



AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE
DEL MAR TIRRENO CENTRALE
NAPOLI · SALERNO · CASTELLAMMARE DI STABIA

AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE - PORTO DI NAPOLI

PROLUNGAMENTO DELLA DIGA DUCA D'AOSTA A PROTEZIONE DEL NUOVO TERMINAL CONTENITORI DI LEVANTE - I STRALCIO

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato :

Relazione geologica

Scala:

1 9 0 0 2 D R 0 0 8 0 1 G E O

Committente:



AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE
DEL MAR TIRRENO CENTRALE

Responsabile Unico del Procedimento:
Dott. Ing. Rosa PALMISANO

Mandataria



Via Monte Zebio, 40
00195 ROMA

Coordinamento di progetto
Dott. Ing. Marco TARTAGLINI

PROGETTISTI

Responsabile integrazione
prestazioni specialistiche
Prof. Ing. Alberto NOLI

Mandanti



Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Controllato:	Validato:
	15.10. 2019	1	REVISIONE	S. Costabile	S. Costabile	S. Costabile
	05.06. 2019	0	EMISSIONE	S. Costabile	S. Costabile	S. Costabile

La MODIMAR s.r.l. si riserva la proprietà di questo disegno con la proibizione di riprodurlo o trasferirlo a terzi senza autorizzazione scritta.
This document is property of MODIMAR s.r.l. Reproduction and divulgation forbidden without written permission

Visto del Committente:

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO



**AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE
DEL MAR TIRRENO CENTRALE**
NAPOLI · SALERNO · CASTELLAMMARE DI STABIA

AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE
PORTO DI NAPOLI
PROLUNGAMENTO DIGA DUCA D'AOSTA A PROTEZIONE DEL NUOVO
TERMINAL CONTENITORI DI LEVANTE - I STRALCIO
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

(ai sensi del D.M. 17/01/2018)

Dott. Geol. Salvatore Costabile

Ottobre 2019

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante 1°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

Indice

1. Premessa.....	3
2. Riferimenti normativi.....	3
3. Inquadramento Geologico.....	5
4. Inquadramento Idrogeologico.....	10
5. Inquadramento Geologico Locale	13
6. Area Portuale	14
6.1 Ricognizione delle indagini eseguite	14
6.2 Indagini geognostiche eseguite sull'area di sedime dell'intervento di progetto.....	20
7. Modello geologico del sottosuolo	27
8. Pericolosità sismica	30
9. Conclusioni.....	32

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

1. Premessa.

La presente relazione è parte del progetto definitivo per il prolungamento della parte orientale delladiga foranea Duca’Aosta– I stralcio nel porto di Napoli.

Con Bando di Gara del 21 marzo 2018, l’Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale ha dato avvio ad una procedura aperta ex art. 60, D.Lgs 50/2016 (delibera A.P. 71/18 del 5 marzo 2018) per l'affidamento dei servizi tecnici di architettura e ingegneria per la progettazione definitiva ed esecutiva, il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, la direzione dei lavori, il coordinamento della sicurezza in fase esecutiva, oltre a prestazioni integrative, inerenti ai lavori del “Prolungamento della diga Duca d’Aosta a protezione del nuovo terminal contenitori di levante – I stralcio”. CUP: I61H12000220006, CIG: 74271749DE.

Il raggruppamento temporaneo costituito fra MODIMAR s.r.l. (mandataria) e VDP s.r.l., VAMS Ingegneria s.r.l., React Studio s.r.l., G.I.A. Consulting s.r.l., S.I.S.P.I. s.r.l., Install s.r.l. (mandanti) – *RT Modimar nel prosieguo* - è risultato aggiudicatario del servizio, giusta delibera n. 412/18 del Presidente dell’Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale del 21 dicembre 2018 e successiva integrazione del 4 aprile 2018.

2. Riferimenti normativi

La presente relazione è stata elaborata in conformità alle normative vigenti, ed in particolare:

- D.M 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». (18A00716) (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018)
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. (G.U. n. 47 del 26 febbraio 2009-S.O. n. 27) - Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- C.S.LL.PP., allegato al voto n. 36 del 27.07.2007 - Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

La caratterizzazione geotecnica del sito di intervento è stata effettuata sulla scorta di una ampia ricognizione delle indagini geotecniche eseguite nel porto di Napoli negli ultimi venti anni,

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

nonché dei risultati della campagna geognostica eseguita nel mese di agosto del 2017 dalla società Tecno In S.p.A (su incarico della Autorità di Sistema Portuale del Tirreno Centrale), i cui risultati sono stati integrati con ulteriori indagini eseguite dal RTI nel periodo maggio - giugno 2019.

Nell'ambito della ricognizione dei dati storici disponibili, di particolare interesse sono le indagini eseguite per la realizzazione della Darsena di Levante, il cui sito è posta a ridosso delle aree di intervento.

Le indagini effettuate nell'agosto 2017 sono state articolate nella prospezione di n° 6 colonne stratigrafiche (da S1 a S6) con esecuzione di n° 23 prove SPT e prelievo di n° 22 campioni indisturbati; in corrispondenza del tratto terminale della spalla di SE della diga foranea Duca d'Aosta è stata anche eseguita una prova sismica in foro del tipo Down-Hole.

Nel maggio 2019 il gruppo di progettazione ha integrato le indagini disponibili con un rilievo batimetrico – eseguito con tecnica multi-beam – esteso non solo all'area di intervento ma anche alla fascia costiera posta sulla linea di riva in proiezione del prolungamento di progetto della diga foranea, fino a raggiungere il compendio di Pietrarsa, interessando, sul lato esterno della diga, uno specchio acqueo per un'ampiezza di oltre 400 m. Inoltre è stato eseguito in proiezione all'esistente diga (lato levante), sull'area di impronta del prolungamento di progetto, un profilo di rilievo con *side scan sonar* per circa 1000 m di sviluppo lineare, con una larghezza dell'area investigata pari a circa 50 m. Infine, a seguito di ordinanza della Capitaneria di Porto n.62/2019, nei giorni 26 e 27 giugno 2019 sono state seguite ulteriori prospezioni geotecniche con l'ausilio di Moto Pontone, sull'asse del prolungamento della diga foranea, al fine di identificare la quota superiore del tetto di tufo.

L'insieme delle indagini disponibili hanno consentito di definire i dati stratigrafici, geotecnici e geofisici sui fondali antistanti la diga foranea Duca d'Aosta.

In particolare, i dati attualmente disponibili, consentono di definire un quadro preliminare di riferimento, relativamente alla:

- caratterizzazione litostratigrafica dei terreni stratificati del fondale, fino ad una profondità >60 m;
- caratterizzazione geomeccanica e sismica dei terreni costituenti i singoli orizzonti investigati

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

3. Inquadramento Geologico.

La zona in esame è ubicata sul foglio geologico n°183÷184 (Isola d'Ischia - Napoli) della Carta Geologica d'Italia, e bordata sul lato occidentale dai rilievi collinari della città e sul margine nord - orientale dall'apparato vulcanico del Somma – Vesuvio; topograficamente rientra nella tavoletta topografica I.G.M. F.183

In corrispondenza del settore centrale del Golfo di Napoli s' individua, verso l'entroterra Nord-orientale, la parte di Piana Campana occupata dall'area urbana napoletana e della depressione del **Fiume Sebeto**. In particolare, ad Est della direttrice ad andamento NO-SE individuata dal Corso Garibaldi (Piazza Carlo III - Piazza Nolana), si collocano i quartieri orientali di Napoli, che, a loro volta, si innestano nella depressione del Sebeto, fino alle pendici del Somma-Vesuvio Fig 1.



Fig. 1) Depressione del Sebeto, situata tra i due sistemi vulcanici del Somma – Vesuvio e dei Campi Flegrei

Per comprendere le particolarità stratigrafiche e morfo-tettoniche presenti nell'area orientale di Napoli è utile il confronto con un'area di riferimento presente ad ovest: quella di Piazza del Plebiscito, dove all'interno del palazzo Reale un sondaggio eseguito nel 1853 (D'Erasmus 1935), ha dato i seguenti risultati in termini stratigrafici e di spessore delle singole formazioni, che possiamo considerare come successione tipo di riferimento:

- 1). Riporto antropico: 1 -2 m
- 2). Piroclastiti sciolte: 15-20 m;

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

- 3).Tufo Giallo: 86 m;
- 4). Ignimbrite Campana (Tufo Grigio): 70 m
- 5). Formazioni Pre-IC :161 m

Nella depressione del Sebeto, dettagliate analisi stratigrafiche desunte da sondaggi lungo le direttrici che dissecano la depressione, hanno evidenziato una marcata lacuna rispetto alla serie stratigrafica tipo, di Palazzo Reale, i risultati possono essere così riassunti:

- Nella zona assiale della depressione si rinvencono, in maniera discontinua, limitate presenze delle lave antiche del Somma. Prevale la presenza di prodotti piroclastici alluvionali, marini e torbe;
- Nella zona laterale occidentale il marker è costituito dal Tufo Giallo Napoletano litoide che, all'imbocco della depressione del Sebeto, risulta delimitato dal fronte costituito dall'allineamento, circa N – S, Corso Malta (parte alta) – P.zza Nazionale - Stazione centrale –Via Gallileo Ferraris;
- Nella zona laterale orientale, si distinguono le piroclastiti compatte da “base surge” dell'eruzione di Avellino (3.8 ka), chiamate tufi, rispetto alle quali, a tetto ed a letto sono presenti significativi spessori di vulcaniti, laviche e piroclastiche del Somma-Vesuvio;
- A partire dalla zona di Lufrano, in tutta la depressione del Sebeto non è presente l'Ignimbrite Campana;

Sulla base di tale discriminazione si possono distinguere gli apporti, cronologicamente distinti, di vulcaniti nei due settori, rispettivamente dai Campi Flegrei (destra idraulica) e dal Somma-Vesuvio (Sinistra idraulica).

Tenendo conto di questi elementi possiamo descrivere, dall'alto verso il basso, la successione stratigrafica della depressione del Sebeto nel seguente modo:

- 1) Terreni di riporto antropico (5m);
- 2) Lave storiche del Vesuvio;
- 3) Depositi piroclastico-alluvionali costituiti dalla mobilitazione dei prodotti piroclastici depositi per caduta dall'attività esplosiva post-calderica flegrea (15 ka – 4.1 ka) e per flusso piroclastico associate alle attività pliniane del Somma (19 ka -3.8 ka), con intercalazioni di paleosuoli, livelli di torba, e di depositi marini (30-40 m).
- 4) Lave del Somma (39ka – 16 ka) rinvenibili nel settore orientale della depressione di Volla.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

Partendo dal dato stratigrafico che dimostra l'assenza della formazione dell'Ignimbrite Campana nella depressione del Sebeto, possiamo collegarci alle vicende tettoniche e morfo-evolutive che hanno presieduto all'evoluzione di questa depressione.

Si tratta di una valle a controllo strutturale delimitata ad Ovest, nel tratto Poggioreale – S.M. del Pianto da una scarpata di faglia normale ad andamento circa NE-SW, che si ricollega con minore evidenza con la depressione di Acerra. Tale scarpata si congiunge con il lineamento tettonico che forma il canale Magnaghi nel Golfo di Napoli (Faglia Sebeto-Magnaghi (Bruno et al. 2003) e che ha dato rigetti verticali totali fino a 1000 m nel corso del Quaternario (Milia & Torrente, 1999).

Nella depressione si innestò, circa 39 ka b.p., il fiume Clanio, con portate importanti e con un letto più ampio dell'attuale, che diede origine ad una intensa azione erosiva sul deposito dell'Ignimbrite Campana.

Nel periodo 39 - 25 ka, si formò il vulcano Somma, il cui fianco settentrionale venne a costituire il versante opposto alla depressione, in modo da dar luogo ad una morfologia assimilabile ad un graben. Il deposito ignimbrítico era stato probabilmente già eroso;

Con la costruzione del Somma (39 – 25 ka) si formò lo sbarramento che impedì l'accesso alle acque del Clanio nella depressione del Sebeto.

La deviazione del Clanio, fu la causa di diffusi ristagni d'acqua nella depressione morfologica nella zona di Acerra, con formazione di ampie aree palustri. Si deve ipotizzare, quindi, che le acque del Clanio, si infiltrarono nel sottosuolo, venendo a formare una risorgiva a Casalnuovo, in grado di garantire in parte le portate nella depressione.

Con la formazione del vulcano Somma, dalle sue pendici settentrionali prendevano corpo le sorgenti della "Bolla" sgorganti presso Casalnuovo, che alimentarono ulteriormente il corso d'acqua nella depressione, del "paleo-Sebeto" (*Celico et Alii, '95*);

Sono consistenti le invasioni piroclastiche nella depressione ad opera dei flussi piroclastici del Somma (19 ka -8 ka), dei prodotti pozzolanici da flusso dell'eruzione del TGN (15 ka) e delle eruzioni pliniane flegree da caduta (Pomici Principali 13 ka, Agnano-M. Spina 4.1 ka. Per quel che concerne il Tufo Giallo Napoletano (15 ka), questo viene rinvenuto in facies litoide solo nell'area Occidentale della depressione (20-35m), lungo il fronte delimitato lungo la direttrice Napoli est – Casalnuovo – Pomigliano – Marigliano, comprese le prime propaggini settentrionali del Somma (S. Anastasia), il TGN è presente in facies pozzolanica, occupando, quindi, anche gran parte della depressione del Sebeto e subendone i processi di erosione superficiale che ne

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019				
	19	002	DR	008	01	GEO

determinano il graduale assottigliamento e la definitiva scomparsa in corrispondenza della fascia assiale della depressione.

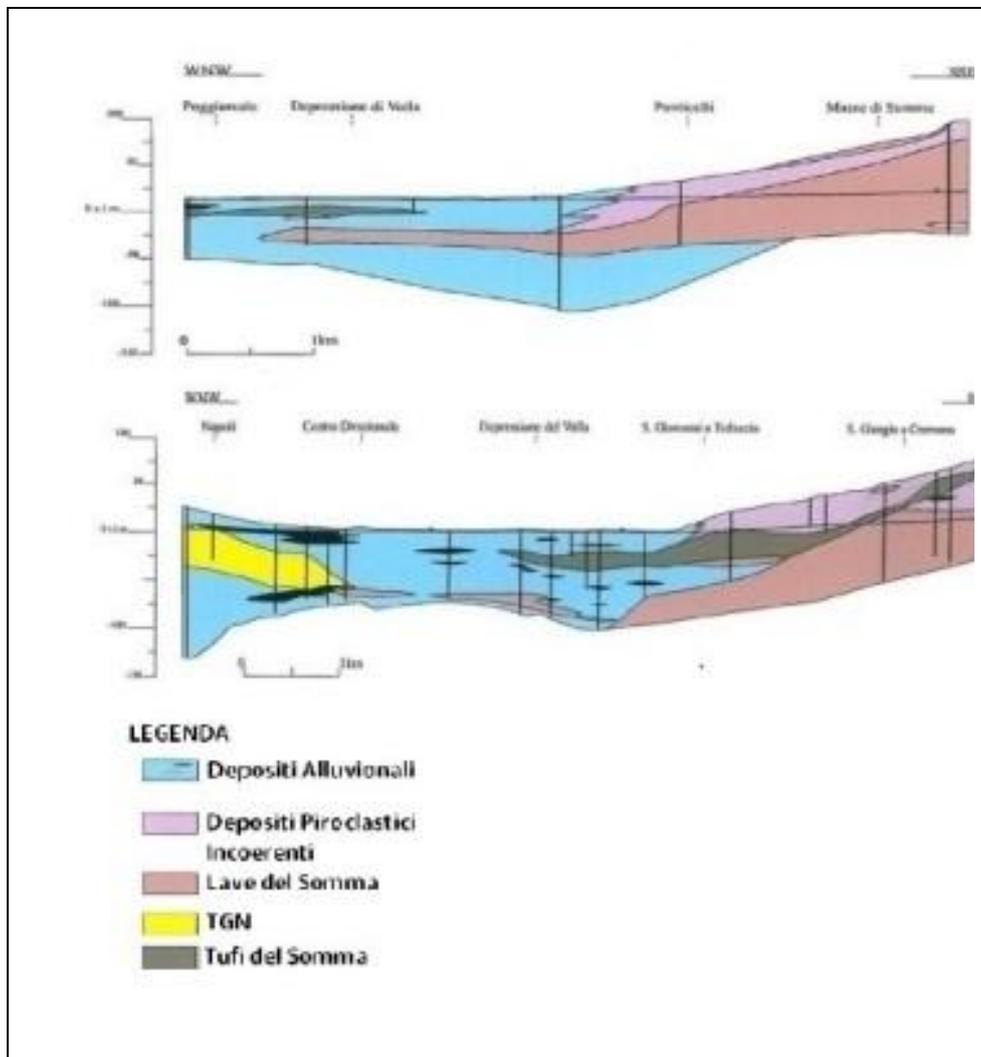


Fig. 2) Sezioni trasversali della Piana del Sebeto da bellucci et alii (modificato da Celico e Allocca)

Nell'area orientale di Napoli il TGN risulta ricoperto da depositi di origine marina ed Alluvionale, riconducibili alla trasgressione post-glaciale che formò un paleogolfo circa 9.000 anni fa. Esso si estende progressivamente fino a raggiungere la sua massima profondità ingressiva, circa 6.000 anni fa, collocabile nella zona tra Poggioreale e Ponticelli, denominata Porchiano. Circa 4 ka b.p. si registrò una inversione di tendenza con il prevalere degli effetti di riempimento e progradazione con la deposizione dei prodotti da flusso dell'eruzione di Avellino (3.8 ka) (spesso identificato come tufo vesuviano), ricoprendo tutto il territorio settentrionale fino ad Orta di Atella, ivi compresa l'area orientale di Napoli. Nel periodo Romano-Medioevale,

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	008	01

si instaurò una fascia costiera ampia, con acque ristagnanti, tra Via Brin e S. Giovanni a Teduccio, fino alla zona di Poggioreale.



Fig 3.) Limiti stratigrafici superficiali (da interventi di messa in sicurezza e bonifica della falda del S.I.N. orientale di Napoli)

I livelli torbosi più superficiali depositi in questo periodo in lenti e lembi, più o meno estesi, e dallo spessore variabile, tra 5 e 20m (s.l.m.) che coprono l'area tra Lufrano, Volla e Ponticelli, hanno una età C^{14} che varia tra 5800 anni b.p. e di 4200 anni b.p. Per orizzonti torbosi più profondi (– 50 m– 30 m s.l.m.) nella zona costiera di San Giovanni a Teduccio, è stata determinata un'età C^{14} di circa 14.000 anni b.p. A partire dall'epoca storica fino a quella recente il sistema fluviale “Sebeto” ha subito una netta riduzione dell'alimentazione del corso d'acqua, risultando costituito da piccoli impluvi e incisioni. Ciò a causa dell'uso produttivo delle acque (mulini) e dell'emungimento dei pozzi di Lufrano che hanno via via influenzato pesantemente il

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

livello della falda freatica. Il corso d'acqua perenne che ancora ai primi del secolo passato solcava la depressione sboccano presso il Ponte della Maddalena, oggi si presenta in parte tombato, fungendo da collettore fognario.

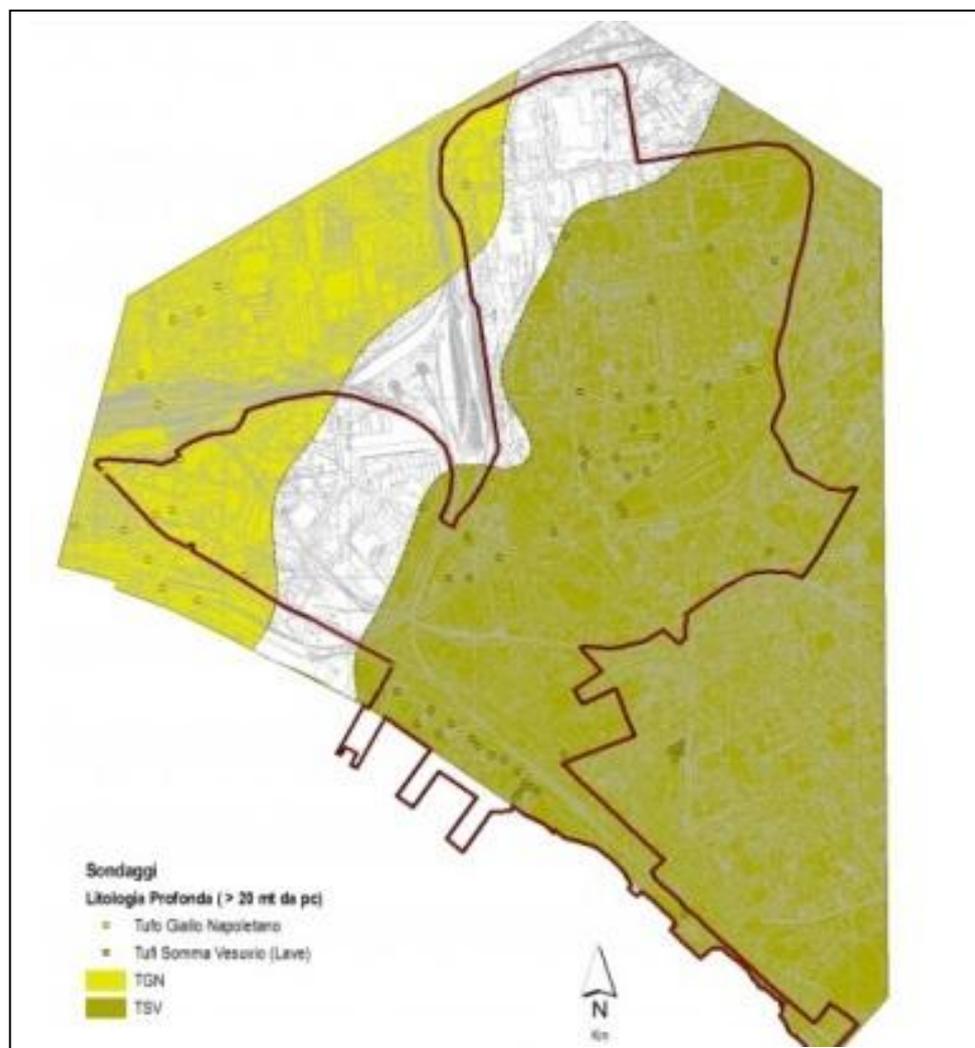


Fig 4.) Limiti stratigrafici profondi (da interventi di messa in sicurezza e bonifica della falda del S.I.N. orientale di Napoli).

4. Inquadramento Idrogeologico.

Lo schema di deflusso idrico sotterraneo del bacino idrogeologico della piana Oriente di Napoli è caratterizzato dalla presenza di un importante asse di drenaggio preferenziale che dalla base dei Monti di Avella, si dirige verso la costa per-correndo l'intera piana (Allocca e Celico 2008). Anche lungo il Fosso di Volla si individua una zona di convergenza delle direttrici di flusso, in accordo con quanto evidenziato da Fiorelli '26 e Civita et Alii '73. Inoltre, si rileva lungo il margine settentrionale e sud-orientale della piana, la presenza di importanti spartiacque.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

Il sottosuolo della depressione del Sebeto, in base a quanto scaturisce dalla precedente analisi, è composto da depositi piroclastici, con ripetute intercalazioni di depositi di origine marina e palustre.

In tale contesto si origina la tipica circolazione “per falde sovrapposte” con recapito predominante nei livelli granulometricamente costituiti da sabbie grossolane. Laddove è presente lo strato relativamente poco permeabile del Tufo Giallo Napoletano si individuano nell’area di Napoli Orientale due livelli idrici sovrapposti:

- nei depositi piroclastici ed alluvionali posti al tetto del tufo giallo;
- più in profondità in condizioni di semiconfinamento nelle piroclastiti grossolane sciolte ubicate a letto della formazione tufacea.

Essendo l’orizzonte tufaceo non completamente impermeabile, i livelli idrici risultano in comunicazione idraulica attraverso i cosiddetti “flussi verticali di drenanza”, diretti in condizioni idrogeologiche di equilibrio dal basso verso l’alto attraverso la formazione tufacea (*Celico, 1983; Celico, 1990; Celico et al., 1992; Celico e De Paola, 1992; Celico F. et a., 1995; Esposito, 1996*).

Il livello piezometrico della falda superficiale è più basso di alcuni centimetri rispetto a quello della falda sottostante.

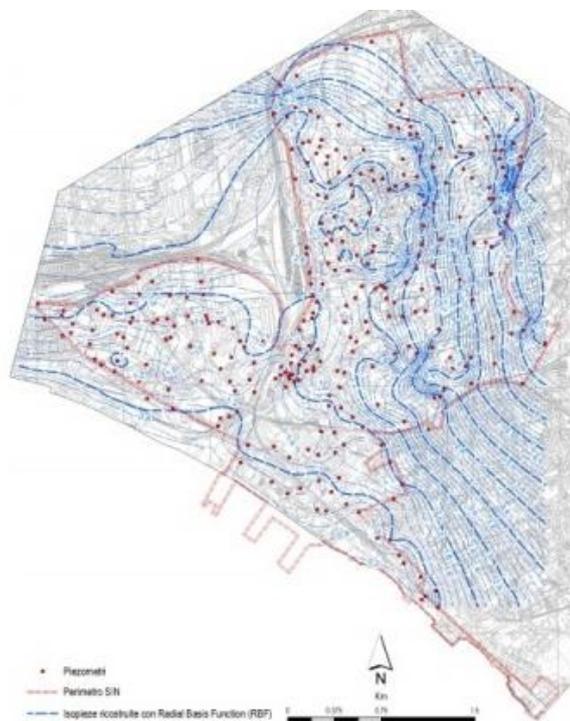


Fig 5.) Ricostruzione della superficie piezometrica (da interventi di messa in sicurezza e bonifica della falda del S.I.N. orientale di Napoli)

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

A grande scala dunque, è possibile considerare un unico corpo idrico con deflusso sotterraneo prevalentemente orientato da NE a SW alimentato, oltre che dagli apporti idrici diretti, anche da versamenti sotterranei provenienti dall'acquifero vulcanico del Somma – Vesuvio.

Sulla base di un rilevamento piezometrico effettuato (feb. '78 - lug. '79) da Celico (1983), è stato definito uno schema di deflusso idrico sotterraneo dell'intero bacino idrogeologico della piana a Oriente di Napoli. La ricostruzione della morfologia della superficie piezometrica evidenzia lungo il Fosso Volla una zona di con vergenza delle direttrici di flusso, in accordo con quanto già evidenziato da Fiorelli (1926 e Civita et Alii (1973).

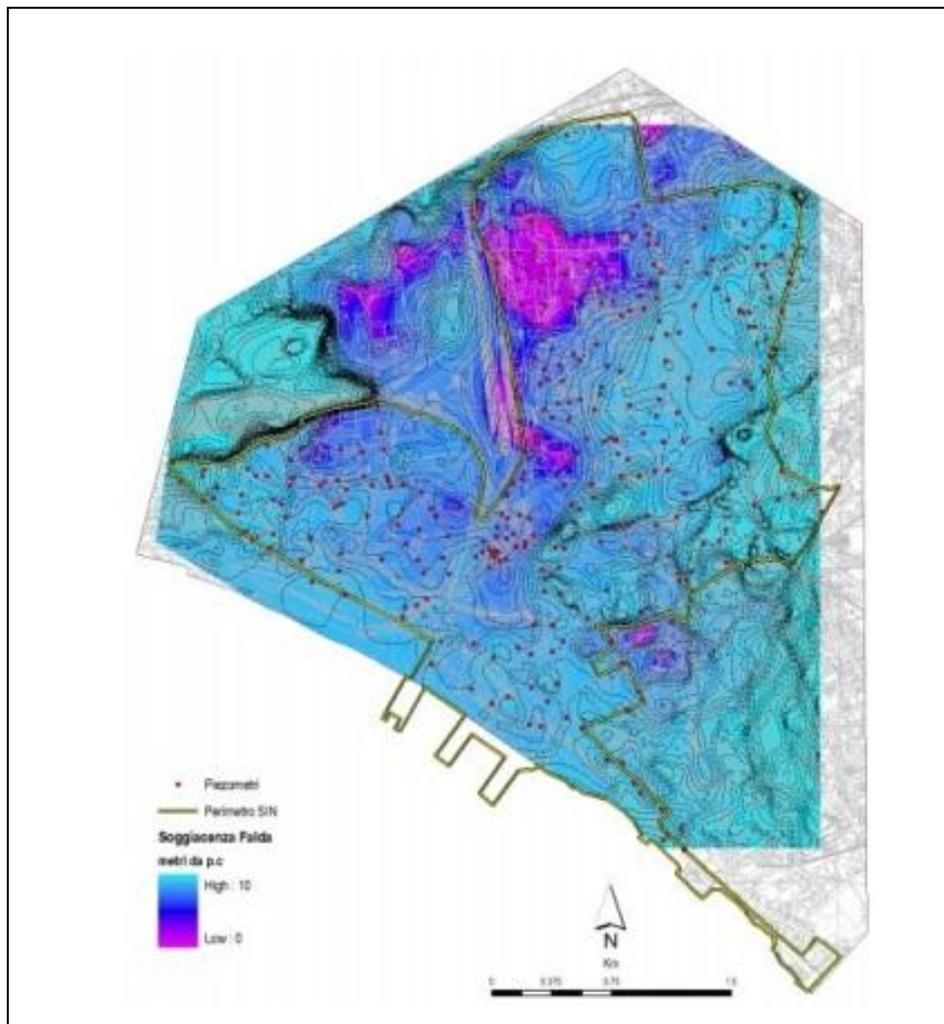


Fig. 6) Soggiacenza da piano campagna della falda (da interventi di messa in sicurezza e bonifica della falda del S.I.N. orientale di Napoli)

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	008	01

5. Inquadramento Geologico Locale

Il golfo di Napoli si sviluppa tra 40°50'N, 40°32'N, 13°52'E, 14°28'E, con un'estensione di 870 km² e una profondità media di 170 m. Costituisce la parte meridionale sommersa di una grande depressione, individuata con la tettonica distensiva Mio-Pliocenica dell'Appennino, guidata da tre sistemi di faglie ad andamento NE-SO, NO-SE, E-O, della quale la Piana Campana è la parte settentrionale emersa.

I sedimenti stratificati sulla piattaforma continentale possono essere classificati in rapporto alla loro origine, distinguendo un settore **A** in cui predominano le unità vulcaniche, ed un settore **B** in cui sono presenti unità clastiche e terrigene. Nell'ambito del settore **A** i sedimenti della coltre sedimentaria del Miocene Sup. – Pleistocene poggianti sul basamento carbonatico sono, a loro volta, ricoperti dai prodotti vulcanici, distinti prendendo come marker di riferimento l'Ignimbrite Campana di 39.000 anni fa, in: pre-ignimbritici, Ignimbritici, e Tufo Giallo Napoletano. E' stato già osservato in precedenza l'assetto stratigrafico di un'area immediatamente contigua al golfo di Napoli, posta sulla terra ferma e ubicata nel settore nordoccidentale rispetto al settore **A**, come ad es. il palazzo Reale a P.zza Plebiscito, attraverso il sondaggio eseguito al suo interno nel 1853 (D'Erasmus 1935). Questo riferimento potrebbe consentirci di stimare orientativamente il loro spessore di massima anche nell'ambito della piattaforma continentale del golfo di Napoli, dovrebbe oscillare intorno ai 150 – 200m.



Fig. 7) Limite della piana del Sebeto

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

6. Area Portuale

6.1 Ricognizione delle indagini eseguite

Situato nel settore settentrionale del golfo di Napoli, il bacino protetto è soggetto principalmente ai venti del III Quadrante durante tutto l'anno, con prevalenza del Libeccio.

La zona portuale e le aree adiacenti, come riferito in premessa, sono state oggetto -nel passato - di numerose e diffuse campagne di indagini finalizzate alla realizzazione di varie opere; tali indagini hanno consentito una affidabile ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo, nonché la sua caratterizzazione geotecnica. In particolare, nell'ambito della ricognizione effettuata, si ritengono particolarmente significative le seguenti:

- le indagini riportate nella Carta geologico-tecnica della città di Napoli redatta dai proff. P. Nicotera e P. Lucini, e nella Caratterizzazione geotecnica del territorio urbano, eseguita dai proff. A. Croce ed A. Pellegrino, contenute ne Il sottosuolo di Napoli, 3° volume degli atti dell'VIII Convegno Nazionale di Geotecnica di Cagliari, 1967;
- le indagini geotecniche effettuate nel 1968 dal Prof. A. Croce, per conto della CASMEZ, per lo studio dei terreni di posa delle opere per la realizzazione dello “Svincolo Via Marittima - Porto - Autostrade”;
- le indagini geognostiche e geotecniche eseguite nel febbraio 1986 dal Prof. D. Stanzione per i lavori di sistemazione delle aree da acquisire nell'ambito portuale e spostamento del fascio di binari;
- le indagini geognostiche eseguite dalla SISPI nell'ambito della progettazione definitiva degli adeguamenti funzionali dei Moli Bausan, Flavio Gioia, Immacolatella Vecchia e del tombamento dell'ex Alveo Pollena (2000);
- le indagini eseguite nell'ambito del progetto di costruzione della nuova darsena di Levante (2003-2004);

Le indicazioni raccolte sono state infine verificate e specializzate da un'apposita campagna di indagini - eseguita nel 2017 a cura della stazione appaltante e completata nel 2019 a cura del gruppo di progettazione -nell'ambito delle attività affidate dall'Autorità di Sistema Portuale del Tirreno Centrale all'RTI Modimar ed altri, finalizzata - nella fattispecie - alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni di sedime interessati dal prolungamento della diga foranea.

I risultati della ricognizione delle indagini sopra citate sono illustrati nei capitoli successivi.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

a) Carta Geologico-tecnica del sottosuolo di Napoli (1967)

Nelladocumentazione allegata sono indicate le 14 verticali esplorate con sondaggi meccanici a carotaggio continuo e i 10 profili eseguiti con penetrometro statico riportati nell'elaborato in oggetto ed ubicati nella zona di interesse.

I sondaggi meccanici hanno raggiunto quote comprese fra i (-13) e (-90), le prove penetrometriche, arrestate su tetto della formazione lapidea, hanno raggiunto quota -18 m. Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati campioni rimaneggiati su cui sono state eseguite analisi granulometriche, nonché carote di tufo su di cui sono stati determinati il peso dell'unità di volume e la resistenza a compressione uniassiale.

b) Indagine CASMEZ per la realizzazione dello “Svincolo Via Marittima - Porto - Autostrade” (1968)

Nella zona dello svincolo via Marina – Porto – Autostrade nel 1968 fu eseguita una campagna di indagini comprendente:

- n° 5 sondaggi a carotaggio continuo (S1÷S4, S12 ed S13), della lunghezza compresa tra 30 e 50 m [quota (-27)÷(-44)], con prelievo di 5 campioni indisturbati;
- n° 3 prove penetrometriche statiche (Ps1, Ps4 e Ps13), eseguite in adiacenza ai sondaggi, della lunghezza compresa tra i 20 ed i 25 m [quota (-17)÷(-20)];
- n° 3 prove penetrometriche dinamiche continue (Pd1, Pd4 e Pd13), eseguite in adiacenza ai sondaggi, della lunghezza compresa tra i 25 ed i 29 m [quota (-23)÷(-26)];
- analisi granulometriche sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nel corso dei sondaggi.

c) Indagine per i lavori di sistemazione delle aree da acquisire nell'ambito portuale e spostamento del fascio di binari (Prof. D. Stanzione, 1986.)

L'indagine è stata eseguita nell'ambito dei lavori di sistemazione del terminale dei contenitori e del fascio dei binari ricevimento e composizione treni merci. L'area indagata è ubicata nella parte a ridosso della darsena Vittorio Veneto. Essa ha compreso:

- n° 3 sondaggi a carotaggio continuo (SI÷SIII), della lunghezza compresa tra 10 e 30 m [quota (-7)÷(-26)], con prelievo di 8 campioni indisturbati;
- n° 7 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT, eseguite nel corso delle perforazioni di sondaggio;

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

- analisi granulometriche sui campioni indisturbati prelevati.

d) Indagini geognostiche eseguite dalla SISPI nell'ambito della progettazione definitiva degli adeguamenti funzionali dei Moli Bausan, Flavio Gioia, Immacolatella Vecchia e del tombamento dell'ex Alveo Pollena (2000)

Tale campagna, eseguita nel luglio 1999, è consistita in 11 sondaggi a carotaggio continuo (in particolare n. 2 sondaggi eseguiti sul piazzale del molo Immacolatella Vecchia) con l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche SPT. Nel luglio 2000 tali indagini sono state integrate con ulteriori n.12 sondaggi a carotaggio continuo, con esecuzione di prove SPT nei terreni che interessano i primi 45 – 50 mt di sottosuolo e n. 2 profili penetrometrici.

f) Indagini geognostiche eseguite in occasione della progettazione della Nuova Darsena di Levante (2002-2004), in prossimità della parte orientale della Diga foranea Duca d'Aosta

Nell'ambito della ricognizione delle indagini storiche, particolarmente significative sono apparse quelle eseguite in occasione della progettazione della Nuova Darsena di Levante.

Il programma delle indagini geotecniche si è svolto in due fasi successive: in una prima fase sono state effettuate le indagini a terra (Luglio - Novembre 2002) e nel marzo 2003 sono state eseguite le indagini; le prove di laboratorio sono concluse nell'aprile 2004. Le indagini a terra, ubicate nell'intorno dello specchio d'acqua della Nuova Darsena, hanno previsto n. 15 carotaggi, spinte fino ad una profondità massima di circa 50 m dal piano campagna, con prove penetrometriche dinamiche SPT (Standard Penetration Test), prelievo di campioni indisturbati e non; dei 15 carotaggi, 12 sono stati eseguiti sulla Darsena (T1-T11 e T14), n. 1 di fronte alla stessa, sulla Diga Foranea (T15) e n. 2 (T12 e T13) sono stati ubicati verso l'estremità orientale della Diga Foranea, dove è previsto il prolungamento in progetto. Durante le perforazioni è stato sistematicamente attraversato un banco tufaceo, per il quale sono state effettuate determinazioni dell'indice RQD (Rock Quality Designation); parte delle carote estratte è stata destinata al laboratorio per le prove specifiche.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE		Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019			
	19	002	DR	008	01	GEO

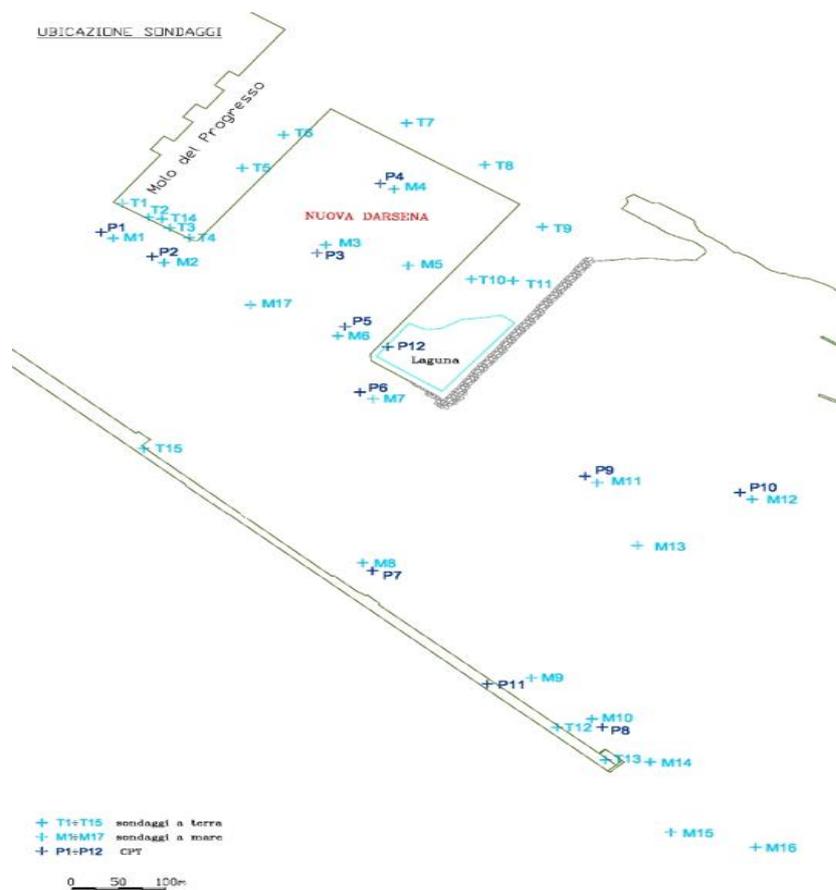


Fig. 8) Indagini geognostiche eseguite nell'area orientale di Napoli (2003-2004)

L'ubicazione delle verticali esplorate è riportata nella figura sopra riportata.

Un prospetto schematico delle indagini in sito, a terra è riportato nella seguente tabella, dove per ogni sondaggio è indicata la profondità massima rispetto al piano campagna, il numero di prove SPT eseguite in ciascun foro di sondaggio ed il numero di campioni prelevati.

INDAGINI A TERRA	Sondaggio	L (m)	N° SPT	N° Campioni*
	T1	20.20	-	-
	T2	20.20	-	-
	T3	20.20	-	-
	T4	21.50	-	-
	T5	50.50	15	3
	T6	50.00	11	3
	T7	50.00	10	14
	T8	50.00	11	6
	T9	50.00	12	3
	T10	51.00	10	1
	T11	50.50	11	2
	T12	50.00	4	2
	T13	50.20	7	3
	T14	51.00	11	2
T15	31.00	-	-	

* Campioni prelevati in sito nel corso delle perforazioni, ed in laboratorio dalle cassette catalogatrici

Tab. 1 prospetto sintetico delle indagini in sito

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE		Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019			
	19	002	DR	008	01	GEO

Pur in presenza di terreni prevalentemente a grana grossa, è stato possibile eseguire prelievi di campioni indisturbati, operazione effettuata con successo nell'ambito dei livelli con frazione limosa significativa. Il programma sperimentale in laboratorio è stato di fatto "condizionato" dalla granulometria dei terreni, in cui generalmente è risultata prevalere, come atteso, la frazione sabbiosa. Pertanto, mentre sono state eseguite sistematicamente analisi granulometriche dei terreni (anche su campioni rimaneggiati selezionati in laboratorio dalle cassette catalogatrici), la determinazione delle proprietà di volume e delle caratteristiche meccaniche è risultata possibile solo per un numero limitato di campioni; in particolare sono state eseguite prove di compressione edometrica e prove di taglio diretto mediante l'apparecchiatura di Casagrande. Sui campioni di tufo sono state eseguite prove di compressione a dilatazione laterale libera (prove di compressione uniassiale).

Sondaggio	Camp.	Prof. (m)	A.A.	Caratt. fisiche	TD	Edom.	L.L.
T5	C1	18.40	X	X	X	X	n.d.
T6	C1	14.10	X	X	X	X	n.d.
T7	RX1	13.35	X	-	-	-	n.d.
	R1	14.05	X	-	-	-	-
	R2	18.35	X	-	-	-	-
	RX2	20.55	X	-	-	-	n.d.
	C1	21.22	X	X	X	-	-
	R3	23.55	X	-	-	-	-
	RX3	25.05	X	-	-	-	-
	R4	38.55	X	-	-	-	-
	C3	43.55	X	X	-	-	-
	RX4	44.55	X	-	-	-	n.d.
T8	R5	45.05	X	-	-	-	-
	R5	48.05	X	-	-	-	-
	RX6	49.05	X	-	-	-	n.d.
	R1	13.55	X	-	-	-	-
	C1	17.85	X	X	X	X	-
T9	SD1	20.25	X	X	-	X	-
	RX1	19.05	X	-	-	-	n.d.
	RX2	48.05	X	-	-	-	n.d.
T13	C1	15.55	X	X	X	-	n.d.
	C2	18.25	X	X	X	X	n.d.
T14	C3	44.65	X	X	-	-	n.d.
T14	C1	15.75	X	X	X	X	n.d.

AA = analisi granulometrica
 TD = Taglio diretto
 Edom = prova di compressione edometrica
 L.L = limiti di Atterberg
 Sigle campioni: C indisturbato
 R rimaneggiato (scelto in una prima fase)
 RX rimaneggiato (scelto in una seconda fase)
 SD semi disturbato
 n.d. = non determinabili

Tab. 2 Indagini "a terra" prove di laboratorio

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

Le indagini a mare hanno completato l'apertura dell'area interessata dalla darsena di Levante. Le verticali d'indagine (sondaggi e prove penetrometriche statiche CPT) sono state in parte concentrate nello specchio d'acqua della Nuova Darsena, in parte sono state ubicate lungo il bordo del riempimento, lato mare, e prolungate verso Sud-Est fin dove attualmente è ubicato lo sporgente della darsena.

Le indagini a mare sono consistite in n. 17 perforazioni di sondaggio (M1÷M17) e n. 12 verticali penetrometriche (P1÷P12), di cui due sono state poi spostate a terra (P11 e P12).

I sondaggi sono stati spinti fino ad una profondità massima di circa 60 m rispetto al fondale marino. Nel corso delle perforazioni sono state eseguite numerose prove penetrometriche dinamiche SPT e sono stati prelevati campioni indisturbati e non, da sottoporre successivamente a prove di laboratorio. Anche a mare i sondaggi hanno sistematicamente attraversato il banco tufaceo, per il quale sono state effettuate determinazioni dell'indice RQD in sito, e prelevate carote da sottoporre a prove in laboratorio.

Le 12 verticali CPT sono state spinte fino ad un massimo di 30 m di profondità dalla quota del fondale marino. Le 10 verticali a mare sono state posizionate in prossimità di altrettanti sondaggi (in quanto realizzate da postazioni del pontone galleggiante utilizzate anche per i sondaggi). Le 2 verticali a terra sono state posizionate una alla punta dell'attuale molo a Est della Nuova Darsena (P12), in prossimità di due sondaggi a mare, l'altra verso l'estremità orientale della Diga Foranea (P11).

Un prospetto riassuntivo dei soli sondaggi a mare è riportato nella tabella seguente, dove si è indicato per ogni verticale la profondità massima rispetto al fondale marino, il numero di prove SPT eseguite in ciascun foro di sondaggio ed il numero di campioni prelevati.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

INDAGINI A MARE	Sondaggio	L (m)	N° SPT	N° Campioni*
	M1	30.30	5	6
	M2	50.00	10	2
	M3	51.00	8	2
	M4	60.00	12	4
	M5	60.00	11	2
	M6	50.00	8	2
	M7	50.50	9	11
	M8	50.50	8	2
	M9	29.50	3	2
	M10	50.70	8	2
	M11	50.00	4	2
	M12	30.10	2	2
	M13	50.10	4	2
	M14	30.00	3	1
	M15	31.70	5	3
	M16	50.00	10	1
	M17	30.00	5	1

* Campioni prelevati in sito nel corso delle perforazioni, ed in laboratorio dalle cassette catalogatrici

Tab.31 Indagini "a mare" prove in sito

6.2 Indagini geognostiche eseguite sull'area di sedime dell'intervento di progetto

Oltre all'inquadramento complessivo che si desume dall'insieme delle indagini disponibili (e di cui nel paragrafo precedente sono stati riassunti gli elementi maggiormente significativi), il gruppo di progettazione ha basato le proprie analisi:

- sui risultati delle indagini geotecniche eseguite nel 2017 a cura della stazione appaltante ed eseguite dalla Tecno-In
- su risultati delle indagini complementari eseguite nel periodo maggio-giugno 2019 a cura dei progettisti

La campagna d'indagini del 2017 ha visto l'esecuzione di n° 6 sondaggi stratigrafici con n° 23 prove SPT ed il prelievo di n° 22 campioni indisturbati e n° 1 prova simica in foro del tipo Down-Hole, eseguita in corrispondenza del tratto finale della spalla di SE della diga foranea Duca d'Aosta.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE		Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
	19	002	DR	008	01	GEO		

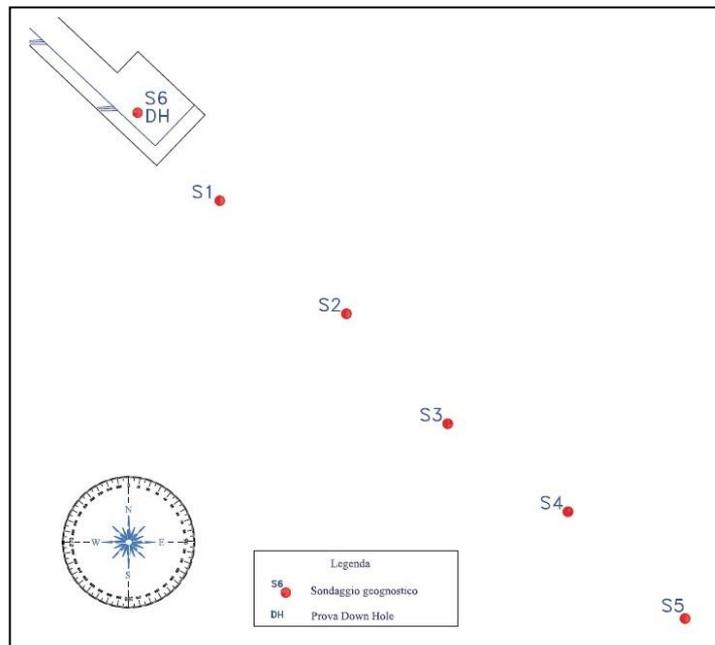


Fig. 9) Ubicazione delle indagini eseguite nel 2017

Di seguito vengono descritte le caratteristiche fisiche e meccaniche di tutte le unità litologiche caratterizzate mediante l'esecuzione di prove s.p.t. o dall'analisi di campioni indisturbati. In corrispondenza dei livelli così caratterizzati, in primo luogo sono stati esaminati i risultati delle analisi di identificazione e classificazione geotecnica, poi si sono esaminate le caratteristiche di resistenza e deformabilità che hanno maggiore influenza sull'impostazione generale del progetto in esame. Le caratteristiche di resistenza sono state ricavate dall'analisi delle prove di taglio diretto (CD) e prove di compressione triassiale (CID), effettuate in laboratorio su campioni indisturbati. In contesti stratigrafici come quello in esame, caratterizzato da formazioni incoerenti a granulometria medio-grossolana, al di sotto del livello di falda, la determinazione dei parametri meccanici mediante prove di laboratorio può essere affetta da notevole incertezze, a causa dell'elevata possibilità di prelevare campioni con caratteristiche meccaniche alterate durante le operazioni di prelievo. Per ovviare a tale problematica, alle risultanze dei test analitici, sono stati integrati ulteriori risultati provenienti dall'elaborazione delle prove s.p.t.. Per queste ultime è stato fatto ricorso a correlazioni empiriche, disponibili in letteratura, in particolare per ricavare grandezze quantitative relative all'angolo di resistenza al taglio è stata usata la correlazione proposta da Sowers (1961); mentre per la densità relativa è stata utilizzata la correlazione proposta dagli autori Gibbs e Holtz (1957).

Nel maggio 2019 sono state avviate indagini integrative a cura del gruppo di progettazione.

Preliminarmente è stato eseguito un accurato *rilievo batimetrico*, con strumentazione multi-beam, estesa non solo all'area di sedime dell'intervento di progetto, bensì ad uno specchio acqueo ben più ampio che ha raggiunto il litorale di Pietrarsa.

L'area interessata da rilievo è connotata da un'ampiezza di 1,1kmx 1,3 km, fino a 425 m dall'attuale muto paraonde dell'esistente diga.

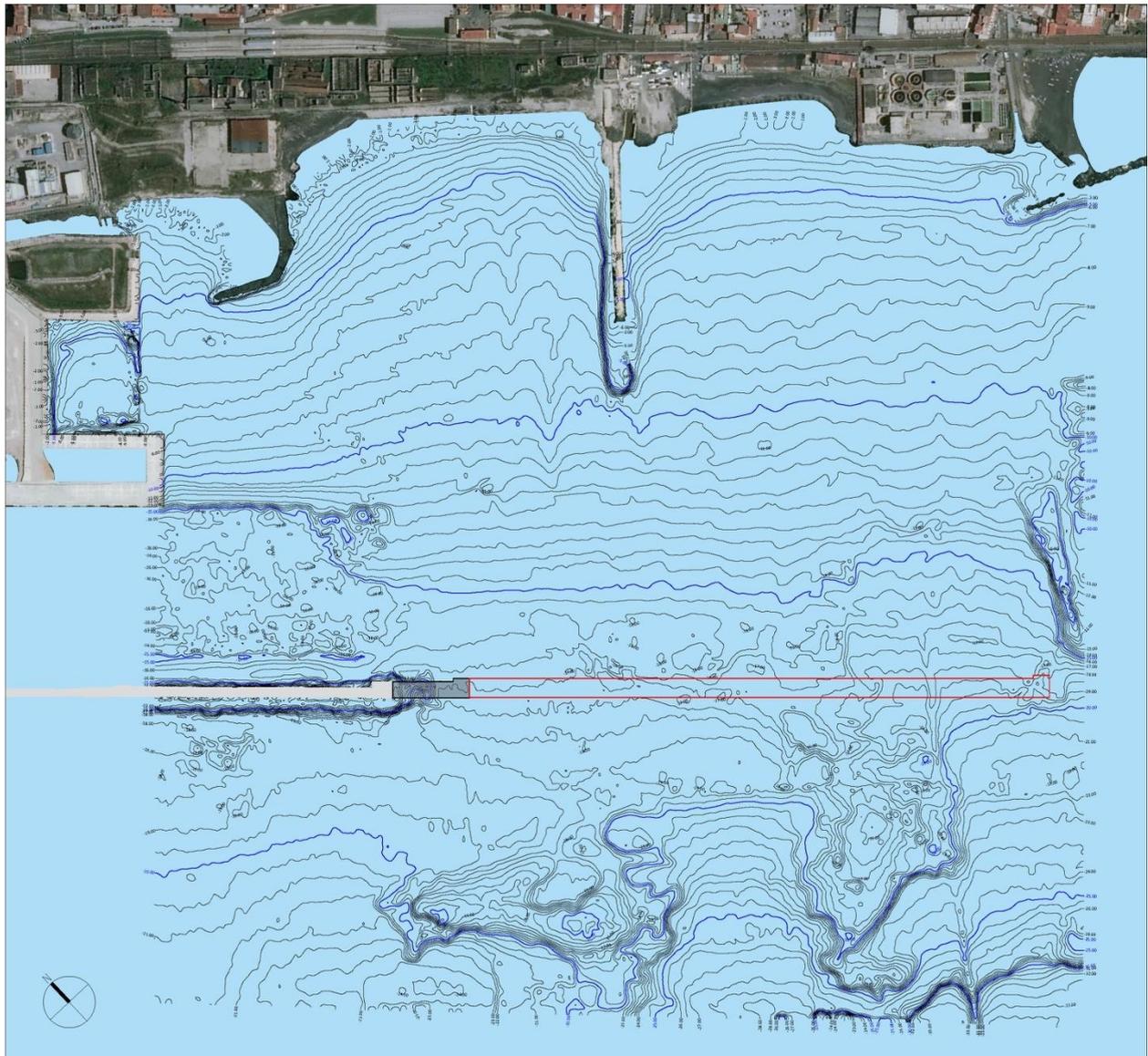


Fig. 10) Planimetria dell'area portuale orientale di Napoli interessata dalle indagini integrative

All'imbocco della diga foranea Duca d'Aosta oggetto di intervento la profondità massima è di 18 – 20 m, mentre il tratto di accesso al porto presenta una quota batimetrica media di -14.50 m l.m.m ai - 16 m l.m.m . Nella zona esterna al porto la batimetria degrada regolarmente fino a - 60m, attestandosi, al largo, su fondali di -100 m, ad una distanza di circa 3 km dalla linea di

costa. Il ciglio della piattaforma continentale al largo del Golfo di Napoli, si trova a circa 20 km oltre la costa attuale. Le indagini eseguite hanno consentito di definire una configurazione del fondale caratterizzato da una prevalente uniformità di quota – in termini di curve batimetriche – per l'intera area interessata dal prolungamento di progetto.

Successivamente è stato eseguito, per una lunghezza di circa 1 km in asse al prolungamento della diga, un rilievo con utilizzo di strumentazione *side scan sonar* che ha consentito di determinare, con accuratezza, non soltanto la conformazione dei fondali interessati dal progetto, verificando altresì l'assenza di eventuali ostacoli, ma anche la presenza di substrati litoidi affioranti a quote variabili tra -1 e -2 m dal fondale, come è possibile desumere dalla lettura integrata dei dati di rilievo e dei dati dei carotaggi.

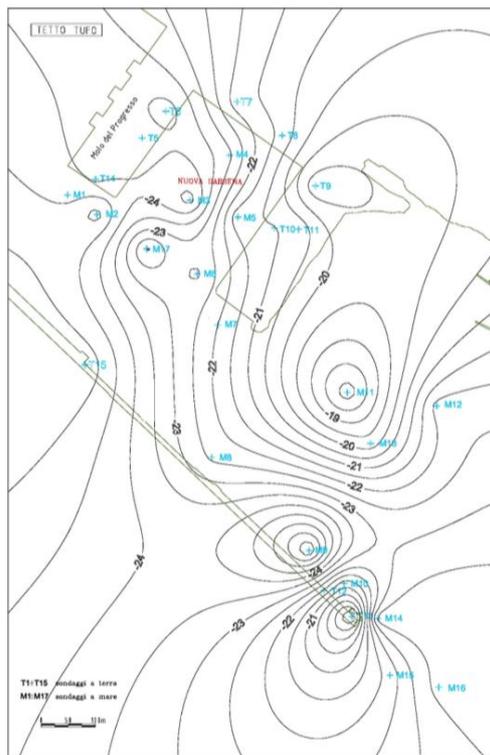


Fig.11) isoipse del tetto di tufo

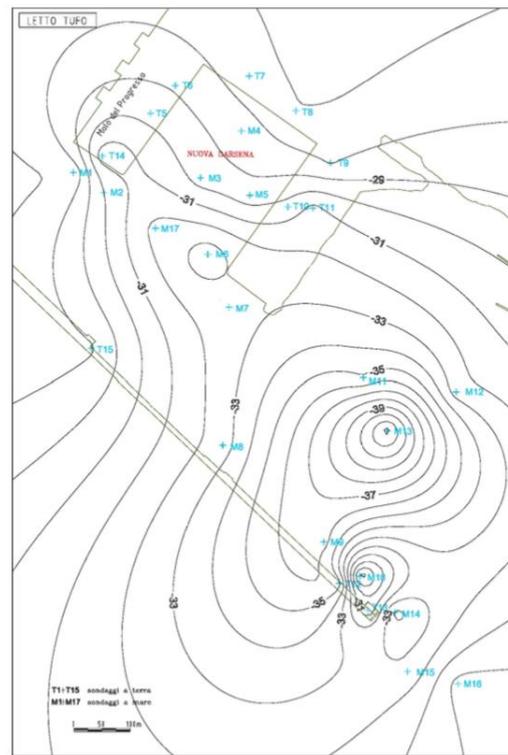


Fig. 12) isoipse del letto di tufo

Tali prove sperimentali confermano anche i dati rilevabili dalle indagini eseguite durante la progettazione e la costruzione della nuova darsena di levante che indicano con buona evidenza le caratteristiche morfologiche degli strati litoidi, come emerge dalle immagini che di seguito si riportano.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

RILIEVO SIDE SCAN SONAR

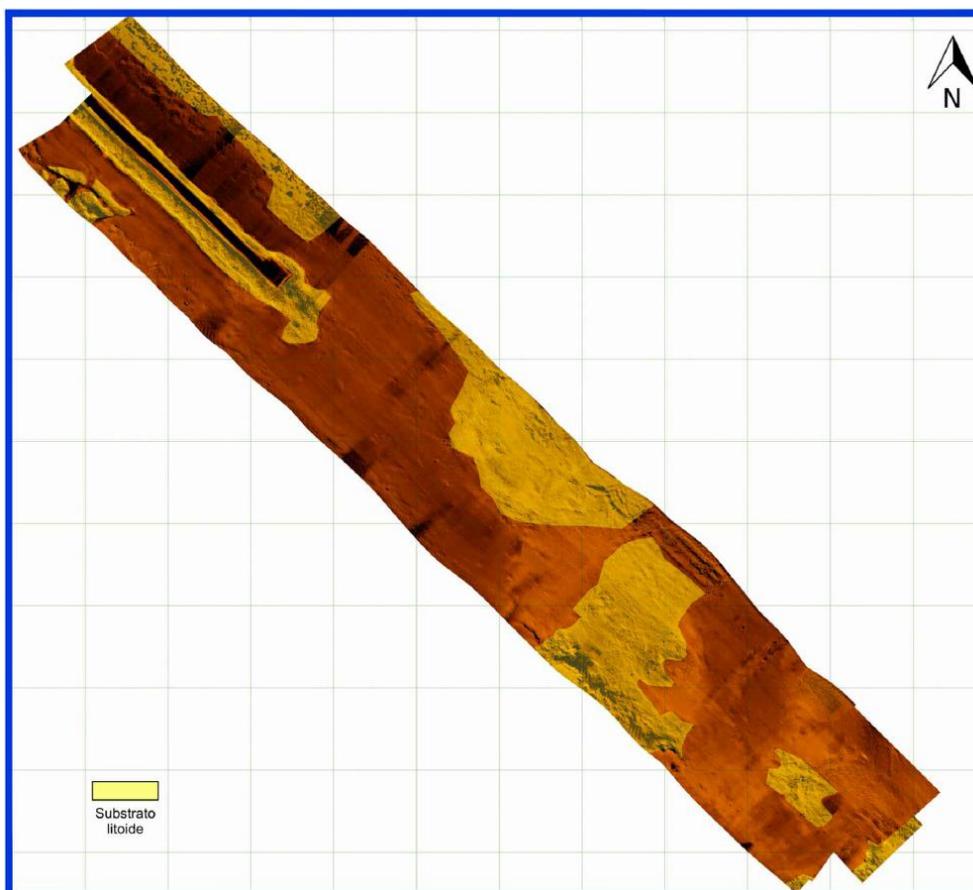


Fig. 13) restituzione immagine del rilievo con side scan sonar

In una fase successiva, a seguito dell'ordinanza n. 62/2019 emessa dalla Capitaneria di Porto, sono state eseguite ulteriori n. 4 indagini nei giorni 26 e 27 giugno 2019 con l'ausilio del Moto pontone Don Antonio iscritto al registro RRNNMMGG al n. 813- RINA60948. Tali indagini sono state eseguite con una macchina sondatrice CMV dalla FO.MI. Società Cooperativa di lavoro con sede legale in Via Provinciale Amendola 132 Sarno (SA).

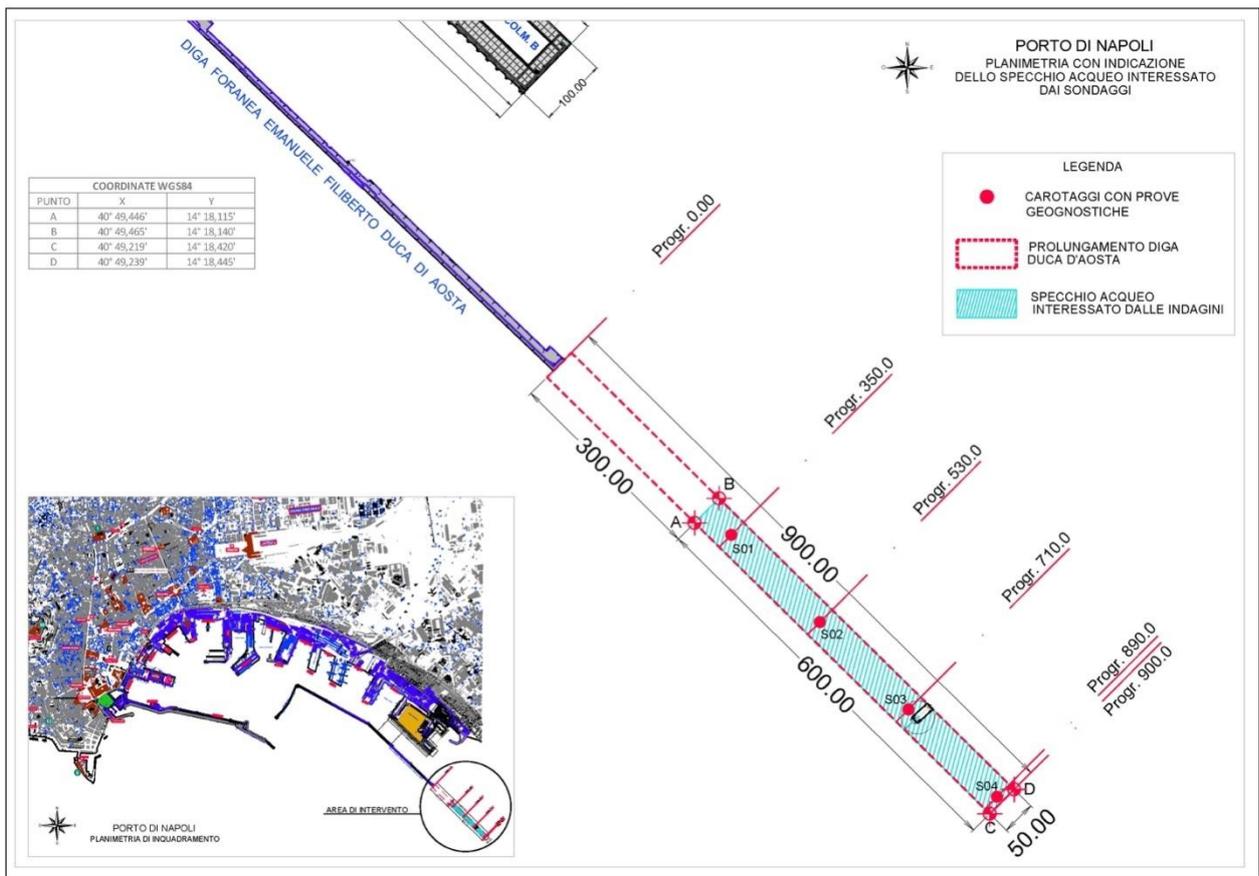


Fig. 14) Planimetria con indicazione delle colonne stratigrafiche investigate nel giu 2019

Tali sondaggi, come confermato dalla immagine che sovrappone i risultati del rilievo *consider scan sonar*, hanno consentito di definire il modello geologico dell'intera area interessata dagli interventi di prolungamento della diga.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante 1°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE		Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
	19	002	DR	008	01	GEO		

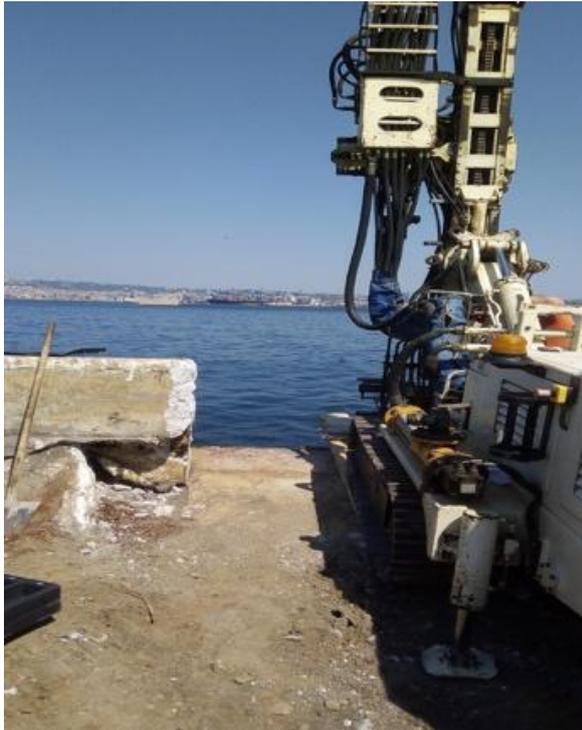


Fig. 15) Alcune immagini delle attività dicarotaggio mare eseguite nel giugno 2019

Per il sito in esame, la stratigrafia risulta ben definita, con strati caratterizzati da una giacitura sostanzialmente orizzontale con successioni stratigrafiche schematizzate nella sezione di seguito riportata. I dati disponibili forniscono pertanto un quadro completo e chiaro del sottosuolo.

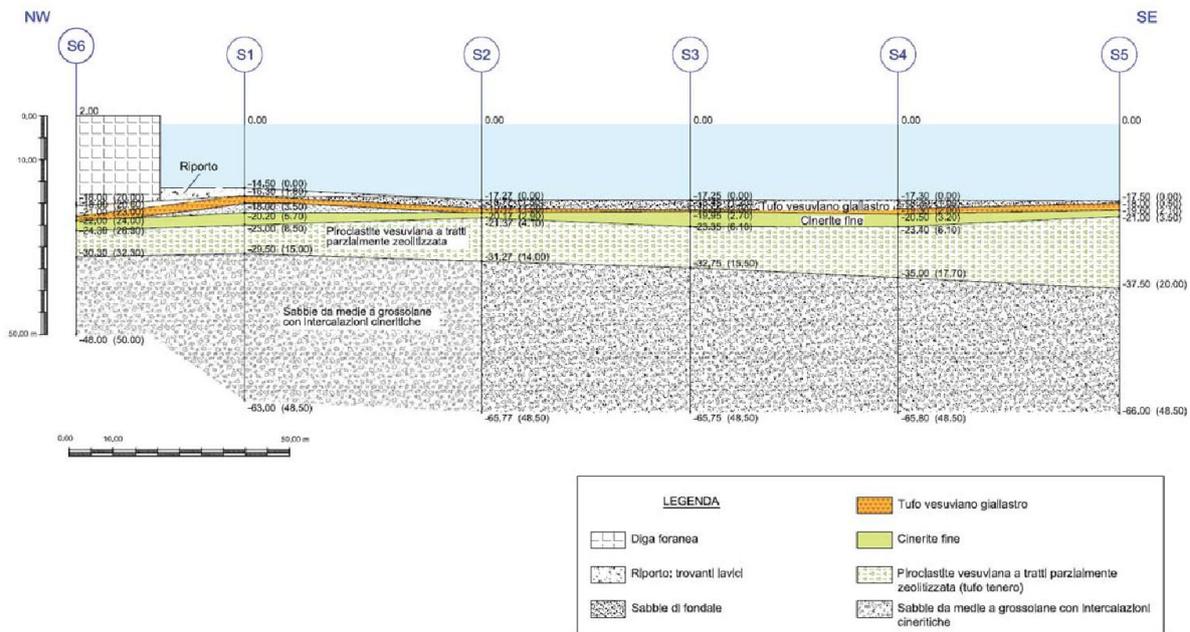


Fig. 16) Sezione stratigrafica dell'area oggetto di intervento

7. Modello geologico del sottosuolo

Sulla base delle risultanze delle indagini e delle prove eseguite è stato possibile definire il modello geomeccanico delle aree oggetto di intervento.

La successione stratigrafica naturale risulta costituita da sabbie da fini a medie con frammenti di gusci per uno spessore variabile dai 0.5 ai 2 m poggianti su uno strato di Tufo vesuviano giallastro, in alcuni casi affiorante (come rilevabile dal rilievo side scan sonar allegato), le cui quote variano alla sommità da 16.30 a 21 m s.l.m. e alla base da 18 a 22 m s.l.m., con spessori variabili da 0.5 a 1.5 m circa.

Al di sotto, dopo un modesto strato di cinerite fine grigio verde, è presente un livello di cinerite parzialmente zeolitizzata, con quote del tetto variabili tra 21 e 24.30 m s.l.m..

La quota di base di tale strato, invece, varia da 29.50 a 37.50 m s.l.m., approfondendosi dalla testata della diga foranea verso sud est, ovvero lungo l'allineamento indagato.

Al di sotto, sino alla profondità massima di indagine, la stratigrafia è caratterizzata da sabbie da medie a grossolane di natura piroclastica, a tratti intercalata da orizzonti cineritici.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE		Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019			
	19	002	DR	008	01	GEO

Nella tabella seguente vengono elencate le risultanze dei parametri meccanici/edometrici ricavabili dalle prove s.p.t. e la valutazione media delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei livelli analizzati, valutati sulla base delle risultanze delle prove s.p.t. e dei risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati prelevati in agosto 2017.

I risultati dei test in situ e di laboratorio sono stati raggruppati in livelli o orizzonti di profondità variabile, in corrispondenza dei quali sono disponibili dati sufficienti per la corretta caratterizzazione di tali depositi. Per tutti i livelli caratterizzati i valori delle prove penetrometriche ($30 < N_{spt} < 50$), indicano che lo stato dei terreni varia da addensato a molto addensato

spt n°	Profondità	sigla	<i>Dr</i>	ϕ	<i>E</i>	<i>Ed</i>	γ	ν
			Densità relativa Gibbs & Holtz 1957	Angolo di resistenza al taglio Sowers (1961)	Modulo di Young (Mpa) Schmertmann (1978) (Sabbie)	Modulo Edometrico (Mpa) Buisman-Sanglerat (sabbie)	Peso unità di volume Meyerhof ed altri	Modulo di Poisson Correlazione (A.G.I.)
S4p1	5,50-5,95	cf	79,19	35,16	20,05	15,04	20,4	0,3
S3p1	5,70-6,15	cf	62	36,32	23,32	17,49	20,89	0,3
S1p1	6,50-6,95	cf	60	36,06	22,59	16,94	20,79	0,3
S4p2	10,50-10,95	cf	89,36	35,8	21,87	16,4	20,69	0,3
S4p3	15,50-15,95	cf	77,65	35,29	20,41	15,31	20,5	0,3
S2p1	5,50-5,95	pz	80,8	36,45	23,68	17,76	20,99	0,29
S5p1	6,00-6,45	pz	77	37,85	27,61	20,7	21,38	0,28
S2p2	10,50-10,95	pz	90,83	37,36	26,22	19,67	21,18	0,29
S3p2	10,50-10,95	pz	80,31	36,84	24,77	18,58	21,08	0,29
S5p2	12,50-12,95	pz	65	40,6	35,31	26,48	21,77	0,26
S1p2	14,50-14,95	pz	76,08	36,45	23,68	17,76	20,99	0,29
S3p3	14,50-14,95	pz	84,31	36,45	2,68	17,76	20,99	0,29
S5p3	19,50-19,95	pz	89,05	39,82	33,13	24,85	21,67	0,27
S2p3	15,50-15,95	ps	75,93	34,9	19,32	14,49	20,3	0,31
S3p4	17,50-17,95	ps	66,75	35,29	20,41	15,31	20,5	0,3
S1p3	19,60-20,05	ps	84,23	41,22	37,05	27,79	21,87	0,26
S4p4	20,50-20,95	ps	68,75	34,77	18,96	14,22	20,3	0,31
S2p4	21,00-21,45	ps	69,29	35,03	19,69	14,76	20,4	0,3
S5p4	29,30-29,75	ps	65,94	36,32	23,32	17,49	20,89	0,3
S1p4	31,00-31,45	ps	71,73	42,41	38,5	28,88	21,87	0,26
S4p5	37,50-37,95	ps	63,18	37,49	26,59	19,94	21,28	0,29
S2p5	38,00-38,45	ps	60,32	36,58	24,05	18,03	20,99	0,29

Tab.4_elaborazione delle prove s.p.t.

Profondità	sigla	<i>Dr</i>	ϕ	<i>E</i>	<i>Ed</i>	γ	ν	Litologia
		Densità relativa Gibbs & Holtz 1957	Angolo di resistenza al taglio Sowers (1961)	Modulo di Young (Mpa) Schmertmann (1978) (Sabbie)	Modulo Edometrico (Mpa) Buisman-Sanglerat (sabbie)	Peso unità di volume Meyerhof ed altri	Modulo di Poisson Correlazione (A.G.I.)	
5,50-15,95	cf	73.5	35.7	21.6	16.2	20.04	0.30	cinerite fine
5,50-19,95	pz	80.4	37.7	24.6	17.7	21.2	0.28	piroclastite "zeolitizzata"
15,50-38,45	ps	69.5	37.1	25.3	18.9	20.9	0.29	Piroclastite sabbiosa

Tab. 5_valori medi delle caratteristiche fisiche e meccaniche per ogni livello caratterizzato.

L'analisi stratigrafica della successione dei terreni presenti in sito, a seguito di una lettura integrata di tutti i dati disponibili, può essere così sinteticamente rappresentata:

- a) terreni sabbio-limosi del fondale (Sabbie Superiori);

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

- b) tufo litoide (Tufo);
- c) terreni sabbiosi del fondale (Sabbie Inferiori).

In fig. 17 è riportata sezione stratigrafica di riferimento; la stesa è riportata in allegato in scala adeguata (Allegato 5).

a) Sabbie superiori

A partire dal fondale, fino al livello tufaceo si rinvengono materiali sciolti di differente granulometria, indicati come sabbie superiori; taliterreni sono costituiti da alternanze di livelli quasi sempre di origine vulcanica, con granulometria generalmente variabile dal limo sabbioso a sabbia, mediamente addensati. In esse sono presenti, in forma differenziata, materiali organici quali alghe e residui di gusci. I livelli a differente granulometria non sono stratigraficamente correlabili fra loro perché sembrano alternarsi in maniera irregolare in orizzontale ed in verticale. Il banco delle sabbie superiori, nell'area di intervento, ha spessore variabile dai 1,8 fino ad una quota variabile tra 4 e 6 metri

b) Tufo

Si tratta di un deposito piroclastico a consistenza litoide (tufo) a volte sovrastato da sottili livelli di ceneri fini non litoidi o semi litoidi; nella schematizzazione stratigrafica questi ultimi, data la loro scarsa consistenza rispetto al tufo litoide, sono stati attribuiti al banco delle sabbie superiori. La potenza del tufo è variabile da circa 5 m fino ad oltre 10 m nell'area della Nuova Darsena esi incrementa verso Sud-Est, in proiezione del prolungamento della diga, raggiungendo uno spessore massimo di circa 22 m, pur evidenziando una certa variabilità negli spessori misurati (prevalentemente da 6 a 14 m circa).

c) Sabbie inferiori

Analogamente al banco delle sabbie superiori, disposto a copertura del tufo, al di sotto di quest'ultimo si rinviene una alternanza di livelli a differente granulometria, prevalentemente di origine marina. In tale substrato i materiali sono più grossolani, variando generalmente da sabbie limose a sabbie ghiaiose, e sono più addensati. I terreni di natura piroclastica sono generalmente privi di residui organici.

8. Pericolosità sismica

La presente relazione è stata redatta a partire dalle risultanze della campagna d'indagini pregressa, eseguita nel mese di Agosto del 2017 dalla società Tecno In S.p.A e dai rilievi integrativi eseguiti in maggio 2019 Pericolosità Sismica

La pericolosità sismica è la probabilità, che in un determinato intervallo temporale, un'area sia interessata da terremoti distruttivi. Tale fattore rappresenta l'accelerazione attesa su un sottosuolo rigido (ag). Secondo la normativa sismica indicata nel D.M. 14.01.2018, per calcolare l'accelerazione attesa su un sottosuolo rigido (ag), si deve far riferimento all'ubicazione del sito, rispetto ai vertici sismici del reticolo nazionale. (Fig. 17).

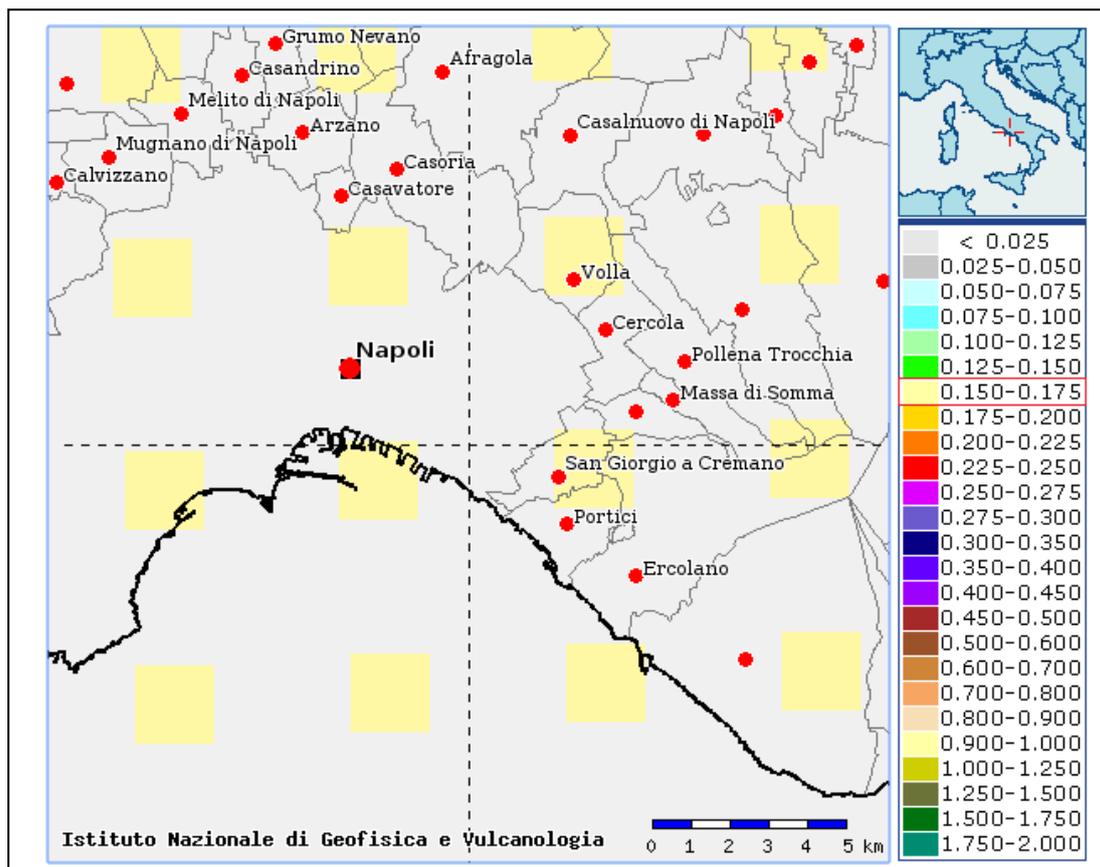


Fig17) Reticolo nazionale di riferimento per la pericolosità sismica redatto dall' INGV

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

In base alle coordinate del punto in esame, viene indicata la pericolosità sismica sui suoli rigidi. L'intensità con la quale si manifesta un sisma in un dato sito, sono fortemente dipendenti da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma. Pertanto si può definire la risposta sismica locale, come l'azione di filtro o d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie. Per il sito in esame viene riportata l'accelerazione attesa su un sottosuolo rigido di 0.150- 0.175

Per la determinazione dell'amplificazione stratigrafica si fa riferimento alla Velocità Equivalente VS (eq) in base alla quale viene determinata la categorie di sottosuolo, come riportato nella tabella 6. Nel caso in esame, la categoria di suolo, è stata calcolata dai risultati della prova sismica down hole eseguita durante la campagna d' indagini a cura della Tecno In nel mese di che indicano valori di Vs = 643 m/s; in accordo con la seguente tabella, il suolo viene classificato come “categoria di suolo B”. Per la definizione dell'amplificazione topografica si adotta il coefficiente **T1**, per superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione $media \leq 15^\circ$.

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

Tab. 6) Categorie Suoli di fondazione (D.M. 20 febbraio 2018)

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	008	01

9. Conclusioni

Nell'area orientale di Napoli il TGN risulta ricoperto da depositi di origine marina ed Alluvionale, riconducibili alla trasgressione post-glaciale di 9000 anni fa.

I livelli torbosi più superficiali depositi in questo periodo in lenti e lembi, più o meno estesi, e dallo spessore variabile, tra 5 e 20m (s.l.m.) che coprono l'area tra Lufrano, Volla e Ponticelli.

Per il sito in esame, la stratigrafia risulta ben definita, con strati caratterizzati da una giacitura sostanzialmente orizzontale e le successioni dedotte dalle descrizioni stratigrafiche, forniscono un quadro completo e chiaro del sottosuolo.

Per tutti i livelli caratterizzati i valori delle prove penetrometriche ($30 < N_{spt} < 50$), indicano che lo stato dei terreni varia da addensato a molto addensato.

Per il sito in esame viene riportata l'accelerazione attesa su un sottosuolo rigido di 0.150 - 0.175. Le velocità di $V_s = 643$ m/s; quindi il suolo viene classificato come "categoria di suolo B". Per la definizione dell'amplificazione topografica si adotta il coefficiente **T1**, per superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

Dott. Geol. Salvatore Costabile

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

Allegati

1. Allegato 0 – Allegati cartografici

- a. TAV 1_ Carta Tecnica Regionale
- b. TAV 2_ Carta Geologica
- c. TAV 3_ Carta delle Isopiezometriche
- d. TAV 4_ Pericolosità Idraulica
- e. TAV 5_ Rischio Idraulico
- f. TAV 6_ Pericolosità da Frana
- g. TAV 7_ Rischio Frana

2. Allegato 1 – ubicazione indagini 2017

3. Allegato 2 – ubicazione indagini 2019

4. Allegato 3 – colonne stratigrafiche sondaggi 2017

5. Allegato 4 – colonne stratigrafiche sondaggi 2019

6. Allegato 5 – documentazione fotografica sondaggi 2019

7. Allegato 6 – sezione stratigrafica interventi di progetto (I stralcio)

8. Allegato 7 – sezione stratigrafica dell'intera area interessata dagli interventi di prolungamento della diga Duca D'aosta

9. Allegato 8 – rilievo side scan sonar

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

Allegato 0 - cartografia

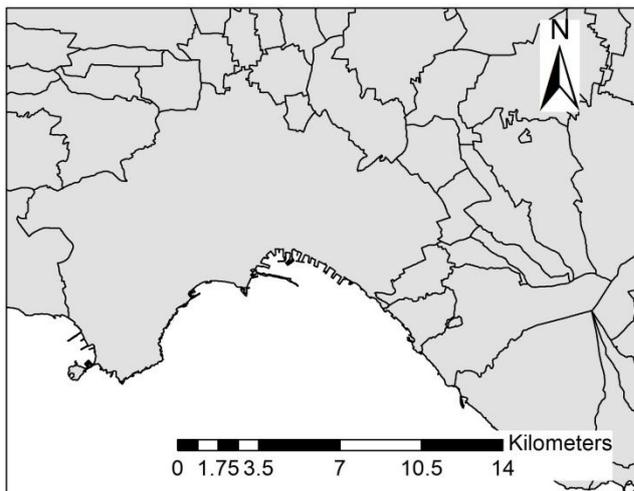
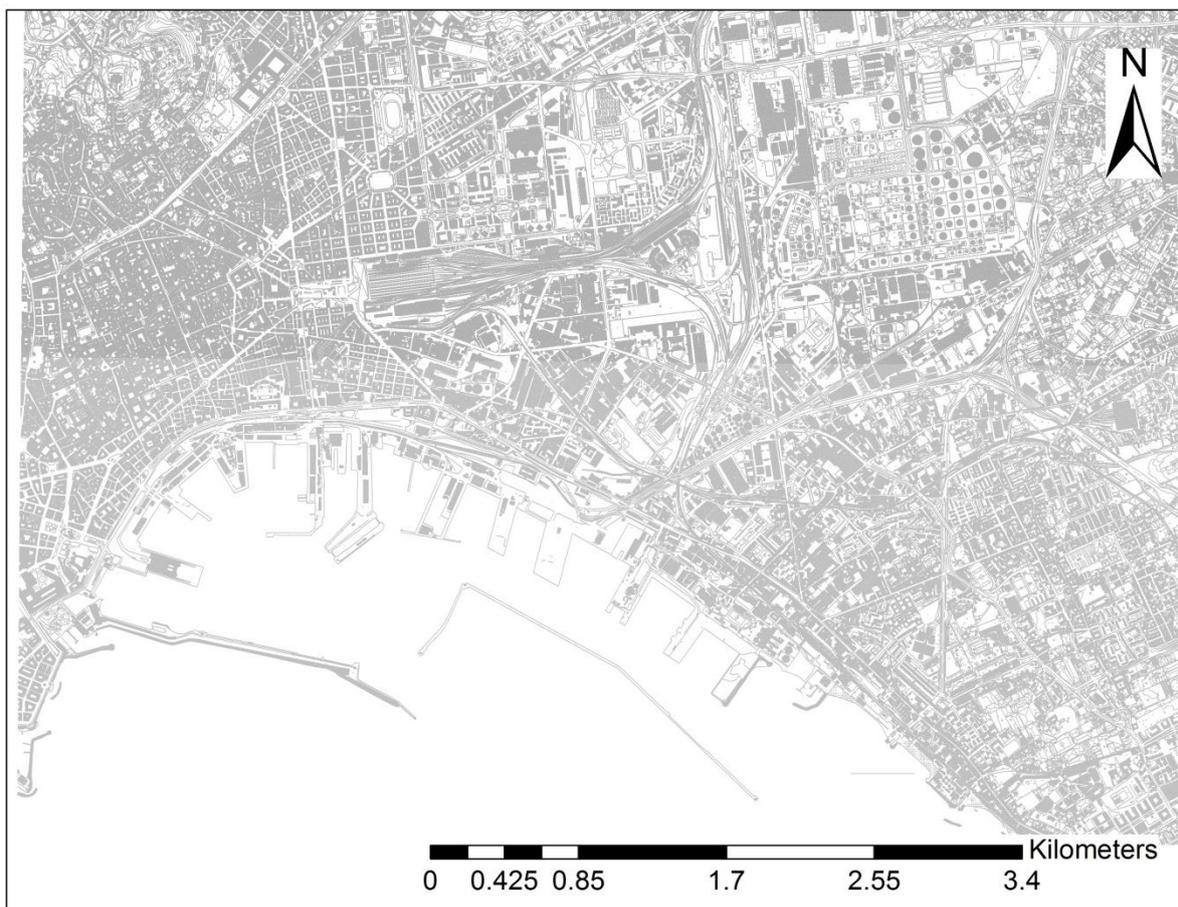


TAVOLA 1
SCALA 1:25.000
Carta Tecnica Regionale
— Polylines



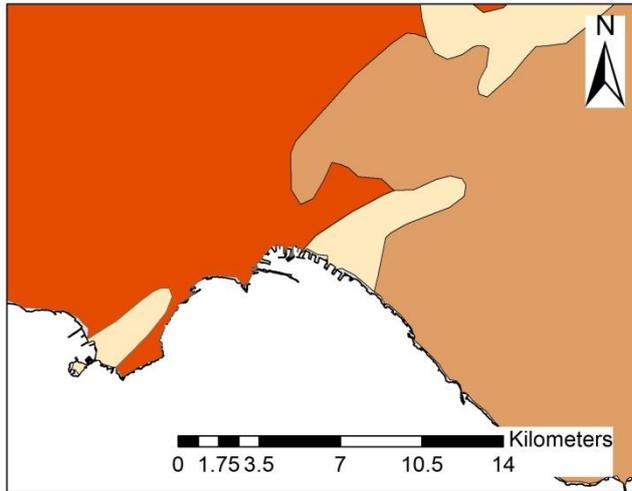
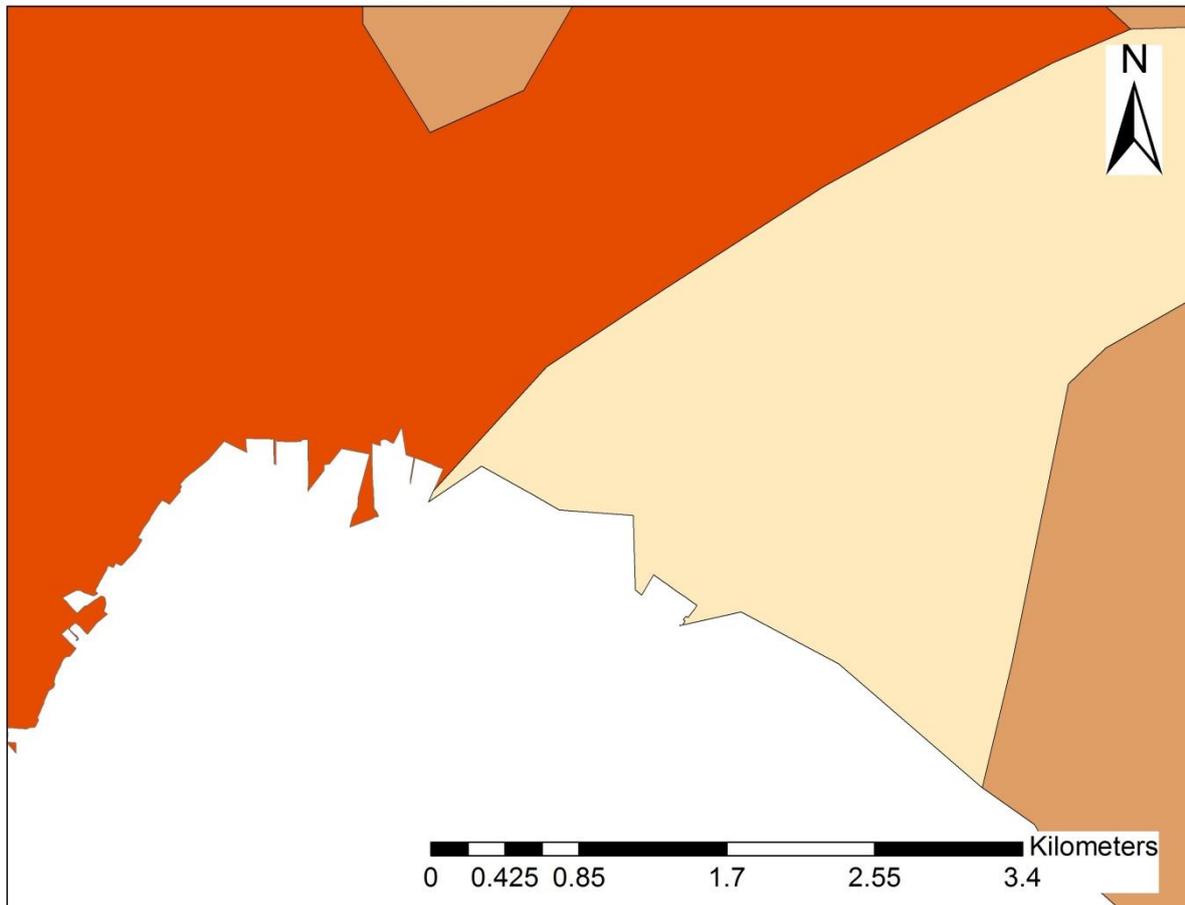


TAVOLA 2
SCALA 1:25.000
Carta Geologica

-  Depositi alluvionali
-  Depositi piroclastici di origine vesuviana
-  Depositi piroclastici di origine flegrea



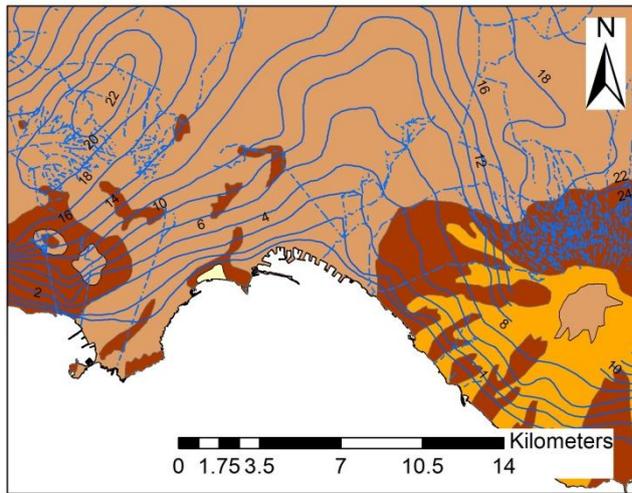
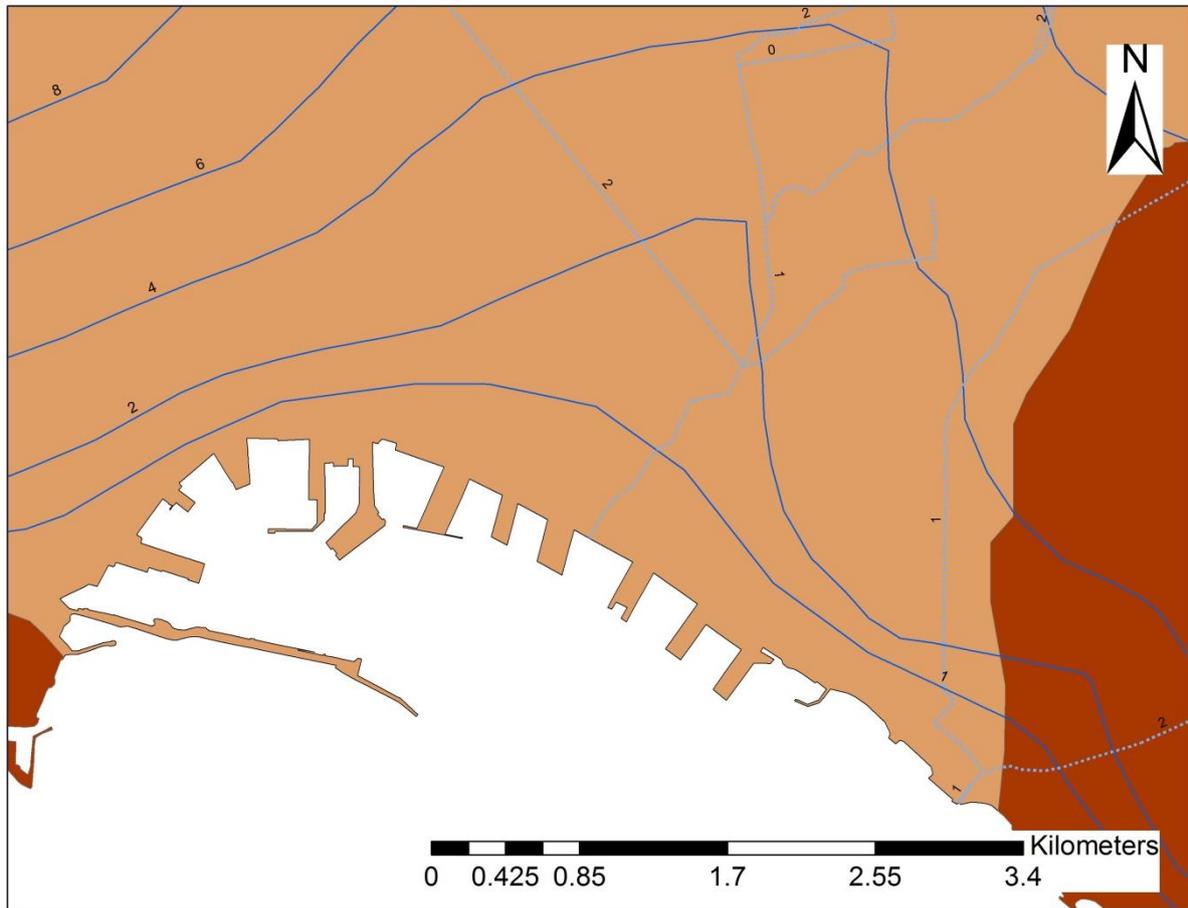
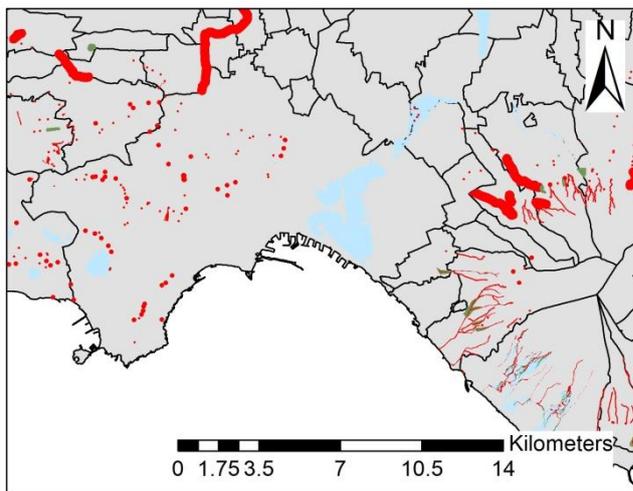


TAVOLA 3
SCALA 1:25.000
Carta Idrogeologica

-  Elementi idrografici (m)
-  Piezometrica (m)
-  Complesso alluvionale-costiero
-  Complesso delle piroclastiti da caduta
-  Complesso delle piroclastiti da flusso
-  Complesso delle lave





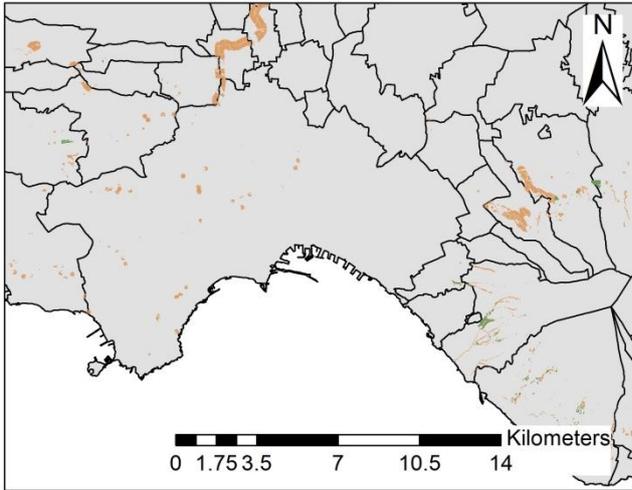
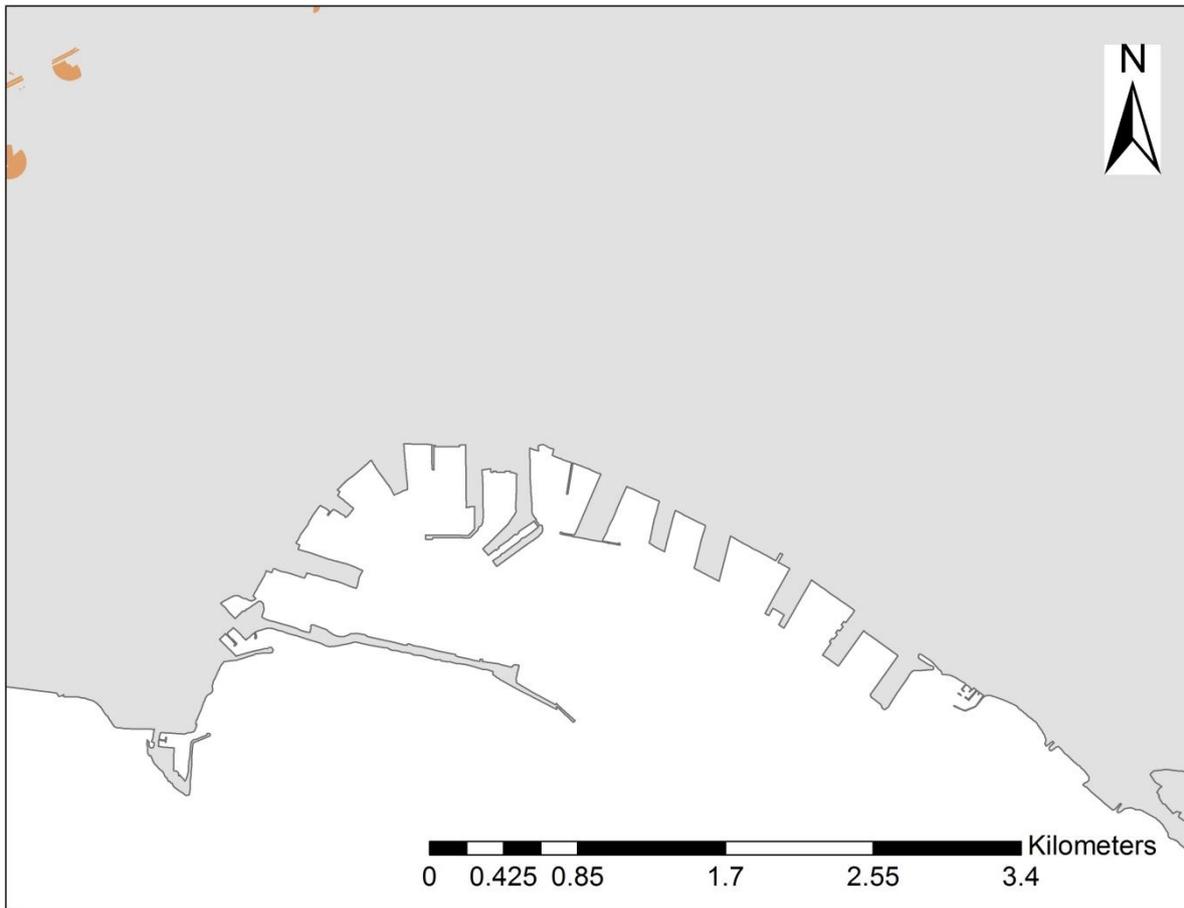


TAVOLA 5
SCALA 1:25.000

Rischio Idraulico

- R3 - Elevato
- R4 - Molto Elevato



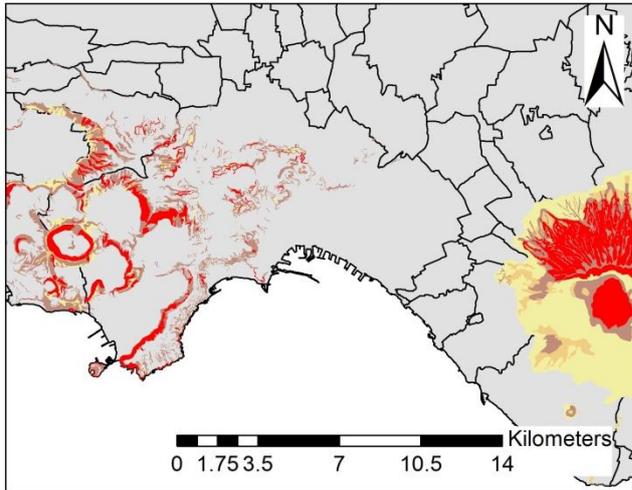
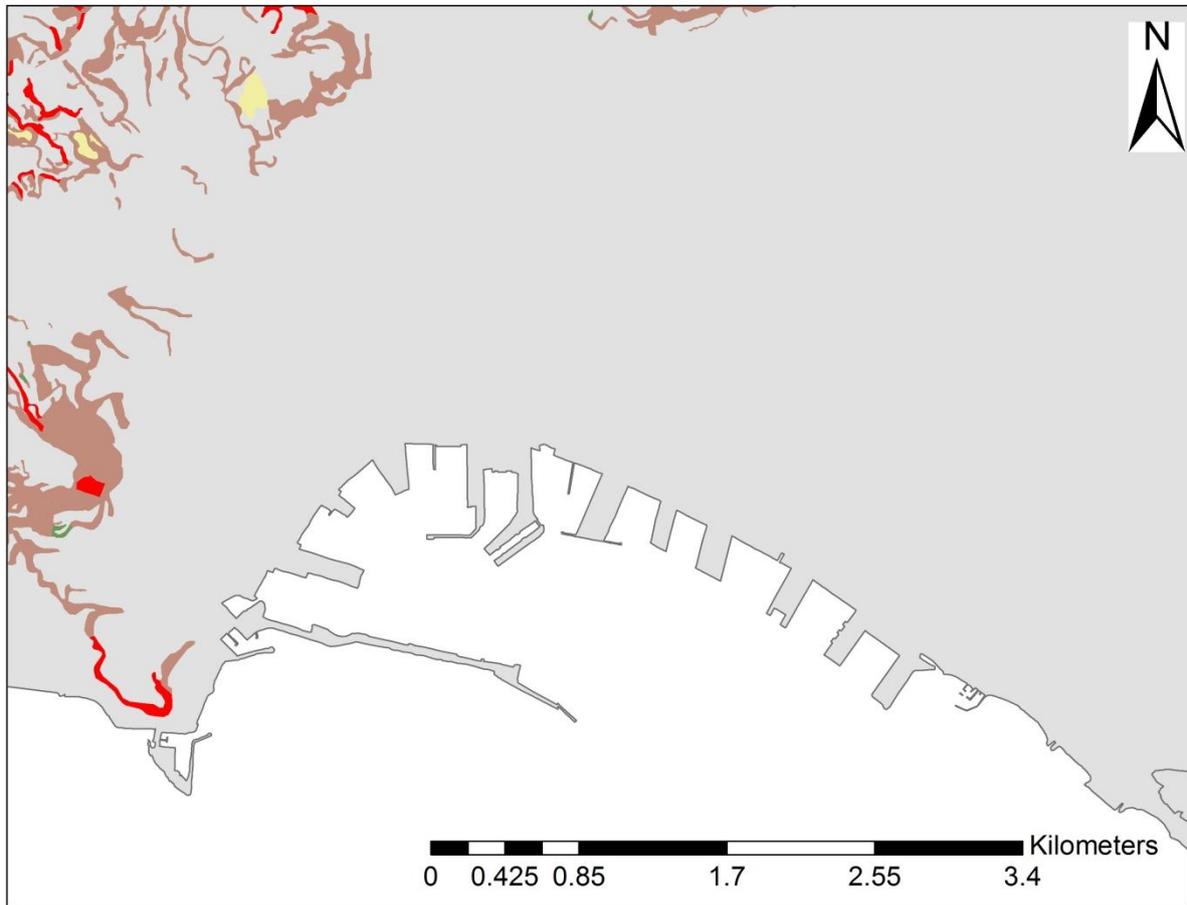


TAVOLA 6
SCALA 1:25.000

Pericolosità Frana

- AA - Aree di Attenzione
- P1 - Moderata
- P2 - Media
- P3 - Elevata
- P4 - Molto Elevata



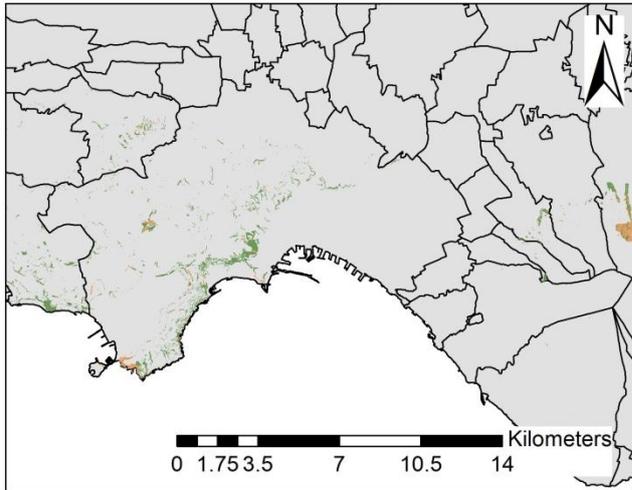
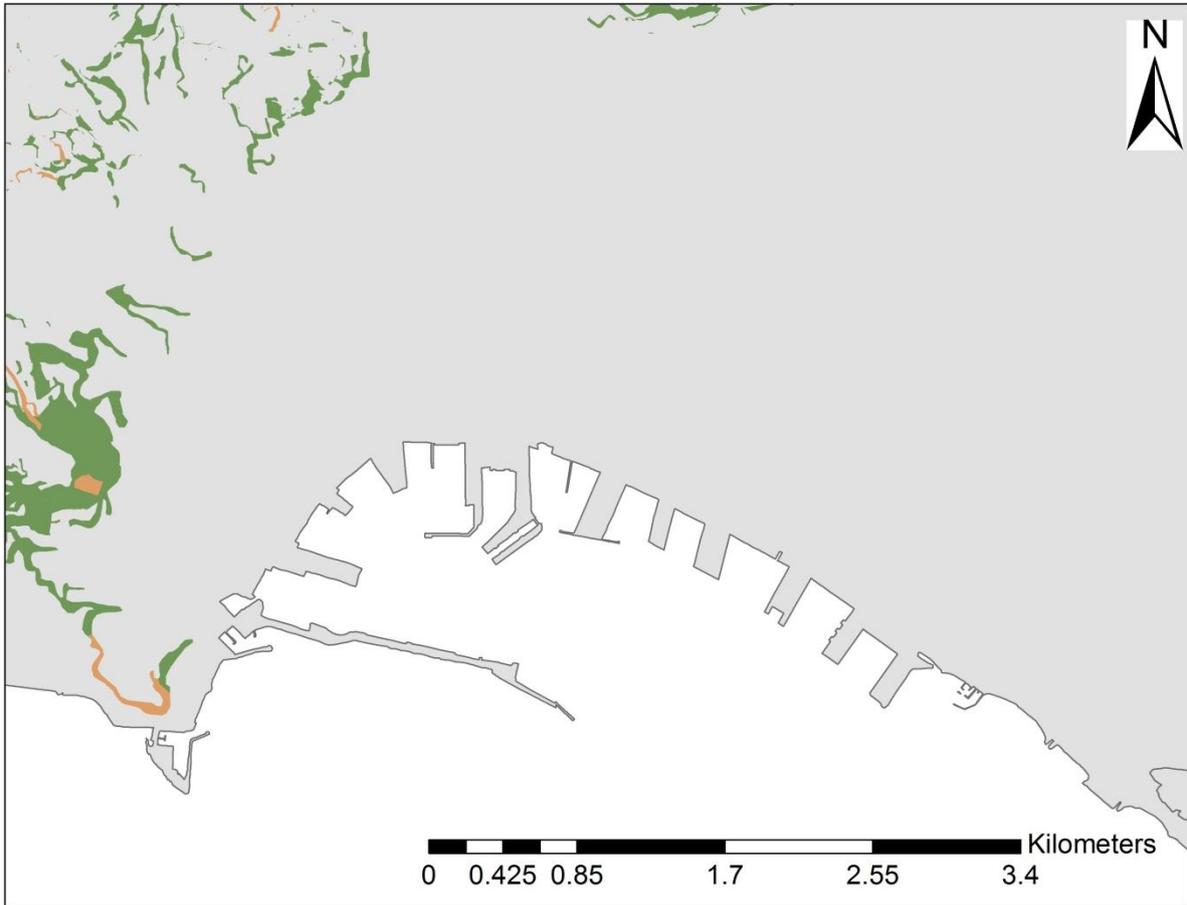
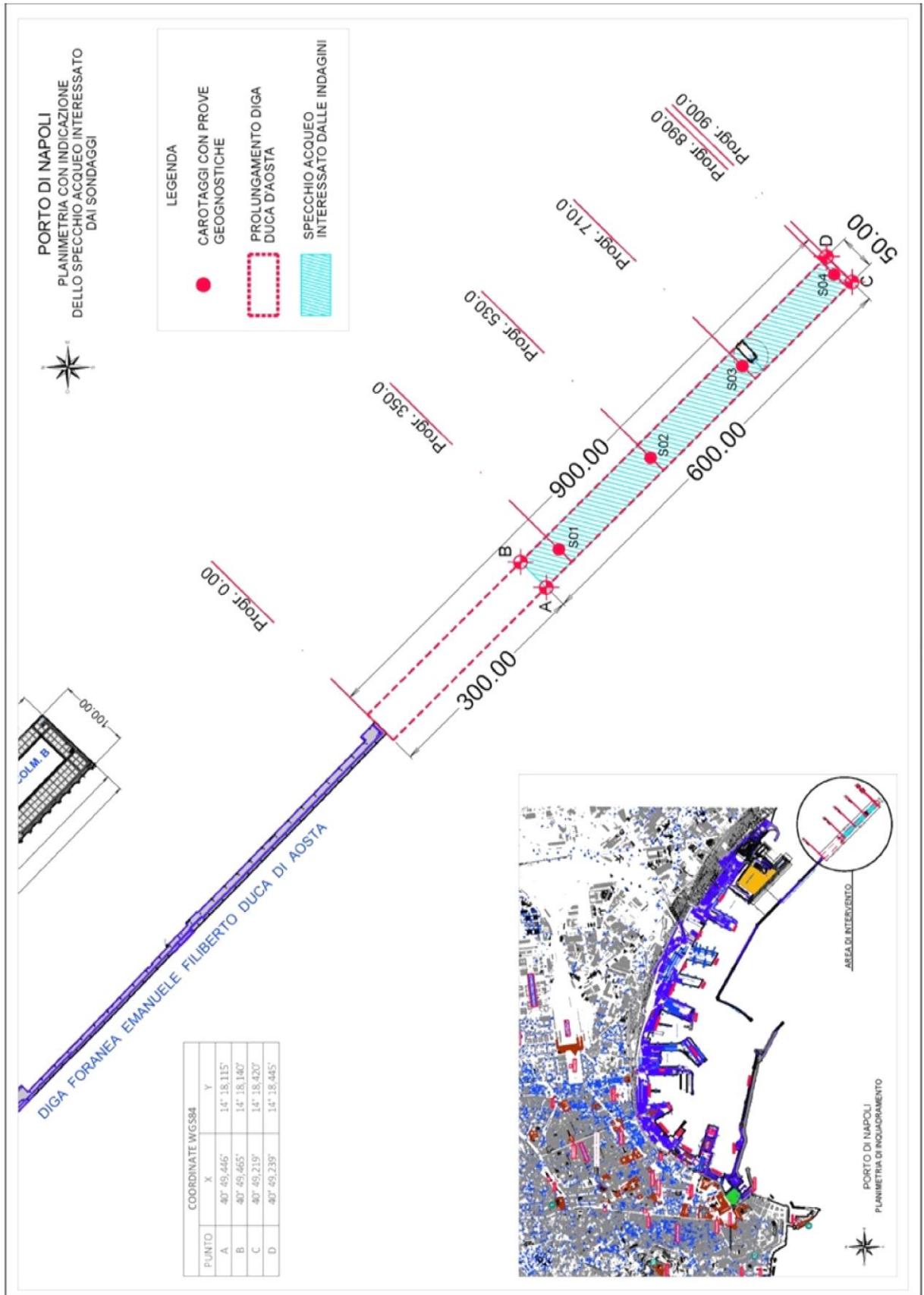


TAVOLA 7
SCALA 1:25.000
Rischio Frana
 R3 - Elevato
 R4 - Molto Elevato



	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante 1°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

Allegato 1 – ubicazione indagini



	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante 1°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

Allegato 2 – colonne stratigrafiche sondaggi 2017

Committente: Autorità portuale di Napoli
Progetto: Indagini geognostiche e ambientali propedeutiche alla progettazione definitiva dei lavori di prolungamento della diga foranea Duca D'Aosta.

Località: Napoli

Sondaggio: S1

Coord. Est: 440956
Coord. Nord: 4519676
Batimetria: 14.50 m

Metodo di perforazione: carotaggio continuo Sonda: CMV 1200
Diam. min. (mm): 101 Operatore: G. Marasco / S. Volpe
Diam. max. (mm): 127 Tecnico Redattore: L. Samo
Profondità dal fondale: 48.5 m Data perforazione: 20/06/2017



Legende Campioni
□ Carotazione installata
□ Carotazione smontaggio

Scale: 1:250

Review: 0

NOTE:

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m p.l.)	Lithology	Lithology description	Thickness (m)	Core	Coring	Tubo Down Hole 5"	Campioni geotecnici	SPT (N100cm)	Coordinate Livello
0	-14.50	0.00		Riparto costituito da trovanti di rocce vulcaniche di colore nero.	1.80						
1											
2	-16.30	1.80		Tufo vesuviano recuperato a spezzoni e frammenti pluricentimetrici di colore ossa.	1.70						
3											
4	-18.00	3.50		Cinette a granulometria sabbia grossolana ghiaiosa di colore nerastro, ricca di litici e frammenti di tufo grigio-nerastro.	2.20						
5											
6	-20.20	5.70		Cinette fine di colore variabile da grigio verde chiaro - avana con pomici da millimetriche a centimetriche, draxx= 2 cm, sferoidale.	2.80				6.00	6.50	
7									6.50	6.95	15.920/04
8											
9	-23.00	8.50									
10											
11											
12				Proclastite e tratti zeolitizzati, di colore variabile da grigio nerastro a grigio verdastro. I tratti zeolitizzati sono costituiti da tufo generalmente friabile di spessore pari a ca. 10 cm. Sono presenti cristalli di leucite analcimizata.	6.50				14.00	14.50	
13									14.50	14.95	15.910/04
14											
15	-26.50	15.00									
16											
17											
18											
19									18.20	19.00	
20									19.00	20.55	15.910/04
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31									20.50	21.00	
32				Proclastite costituite da sabbia medio grossolana debolmente limosa alternate a livelli di sabbia ghiaiosa di colore variabile da grigio-chiaro a grigio scuro, con pomici e litici da millimetrici a centimetrici, sub sferoidali. Sono presenti orizzonti cinetici costituiti da sabbia limosa di colore grigio chiaro con presenza di pomici eterometriche.	33.50				21.00	21.45	15.910/04
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48	-48.00	48.50									

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante 1°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

Scale (m)		Elevation (m)	Depth (m p.l.)	Lithology	Lithology description	Thickness (m)	Core	Coring	Tubo Down Hole 3"	Campioni geotecni	SPT (blows)	Groundwater Levels
0		-17.27	0.00		Sabbia fine di colore bruno nerastro, sciolta, con pomici sub centimetriche nella parte superficiale.	1.50						
1		-18.77	1.50		Sabbia media, nerastro, con frammenti di gusci e alghe e liti minuti. Lo strato si presenta sciolto.	0.40						
2		-19.17	1.90		Tufo vesuviano recuperato a spezzoni e frammenti pluricentrici di colore ocra.	1.00						
3		-20.17	2.90		Cinette fine di colore variabile grigio-verde da chiaro a scuro con pomici da millimetriche a centimetriche, diam $\leq 3\text{ cm}$, arrotondate e frammenti, tubo color ocra.	1.20						
4		-21.37	4.10									
5										5.00	5.50	
6										5.50	10.90/9.9	5.95
7												
8												
9					Piroclaste a tratti zeolitizzate, di colore variabile da grigio nerastro a grigio verdastro. I tratti zeolitizzati (presenti specialmente nel tratto 11.0 - 11.9 m) sono costituiti da tufo generalmente friabile di spessore pari a ca. 10 cm. Sono presenti cristalli di rocce analcimizzate.	9.00				10.00	10.50	
10										10.50	27.02/27.03	10.95
11												
12												
13												
14		-31.27	14.00							15.00	15.50	
15										15.50	15.90/15.1	15.95
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24										24.00	21.00	
25										24.30	15.90/9.1	21.45
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32					Piroclaste costituite da sabbie medio grossolane debolmente limose alterate e livelli di sabbie ghiaiose di colore variabile da grigio-chiaro a grigio scuro, con pomici e liti da millimetriche a centimetriche, sub arrotondate. Sono presenti orizzonti cineritici (rilevanti nell'intervallo 16 - 17 m) costituiti da sabbie limose di colore grigio chiaro con presenza di pomici eterometriche.	34.50						
33												
34												
35												
36												
37												
38										37.50	28.00	
39										38.00	10.90/9.1	38.45
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48		-46.77	48.50									

<p>Committente: Autorità portuale di Napoli Progetto: indagini geognostiche e ambientali propedeutiche alla progettazione definitiva dei lavori di prolungamento della diga foranea Duca D' Aosta. Località: Napoli Sondaggio: S3</p>				 <p>Tecno In S.p.A. San Donato Milanese (MI) - Napoli Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05</p>								
<p>Coord. Est: 441028 Coord. Nord: 4519605 Batimetria: 17.25 m</p>		<p>Metodo di perforazione: carotaggio continuo Diam. min. (mm): 101 Diam. max. (mm): 127 Profondità dal fondale: 48.5 m</p>		<p>Sonda: CMV 1200 Operatore: G. Marasco / S. Volpe Tecnico Redattore: L. Sarno Data perforazione: 22/05/2017</p>		<p>Scale: 1:250 Review: 0 NOTE:</p>						
Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m g.l.)	Lithology	Lithology description	Thickness (m)	Core	Casing	Tube Down Hole 3"	Sample Interval	SPT (blows)	Groundwater Levels	
0	-17.25	0.00		Sabbie grossolane sciolte, grigio scuro, con frammenti di gusci e alghe.	1.20							
1	-18.45	1.20		Sabbie medie sciolte, grigio scuro, con rari frammenti di gusci.	1.10							
2	-19.55	2.30		Tufo vesuviano recuperato a spezzoni e frammenti pluricentrici di colore ocra.	0.40							
3	-19.95	2.70										
4				Cinette fine di colore variabile grigio-verde da chiaro a scuro con pomici da millimetriche a centimetriche, diam= 3 cm, arrotondate e frammenti tufo color ocra.	3.40							
5										5.20	5.70	
6	-23.35	6.10								5.75	15.94/17.4	
7										5.75	5.15	
8												
9												
10				Proccette e tratti zeolitizzati, di colore variabile da grigio nerastro a grigio verdastro. I tratti zeolitizzati sono costituiti da tufo generalmente friabile di spessore pari a ca. 10 cm e sono presenti maggiormente nel tratto 6.1 - 8.0. Sono presenti orboli di leucite analcimizzate.	9.40						10.00	10.50
11										10.00	10.92/10.93	
12												
13												
14												
15										14.00	14.50	
16	-32.75	15.50								14.00	14.95	
17												
18										17.00	17.50	
19										17.00	17.45	
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32				Proccette costituite da sabbie medio grossolane debolmente limose alterate a livelli di sabbie ghiaiose di colore variabile da grigio-chiaro a grigio scuro, con pomici e fidi da millimetrici a centimetrici, sub arrotondati. Sono presenti orizzonti cinettici (rilevanti nell'intervallo 16 - 17 m) costituiti da sabbie limose di colore grigio chiaro con presenza di pomici eterometriche.	33.00						21.00	15.94/17.4
33											21.45	
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48	-48.75	48.50										

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante 1°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

Committente: Autorità portuale di Napoli Progetto: indagini geognostiche e ambientali propedeutiche alla progettazione definitiva dei lavori di prolungamento della diga foranea Duca D' Aosta. Località: Napoli Sondaggio: S4		 Tecno In S.p.A. San Donato Milanese (MI) - Napoli Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53383 del 08.05.05									
Coord. Est: 441066 Coord. Nord: 4519577 Batimetria: 17.30 m Scale: 1:250	Metodo di perforazione: carotaggio continuo Diam. min. (mm): 101 Diam. max. (mm): 127 Profondità dal fondale: 48.5 m Review: 0	Sonda: CMV 1200 Operatore: G. Marasco / S. Volpe Tecnico Redattore: L. Sarno Data perforazione: 23/06/2017 NOTE:	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Legenda Carotati C= Carotato Individuale CTR= Carotato Integrale </div>								
Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m g.l.)	Lithology	Lithology description	Thickness (m)	Core	Cas. Png	Tubo Down Hole 3"	Carotati (profondità)	SPT (NICKER)	Groundwater Levels
0	-17.30	0.00		Sabbie medie, nerastre, scioglie, con incluse pomici millimetriche.	1.00						
1	-18.30	1.00		Sabbie medio-fine beige scuro, con ghiaia arrotondata eterogenea.	1.00						
2	-19.30	2.00		Tufo vesuviano recuperato a spezzoni e frammenti pluricentimetrici di colore ocra.	1.20						
3	-20.50	3.20		Cinerite fine di colore variabile grigio-verde da chiaro a scuro con pomici da millimetriche a centimetriche, dmax= 3 cm, arrotondate e frammenti tufo color ocra.	2.00				5.00	5.00	
4									5.00	15.10 (14)	
5	-23.40	5.10							5.00	5.95	
6									10.00	10.50	
7									10.00	10.00 (13)	
8									10.00	10.95	
9									15.00	15.50	
10									15.00	16.10 (14)	
11									15.00	15.95	
12				Proccastite e tratti zeolitizzati, di colore variabile da grigio nerastro a grigio verdastro. I tratti zeolitizzati sono costituiti da tufo generalmente friabile di spessore pari a ca. 10 cm. Sono presenti cristalli di leucite anacimizzate.	11.80				20.00	20.50	
13									20.00	18.10 (14)	
14									20.00	20.95	
15									20.00	18.10 (13)	
16									20.00	20.95	
17									20.00	18.10 (13)	
18	-26.00	17.70							20.00	20.95	
19									20.00	18.10 (13)	
20									20.00	20.95	
21									20.00	18.10 (13)	
22									20.00	20.95	
23									20.00	18.10 (13)	
24									20.00	20.95	
25									20.00	18.10 (13)	
26									20.00	20.95	
27									20.00	18.10 (13)	
28									20.00	20.95	
29									20.00	18.10 (13)	
30									20.00	20.95	
31									20.00	18.10 (13)	
32									20.00	20.95	
33				Proccastite costituite da sabbie medio-grossolane debolmente limose eterogenee a livelli di sabbie ghiaiose di colore variabile da grigio-chiaro a grigio scuro, con pomici e litici da millimetrici a centimetrici, sub arrotondati. Sono presenti orizzonti cineritici (rilevanti nell'intervallo 16 - 17 m) costituiti da sabbie limose di colore grigio chiaro con presenza di pomici eterometriche.	30.80				37.00	37.50	
34									37.00	18.10 (14)	
35									37.00	37.95	
36									37.00	18.10 (14)	
37									37.00	37.95	
38									37.00	18.10 (14)	
39									37.00	37.95	
40									37.00	18.10 (14)	
41									37.00	37.95	
42									37.00	18.10 (14)	
43									37.00	37.95	
44									37.00	18.10 (14)	
45									37.00	37.95	
46									37.00	18.10 (14)	
47									37.00	37.95	
48	-48.50	48.50							37.00	18.10 (14)	
49									37.00	37.95	



Porto di Napoli
 Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione
 del nuovo Terminal contenitori di Levante
 1°Stralcio – Progetto Definitivo
 CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE

Titolo elaborato: Relazione Geologica.
 Data: 15.10.2019

19 002 DR 008 01 GEO

Committente: Autorità portuale di Napoli
 Progetto: Indagini geognostiche e ambientali propedeutiche alla progettazione
 definitiva dei lavori di prolungamento della diga foranea Duca D'Aosta.
 Località: Napoli



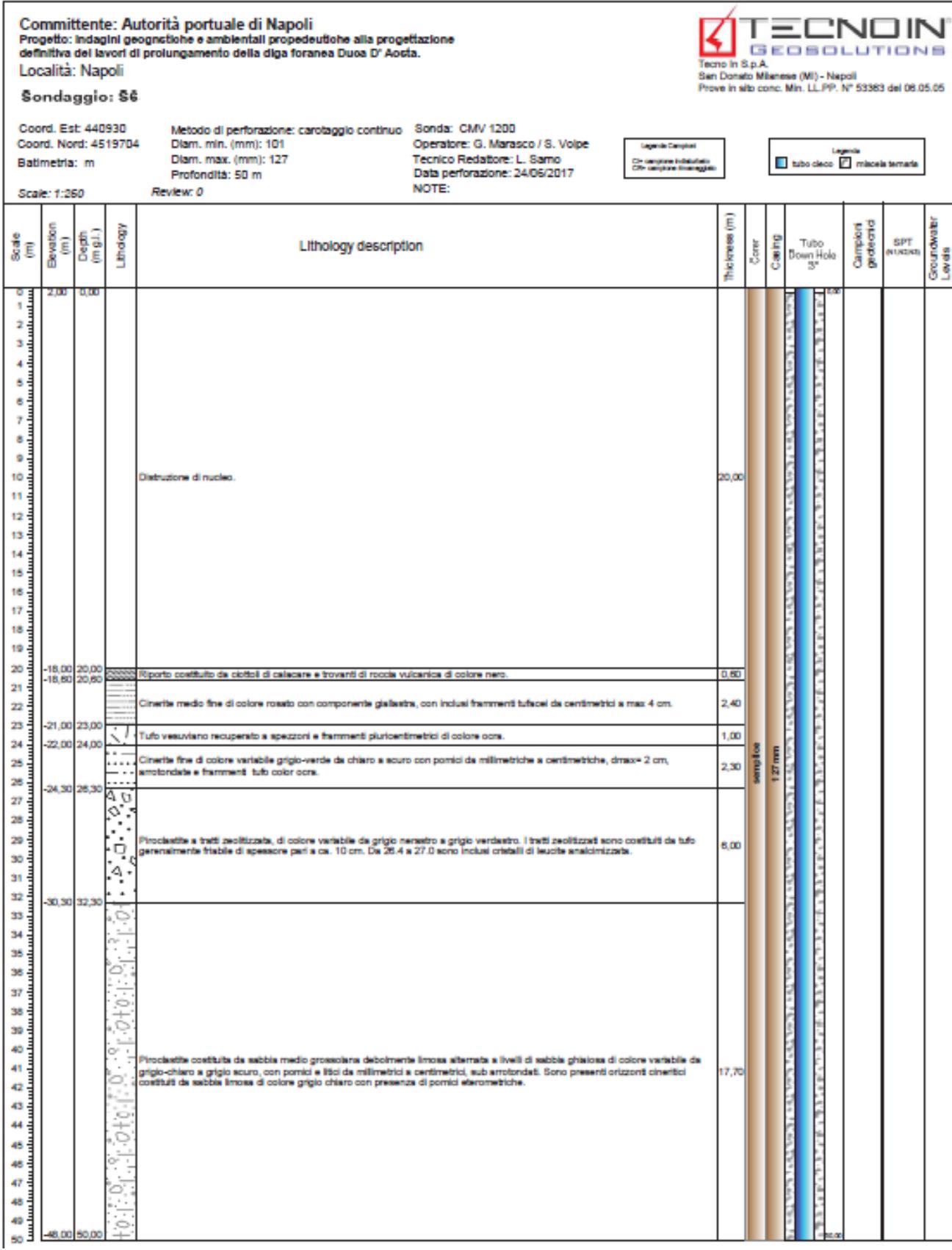
Tecno In S.p.A.
 San Donato Milanese (MI) - Napoli
 Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53383 del 08.05.05

Sondaggio: S6

Coord. Est: 441103 Metodo di perforazione: carotaggio continuo Sonda: CMV 1200
 Coord. Nord: 4519543 Diam. min. (mm): 101 Operatore: G. Marasco / S. Volpe
 Batimetria: 17.50 m Diam. max. (mm): 127 Tecnico Redattore: L. Samo
 Profondità dal fondale: 48.5 m Data perforazione: 23/05/2017
 Scale: 1:250 Review: 0 NOTE:

Legenda Campioni
 □ Cfr. campione installato
 ○ Cfr. campione litologico

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m p.l.)	Lithology	Lithology description	Thickness (m)	Core	Cladding	Tubo Down Hole 3"	Campioni prelevati	SPT (N100cm)	Groundwater Levels
0	-17.50	0.00		Sabbie limose di colore nerastro, sciolte, presenza di un frammento di legno.	0.50						
1	-18.00	0.50		Tufo vesuviano recuperato a spezzoni e frammenti pluricentrici di colore ocra.	1.60						
2	-19.60	2.10		Cinette fine di colore variabile grigio-verde da chiaro a scuro con pomici da millimetriche a centimetriche, diam= 3 cm, arrotondate e frammenti tufo color ocra.	1.40						
3	-21.00	3.50									
4											
5									5.50	6.00	
6									5.50-11	6.00	
7									8.00	12.00/14	
8										8.45	
9											
10											
11											
12				Proccette e tratti zeolitizzati, di colore variabile da grigio nerastro a grigio verdastro. I tratti zeolitizzati sono costituiti da tufo generalmente friabile di spessore pari a ca. 10 cm e si rinvengono maggiormente nel tratto 3.5 - 4.1 m. Sono presenti cristalli di leucite analizzabili.	16.50				12.00	12.50	
13									12.50	12.95	
14											
15											
16											
17											
18											
19									19.20	19.50	
20	-37.50	20.00							19.50	19.95	
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29									29.00	29.30	
30									29.30	29.75	
31											
32											
33											
34				Cinette rimaneggiate granulometrica costituita da sabbie medio grossolane debolmente limose alternate a livelli di sabbie ghiaiose di colore variabile da grigio-chiaro a grigio scuro, con pomici e litici da millimetrici a centimetrici diam= 3 cm, a spigoli vivi e sub arrotondati.	26.50						
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48	-48.00	48.50									



 <p>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-CAPRI - COSTA LIGURIA DI GIUGIA</p>	<p>Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante 1°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE</p>	<p>Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019</p>					
		19	002	DR	008	01	GEO

Allegato 3 – colonne stratigrafiche sondaggi 2019

Committenti: RT Monimar S.r.l., VDP S.r.l., VAMS S.r.l., REACT S.r.l., G.I.A. S.r.l., SISPI S.r.l., INSTALL S.r.l.
Progetto: Indagini Geognostiche per il prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante
Il Stralcio completamento a 300 m - Progetto Definitivo.
Località: Area Portuale di Napoli

Sondaggio: S1

Coord. lat. 40° 49,466'N Metodo di perforazione: carotaggio continuo
Coord. lon. 014° 18,115'E Diam. min. (mm): 101
Batimetria -17.40 m Diam. max. (mm): 127 Sonda: CMV 1200
Profondità dal fondale: 5.0m Data perforazione: 26/06/2019
Scale: 1:250 Review: 0 NOTE:

Legenda Carotini
C= campione intattato
CIR= campione marciogato

Sola (m)	Elevazione (m)	Profondità (m g.l.)	Litologia	Descrizione stratigrafica	Spessore (m)	Carotiere	Tubo di riserbo	Tubo Down Hole 3"	Campioni geologici	SPT (N/MLN)	Livello di fonda
0	-17.40	-0.00									
1	-18.00	0.60		Limo Sabbioso e sabbie di colore bruno nerastro con presenza di pomici subcentimetriche	0.60						
2	-19.20	1.80		Deposito piroclastico a consistenza flosida denominato Tufo giallastro vesuviano	1.20						
3				Cinerite di colore variabile verde-grigio con presenza di pomici subcentimetriche con intercalati frammenti di tufo colore ocra	2.00						
4	-21.20	3.80									
5											
6											
7											
8											
9											
10				Proclastite spesso zeolitizzate di colore da grigio nerastro a verdastro. Gli spessori zeolitizzati costituiti da Tufo alquanto friabile di medi spessori	13.00						
11											
12											
13											
14											
15											
16	-34.20	16.80									
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24				Proclastite costituita da sabbie medie e debolmente limose alternate a livelli di sabbie più grossolane tendente alla ghiaia con colori variabili da grigio chiaro a grigio scuro, presenza di pomici da millimetrici a centimetrici ben arrotondati. Si individuano anche orizzonti cineritici di limo-sabbiosi di colore grigio	15.80						
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32	-50.00	32.50									
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											

Committente: RT Modimar S.r.l., VDP S.r.l., VAMS S.r.l., REACT S.r.l., G.I.A. S.r.l., SISPI S.r.l., INSTALL S.r.l.
Progetto: Indagini Geognostiche per il prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante
Il Stralcio completamento a 900 m - Progetto Definitivo.
Località: Area Portuale di Napoli

Sondaggio: S2

Coord. lat. 40° 49,465'N Metodo di perforazione: carotaggio continuo
Coord. lon. 014° 18,140'E Diam. min. (mm): 101
Batimetria -16.60 m Diam. max. (mm): 127
Profondità dal fondale: 5.0m Sonda: CMV 1200
Data perforazione: 26/06/2019

Legenda Carotati
G+ campione in situ
G- campione mangiato

Scale: 1:250

Review: 0

NOTE:

Scala (m)	Elevazione (m)	Profondità (m g.l.)	Litologia	Descrizione stratigrafica	Spessore (m)	Carotiere	Tubo di risostruito	Tubo Down Hole 3"	Campioni geotecnici	SPT (N/10cm)	Livello di falda
0	-16.80	-4.00		Limo Sabbioso e sabbie di colore bruno nerastro con presenza di pomici subcentimetrici	1.50						
1	-18.10	1.50		Deposito piroclastico a consistenza litide denominato Tufo gallesato vesuviano	0.70						
2	-18.80	2.20		Cinerite di colore variabile verde-grigio con presenza di pomici subcentimetrici con intercalati frammenti di tufo colore ocra	3.00						
3											
4	-21.80	5.20									
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11				Piroclastite spesso zeolitizzata di colore da grigio nerastro a verdastro. Gli spessori zeolitizzati costituiti da Tufo alquanto friabile di medi spessori	10.90						
12											
13											
14											
15											
16	-32.70	16.10									
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24				Piroclastite costituita da sabbie medie e debolmente limose alternate a livelli di sabbie più grossolane tendente alla ghiaia con colori variabili da grigio chiaro a grigio scuro, presenza di pomici da millimetrici a centimetrici ben arrotondati. Si individuano anche orizzonti cineritici di limo-sabbiosi di colore grigio	17.30						
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33	-50.00	32.50									
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											

Committente: RT Modimar S.r.l., VDP S.r.l., VAMS S.r.l., REACT S.r.l., G.I.A. S.r.l., SISPI S.r.l., INSTALL S.r.l.
Progetto: Indagini Geognostiche per il prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante
Il Stralcio completamente a 900 m - Progetto Definitivo.
Località: Area Portuale di Napoli

Sondaggio: S3

Coord. lat. 40° 49,219'N Metodo di perforazione: carotaggio continuo
Coord. lon. 014° 18,420'E Diam. min. (mm): 101 Sonda: CMV 1200
Batimetria -18,50 m Diam. max. (mm): 127 Sata perforazione: 26/06/2019
Profondità dal fondale: 5,0m NOTE:

Scale: 1:250

Review: 0

Legende Carotari
CI+ campione inalterato
CI* campione maneggiato

Sola (m)	Elevazione (m)	Profondità (m g.l.)	Litologia	Descrizione stratigrafica	Spessore (m)	Carotiere	Tubo di riserbo	Tubo Down Hole	Campioni geotecnic	SPT (N/20cm)	Livello di fonda
0	-18,50	-0,00									
1				Limo Sabbioso a sabbie di colore bruno nerastro con presenza di pomici subcentimetriche	2,70						
2											
3	-21,20	2,70		Deposito piroclastico a consistenza floide denominato Tufo gialastro vesuviano	2,30						
4											
5	-23,50	5,00		Cinerite di colore variabile verde-grigio con presenza di pomici subcentimetriche con intercalati frammenti di tufo colore ocra	3,00						
6											
7	-26,50	8,00		Piroclastite spesso zeolitizzata di colore da grigio nerastro a verdastro. Gli spessori zeolitizzati costituiti da Tufo alquanto friabile di medi spessori	9,40						
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17	-35,90	17,40									
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25				Piroclastite costituita da sabbie medie e debolmente limose alternate a livelli di sabbie più grossolane tendente alle ghiaie con colori variabili da grigio chiaro a grigio scuro, presenza di pomici da millimetrici e centimetrici ben arrotondati. Si individuano anche orizzonti cineritici di limo-sabbiosi di colore grigio	14,10						
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33	-50,00	32,50									
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											

Committente: RT Modimar S.r.l., VDP S.r.l., VAMS S.r.l., REACT S.r.l., G.I.A. S.r.l., SISPI S.r.l., INSTALL S.r.l.
Progetto: Indagini Geognostiche per il prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante
Il stralcio completamente a 900 m - Progetto Definitivo.
Località: Area Portuale di Napoli

Sondaggio: S4

Coord. lat. 40° 49,239'N Metodo di perforazione: carotaggio continuo
Coord. lon. 014° 18,445'E Diam. min. (mm): 101
Batimetria -18.00 m Diam. max. (mm): 127 Sonda: CMV 1200
Profondità dal fondale: 5.0m Sata perforazione: 26/06/2019

Legenda Campioni
O= campione installato
O= campione stratigrafico

Scale: 1:250

Review: 0

NOTE:

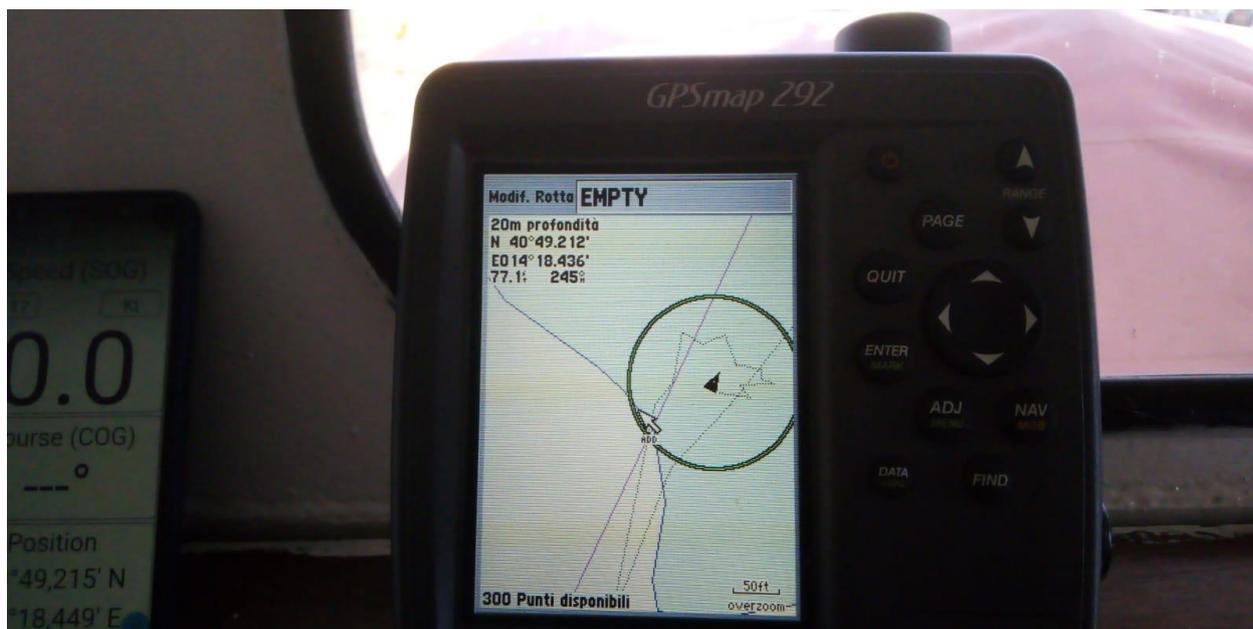
Soia (m)	Elevazione (m)	Profondità (m g.l.)	Litologia	Descrizione stratigrafica	Spessore (m)	Carotiere	Tubo di riferimento	Tubo Down Hole 3"	Campioni geotecnici	SPT (N/45cm)	Livello di falda
0	-18.00	-0.00		Limo Sabbioso e sabbie di colore bruno nerastro con presenza di pomici subcentimetriche	1.90						
1	-19.90	1.90		Deposito piroclastico e consistenza fibide denominato Tufo giallastro vesuviano	1.70						
2	-21.60	3.60		Cinerite di colore variabile verde-grigio con presenza di pomici subcentimetriche con intercalati frammenti di tufo colore ocra	3.90						
3	-25.50	7.50		Piroclastite spesso zeolitizzata di colore da grigio nerastro a verdastro. Gli spessori zeolitizzati costituiti da Tufo alquanto friabile di medi spessori	9.50						
4	-35.00	17.00		Piroclastite costituita da sabbie medie e debolmente limosa alternata a livelli di sabbie più grossolane tendente alla ghiaia con colori variabili da grigio chiaro a grigio scuro, presenza di pomici da millimetrici a centimetrici ben arrotondati. Si individuano anche orizzonti cineritici di limo-sabbiosi di colore grigio	15.80						
5	-50.00	32.50									

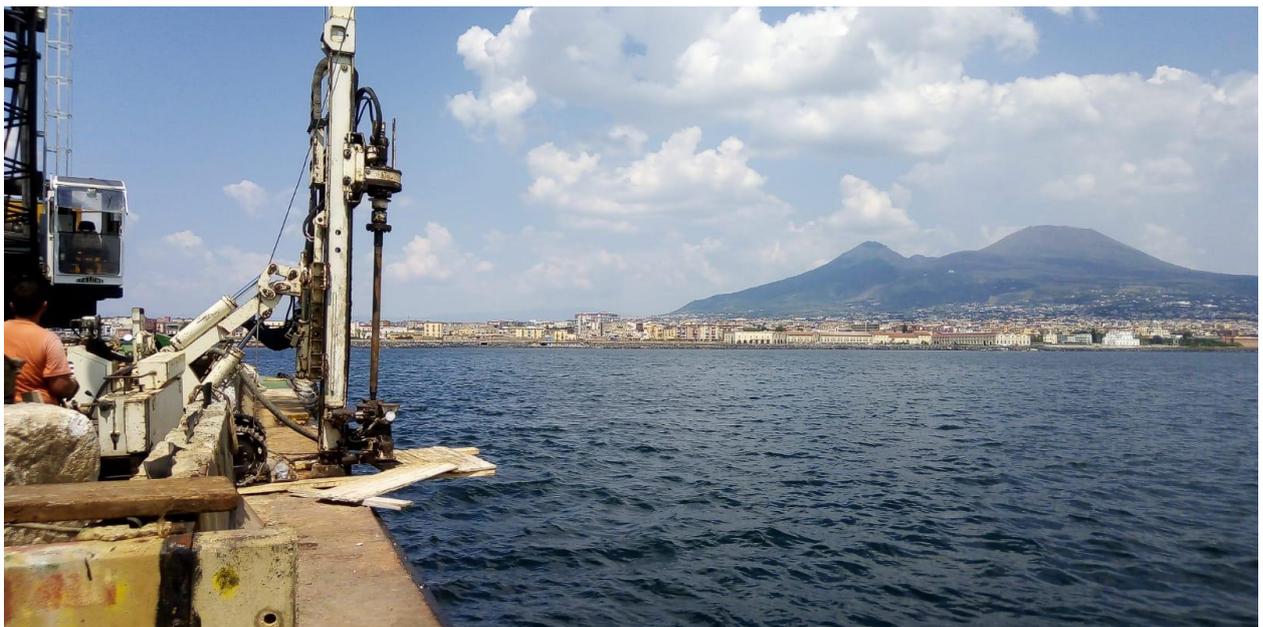
	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante 1°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	008	01	GEO

Allegato 4 – documentazione fotografica











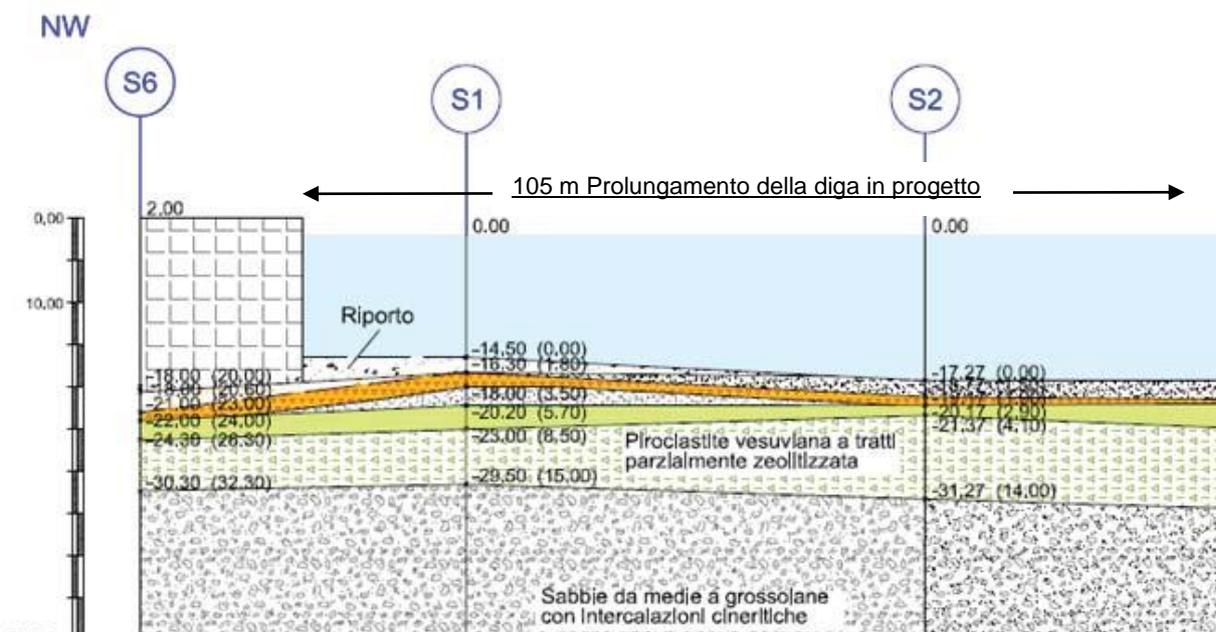








Allegato 5 – sezione stratigrafica



 <p>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-CAPRI-CASTELLERRE DI STABIA</p>	<p>Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante 1°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE</p>	<p>Titolo elaborato: Relazione Geologica. Data: 15.10.2019</p>					
		19	002	DR	008	01	GEO

Allegato 6 – rilievo side scan sonar

