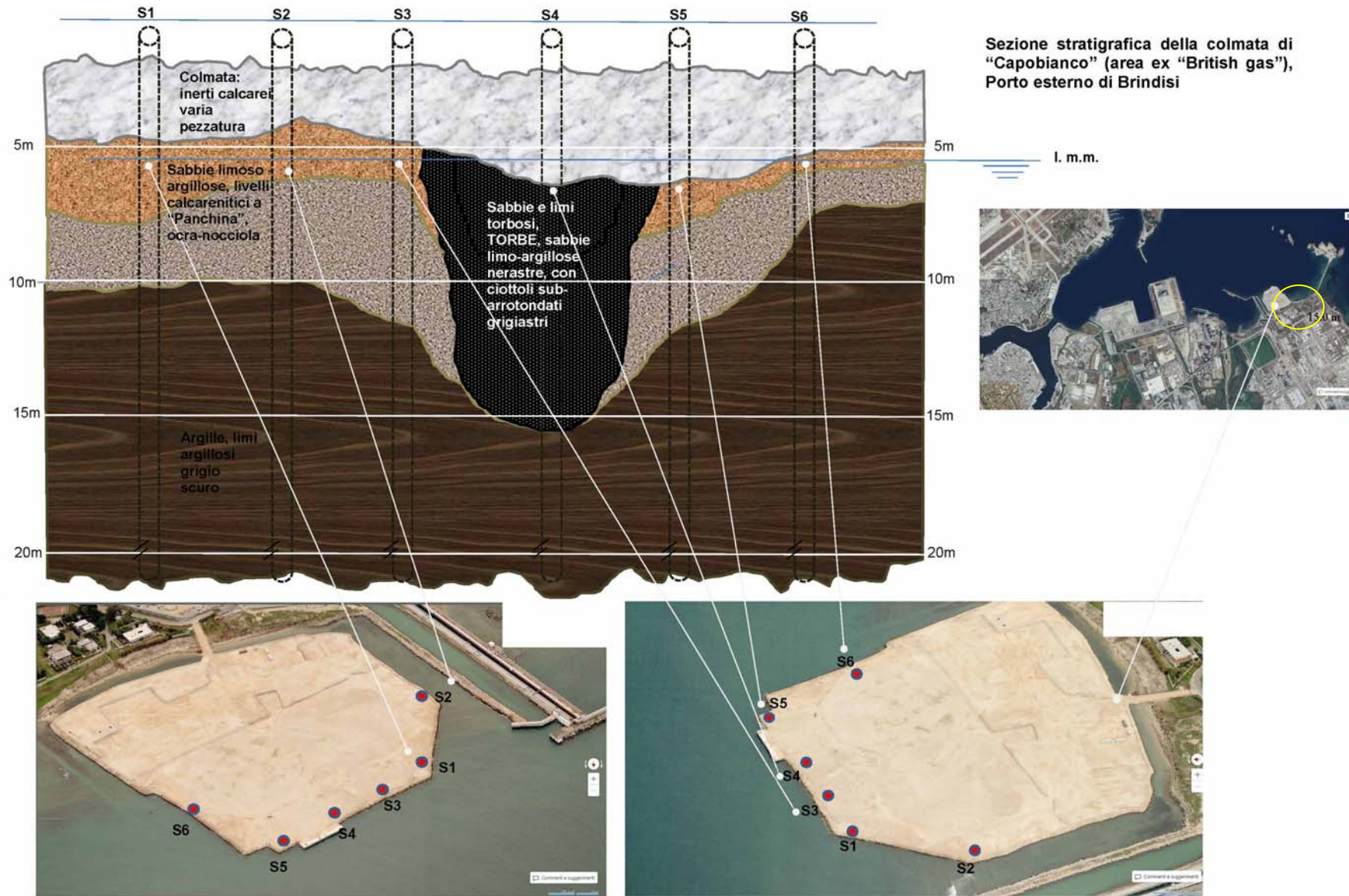


Fig. 25 – Sezione stratigrafica ricostruite dai 6 sondaggi geognostici eseguiti sul fronte mare nord (NE – NW) della colmata di "Capobianco"

## 2.5 Caratterizzazione geologico - tecnica

La caratterizzazione del substrato geologico-stratigrafico dei fondali sottostanti la colmata e l'analisi dei suoi parametri geotecnici, propedeutici e posti a base della progettazione, sono rappresentati nei 26 (ventisei) certificati di prova allegati S<sub>n</sub>-C<sub>n</sub>; le prove geotecniche di laboratorio, unitamente a quelle in situ (SPT) hanno permesso di caratterizzare geotecnicamente i terreni dei fondali sottostanti e, con buona approssimazione, quelli antistanti il limite nord -fronte mare- della colmata con un off-set di ca. 10-15 metri.

Specificamente, per quanto riguarda i **depositi del paleocanale**, identificato mediante sondaggi diretti (S4, 2022; British Gas, 2005) e indiretti (sismica: MASW, 2021; down-hole, B.G. 2005); i depositi torbosi, si rilevano al di sotto dell'area centrale di colmata ed i principali parametri geotecnici sono rappresentati nella tabella seguente:

Sondaggio S4		Campionamento: 21/02/2022	Campionamento: 21/02/2022	Campionamento: 21/02/2022	Campionamento: 21/02/2022
Certificati di prova		CERTIFICATO DI PROVA N°: 6244 Emissione: 04/02/2022	CERTIFICATO DI PROVA N°: 6245 Emissione: 04/03/2022	CERTIFICATO DI PROVA N°: 6246 Emissione: 04/03/2022	CERTIFICATO DI PROVA N°: 6247 Emissione: 04/03/2022
n. campione		<b>Campione C1</b>	<b>Campione C2</b>	<b>Campione C3</b>	<b>C4</b>
profondità		8,50- 9,00	12,00 – 12,50	15,00 – 15,50	20,00 – 20,50
CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE (W <sub>n</sub> ) %		25,7 %	16,6 %	55,5 %	25,1 %
PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE (γ <sub>s</sub> )		21,9 kN/m <sup>3</sup>	21,0 kN/m <sup>3</sup>	17,7 kN/m <sup>3</sup>	20,1 kN/m <sup>3</sup>
PESO SPECIFICO DEI GRANULI		26,1 kN/m <sup>3</sup>	26,1 kN/m <sup>3</sup>	25,8 kN/m <sup>3</sup>	27,4 kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico dei granuli corretto a 20° (γ <sub>sc</sub> )		26,1 kN/m <sup>3</sup>	26,1 kN/m <sup>3</sup>	25,8 kN/m <sup>3</sup>	27,3 kN/m <sup>3</sup>
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO		Non determinabile	Non determinabile	87%	34,6 %
LIMITI DI CONSISTENZA PLASTICO		Non plastico	Non plastico	39,2 %	25,9 %
Indice di plasticità		---	---	47,8 %	8,7 %
ANALISI GRANULOMETRICA	Ghiaia	57,8 %	2,6 %	0,0 %	<b>0,0 %</b>
	sabbia	23,7%	64,5 %	3,2 %	<b>18,4 %</b>
	limo	11,2%	23,9 %	40,7 %	<b>67,1 %</b>
	argilla	7,3 %	9 %	56,1 %	<b>14,5 %</b>



Prova edometrica	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	21,94 (kN/m <sup>3</sup> )	20,99 (kN/m <sup>3</sup> )	17,70 (kN/m <sup>3</sup> )	20,12 (kN/m <sup>3</sup> )
	Umidità %	12,7 %	16,6 %	55,5	28,8 (kN/m <sup>3</sup> )
	Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	26,06 (kN/m <sup>3</sup> )	26,06 (kN/m <sup>3</sup> )	25,81 (kN/m <sup>3</sup> )	27,35 (kN/m <sup>3</sup> )
	Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> )	10,14 (cm <sup>3</sup> )	12,38 (cm <sup>3</sup> )	22,39 (cm <sup>3</sup> )	17,19 (cm <sup>3</sup> )
	Indice dei vuoti	0,34	0,45	1,27	0,75
	Porosità %	25,32 %	30,90 %	55,90 %	42,90 %
	Saturazione %	99,6 %	98,5 %	100,0 %	100,0 %

Tab. 7 - Parametri geotecnici dei depositi di paleoalveo, di cui al sondaggio S4; in tabella è rappresentato il dettaglio geotecnico fino alla base torbosa a ca. 19,40 m (letto del paleoalveo). Seguono i campioni C5 e C6 fino alla profondità 30 m



Fig.26 – L'argine di scarpata in materiale calcareo e calcareo-dolomitico, fianco est; visibile il locale substrato roccioso d'appoggio in calcarenite a "Panchina"; piano sedime in elevazione di ca.3.5 m slm



## ADSP-MAM

Autorità di Sistema Portuale del Mar Adriatico Meridionale

### *Progetto di banchinamento e recupero funzionale dei piazzali della colmata di "Capobianco" (ex British Gas)*

Stratigrafia e dati geotecnici preliminari da sondaggi  
indiretti MASW

Ottobre 2021

### 3.0 ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

#### Indagine indiretta mediante sismica a rifrazione

Nell’ambito delle attività specialistiche di modellazione e caratterizzazione dei terreni, è stata eseguita una analisi congiunta tra indagini geologiche e indagini geotecniche, le prime funzionali e propedeutiche alla progettazione geotecnica. Le indagini geotecniche sono state espletate mediante un sondaggio sismico a rifrazione MASW (prova indiretta) al fine della caratterizzazione geologica degli ammassi rocciosi lungo il tracciato. Si riportano i risultati delle indagini geotecniche

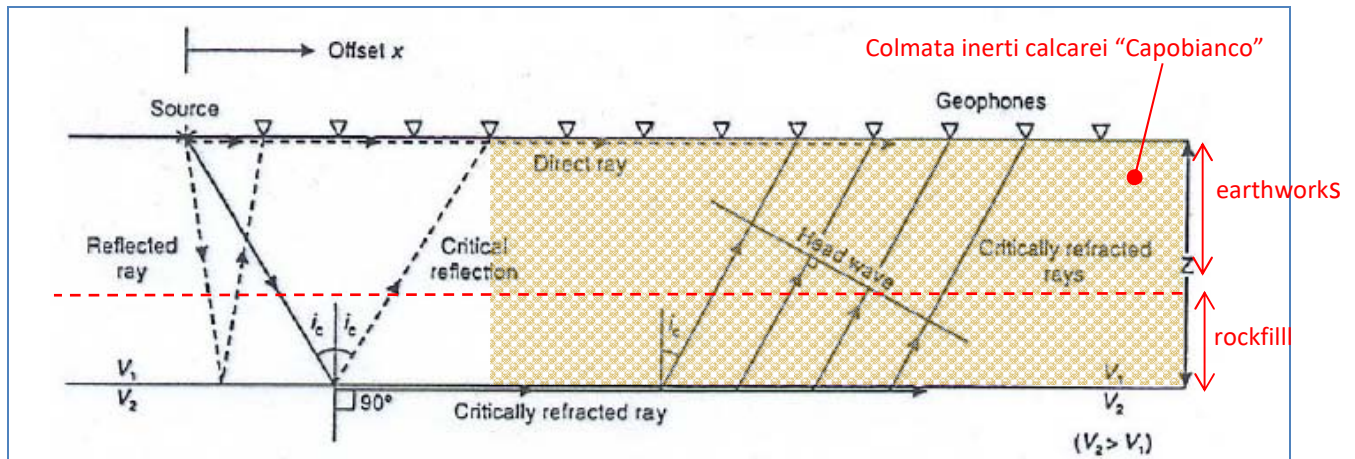


Figura 27 – schema generale del funzionamento della sismica a rifrazione per indagini nei terreni

Per ogni geofono a seguito dello scoppio giungerà l’onda diretta, la riflessa, la conica (o birifratta).

L’onda riflessa arriverà sempre dopo le altre mentre sino ad una certa distanza dalla sorgente arriverà per prima l’onda diretta oltre la bi rifratta arriverà sempre prima. Se in un sistema di assi cartesiani riportiamo i tempi di primo impulso delle onde dirette riferiti ai segnali sismici registrati singolarmente per ogni geofono equidistante dello stendimento otteniamo un grafico in cui si riconoscono curve tempi-distanze denominate “dromocrone” riguardanti le onde dirette, riflesse e rifratte.

Dai tempi di primo arrivo delle onde P dalle distanze intergeofoniche e dall’offset di scoppio sarà possibile determinare gli spessori dei sismostrati attraversati dalle onde prodotte.

L’apparecchiatura necessaria per le indagini è costituita da una serie di geofoni (12-24) spaziatamente lungo un determinato allineamento e da un sismografo che registra l’istante di partenza della perturbazione e i rispettivi tempi di arrivo delle onde a ciascun geofono.

Sismografo Geometrics Geode 24 canali (3 battute/shot diretta/centrale/inversa)

profilo	sorgente	lunghezza Stendimento (m)	offset min.	geofoni	tempo reg. m <sub>sec</sub>	Frequenza a geofono	Frequenza camp/sec	tipo geofono
1	mazza 8 kg	57.5	2.5	24	500	4.5 hz	7500	Vert.
2	mazza 8 kg	57,5	2,5	24	500	4.5 hz	7500	Vert.

**Report sismica a rifrazione**

**Stendimento 1 -**

**Rifrazione in onde Sh**

Geometria geofoni

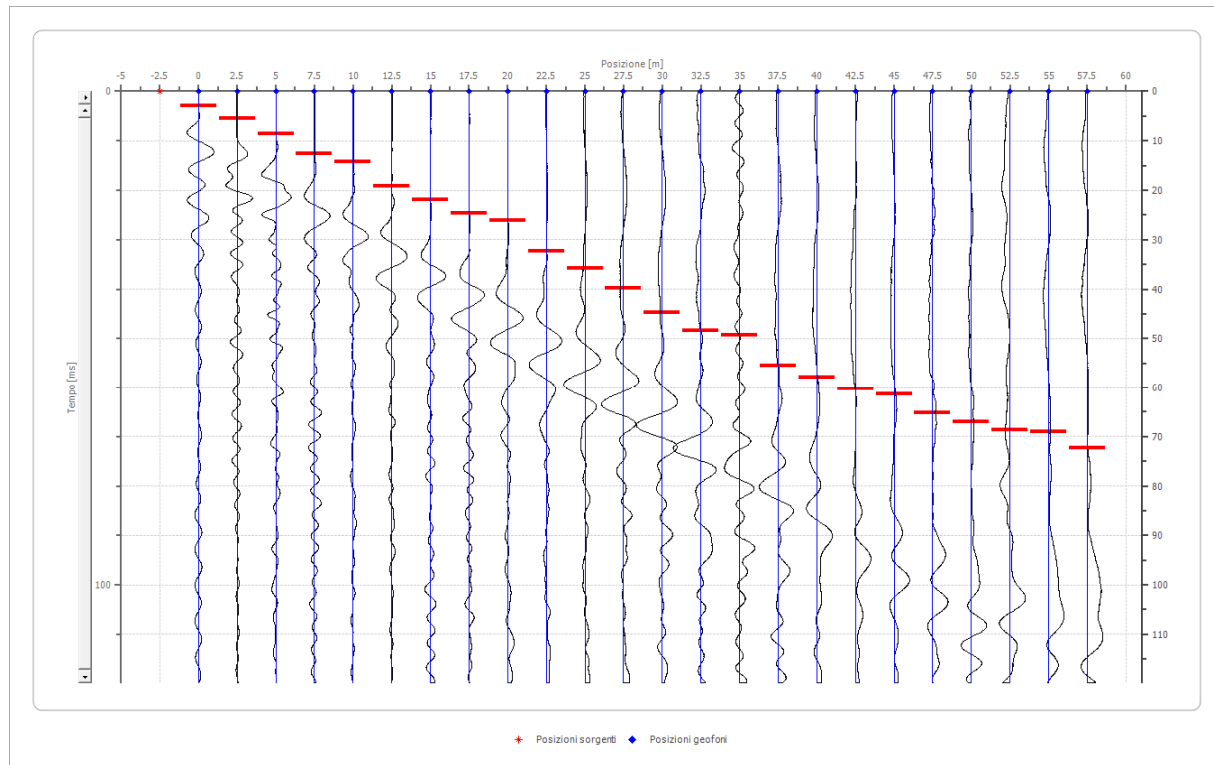
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	3.0
2	2.5	3.0
3	5.0	3.0
4	7.5	3.0
5	10.0	3.0
6	12.5	3.0
7	15.0	3.0
8	17.5	3.0
9	20.0	3.0
10	22.5	3.0
11	25.0	3.0
12	27.5	3.0
13	30.0	3.0
14	32.5	3.0
15	35.0	3.0
16	37.5	3.0
17	40.0	3.0
18	42.5	3.0
19	45.0	3.0
20	47.5	3.0
21	50.0	3.0
22	52.5	3.0
23	55.0	3.0
24	57.5	3.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X -3 [m]

Posizione sorgente Z 3 [m]



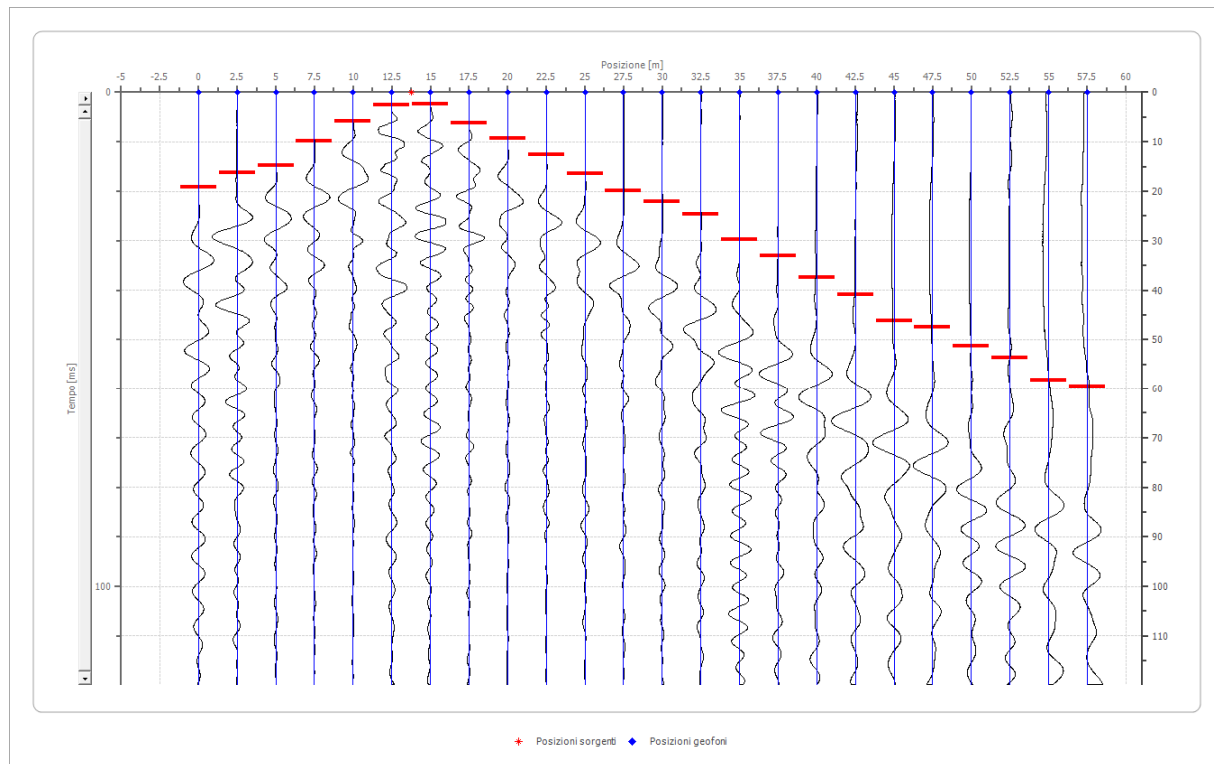
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	2.9680
2.5	5.4033
5.0	8.5236
7.5	12.5571
10.0	14.2466
12.5	19.1142
15.0	21.9178
17.5	24.6575
20.0	26.1918
22.5	32.3288
25.0	35.8356
27.5	39.8904
30.0	44.8219
32.5	48.3288
35.0	49.3151
37.5	55.4429
40.0	57.8174
42.5	60.3105
45.0	61.3394
47.5	65.1446
50.0	66.9711
52.5	68.6454
55.0	69.1020
57.5	72.2983



Battuta 2

Posizione sorgente X 14 [m]

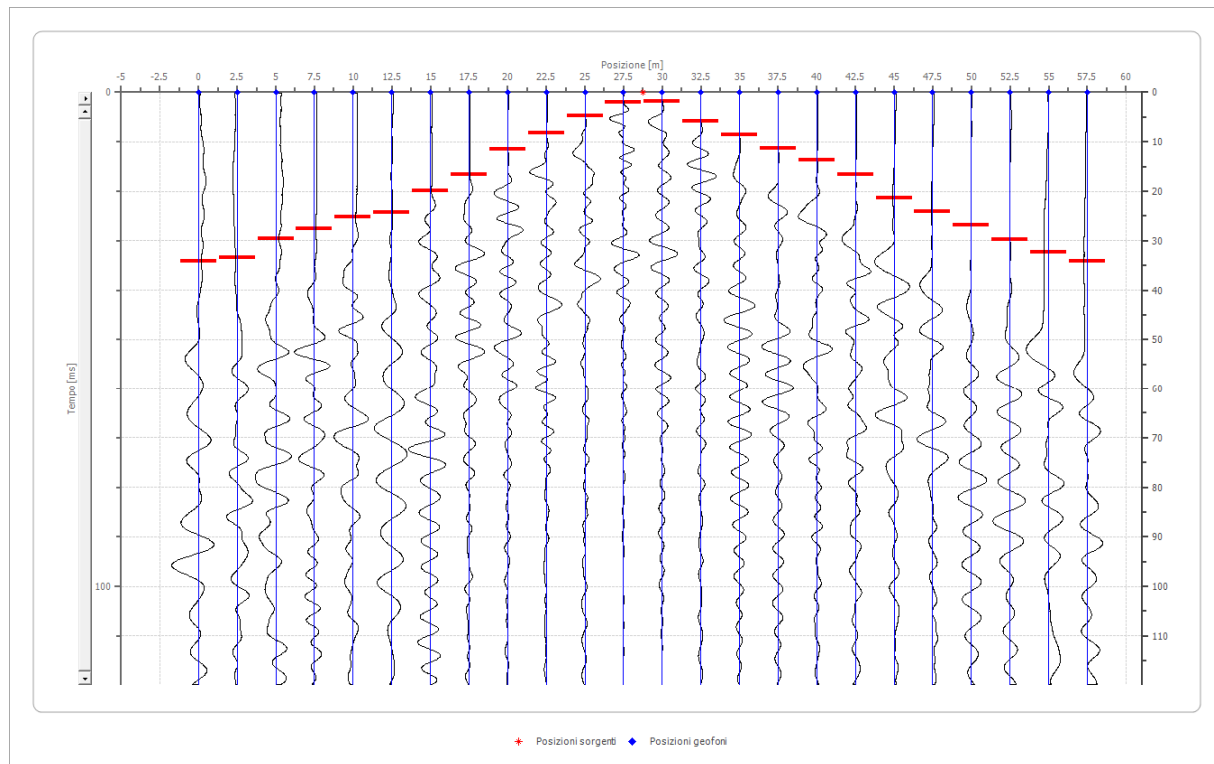
Posizione sorgente Z 3 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	19.1781
2.5	16.3014
5.0	14.8097
7.5	9.9087
10.0	5.8600
12.5	2.5571
15.0	2.3440
17.5	6.1796
20.0	9.3760
22.5	12.5723
25.0	16.5145
27.5	19.9452
30.0	22.1370
32.5	24.6575
35.0	29.8082
37.5	33.1355
40.0	37.3699
42.5	40.8767
45.0	46.2466
47.5	47.5616
50.0	51.2481
52.5	53.6986
55.0	58.3014
57.5	59.5586

Battuta 3

Posizione sorgente X 29 [m]  
 Posizione sorgente Z 3 [m]

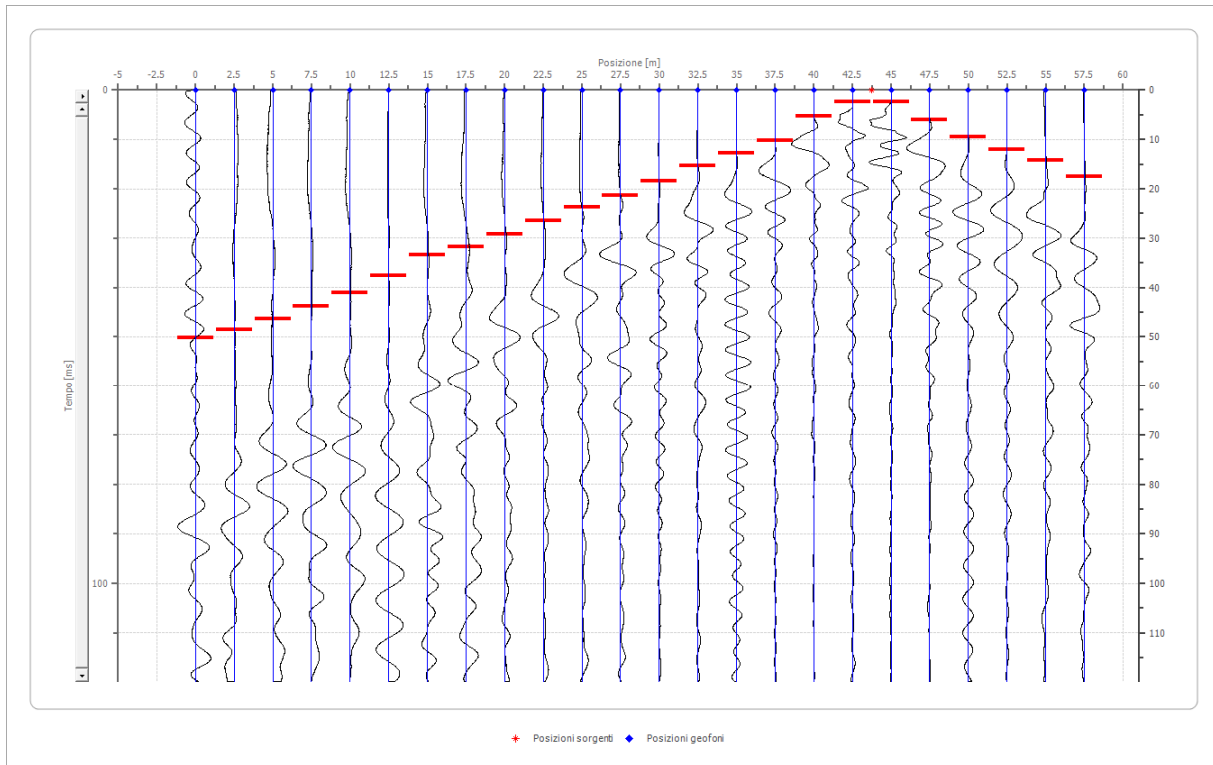


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	34.0944
2.5	33.3638
5.0	29.5890
7.5	27.5190
10.0	25.2055
12.5	24.2314
15.0	19.8478
17.5	16.5601
20.0	11.5677
22.5	8.2801
25.0	4.7489
27.5	1.9482
30.0	1.8265
32.5	5.8447
35.0	8.5236
37.5	11.3242
40.0	13.6377
42.5	16.5601
45.0	21.3090
47.5	24.1096
50.0	26.7884
52.5	29.7108
55.0	32.3896
57.5	34.0944

Battuta 4

Posizione sorgente X 44 [m]

Posizione sorgente Z 3 [m]

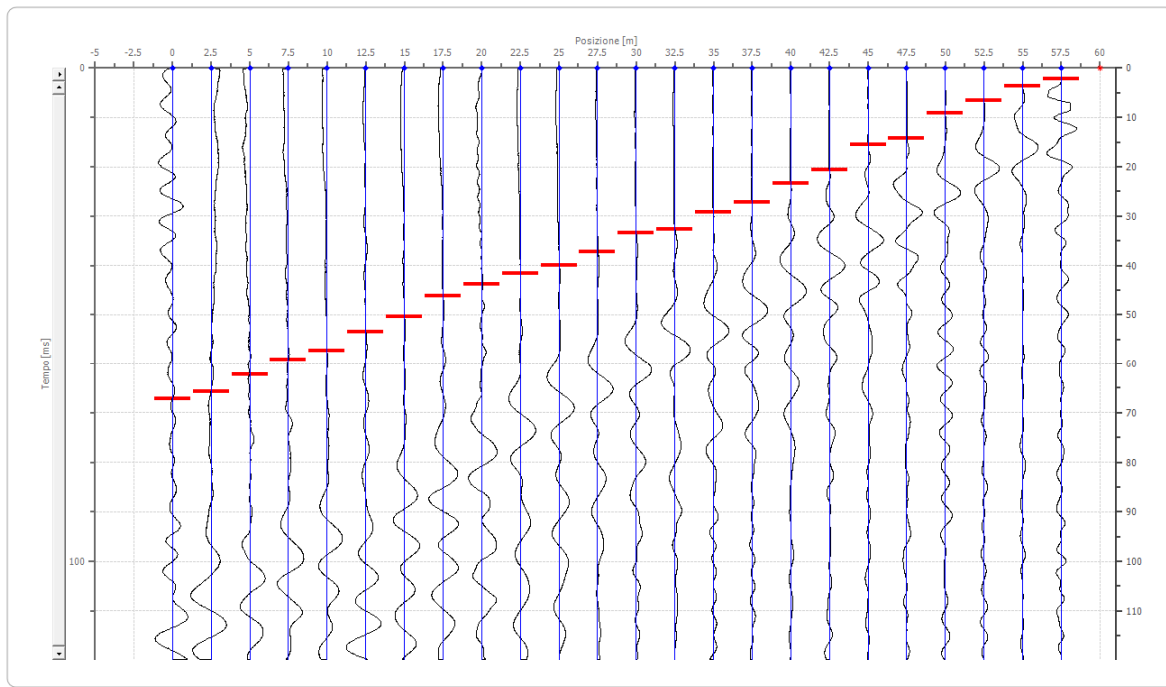


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	50.2892
2.5	48.5845
5.0	46.4536
7.5	43.8965
10.0	41.0198
12.5	37.7169
15.0	33.4551
17.5	31.8569
20.0	29.1933
22.5	26.5297
25.0	23.7595
27.5	21.3090
30.0	18.4170
32.5	15.3729
35.0	12.7854
37.5	10.1979
40.0	5.3272
42.5	2.4353
45.0	2.4353
47.5	6.0274
50.0	9.5586
52.5	12.0548
55.0	14.2466
57.5	17.5951

Battuta 5

Posizione sorgente X 60 [m]

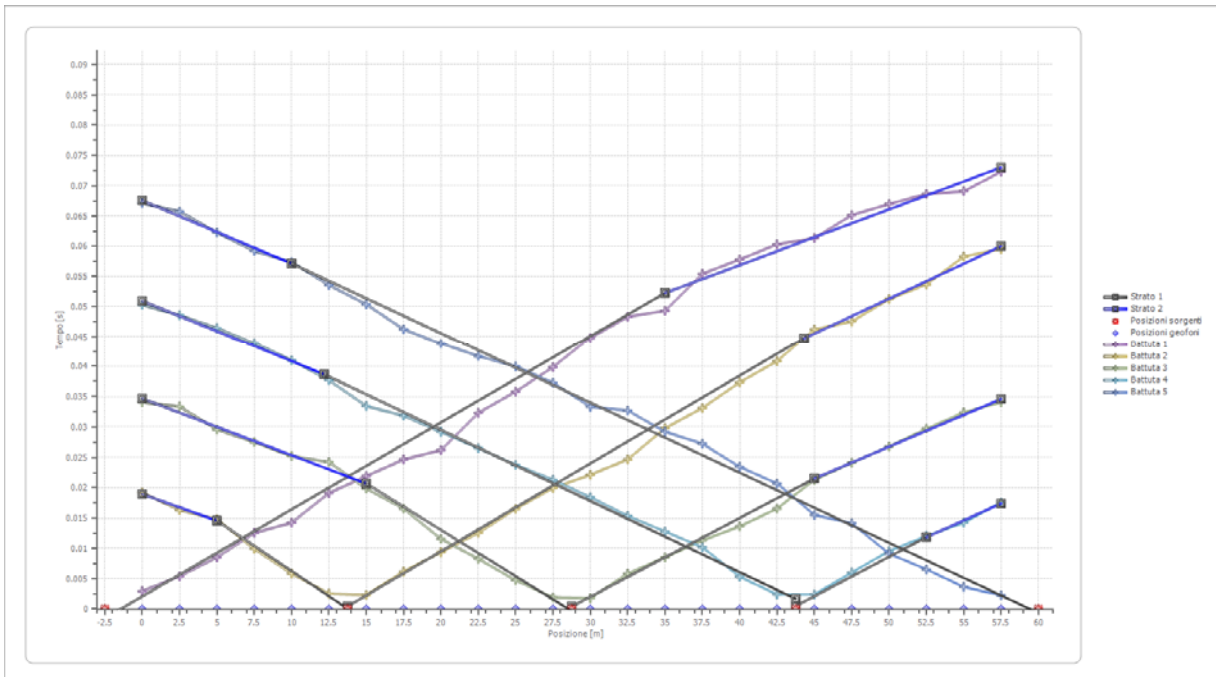
Posizione sorgente Z 3 [m]



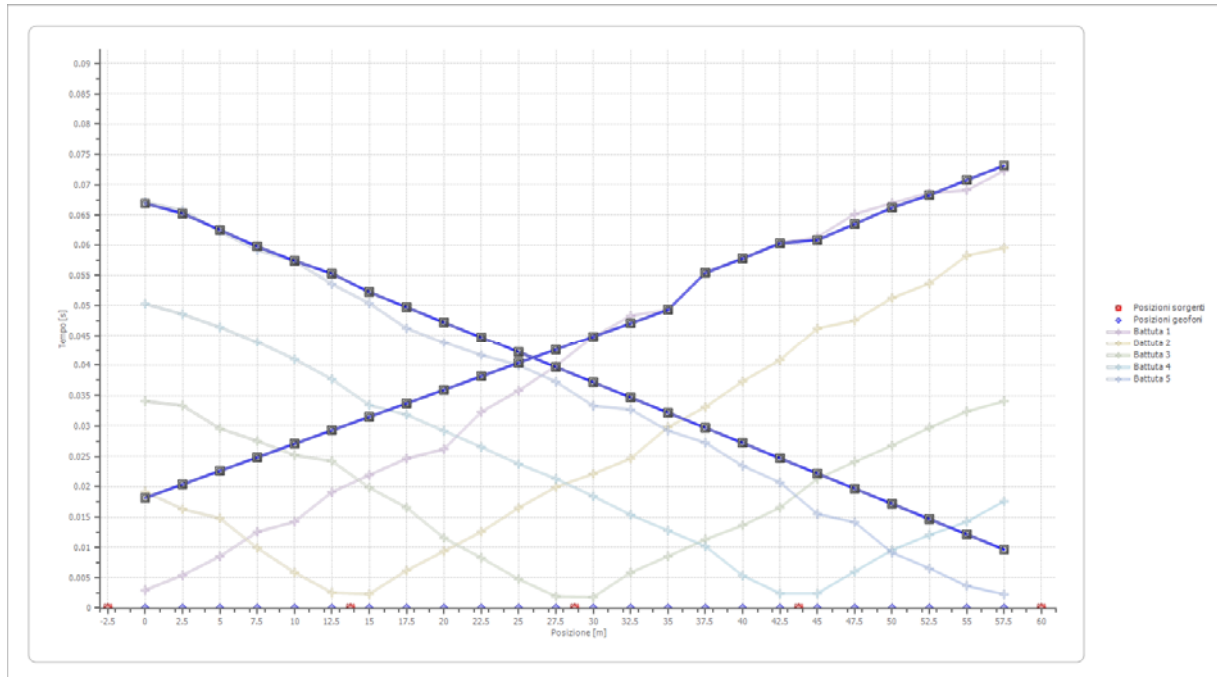
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	67.1233
2.5	65.7534
5.0	62.2527
7.5	59.2085
10.0	57.3820
12.5	53.5769
15.0	50.3805
17.5	46.2709
20.0	43.8356
22.5	41.7047
25.0	40.0304
27.5	37.2907
30.0	33.3333
32.5	32.7245
35.0	29.2237
37.5	27.2451
40.0	23.4399
42.5	20.7002
45.0	15.5251
47.5	14.1553
50.0	9.1324
52.5	6.5449
55.0	3.6530
57.5	2.2831



Dromocrone



Dromocrone traslate



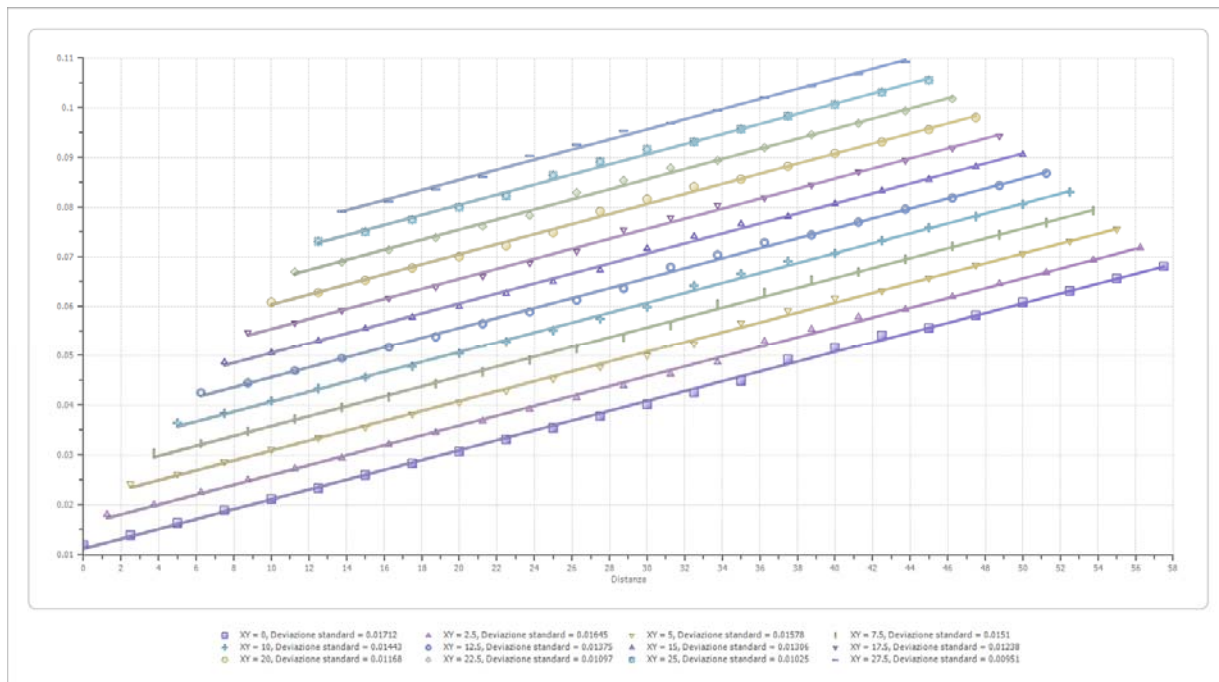
Interpretazione col metodo G<sub>r</sub>.R.M.

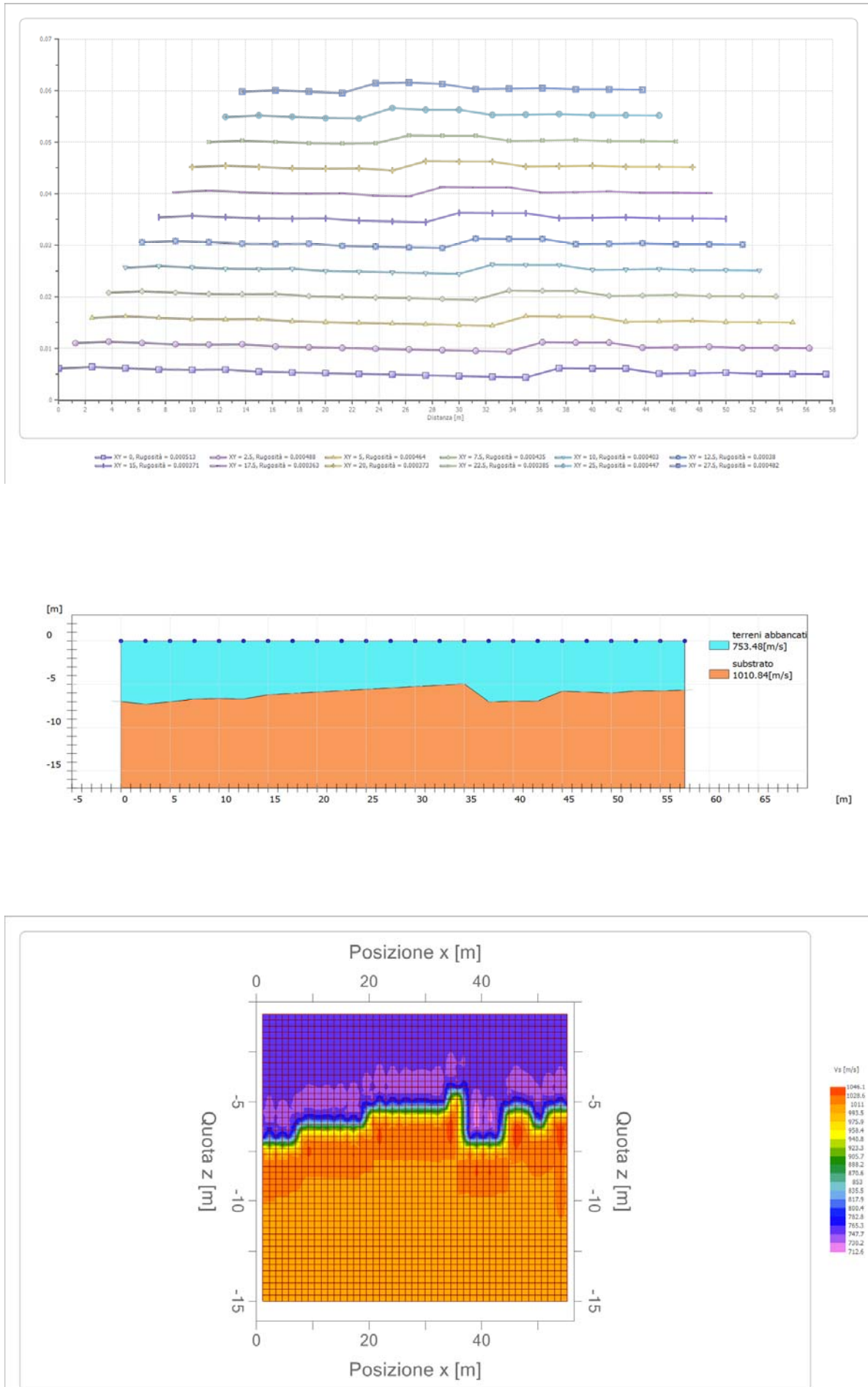
	Letto Strato n. 1	Letto Strato n. 2
G= 0.0 [m]	7.0	indefinito
G= 2.5 [m]	7.3	indefinito
G= 5.0 [m]	7.0	indefinito
G= 7.5 [m]	6.7	indefinito
G= 10.0 [m]	6.6	indefinito
G= 12.5 [m]	6.7	indefinito
G= 15.0 [m]	6.2	indefinito
G= 17.5 [m]	6.1	indefinito
G= 20.0 [m]	5.9	indefinito
G= 22.5 [m]	5.7	indefinito
G= 25.0 [m]	5.6	indefinito
G= 27.5 [m]	5.4	indefinito
G= 30.0 [m]	5.3	indefinito
G= 32.5 [m]	5.1	indefinito
G= 35.0 [m]	5.0	indefinito
G= 37.5 [m]	7.0	indefinito
G= 40.0 [m]	6.9	indefinito
G= 42.5 [m]	6.9	indefinito
G= 45.0 [m]	5.8	indefinito
G= 47.5 [m]	5.9	indefinito
G= 50.0 [m]	6.0	indefinito
G= 52.5 [m]	5.8	indefinito
G= 55.0 [m]	5.8	indefinito
G= 57.5 [m]	5.7	indefinito
Velocità [m/sec]	753.5	1010.8
Descrizione	terreni abbancati	substrato

Altri parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1795.62	1898.72
Vp [m/s]	1568.48	2104.24
Vs [m/s]	753.48	1010.84
G0 [MPa]	1021.90	1839.25
Ed [Mpa]	4428.25	7970.07
M0 [MPa]	3406.35	6130.82
Ey [Mpa]	2759.14	4965.97

G0: Modulo di deformazione al taglio;  
 Ed: Modulo edometrico;  
 M0: Modulo di compressibilità volumetrica;  
 Ey: Modulo di Young;



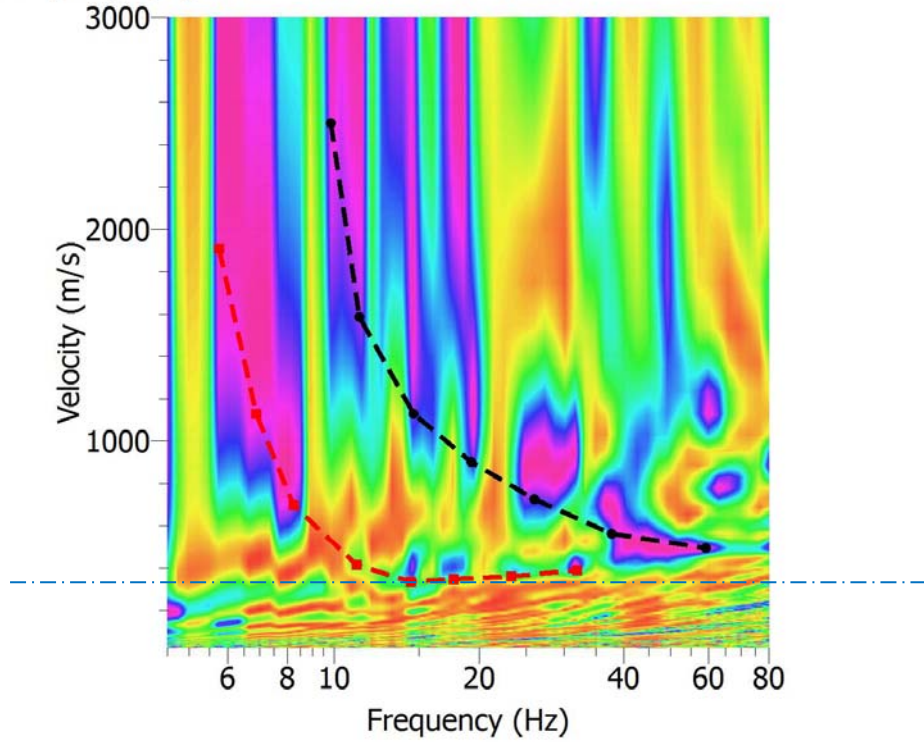




**MASW**

Grafico velocità di fase – frequenza con modo fondamentale e 1° superiore

Shot at (67.5, 0, 0), time=2000-01-01 00:00:00



Curve sintetiche con andamento misfit: modo fondamentale e primo superiore

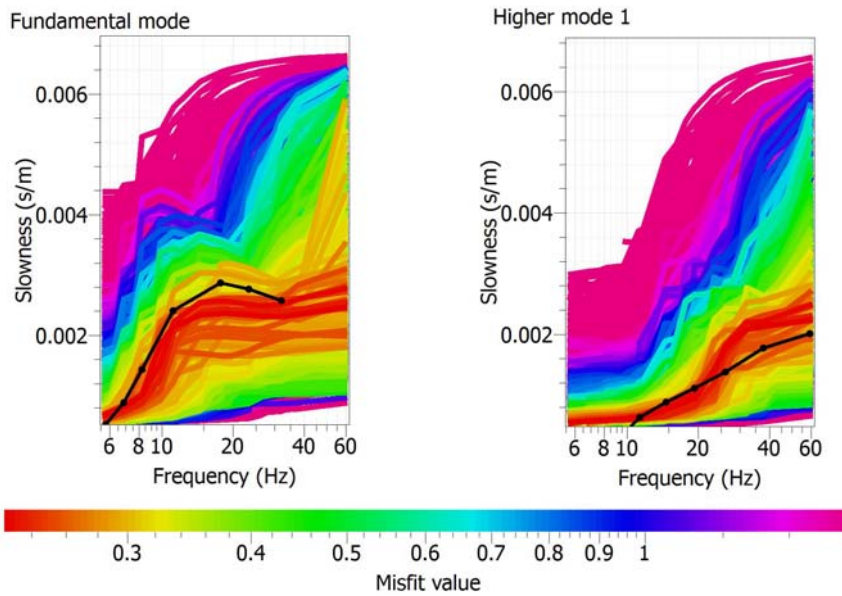
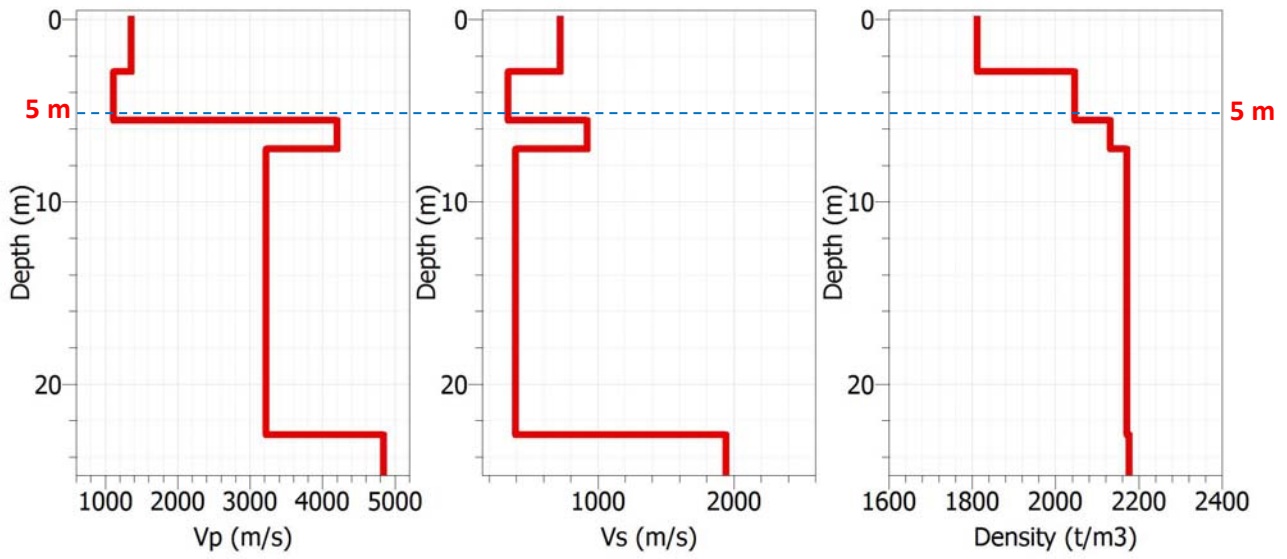


Fig. 29 – MASW - Grafico velocità di fase – frequenza

Modello di sottosuolo



Vs	Vp	Peso di volume	profondità del letto dello strato
718,12	1366,67	1814,49	2,94
345,29	1133,33	2046,38	5,58
913,42	4200	2133,33	7,16
358,55	3233,30	2168,12	22,75
1943,12	4833,33	2179,71	-----

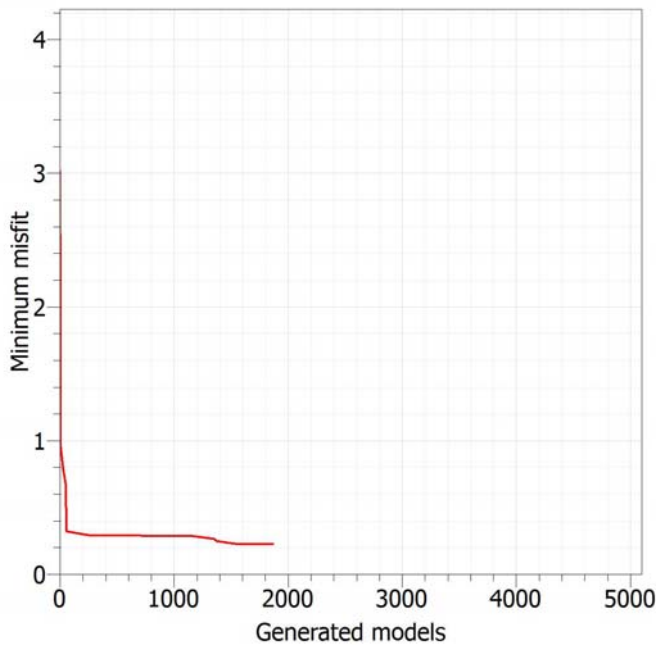


Fig. 30 – Modello di sottosuolo, funzione della profondità, della velocità delle onde  $V_s$ ,  $V_p$ , densità terreni

## Stendimento 2

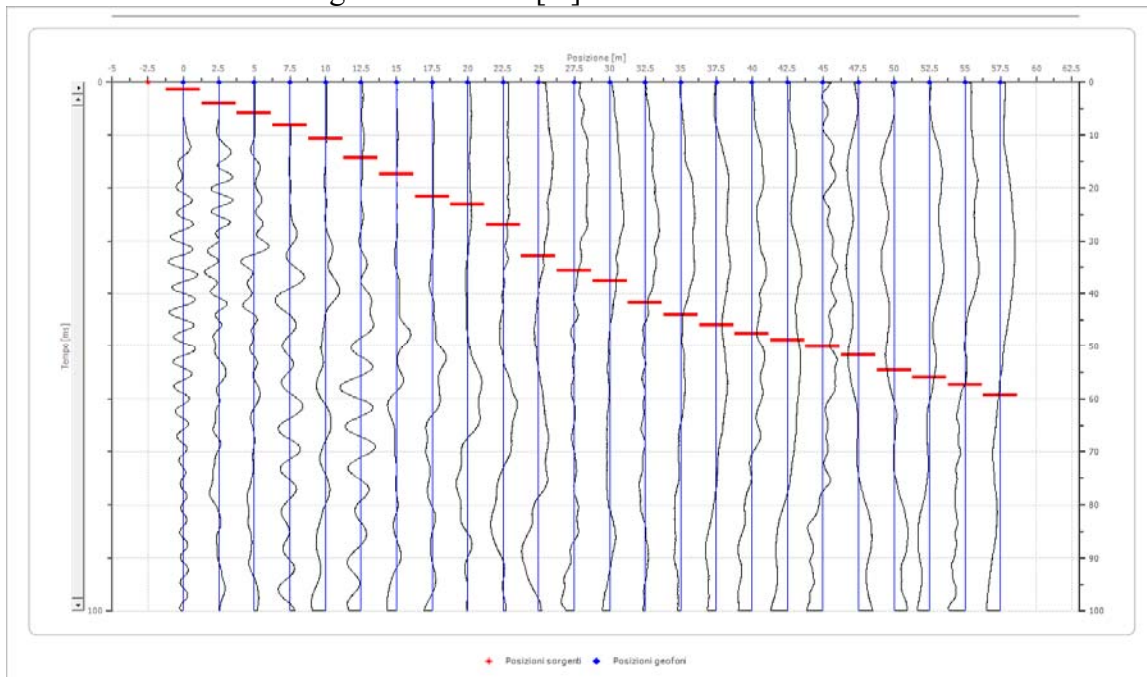
### Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.0
2	2.5	0.0
3	5.0	0.0
4	7.5	0.0
5	10.0	0.0
6	12.5	0.0
7	15.0	0.0
8	17.5	0.0
9	20.0	0.0
10	22.5	0.0
11	25.0	0.0
12	27.5	0.0
13	30.0	0.0
14	32.5	0.0
15	35.0	0.0
16	37.5	0.0
17	40.0	0.0
18	42.5	0.0
19	45.0	0.0
20	47.5	0.0
21	50.0	0.0
22	52.5	0.0
23	55.0	0.0
24	57.5	0.0

### Dati battute

#### Battuta 1

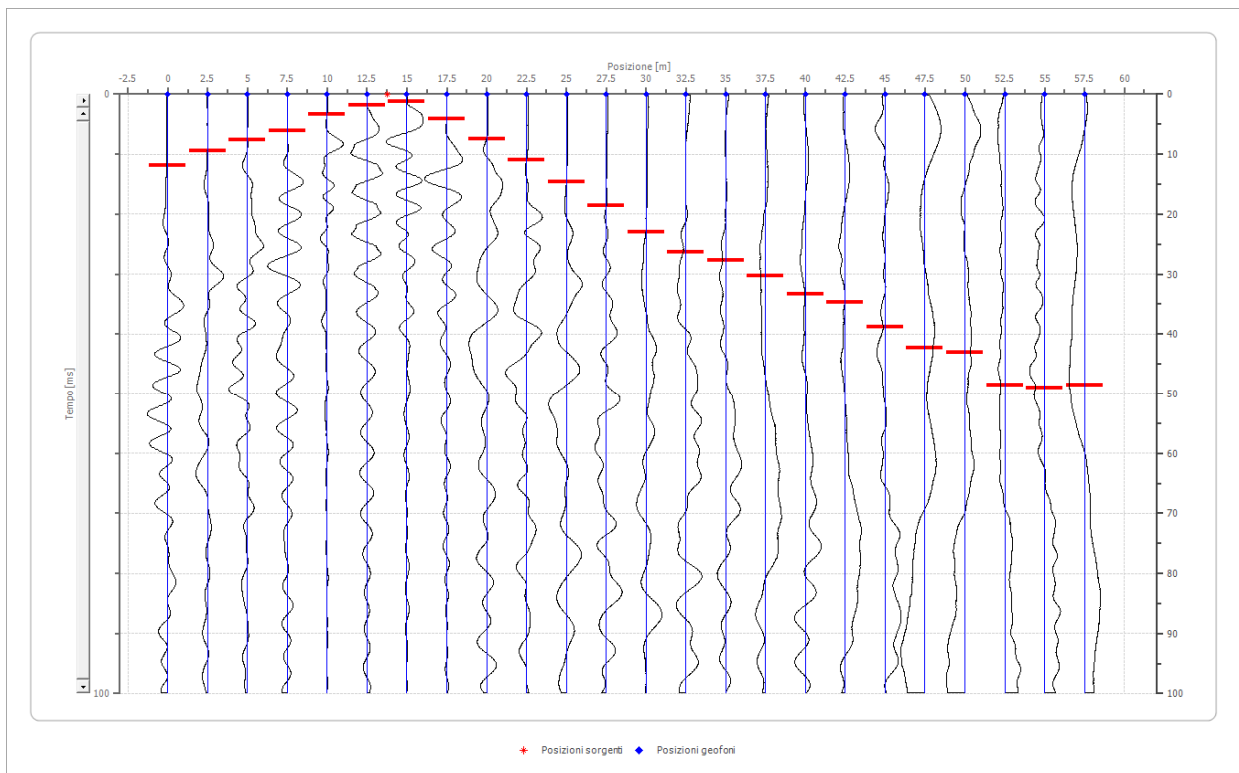
Posizione sorgente X -3 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	1.3699
2.5	4.0335
5.0	5.8600
7.5	8.0670
10.0	10.6849
12.5	14.3836
15.0	17.2755
17.5	21.6438
20.0	23.0594
22.5	26.9863
25.0	32.8767
27.5	35.6164
30.0	37.5342
32.5	41.7808
35.0	43.9726
37.5	45.9209
40.0	47.6256
42.5	48.9041
45.0	50.1370
47.5	51.7808
50.0	54.6575
52.5	56.0274
55.0	57.3973
57.5	59.3151

Battuta 2

Posizione sorgente X 14 [m]

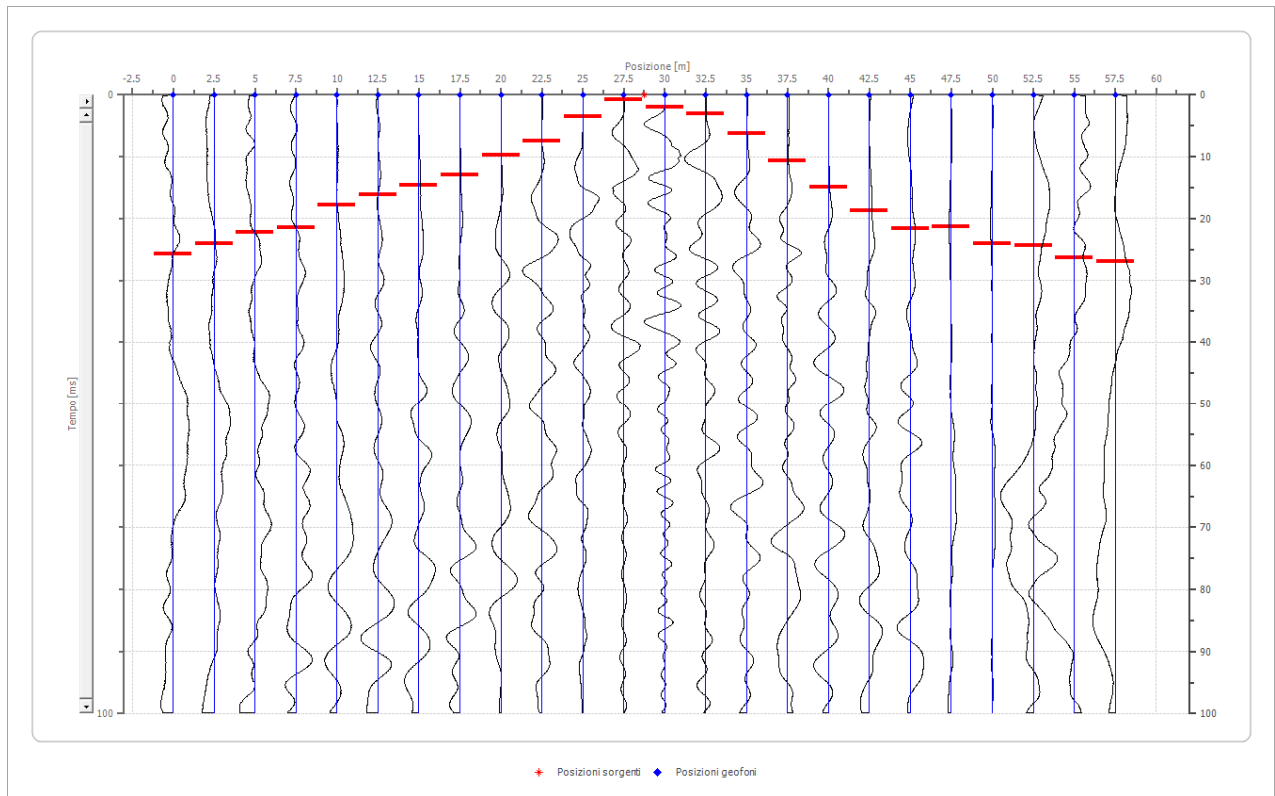




Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	11.9482
2.5	9.5129
5.0	7.6104
7.5	6.0122
10.0	3.2725
12.5	1.7504
15.0	1.2938
17.5	4.1096
20.0	7.4581
22.5	10.9589
25.0	14.6880
27.5	18.6454
30.0	22.9833
32.5	26.3318
35.0	27.7017
37.5	30.2892
40.0	33.2572
42.5	34.7032
45.0	38.8128
47.5	42.3135
50.0	43.0746
52.5	48.5540
55.0	49.0107
57.5	48.5540

Battuta 3

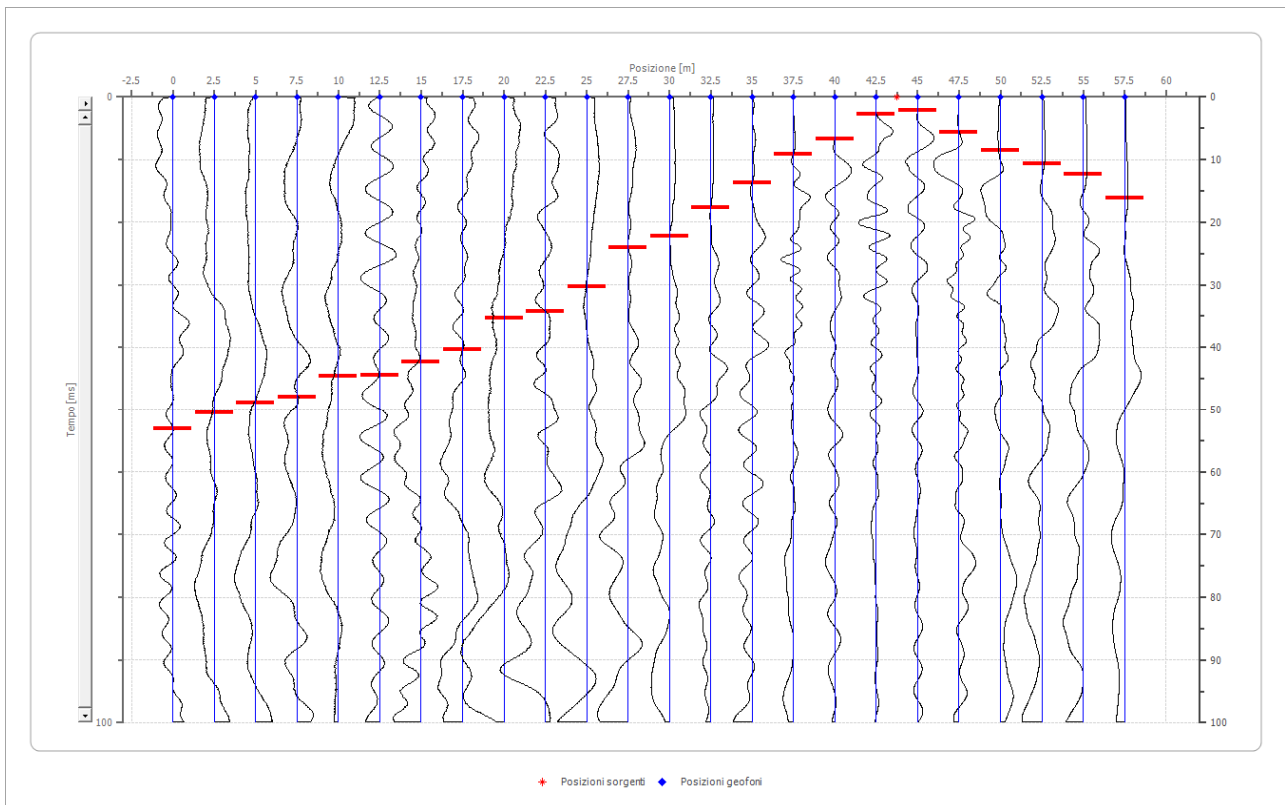
Posizione sorgente X      29      [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	25.6773
2.5	23.9726
5.0	22.2679
7.5	21.5221
10.0	17.7930
12.5	16.1948
15.0	14.5967
17.5	12.9985
20.0	9.8021
22.5	7.4581
25.0	3.5160
27.5	0.7458
30.0	1.9178
32.5	3.0898
35.0	6.2405
37.5	10.6545
40.0	14.8402
42.5	18.7215
45.0	21.6895
47.5	21.3090
50.0	24.1248
52.5	24.2922
55.0	26.3166
57.5	26.9406

Battuta 4

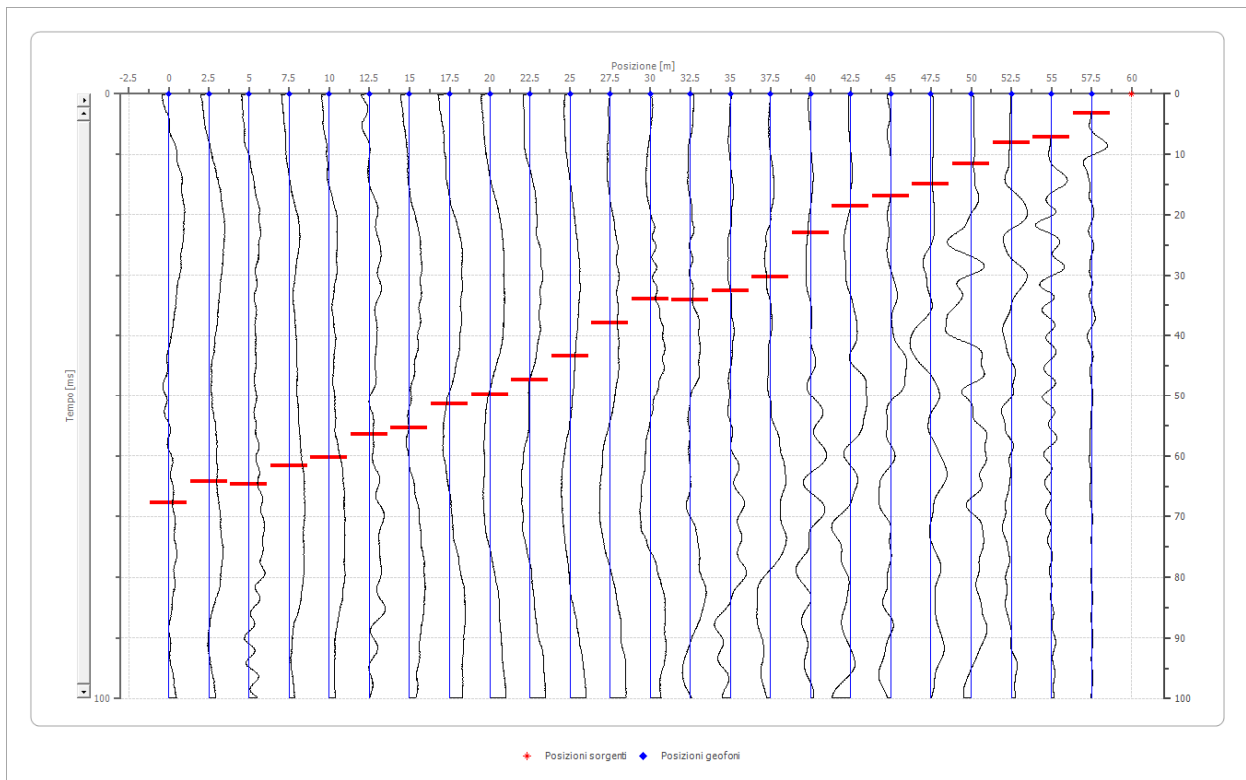
Posizione sorgente X 44 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	53.1202
2.5	50.5327
5.0	48.8584
7.5	47.9452
10.0	44.5967
12.5	44.4444
15.0	42.3135
17.5	40.3349
20.0	35.3120
22.5	34.2466
25.0	30.2892
27.5	24.0487
30.0	22.2222
32.5	17.6560
35.0	13.6986
37.5	9.1324
40.0	6.6971
42.5	2.7397
45.0	2.1309
47.5	5.6317
50.0	8.5236
52.5	10.6545
55.0	12.3288
57.5	16.1339

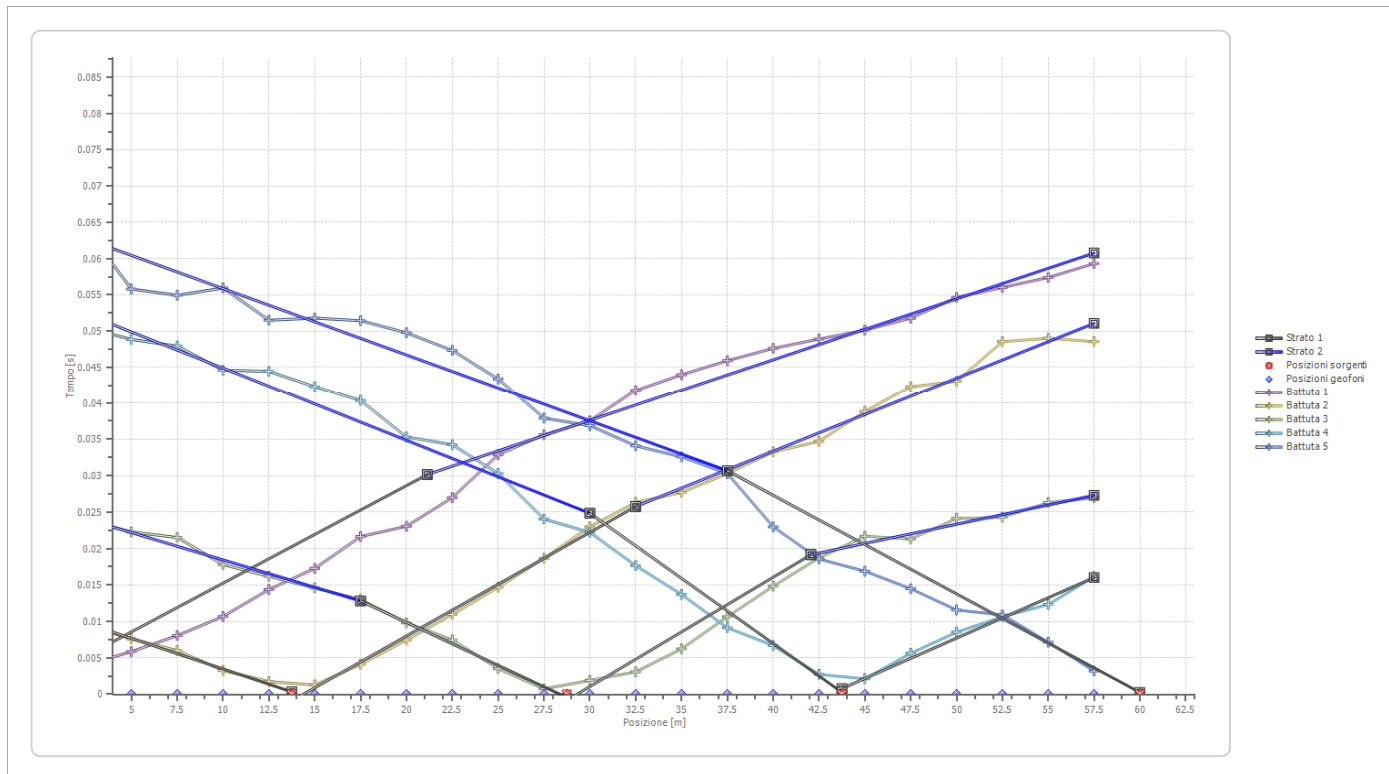
Battuta 5

Posizione sorgente X 60 [m]



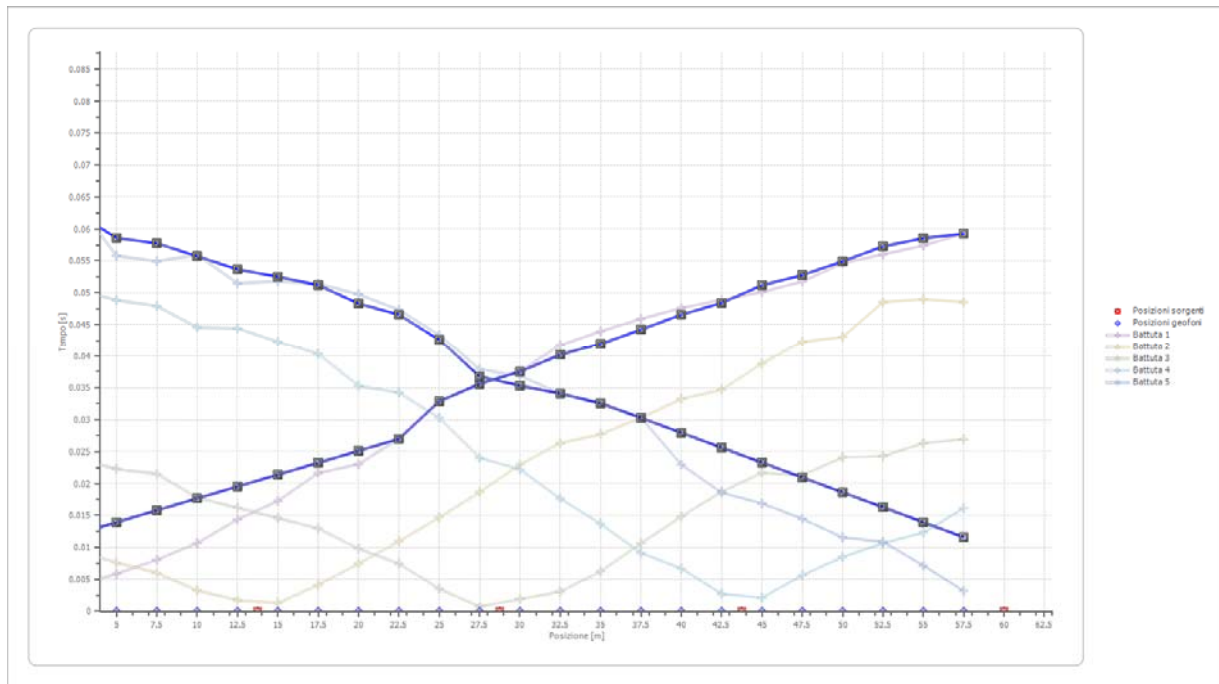
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	67.7321
2.5	64.2314
5.0	55.8106
7.5	54.9498
10.0	55.9541
12.5	51.5065
15.0	51.7934
17.5	51.4460
20.0	49.7717
22.5	47.3364
25.0	43.3790
27.5	37.8995
30.0	36.8723
32.5	34.0944
35.0	32.5723
37.5	30.2892
40.0	22.9833
42.5	18.5693
45.0	16.8950
47.5	14.4907
50.0	11.5677
52.5	10.9039
55.0	7.1537
57.5	3.1963

### Dromocrone





**Dromocrone traslate**



**Interpretazione col metodo G.R.M.**

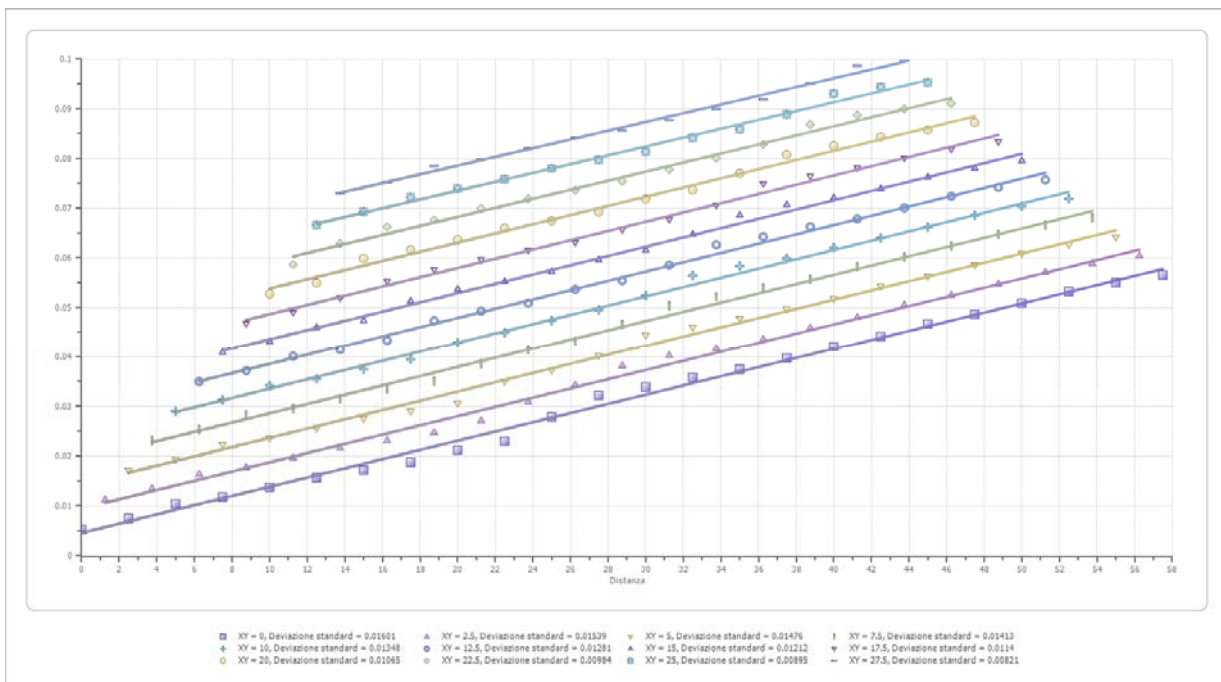
XY: 0

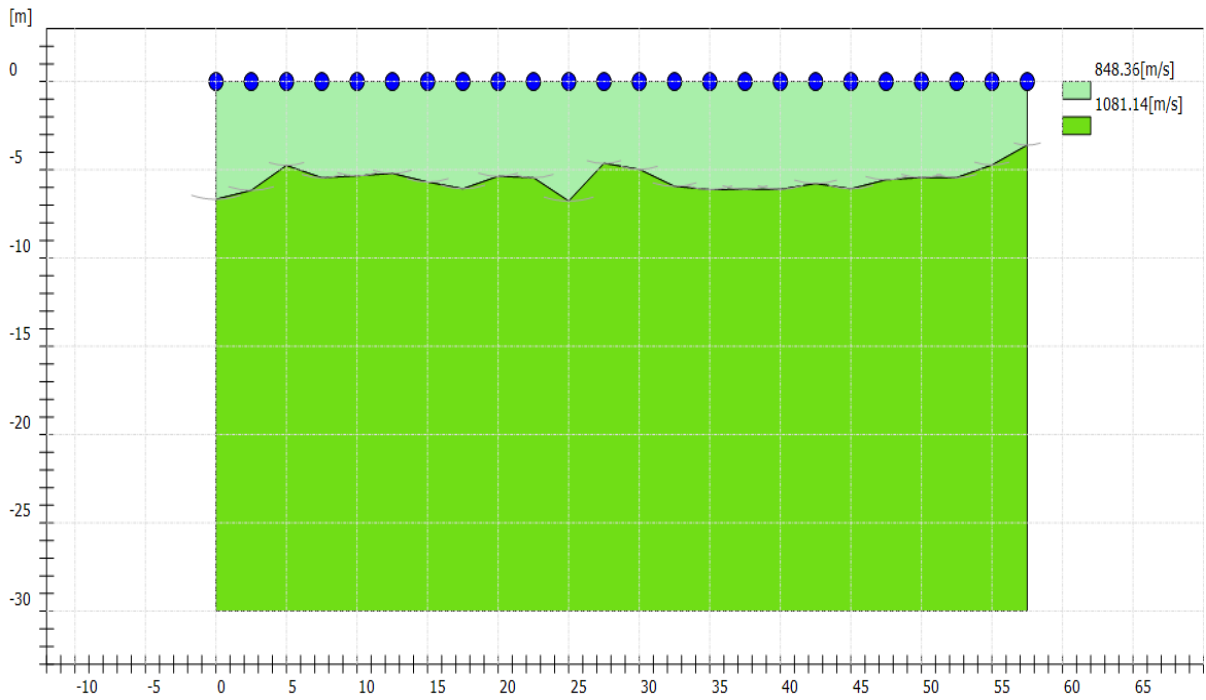
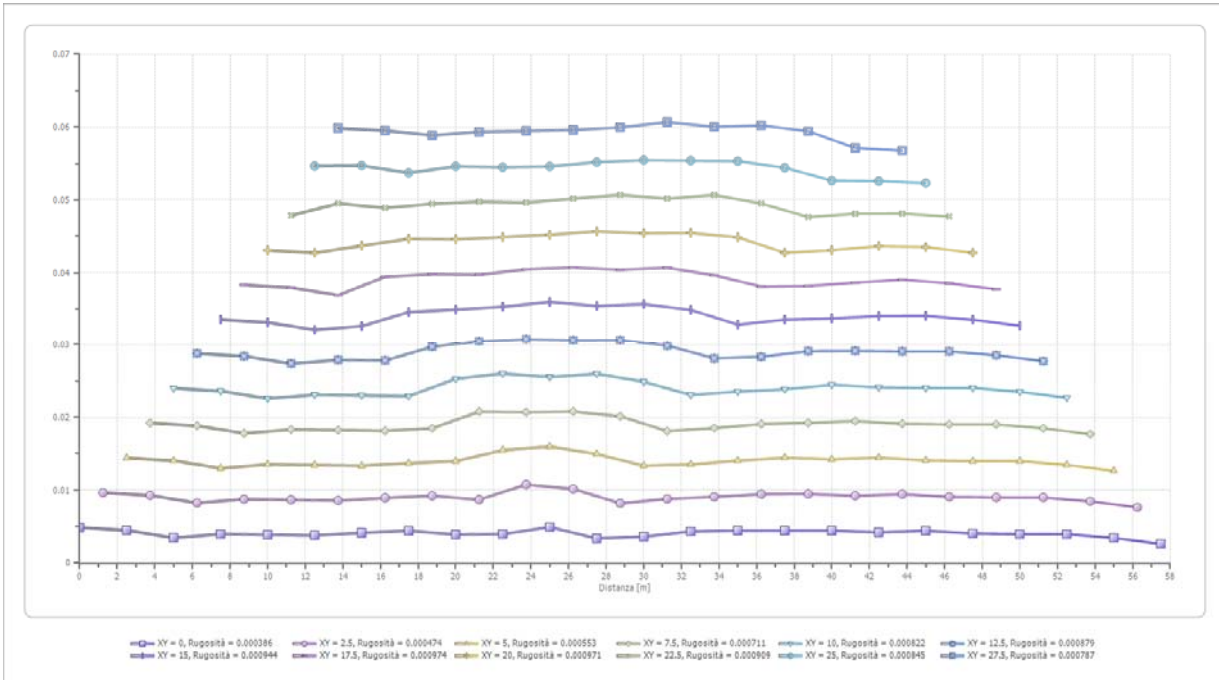
	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	6.7	--
G= 2.5 [m]	6.2	--
G= 5.0 [m]	4.8	--
G= 7.5 [m]	5.5	--
G= 10.0 [m]	5.3	--
G= 12.5 [m]	5.2	--
G= 15.0 [m]	5.7	--
G= 17.5 [m]	6.1	--
G= 20.0 [m]	5.4	--
G= 22.5 [m]	5.4	--
G= 25.0 [m]	6.8	--
G= 27.5 [m]	4.6	--
G= 30.0 [m]	5.0	--
G= 32.5 [m]	5.9	--
G= 35.0 [m]	6.1	--
G= 37.5 [m]	6.1	--
G= 40.0 [m]	6.1	--
G= 42.5 [m]	5.8	--
G= 45.0 [m]	6.1	--
G= 47.5 [m]	5.6	--
G= 50.0 [m]	5.4	--
G= 52.5 [m]	5.4	--
G= 55.0 [m]	4.7	--
G= 57.5 [m]	3.6	--
Velocità [m/sec]	848.4	1081.1
Descrizione		

**Altri parametri geotecnici**

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1836.54	1923.13
Vp [m/s]	1766.00	2250.58
Vs [m/s]	848.36	1081.14
G0 [MPa]	1295.48	2103.97
Ed [Mpa]	5613.74	9117.19
M0 [MPa]	4318.26	7013.22
Ey [Mpa]	3497.79	5680.71

G0: Modulo di deformazione al taglio;  
 Ed: Modulo edometrico;  
 M0: Modulo di compressibilità volumetrica;  
 Ey: Modulo di Young;





### **3.1 Sintesi dei sondaggi sismici**<sup>5</sup>

La MASW sul profilo 1 restituisce una stratigrafia del rilevato sicuramente più attendibile rispetto alla rifrazione sullo stesso profilo perché evidenzia una diminuzione della  $V_s$  che invece sulla rifrazione, ovviamente, non si rileva. Il rilevato sarebbe quindi costituito da due livelli.

Quello superficiale è potente circa 3 m ed è caratterizzato da  $V_s$  elevata e da resistività elevata. Il valore di  $V_s$  alto non permette di utilizzare le comuni formule proposte in letteratura per descrivere i parametri di taglio dei terreni (granulari o coesivi);

quindi hanno buona attendibilità i valori dei moduli che vengono fuori in automatico dal software assimilando questo corpo ad una roccia molto fratturata.

Pertanto:

Strato n. 1	
Coefficiente Poisson	0.35
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1795.62
Vp [m/s]	1568.48
Vs [m/s]	753.48
G0 [MPa]	1021.90
Ed [Mpa]	4428.25
M0 [MPa]	3406.35
Ey [Mpa]	2759.14

Si tratta in buona sostanza di materiali molto ben costipati.

Il livello più profondo del rilevato si rinviene tra 3,0 m e 5,5 m; si tratta di terreni saturi con una  $V_s$  pari a 350 m/s.

Questo livello può essere assimilato ad un terreno granulare ben costipato cui, sulla base delle usuali formule per il calcolo dei parametri di taglio dalla  $V_s$  si può attribuire un angolo di attrito interno di 42° - 43° ed una coesione non drenata di 400 - 450 kPa.

Il rilevato poggia a circa 5,5 m di profondità (questo dato è confermato anche dalla sismica a rifrazione che riconosce un rifratore proprio a questa quota) su circa 2 m di calcarenite molto tenace al di sotto della quale si rinvengono terreni più teneri (probabilmente si tratta dei depositi limoso sabbiosi del Pleistocene medio).

<sup>5</sup> (ottobre 2021), indagini preliminari ai sondaggi diretti eseguiti nel febbraio-marzo 2022



Il bedrock *risulterebbe* posizionato a circa 23 m di profondità rispetto alla sommità del rilevato ma, non sono noti sondaggi diretti nell'area di ingresso alla colmata (settore sud) prossima alla linea di costa, al fine di verificare il dato indiretto riveniente dalle prove sismiche.

Sul profilo a rifrazione n.2 l'interpretazione ed il modello è simile a quello ottenuto dalla rifrazione sul profilo 1.

Quindi, presumibilmente, la geometria del sottosuolo e le sue caratteristiche sono simili, al netto delle variazioni di quota tra le diverse interfacce; qui non si vede - per il limite intrinseco del metodo -, la diminuzione della Vs in seno al rilevato ma, è presumibile che anche qui ci sia.

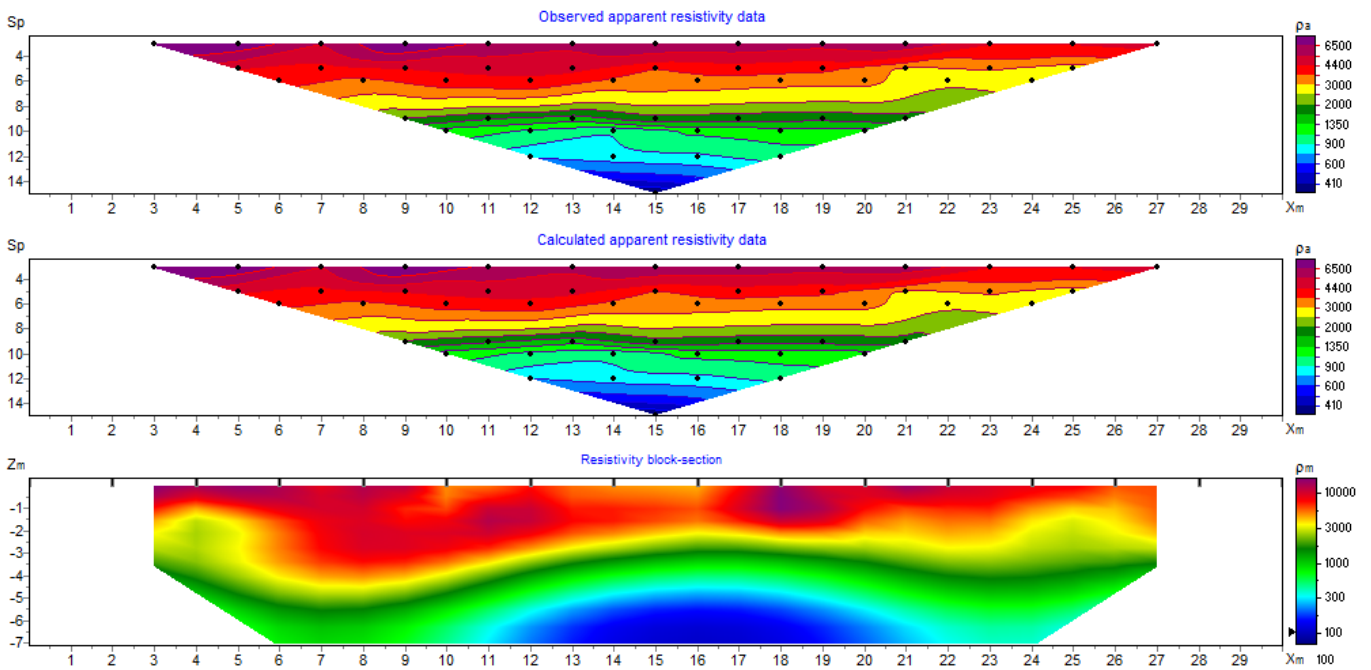


Fig. 31 – Congruenza dei profili di resistività elettrica apparente calcolata e osservata

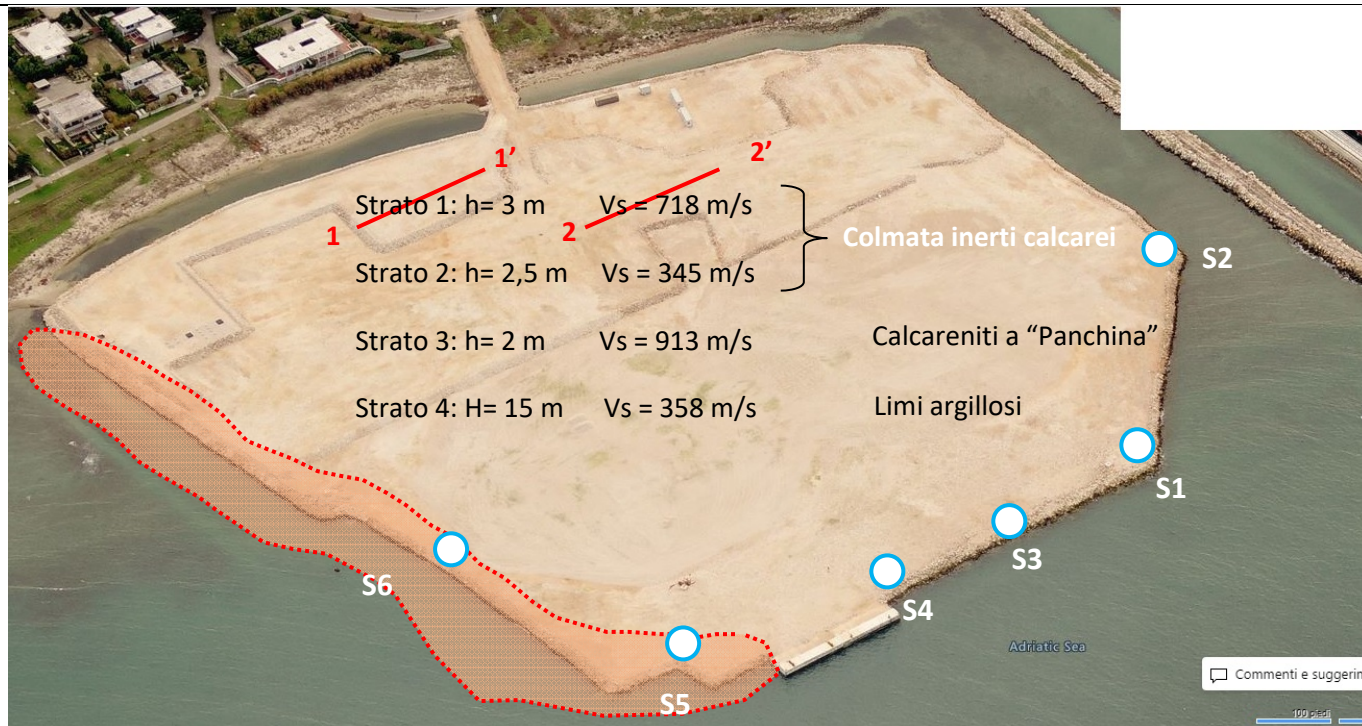
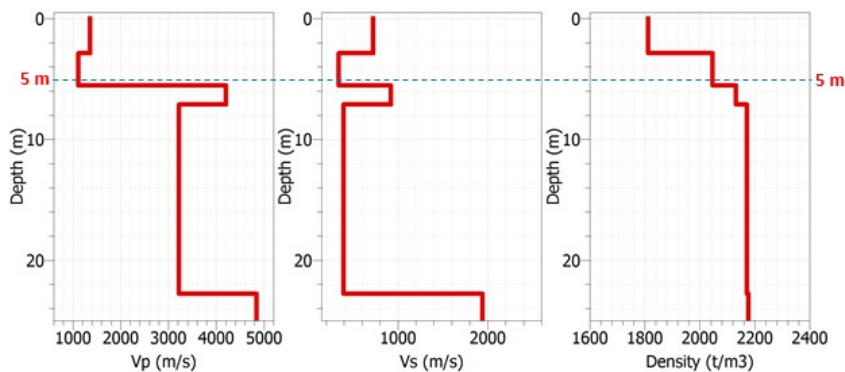


Fig. 32 - Colmata di "Capobianco" <sup>6</sup> e stratigrafia sismica per la definizione della categoria di sottosuolo in rif. a NTC 2018 (DM 17 gen 2018);

in rosso, l'area soggetta a parziale erosione (evoluzione morfologica del ciglio di scarpata); settore del porto esterno aperto agli agenti meteomarinari del quadrante orientale (E-NE)

Modello di sottosuolo



Vs	Vp	Peso di volume	profondità del letto dello strato
718,12	1366,67	1814,49	2,94
345,29	1133,33	2046,38	5,58
913,42	4200	2133,33	7,16
358,55	3233,30	2168,12	22,75
1943,12	4833,33	2179,71	-----

Il "livello di interesse geotecnico" è in relazione alla soluzione progettuale di banchinamento

<sup>6</sup> (ortofoto colmata Capobianco, cantiere BG attivo, 2010-2012)





Fig. 33 - Colmata di “Capobianco” con l’evidenza dello spessore del prisma dei materiali inerti (calcarei e calcareo-dolomitici) di colmata, valutato in 6,5 m ÷ 7 m, con elevazione max s.l.m. di ca. 3.5÷4.0 m; primo tratto di banchinamento “a cassoni”, laddove il progetto di FTE valuterà l’opportunità di prosecuzione o di modifica della tipologia di intervento; il primo substrato di interesse geotecnico è definito da uno strato roccioso a “Panchina”, discontinuo latero-verticalmente individuato dalle indagini sismiche a rifrazione (MASW, 2021) e, dettagliato dai 6 (sei) sondaggi geognostici a carotaggio continuo (campagna di indagini 2022).



Ciglio di scarpata (limite della colmata), rimodellato dai processi erosivi e di assestamento dei materiali *granulari*

Il prisma di inerti della colmata va ad assottigliarsi procedendo verso riva, lungo il profilo della spiaggia sommersa; vi è l'evidenza della modificazione sia del profilo che del perimetro della colmata, a causa dei prevedibili processi erosivi e di assestamento che intervengono in ca. 18 anni sui materiali granulari (tout venant, stabilizzato di cava); questi ultimi compongono una struttura stabilizzata ma di fatto libera, non confinata dall'intervento di banchinamento previsto dal progetto di FTE.



### 3.2 Modello geologico

Le indagini geotecniche di riferimento, ubicate come in fig. 17, sono consistite in:

Esecuzione di sei sondaggi diretti a carotaggio continuo, sul limite nord della colmata (fronte mare, da NE a NW); i dati derivanti dalle indagini geotecniche, in situ e in laboratorio, permettono di definire per il sito esaminato, il seguente modello geotecnico:

#### **STRATO 0** sup.

da 0.00 m a circa 2.94 m dal piano sedime colmata:

*tout venant: materiali calcarei varie pezzature, misto arido di cava*

Vs 718,12 m/s fino a ca. 3 m

#### **STRATO 0** inf.

da 2,94 a 5,58 metri dal p.c.:

*tout venant: materiali di cava varie pezzature: calcari, calcari dolomitici e dolomie calcaree*

Vs 345,29 m/s fino a ca. 5,5 m

RILEVATO COLMATA

I.m.m.

#### **STRATO 1**

[piano fondale]

da 0,0 – 9,21 metri dal fondale

*Sabbie limose-argillose con diffusi livelli/strati dcm a "Panchina", discontinui latero-verticalm.*

V<sub>s</sub> 913,42 m/s fino a ca. 9.0-9.5 m (strati / livelli / intercalazioni / bancata calcarenitica)

#### **STRATO 2**

da 9,21– 14,69 metri dal fondale

*Limi sabbiosi-argillosi; livelli a "Panchina" da cm a dcm, discontinui latero-verticalm.*

V<sub>s</sub> 358,55 m/s fino a ca. 14.5 – 15.0 m

## **STRATO 2b** locale (S4), da non considerarsi come continuo e uniforme arealmente

**da 14,69 a 16.39 metri dal fondale**

*Torbe, depositi torbosi, limi argillosi ricchi in sostanza organica*

**V<sub>s</sub> 358,55 m/s** fino a ca. 16.50 – 17.0 m

## **STRATO 3**

**da 16.39 a 26.0 metri dal fondale**

*Limi argillosi, Argille limose*

**V<sub>s</sub> 358,55 m/s** fino a ca. 16.50 – 26.0 m

Per il rilevato, ovvero la colmata a mare di "Capobianco", si propone un modello geologico del rilevato calcareo a 2 strati, dove quello superficiale è molto ben costipato e rigido, mentre quello sottostante - compreso grossomodo tra il livello medio mare ed il fondale originario -, è meno costipato di quello superiore ma, comunque caratterizzato da buone proprietà geotecniche.

Sul lato orientale della colmata prossimo alla linea di riva, il rilevato poggerrebbe su uno strato calcarenitico, corpo roccioso c.d. a "Panchina"; sul perimetro di colmata (fronte mare lato NE- NW) tale litotipo, nell'area di esecuzione dei 6 (sei) sondaggi diretti, si riscontra in livelli/intercalazioni decimetriche all'interno dei depositi sabbiosi limosi e sabbioso- argillosi, nocciola-giallastri.

Lo strato d'interesse geologico è quindi rappresentato dalla bancata calcarenitica il cui tetto è individuato a ca. 5,58 m di profondità rispetto al p.c.; sono calcareniti compatte e cementate (Strato 3) afferenti alla formazione geologica dei DMT (Carta Geologica delle Murge e del Salento, 1989) o della formazione di Gallipoli (Foglio geologico n.204 Lecce, 1968)

Ragionando in termini cautelativi, per quanto riguarda la categoria di suolo sarebbe opportuno riferirla solo ai terreni naturali in posto, considerando il rilevato come un'opera d'arte che poggia sul suolo;

in tal caso considerando non significativa la presenza della bancata rigida calcarenitica superficiale si calcolerebbe una  $V_{s_{eq}}$  pari a 358,55 m/s, quindi una attribuzione al limite tra la categoria B e la C, nell'intervallo  $360 \text{ m/s} < V_s < 800 \text{ m/s}$  e, pertanto, seppur collocata sul limite inferiore, alla cat. "B".

**CATEGORIA "C"**, ovvero "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*".

La presenza nel sottosuolo di depositi torbosi compressibili, nell'ultimo quindicennio sottoposti a compressione sotto il carico costante esercitato dal rilevato calcareo (strati 1 e 2) della colmata, qualora sottoposti ad ulteriore carico (t/m<sup>2</sup>) in funzione della destinazione d'uso del piano di sedime di progetto, ha suggerito la campagna di indagine geognostica di dettaglio (indag.dirette feb-mar; indirette: aprile 2022).

La colmata, del peso compreso tra 672.000 t ÷ 714.000 t, considerando una % di vuoti compresa tra 15% ÷ 20%, ed un peso specifico medio dei materiali calcarei e calcareo-dolomitici di ca. 2,4 t/m<sup>3</sup>, ha esercitato sui terreni in posto (fondali sabbiosi su substrato calcarenitico) una pressione compresa tra 6,72 t/m<sup>2</sup> ÷ 7,14 t/m<sup>2</sup> [ 65,90 kN/m<sup>2</sup> <  $\sigma$  < 70,02 kN/m<sup>2</sup>].

### 3.3 SISMICITÀ DELL'AREA

Il territorio e si colloca nella macroregione del c.d. "Avampaese apulo" della catena appenninica e risente dell'attività tettonica, disgiuntiva e plicativa, che ha coinvolto e coinvolge l'avampaese, l'avanfossa e la catena appenninica. Questi tre comparti fanno registrare una diversa reazione agli effetti sismici.

L'attività sismica dell'area appenninica incide lievemente sul territorio pugliese, con sollecitazioni dell'ordine del IV-V grado MCS (scala macrosismica Mercalli-Cancani-Sieberg), dove il valore IV corrisponde ad un valore di soglia che caratterizza una scossa moderata, perfettamente percepita dall'individuo e che produce oscillazioni, vibrazioni, tremiti e scricchiolii di infissi, strutture, pareti, ecc.

I principali eventi sismici verificatisi nel territorio di Brindisi e riportati in letteratura registrano intensità medie di IV grado MCS. Tali episodi sono riportati nel Catalogo Parametrico delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani, che contiene anche eventi sismici di maggiore intensità, come il sisma del 20/02/1743, avvertito lungo tutta la costa, con intensità di VII-VIII MCS, accompagnato da un maremoto, con epicentro nel Canale di Otranto.

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 - E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti
Zona 2 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti
Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari
Zona 4 - E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari ←

Tab.3 – Zone a pericolosità sismica decrescente in Italia



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)
1	ag >0.25
2	0.15 <ag≤ 0.25
3	0.05 <ag≤ 0.15
4	ag ≤ 0.05 ←

Tab. 4 Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06)

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.

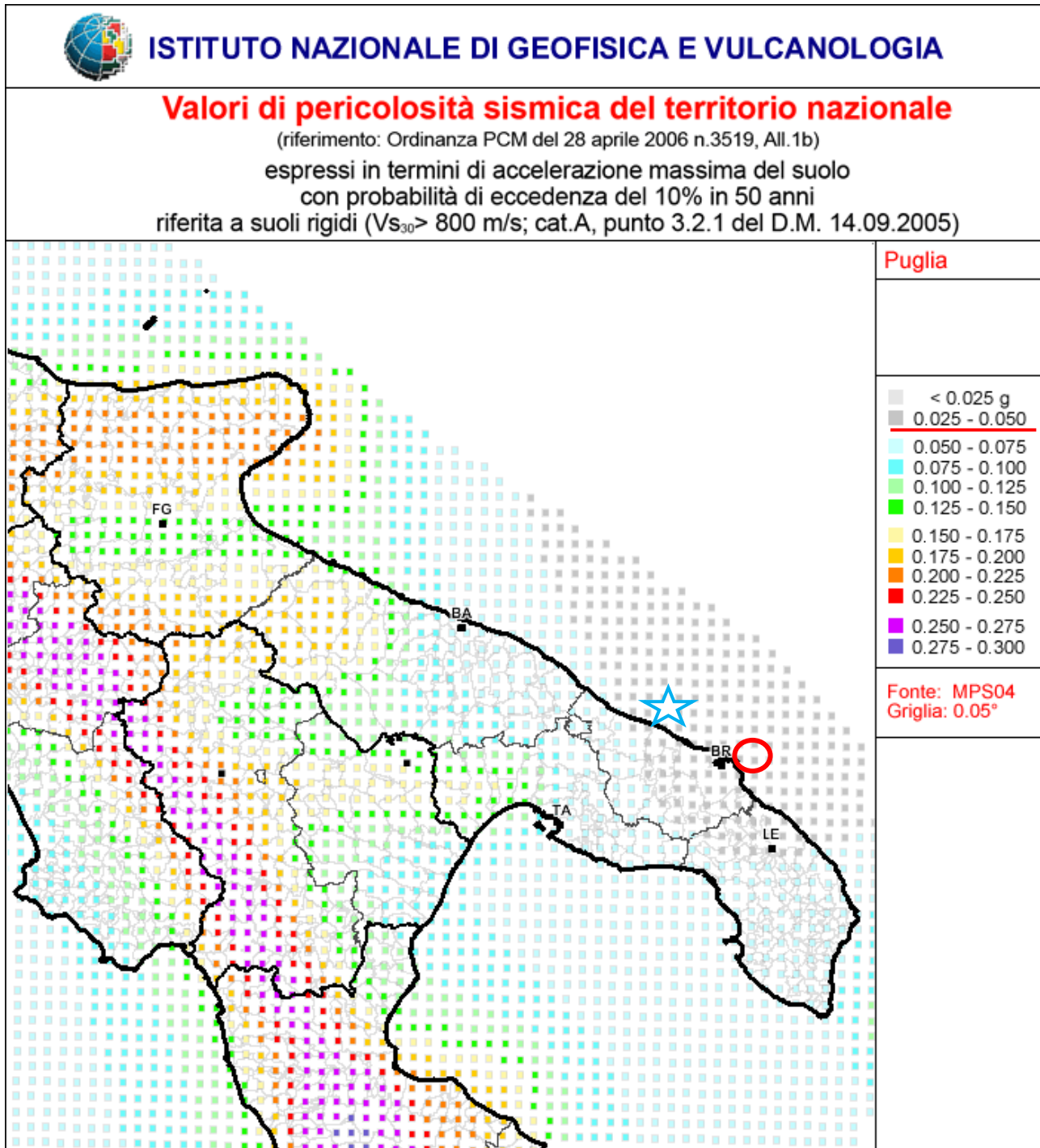


Figura 34 - Ubicazione dell'area oggetto di caratterizzazione geologica mediante indagini sismiche MASW nella Z.I. di Brindisi nell'area della colmata a mare di "Capobianco" a mare concessa ADSPMAM Brindisi, lungo la "via per le Pedagne"



Area in studio: colmata a mare in loc.tà "Capobianco" Z.I. Brindisi



Heathquake South Italy: Epicentro del terremoto in mare del 23.03.2018, al largo della costa adriatica brindisina tra Ostuni e Carovigno

Terremoto zona: **Costa Adriatica Brindisina**

Data 24-03-2018 h 00:31:56 (Italia) - Magnitudo **Mw 3.7**



**ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA**

**Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale**

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

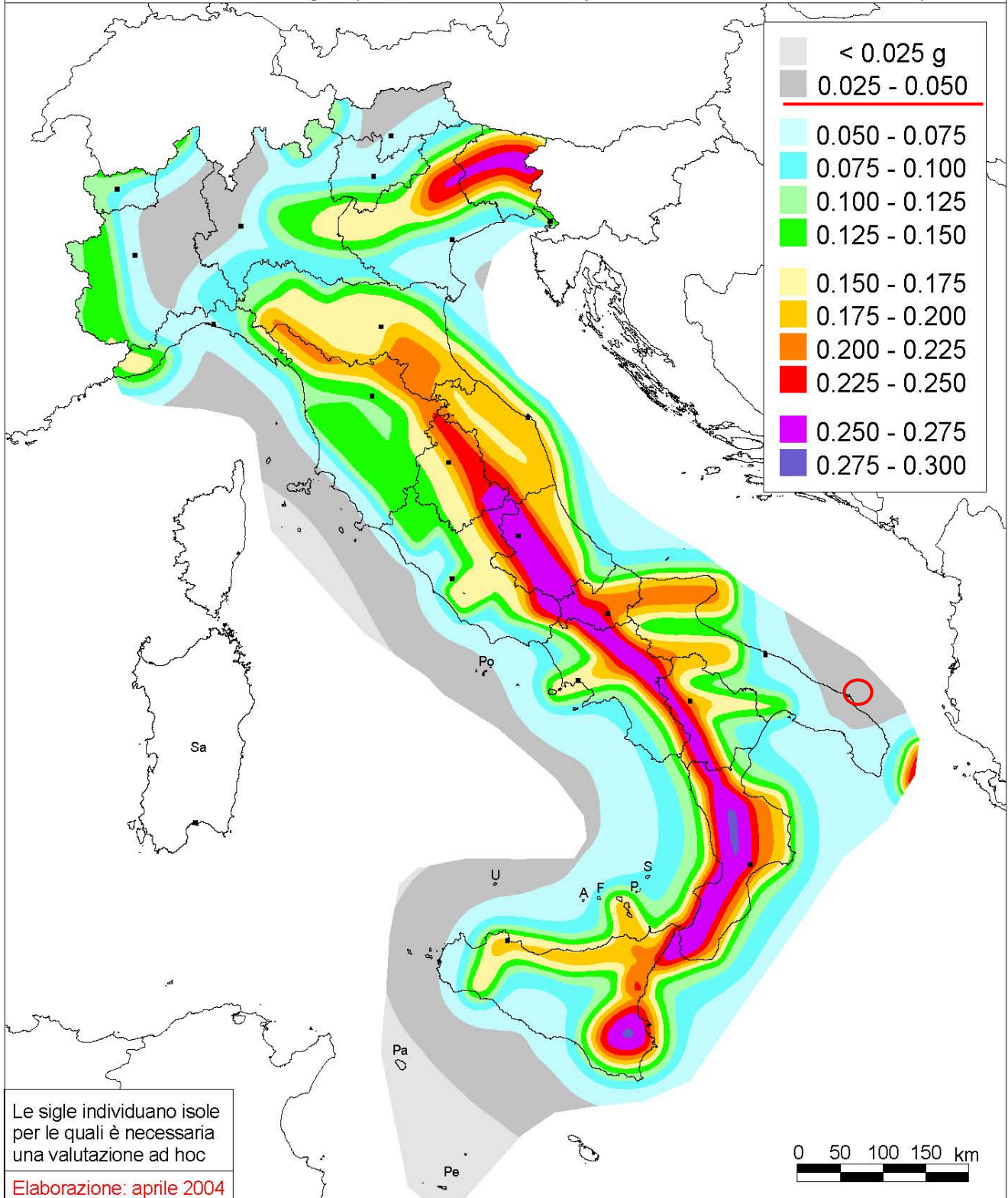


Fig. 35 - zonizzazione sismica nazionale e valori di pericolosità sismica del territorio nazionale: area di colmata "Capobianco" Z.I. di Brindisi



## I terremoti dal 1985 ad oggi

Evento del 2018-03-23 23:31:56 (UTC) Magnitudo 3.7

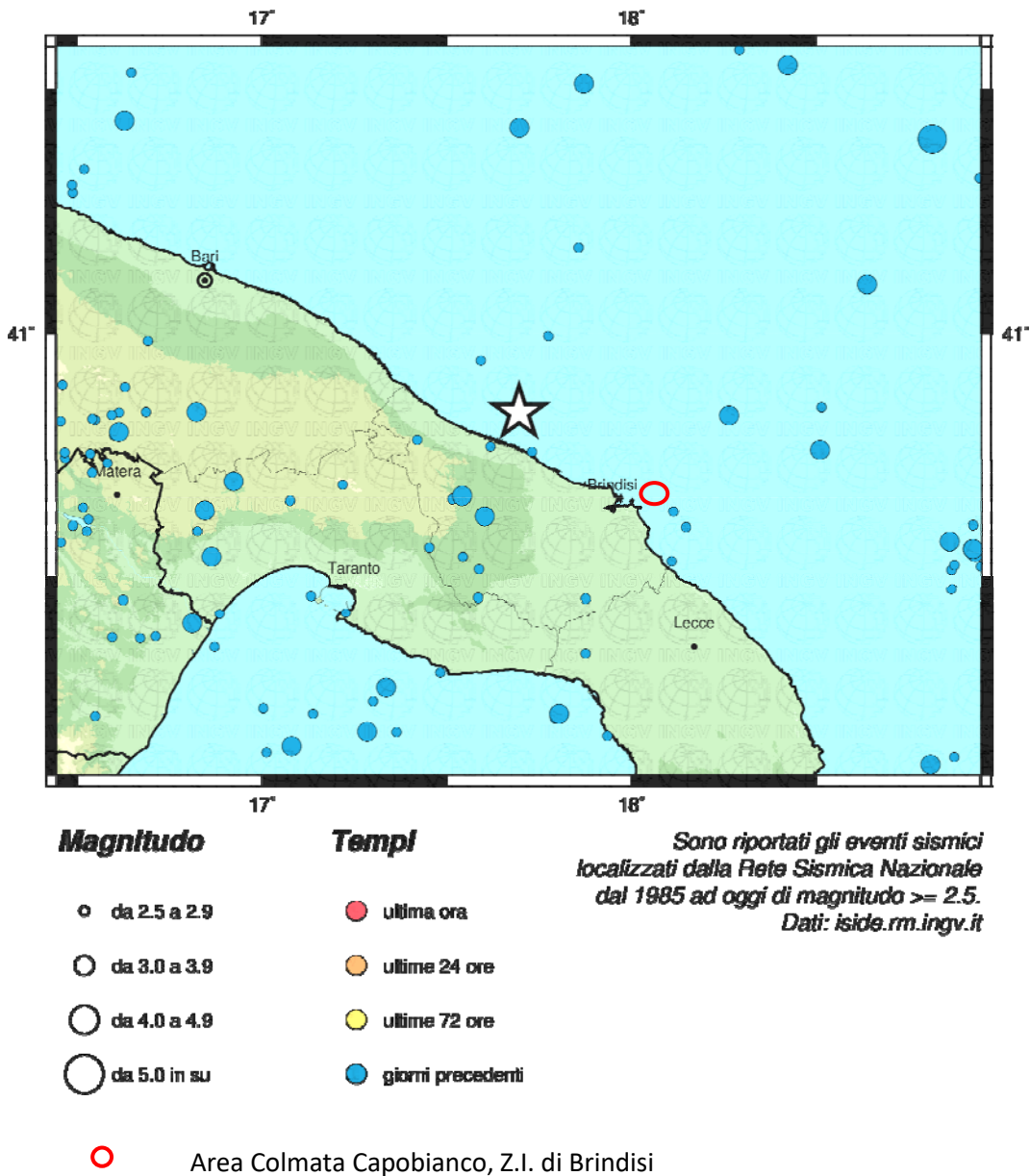


Fig. 36 – La stella bianca è l'epicentro del terremoto avvenuto in mare tra Ostuni e Carovigno il 24.03.2018.

I triangoli rossi indicano le stazioni accelerometriche e velocimetriche dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e i triangoli blu le stazioni accelerometriche del Dipartimento della Protezione Civile.

Questa mappa mostra l'attività sismica della zona in diversi intervalli temporali.

I dati riportati in queste mappe provengono dalle analisi effettuate in tempo reale dal personale della Sala Sismica dell'INGV subito dopo ogni terremoto.

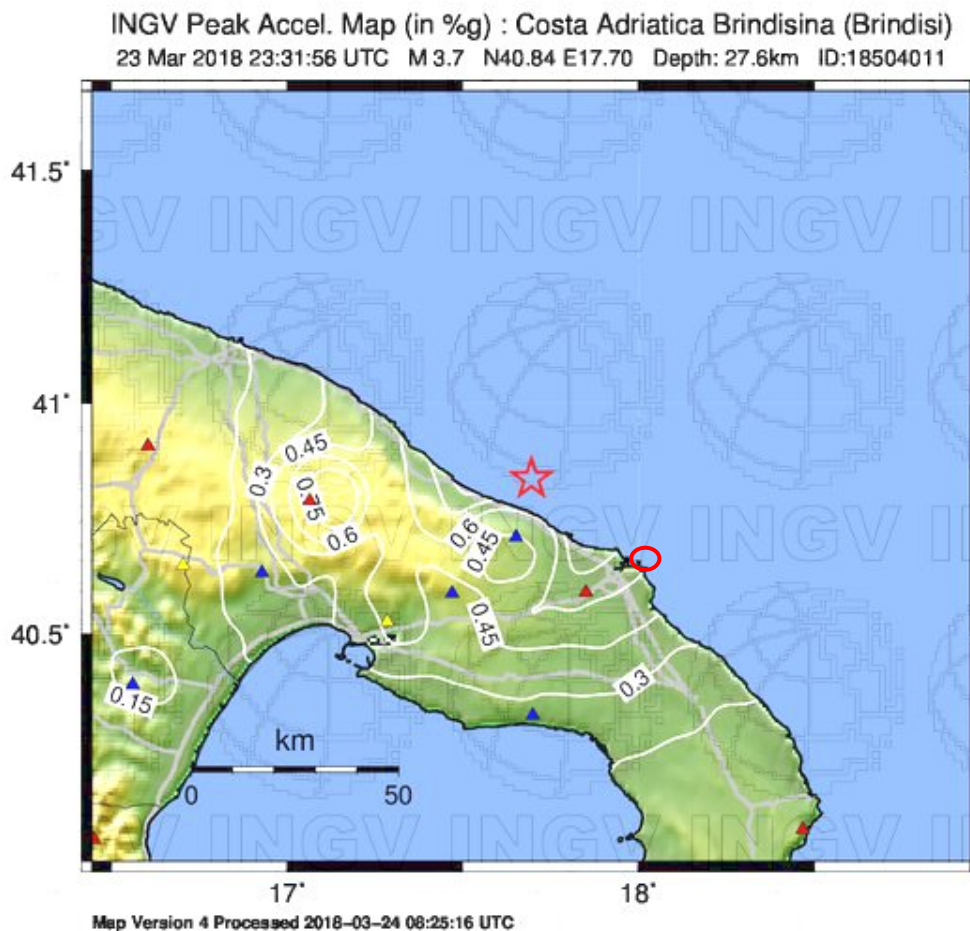
I parametri della localizzazione (coordinate ipocentrali e magnitudo) rappresentano la migliore stima ottenibile con i dati in possesso dell'INGV e sono costantemente aggiornati in funzione di ulteriori dati che si rendano disponibili. I dati vengono successivamente rivisti dagli analisti sismologi e quindi i parametri della localizzazione e della magnitudo possono variare. Tutte le informazioni degli eventi rivisti confluiscono nel Bollettino Sismico Italiano dell'INGV.



Le tre mappe che seguono mostrano i risultati dell'elaborazione denominata ShakeMap per la stima dei parametri di scuotimento del suolo sulla base dei dati registrati dai sismometri e dagli accelerometri e delle successive interpolazioni basate sulle conoscenze sismologiche.

Le mappe di scuotimento -ShakeMap- sono calcolate solo a fini di ricerca e danno esclusivamente stime indicative dello scuotimento prodotto dal terremoto. Sono calcolate automaticamente dai dati strumentali registrati dalle stazioni sismiche ed aggiornate man mano che nuovi dati diventano disponibili.

La **stella rossa** è l'**epicentro del terremoto avvenuto**. I triangoli rossi indicano le stazioni accelerometriche e velocimetriche dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e i triangoli blu le stazioni accelerometriche del Dipartimento della Protezione Civile. Triangoli di altri colori appartengono ad altre reti.



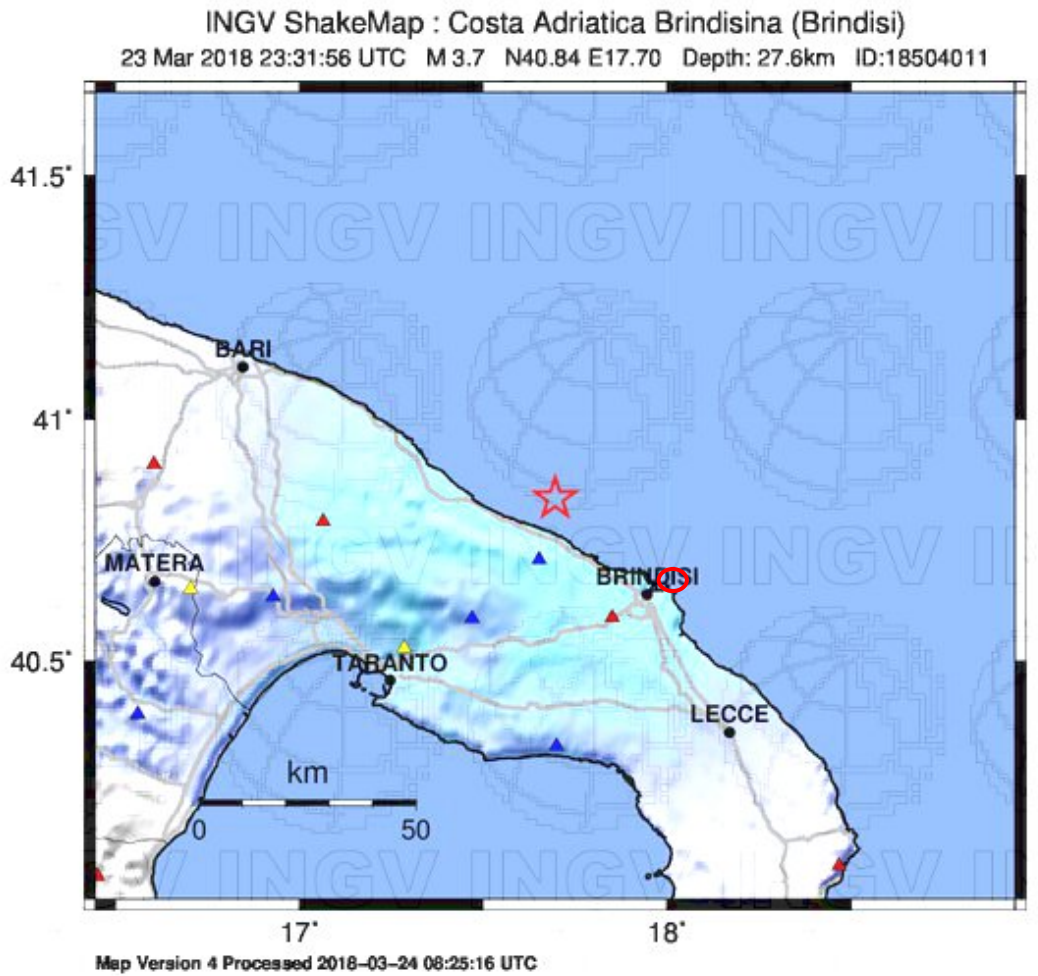
**Epicentro terremoto mare adriatico**



**Area Colmata di "Capobianco" Z.I. Brindisi**

## Mappa di scuotimento: accelerazione \*

Fig. 37 - In questa mappa è riportata la distribuzione delle accelerazioni di picco registrate, espresse in percentuale di g, l'accelerazione di gravità = 9.81 m/s<sup>2</sup>.



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.06	0.2	0.8	2.0	4.8	12	29	70	>171
PEAK VEL.(cm/s)	<0.02	0.08	0.3	0.9	2.4	6.4	17	45	>120
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Faenza and Michalini, 2010, 2011

○ Area di Colmata loc.tà "Capobianco" Z.I. Brindisi

## Mappa di scuotimento: intensità \*

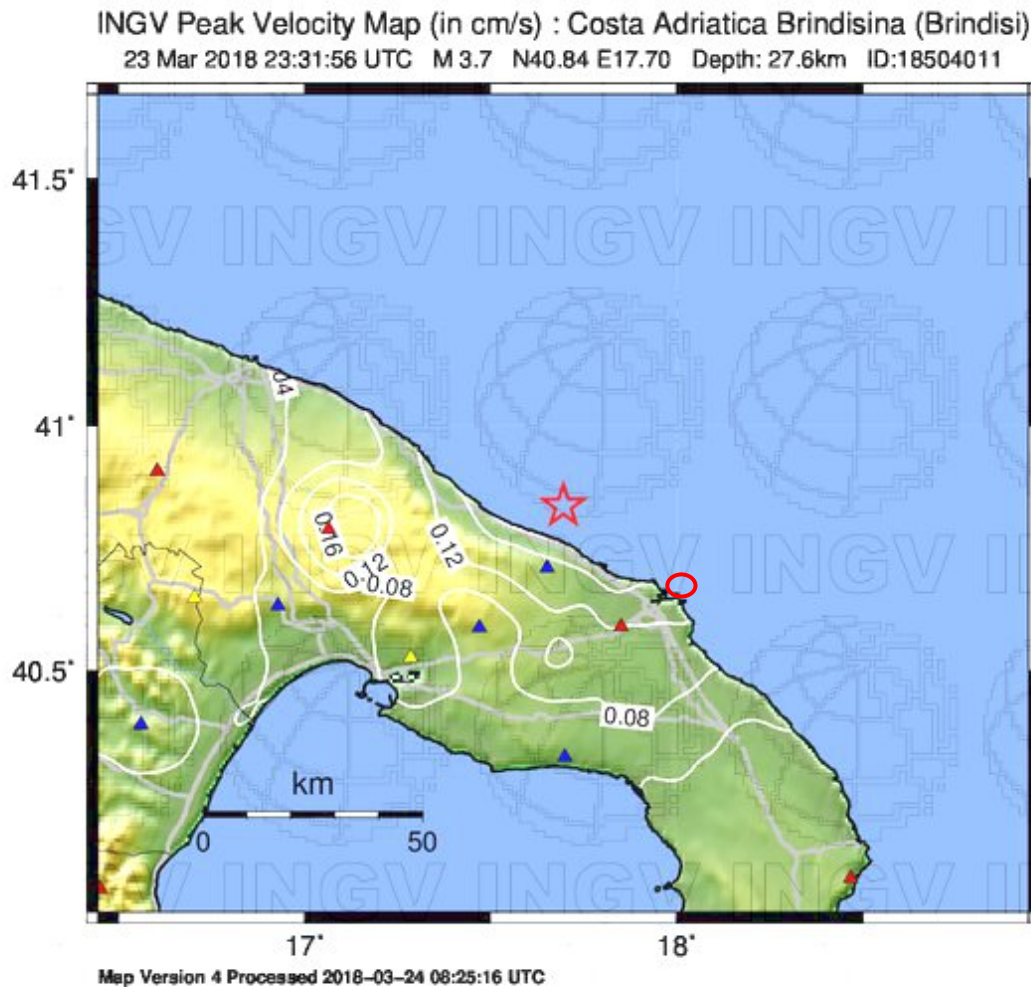
**Fig. 38 - In questa mappa è riportata la distribuzione delle intensità strumentali**

La scala utilizzata è la Scala Mercalli Modificata (MMI - Modified Mercalli Intensity) e si basa sui valori registrati di effettivo scuotimento del suolo in termini di accelerazione e velocità del suolo.

In generale, la scala dell'intensità Mercalli si basa sugli effetti che lo scuotimento induce e che viene riportata da un osservatore.





**Epicentro terremoto tra Ostuni e Carovigno del 24 marzo 2018**



## Mappa di scuotimento: velocità \*

Fig. 39 - In questa mappa è riportata la distribuzione delle velocità di picco espresse in *m/s*.

-  Epicentro terremoto tra Ostuni e Carovigno del 24 marzo 2018
-  Area Colmata Capobianco



Relazione Geotecnica per la caratterizzazione dei terreni di colmata in loc.tà "Capobianco"

Mod. Young = 27.59 kg/cm <sup>2</sup>	Vs <sub>1</sub> = 718 m/s	Vs <sub>2</sub> = 345 m/s	Vs <sub>3</sub> = 913 m/s	Cat. Topogr = T1	φ = 36 - 39°	Densità ρ = 1795,62 kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente Poisson = 0.35	Vp <sub>1</sub> = 1366 m/s	Vp <sub>2</sub> = 1133 m/s	Vp <sub>3</sub> = 4200 m/s	<b>Classe suolo = "C"</b>	Mod. compress. Volum. Mv = 3,473 Mpa	
Permeabilità K = 10 <sup>-3</sup> / 10 <sup>-2</sup> m/s						

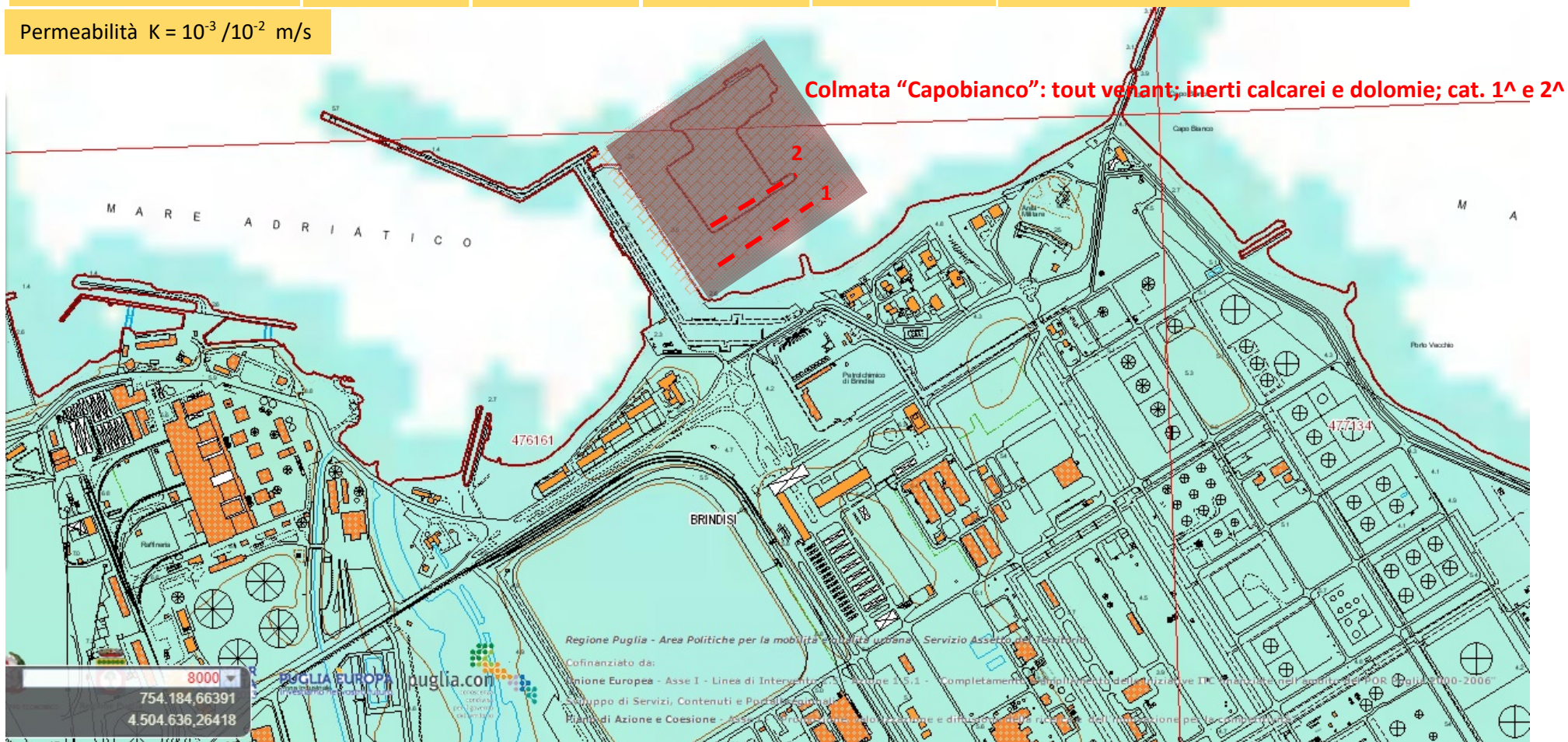
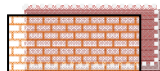


Figura 40 - Carta geologico - tecnica dell'area di colmata, realizzata con materiali calcarei in appoggio sul substrato, roccioso calcarenitico in posto, con interposizione di depositi sabbiosi recenti



Colmata di "Capobianco" ammasso roccioso calcareo, calcareo dolomitico, su due livelli (+1 slm e fino a +3,5 slm), compattato e consolidato secondo il Proctor standard (90-95%, rif. dati BG e SGI, 2002); permeabilità sito-specifica da valutare con prove di assorbimento in foro (K) nell'ammasso roccioso artificiale; livello basale e argini superiori realizzati anche con massi 1<sup>^</sup> e 2<sup>^</sup> categoria (150 – 1000 kg / 1001 – 3000 kg)



#### **4. CONCLUSIONI**

È stata eseguita la caratterizzazione e modellazione geologica dei terreni sottostanti l'area d'intervento, l'opera di colmata a mare in loc.tà "Capobianco" nella Z.I. di Bridisi, con accesso dalla via per le Pedagne; sono state eseguite indagini dirette a carotaggio continuo in n° di 6 (sei), fronte mare sul limite nord della colmata, da NE a NW, prelevati dei campioni per le caratterizzazioni geotecniche di laboratorio, ed eseguite cinque prove SPT per ogni foro di sondaggio a profondità variabili in funzione del substrato attraversato.

A indirette eseguite è stata ottenuta per mezzo di indagini geofisiche, di tipo indiretto, mediante indagine sismica a rifrazione MASW.

La caratterizzazione e modellazione geologica ha riguardato sia gli strati di colmata, sia il substrato di appoggio della stessa, fino ai livelli argillosi più profondi, laddove si sono attestati i sondaggi fino alla profondità di 30 m.

Il dato stratigrafico – geologico significativo è che la calcarenite a "Panchina", in riferimento al substrato del fondale indagato non presenta una bancata continua e/o massiva, ma livelli sottili (max decimetrici) in alternanza con depositi sabbioso – argillosi.

Lo spessore massimo raggiunto dal rilevato è di ca. 6.5 m -7.0 m in elevazione sui fondali, procedendo verso l'esterno della colmata (fronte-mare nord), in funzione della pendenza della spiaggia sommersa.

Le indagini dirette eseguite (n. 6 sondaggi a carotaggio continuo) in accoppiamento alla indagine sismica MASW, hanno permesso di meglio identificare i principali parametri geotecnici propedeutici alla progettazione e riferiti alla categoria del terreno di fondazione;

quest'ultima è di **CATEGORIA "C"**, ovvero *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.

È da segnalare che le NTC 2018 in riferimento alle *Categoria di sottosuolo*, indicano chiaramente *"... un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità ..."* per la cat. "B" così come per la cat. "C". L'esecuzione delle indagini dirette ha permesso la revisione del dato preliminare che vedeva la "B" come categoria di sottosuolo (rev.00).

Nelle indagini condotte, abbiamo valori  $V_s$  che seppur prossimi al limite superiore di 360 m/s della cat. "C", non seguono l'ortodossia della norma *"terreni... caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità ..."*.

Il secondo dato significativo, riguarda la presenza di terreni ad elevata componente organica, torbosi, individuati chiaramente dal sondaggio S4 e, classificati come *depositi di paleoalveo*, già in evidenza da studi precedenti (British Gas, 2004).

Le SPT hanno restituito i valori più bassi di resistenza alla penetrazione del terreno dai 15.50 m ai 15,95 m (3-5-6) con uno strato nettamente torboso fino a 17,20 m e un altro strato torboso tra 19.00 m e 19.40 m

È opportuno che, durante la fase di scavo connessa con l'esecuzione dei lavori, la D.L. geologica verifichi la rispondenza della schematizzazione litostratigrafica presentata, in quanto non si può escludere che sulle aree d'intervento possano essere presenti locali anomalie stratigrafiche connesse a variazioni latero-verticali sia dei litotipi calcarenitici a "Panchina", sia dei depositi torbosi di paleoalveo, in riferimento alle quali bisognerà eseguire un riallineamento della progettazione geotecnica.

Brindisi, maggio 2021

Geol. Tommaso ELIA

