

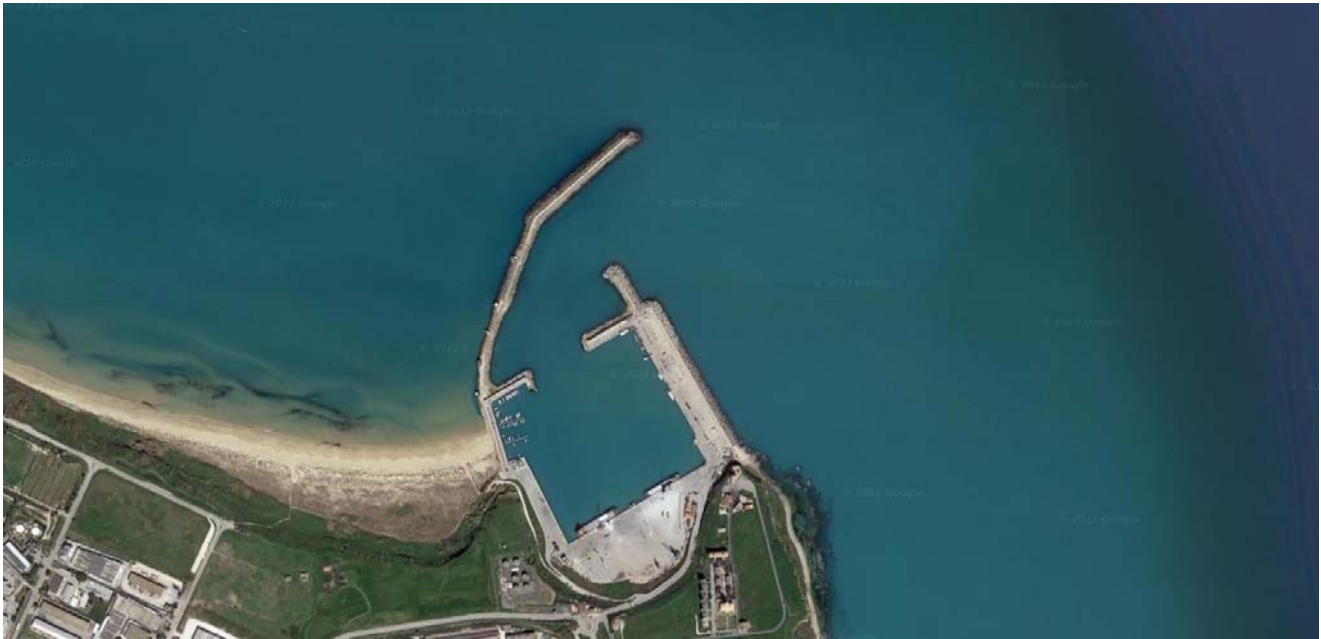


Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

INTERVENTO DI RIFERIMENTO EX ALL.2 DEL D.M. N.492 DEL 03.12.2021

COMPLETAMENTO INFRASTRUTTURA AL PORTO DI VASTO

INTERVENTI DI POTENZIAMENTO ED AMPLIAMENTO - FASE 1
BANCHINA LEVANTE / MOLO MARTELLO / MOLO SOPRAFLUTTO
CUP E37H21010820006 - CIG 9365148C9A



SOGGETTO AGGREGATORE
A.R.I.C.
Agenzia Regionale
Informatica e Committenza

R.U.P.
Ing. Alessandro PENTIMALLI

GRUPPO DI PROGETTAZIONE (R.T.P.)

Progettazione:

SZ STUDIO ZOPPI
INGEGNERIA
& ASSOCIATI

Piazza Armando Diaz, 3
60123 Ancona
e-mail: info.studiozoppi@gmail.com
pec: studiozoppi@pec.it
tel. e fax: 071 2076591

Dott. Ing. Giuseppe Di Cosmo
Dott. Ing. Caterina Zoppi
Dott. Ing. Paolo Zoppi (Coordinatore)
Dott. Ing. Gianmarco Belvederesi (Collaboratore)

Geologia:

Dott. Geologo Giordano Fortuna
Via G. Leti, 45
63900 Fermo
e-mail: fortunageo@libero.it
mob. - 347 123 7883

STATO PROGETTO:

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO - ECONOMICA (P.F.T.E.)

TITOLO ELABORATO:

Relazione geologica

ELABORATO:

R.02

REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto	Approvato	DATA	MARZO 2023
	00	10/01/2023	Prima emissione	Geol. Fortuna G.		SCALA	-

A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

INDICE

1	PREMESSA	2
1.1	SCOPO DELL'INDAGINE	2
2	METODOLOGIA D'INDAGINE	3
2.1	DATI DISPONIBILI	3
3	TOPOGRAFIA, GEOMORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA	5
3.1	GEOREFERENZIAZIONE	5
3.2	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE	6
3.3	IDROGRAFIA SUPERFICIALE E CONTESTO IDROGEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO ..	7
4	GEOLOGIA E LITOLOGIA	7
4.1	ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	7
4.2	LITOSTRATIGRAFIA	10
4.3	MODELLO GEOLOGICO	13
5	SISMICITA' DELL'AREA	14
5.1	QUADRO NORMATIVA ANTISISMICA	14
5.2	AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI" (DM 17/01/2018)	15
	Capitolo 3.2: AZIONE SISMICA	15
5.3	ANALISI DEI DATI	19
5.4	MICROZONAZIONE SISMICA	20
6	CONSIDERAZIONI	23
7.	CONCLUSIONI	23

(BIBLIOGRAFIA)

"ELABORATI"

- TAV."A" STRALCIO COGNOGRAFIA GENERALE DELLA ZONA (scala 1:25.000)
- TAV."B" STRALCIO INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'AREA (scala 1:10.000)
- TAV."C" STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA "PAI" (scala 1:10.000)
- TAV."D" FOTO AEREA
- TAV."E" SONDAGGI REPERITI
- TAV."F" PIANTA (in scala 1:2.000)
- TAV."G" SEZIONE "A-B e C-D" (in scala 1:200 e 1:600)
- TAV."H" STRALCIO CARTA GEOLOGICO-TECNICA MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I (in scala 1:10.000)
- TAV."I" STRALCIO CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS (in scala 1:5.000)
- ALLEGATO 1
- ALLEGATO 2



1 PREMESSA

Il dott. geol. Fortuna Giordano, iscritto al n°833 dell'Albo Professionale Sez. A dell'Ordine dei Geologi delle Marche, in qualità di mandante del R.T.P Studio Zoppi Ingegneria e associati, - Dott. geol. Fortuna Giordano è stato incaricato dall'ARIC - Agenzia Regionale Informatica e Committenza, con contratto in data 20/12/2022, di redigere una relazione geologica e sismica relativa all'Intervento di riferimento ex all.2 del D.M. n.492 del 03.12.2021 - completamento infrastruttura al Porto di Vasto - interventi di potenziamento e ampliamento del Porto di Vasto - FASE 1 - Banchina Levante/Molo Martello/Molo Sopraflutto" CUP E37H21010820006 - CIG 9365148C9A - Affidamento incarico redazione P.F.T.E.

L'area oggetto di studio ricade nel Porto di Vasto nel comune di Vasto (CH), più in dettaglio interessa la banchina di Levante, molo Martello, molo Sopraflutto.

1.1 SCOPO DELL'INDAGINE

Lo studio ha lo scopo di determinare le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche litologiche dell'area. I risultati derivanti dalla campagna d'indagine e dai dati reperiti, illustrati nel seguente elaborato, possono essere utilizzati come supporto al Progettista per l'individuazione della soluzione progettuale più idonea e adatta agli interventi di potenziamento ed ampliamento.

L'indagine volta alla caratterizzazione delle condizioni generali e alla determinazione delle caratteristiche sismiche dei terreni è stata estesa fino ad una profondità ritenuta rilevante.

Lo studio dell'area in esame è stato realizzato secondo quanto previsto dalla normativa vigente ed in particolare facendo riferimento alle normative:

Nazionale

- **D.M. 11.03.88 & Circolare LL.PP. 24.09.88 n.30483**

Norme tecniche ridanti le indagini sui terreni, criteri generali e prescrizioni per la progettazione ed esecuzione delle opere di fondazione

- **D.P.R. n° 380 del 06/06/2001**

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003 e s.u.i.**

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica

- **Norme tecniche per le costruzioni (G.U. 23 Settembre 2005 n.222) - Art. 7**

"Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii"

- **D.M. 14.01.2008**

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche



D.M. 17.01.2018

Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

2 METODOLOGIA D'INDAGINE

2.1 DATI DISPONIBILI

In una prima fase è stata effettuata una ricerca bibliografica delle informazioni disponibili ed inerenti il presente incarico, dei dati esistenti cartografie tecnico-scientifiche pubblicate, in particolare facendo riferimento alla **Microzonazione di I Livello** effettuata per il comune di Vasto annualità 2013, redatto dai geologi Di Totto L. e Germani G. nell'Aprile 2014, alla **"Relazione geologica, caratterizzazione geotecnica, modellazione sismica"** per il progetto di fattibilità tecnica economica redatta da SGAA geol. Tullo N. e geol. Apilongo A.P., **"Relazione geologica e geotecnica"** per i lavori di riqualificazione e potenziamento delle infrastrutture portuali redatta dal geol. Tullo N.

Si precisa che la località in cui si trova la struttura che dovrà essere realizzata NON è stata coinvolta negli studi di Microzonazione Sismica di III Livello.

Successivamente è stato effettuati dei sopralluoghi in sito volti all'identificazione di informazioni generali dell'area d'intervento, mediante un rilevamento geologico e geomorfologico di superficie su un intorno significativo, con l'obbiettivo di riconoscere le unità litologiche presenti e all'individuazione di eventuali processi morfogenetici in atto o pregressi.

Tutte le informazioni ottenute serviranno per definire le caratteristiche intrinseche delle singole unità litologiche (terreni o rocce) con particolare riguardo ad eventuali disomogeneità, discontinuità, ricostruire un modello geologico e sismico del sottosuolo, infine per avere un quadro morfogenetico dell'area e formulare ragionevoli previsioni circa le tendenze evolutive future (in relazione all'assetto litostratigrafico locale ed alla dinamica geomorfologica)

Sono stati **reperiti**:

- N. 4 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo S (04/2022) Ø 200 mm attrezzato con strumentazione Down Hole, attraverso l'utilizzo di una perforatrice CMV TR 900, mentre gli altri S1-S2-S3 (12/1988) Ø 200 mm attraverso l'utilizzo di una perforatrice WIRTH 800 - PONT. DRAGAMAR volti all'identificazione di dettaglio delle unità geolitologiche del sottosuolo (Tav. D-E-E*);
- N. 5 sondaggi stratigrafici con vibro-carotiere S1*-S2*-S3*-S4*-S5* volti all'identificazione di dettaglio delle unità geolitologiche del sottosuolo (Tav. D-E**);
- N.10 prove penetrometriche SPT in foro nei sondaggi S-S1-S2-S3
- N.1 indagine sismica Down Hole (All.2);
- Analisi di laboratorio su 5 campioni prelevati di cui 1 rimaneggiato;

In data 22.09.22 è stato inviato al Committente il piano delle indagini geognostiche necessarie per poter svolgere l'incarico, facendo presente che lo stesso sarebbe potuto variare nel numero di sondaggi e nel tipo di analisi di laboratorio da effettuare in base alla presenza o meno di dati disponibili. Dopo avere ricevuto i dati REPERITI si è confermata la necessità di eseguire una campagna d'indagine sull'area di intervento, in quanto i dati disponibili riguardavano altre zone del porto e parzialmente l'area oggetto d'intervento come mostrato in planimetria fig. 1.



Fig.1 - Planimetria con ubicazione delle indagini pregresse

Successivamente sono stati **eseguiti**:

- *Inquadramento geologico dell'area e un inquadramento topografico (Georeferenzazione);*
- *Idrografia superficiale e contesto idrogeologico del sottosuolo (Caratteristiche Idrogeologiche);*
- *N. 3 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo S1-S2-Sbis Ø 200 mm, attraverso l'utilizzo di una perforatrice CMV 420S, volti all'identificazione di dettaglio delle unità geolitologiche del sottosuolo (Tav. D-All.1);*
- *N.11 prove penetrometriche SPT in foro nei sondaggi S1-S2-Sbis*
- *N.1 indagine sismica Masw (All.1);*
- *N.2 indagine sismica Hvsr (All.1);*
- *Analisi di laboratorio su alcuni dei campioni prelevati;*

3 TOPOGRAFIA, GEOMORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA

3.1 GEOREFFERENZAIONE

L'area in esame è compresa nelle seguenti cartografie (Tavole A,B,C,F,G):

- Stralcio Carta Topografica Regionale Foglio 372 Ovest Vasto, in scala 1:25.000 IGM Tav. A;
- Stralcio Carta Tecnica Regione Abruzzo Quadro d'Unione CTRN 372, Sezione n° 372011 in scala 1:5.000 Tav. B;
- Stralcio Carta Tecnica Regionale della Pericolosità Idrogeologica CTRN 372 Ovest sez. n. 372011 in scala 1:5.000 (PAI) Tav. C
- Stralcio Carta Geologico-Tecnica Microzonazione sismica Livello I in scala 1:5.000 Tav. H
- Stralcio Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica in scala 1:5.000 Tav. I

L'area studiata, situata s.l.m.m., ricade all'interno del porto di Vasto nel Comune di Vasto (CH), precisamente Banchina Levante, Molo Martello, Molo Sopraflutto, come mostrato in fig. 2

Le coordinate geografiche del punto medio indagato sono le seguenti:

Latitudine = 42.175309° N

Longitudine = 14.713853° E



Fig.2 - Inquadramento geografico e ubicazione dell'area di studio



Studio Geologico
Dott.Geol.Fortuna Giordano

3.2 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

L'attuale assetto geomorfologico risulta condizionato da numerosi fattori e processi, tra cui: l'evoluzione neotettonica, la successione degli eventi climatici quaternari, le caratteristiche lito-strutturali del substrato e, non ultima, l'attività antropica, soprattutto quella più recente.

L'area oggetto di studio ricade all'interno del porto di Vasto, gli elementi morfologici che contraddistinguono la zona si collocano tutti al ridosso dell'area portuale, caratterizzata da vari movimenti franosi di origine complessa con movimenti di crollo, ribaltamento e scivolamento.

La forma morfologica più evidente e confinante con la parte iniziale dell'area oggetto di studio è rappresentata dalla falesia costiera che mostra pareti sub-verticali; tale struttura è stata sicuramente coinvolta in passato in fenomeni di scalzamento al piede dovuti al moto ondoso, ad oggi fenomeni di disfacimento ed erosione sono in parte associati agli agenti atmosferici.

Quanto evidenziato è individuabile anche nella cartografia ufficiale "Carta Geomorfologica" pubblicata nell'ambito del progetto PAI (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo abruzzesi e del bacino interregionale del fiume Sangro), di cui si riporta uno stralcio fig. 3.



Fig. 3 - Stralcio Carta Geomorfologica PAI

3.3 IDROGRAFIA SUPERFICIALE E CONTESTO IDROGEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche superficiali dell'area oggetto di studio, sono regolate dal Torrente Lebba, il quale trova il suo sbocco nell'Adriatico a Sud del promontorio di Punta Penna seguendo nella parte terminale del suo percorso un andamento circa Est-Ovest, mentre il resto del suo bacino imbrifero si estende nella parte iniziale secondo una direzione Nord-Sud.

Durante i sopralluoghi effettuati non sono stati riscontrati segni di erosione idrica concentrata e/o diffusa legati al deflusso delle acque meteoriche. Si è potuto notare come le acque superficiali vengano in parte smaltite, per dilavamento superficiale e infiltrazione, dalle opere di urbanizzazione succedutesi negli anni, che hanno canalizzato e collettato il sito; si suppone, quindi, che la funzione di intercettazione e convogliamento delle acque superficiali e meteoriche in questa porzione venga svolta principalmente dalle strade asfaltate, dalle reti fognarie e dai canali di scolo presenti a bordo strada. L'idrogeologia dell'area oggetto di studio e del territorio comunale in generale, è fortemente legata alla natura delle formazioni presenti, i terreni presentano una differente permeabilità idraulica si passa infatti da litotipi più permeabili a litotipi impermeabili, in particolare nell'area portuale sono rinvenibili:

- Litotipi impermeabili come la **Formazione di Mutignano (FMT)** costituita da argille grigio-azzurre all'interno delle quali è possibile rinvenire livelli sabbiosi. Costituiscono il substrato geologico.
- Depositi sabbioso-conglomeratici che presentano un medio-alto grado di permeabilità, all'interno di questi strati è possibile rinvenire livelli impermeabili. Formazione delle **Argille e conglomerati di Ripa Teatina (RPT)**.
- Materiali detritici sono depositi eterogenei di natura eluvio-colluviale che presentano un grado di permeabilità che è funzione della matrice più o meno fine presente al loro interno. **Depositi Olocenici (olo)**.

4 GEOLOGIA E LITOLOGIA

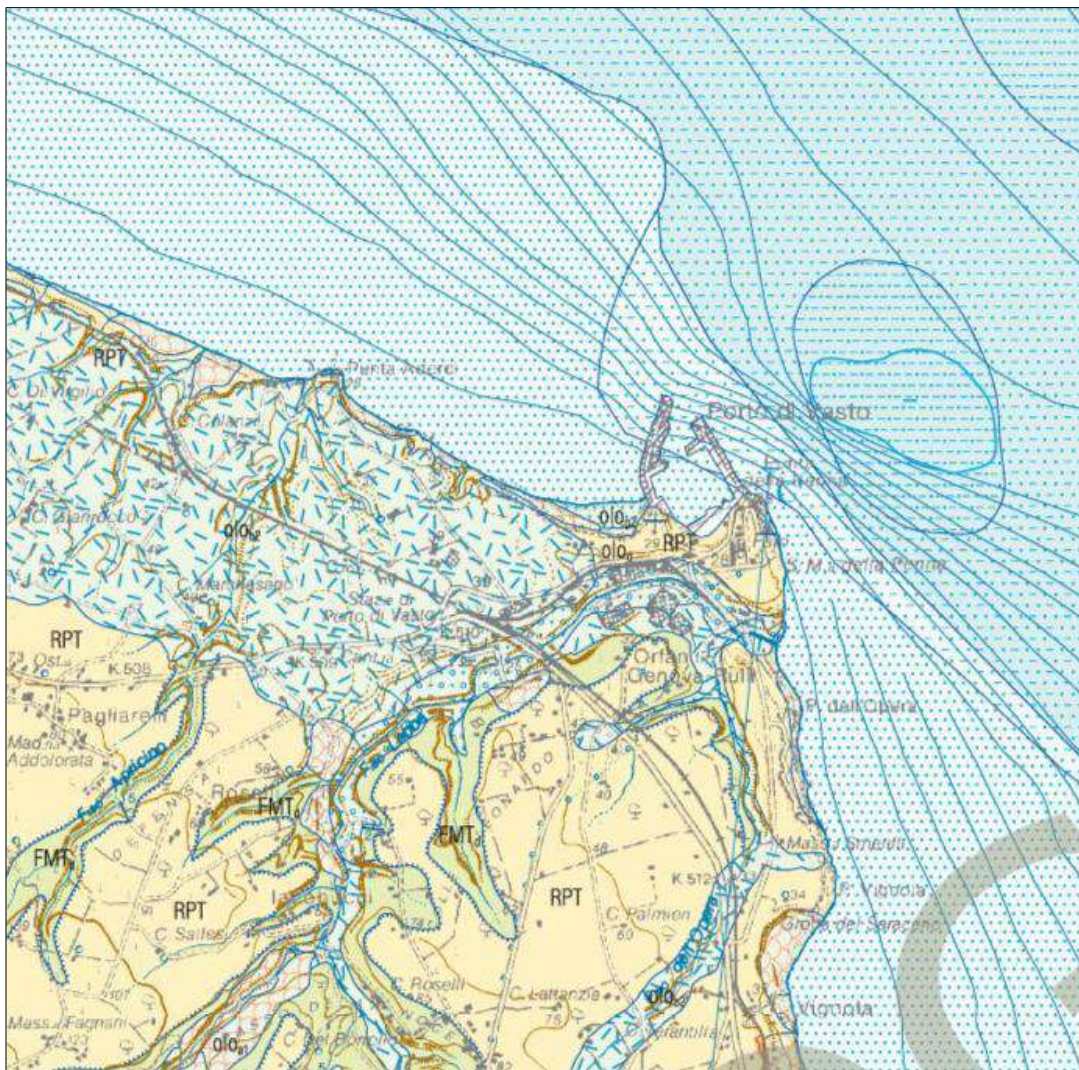
4.1 ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Dal punto di vista geologico-strutturale il territorio vastese appartiene all'ampia fascia periadriatica Marchigiano-Abruzzese, questo settore appartenente al sistema catena-avanfossa è caratterizzato da un'evoluzione tettonico-sedimentaria dal Pliocene all'attuale. In linea generale i litotipi che caratterizzano tutto il territorio sono distinti in due tipologie:



formazioni pelitiche di piattaforma passanti verso l'alto a sabbie e conglomerati.

Tali formazioni si spingono fino al litorale a formare le falesie (Punta Aderci, Punta della Penna) sotto le quali si ritrovano depositi sabbiosi delle pianure costiere. Nell'entroterra, sopra le formazioni pelitiche, si sono succeduti depositi alluvionali terrazzati. I conglomerati che formano la falesia di Punta della Penna appaiono debolmente cementati e per questo soggetti a continua erosione da parte del mare. Le successioni stratigrafiche appena descritte che si evolvono passando da sedimenti di pianura sommersa (argille) a sedimenti costieri di spiaggia (sabbie e limi) fino ad arrivare ad apparati di conoide sommersa (conglomerati e sabbie) sono legate all'evoluzione tettonica sinsedimentaria e dai ripetuti eventi eustatici di origine climatica. Nel Pleistocene inferiore questo settore inoltre è stato sottoposto ad un sollevamento e basculamento verso N-NE, che ha portato all'attuale configurazione morfostrutturale. Per l'area in esame si è fatto riferimento oltre che alla carta Geologico-Tecnica allegata alla Microzonazione di Livello I del comune di Vasto Tav. H anche allo Stralcio della Carta Geologica d'Italia ISPRA a scala 1:50.000 - Foglio 372 Vasto a cura di F. CALAMITA, T. PIACENTINI, A. PIZZI, G. RUSCIADELLI, F. TRINCARDI - Roma, 2011 fig 4.



LEGENDA

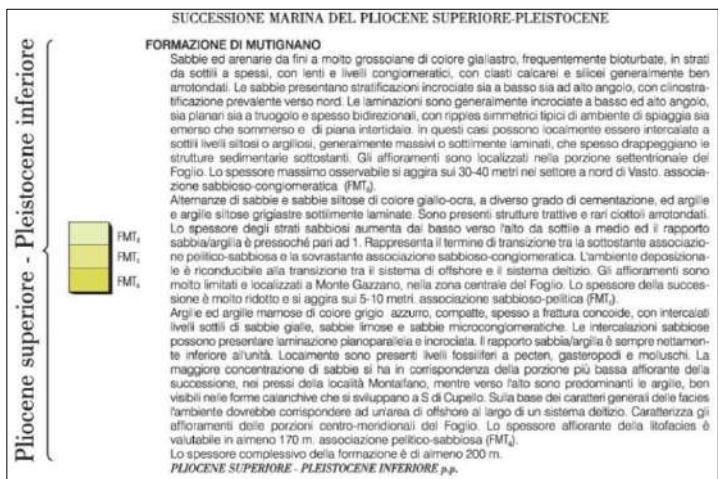
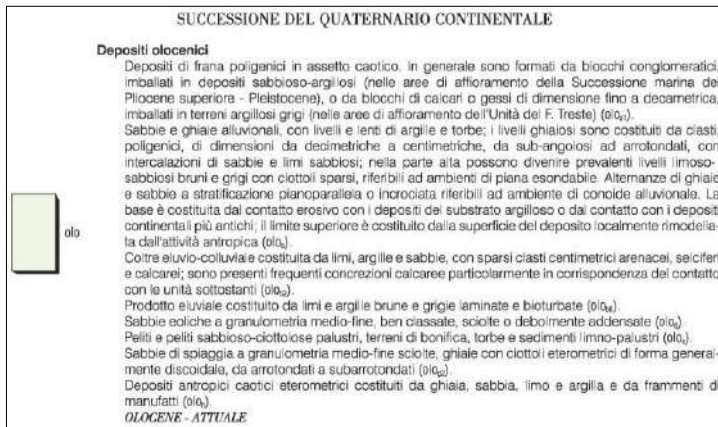


Fig.4 - Stralcio della Carta Geologica 1:50.000 Fg. 372 - VASTO

Entrando più nel dettaglio, la successione litologica dei terreni in cui insiste l'area oggetto di studio individuata grazie alle indagini reperite, è caratterizzata da:

a) *Depositi di spiaggia sommersi*; b) *Formazione di Mutignano*

a) Depositi di spiaggia sommersi

litologicamente e tessituralmente abbastanza eterogenei sono costituiti da sabbie limose da fini a grossolane di colore grigio talvolta ocracee/marroni, contenenti sottili livelli limosi con inclusioni carboniose, resti organici sotto forma di frammenti conchigliari fini, e inclusi ghiaiosi sub-arrotondati e ciottoli, con spessori variabili tra 4,4 - 8,6 m

b) Formazione di Mutignano costituita da argille grigio-azzurre consistenti con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi, con spessori non definiti al termine della presente indagine.

Nell'area in esame i depositi di spiaggia appena descritti rappresentano le unità di copertura del sottostante substrato costituito dalla Formazione di Mutignano.

La ricostruzione della locale successione stratigrafica dei terreni presenti, è stata effettuata sulla base delle evidenze geologiche come anticipato in precedenza, dalle risultanze delle campagne geognostiche eseguite e reperite come indicato nella Tav. D-F.

L'area investigata non è caratterizzata dalla presenza di macro - discontinuità tettoniche che dislocano la locale successione stratigrafica del sottosuolo e le dislocazioni minori non mostrano evidenze di attività recente, pertanto, non compromettono la sicurezza dell'area in esame.

4.2 LITOSTRATIGRAFIA

Nelle righe seguenti si propone la caratterizzazione del sottosuolo attraverso la definizione dei rapporti stratigrafici esistenti tra i vari litotipi individuati sul terreno.

DEPOSITI MARINI

Formazione di Mutignano (FMT)

La formazione di Mutignano rappresenta la successione marina del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore p.p. affiorante nel Foglio. I termini della formazione di Mutignano sono riferibili ad ambienti che vanno dall'offshore allo shoreface. La loro organizzazione verticale individua un chiaro trend coarsening e thickening upward, interpretabile come una fase di progradazione degli ambienti deposizionali verso le aree bacinali, con tendenza al colmamento del depocentro plio-pleistocenico. Lo spessore affiorante della formazione è valutabile in almeno 200 m, nell'ambito di tale unità è stato possibile riconoscere, dal basso verso l'alto, diverse associazioni di facies che non vengono descritte: *Associazione pelitico-sabbiosa (FMT_a)*, *Associazione sabbioso-pelitica (FMT_c)*, *Associazione sabbioso-conglomeratica (FMT_d)*. Quest'ultima affiora estesamente al di sotto del centro storico di Vasto, generalmente al disotto della Formazione Argille e Conglomerati di Ripa Teatina (RPT) che la ricopre lungo una superficie inconforme blandamente immergente verso N-NE. I massimi spessori in affioramento (circa 50 m) si osservano nella porzione costiera dell'area, in fig. 5 vengono schematizzati i rapporti tra la sottostante formazione di Mutignano (FMT) e la formazione argille e conglomerati di Ripa Teatina (RPT). La discordanza al tetto è spesso caratterizzata da geometrie canalizzate, mentre la base, a geometria prevalentemente tabulare è in concordanza o paraconcordanza con la sottostante associazione pelitica. Si tratta di sabbie da poco a scarsamente cementate da fini a molto grossolane, generalmente ben classate, di colore

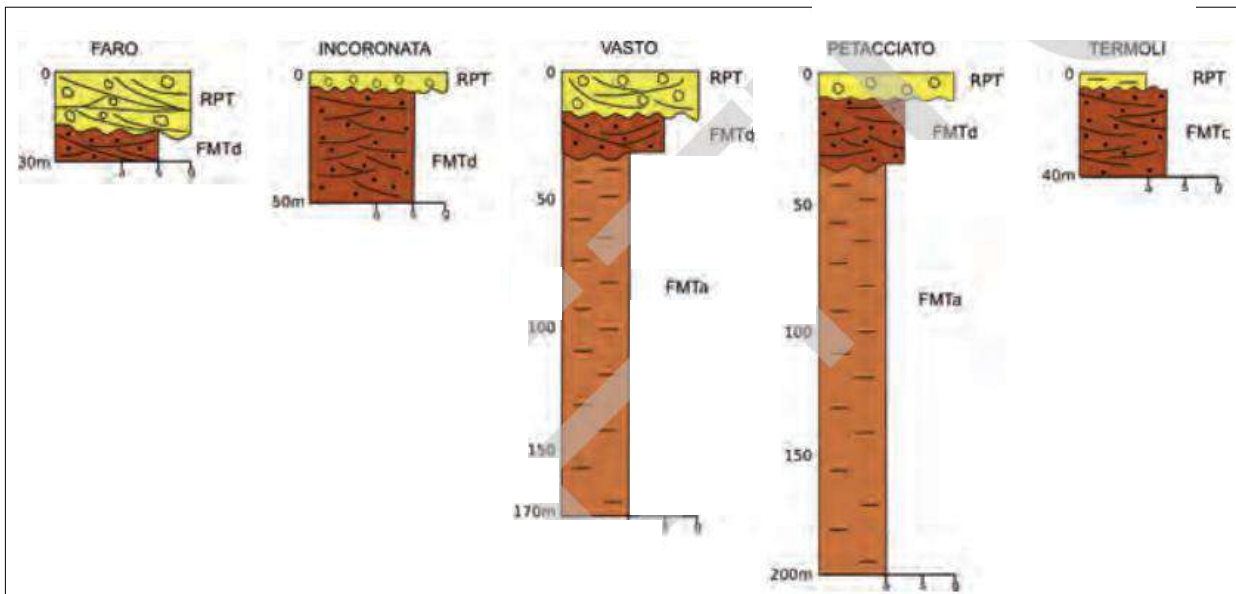


Fig.5 - Sezioni stratigrafiche dei rapporti tra l'associazione sabbioso-conglomeratica (FMT_d) e la sovrastante formazione argille e conglomerati di Ripa Teatina (RTP)

giallastro, frequentemente bioturbate, in strati da fini a medio-spessi che generalmente si seguono con notevole continuità laterale lungo le scarpate di erosione selettiva. A queste sabbie si intercalano livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli decimetrici e anche pluri-decimetrici, in prevalenza calcarei o silicei. L'età è riferibile al Pliocene superiore-Pleistocene inferiore (F. CALAMITA, T. PIACENTINI, A. PIZZI, G. RUSCIADELLI, F. TRINCARDI-Roma, 2011).

SUCCESSIONE DI TRANSIZIONE DAL MARINO AL CONTINENTALI

Argille e conglomerati di Ripa Teatina (RTP)

Affiorano con buona continuità da Cupello a sud fino a Punta Aderci a nord, formando un corpo a geometria tabulare, inclinato di pochi gradi verso nord, morfologicamente ben riconoscibile, bordato da scarpate alte pochi metri. Il passaggio alla sottostante formazione di Mutignano è marcato da una discordanza erosiva. Il limite inferiore di questa unità è caratterizzato dalla presenza di canali profondi fino a circa 10 m, incisi a spese della formazione di Mutignano, il cui riempimento ghiaioso è fortemente pedogenizzato, con numerosi episodi pedogenetici sovrapposti. Si tratta di ciottolame poligenico, di dimensioni variabili, con lenti di sabbie giallastre e di argille grigio-verdognole, sciolto o debolmente cementato fino a puddinga, grossolanamente stratificato, generalmente ferrettizzato e più o meno elaborato da azioni eluviali. La facies è variabile da fluvio-deltizia a litorale. Questi sedimenti clastici grossolani mostrano una facies di ambiente marino, anche se litorale, che va

progressivamente assumendo un aspetto sempre più marcatamente continentale. Tali depositi rappresentano la chiusura del ciclo di sedimentazione calabriana. La stratificazione è, generalmente, indistinta e lo spessore massimo in affioramento è di circa 25 m. Nel settore settentrionale (Porto di Vasto-Punta Aderci), le facies conglomeratiche sono ben osservabili lungo le falesie attive e inattive spesso sede di grandi fenomeni gravitativi. A Punta della Penna e al Porto di Vasto le ghiaie sono grossolane, da sub-arrotondate ad arrotondate e discretamente appiattite, fortemente cementate, con matrice sabbiosa generalmente abbondante. L'età è riferibile al Pleistocene medio p.p. (F. CALAMITA, T. PIACENTINI, A. PIZZI, G. RUSCIADELLI, F. TRINCARDI-Roma, 2011).

SUCCESSIONE DEL QUATERNARIO CONTINENTALE

I depositi della successione del Quaternario continentale affiorano prevalentemente lungo le valli del Fiume Trigno, del Torrente Buonanotte e lungo la piana costiera. Essi sono riferibili ad ambiente fluviale e di conoide alluvionale, di spiaggia, eolico e palustre; sono inoltre, diffusamente presenti coltri eluvio-colluviali, depositi di frana e localmente depositi antropici. La successione del Quaternario continentale è stata suddivisa in tre sintemi, ai quali si aggiungono i depositi olocenici. Data l'esiguità degli affioramenti e le difficoltà di correlazione tra i diversi depositi e le relative unconformity che li delimitano, tali depositi sono stati riuniti in una unità litostratigrafica. Di seguito sono elencati, ma non vengono descritte dai più antichi ai più recenti, le unità, i sintemi e le litofacies.

- UNITA' DI COLLE ZINGARO (**CZN**)
- SINTEMA DI SAN SALVO (**VLS**)
- SINTEMA DEL TORRENTE BUONANOTTE (**NTE**)
- SINTEMA DELLA STAZIONE DI SAN SALVO (**SZV**)
- DEPOSITI OLOCENICI (**olo**)
 - depositi di frana (**olo_{a1}**)
 - depositi alluvionali (**olo_b**)
 - depositi eluvio-colluviali (**olo_{b2}**)
 - prodotti eluviali (**olo_{b6}**)
 - depositi eolici (**olo_d**)
 - depositi lacustri e palustri (**olo_e**)
 - depositi di spiaggia (**olo_{g2}**)
 - depositi antropici (**olo_h**)

Depositi di spiaggia (olo_{g2})

I depositi di spiaggia lungo gran parte del litorale per oltre 30 km e con un'ampiezza trasversale da alcune decine di metri a oltre



1 km costituiscono gran parte della piana costiera e sono interessati da una intensa antropizzazione; la continuità lungo il litorale è interrotta in corrispondenza dei settori di costa alta e delle foci dei principali corsi d'acqua. Sono costituiti prevalentemente da sabbie a granulometria medio-fine, sciolte o addensate, possono anche presentarsi ghiaiosi, con ciottoli eterometrici di forma generalmente discoidale, da arrotondati a subarrotondati. Spiagge di recente formazione sono rappresentate dalla spiaggia di Punta della Penna, sviluppatasi a seguito della realizzazione delle strutture del porto di Vasto (Miccadei et alii, 2011)

UNITA' DEPOSIZIONALI SOMMERSE

Le unità sommerse rappresentate in carta appartengono al system tract di stazionamento alto del livello marino (HST) della sequenza deposizionale tardo quaternaria.

Depositi di spiaggia sottomarina (g8)

Sono costituiti da sabbie da fini a medie, ben cernite.

Depositi di transizione alla piattaforma, prisma litorale (g11)

Sono costituiti da silt medio e grossolano intercalato a sottili strati sabbiosi e bioclastici (sabbia molto fine), la cui successione verticale mostra una chiara tendenza negativa.

Depositi di scarpata Prodelta (g7)

Sono costituiti in prevalenza da argille e silt argillosi.

4.3 MODELLO GEOLOGICO

Come accennato in precedenza con il presente elaborato si vogliono chiarire gli aspetti geologici utili per una corretta progettazione dell'intervento relativo al potenziamento ed ampliamento della Banchina Levante, Molo Martello, Molo Sopraflutto.

L'area del Porto di Vasto è stata oggetto negli anni passati di diverse campagne d'indagini geognostiche e geotecniche.

Tali campagne hanno interessato varie porzioni dell'area portuale come indicato nella Tav. D, di seguito vengono riportati sia i risultati reperiti, sia i risultati derivanti dalla campagna d'indagine effettuata, che ha permesso di avere un quadro d'insieme più ampio e nello specifico di caratterizzare

esattamente le varie peculiarità riguardanti l'area oggetto d'indagine, nelle righe seguenti si propone un Modello Geologico relativo all'area oggetto d'intervento.

La ricostruzione della locale successione stratigrafica dei terreni presenti, è stata effettuata sulla base delle evidenze geologiche come anticipato in precedenza, dalle risultanze delle campagne geognostiche eseguite composte da n. 11 prove penetrometriche in foro SPT, da n. 3 sondaggi a carotaggio continuo, da n. 1 indagine sismica Masw, da n. 2 indagine sismica Hvsr come indicato nella Tav. D.

Riassumendo ed interpretando le colonne stratigrafiche è possibile identificare dal fondo del mare i seguenti litotipi che sono:

- A)** Sabbie limose da fini a grossolane di colore grigio talvolta ocracee/marroni, contenenti sottili livelli limosi con inclusioni carboniose, resti organici sotto forma di frammenti conchigliari fini, e inclusi ghiaiosi subarrotondati e ciottoli, fino alla profondità compresa tra di - 4,40/-8.60 m;
- B)** Alternanze di limi argillosi, limi argillosi sabbiosi molto consistenti e sabbie, occasionalmente a varie profondità si rilevano resti conchigliari, resti carboniosi e lignei.

Relativamente al "Litotipo A" costituito da sabbia limosa prevalente, esso rappresenta i depositi di copertura o depositi di spiaggia sommersi, che presentano uno spessore variabile da 4,4 a 8,6 m, sovrastante la formazione di Mutignano (Associazione pelitico-sabbiosa **FMT_a**) "Litotipo B" costituita da argille grigio-azzurre che nella zona costituisce il substrato geologico Tav. G.

5 SISMICITA' DELL'AREA

5.1 QUADRO NORMATIVA ANTISISMICA

La normativa italiana, anche alla luce dell'avvicinarsi dei numerosi eventi sismici degli ultimi decenni, ha subito una notevole evoluzione a partire dalla Legge n.64 del 2 Febbraio 1974 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. n.3274/2003 (pubblicata sulla G.U. n.108 del 8 Maggio 2003) l'Italia ha avviato il processo di stima della "Pericolosità Sismica" in base a dati, metodi e approcci condivisi dallo scenario internazionale. È stato quindi delineato un percorso per il quale venivano definite le procedure da adottare, il tipo di prodotti da rilasciare e l'applicazione dei risultati.

L'Ente attuatore di questo progetto è stato l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), il risultato di tale iniziativa è stata la realizzazione della Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04) che illustra la pericolosità sismica del territorio nazionale utilizzando il parametro dell'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50



anni, su suolo rigido e pianeggiante. Alla luce di questa evoluzione normativa il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha emanato, con il D.M. del 14 Gennaio 2008 (G.U. n.29 del 4 Febbraio 2008), le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC08) nelle quali la definizione dell'azione sismica di riferimento si basa su dati rilasciati da INGV e dal Progetto S1.

Il territorio comunale di Vasto è stato classificato "Zona 3" a bassa sismicità fig. 6.

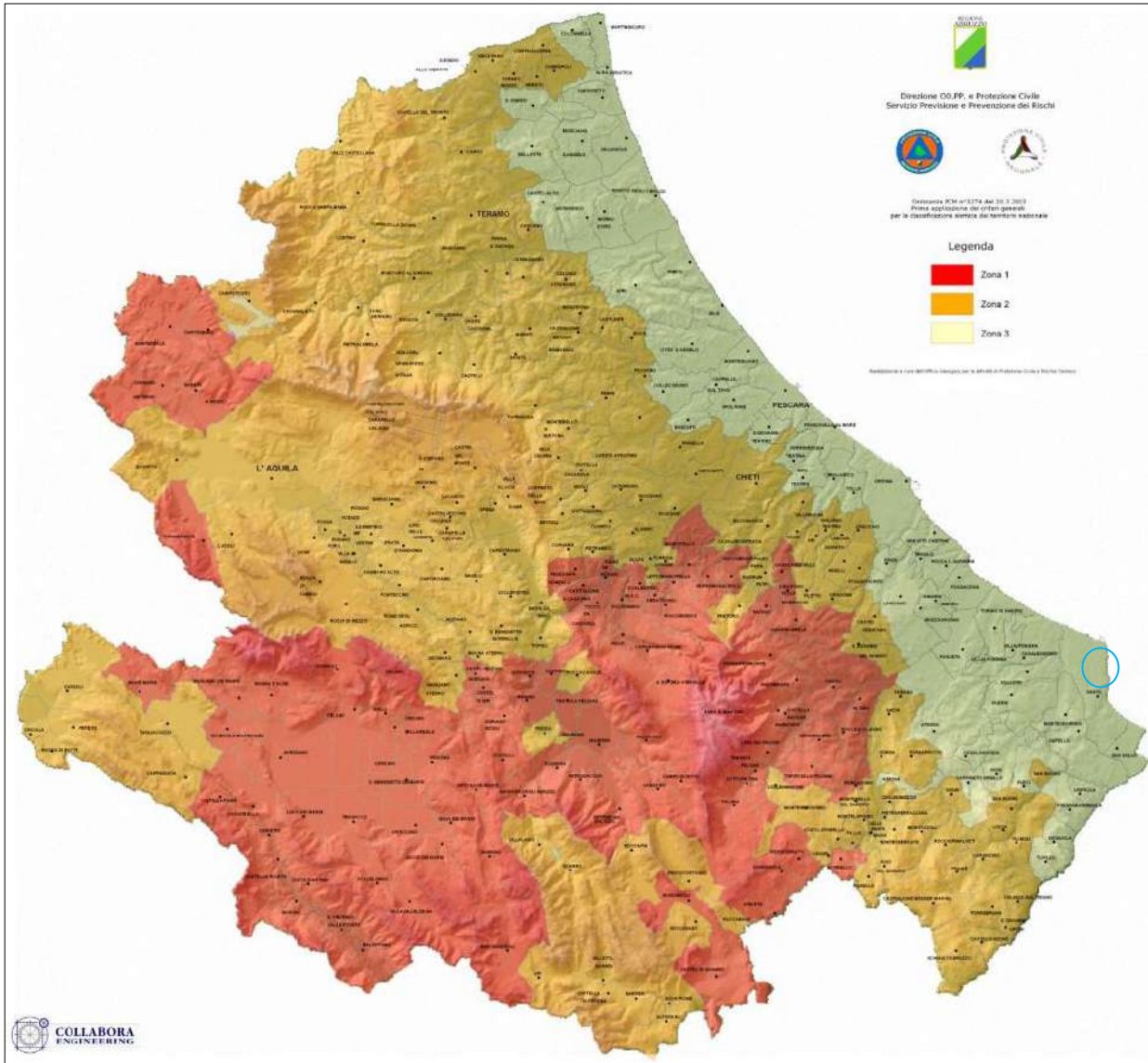


Fig.6 - Carta della classificazione delle zone sismiche della Regione Abruzzo

5.2 AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI" (DM 17/01/2018)

Capitolo 3.2: AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto possono essere definite tenendo in considerazione la "pericolosità sismica di base" del sito oggetto di studio. La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di

campo libero su sito di riferimento rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R .

In fig. 7 si riporta uno stralcio della mappa di pericolosità sismica in termini di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, pari ad un periodo di ritorno T_R di riferimento di 475 anni, riferita a suoli rigidi; la mappa è estratta da <http://essel-gis.mi.ingv.it> (Gruppo di Lavoro MPS - 2004. Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, 2004).

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_c Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

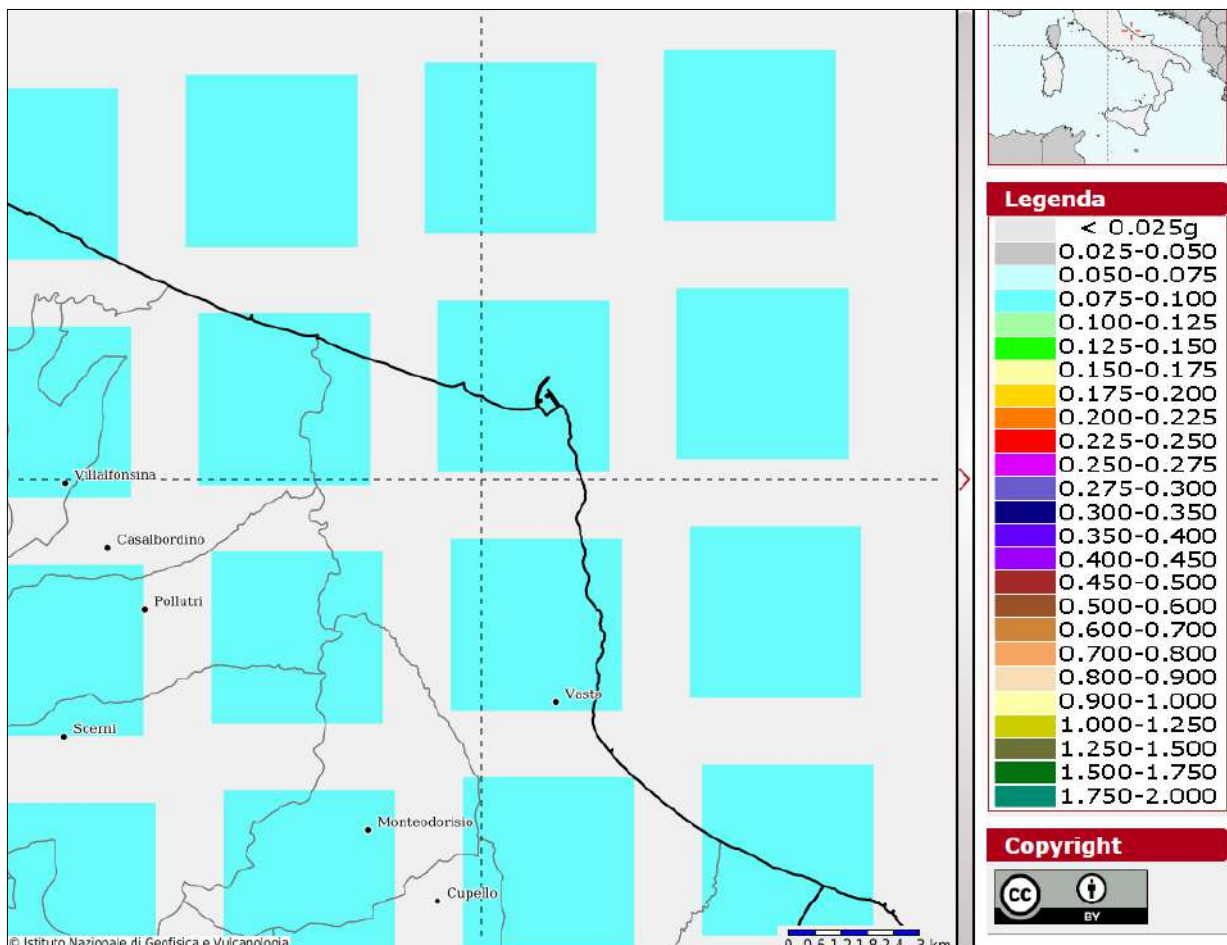


Fig.7 - Mappa di pericolosità sismica Parametro a_g . Probabilità in 50 anni: 10%. 50° percentile. Per a_g si riscontrano valori tra 0.075 g e 0.100 g.

Come è possibile evincere dalla fig. 7 i valori di a_g previsti per l'area oggetto di studio sono compresi tra **0,075 g e 0,100g**.

Punto 3.2.2: Categorie di Sottosuolo e Condizioni Topografiche
Categorie di sottosuolo

Per determinare l'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, in alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo (**categorie di sottosuolo**) in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente

espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Di seguito è riportato lo schema di classificazione del tipo di sottosuolo secondo la tabella 3.2.II contenuta nel D.M. 2018. Per i particolari relativi alla strumentazione utilizzata, alla modalità d'esecuzione delle misure sperimentali, all'elaborazione geofisica delle stesse, si rimanda all'allegato "Indagine sismica" All. 1

Tab. 3.2.II - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	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.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III - Categorie topografiche

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

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

L'area di sedime s'impone su un rilievo collinare ascrivibile alla **classe "T1"**.

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.V, in funzione delle categorie topografiche, dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tab. 3.2.V- Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove S_T assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove S_T assume valore unitario.

Si precisa che la località indagata NON è stata coinvolta negli studi di Microzonazione Sismica di III Livello, di conseguenza in ottemperanza all'Ordinanza 55 del 24 Aprile 2018 NON deve essere confrontato lo spettro di risposta medio regolarizzato al fine di definire lo spettro elastico di progetto.

5.3 ANALISI DEI DATI

Per quanto riguarda le indagini sismiche eseguite, nell'area di studio sono state effettuate, indagini Masw e Hvsr (All.1).

Le interpretazioni dei dati sismici hanno permesso di evidenziare il seguente modello geofisico del terreno come riportato nelle figg. 8-9, dove è possibile notare un aumento progressivo delle velocità di propagazione delle V_s 30, le velocità di propagazione V_{eq} stimate sono comprese tra **410-420 m/s**. Prendendo in esame i singoli risultati, è possibile ritenere che i terreni di sedime possano appartenere ad una categoria di sottosuolo classificabile come **Categoria "B" Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

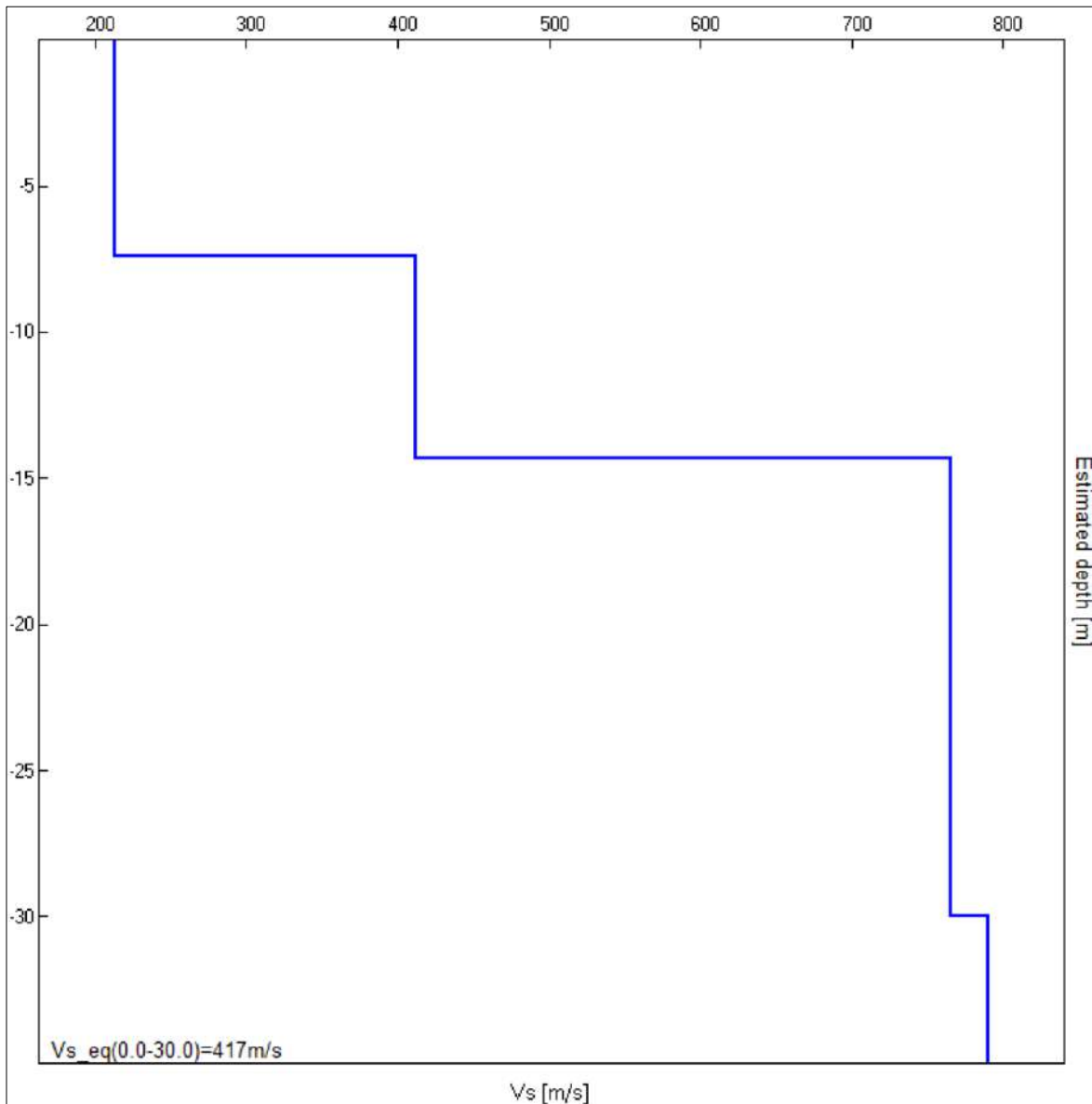


Fig. 8 - Grafici Velocità/profondità

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
7.40	7.40	213	0.42
14.30	6.90	412	0.42
30.00	15.70	766	0.43
inf.	inf.	790	0.44

Fig. 9 - Sismostrati individuati

5.4 MICROZONAZIONE SISMICA

Il territorio di Vasto è stato oggetto nell'anno 2013 allo studio di microzonazione sismica (MS) di I Livello, che rappresenta un'analisi propedeutica ai veri e propri studi di MS e finalizzato all'individuazione di microzone omogenee in prospettiva sismica (Carta delle MOPS alla scala 1:5.000). In questa carta sono state quindi individuate le microzone ove, sulla base di osservazioni

geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici reperiti è stata prevista la presenza di diversi e specifici tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Si sono potute stabilire delle Carte di microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), le microzone della carta sono classificate in tre categorie:

a) **Zone stabili**, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura (substrato geologico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata - pendii con inclinazione inferiore a circa 15°).

b) **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;

c) **Zone di attenzione per le instabilità**, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono necessariamente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto). I principali tipi di instabilità sono:

- instabilità di versante;
- liquefazioni;
- faglie attive e capaci;
- cedimenti differenziali.

Nel territorio comunale investigato non è stata individuata nessuna "Zona stabile", in quanto non si è mai nella condizione di avere substrato affiorante su morfologia pianeggiante o poco inclinata, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura, se non lo scuotimento funzione dell'energia e della distanza dell'evento.

Per quanto riguarda le "Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali" La quasi totalità del territorio del comune di Vasto è caratterizzato dalla presenza di terreni di copertura di varia consistenza, natura e spessore, e da substrato affiorante di natura prevalentemente argilloso-marnosa e marnoso-argillosa. Tali terreni costituiscono l'elemento predominante, comprese le coltri di alterazione del substrato, molto fratturato o caratterizzato comunque da velocità di propagazione delle onde di taglio $V_s < 800$ m/s.

Vista l'estrema variabilità verticale e laterale dei terreni presenti, con fitte alternanze litologiche, gli stessi sono stati accorpati in unità significative.

Di seguito vengono indicati i logs stratigrafici delle mops individuate fig. 10.

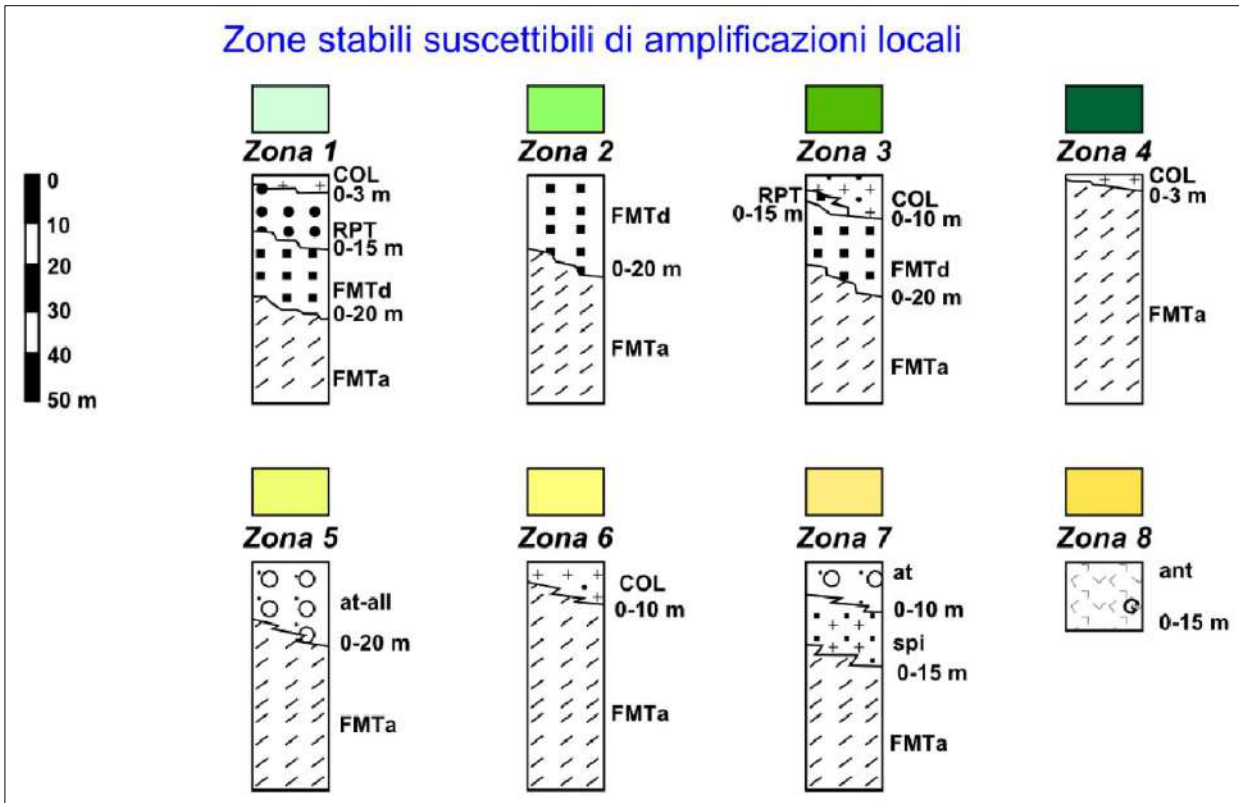


Fig. 10 - Schematizzazione delle otto MOPS

Per quanto riguarda le "Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali" viene proposta una suddivisione in otto zone che nel presente elaborato non vengono descritte.

L'area oggetto di studio appartiene alla **Zona 8 2008** come riportato nella Tav. I.

La zona rappresentata con il codice 2008 fig. 11 è caratterizzata da Depositi antropici (ant) con spessore variabile tra 0-15 m.

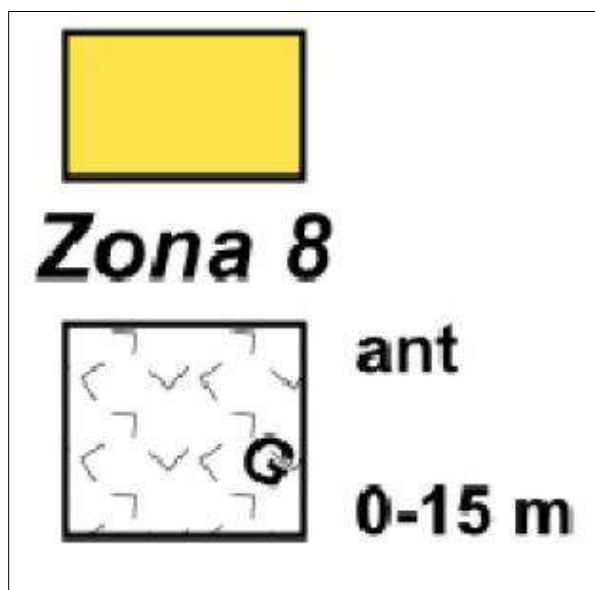


Fig. 11 - Mops 2008

6 CONSIDERAZIONI

L'indagine sismica eseguita è stata svolta con lo scopo di valutare con un buon dettaglio le condizioni sismostratigrafiche del sito e ricostruire la stratigrafia locale dell'area.

I risultati inoltre, sono stati confrontati con i dati di terreni simili presenti nel territorio, cercando di ottenere una visione completa e veritiera dell'area di studio.

In base a ciò si è cercato di ricostruire dei profili sismici che più si avvicinano alla realtà e che identifichino l'andamento litostratigrafico e sismostratigrafico in questione.

I terreni indagati, sono classificati come depositi di spiaggia sommersi, disomogenei ed incoerenti con andamento non sempre regolare, sia verticalmente che orizzontalmente, si trovano sovrastanti la formazione di Mutignano (Associazione pelitico-sabbiosa **FMT_a**).

Le caratteristiche litostratigrafiche presentate dalle unità studiate, hanno permesso di distinguere degli andamenti dei sismostrati abbastanza regolari in termini di spessori, che mostrano un aumento progressivo delle velocità con la profondità rispetto.

Si possono infatti delineare tre sismostrati così riassumibili:

- *Sismostrato 1* - Da -0 a - 7,4 m materiale costituito da sabbie-limose con ghiaietto sparso, con velocità delle onde sismiche V_s comprese intorno ai 215 m/s;
- *Sismostrato 2* - Da - 7,4 a - 14,30 m materiale compatto costituito da limi argillosi con sabbie limose di colore grigio-azzurro con medio-alta consistenza, con velocità delle onde sismiche V_s comprese tra 410 e 420 m/s;
- *Sismostrato 3 Oltre - 14,30 m* materiale più consistente con velocità delle onde sismiche V_s maggiori di 750 m/s;

7. CONCLUSIONI

Dal rilevamento geologico dell'area investigata e di una fascia al contorno, si desume che ci troviamo, in un'area situata in una zona di transizione tra l'ambiente marino e continentale, la ricostruzione litostratigrafica derivata dalle campagne geognostiche eseguite costituite da n. 11 prove penetrometriche dinamiche SPT, da n. 3 sondaggi a carotaggio continuo, da n. 1 indagine sismica masw, da n. 2 indagini sismiche Hvsr, dalle indagini reperite e dalle informazioni tratte dalla bibliografia scientifica specialistica hanno consentito il raggiungimento di una sufficiente definizione del quadro geolitologico, stratigrafico e sismostratigrafico del sottosuolo in esame.

La realizzazione dell'intervento in progetto è compatibile con la natura geologica dei luoghi in virtù della seguente situazione geolitologica-tecnica riscontrata in sito:



- l'area di sedime, pseudo-pianeggiante, si presenta allo stato attuale stabile sotto il profilo geomorfologico;
- l'immediato sottosuolo della zona è costituito da depositi di spiaggia sommersi sovrastanti le argille della formazione di Mutignano (Associazione pelitico-sabbiosa - FMT_a) consistente, tendenzialmente indeformabile;
- il contesto idrogeologico del sottosuolo si presenta in linea generale favorevole;
- lo scenario sismico locale non pregiudica la fattibilità d'interventi.

Fermo, Marzo 2023

Il Tecnico
Dott. Geol. Fortuna Giordano
Geologo Specialista
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE
N. 833 Albo Professionale Sezione A

BIBLIOGRAFIA



Studio Geologico
Dott. Geol. **Fortuna Giordano**

- Cestelli Guidi C. (1980), *Geotecnica e Tecnica delle fondazioni*, vol. I e II, Hoepli Ed., Milano.
- Lancellotta R. (1994), *Geotecnica*, 2ª ed., Zanichelli Ed., Bologna.
- Viggiani C. (1996), *Introduzione alle indagini geotecniche*, Hevelius Edizioni Ed., Benevento.
- Bowles (1991), *Fondazioni Progetto e Analisi* Joseph E. Bowles, McGraw-Hill Ed.
- Casadio M. & Elmi C. (1995), *Il manuale del geologo*, Pitagora Ed., Bologna.
- Panizza M. (1988), *Geomorfologia*, La nuova Italia Scientifica Ed., Roma.
- Quaderni del I Corso di aggiornamento organizzato dall'Ordine dei Geologi delle Marche sul tema: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche", Ancona marzo 1996.
- Quaderni del II Corso di aggiornamento organizzato dall'Ordine dei Geologi delle Marche sul tema: "Interpretazione, elaborazione e utilizzo dati geotecnici di cantiere e di laboratorio", Ancona 5, 6, 12 e 13 Giugno 1997.
- A.G.I. (1977), *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche*, giugno 1977.
- "Manuale tecnico di ingegneria naturalistica" a cura della Regione Emilia Romagna (Assessorato all'Ambiente) e della Regione Veneto (Assessorato Agricoltura e Foreste), 1993.
- Sansoni R. (1989), *Cedimenti e consolidamenti di fondazioni*, Hoepli Ed., Milano.
- Lizzi F. (1989), *Il consolidamento del terreno e dei fabbricati*, Dario Flaccovio Ed., Palermo.
- *Studi di settore inediti e relazioni geologiche varie.*

Data: Marzo 2023

Committente: ARIC - Agenzia Regionale Informatica e
Committenza

TAVOLE CARTOGRAFICO-TECNICHE

"ELABORATI"

TAV."A" STRALCIO COGNOGRAFIA GENERALE DELLA ZONA (scala 1:25.000)

TAV."B" STRALCIO INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'AREA (scala
1:10.000)

TAV."C" STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA "PAI"
(scala 1:10.000)

TAV."D" FOTO AEREA

TAV."E" SONDAGGI REPERITI

TAV."F" PIANTA (in scala 1:2.000)

TAV."G" SEZIONE "A-B e C-D" (in scala 1:200 e scala 1:600)

TAV."H" STRALCIO CARTA GEOLOGICO-TECNICA MICROZONAZIONE SISMICA
LIVELLO I (in scala 1:10.000)

TAV."I" STRALCIO CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA
SISMICA MOPS (in scala 1:5.000)

ALLEGATO 1

ALLEGATO 2

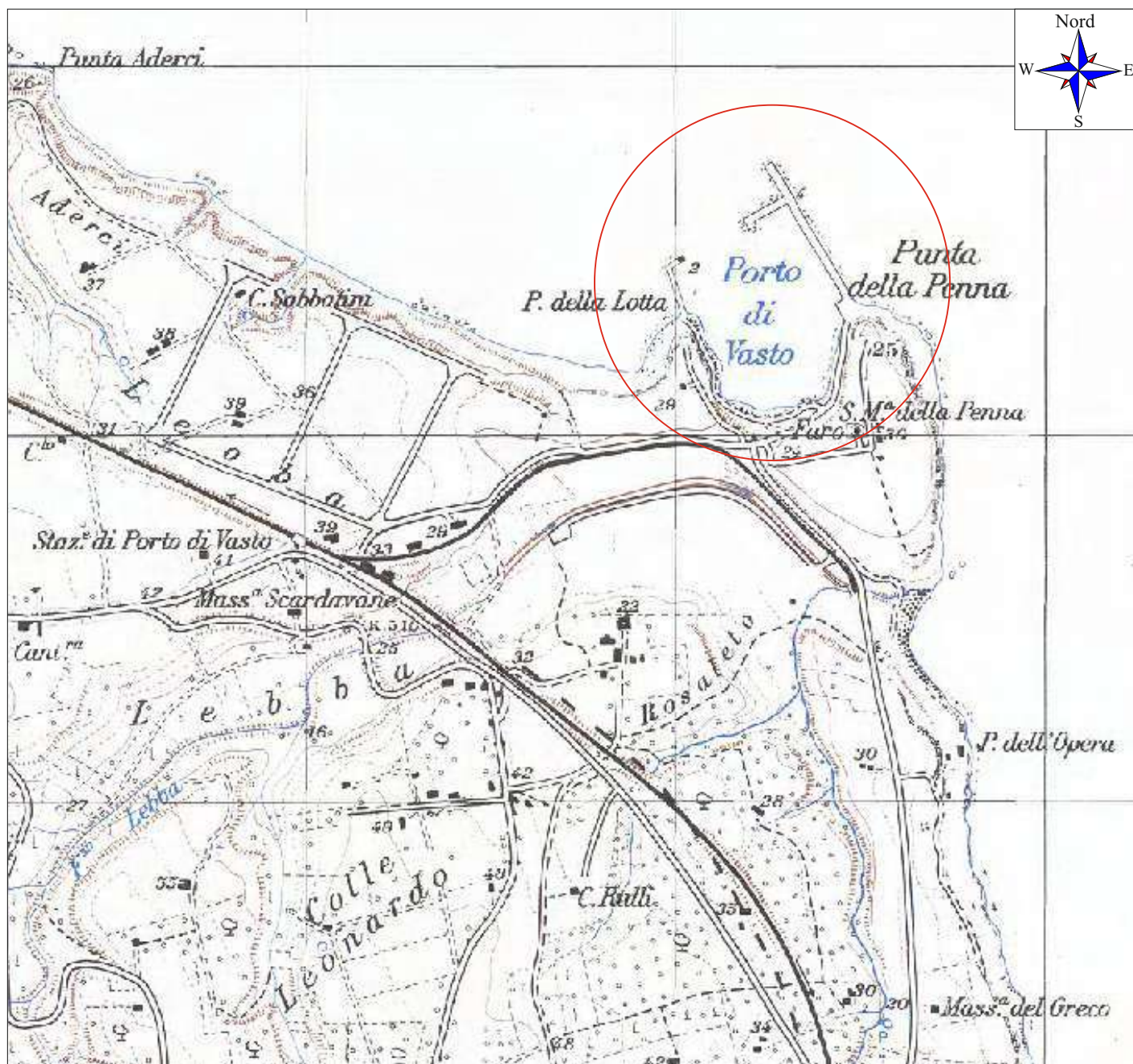


Studio Geologico
Dott. Geol. **Fortuna Giordano**

COROGRAFIA

REGIONE ABRUZZO - Carta Topografica Regionale

Foglio 372 Ovest "Vasto" in scala 1:25.000 (IGM)



○ Area oggetto d'indagine

Scala grafica 1:25.000

G^F

Studio Geologico
Dott. Geol. Fortuna Giordano

Via G. Leti, n. 45 63900 Fermo (FM) - Cell. 347.1237883 - E-mail: fortunageo@libero.it

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

COMUNE DI VASTO

Località: Porto di Vasto



Area oggetto d'indagine



Scala 1:5.000

Carta Tecnica Regione Abruzzo Quadro d'Unione CTRN 372 Sezione n° 372011

GF

Studio Geologico
Dott. Geol. **Fortuna Giordano**

Via G. Leti, n. 45 63900 Fermo (FM) - Cell. 347.1237883 - E-mail: fortunageo@libero.it

PAI - Stralcio Carta della pericolosità Regione Abruzzo

Quadro d'Unione CTRN Vasto 372 Ovest

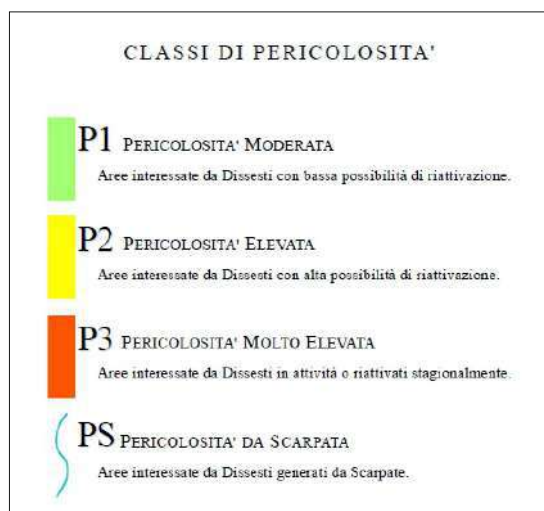
COMUNE DI VASTO

Località: Porto di Vasto

 Area oggetto d'indagine






Scala 1:5.000
Sezione CTR 372011






Studio Geologico
Dott. Geol. Fortuna Giordano

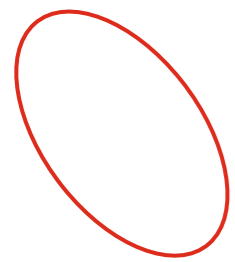
UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE

**Indagini geognostiche reperite**

-  S Sondaggio a carotaggio continuo con prova sismica Down Hole S (2022)
-  S1-S2-S3 Sondaggi a carotaggio continuo (1988)
-  S1*-S2*-S3* Sondaggi con Vibro-carotiere
S4*-S5*

Indagini geognostiche eseguite

-  S1-S2-S3 Sondaggi carotaggio continuo (2023)
-  Masw
-  Hvsr 1-2



Area di studio

Committente REGIONE ABRUZZO		Cantiere Porto di Vasto		Indagine Diga foranea		Riferimento		Sondaggio S				
Responsabile		Tipo Carotaggio continuo		Tipo Sonda CMV TR 900		Profondità Raggiunta 50 m		Quota Ass. P.C.				
Inizio Esecuzione 04/04/2022		Termine Esecuzione 05/04/2022		Certificato n°		Casse Catalogatrici		Note Cond. per prove sismiche				
Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici		S.P.T.		Perforazione	Stabilizzazione	Cass. Catalog.	Fiduc.	Usert.
				%C=30	%C=70	Pocket [kg/cm ²]	Vanu Test [kg/cm ²]					
1		Banchina in c.l.s.	3.00	%C=30								
2												
3		Rilevato della banchina costituito da blocchi di calcarei molto resistenti (Pietra di Apricena)										
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23			23.80									
24		Sabbia limosa grigia con ghiaietto sparso o in livelli. Resti organici conchigliari, Da mediamente ad addensata										
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33			33.50									
34		Argilla limosa di colore grigio-azzurra con livelletti sabbiosi grigi. Consistenza da media ad alta. Plastica										
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49			50.00									

REPERITO

Livello mare

6.00

6.00

Fondo mare

22.00

(RM)



40.00

(CS)

50.00



0 - 5 m



5 - 10 m



10 - 15 m

REPERITO



15 - 20 m



20 - 25 m



25 - 30 m



30 - 35 m

REPERITO



35 - 40 m



40 - 45 m



45 - 50 m

REPERITO

Committente RAGG. TEMP. IMPRESE		Cantiere Porto di Vasto		Indagine Diga foranea		Riferimento		Sondaggio S1					
Responsabile		Tipo Carotaggio continuo		Tipo Sonda WIRTH 800 - PONT. DRAGAMAR		Profondità Raggiunta 33.30 m		Quota Ass. P.C.					
Inizio Esecuzione 27/12/1988		Termine Esecuzione 27/12/1988		Certificato n°		Casse Catalogatrici		Note					
Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Probet [kg/cm ²]	Vane Test [kg/cm ²]	Campioni	Perforazione	Stabilizzazione	Cass. Catalog.	Filda	Useri
1		Mare											
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15			15.15		9-9-11								
16		Sabbia limosa grigia con inclusioni carboniose. Privo di consistenza.			15.50 PC								
17													
18													
19			19.70		4-6-6								
20		Sabbia di colore giallastro con poco limo, ghiaia medio fina e qualche ciottolo			19.70 PC								
21													
22													
23			23.60										
24													
25													
26		Argilla limosa di colore grigio-azzurra con livelletti sabbiosi grigi.											
27		Consistenza da media ad alta.											
28		Plastica											
29													
30													
31													
32													
33			33.30										
34													
35													
36													
37													
38													

REPERITO

Fondo mare

15.15

15-15
15-20
15-30
16-4019-20
19-70

(RM)

26.00

(CS)
33.30

Committente RAGG. TEMP. IMPRESE		Cantiere Porto di Vasto		Indagine Diga foranea		Riferimento		Sondaggio S2					
Responsabile		Tipo Carotaggio continuo		Tipo Sonda WIRTH 800 - PONT. DRAGAMAR		Profondità Raggiunta 33.30 m		Quota Ass. P.C.					
Inizio Esecuzione 31/12/1988		Termine Esecuzione 31/12/1988		Certificato n°		Casse Catalogatrici		Note1					
Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket	Vane Test	Campioni	Perforazione	Stabilizzazione	Cass. Catalog.	Falda	Usati
						[kg/cm ²]	[kg/cm ²]						
1		Mare											
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15			15.80										Fondo mare
16					5-6-7 16.20 PA								
17		Sabbia limosa di colore grigio scuro con ghiaia eterogenea e eterometrica ben arrotondata.			5-6-8 17.30 PA								
18													
19					11-45-48 18.80 PA								
20													
21													
22													
23													
24													
25			25.50										
26													
27		Argilla limosa di colore grigio-azzurra con livelletti sabbiosi grigi. Consistenza da media ad alta.											
28			28.30										
										(RM)			
										(CS)			
										28.30			
										27.00			

Committente RAGG. TEMP. IMPRESE		Cantiere Porto di Vasto		Indagne Diga foranea		Riferimento		Sondaggio 53					
Responsabile		Tipo Carotaggio continuo		Tipo Sonda WIRTH 800 - PONT. DRAGAMAR		Profondità Raggiunta 27.20 m		Quota Ass. P.C.					
Inizio Esecuzione 05/01/1989		Termine Esecuzione 05/01/1989		Certificato n°		Casse Catalogatrici		Note					
Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket [kg/cm ²]	Vane Test [kg/cm ²]	Campioni	Perforazione	Stabilizzazione	Cass.Catalog.	Folgh	Useri
1		Mare											
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16			16.30										
17		Sabbia limosa grigia con resti organici conchigliari.											
18													
19													
20					9-11-11 19.90 PA			19.90 20.35					
21					10-14-19 21.50 PA			21.50 21.95					
22					10-10-14 22.50 PA			22.50 22.95		(RM)			
23			23.50										
24		Argilla limosa di colore grigio-azzurra con livelletti sabbiosi grigi. Consistenza da media ad alta.											
25													
26													
27			27.20						(CS) 27.20				
28													


Fondo mare

15.80

STRATIGRAFIA - 1

SCALA 1 : 45 Pagina 1/1

Riferimento: CO.A.SI.V. - Vasto (CH)	Sondaggio: 1
Località: Riqualificazione e potenziamento infrastrutture portuali	Quota:
Impresa esecutrice: Terra Drilling Technology S.r.l.	Data: 23/07/2007
Coordinate:	Redattore: Tullo - Di Paolo
Perforazione: con vibro-carotiere	

Ø mm	R v	A r	Pz s	Pz m	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 -- 100	S.P.T.		RQD % 0 -- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				1								1,0		Sabbia limosa poco addensata da grigia a giallastra con abbondante contenuto conchiliare e ciottoli sparsi
				2										Sabbia limosa mediamente addensata da grigia a giallastra con abbondante contenuto conchiliare e ciottoli sparsi nella parte superiore
				3										
				4									4,0	

REPERITO

STRATIGRAFIA - 2

SCALA 1 : 45

Pagina 1/1

Riferimento: CO.A.SI.V. - Vasto (CH)	Sondaggio: 2
Località: Riqualificazione e potenziamento infrastrutture portuali	Quota:
Impresa esecutrice: Terra Drilling Technology S.r.l.	Data: 23/07/2007
Coordinate:	Redattore: Tullo - Di Paolo
Perforazione: con vibro-carotiere	

Ø mm	R v	A r	Pz s	metri bar.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	
										S.P.T.	N				
				0											
				1											Sabbia limosa poco addensata da grigia a giallastra con abbondante contenuto conchiliare e ciottoli sparsi
				0,8											
				2											Sabbia limosa mediamente addensata da grigia a giallastra con abbondante contenuto conchiliare e ciottoli sparsi nella parte superiore
				3											
				4											
				5											
				5,0											

REPERITO

STRATIGRAFIA - 3

SCALA 1 : 45

Pagina 1/1

Riferimento: CO.A.SI.V. - Vasto (CH)

Sondaggio: 3

Località: Riqualificazione e potenziamento infrastrutture portuali

Quota:





Impresa esecutrice: Terra Drilling Technology S.r.l.

Data: 23/07/2007

Coordinate:

Redattore: Tullo - Di Paolo

Perforazione: con vibro-carotiere

Ø mm	R r	A s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				1									1,0	Sabbia limosa poco addensata da grigia a giallastra con abbondante contenuto conchiliare e ciottoli sparsi
				2										Sabbia limosa mediamente addensata da grigia a giallastra
				3										
				4									4,0	

REPERITO

STRATIGRAFIA - 4

SCALA 1 : 45 Pagina 1/1

Riferimento: CO.A.SI.V. - Vasto (CH)	Sondaggio: 4
Località: Riqualficazione e potenziamento infrastrutture portuali	Quota:
Impresa esecutrice: Terra Drilling Technology S.r.l.	Data: 23/07/2007
Coordinate:	Redattore: Tullo - Di Paolo
Perforazione: con vibro-carotiere	

Ø mm	R v	A r	Pz s	metri but.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				1								1,0		Sabbia limosa poco addensata da grigia a giallastra con abbondante contenuto conchiliare e ciottoli sparsi
				2									5,0	
				3										
				4										
				5										

REPERITO

STRATIGRAFIA - 5

SCALA 1 : 45

Pagina 1/1

Riferimento: CO.A.SI.V. - Vasto (CH)

Sondaggio: 5

Località: Riqualificazione e potenziamento infrastrutture portuali

Quota:


Impresa esecutrice: Terra Drilling Technology S.r.l.

Data: 23/07/2007

Coordinate:

Redattore: Tullio - Di Paolo

Perforazione: con vibro-carotiere

ø mm	R v	A r	S Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0---100	S.P.T.		RQD % 0---100	prof. m	DESCRIZIONE	
										S.P.T.	N				
				1									1,3	Sabbia limosa poco addensata da grigia a giallastra con abbondante contenuto conchiliare e ciottoli sparsi	
				2											Sabbia limosa mediamente addensata da grigia a giallastra
				3											
				4											
				5										5,0	

REPERITO



Motopontone VIGLIENA n. PCI1177



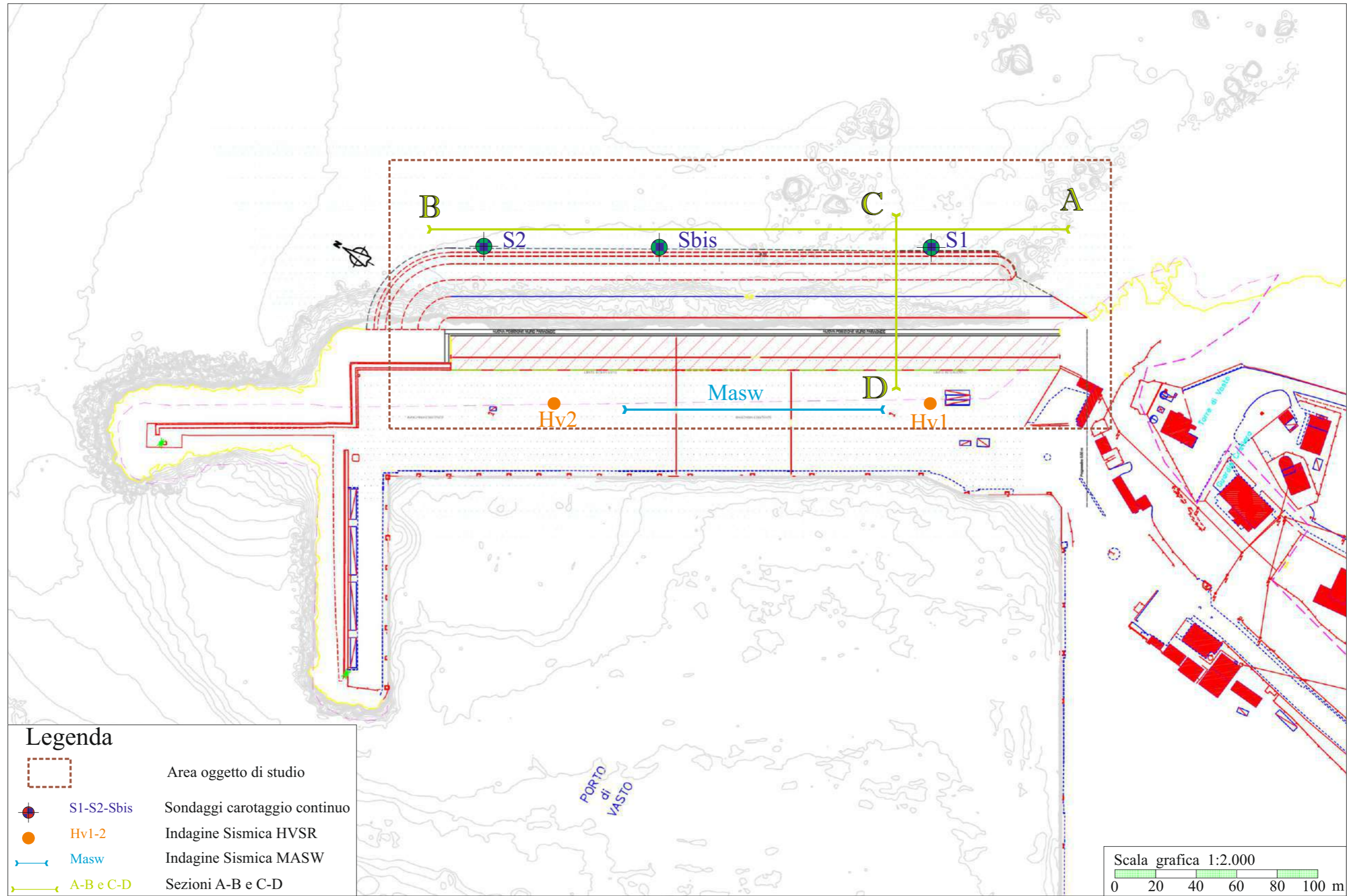
Attrezzatura utilizzata

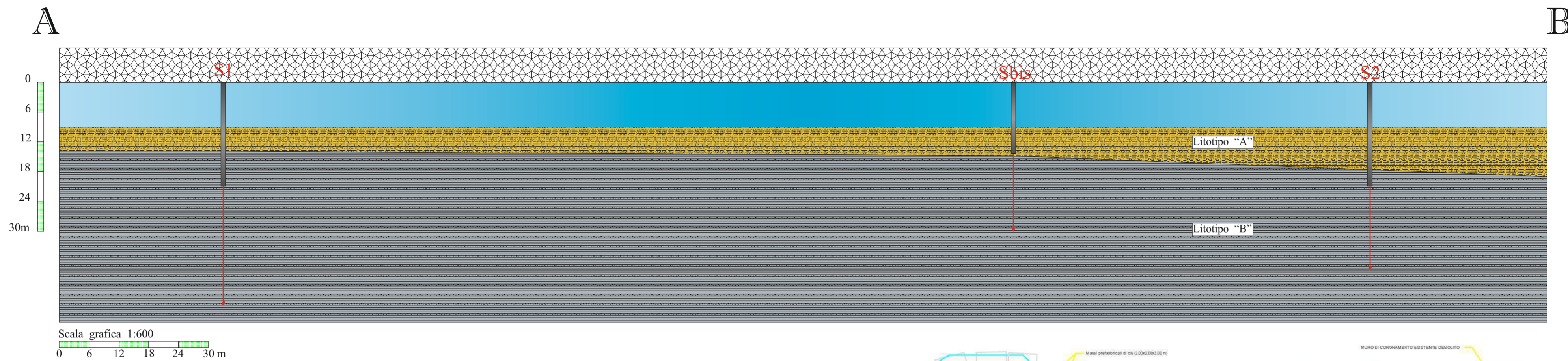


Fasi di infissione del vibrocarotiere

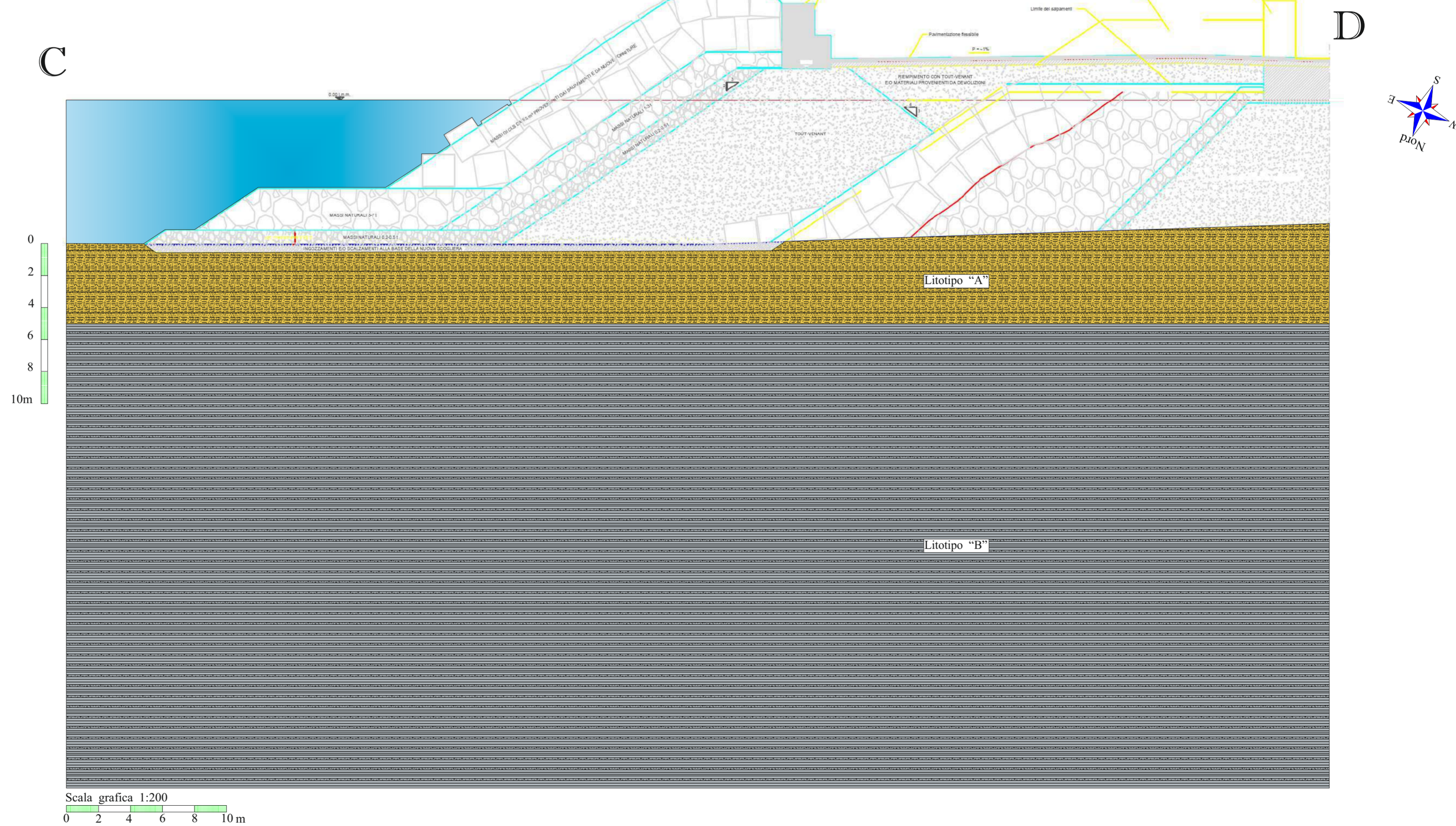


Materiale recuperato





SEZIONE GEOLITOLOGICA
SCALA 1:200

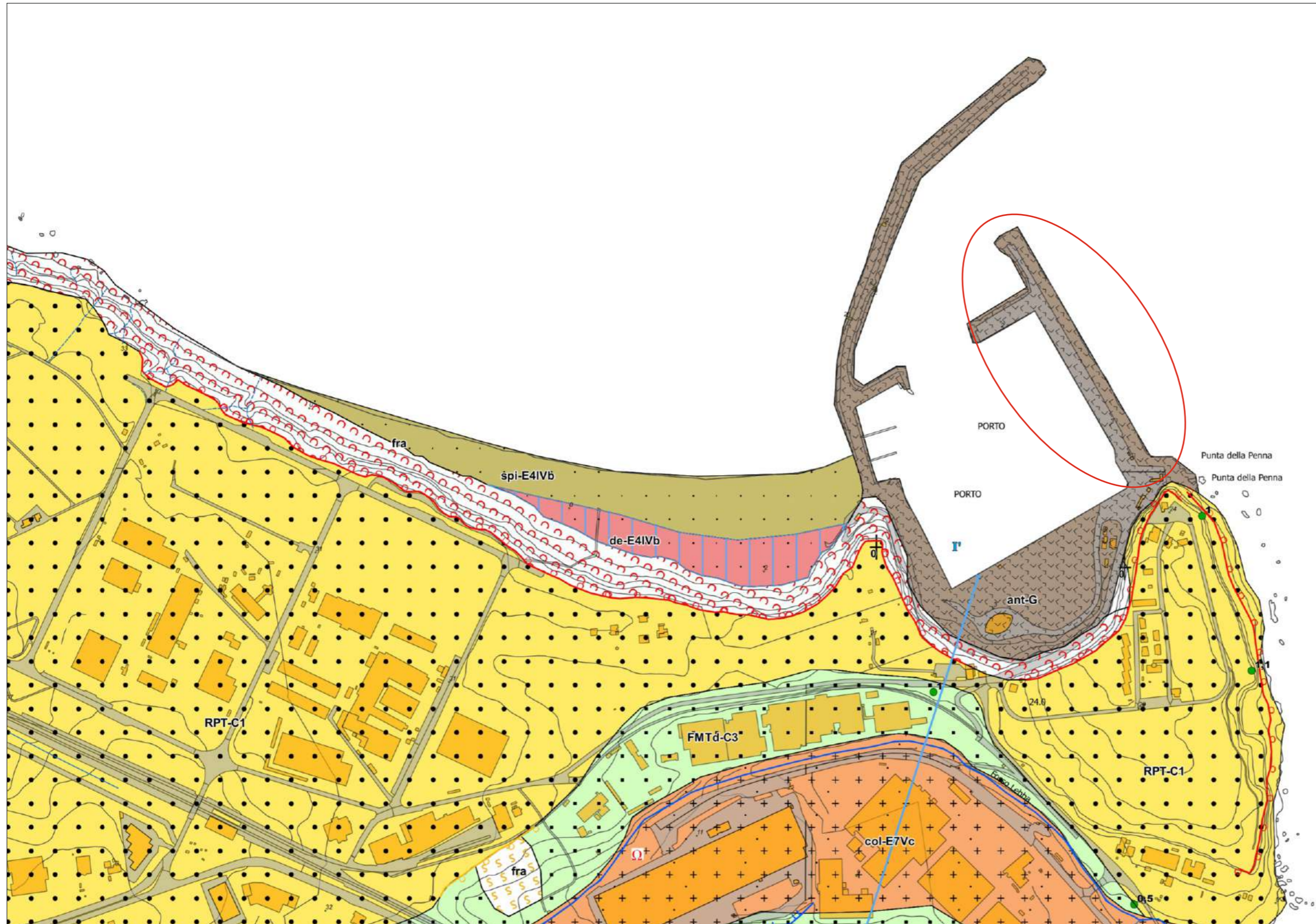


LEGENDA

- UNITA' DI COPERTURA**
DEPOSITI DI SPIAGGIA SOMMERSI
- LITOTIPO "A" Sabbie-limose con resti organici e sabbie con ghiaia di natura calcarea e arenacea.
- UNITA' DI SUBSTRATO**
FORMAZIONE DI MUTIGNANO
- LITOTIPO "B" Argille debolmente marnose di colore grigio con sottili livelli sabbiosi.

Stralcio Carta Geologico-Tecnica Microzonazione sismica Livello I

TAVOLA "H"



 Area oggetto di studio

Legenda

Unità Geologiche Continentali

- ant** Depositi antropici (Spessore massimo rilevato da sondaggio e di 15m)
- fra** Depositi di frana (Clocene-Attuale)
Depositi originati dal movimento di una massa di terra o roccia a causa della gravità secondo orientamenti variabili. Tali depositi, disposti in modo caotico, derivano dal distacco dei sovrastanti flussi affioranti. Sono costituiti da sabbie-limosi e limi-argillosi talora in presenza più o meno abbondante di clasti eterogenei sub-angolosi. (Fonte: Cartografia PAI Abruzzo)
- col** Depositi eluvio-colluviali (Clocene-Attuale)
Cotte di alterazione generalmente composta da sabbie limose e sabbie argillose con sparsi clasti poligenici di dimensioni variabili. Deriva dal distacco e alterazione del substrato sottostante. Spessori tra 0 e 10m. (Fonte: Carta geologica d'Italia - F. 372 Vasto- CARO)
- de** Depositi di dune eoliche (Clocene-Attuale)
Sabbie ediche a granulometria medio-fine, ben classate, sciolte o debolmente addensate. Spessore 1-3m. (Fonte: Carta geologica d'Italia - F. 372 Vasto- CARO)
- spi** Depositi di spiaggia (Clocene-Attuale)
Sabbie di spiaggia a granulometria medio fine sciolte, ghiaie con ciottoli eterometrici di forma generalmente discoidale, da arrotondati a sub arrotondati, pei e pei sabbiose parati. Spessore massimo 15m. (Fonte: Carta geologica d'Italia - F. 372 Vasto- CARO)
- al1** Depositi alluvionali del fiume Sinello (Clocene-Attuale)
- al2** Sistema della stazione di San Salvo (SZVb)
Depositi di conode alluvionale (Loc. Buorasotte) costituiti da ghiaie da clasto sostenute a matrice sostenute, con ciottoli poligenici ben arrotondati, di dimensioni da centimetriche a decimetriche. (Fonte: Carta geologica d'Italia - F. 372 Vasto- CARO)
- al3** Sistema di San Salvo (VLS)
Depositi di conode alluvionale costituiti da conglomerati clasto sostenuti da moderatamente a poco cementati, con ciottoli poligenici, da mediamente a ben arrotondati intercalati a letti e livelli sabbiosi. (Fonte: Carta geologica d'Italia - F. 372 Vasto- CARO)
- at1** Pleistocene medio
- at2** Pleistocene sup.
Depositi alluvionali terrazzati (atn) dal primo al terzo ordine, costituiti generalmente da ghiaie clasto sostenute o matrice sostenute, con clasti sub arrotondati in matrice sabbioso-silicea. Lo spessore è molto variabile, generalmente compreso tra 1 e 20m.
- at3** Pleistocene sup.

Unità Geologiche di Transizione

- RPT** Argille e Conglomerati di Ripa Testina (Pleistocene medio p.p.)
Conglomerati poligenici, eterometrici, fino alle dimensioni di blocchi da sub-angolosi ad arrotondati, in strati da sottili a molto spessi, con grado di cementazione variabile. Sono alterate a sabbie grossolane in letti e strati medi a fini. Spessore massimo in affioramento è di circa 25m. (Fonte: Carta Geologica d'Italia - F372 Vasto- CARO)

Unità Geologiche Marine

- FMTd** Associazione sabbioso-conglomeratica Formazione di Mutignano (Pleistocene inferiore)
Sabbie ed arenarie da fini a molto grossolane di colore giallastro, frequentemente bicolorate, in strati da sottili a spessi, con letti e livelli conglomeratici, con clasti calcarei e silicei generalmente ben arrotondati. Lo spessore massimo in affioramento è di circa 20m. (Fonte: Carta Geologica d'Italia - F372 Vasto- CARO)
- FMTa** Associazione pellico-sabbiosa Formazione di Mutignano (Pleistocene inferiore)
Argille ed argille marose di colore grigio azzurro, compatte, spesso a frattura concoidale, con intercalati livelli sottili di sabbie gialle, sabbie limose e sabbie microconglomeratiche. Si presentano quasi sempre ricoperte da una cotta di alterazione eluvio colluviale. Lo spessore affiorante è di almeno 170m. (Fonte: Carta Geologica d'Italia - F372 Vasto- CARO)

Unità Litotecniche

Significato delle sigle delle Unità geologico-tecniche

al3 - F3 V a

- al3 - Unità geologica
- F3 - Caratteri tessuturali particolari
- V - Grado di addensamento/consistenza
- a - Unità litotecnica

Substrato geologico

- C1** Breccie e Conglomerati clasto-sostenuti
- C3** Sabbie Cementate ed arenarie deboli
- D2** Argille Sovraconsolidate

Terreni di copertura

- E3** Ghiaia-sabbiosa
- E4** Sabbie
- E5** Sabbia-ghiaiosa
- E7** Limo-sabbioso
- F4** Argilla-limosa
- G** Terreni di origine antropica

Grado di addensamento/consistenza dei terreni coperti:

- I - Addensato
- II - Moderatamente addensato
- III - Poco addensato
- IV - Sciolto

Grado di consistenza dei terreni coperti:

- I - Estremamente consistente
- II - Molto consistente
- III - Consistente
- IV - Moderatamente consistente
- V - Poco consistente
- VI - Puro di consistenza

Caratteri tessuturali particolari:

- a - Presenza di inclusi ghiaiosi, litore abbondanti
- b - Presenza di frazione fine interstiziale limoso arg. fess. litore abbondante

Stralcio Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

UNIONE EUROPEA
 REGIONE ABRUZZO
 ATTIVITÀ DI PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO - MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO REGIONALE
 Progetto Cofinanziato con Fondi Comunitari POR-FESR Abruzzo - 2007-2013 Asse IV - Attività IV 3.1

MICROZONAZIONE SISMICA
 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
 con frequenze fondamentali di vibrazione

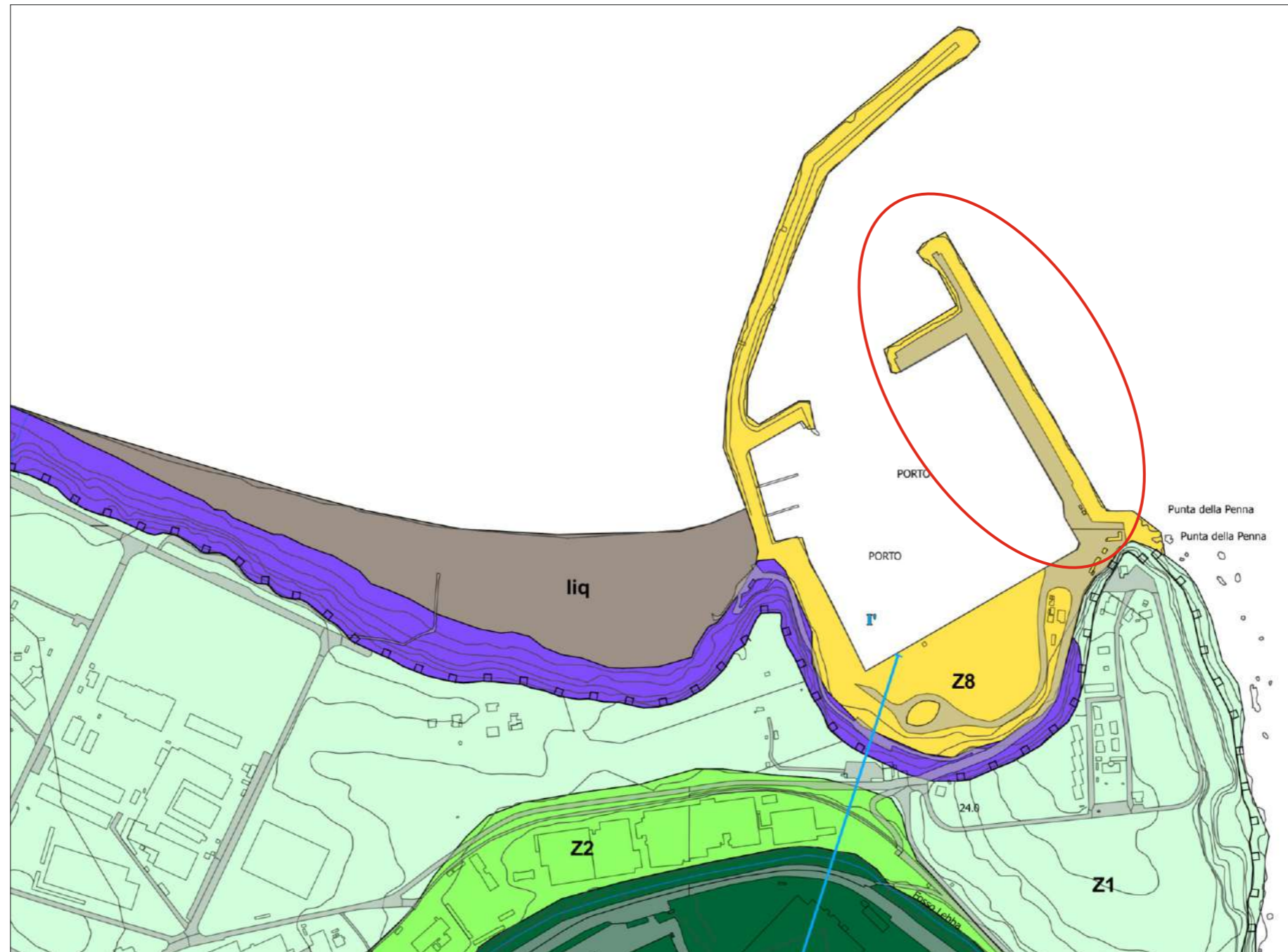
SCALA 1:5.000 TAV. 2 -Porto di Vasto-

REGIONE ABRUZZO
 Comune di Vasto (CH)

Validazione del Tavolo Tecnico MZS

Soggetti Realizzatori:
 Geol. DI TOTTO Luigi
 Geol. GERMANI Giuseppe

Data



Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zona 1 COL 0-5 m	Zona 2 FMTa 0-25 m	Zona 3 RPTa 0-15 m COL 0-10 m	Zona 4 COL 0-3 m FMTa
Zona 5 at-all 0-20 m FMTa	Zona 6 COL 0-10 m FMTa	Zona 7 at 0-10 m api 0-15 m FMTa	Zona 8 api 0-15 m

Conglomerati clasto-scleruliti eterometrici in matrice sabbiosa, addensati fino a cementati.
 Sabbie cementate ed arenarie deboli.
 Depositi argillosi ed argillo-sabbiosi sovraconsolidati. La loro consistenza varia da bassa (in superficie) ad elevata (in profondità).
 Depositi ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi in matrice prevalentemente sabbioso-limosa. Si presentano da poco a moderatamente addensati. Sono associabili alla messa in posto di terrazzi alluvionali (at).
 Depositi argillo-limosi, poco consolidati. Sono derivanti dal distacco ero dall'alterazione del substrato argilloso affiorante nell'area.
 Depositi limoso-sabbiosi, sciolti, poco coesivi. Sono derivanti dalla messa in posto di depositi marini o dal distacco ero dall'alterazione del substrato sabbiosi affioranti nell'area.
 Deposito antropico.

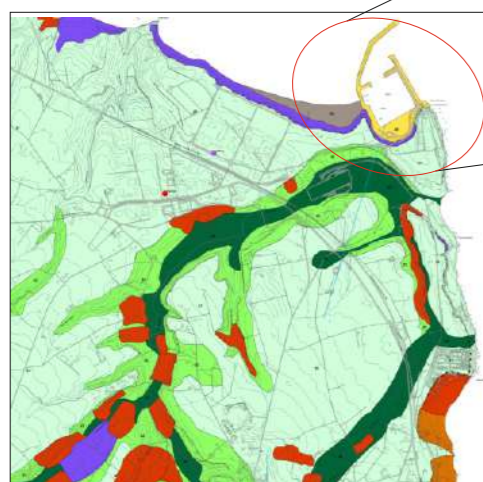
Zone suscettibili di instabilità

Instabilità di versante attivo	Instabilità di versante nascente	Instabilità di versante inattiva	Area potenzialmente liquefacibile
--------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------

Forme di superficie e sepolti

Caviglia sepolta	Cresta
Valle sepolta stretta	Orto di terrazzo fluviale > 20 m
Orto di terrazzo fluviale 10-20 m	Orto di scarpata morfologica > 20 m
Orto di scarpata morfologica 10-20 m	

Traccia delle sezioni geologico-tecniche



Area oggetto di studio

ALLEGATO 1

COMMITTENTE:



OGGETTO:

A.R.I.C.

AGENZIA REGIONALE INFORMATICA E COMMITTENZA

TITOLO

“POTENZIAMENTO ED AMPLIAMENTO- FASE 1 -BANCHINA LEVANTE/MOLO MARTELLO/MOLO SOPRAFLUTTO” - PORTO DI VASTO (CH)

CUP: E37H21010820006 – CIG: E37H21010820006

RAPPORTO DELLE INDAGINI



Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Silvio Cavallucci



TECHNOS  **IL S.R.L.**
GEOLOGIA - INDAGINI GEONOSTICHE
CONSOLIDAMENTI



ARGENTA S.O.A.
SOCIETÀ ORGANISMO DI ATTESTAZIONE

RIFERIMENTO ELABORATO

0	0	1	0	2	3	Febbraio, 2023
---	---	---	---	---	---	----------------

SOMMARIO

SOMMARIO	1
1.0 PREMESSA	2
2.0 INDAGINE GEOGNOSTICA	6
3.0 PROVE IN FORO	9
3.1 PROVE SPT	9
4.0 PRELIEVO DI CAMPIONI	11
4.1 PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI	11
4.2 PRELIEVO DI CAMPIONI RIMANEGGIATI	11
5.0 INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW	12
6.0 INDAGINE SISMICA DI TIPO HVSR	14
7.0 RILIEVO GPS	16
8.0 RIEPILOGO ATTIVITÀ	17

ALLEGATI:

- UBICAZIONE PUNTI DI INDAGINE
- STRATIGRAFIE DI SONDAGGIO
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- INDAGINE SISMICA MASW
- INDAGINI SISMICHE HVSR

ALLEGATI FUORI TESTO:

- PROVE DI LABORATORIO (IN FASE DI ESECUZIONE)

1.0 PREMESSA

Nel presente elaborato sono documentate le attività geognostiche e geotecniche svolte nell'ambito dei lavori relativi all'intervento di: **"POTENZIAMENTO ED AMPLIAMENTO- FASE 1 -BANCHINA LEVANTE/MOLO MARTELLO/MOLO SOPRAFLUTTO - PORTO DI VASTO (CH)"**, eseguite su commissione dell'**AGENZIA REGIONALE INFORMATICA E COMMITTENZA (A.R.I.C.)**.

I riferimenti di gara sono i seguenti:

CUP: E37H21010820006 – CIG: E37H21010820006



Fig.1: Immagine tratta da Google Earth

Il programma d'indagine, come indicato nei documenti a base di gara le cui ubicazioni sono riportate in calce, è il seguente:

Programma di indagine indicato nei documenti a base di gara		
Sondaggi Geognostici		
ID Sondaggio	Profondità (m)	SPT
S1	30.0/35.0	2/3
S2	30.0/35.0	2/3
Indagini Geotecniche		
ID	Profondità (m)	
CPT/CPTU 1	-	
CPT/CPTU 2	-	
CPT/CPTU 3	-	
Indagini Geofisiche		
ID	Stendimento	
HVSR 1	-	
HVSR 2	-	
MASW 1	50.0 m	



Fig.2: Ubicazione indagini a base di gara

In fase esecutiva, per ragioni tecniche-operative, così come indicato nel **verbale di consegna del 31/01/2023**, è stato convenuto di sostituire le prove CPT/CPTu con un ulteriore sondaggio geognostico e prove di laboratorio geotecnico sui campioni di terreno prelevati.

Le modalità adottate per l'esecuzione delle attività fanno riferimento alle seguenti norme, capitoli e specifiche tecniche:

- ✓ DM 11 Marzo 1988 n. 47 LL PP "Norme Tecniche riguardanti le Indagini sui terreni e sulle rocce" e nelle Norme Tecniche dell'A.G.I. 1977;
- ✓ UNI ENV 1997-3:2002 (Eurocodice 7) "Progettazione geotecnica-Progettazione assistita con prove in sito";
- ✓ DECRETO MATTM 15 luglio 2016 n°173 (Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini);
- ✓ Istruzioni impartite dalla D.L..

2.0 INDAGINE GEOGNOSTICA

Trattandosi di attività in mare, propedeuticamente all'esecuzione dei sondaggi, si è provveduto all'installazione dell'attrezzatura di perforazione su un motopontone con caratteristiche tecniche idonee in termini di pescaggio, stazza e sistema di protezione provvisto di gru Liebherr 872 da 90 tonnellate.

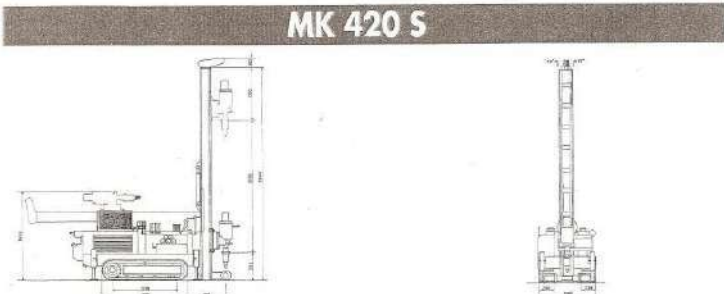
Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle caratteristiche tecniche del motopontone:

Caratteristiche Motopontone INMARE	
Dimensioni:	36 x 16 m
	<p>Il Motopontone INMARE I è un pontone in grado di lavorare per la creazione/ricarica di scogliere, per interventi di manutenzione portuale e di darsene, per interventi di dragaggio e per lavori di assistenza Diver. È dotato di una gru Liebherr 872 da 90 tonnellate con benna a polipo da 2,5 m³ e benna bivalve da 5 m³. La portata della sua tramoggia (è in grado di caricare 550 tonnellate di materiale) lo rende uno dei più grandi Motopontoni operanti nell'Adriatico centro-meridionale.</p>

Fig.2: Caratteristiche Tecniche Motopontone INMARE I e documentazione fotografica in fase di carico.

Per l'esecuzione dei sondaggi è stato utilizzato il seguente impianto di perforazione:

MODELLO CMV MK 420 S



DATI TECNICI			
Motore Diesel VM	Hp 67,5	Morsa bloccaggio	Dia. 60 - 220
Mast applicabili	Tipo M.T. 1-2-3	Martinetto svitatore	Dia. 60 - 220
Lunghezza mast	mm. 2100 - 3000 - 5000	Testa di rotazione TR	Tipo 420
Corona testa TR	mm. 1150 - 1700 - 3500	Coppia max - min	Kgm. 420 - 118
Spinta	Kg. 1500	Giri max - min	Rpm. 250 - 70
Tiro	Kg. 2500	Cambio	Rapp. 2
Argano tiro	Kg. 1000	Prolunga mast	Mt. 1,00
Capacità fune	mt. 62	Peso	Kg. 3600
APPLICAZIONI: Pompa acqua / Pompa scarafatrice Kit per Jet Grouting		LAVORI ESEGUIBILI: Micropali / Tiranti / Sondaggi / Jet Grouting	




Fig.3: Specifiche tecniche della sonda perforatrice.

All'inizio di ogni sondaggio è stato, innanzitutto, accertato il buono stato dell'attrezzatura di perforazione, garantendo l'assenza di sgocciolamenti e perdite di olio idraulico dai circuiti.

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati eseguiti con un sistema di perforazione tradizionale costituito da batteria di aste e carotiere semplice, con diametro di 101 mm e con rivestimento a seguire del diametro di 127 mm.

Le carote di terreno estratte nel corso del sondaggio sono state conservate in apposite cassette catalogatrici in PVC, provviste di scomparti da 1.0 m di lunghezza e coperchio apribile. Su tali reperti di sondaggio, il geologo presente in cantiere ha provveduto ad eseguire la descrizione stratigrafica, i cui dettagli sono riportati nella tabella stratigrafica posta in allegato.

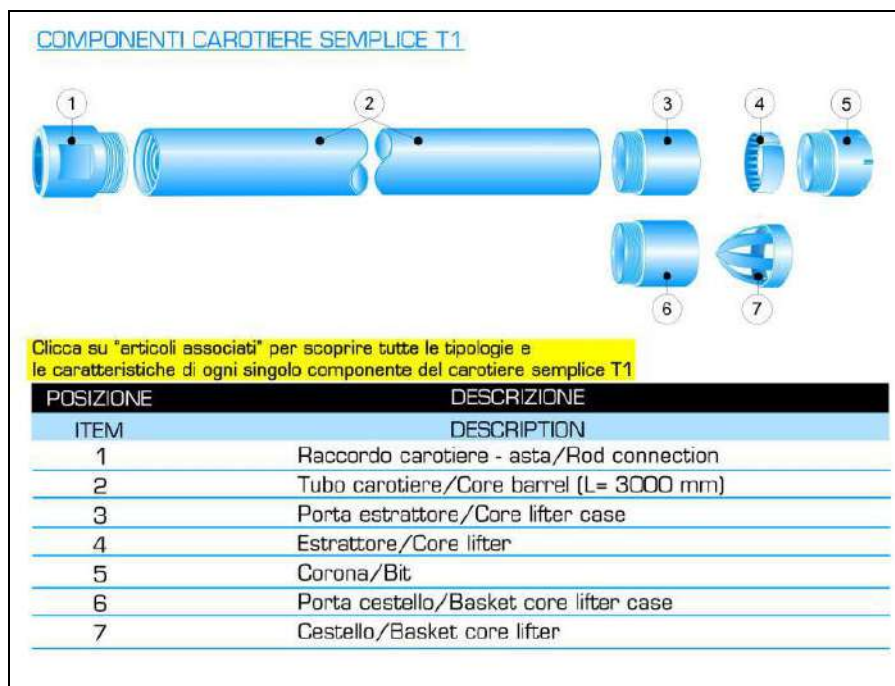


Fig.4: Carotiere semplice.

L'estrusione delle carote di terreni sciolti è eseguita a pressione idraulica, utilizzando la pompa di servizio o, quando necessario, la pompa scarotatrice ad alta pressione.

Questa operazione avviene posizionando il carotiere a terra, in posizione orizzontale, utilizzando una canaletta di lunghezza idonea per la raccolta della carota estrusa. Durante l'operazione di estrusione si ha la massima cura affinché il terreno non si dilavi.

3.0 PROVE IN FORO

3.1 PROVE SPT

Le prove S.P.T. (Standard Penetration Test) sono state eseguite in avanzamento all'interno dei fori di sondaggio, con la porzione di foro sovrastante opportunamente rivestita. Per l'esecuzione delle prove sono state utilizzate attrezzature conformi a quanto stabilito nelle normative di riferimento ASTM D.1586/67 – 74, UNI ENV 1997-3:2002 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Progettazione assistita con prove in sito, UNI EN ISO 22476-3:2005 Indagini e prove geotecniche – Prove in sito – Parte 3: Prova penetrometrica dinamica tipo SPT (Standard Penetration Test).

La prova consiste nell' infissione a percussione, secondo una procedura standardizzata, di un campionatore a pareti grosse di dimensioni standard (campionatore Raymond) nel fondo di un foro di sondaggio e nella registrazione dei colpi necessari per una penetrazione di 30 cm.

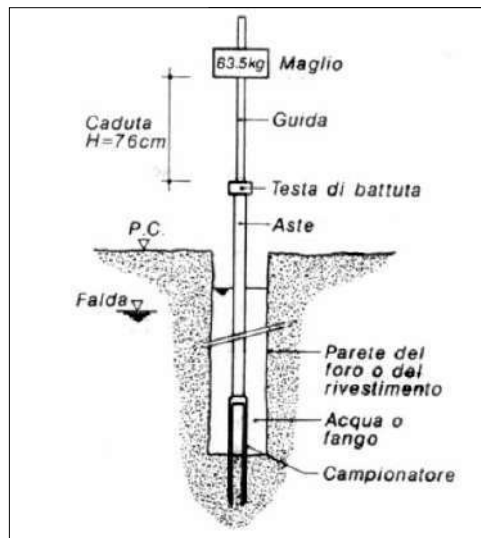


Fig.5: Schema di una prova SPT.

Il tubo campionario è collegato alla superficie mediante batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0.76 m.

Per la prova sono state utilizzate le seguenti attrezzature standard:

- Aste d'infissione del diametro esterno 50 mm e peso di 7 kg/m;
- Testa di battuta di acciaio avvitata sulle aste;
- Maglio di acciaio di 63.5 kg;
- Dispositivo automatico che consente la caduta del maglio da un'altezza di 0.76 m;
- Centratore di guida per le aste fra la testa di battuta e il piano campagna.

Il campionario Raymond, ha diametro esterno di 51 mm, spessore 16 mm e lunghezza complessiva comprendente scarpa e raccordo alle aste di 813 mm. Esso consta di un tubo diviso longitudinalmente a metà; i due semitubi sono tenuti insieme, durante l'infissione, o da una scarpa

tagliante avvitata alla base e da un anello in testa o da una punta conica, a seconda delle litologie interessate dalla prova.

Le prove eseguite a punta aperta hanno permesso il prelievo di un campioncino semi-indisturbato i cui dettagli sono riportati nei certificati stratigrafici.

Durante la prova si misura:

N_1 = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionatore per i primi 15 cm, assunti come tratto di "avviamento";

N_2 = numero di colpi che provoca la penetrazione del campionatore nei successivi 15 cm;

N_3 = numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:

$$N_{SPT} = N_2 + N_3$$



Fig. 6: Campionatore Raymond. a) a punta aperta; b) a punta chiusa; c) tubo diviso longitudinalmente senza punte.

4.0 PRELIEVO DI CAMPIONI

4.1 PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI

Il prelievo dei campioni indisturbati è stato eseguito in corrispondenza dei terreni coesivi con campionatori Shelby. Sono state usate fustelle di acciaio inox, del diametro di 83 mm e lunghezza variabile tra 50 e 60 cm. I campioni prelevati, sono stati sigillati in sito con paraffina ed etichettati; ogni targhetta riporta le informazioni relative a data di prelievo, numero sondaggio, numero campione, profondità di inizio e fine prelievo.

4.2 PRELIEVO DI CAMPIONI RIMANEGGIATI

I campioni rimaneggiati di tipo geotecnico sono stati prelevati in corrispondenza delle SPT eseguite in corso di sondaggio ed implementati con il terreno prelevato direttamente dalle carote dei terreni terebrati e conservati in sacchetti di polietilene, riportando, con etichetta, sigla del sondaggio, numero campione e profondità. Il loro prelievo è stato eseguito rispettando quanto richiesto dalla Committenza.

5.0 INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW

L'analisi spettrale delle onde di superficie, questa tipologia d'indagine, denominata MASW (Multi-Spectral Analysis of Surface Waves), consiste nell'energizzazione del terreno dalla superficie e nella registrazione delle onde di superficie (di tipo Rayleigh) in corrispondenza di una serie di geofoni allineati in asse con la sorgente. Attraverso un procedimento di inversione della curva di dispersione prodotta si giunge alla ricostruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio V_s per la successiva determinazione dei moduli di elasticità tangenziali (G_0) a bassissimi livelli di deformazione. La tecnica MASW si basa sulla registrazione delle onde di superficie in corrispondenza di una serie di geofoni a interasse fisso (MASW) o variabile (SASW-M), allineati con la sorgente. Le metodologie consentono di definire il profilo di velocità delle onde di taglio dei terreni; adottando diverse strumentazioni e diversi protocolli sperimentali la prospezione può essere applicata a:

- ✓ caratterizzazione delle pavimentazioni e del corpo dei rilevati stradali;
- ✓ caratterizzazione di terreni in superficie o in profondità, fino a qualche decina di metri, anche per la determinazione del parametro della V_{s30} (velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità).

Per l'esecuzione delle indagini MASW è stata utilizzata la seguente strumentazione e software di elaborazione:

- ✓ cordella metrica e strumenti per la pulizia e preparazione della superficie del terreno;
- ✓ sistema di energizzazione di tipo impulsivo, costituito da una mazza di massa di 10 kg, in relazione alla lunghezza degli stendimenti.
- ✓ un sismografo multicanale del tipo TROMINO ENGY 3G avente le seguenti caratteristiche:

La procedura di prova prevede la disposizione dei ricevitori (in questo caso del Tromino Engy 3G) lungo un allineamento sulla superficie della verticale da investigare.

La prova si esegue trasmettendo da una sorgente al terreno una forza di tipo impulsivo, attraverso il sistema di energizzazione a massa battente.

TROMINO ENGY 3G

Registratore digitale tutto in uno (1Gb memoria)

- 3 canali velocimetrici per microtremitore sismico ambientale (saturazione ± 1.2 mm/s in banda)
- 3 canali velocimetrici per vibrazioni forti (saturazione ± 47 mm/s in banda)
- 3 canali accelerometrici
- 1 canale analogico (es. trigger esterno)
- frequenze di campionamento 128, 256, 512, 1024 Hz su tutti i canali; 32768 Hz su 2 canali
- moduli GPS e radio interni
- cavo trigger e software per la sismica attiva (ris. rif. **SW ARRAY**)
- valigetta rigida e cavo USB per trasferimento dati al PC

software **gnia** per

- scaricamento dati e funzioni di database;
- analisi dei dati spettrale, direzionale, di 'sito di riferimento' e H/V e secondo le linee guida europee
- modulo per la stima del parametro V_{s30} tramite fit vincolato della curva H/V
- modulo per l'analisi di vibrazioni su strutture secondo le principali normative europee
- sismica a rifrazione (picking primi arrivi e dromocroni per la determinazione di profili V_p e V_s)
- SASW / MASW (modellazione diretta di curve di dispersione della velocità di fase di onde di Rayleigh e Love anche nei modi superiori per la determinazione di profili di V_s)

La sorgente sarà ubicata alternativamente su entrambi gli estremi dell'allineamento, ciò consente di ottenere una compensazione di eventuali distorsioni di fase interne dei geofoni e una parziale riduzione degli effetti dovuti a discontinuità locali o a stratificazioni leggermente inclinate del deposito. La superficie di appoggio, su cui è stato realizzato l'allineamento (uno in ogni sito), è stata preventivamente regolarizzata, asportando l'eventuale vegetazione lì dove era presente. Il campionamento temporale è stato tarato in modo da garantire che tutto il treno d'onda relativo alla propagazione delle onde superficiali sia registrato, quindi la durata dell'acquisizione è maggiore o uguale al tempo necessario per l'armonica più lenta a raggiungere il sensore più lontano. L'intervallo di campionamento dovrà garantire la stima delle armoniche di interesse in base alle regole del campionamento (frequenza di campionamento almeno doppia - meglio se pari a cinque volte - della frequenza più alta da registrare). Una volta completata la caratterizzazione in sito della verticale di indagine e definita la curva di dispersione sperimentale tra velocità di fase e lunghezze d'onda, si esegue il processo di inversione per giungere alla definizione di un modello numerico e della corrispondente curva di dispersione numerica. Il processo di inversione è stato realizzato col software Grilla dedicato, attraverso una procedura iterativa: andrà ipotizzato un profilo stratigrafico verticale di prima ipotesi caratterizzato da determinati spessori di terreno e dati valori del coefficiente di Poisson e della densità. Pregresse indagini eseguite nello stesso dominio geologico sono state utilizzate come termine di confronto e taratura dei parametri di input. Il processo di iterazione verrà ripetuto variando opportunamente i parametri di input e sarà concluso una volta giunti ad un modello che presenti una curva di dispersione numerica assimilabile con buona approssimazione a quella sperimentale. Il profilo di velocità delle onde di taglio Vs così ottenuto, sarà quindi utilizzato per stimare la variazione del modulo di taglio G_0 in funzione della profondità.



Fig.7 : Documentazione fotografica MASW 1.

6.0 INDAGINE SISMICA DI TIPO HVSR

La tecnica sismica passiva a stazione singola, nota anche come “microtremore”, studia il campo d’onda delle vibrazioni ambientali. Le vibrazioni ambientali (o rumore sismico ambientale o microtremore) sono movimenti del terreno caratterizzati da ampiezze non percepibili dall’uomo (dell’ordine di 10⁻⁴- 10⁻² mm). La metodologia utilizzata, chiamata anche tecnica Nakamura (1989), è stata introdotta per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970). Tale tecnica si basa essenzialmente sul rapporto spettrale H/V (H= componente orizzontale e V= componente verticale) di rumore ambientale (seismic noise), ovvero delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno misurati in un punto con un apposito sismometro a tre componenti. La tecnica di Nakamura assume che i microtremori consistano di un tipo di onde superficiali, le onde di Rayleigh, che si propagano in un singolo strato sovrastante su semispazio e che la presenza di questo strato sia causa di amplificazione al sito. L’esito della prova è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto tra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione. Le frequenze alle quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura. Per l’acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismometro digitale della Moho S.p.a. modello Tromino 3G.

MODALITÀ ESECUTIVA

In fase operativa il rumore sismico è stato registrato nelle tre componenti per un intervallo di tempo di 30 minuti con una di campionamento impostata a 128 Hz. La prova è stata eseguita ponendo particolare attenzione all’accoppiamento strumento-terreno, curando la messa in bolla dei sensori, valutando la presenza di possibili fonti di disturbo nelle immediate vicinanze dei sensori e ponendo al riparo le parti mobili della strumentazione da eventuali spostamenti. Si è posta, inoltre, particolare attenzione alla presenza di radici, sottoservizi, vicinanza di edifici, vento o altri disturbi atmosferici in quanto creano disturbo nel segnale H/V inducendo una forte perturbazione a bassa frequenza. Lo strumento è stato posizionato ancorando lo strumento in maniera solidale al terreno mediante l’ausilio di appositi puntelli.

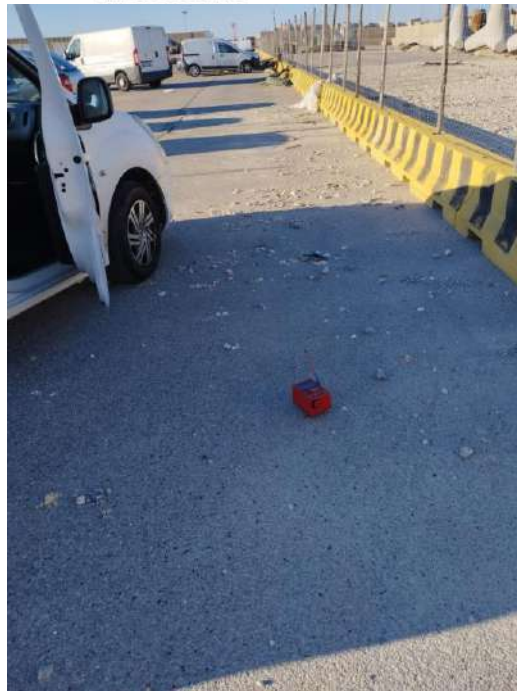


Fig.8 : Documentazione fotografica HVSR.

ELABORAZIONE DEI DATI

I dati acquisiti sono stati elaborati tramite il software “Grilla” in grado di consentire la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo mediante la tecnica dei rapporti spettrali secondo le linee guida del Progetto Europeo SESAME (Site EffectS assessment using Ambient Excitations, 2005).

Le risultanze dell’elaborazione sono presentate mediante graficazione dei rapporti spettrali H/V delle varie componenti indicando il massimo del rapporto HVSR nel valore di f_0 (Frequenza di risonanza e la sua deviazione standard). La curva H/V ottenuta è stata osservata congiuntamente allo spettro delle singole componenti, tale operazione ha permesso di discernere il picco di natura stratigrafica da quello eventualmente generato da fonti di disturbo di origine antropica.

Infatti le componenti spettrali NS, EW e Z (componente verticale) hanno comunemente ampiezze simili, alla frequenza di risonanza si genera una forma “a occhio” tra le componenti orizzontali che è indicativa di risonanza stratigrafica (Castellaro e Mulargia, 2009b).

7.0 RILIEVO GPS

A fine cantiere si è provveduto al rilievo topografico di tutti i punti di indagine mediante GPS della GEOMAX modello Zenith 35 PRO TAG Rover. La posizione planimetrica, di ciascun punto di indagine, è stata definita rispetto a capisaldi dell'Istituto Geografico Militare (IGM), forniti dalla DL, e restituita in coordinate Gauss Boaga e UTM WGS84. La quota di ciascun punto di indagine è stata definita rispetto al livello medio marino o al riferimento locale. Le tolleranze plano-altimetriche saranno contenute nel limite massimo di ± 5 c.



Fig.9 : Rilievo Topografico.

8.0 RIEPILOGO ATTIVITÀ

ARIC PORTO DI VASTO								
Sondaggi Geognostici								
ID Sondaggio	Profondità (m)	Attrezzatura in foro di sondaggio	SPT	Campioni indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Ambientali	Campioni Litoidi	Campioni Acqua
S1	35.0	-	4	4	1	-	-	-
S2	29.0	-	4	2	3	-	-	-
Sbis	30.0	-	3	3	2	-	0	-
Indagini Geofisiche								
ID	Stendimento	VS eq (m/s)	f0 (Hz)	Categoria Sottosuolo				
HVSR 1	-	-	20.94	-				
HVSR 2	-	-	51.81	-				
MASW 1	50.0 m	417	-	B				



ALLEGATI:

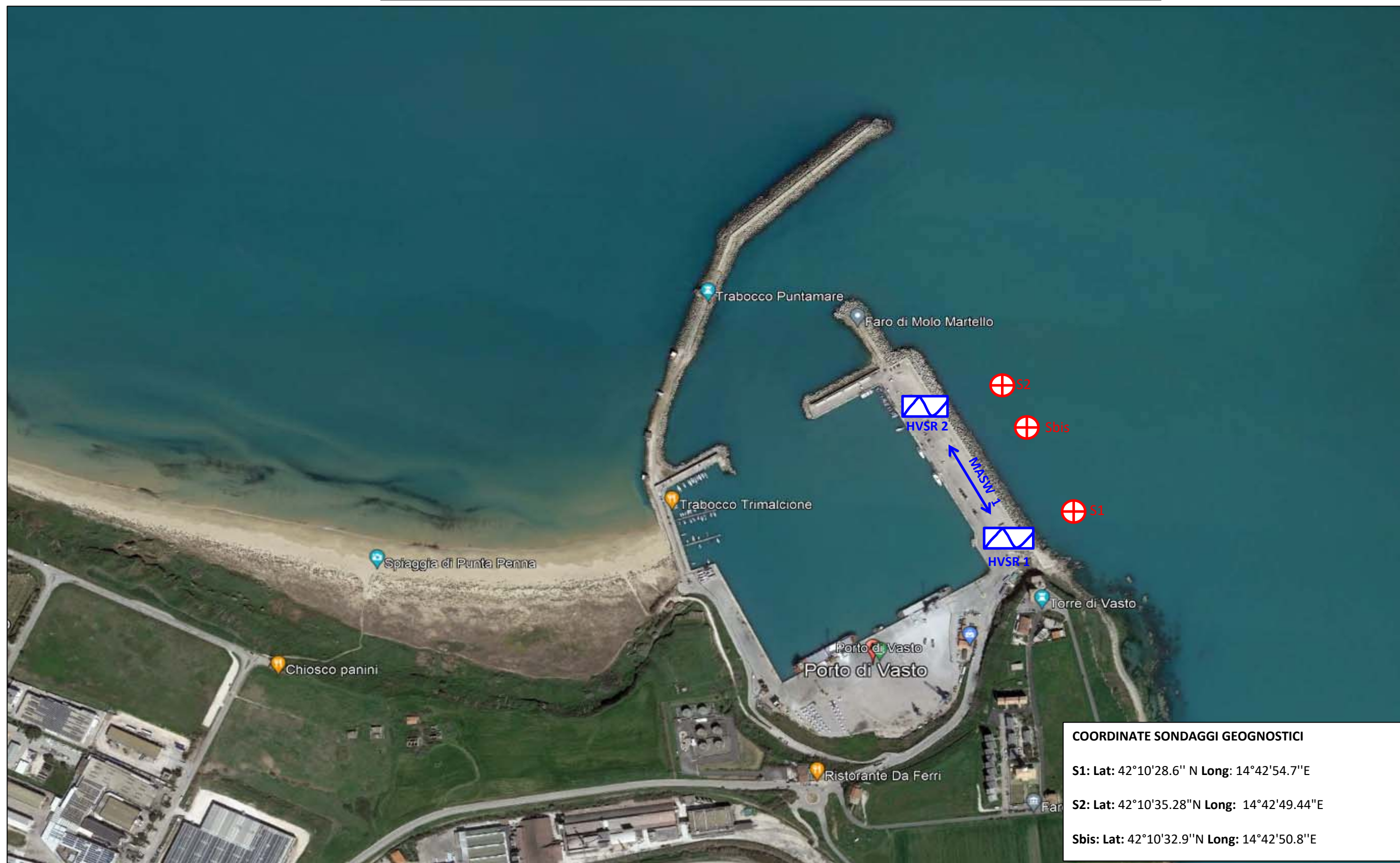
- UBICAZIONE PUNTI DI INDAGINE
- STRATIGRAFIE DI SONDAGGIO
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- INDAGINE SISMICA MASW
- INDAGINI SISMICHE HVSR
- PROVE DI LABORATORIO IN FASE DI ESECUZIONE

ALLEGATI FUORI TESTO:

- PROVE DI LABORATORIO (IN FASE DI ESECUZIONE)

UBICAZIONE INDAGINI

POTENZIAMENTO ED AMPLIAMENTO- FASE 1 -BANCHINA LEVANTE/MOLO MARTELLO/MOLO SOPRAFLUTTO - PORTO DI VASTO (CH)



COORDINATE SONDAGGI GEOGNOSTICI	
S1:	Lat: 42°10'28.6" N Long: 14°42'54.7"E
S2:	Lat: 42°10'35.28"N Long: 14°42'49.44"E
Sbis:	Lat: 42°10'32.9"N Long: 14°42'50.8"E

LEGENDA

Sondaggio Geognostico a Carotaggio Continuo

Indagine sismica passiva HVSr

Indagine sismica MASW



Ref. N. 9862-A
Conforme alla norma
UNI EN ISO 9001:2008



LABORATORIO
AUTORIZZATO
con Decreto Ministeriale n.
8695 del 26/09/2011

STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO

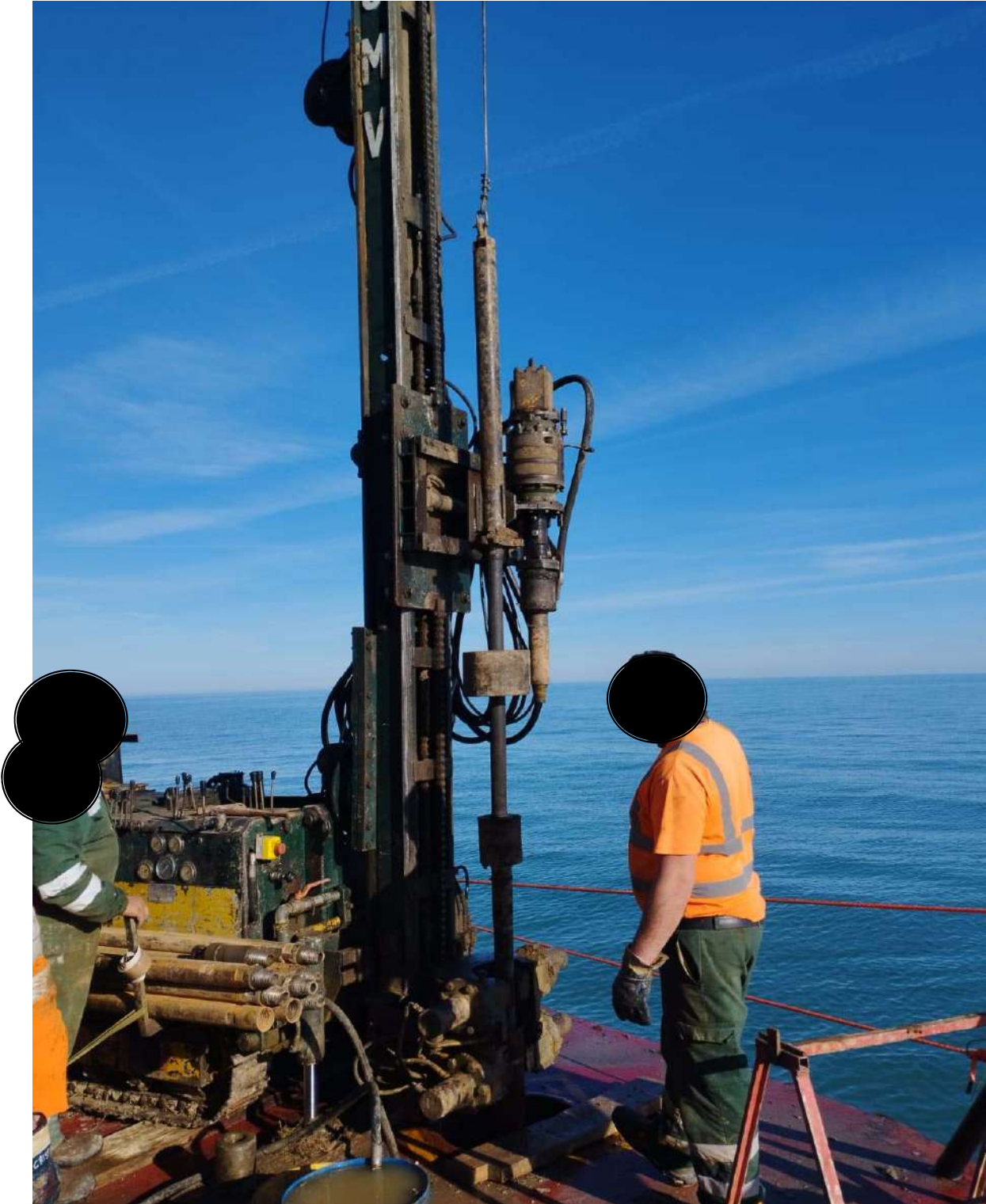
COMMITTENTE : ARIC	CODICE SONDAGGIO S1		
OPERA : "Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"	COORDINATE GAUSS B.		QUOTA s.l.m.
LOCALITA' : Vasto (CH)	DATA	Inizio 01/02/2023	Fine 01/02/2023


SCALA : 1:100	TIPO SONDA : CMV 420S	DIAMETRO FORO: Iniziale 127 mm Finale 101 mm	OPERATORI Renzella - Assetta - Di Bacco
	METODO PERFORAZIONE: C.C.	CAMPIONATORE : SHELBY	GEOLOGO : Cavallucci S.

CAROTIERE MANOVRE	PROFONDITA' DAL P.C.	POTENZA DELLA FORMAZIONE	SEZIONE STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE	RECUPERO CAROTAGGIO (%)				R.Q.D. Rock Quality Designation (%)				TORE VANE (Kg/cmq)				Pocket Penetrometer (Kg/cmq)				CAMPIONI			PROVE IN FORO		FALDA	PROVE SPT	tubo inclinometrico	TUBI DI RIVESTIMENTO
					20	40	60	80	10	30	50	70	90	0.5	1	1.5	1	2	3	4	Indisturbati	Rimaneggiati	Litoidi	Pressiometriche	Lefranc				
carotiere semplice	21.00			Alternanza decimetrica costituita da limi argillosi, limi argillosi sabbiosi molto consistenti e sabbie a vario tenore limoso argilloso. Occasionalmente, si rilevano resti conchigliari di bivalvi, resti carboniosi e lignei.																									
	24.00																												
	27.00																												
	30.00																												
	35.00																												

TECHNOS I.L. S.R.L.		DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
<small> GEOLOGIA - INGEGNERIA GEOLOGICA CONSULEGANZI Ref. N. 8862-A Conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008 </small>		COMMITTENTE : ARIC	SI
OPERA : "Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"		DATA inizio : 01/02/2023	DATA fine : 01/02/2023
		PROFONDITA' FORO: 35,00 mt	
LOCALITA' : Vasto (CH)		TIPO SONDA: CMV 420s	TAVOLA 1 DI 5

Postazione di sondaggio



TECHNOSIL S.R.L. GEOLOGIA - INGEGNERIA GEOLOGICA CONSULENZA		DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
 Ref. N. 9862-A Conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008	COMMITTENTE : ARIC	SI	
OPERA : "Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"	DATA inizio : 01/02/2023 PROFONDITA' FORO: 35,00 mt	DATA fine : 01/02/2023	
LOCALITA' : Vasto (CH)	TIPO SONDA: CMV 420s	TAVOLA 2 DI 5	

CASSA N°1 da 0,00 a 5,00 mt



CASSA N°2 da 5,00 a 10,00 mt



TECHNOS I.L. S.R.L. GEOLOGIA - INGEGNERIA GEOTECNICA E GEOTECNICHE (CONSULENZA) Ref. N. 8862-A Conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008		DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
COMMITTENTE :	ARIC	SI	
OPERA :	"Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"	DATA inizio : 01/02/2023 PROFONDITA' FORO:	DATA fine : 01/02/2023 35,00 mt
LOCALITA' :	Vasto (CH)	TIPO SONDA:	CMV 420s TAVOLA 3 DI 5

CASSA N°3 da 10,00 a 15,00 mt



CASSA N°4 da 15,00 a 20,00 mt



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

COMMITTENTE :	ARIC	SI
OPERA :	"Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"	DATA inizio : 01/02/2023 DATA fine : 01/02/2023 PROFONDITA' FORO: 35,00 mt
LOCALITA' :	Vasto (CH)	TIPO SONDA: CMV 420s TAVOLA 4 DI 5

CASSA N°5 da 20,00 a 25,00 mt



CASSA N°6 da 25,00 a 29,00 mt



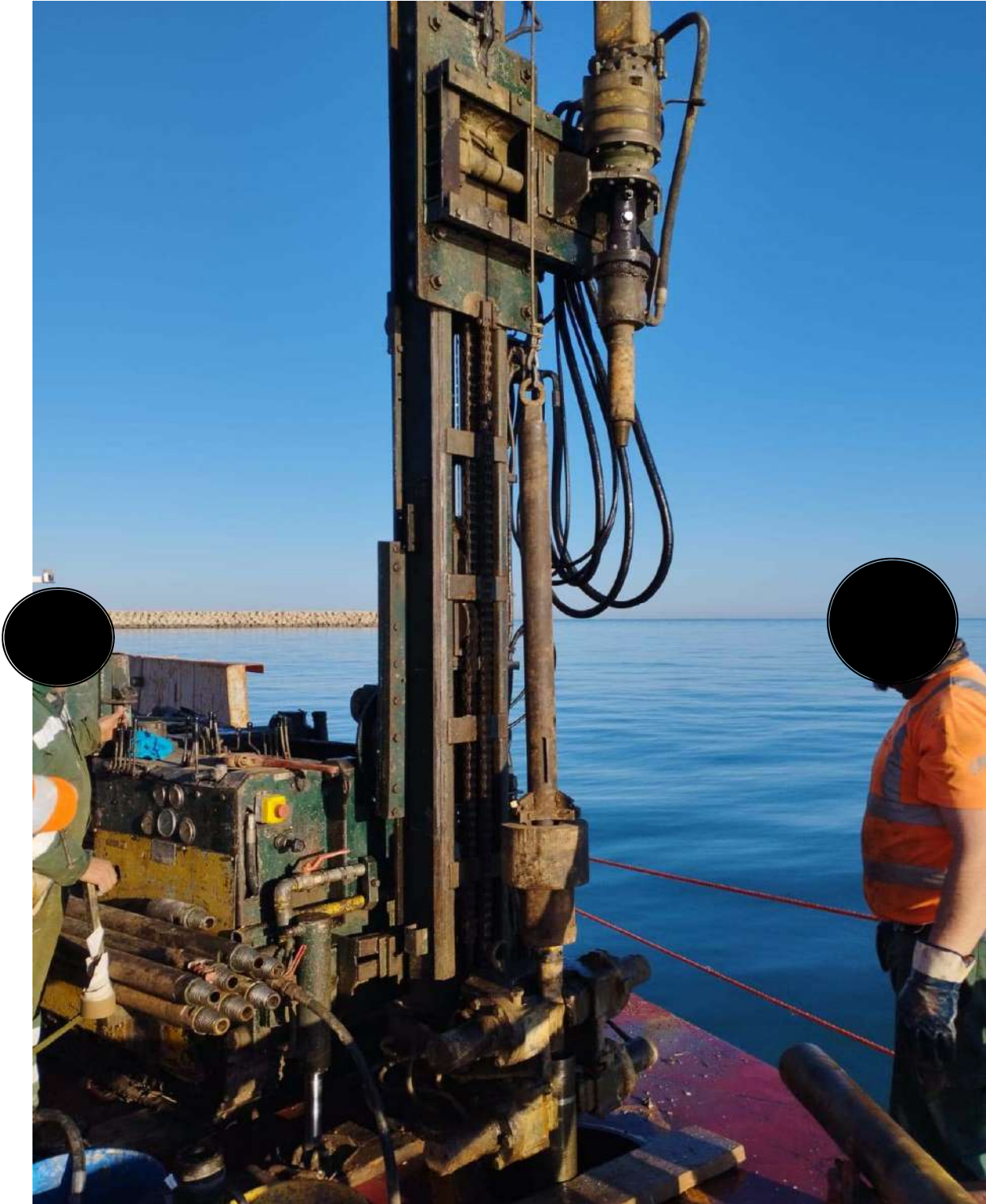
TECHNOS IL S.R.L. GEOLOGIA - INGEGNERIA - GEOTECNICHE CONSOLIDAMENTI		DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
<small>Ref. N. 9862-A Conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008</small> <small>LABORATORIO AUTORIZZATO con Decreto Ministeriale n. 8685 del 26/09/2011</small>		COMMITTENTE : ARIC	SI
OPERA : "Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"		DATA inizio : 01/02/2023	DATA fine : 01/02/2023
LOCALITA' Vasto (CH)		PROFONDITA' FORO: 35,00 mt	TIPO SONDA CMV 420s TAVOLA 5 DI 5

CASSA N°7 da 30,00 a 35,00 mt



TECHNOS I.L. S.R.L.		DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
<small> GEOLOGIA - INGEGNERIA GEOLOGICA CONSULEGANZA Ref. N. 8862-A Conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008 ARISTEA S.p.A. </small>		COMMITTENTE : ARIC	S2
OPERA : "Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"		DATA inizio : 02/02/2023	DATA fine : 02/02/2023
		PROFONDITA' FORO: 29,00 mt	
LOCALITA' : Vasto (CH)		TIPO SONDA: CMV 420s	TAVOLA 1 DI 4

Postazione di sondaggio



TECHNOSIL S.R.L. GEOLOGIA - INGENIERIA GEOLOGICA CONSULENZA		DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
COMMITTENTE :	ARIC	S2	
OPERA :	"Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"	DATA inizio : 02/02/2023	DATA fine : 02/02/2023
LOCALITA' :	Vasto (CH)	PROFONDITA' FORO:	29,00 mt
		TIPO SONDA:	CMV 420s TAVOLA 2 DI 4

CASSA N°1 da 0,00 a 5,00 mt



CASSA N°2 da 5,00 a 10,00 mt



TECHNOS I.L. S.R.L. GEOLOGIA - INGEGNERIA GEOTECNICA (CONSULENZA) Ref. N. 8862-A Conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008		DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
COMMITTENTE :	ARIC	S2	
OPERA :	"Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"	DATA inizio : 02/02/2023 PROFONDITA' FORO:	DATA fine : 02/02/2023 29,00 mt
LOCALITA' :	Vasto (CH)	TIPO SONDA:	CMV 420s TAVOLA 3 DI 4

CASSA N°3 da 10,00 a 15,00 mt



CASSA N°4 da 15,00 a 20,00 mt



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

COMMITTENTE :	ARIC	S2
OPERA :	"Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"	DATA inizio : 02/02/2023 DATA fine : 02/02/2023 PROFONDITA' FORO: 29,00 mt
LOCALITA' :	Vasto (CH)	TIPO SONDA: CMV 420s TAVOLA 4 DI 4

CASSA N°5 da 20,00 a 25,00 mt



CASSA N°6 da 25,00 a 29,00 mt





Ref. N. 9862-A
Conforme alla norma
UNI EN ISO 9001:2008



LABORATORIO
AUTONOMO
con Dec. Ministeriale
n. 8685 del 26/09/2011

STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO

COMMITTENTE :	ARIC	CODICE SONDAGGIO	Sbis
OPERA :	"Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"	COORDINATE GAUSS B.	QUOTA s.l.m.
LOCALITA' :	Vasto (CH)	N	E
		DATA	Inizio
			03/02/2023
		Fine	03/02/2023

SCALA :	1:100	TIPO SONDA :	CMV 420S	DIAMETRO FORO: Iniziale	127 mm	Finale	101 mm	OPERATORI	Renzella - Assetta - Di Bacco
		METODO PERFORAZIONE:	C.C.	CAMPIONATORE :	SHELBY			GEOLOGO :	Cavallucci S.

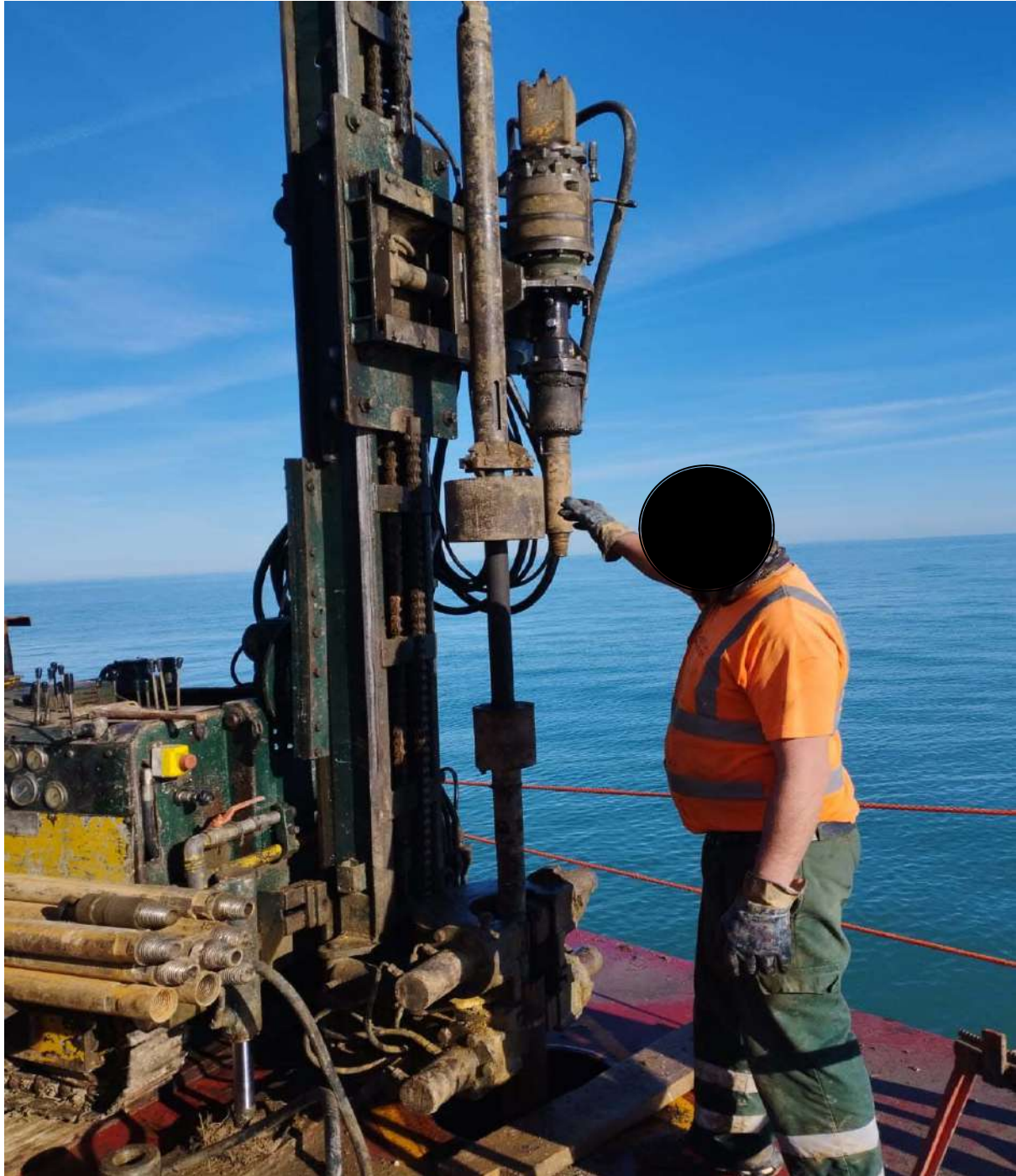
CAROTIERE	MANOVRE	PROFONDITA' DAL P.C.	POTENZA DELLA FORMAZIONE	SEZIONE STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE	RECUPERO CAROTAGGIO (%)				R.Q.D. Rock Quality Designation (%)				TORE VANE (Kg/cmq)				Pocket Penetrometer (Kg/cmq)				CAMPIONI			PROVE IN FORO		FALDA	PROVE SPT	TUBI DI RIVESTIMENTO	
						20	40	60	80	10	30	50	70	90	0.5	1	1.5	1	2	3	4	Indisturbati	Rimaneggiati	Litoidi	Pressiometriche	Lefranc				tipo
carotiere semplice		(m)	(m)		Alternanza decimetrica costituita da limi argillosi, limi argillosi sabbiosi molto consistenti e sabbie a vario tenore limoso argilloso. Occasionalmente, si rilevano resti conchigliari di bivalvi, resti carboniosi e lignei.																									

note : **N.B. inizio stratigrafia da FONDO MARE.**

Il Responsabile di Sito
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

TECHNOS ILL S.R.L.		DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
<small> GEOLOGIA - INGEGNERIA GEOLOGICA CONSULEGANZI Ref. N. 8862-A Conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008 ARISTEA S.p.A. </small>		COMMITTENTE : ARIC	Sbis
OPERA : "Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"		DATA inizio : 03/02/2023	DATA fine : 03/02/2023
		PROFONDITA' FORO: 21,30 mt	
LOCALITA' : Vasto (CH)		TIPO SONDA: CMV 420s	TAVOLA 1 DI 4

Postazione di sondaggio




TECHNOSIL S.R.L. GEOLOGIA - INGENIERIA GEOLOGICA CONSULENZA		DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
COMMITTENTE :	ARIC	Sbis	
OPERA :	"Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"	DATA inizio :	03/02/2023
		DATA fine :	03/02/2023
		PROFONDITA' FORO:	21,30 mt
LOCALITA' :	Vasto (CH)	TIPO SONDA:	CMV 420s TAVOLA 2 DI 4

CASSA N°1 da 0,00 a 5,00 mt



CASSA N°2 da 5,00 a 10,00 mt



TECHNOS I.L. S.R.L. GEOLOGIA - INGEGNERIA GEOTECNICA CONSULENZA		DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
<small>Ref. N. 8862-A Conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008</small> 	COMMITTENTE : ARIC	Sbis	
OPERA : "Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"	DATA inizio : 03/02/2023 PROFONDITA' FORO:	DATA fine : 03/02/2023 21,30 mt	
LOCALITA' :	Vasto (CH)	TIPO SONDA: CMV 420s	TAVOLA 3 DI 4

CASSA N°3 da 10,00 a 15,00 mt



CASSA N°4 da 15,00 a 20,00 mt



TECHNOS ILL S.R.L. GEOLOGIA - INQUISIZIONE GEOLOGICA CONSULENZA		DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
<small>Ref. N. 8962-A Conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008</small> <small>AMBIENTALE</small>	COMMITTENTE : ARIC	Sbis	
OPERA : "Potenziamento ed Ampliamento - Fase 1 - Porto di Vasto (CH)"	DATA inizio : 03/02/2023 PROFONDITA' FORO:	DATA fine : 03/02/2023 21,30 mt	
LOCALITA' : Vasto (CH)	TIPO SONDA: CMV 420s	TAVOLA	4 DI 4

CASSA N°5 da 20,00 a 21,30 mt

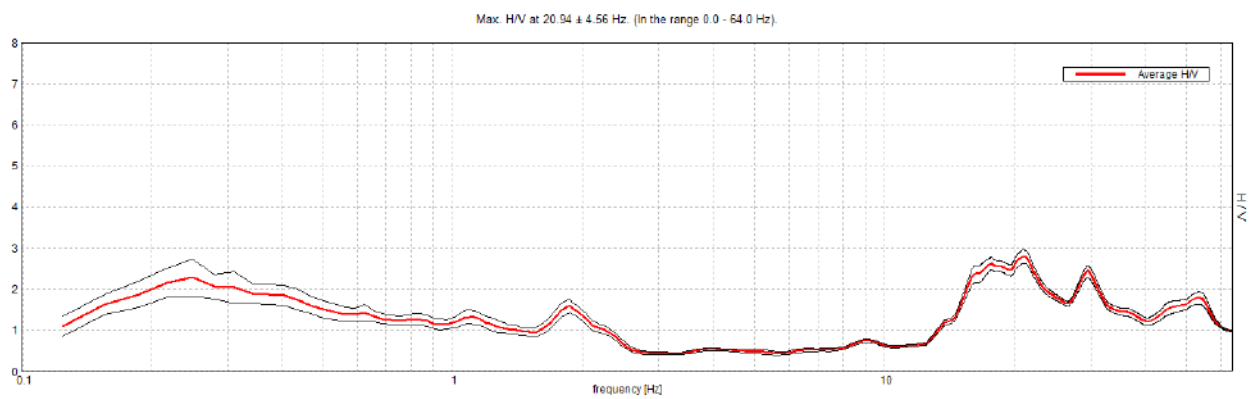


HVSR1 ARIC VASTO, ARIC VASTO HVSR 1

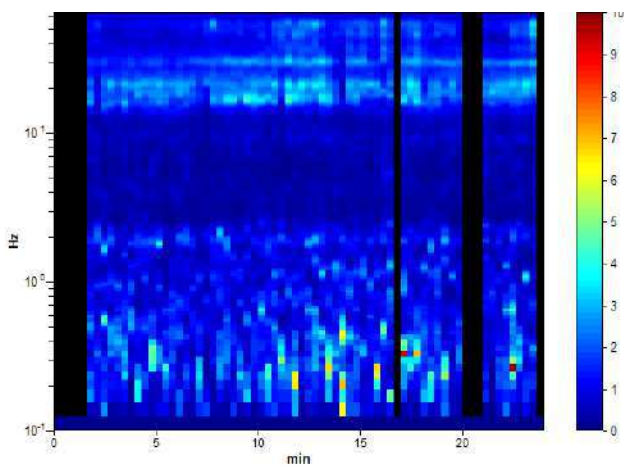
Instrument: TE3-0088/01-14
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: 51
Start recording: 02/02/23 16:08:03 End recording: 02/02/23 16:32:03
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h24'00". Analyzed 86% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

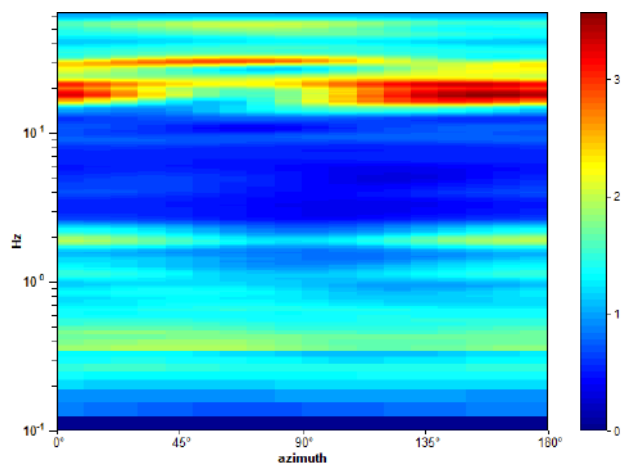
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



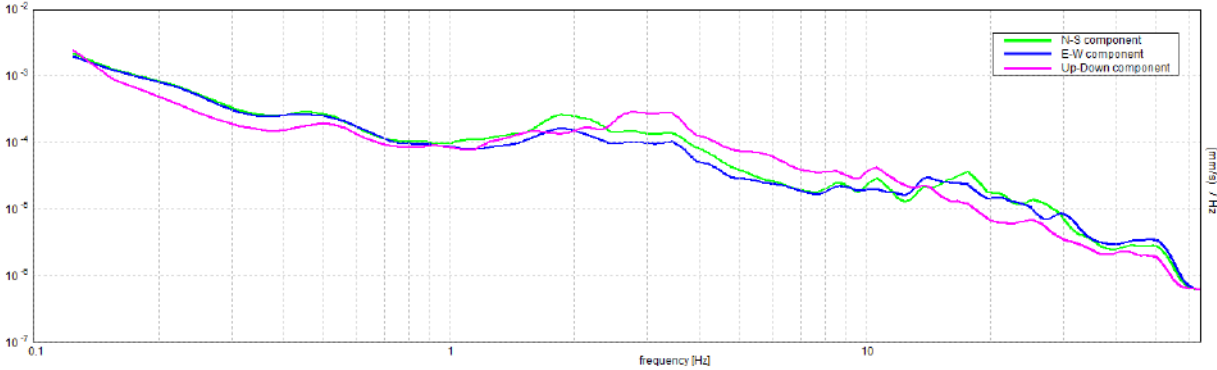
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 20.94 ± 4.56 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	20.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	25962.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1006 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	14.656 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	37.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.79 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.2177 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	4.55813 < 1.04688		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1644 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

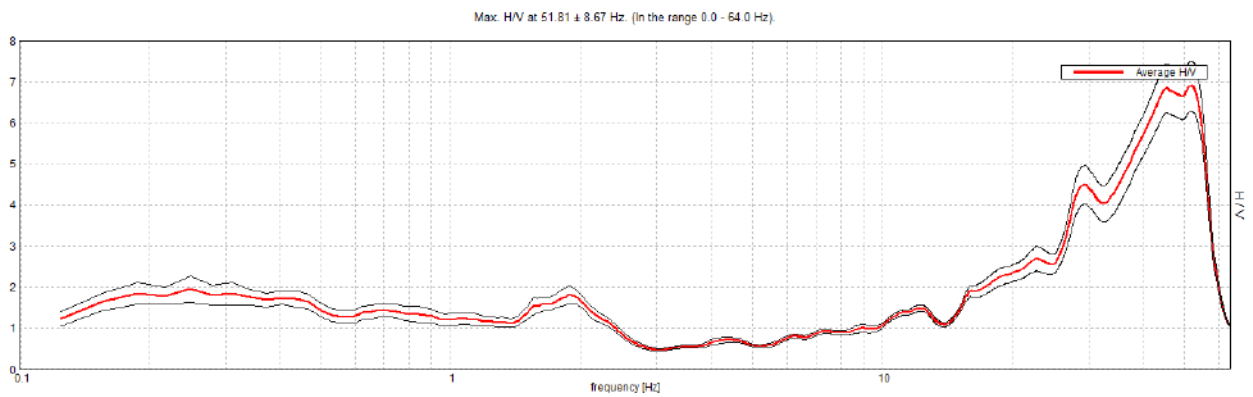
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

HVSR 2 ARIC VASTO, ARIC VASTO HVSR 2

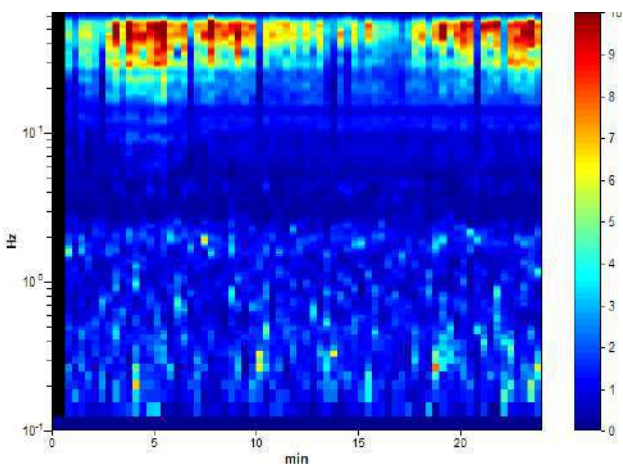
Instrument: TE3-0088/01-14
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: 51
Start recording: 02/02/23 16:49:11 End recording: 02/02/23 17:13:11
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h24'00". Analyzed 97% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

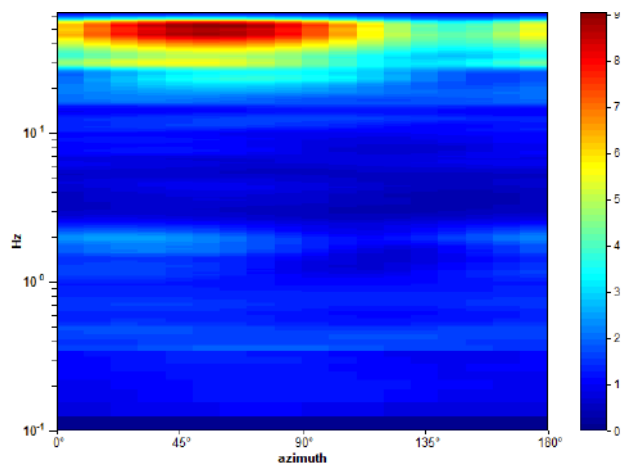
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



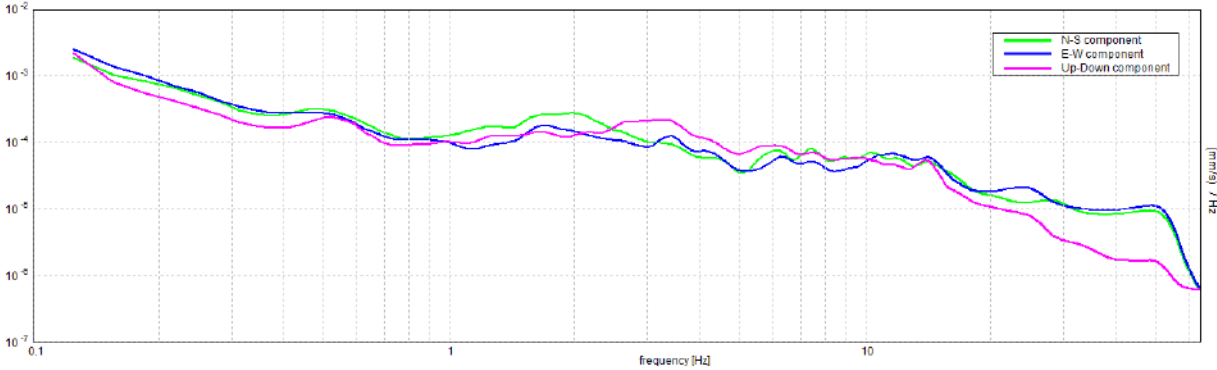
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 51.81 ± 8.67 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	51.81 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	72537.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1220 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	26.906 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	57.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	6.90 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.16736 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	8.6714 < 2.59063		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.6085 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

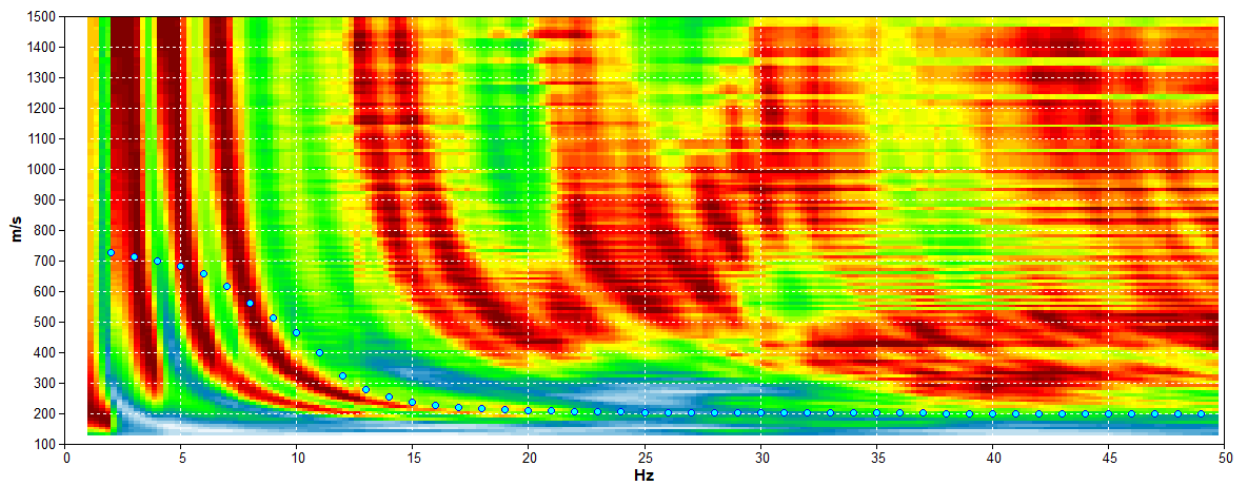
MASW 1 ARIC VASTO, [Z] ARIC VASTO MASW 1

Start recording: 02/02/23 16:35:47 End recording: 02/02/23 16:43:35
Trace length: 0h00'02".
Sampling rate: 512 Hz

Channel labels: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9
; B10 ; B11 ; B12 ; B13 ; B14 ; B15 ; B16 ; B17 ; B18 ;
B19 ; B20 ; B21 ; B22 ; B23 ; B24 ; B25 ; B26

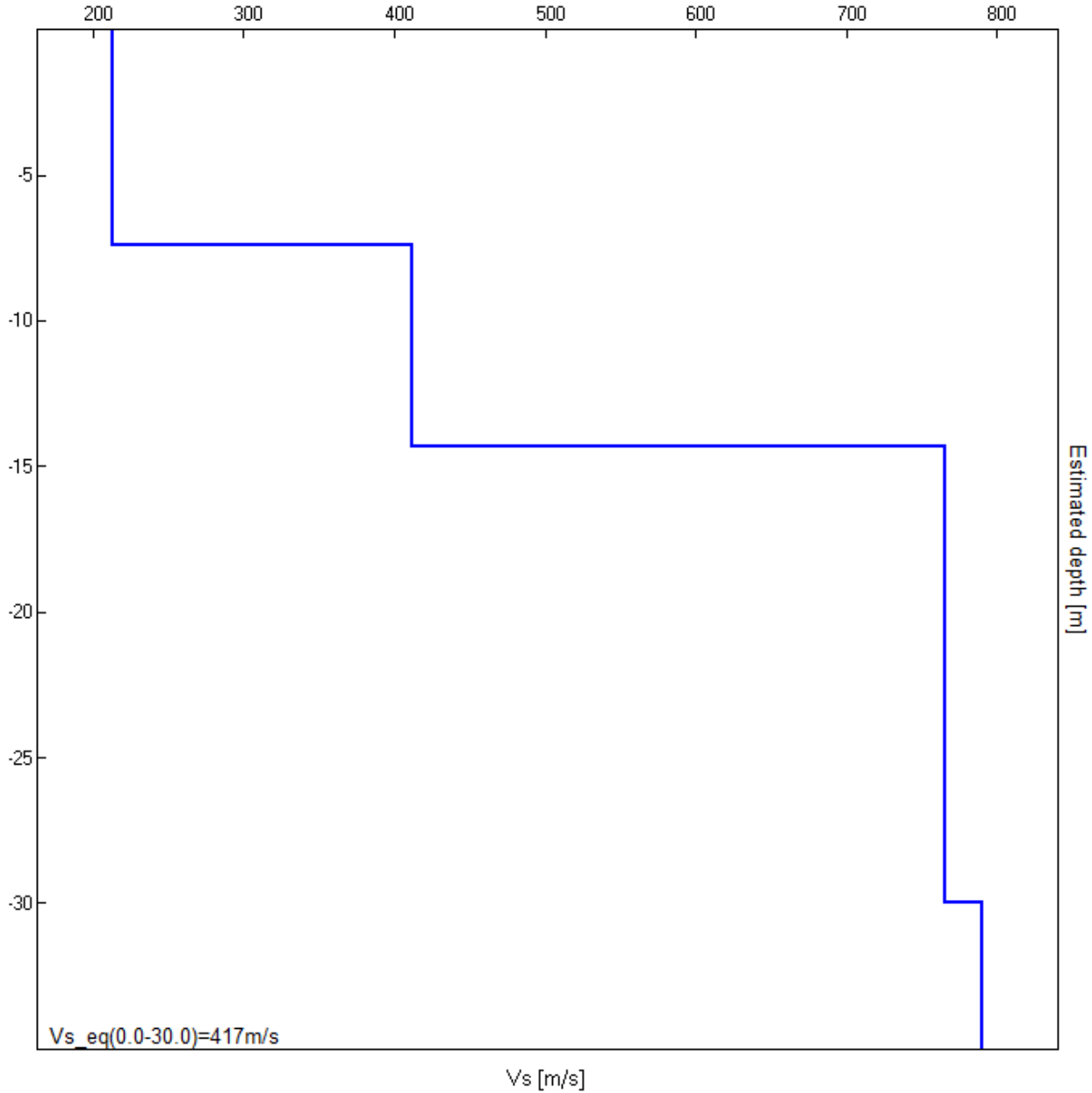
Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 26.0 28.0 30.0 32.0 34.0 36.0
38.0 40.0 42.0 44.0 46.0 48.0 50.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
7.40	7.40	213	0.42
14.30	6.90	412	0.42
30.00	15.70	766	0.43
inf.	inf.	790	0.44

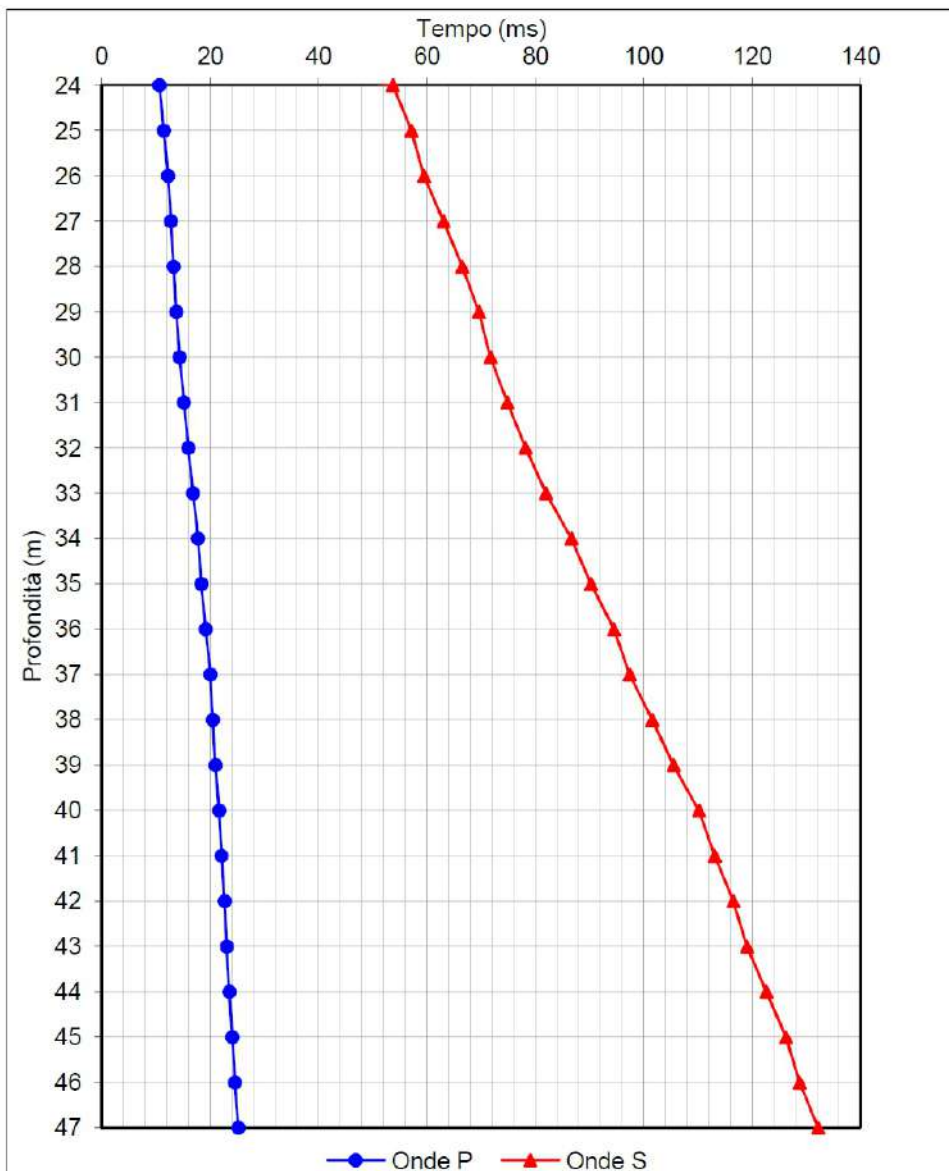
$V_{s_eq}(0.0-30.0)=417\text{m/s}$



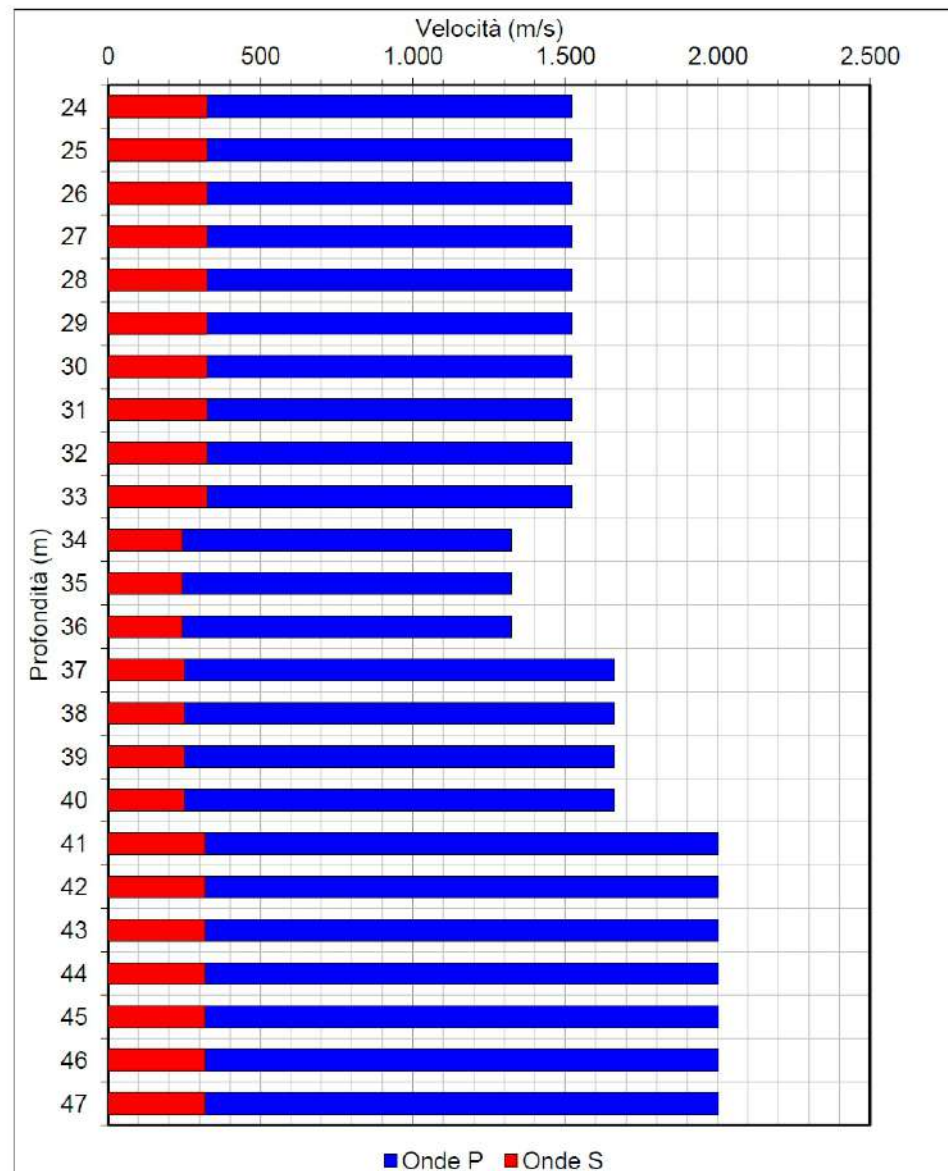
ALLEGATO 2

INTERPRETAZIONE PROVA DOWN HOLE D1

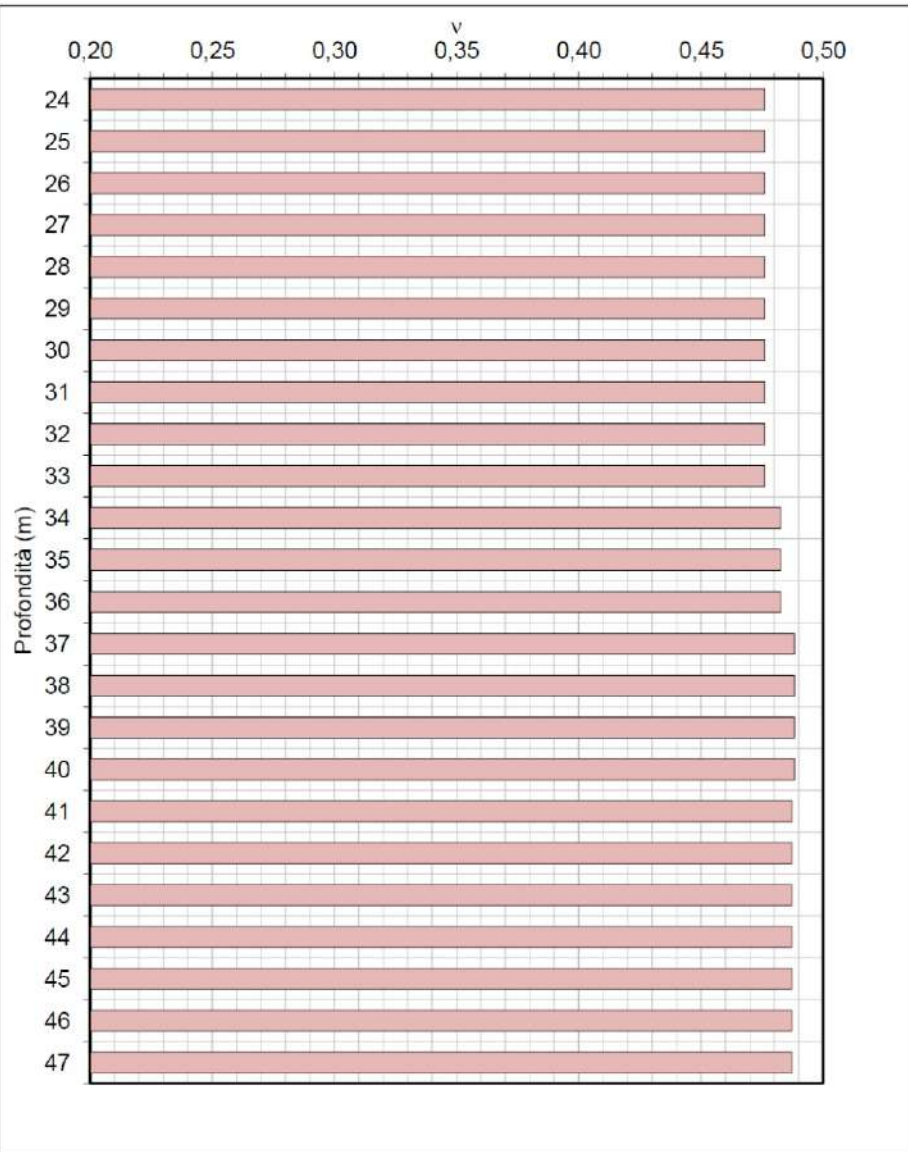
DROMOCRONE



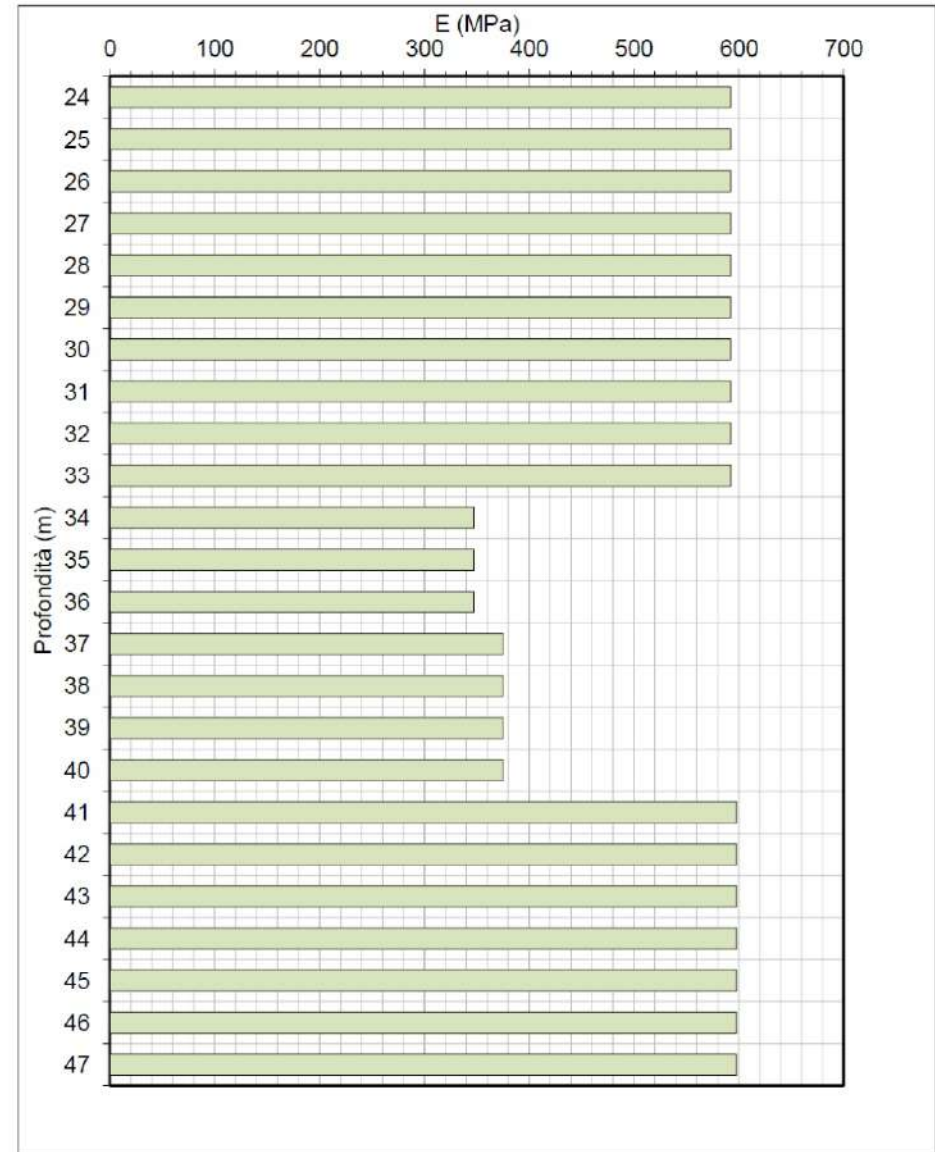
SISMOSTRATIGRAFIA



COEFFICIENTE DI POISSON (ν)



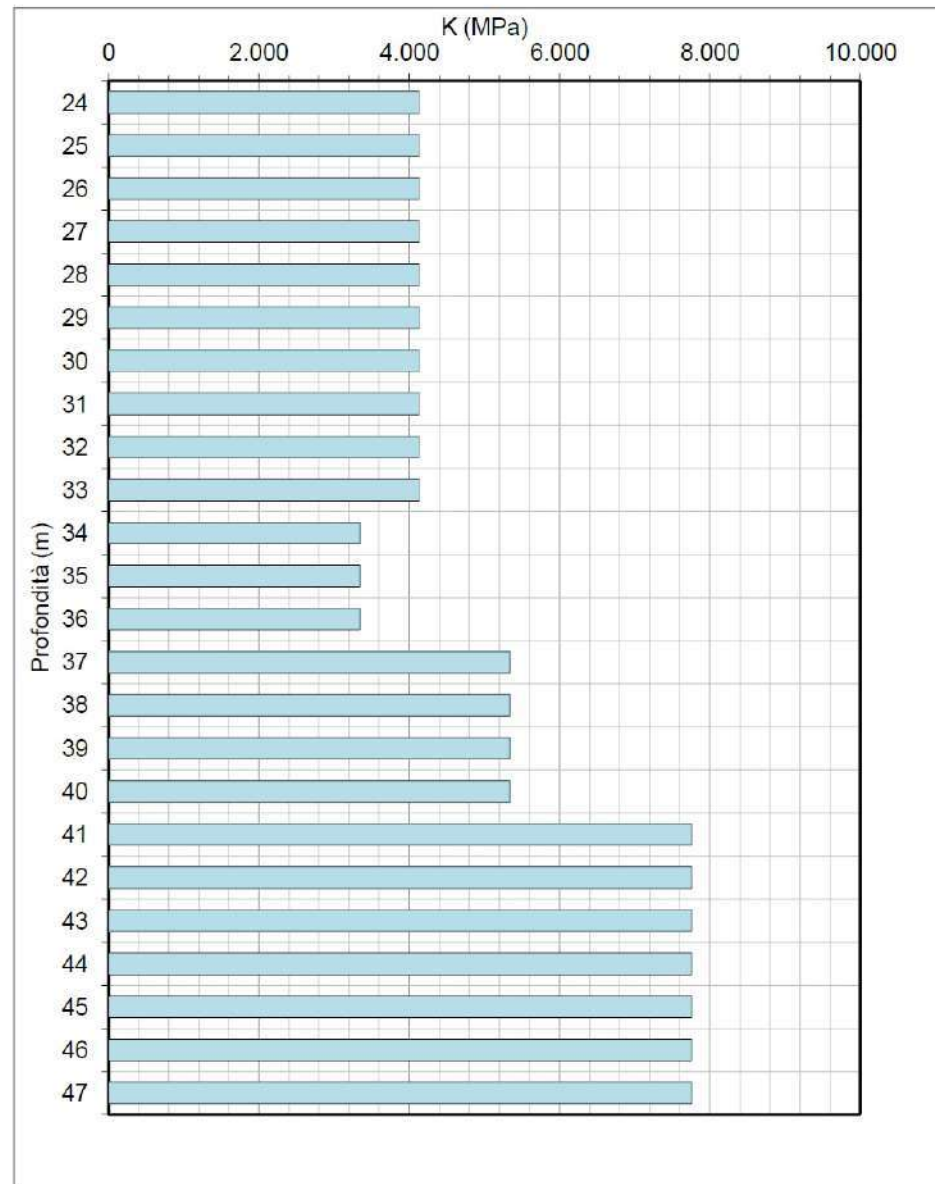
MODULO DI YOUNG (E)



MODULO DI TAGLIO (G)



MODULO DI COMPRESSIBILITÀ (K)



Offset (m)	Profondità (m)	T _P obl (ms)	T _S obl (ms)	T _P vert (ms)	T _S vert (ms)	V _P (m/s)	V _S (m/s)	v	E (MPa)	G (MPa)	K (MPa)
4,00	24	10,8	54,5	10,7	53,8	1.522	325	0,48	592	201	4.134
	25	11,6	57,9	11,5	57,2	1.522	325	0,48	592	201	4.134
	26	12,4	60,2	12,3	59,5	1.522	325	0,48	592	201	4.134
	27	12,9	63,8	12,8	63,1	1.522	325	0,48	592	201	4.134
	28	13,4	67,2	13,2	66,5	1.522	325	0,48	592	201	4.134
	29	13,9	70,3	13,8	69,6	1.522	325	0,48	592	201	4.134
	30	14,5	72,4	14,4	71,8	1.522	325	0,48	592	201	4.134
	31	15,3	75,5	15,2	74,9	1.522	325	0,48	592	201	4.134
	32	16,1	78,8	16,0	78,2	1.522	325	0,48	592	201	4.134
	33	17,0	82,6	16,9	82,0	1.522	325	0,48	592	201	4.134
	34	17,9	87,3	17,8	86,7	1.323	242	0,48	347	117	3.344
	35	18,5	90,9	18,4	90,3	1.323	242	0,48	347	117	3.344
	36	19,3	95,1	19,2	94,5	1.323	242	0,48	347	117	3.344
	37	20,2	98,0	20,1	97,4	1.660	251	0,49	375	126	5.343
	38	20,6	102,2	20,5	101,6	1.660	251	0,49	375	126	5.343
	39	21,1	106,1	21,0	105,5	1.660	251	0,49	375	126	5.343
	40	21,8	110,8	21,7	110,3	1.660	251	0,49	375	126	5.343
	41	22,2	113,7	22,1	113,2	2.003	317	0,49	598	201	7.756
	42	22,8	117,1	22,7	116,6	2.003	317	0,49	598	201	7.756
	43	23,2	119,6	23,1	119,1	2.003	317	0,49	598	201	7.756
	44	23,7	123,2	23,6	122,7	2.003	317	0,49	598	201	7.756
	45	24,2	126,8	24,1	126,3	2.003	317	0,49	598	201	7.756
	46	24,7	129,3	24,6	128,8	2.003	317	0,49	598	201	7.756
	47	25,3	132,7	25,2	132,2	2.003	317	0,49	598	201	7.756

Onde P

Onde S

