



COMUNE DI GAETA



Autorità di Sistema Portuale
del Mar Tirreno Centro Settentrionale

PORTI DI ROMA E DEL LAZIO - CIVITAVECCHIA - FIUMICINO - GAETA

RICHIEDENTI:

SANTAMARIA S.R.L.

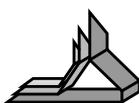
Via Docibile, 44 - 04024 GAETA (Lt)
P. IVA: 01019740594
email: info@portoanticogaeta.it

SANTAMARIA SRL
Via Docibile 44
04024 - GAETA (LT)
P.Iva 01019740594

Marco VAGNANI

Via Docibile, 44 - 04024 GAETA (Lt)
C.F.: VGNMRC73M27D708Y

PROGETTISTA:



Rogedil Servizi s.r.l.

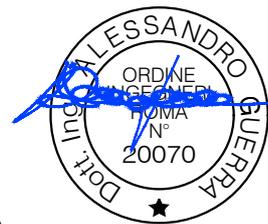
Via Ada Negri, 66 - 00137 ROMA
Tel. 06 82002948 Fax 06 82097772
email: servizi@rogedil.com

Progetto Ufficio Tecnico Rogedil Servizi srl
DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Franco PORTOGHESI



PROGETTISTA

Dott. Ing. Alessandro GUERRA



PROGETTO:

**OPERE DI COMPLETAMENTO A PROTEZIONE
E SALVAGUARDIA DEL MOLO SANTA MARIA**

PROGETTO DEFINITIVO

N° progetto	Commessa	N° progr.	N° elaborato	Rev	Cap	Tip
001 21	GAE SNT D					

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA
Dott. Geologo Bianchi

STUDI TEMATICI

Scala	Plot	File	Redatto	Controllato	Approvato
	Dim	Tipo			

DATA	REV	DESCRIZIONE	CODICE	
D	MARZO 2022	0	Emissione per Approvazione Enti	1/21

REGIONE LAZIO

COMUNE DI GAETA



PORTI
di ROMA
e del LAZIO

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA

Molo Vespucci 00053 – CIVITAVECCHIA (RM)
Tel. 0766 366201
email: civitavecchia@portidiroma.it

RICHIEDENTI:

SANTAMARIA SRL

VIA DOCIBILE, 44 04024 GAETA (LT)
P. IVA: 01019740594

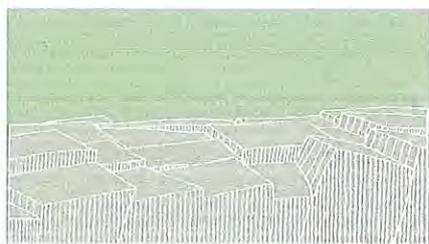
PROGETTISTA:

Dott. Ing. Paolo CIRILLO

VIA A. RAVA', 106 00142 ROMA (RM)

**Oggetto: CARATTERIZZAZIONE FISICA, MECCANICA E SISMICA RELATIVA AD
ALCUNI TERRENI INTERESSATI DAL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DI CARPENTERIE ED ARMATURE PLINTO GRU**

RELAZIONE GEOLOGICA



Il Geologo

(Dott. Geol. Elio Bianchi)



Dott. Geol. Elio Bianchi -Via F. Petrarca, 5 Cassino (FR)
Mobile: +39 3496500096 - Phone: +39 0776/24413
e-mail : eliobianchi@gmail.com - elio.bianchi@pec.geologilazio.it
P. IVA: 02913460602



OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V
Copia conforme all'originale pag.1 di 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO
PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)

SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.....	5
INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE E IDROGEOLOGICO.....	7
STUDIO GEOLOGICO-TECNICO DI DETTAGLIO	13
CLASSIFICAZIONE E COMPORTAMENTO SISMICO DEI TERRENI	24
Modello sismico del sito	28
Indagini Sismiche.....	34
CONCLUSIONI.....	36

ALLEGATI

Allegato 1 Ubicazione dell'area e delle indagini, Scala 1:1000

Allegato 2 Ubicazione dell'area (C.T.R.) Scala 1:5000

Allegato 3 Carta Geologica Scala 1:1000

Allegato 4 Sezione Geosismica

Allegato 5: Report Indagini geofisiche

Allegato 6: Report Indagini geotecniche

Allegato 7: Stralcio Carta PAI



INTRODUZIONE

Su incarico della società SANTAMARIA S.R.L., già in possesso delle indagini geognostiche (di carattere geotecnico) pregresse, eseguite per la progettazione e realizzazione di strutture finalizzate alla ristrutturazione del Molo Santa Maria nel comune di Gaeta, ed in base alle conseguenti indagini geofisiche eseguite dal sottoscritto Dr. Geol. Elio Bianchi, iscritto all'Ordine dei Geologi del Lazio, A.P. n° 2004, è stata redatta la seguente Relazione Geologica per la caratterizzazione fisica, meccanica e sismica dei terreni di fondazione interessati da un progetto di realizzazione di carpenterie metalliche ed armature plinto gru. Tutte le informazioni acquisite hanno permesso, preliminarmente alla realizzazione del progetto delle opere in programma, una caratterizzazione meccanica e fisica dei terreni che interagiranno con le strutture in via di progettazione.

Il presente studio è consistito in:

- Rilevamento geologico-geomorfologico volto a definire l'assetto morfostrutturale dell'area suddetta ed all'identificazione dei fenomeni erosivi e di drenaggio idrologico in essa presenti;
- Rilevamento geologico-tecnico di dettaglio dell'area circostante il sito interessato dalle opere in progetto. Tale studio ha avuto come finalità la valutazione della stabilità globale dell'area d'intervento;
- Esecuzione di indagini geofisiche in sito per la determinazione della categoria di suolo di fondazione così come previsto dalle NTC 14.01.2008.
- Ricognizione dei dati bibliografici a disposizione;
- Elaborazione grafica;



Il lavoro è stato eseguito in ottemperanza alla normativa vigente in materia di Edilizia urbana ed Ambientale:

- *Legge 2 febbraio 1974, n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";*
- *O.P.C.M. 3274 del 20/03/03 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*
- *D.G.R. Lazio n. 766/03*
- *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007*
- *Decreto Ministeriale 14.01.2008 -Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni*
- *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.*
- *D.G.R. Lazio n. 375 del 05.07.2016; Reg. R. 13/07/2016, n. 14 , pubblicato sul B.U.R. 14/07/2016, n. 56*



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in esame è situata all'interno del Golfo di Gaeta (Fig.2), nel settore orientale del comune di Gaeta, lungo il litorale, in prossimità del Molo S.Maria e nel tratto di mare ad esso antistante come risulta dalla stralcio C.T.R. n° 415160 (fig.3).

Il sito esaminato ricade nel settore sud-occidentale del Foglio n. 171-Gaeta della Carta Geologica d'Italia scala 1 : 100.000. (Fig.4).



Figura 1: Stralcio foto aerea dell'area di interesse

Dal punto di vista geomorfologico generale l'area in esame rientra in uno dei due settori in cui può essere suddivisa la zona in base a caratteristiche morfologiche distinte; nel settore posto ad Ovest del Rio Itri.



La porzione posta a Est della valle del Rio d'Itri è costituita dalle propaggini sud-orientali dei monti Aurunci.

L'imponente gruppo montuoso è caratterizzato da dorsali carbonatico-dolomitiche con asse orientato N-NO - S-SE che raggiungono quote medie superiori ai 1300m s.l.m. (M.te Petrella 1533m s.l.m.; Mte Ruazzo 1314m s.l.m.).

La zona collinare posta ad Ovest della valle del Rio d'Itri, invece, si prolunga fino al mare con il promontorio di Gaeta, con dorsali (sempre di natura carbonatica) più blande e quote medie inferiori ai 500m s.l.m.; in questa zona ricade la porzione di costa oggetto dell'opera in progetto, come risulta dallo stralcio satellitare di (Fig.1). Mentre a Sud ed Ovest di Gaeta le dorsali si riversano in mare con versanti molto aspri, quasi sempre sub-verticali, sul lato che affaccia sul Golfo di Gaeta, queste declinano verso la costa con morfologie più dolci ed inclinazioni più blande.

Solitamente ai piedi di tali versanti orientali si dipartono conoidi di detrito o accumuli di detrito di falda che come le dorsali degradano verso il mare con pendenze ridotte.

In particolare la fascia di litorale in corrispondenza dell'area sede del Molo S. Maria si presenta con una morfologia sub-tabulare, dovuta oltre che alla peneplanazione dei rilievi retrostanti anche alle azioni antropiche succedutesi nel tempo.

La fascia costiera nel sito m oggetto, come risulta dallo stralcio della Carta Geologica, riportato in fig.4, è interessata da insediamenti antropici produttivi che per svolgere le loro attività hanno posto in opera delle massicciate composte da pietrame e blocchi calcarei.

In particolare, l'area del Molo S. Maria, in origine Molo Sanità, ha subito diverse modifiche negli anni, legate alla presenza di strutture quali l'antico Bastione demolito in seguito, così come una struttura monopiano posta in testa al molo, anch'essa demolita. Anche l'area circostante, specie in relazione alla costruzione dell'attuale lungomare, ha inglobato antiche strutture delle mura perimetrali, danneggiate nei bombardamenti della seconda guerra mondiale, che furono



abbattute per essere riutilizzate quale riempimento della porzione di litorale attualmente sede delle vie del lungomare.



Figura 2: Orografia del territorio circostante l'area di interesse

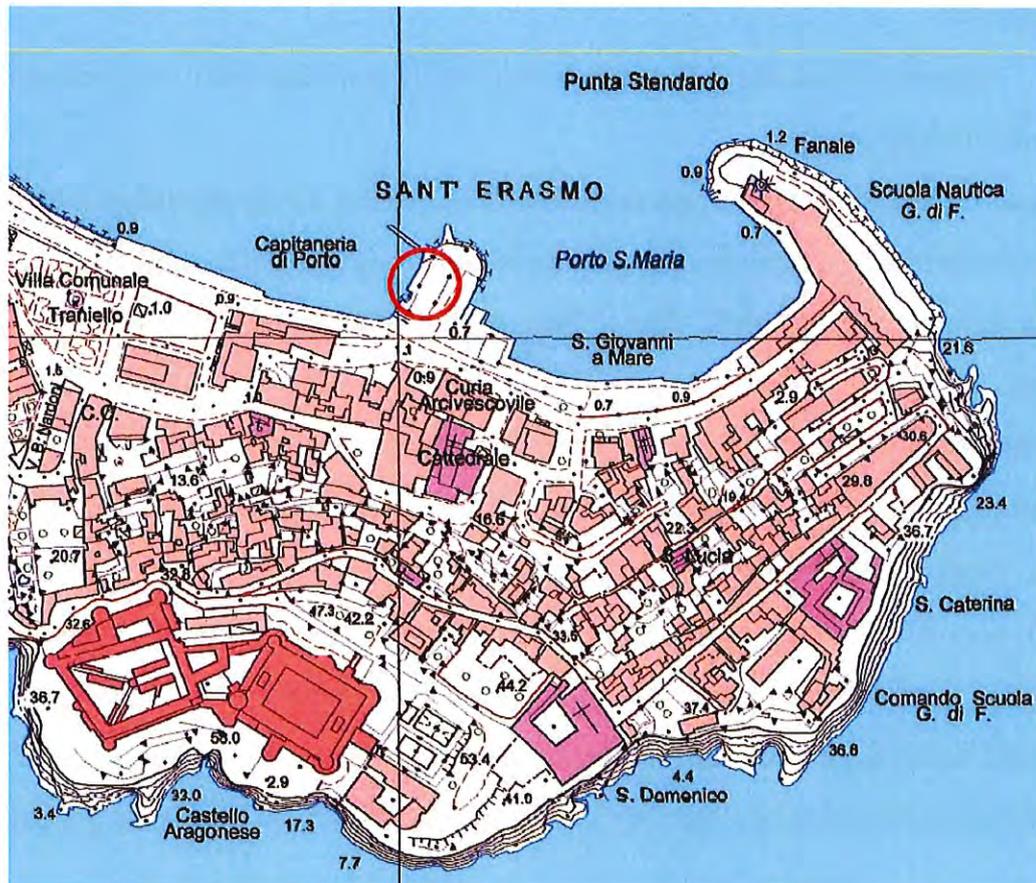


Figura 3: Stralcio CTR 1:5000 dell'area di interesse



INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE E IDROGEOLOGICO

La geologia dell'area investigata si può litologicamente ricondurre, al di sotto di una coltre di terreni attuali costituiti da fanghi nell'area di mare e da materiali di riporto costituito in prevalenza da massicciate composte da pietrame e blocchi calcarei nell'area del molo S.Maria, a depositi di litorale e di spiaggia; intercalati a questi depositi si ritrovano localmente, in corrispondenza delle foce di valli o canali, terreni misti di ambiente marino e continentale a geometria lenticolare.

La tipologia dei sedimenti riscontrati nei sondaggi eseguiti sono il risultato dell'influenza di diversi fattori:

- apporto di materiali solidi tramite le acque di ruscellamento, limitatamente ad eventi meteorici di particolare durata ed intensità che provocano flussi di piena generalmente di breve durata;
- apporto di materiali terrigeni da parte dell'estuario del Fiume Garigliano e del Rio Itri
- apporto di materiali da parte di acque reflue industriali o comunque derivanti da attività antropiche.

Il tutto è stato poi influenzato dalle correnti marine, dalla morfologia effimera del fondale marino ed attualmente dai canali artificiali e dalle modificazioni indotte dalla costruzione di moli, frangiflutti nell'area costiera compresa tra Formia e Gaeta.

La distribuzione granulometrica dei sedimenti attuali viene inoltre modificata dalla morfologia della costa; da campionamenti marini effettuati nell'area del Golfo si nota come nelle vicinanze del promontorio di Gaeta si instaurino correnti che muovono i sedimenti alternandoli granulometricamente lungo la linea di riva (Fig.5). Si presume che anche per i sedimenti più antichi siano valse queste regole di sedimentazione che ne hanno influenzato la granulometria e la giacitura limitandone l'estensione laterale. Spesso questi depositi di ambiente marino



presentano variazioni graduali e progressive di granulometria tali da renderne difficile la correlazione anche tra punti posti a breve distanza.

In generale, i litotipi di origine naturale presenti nell'area del Golfo di Gaeta, di età attuale/recente, possono essere suddivisi in relazione alla loro origine prettamente marina o mista in:

- Limo argilloso localmente sabbioso, con abbondanti resti vegetali, materiale organico e gusci di molluschi. Questi terreni rappresentano i fanghi di deposizione attuale derivanti dall'erosione dei rilievi circostanti e dalle attività antropiche dell'entroterra, trasportati in mare da scarichi e canali artificiali, misti a sabbie soggette a fenomeni di trasporto e rideposizione in ambiente marino.
- Alternanze di limo, limo argilloso e limo argilloso sabbioso, con intercalati livelli sabbiosi, spesso con orizzonti di materiale organico. Questi terreni rappresentano fasi deposizionali di origine continentale, caratterizzate dalla presenza di sedimenti provenienti dall'entroterra, i quali raggiungevano la zona di costa per mezzo di corsi d'acqua e canali naturali che si prolungavano in mare anche oltre la linea di costa odierna, a testimoniare una morfologia del fondale più articolata rispetto a quella tabulare attuale. Durante queste fasi, data la abbondante presenza di frammenti vegetali nelle acque di trasporto, si creavano, localmente, anche depositi di torba.

I livelli sabbiosi, riferibili ad ambiente deposizionale in regime costiero, rappresentano, invece, l'intercalarsi di fasi deposizionali prettamente marine a quelle continentali, a testimoniare che i canali sopra citati non avevano una attività continua, ma che probabilmente la loro capacità di apporto di sedimenti dall'entroterra era strettamente legato al regime pluviometrico.

Sabbia debolmente limosa con intercalati livelli ossidati. Questo litotipo corrisponde a fasi di deposizione marina riferibile ad ambiente costiero di spiaggia. Limo argilloso/argilla limosa localmente con concrezioni di materiale ossidato. Questo litotipo corrisponde ad una fase di deposizione marina in ambiente di bacino costiero, a testimoniare una maggiore profondità del fondale, rispetto a



quella attuale.

I depositi attuali e recenti sopra descritti giacciono in discordanza al di sopra del substrato calcareo mesozoico, talora preceduto da depositi detritici o di alterazione costituiti da blocchi e ciottoli di natura calcarea in matrice prevalentemente sabbiosa. La successione carbonatica è costituita da alternanze di calcari, calcari dolomitici e dolomie di ambiente neritico, a grana fine, talora detritico organogena. Essa risulta fortemente fratturata, in relazione dapprima agli eventi tettonici compressivi che hanno contribuito alla formazione di questa porzione della catena appenninica e successivamente alla fase distensiva, esplicitasi con l'attività di faglie normali, che ha disarticolato le dorsali orogeniche fino ad oltre la linea di costa.

Nell'area in oggetto, il basamento calcareo è stato rilevato a profondità relativamente contenute in corrispondenza dei sondaggi di terra S 1 ed S2, ad una profondità di -34m s.l.m., mentre lato mare il sondaggio S1 (mare) del 2005 riporta una quota di -37m s.l.m. che tuttavia, alla luce dei sondaggi eseguiti nel 2012, appare come la porzione superficiale più alterata e detritica del substrato calcareo, assimilabile allo strato di copertura che prelude ai calcari nei predetti recenti sondaggi.

Per quanto attiene infine a considerazioni di tipo idrogeologico, nell'area dell'intervento in progetto, l'indagine geognostica eseguita a terra e a mare, ha evidenziato la presenza di una serie stratigrafica costituita, al di sotto del cospicuo spessore di fango del fondale, da alternanze, a giacitura blandamente ondulata, di depositi sabbioso limosi a vario grado di permeabilità con depositi argillosi pressoché impermeabili e che nell'ambito delle profondità investigate sono state intercettate le formazioni calcaree ad elevata profondità, ovvero alla base della serie stratigrafica investigata.

Inoltre, al tetto dello strato di alterazione presente al di sopra del substrato calcareo, nel sondaggio SMI, ove verrà realizzato l'intervento in programma, sono state rilevate argille dure/molto consistenti probabilmente riferibili a depositi



argillosi mio-pliocenici che tamponano i carbonati sepolti, ribassati dalla tettonica distensiva mio-pliocenica.

In questo contesto idrogeologico locale non sussistono elementi che possano far ritenere presenti flussi concentrati e/o localizzati sottomarini di acque dolci nell'area che sarà interessata dall'intervento in progetto.

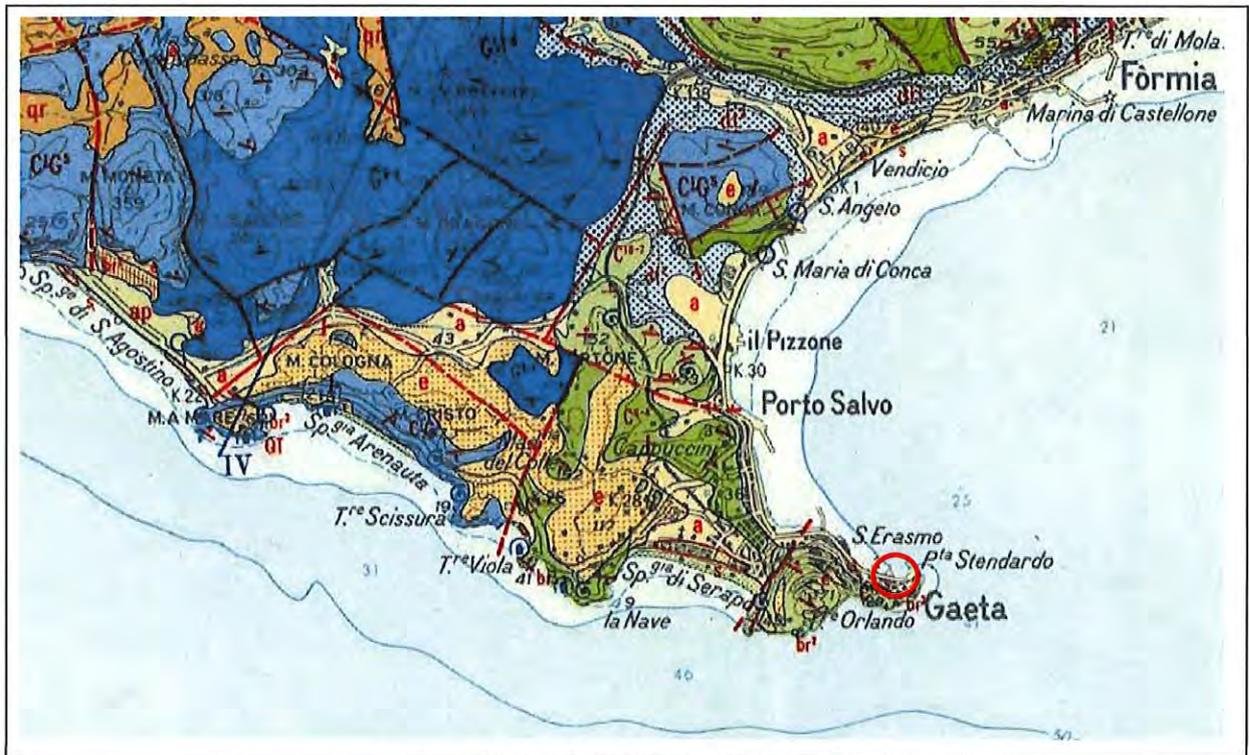


Figura 4 Stralcio Carta Geologica 1:100.000



Per quanto riguarda il *Rischio Geomorfologico*, in particolare, sono state acquisite e successivamente digitalizzate le *Carte del (P.A.I.)* redatte dall'*Autorità dei Bacini Regionali*.

L'area oggetto dell'intervento non ricade in zone perimetrate PAI, come evidenziato nell'allegato 7.



STUDIO GEOLOGICO-TECNICO DI DETTAGLIO

STRATIGRAFIE SONDAGGI

Sono stati utilizzati i risultati di n° 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo Profondo SMI per la verifica della serie stratigrafica a mare mediante piattaforma galleggiante; inoltre sono stati utilizzati i risultati del sondaggio a mare del 2005 fornito dalla D.L. riportato in Fig. 1 nonché i risultati di n°2 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti a terra, S1 ed S2 eseguiti nelle indagini di Primo stralcio riportato nell'Allegato "Stratigrafie sondaggi - Indagini di Primo Stralcio".

I sondaggi, distribuiti come riportato nella Planimetria allegata e sono stati approfonditi rispetto al fondale marino così come riportato nello schema di Tab. 1 e Tab.2 e Tab3.

Tab. 1: Indagini Secondo Stralcio - Sondaggio Geognostico a mare

Sigla Sondaggio	Battente d'acqua (m)	Profondità da fondale marino
SM1	11.5m	31.0m

Tab. 2 : Indagini del 2005 - Sondaggio Geognostico a mare

Sigla Sondaggio	Battente d'acqua (m)	Profondità da fondale marino
S1 (mare)	13.0m	27.0m

Tab. 3 : Indagini Primo Stralcio - Sondaggi Geognostici a terra

Sigla Sondaggio	Quota p.c. (m s.l.m.)	Profondità da p.c. (m)
S1	≈0.6m	37.0m
S2	≈0.6m	40.0m



PROVE S.P.T.

Nelle stratigrafie sono riportati i risultati di n ° 2 (SM I) + 5 (SI +S2) prove penetrometriche dinamiche Standard Penetration Test (S.P.T.), effettuate durante la perforazione dei sondaggi geotecnici a fondo foro, utilizzando una attrezzatura le cui caratteristiche (dimensioni del campionatore, peso delle aste e del maglio, altezza di caduta dello stesso) risultano essere conformi a quanto indicato nella normativa di riferimento ASTM 1586/68: Penetration Test and Split Barrel Sampling of Soil".

L'analisi dei risultati delle prove SPT ha consentito di avere una valutazione puntuale del grado di addensamento di depositi granulari, ovvero di consistenza di depositi coesivi.

PRELIEVO CAMPIONI INDISTURBATI E CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO

I n° 3 campioni Indisturbati prelevati nel corso del sondaggio SMI sono stati assoggettati a prove geotecniche eseguite dal Laboratorio Geotecnico concessionario SOGEA s.r.l di Roma.

Le prove hanno permesso di caratterizzare geotecnicamente i livelli stratigrafici coesivi individuati dal sondaggio.

FOTOGRAFIE CASSETTE CATALOGATRICI

La visione delle fotografie relative alle cassette catalogatrici in p.v.c., raggruppate per sondaggio, ha fornito un ulteriore elemento di analisi di quanto segnalato nelle stratigrafie. Sono state utilizzate anche le foto casse dei sondaggi eseguiti nello Stralcio I riportate nell'allegato "Fotografie cassette catalogatrici - Indagini di Primo Stralcio"

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH.

I grafici dei risultati ottenuti da n. 1 prova penetrometrica dinamica continua superpesante tipo DPSH Meardi-AGI eseguita (PMI), sono stati utilizzati per la



ricostruzione del modello geologico-geotecnico e per la definizione delle caratteristiche dei livelli rilevati.

Vengono altresì allegate alla presente relazione la planimetria relativa alle singole ubicazioni di sondaggi e prove in sito, con indicate le tracce delle sezioni geologiche realizzate sulla base dei risultati analizzati, nonché le Sezioni Geologiche Interpretative.

CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE SUI LIVELLI INDAGATI

A seguito di un'accurata analisi delle campionature effettuate in cantiere, integrata dai risultati delle prove geotecniche eseguite in situ ed in laboratorio, è stato possibile schematizzare la situazione stratigrafica e geotecnica che caratterizza la zona interessata dalle indagini, nei seguenti livelli rappresentativi:

a) BANCHINA -MATERIALI DI RIPORTO

Sono i materiali di natura antropica costituenti la banchina del Molo S.Maria, rilevati in affioramento nei sondaggi eseguiti a terra. Risultano costituiti da blocchi, ciottoli e ghiaia di natura prevalentemente calcarea, e talora leucititica e tufacea, in matrice da limo sabbiosa a limosa di colore marrone chiaro.

Oltre i 17m sono stati rilevati blocchi conglomeratici. Il sondaggio S 1 ha messo in evidenza fra i 6m ed i 7m di profondità di livelli limo sabbiosi/sabbioso limosi e la presenza di resti algali filiformi.

I materiali di natura antropica della banchina presentano uno spessore variabile fra i 20m(S21) ed i 23.3m(S1) ed uno stato di aggregazione disomogeneo, particolarmente discontinuo in corrispondenza del sondaggio S 1.

b) LIMO DA DEBOLMENTE ARGILLOSO AD ARGILLOSO, A TRATTI SABBIOSO DA MOLTO MOLLE A MOLLE

Limi da debolmente argillosi ad argillosi, a tratti sabbiosi di colore da grigio



a marrone, localmente argille limose, con interposti resti conchigliari, residui algali filiformi e sporadiche intercalazioni limo-sabbiose.

Come accennato risultano abbondanti resti algali indecomposti nei primi metri e frammenti di gusci di lamellibranchi.

Il livello, rappresentativo dei terreni di deposizione recente del fondale marino, presenta spessori oscillanti intorno a 1 7. 5m-c-1 8m (SM 1-PM 1) a partire da un fondale posto a -1 1 .5m dal livello del mare.

Lo strato in questione, si presenta nel complesso decisamente poco consistente, come evidenziano i valori di Ndphs pari ad lcolpo/piede per tutto lo spessore dello strato, confermati dai valori ottenuti con il Pocket Penetrometer che sono risultati essere variabili fra 0.2kg/cmq e 0.4 kg/cmq caratteristici di terreni prevalentemente coesivi da "molto molli" a "molli".

I bassi valori di consistenza e la elevata compressibilità dello strato superficiale del fondale, trovano conferma nell'analisi dei risultati delle prove di laboratorio sintetizzate nella seguente tab. 6:

Tab. 6 : risultati sintetici delle prove di laboratorio – livello b)

Campione	Peso di volume (kN/mc)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito (Φ')	Mod. Edom. Eed (kPa) = (kPa)
SM1-C1	15.3	$c' = 4.2$	18.3°	Eed(50-100) = 855 Eed(100-200) = 1704
SM1-C2	16.9	$c' = 0$	26.3°	Eed(50-100) = 1571 Eed(100-200) = 2405

In funzione dei risultati relativi alle prove in sito ed in relazione ai risultati delle prove di laboratorio eseguite, è possibile proporre, per lo strato in esame, la seguente parametrizzazione geomeccanica media:

$$\begin{aligned} \gamma &= 15 - 17 \text{ kN/mc} & c_u &= 10 - 20 \text{ kPa} \\ c' &= 0 \div 4 \text{ kPa} & \sigma' &= 18^\circ - 24^\circ \\ Eed(0.05-0.1) &\approx 0.8 \div 1.6 \text{ MPa} & Eed(0.1-0.2) &\approx 1.7 \div 2.4 \text{ MPa} \end{aligned}$$



CORRELAZIONE TRA I VALORI N_{spt} ED IL GRADO DI CONSISTENZA IN DEPOSITI A COMPORTAMENTO COESIVO

	Q_0 Kg/cm q	N_{spt} colpi/30cm
MOLTO MOLLE	< 0.25	<2
MOLLE	0.25 - 0.5	2 - 4
MEDIAMENTE CONSISTENTE	0.5 - 1.0	4 - 8
CONSISTENTE	1.0 - 2.0	8 - 15
MOLTO CONSISTENTE	2.0 - 4.0	15 - 30
DURA	> 4	> 30

b') LIMO SABBIOSO DA DEBOLMENTE ARGILLOSO AD ARGILLOSO DA MEDIAMENTE CONSISTENTE A CONSISTENTE

Nel solo sondaggio S 1, alla base dei materiali della banchina risultati essere attestati in quel punto ad una profondità di 23.3m dall'attuale p.c., è stato rilevato un livello di Limo argilloso di colore dal grigio al verdastro che, riconducibile per granulometrie al descritto livello b), presenta esiguo spessore ed un grado di consistenza buono testimoniato da valori di pocket penetrometer di 1.9 kg/cm q , caratteristici, per l'appunto, a terreni coesivi "consistenti"

e') SABBIA DA DEBOLMENTE LIMOSA A LIMOSA A BASSO GRADO DI ADDENSAMENTO

Associate ai depositi del vecchio fondale marino sono state rilevate in prossimità del sondaggio SMI e della prova PMI, al di sotto dello strato di limo argilloso del livello b), delle sabbie da debolmente limose a limose di colore grigio verdastro a grado di addensamento mediocre.

Lo strato rilevato in SM 1 e PM 1, presenta un mediocre grado di addensamento, testimoniato da valori N_{dpsh} oscillanti tra i 2 colpi/30cm ai 7colpi/30cm; considerando un valore medio di 5 colpi/30cm e considerando cautelativamente $N_{dpsh}=N_{spt}$ si definiscono livelli prevalentemente granulari "poco addensati"



(fig.8); considerando la notevole eterogeneità dei depositi in esame e la conseguente necessità di ottenere una parametrizzazione cautelativa dello strato stesso, si e' ritenuto opportuno estrapollare il valore di ϕ' dalle prove dinamiche utilizzando la correlazione proposta dal Road Bridge Specification in cui :

$$\phi' = \sqrt{15 N_{spt} + 15} (*)$$

(*) Tratta dalla pubblicazione "Parametri di progetto da prove in situ" redatta da Elio Pasqualini in occasione dell'XI Ciclo di Conferenze di Geotecnica di Torino.

ASSOCIAZIONE TRA LA DENSITA' RELATIVA DEI DEPOSITI GRANULARI ED I VALORI DI N_{spt}

N_{SPT} COLPI/30cm	DENSITA' TERZAGHI-PECK	RELATIVA GIBBS-HOLTZ
0 - 4	MOLTO SCIOLTA	0 - 15%
4 - 10	POCO ADDENSATA	15% - 35%
10 - 30	MEDIAMENTE ADDENSATA	35% - 65%
30 - 50	ADDENSATA	65% - 85%
OLTRE - 50	MOLTO ADDENSATA	85% - 100%

Per quanto riguarda le caratteristiche di deformabilità, dai valori N_{dpsh} emergono valori medi di modulo di Young E desunti in base al grafico di Denver (fig.9) variabili fra valori medi di ~ 3 MPa se valutati come sabbie argillose e ~ 9MPa se valutati come sabbie sature.

Considerando l'eterogeneità del livello in esame ed in base ai risultati delle prove eseguite si ritiene opportuno fornire, per lo strato in esame, la seguente parametrizzazione geotecnica media:

$$\gamma = 17 \text{ kN/mc} \quad c' = 0 \text{ kPa} \quad \phi' \approx 24^\circ$$

$$E = 3 \div 9 \text{ MPa}$$



e) SABBIA DA DEBOLMENTE LIMOSA A LIMOSA MEDIAMENTE ADDENSATA

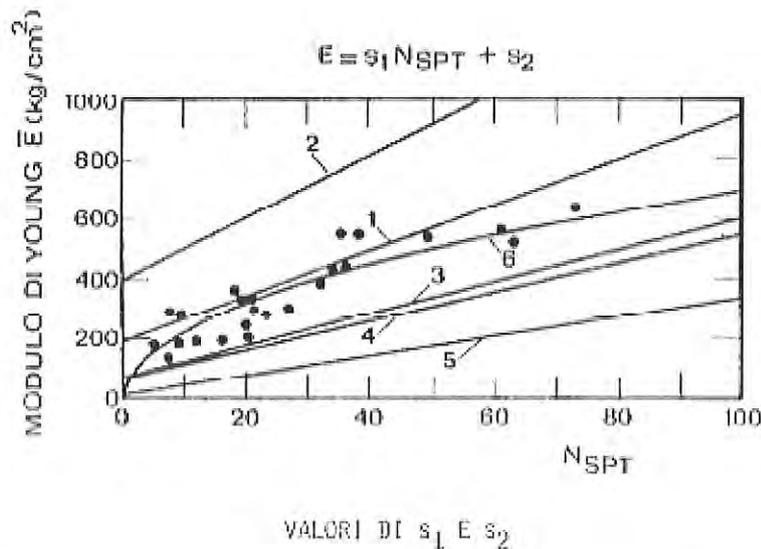
Sabbie da debolmente limose a limose di colore dal marrone al grigiastro, talora con intercalazioni limo argillose e argilloso limose che, ove intercettate con spessori rilevanti, sono state inserite nel livello d) che verrà di seguito descritto.

Lo strato in questione, rilevato in tutti i sondaggi a varie profondità con spessori sempre considerevoli, si presenta caratterizzato da un grado di addensamento da discreto a buono, testimoniato nell'area dell'intervento individuata dal sondaggio SMI da valori N_{spt} variabili fra 23 colpi/30cm e 34 colpi/30cm; va tenuto tuttavia conto che nei sondaggi a terra si sono avuti in un caso valori N_{spt} minimi di 10 colpi/30cm.

Tali valori definiscono livelli prevalentemente granulari a grado di addensamento da "mediamente addensati" ad "addensati".

Per quanto attiene ai valori di angolo di attrito interno ϕ' , vista la natura prettamente granulare dei depositi in esame, definibili come delle sabbie da limose a debolmente limose a tratti ghiaiose, si è ritenuto opportuno estrapolare il





CURVA	s_1 [MPa]	s_2 [MPa]	NOTE	RIFERIMENTO
1	0,756	18,75	SABBIA E GHIAIA NC	D'APPOLONIA ET AL., 1970
2	1,043	36,79	SABBIA SC	D'APPOLONIA ET AL., 1970
3	0,517	7,46	—	SCHULTZE & MENZENDACH, 1961
4	0,478	7,17	SABBIA SATURA	WEBB, 1970
5	0,316	1,58	SABBIA ARGILLOSA	WEBB, 1970

TAV.6.2: RELAZIONI $\bar{E} - N_{SPT}$ (DENVER, 1982)

valore di 0' dalle prove dinamiche utilizzando il grafico di Peck che ha indotto a considerare valori medi di 0' variabili nel sondaggio SM 1 tra i 32° ed i 34°.

Per quanto riguarda le caratteristiche di deformabilità, dalle prove SPT emergono valori di E desunti in base al grafico di Denver variabili intorno a valori medi prossimi o superiori a ~ 9 MPa.

In funzione dei risultati ottenuti dalle prove in sito, dando particolare rilievo ai risultati delle prove SPT, è possibile proporre, per lo strato in esame, la seguente parametrizzazione geotecnica media:



$$\gamma = 19 \text{ kN/mc}$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\Phi' = 32^\circ \div 34^\circ$$

$$E \geq 9 \text{ MPa}$$

d) ARGILLA LIMOSA DA CONSISTENTE A MOLTO CONSISTENTE

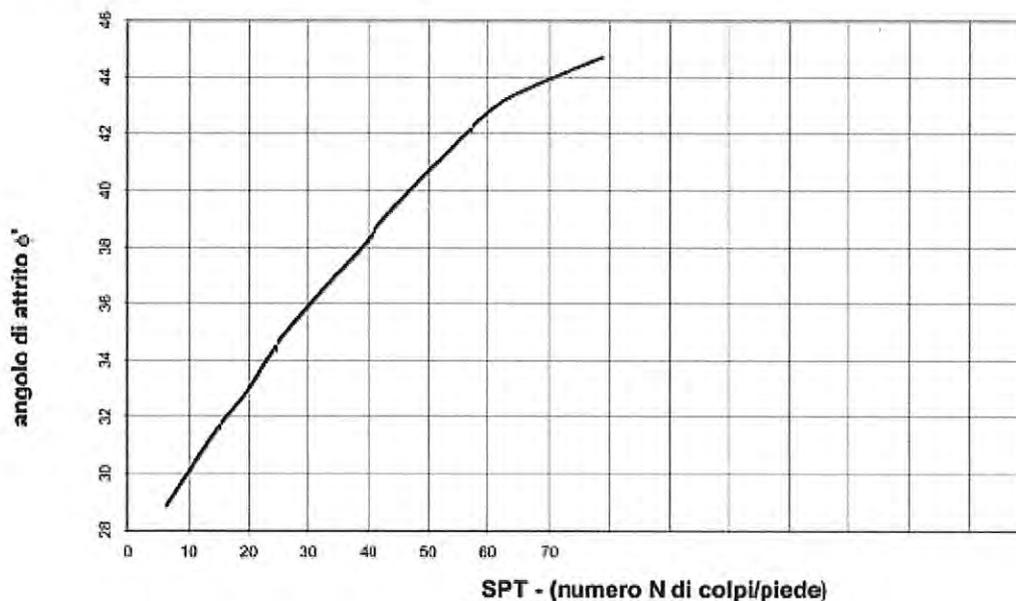
Il livello costituito da argille limose/limi argillosi a tratti sabbiosi di colore dal marrone al verdastro all'avana; compare nell'area in esame con spessori rilevanti in profondità nel settore del sondaggio SM 1, mentre negli altri sondaggi compare, a profondità diverse, intercalato nelle sabbie del livello c), con spessori contenuti.

Lo strato presenta una giacitura irregolare e risulta costituito da depositi prettamente coesivi.

I valori di Pocket Penetrometer rilevati sulle carote estratte in fase di sondaggio relative allo strato in esame sono risultati compresi tra 2.5 kg/cmq e 5Kg/cmq con valori medi, ove lo strato presenta spessori importanti come nel caso del sondaggio SMI, prossimi o superiori a 5 kg/cmq; tali valori identificano depositi prevalentemente coesivi "molto consistenti", talora "duri".

CORRELAZIONE FRA N_{spt} ED ANGOLO DI ATTRITO INTERNO (PECK)

TRATTA DA CEDIMENTI E CONSOLIDAMENTI DI FONDAZIONI - SANSONI /1993



Le prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati prelevati nell'ambito dei depositi in esame hanno confermato le caratteristiche di consistenza da discrete a buone dei livelli in esame, evidenziate nella tabella di sintesi Tab. 7.

Tab. 7 : risultati sintetici delle prove di laboratorio – livello d)

Campione	Peso di volume (kN/mc)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito (Φ')	Mod. Edom. Eed (kPa) = (kPa)
SM1-C3	17.7	$c' = 17$	18.9°	Eed(200-400) = 12220 Eed(400-800) = 17423

In funzione dei risultati relativi alle prove in sito ed in relazione ai risultati delle prove di laboratorio eseguite, è possibile proporre, per lo strato in esame, la seguente parametrizzazione geomeccanica media:

$$\begin{aligned} \gamma &= 17.5 - 18 \text{ kN/mc} & c_u &\approx 200 \text{ kPa} \\ c' &= 10 - 20 \text{ kPa} & \sigma' &= 18^\circ - 20^\circ \\ E_{ed}(0.2-0.4) &\approx 12 \text{ MPa} \end{aligned}$$

e) ed f) CIOTTOLI E BLOCCHI DI NATURA CALCAREA (livello e) sovrastante i CALCARI FRATTURATI (livello f)

La serie stratigrafica locale è chiusa da uno strato detritico o di alterazione della formazione calcarea di base costituito da ciottoli e blocchi di natura calcarea in matrice di natura limo sabbiosa o francamente sabbiosa che, dopo pochi metri lascia il posto alla formazione calcarea di base.

Nella stratigrafia SI (mare), in base al risultato degli altri sondaggi eseguiti e analizzate le cassette catalogatrici del sondaggio stesso, si è ritenuto opportuno nelle sezioni allegate considerare lo strato di base del predetto sondaggio, definito come roccia molto fratturata con presenza di terre rosse, come la parte alterata dello strato calcareo di base, ed è stata quindi inglobata nel livello e).

Gli strati rilevati a chiusura della serie stratigrafica rilevata presentano parametri a rottura e deformabilità ottimali, in relazione al tipo di intervento previsto, in quanto contraddistinti da valori di resistenza, buona per i depositi del livello e), ottimi per i litoti pi calcarei del li velo f), e deformabilità, bassa per i terreni e) bassissima o



praticamente nulla per i calcari f).

A testimonianza delle ottimali caratteristiche di resistenza e deformabilità dei livelli in esame si evidenzia che anche nelle porzioni più granulari ed alterate dello strato e) sono stati rilevati valori N spt prossimi o superiori al limite strumentale della prova stessa (N spt \geq 50 colpi/30cm); Tali valori definiscono livelli prevalentemente granulari "molto addensati".

In funzione dei risultati ottenuti dalle prove in sito, ritenendo opportuno fornire una parametrizzazione solo dello strato e) in quanto la formazione calcarea di base rappresenta il substrato praticamente indeformabile, dando particolare rilievo ai risultati delle prove SPT, si è ritenuto opportuno estrapolare il valore di σ' dalle prove dinamiche utilizzando il grafico di Peck riportato in fig. 10 mentre, per quanto riguarda le caratteristiche di deformabilità i valori di E è stato considerato il grafico di Denver (fig.9); in base a tali considerazioni è possibile proporre, per lo strato in esame, la seguente parametrizzazione geotecnica media:

livello e)

$\gamma = 19 \text{ kN/mc}$

$c' = 0 \text{ kPa}$

$\phi' \approx 33^\circ$

$E \approx 20 \text{ MPa}$



CLASSIFICAZIONE E COMPORTAMENTO SISMICO DEI TERRENI

SISMICITÀ DELL'AREA

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la zona sismica per il territorio di Gaeta, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Lazio n. 387 del 22 maggio 2009.

Zona sismica 3A	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti. La sottozona 3A indica un valore di $a_g \geq 0,10g$.
------------------------	--

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'**accelerazione orizzontale massima** (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a_g]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a_g]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25 g$	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	0,25 g	2.230
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	0,15 g	2.815
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 g$	0,05 g	2.235



Il territorio della Provincia di Latina presenta una limitata attività sismica locale con eventi di intensità trascurabile. L'area può essere però investita dagli effetti di terremoti originatisi altrove.

I centri sismici attivi che possono influenzare l'area sono:

- I Colli Albani;
- La Valle Latina;
- L'area del Fucino;
- La zona di mare aperto compresa tra Anzio e il Monte Circeo.

I maggiori terremoti registrati nei Colli Albani sono datati 22 gennaio 1892 e 18 luglio 1899. Gli effetti del primo si sentirono nell'area dei monti Lepini con intensità pari al 5° della scala Mercalli, mentre quelli del secondo rimasero compresi tra il 4° ed il 5°. Il massimo evento sismico con fuoco nella Valle Latina avvenne il 24 agosto 1877. L'effetto macrosismico massimo, risentito nelle dorsali carbonatiche, fu pari a 5°-6° grado della scala Mercalli. Un successivo terremoto proveniente dalla stessa località datato il 31 luglio 1901 non superò, invece, il 5°. Il rovinoso sisma di Avezzano del 13 gennaio 1915, che arrivò a Roma tra il 7° e l'8°, si attenuò in zona fino al 4°. Nella zona di mare aperto al largo di Torre Astura, tra Anzio e il Capo Circeo, sono stati individuati alcuni epicentri sismici storici che hanno provocato terremoti che raggiunsero una intensità maggiore al 5° nell'area dei Monti Lepini. Il maggiore di essi avvenne nel 1919 ed ebbe epicentro nella zona antistante Torre Astura. Ulteriori informazioni sulla sismicità del territorio provinciale possono essere ricavate dai cataloghi sismici recentemente proposti dall'Istituto Nazionale di Geofisica, Catalogo dei Forti Terremoti (CFT) (Boschi et alii, 1990, 1995) e dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT), cataloghi NT4.1.1 e DOM4.1 (Camassi & Stucchi, 1997) e CPTI15 - DBMI15 (Fig.5). In questi cataloghi vengono riportati per un gran numero di eventi i risentimenti sismici subiti da tutte le località per le quali sono state reperite indicazioni storiografiche, risultando una fonte estremamente preziosa per conoscere la storia sismica di un'area. Si ritiene che i cataloghi siano



sufficientemente completi rispetto agli eventi maggiori a partire circa dal XVII° secolo, perciò il dato storico risulta non sufficientemente attendibile per definire la sismicità di un'area nel caso di terremoti con tempi di ritorno superiori a quelli coperti dal catalogo, che possono quindi "sfuggire" all'identificazione per via storica. In tal caso risultano essenziali gli studi di tettonica attiva e paleosismologia, che verificano la presenza o meno di indicatori geologici di eventi sismici di forte intensità.

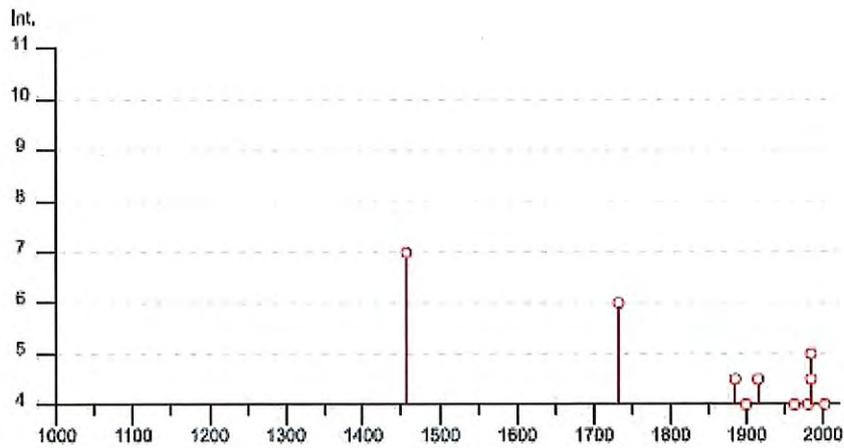
CPT115-DBM115 - Gaeta

Gaeta

PlaceID IT_54539
 Coordinate (lat, lon) 41.218, 13.568
 Comune (ISTAT 2015) Gaeta
 Provincia Latina
 Regione Lazio
 Numero di eventi riportati 24

Effetti	In occasione del terremoto del							NMDP	Io Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale		
7	1456	12	05				Appennino centro-meridionale	199	11 7.19
F	1654	07	24	00	25		Sorano	44	9-10 6.33
6	1732	11	29	07	40		Irpinia	183	10-11 6.75
3	1739	02	27	04	20		Benevento	3	5-6 4.40
F	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11 7.12
4-5	1885	04	10	01	44		Appennino laziale-abruzzese	44	5 4.57
3-4	1892	01	22				Colli Albani	81	7 5.14
NF	1892	11	16	02	10		Isola di Ponza	17	5-6 4.40
3	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6 5.11
4	1899	03	27	01	19	5	Tirreno centrale	18	4 3.70
NF	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8 5.76
2-3	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8 5.35
4-5	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11 7.08
3	1919	10	22	06	10		Anzio	142	6-7 5.22
3	1922	12	29	12	22	0	Val Roveto	119	6-7 5.24
3-4	1927	10	11	14	45	0	Marsica	81	7 5.20
2	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10 6.67
NF	1958	06	24	06	07		Aquilano	222	7 5.04
4	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9 6.15
4	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.81
5	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8 5.86
4-5	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7 5.47
4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7 5.72
3-4	2005	08	22	12	02	0	Costa laziale	57	5-6 4.78





Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Porto Salvo [Elena]	3	1
Torre d'Orlando [faro]	1	1
Formia	18	5
Itri	13	9
Maranola	1	9

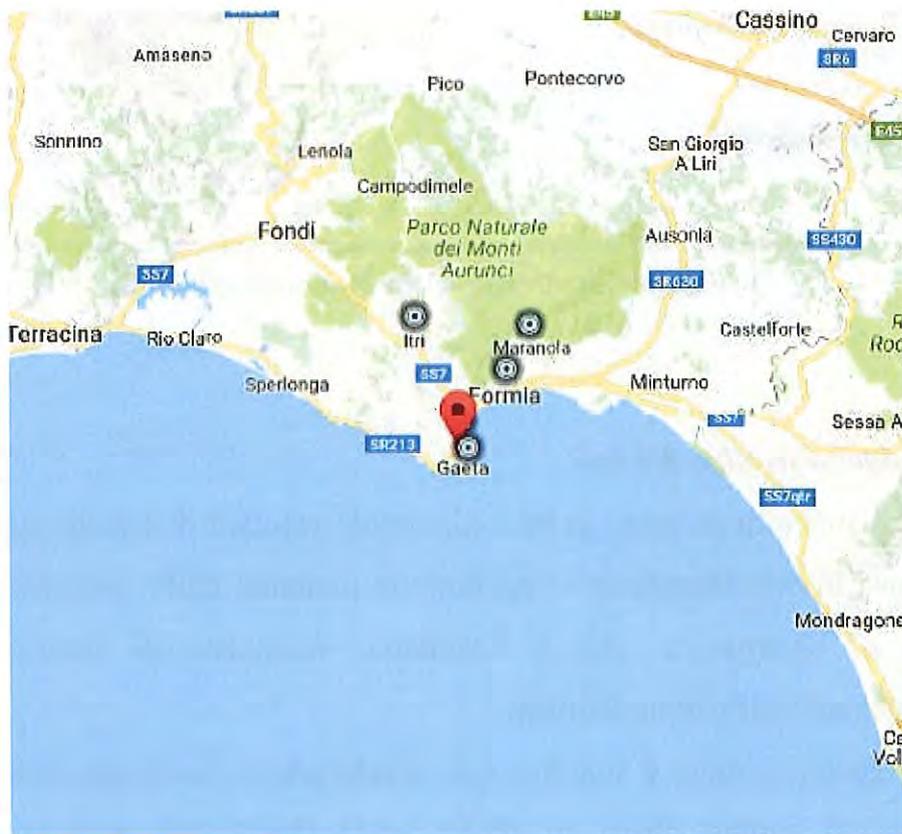


Fig. 5 - Estratto database Macrosismico Italiano



In particolare, il territorio del comune di Gaeta, secondo la nuova classificazione sismica della regione Lazio (D.G.R. n. 387 del 22.05.2009), ricade nella **Zona sismica 3A**, (Fig.6). **Livello di vulnerabilità “BASSO”** (D.G.R. Lazio n. 375 del 05.07.2016).

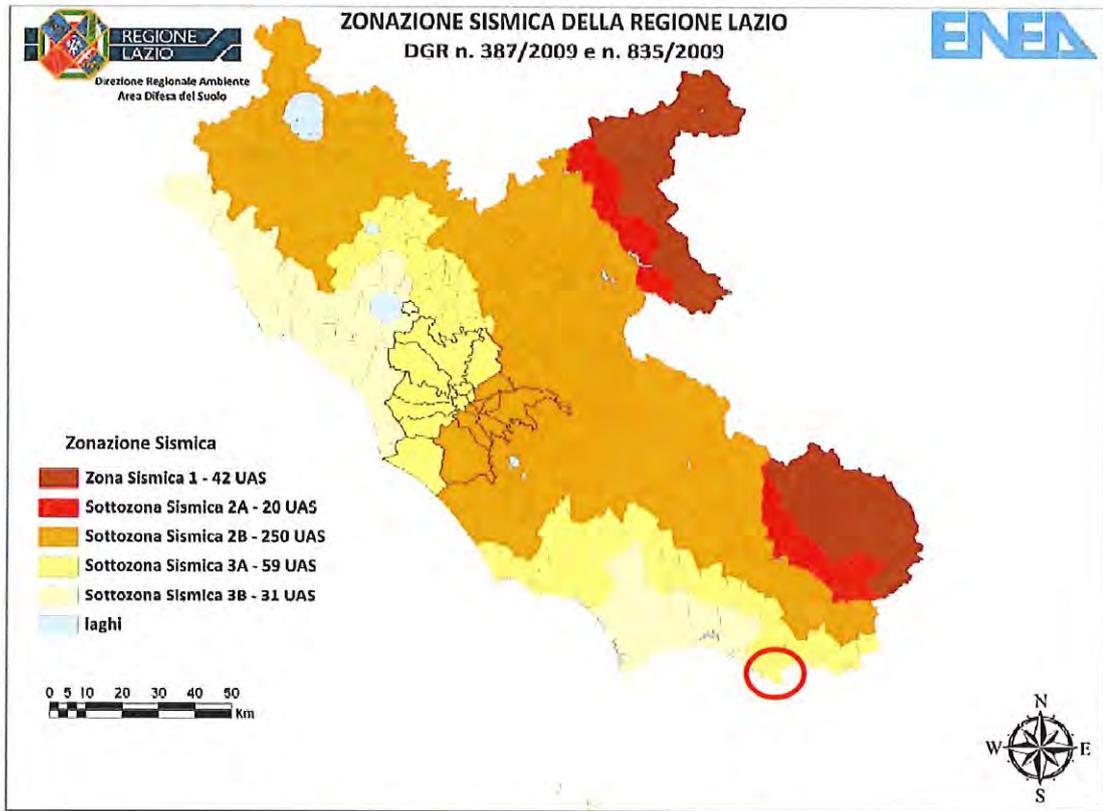


Figura 6: Riclassificazione Regione Lazio 2009

Modello sismico del sito

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla “pericolosità di base” del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica è intesa come accelerazione massima orizzontale a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), con superficie topografica orizzontale (di categoria di sottosuolo A; NTC, § 3.2.2), ma è definita anche in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad



essa corrispondente Se (T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR, come definite nelle NTC nel periodo di riferimento VR. In alternativa è consentito l'uso di accelerogrammi, purché congruenti con la pericolosità sismica del sito.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (v. tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR, partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- **ag** accelerazione orizzontale massima al sito;
- **Fo** 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.

In particolare per la determinazione dei parametri su riportati viene utilizzato un programma distribuito gratuitamente sul sito della internet "GeoStru" (Fig. 7).

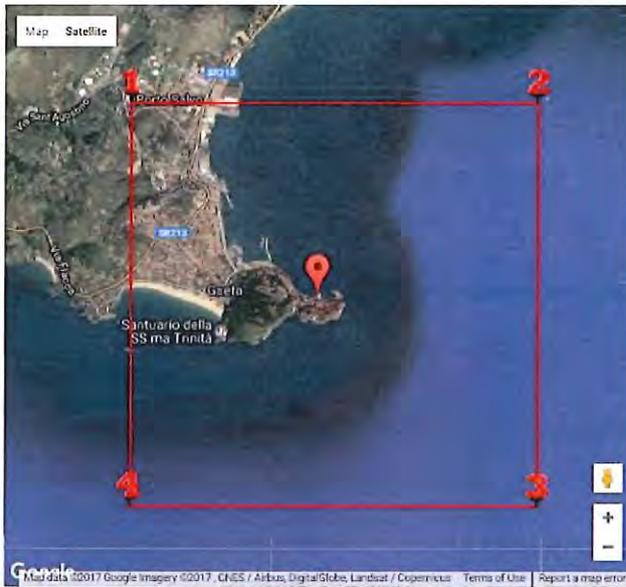
A tale proposito sono state inserite la categoria stratigrafica, così come ricavata dalle indagini sismiche e la categoria topografica desunta dall'assetto morfologico del sito.



Via n°
 Comune Cap
 Provincia

WGS84 (°)
 Latitudine
 Longitudine

Isole



Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.
 (2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

(1)* Coordinate WGS84 (°)
 Latitudine Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)
 Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio

Vita nominale (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)
 Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	α_0 [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0.033	2.466	0.265
Danno (SLD)	50	0.039	2.525	0.299
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.077	2.763	0.458
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.094	2.826	0.538

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI (av)Label

Muri di sostegno Paratie
 Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)
 us (m)

Categoria sottosuolo
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.50	1.50
Cc * Coeff. funz categoria	1.63	1.56	1.36	1.29
St * Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.010	0.012	0.023	0.028
kv	0.005	0.008	0.012	0.014
Amax [m/s²]	0.488	0.576	1.135	1.377
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

Figura 7: Ubicazione sito d'interesse



Parametri sismici

determinati con GeoStru PS <http://www.geostru.com/geoapp>

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 41.210995 [°]

longitudine: 13.587545 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	31414	41.234940	13.556830	3699.8
Sito 2	31415	41.234890	13.623290	3999.6
Sito 3	31637	41.184890	13.623190	4161.8
Sito 4	31636	41.184940	13.556760	3876.6

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1



	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0.033	2.496	0.265

Danno (SLD)	63	50	0.039	2.525	0.299
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0.077	2.763	0.458
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0.094	2.826	0.538

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1.500	1.630	1.000	0.010	0.005	0.488	0.200
SLD	1.500	1.560	1.000	0.012	0.006	0.576	0.200
SLV	1.500	1.360	1.000	0.023	0.012	1.135	0.200
SLC	1.500	1.290	1.000	0.028	0.014	1.377	0.200

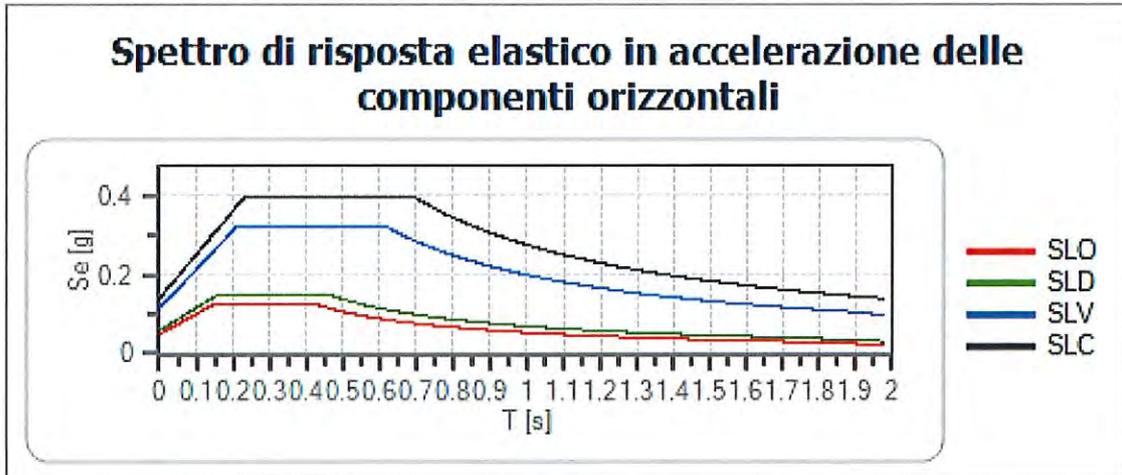


Spettri di risposta

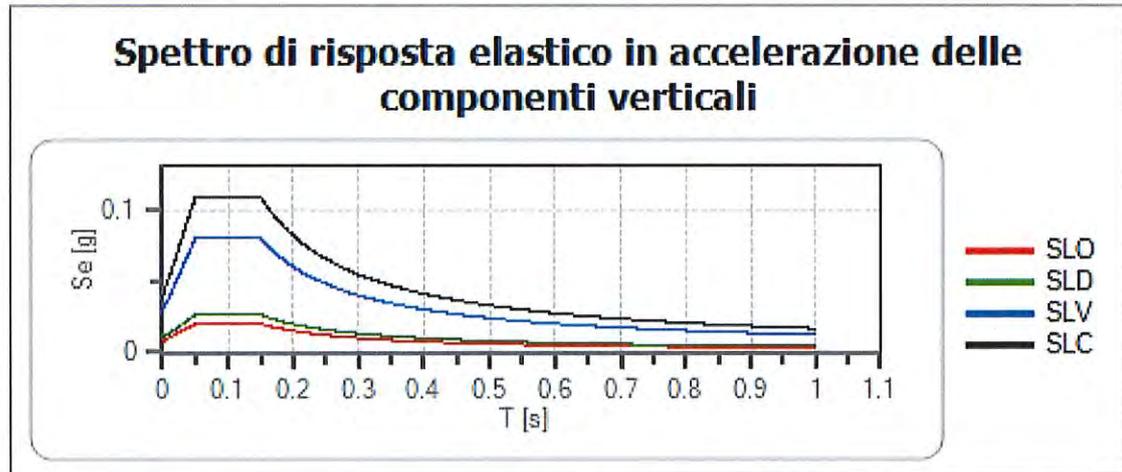
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso $\xi = 5 \%$

Fattore che altera lo spettro elastico $\eta = 1.000$



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0.033	2.496	0.265	1.500	1.630	1.000	1.500	1.000	0.144	0.433	1.733
SLD	1	0.039	2.525	0.299	1.500	1.560	1.000	1.500	1.000	0.156	0.467	1.757
SLV	1	0.077	2.763	0.458	1.500	1.360	1.000	1.500	1.000	0.208	0.623	1.909
SLC	1	0.094	2.826	0.538	1.500	1.290	1.000	1.500	1.000	0.231	0.694	1.974



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0.033	2.496	0.265	1.000	1.630	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLD	1	0.039	2.525	0.299	1.000	1.560	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLV	1	0.077	2.763	0.458	1.000	1.360	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLC	1	0.094	2.826	0.538	1.000	1.290	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000



Spettro di progetto

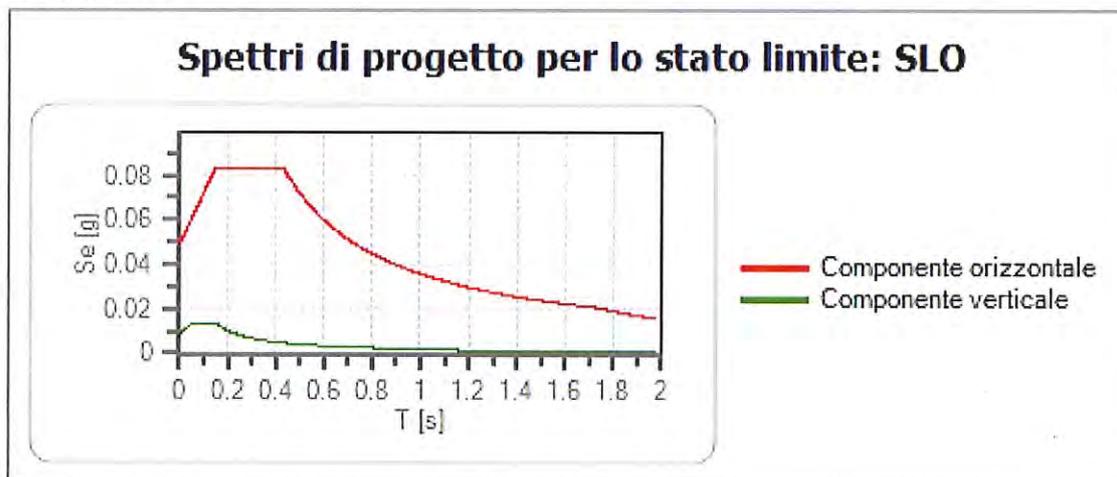
Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

η per lo spettro orizzontale = 0.667

Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5

η per lo spettro verticale = 0.667

Stato limite: SLO



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	1	0.033	2.496	0.265	1.500	1.630	1.000	1.500	1.500	0.144	0.433	1.733
SLO verticale	1	0.033	2.496	0.265	1.500	1.630	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000



Indagini Sismiche

Al fine di verificare quanto rilevato in superficie sono state pianificate le seguenti indagini per la caratterizzazione sismica dei suoli di fondazione (Allegato 1 e report Allegato 5):

E' stata eseguita:

- una prospezione sismica Masw eseguita su una linea sismica costituita da 24 geofoni con spaziatura di 2.0 m e una lunghezza totale pari a 41.0 m. L'ubicazione è stata effettuata considerando il contesto geologico-tecnico e geomorfologico dell'area oltre che le condizioni logistiche. (Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato 5: Report indagini Geofisiche). Tale indagini hanno avuto i seguenti obiettivi:
 - Ricostruire l'assetto sismostratigrafico del sito;
 - Determinare la Vs30 dei terreni di fondazione così come definito al punto 3.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008;
 - Definire la classe di suolo di fondazione;

Dall'elaborazione della prova, così come riportata in allegato, si evince che le velocità medie delle onde s, nei primi 30 m di sottosuolo, risultano pari a **290 m/sec**.

Visto il graduale miglioramento delle caratteristiche fisiche e meccaniche di tali terreni si può assegnare una **classe di suolo** di fondazione di **tipo C**.

Microzonazione Sismica di 1° livello

Ad oggi il comune di Gaeta non rientra nell'elenco dei Comuni (UAS) con studi di MS1 validati dal Servizio Geologico e Sismico Regionale



CONCLUSIONI

A conclusione della presente relazione si ritiene opportuno esprimere alcune considerazioni in merito alla situazione geologica e geotecnica e geofisica analizzata in base ai risultati delle indagini al fine di consentire, in un'ottica di sicurezza, economicità ed opportunità cantieristica, la definizione della progettazione relativa alla realizzazione del plinto di fondazione gru del Molo S.Maria situato nell'area del Golfo di Gaeta (Lt).

Il molo è stato già oggetto di interventi di messa in sicurezza e ristrutturazione.

I sondaggi e le prove eseguite lato terra hanno messo in evidenza in affioramento materiali della banchina (livello a) rilevati in profondità fino ai 20m-c-23.3m di spessore.

I sondaggi e le prove eseguite lato mare hanno permesso altresì di rilevare a partire dal fondale marino di un livello superficiale poco consistente (livello b) di spessore accertato di ~1 7. 5m-c-1 8m dotato di caratteristiche geotecniche scadenti e disomogenee costituita da limi da debolmente argillosi ad argillosi a tratti sabbiosi da "molto molli" a "molli"; localmente, associate ai depositi del vecchio fondale marino sono state rilevate nel sondaggio SI di terra, e al di sotto dei materiali della banchina, con spessori decisamente contenuti dei limi argillosi consistenti (livello b'). Nei sondaggi e prove lato mare, ovvero in SMI e PMI, al livello superficiale descritto segue un livello di sabbie limose dalle caratteristiche di addensamento mediocri (livello c').

La serie stratigrafica prosegue presentando un banco di sabbie da debolmente limosa a limosa da mediamente addensate ad addensate (livello c), poggianti o intercalate con livelli di limo argilloso/argilla limosa da molto consistenti a duri (livello d) che, nell'area del progetto assumono spessore rilevante.

La serie stratigrafica locale è chiusa da uno strato detritico o di alterazione della formazione calcarea di base costituito da ciottoli e blocchi di natura calcarea in



matrice limo sabbiosa o francamente sabbiosa (livello e) rilevato molto addensato anche nella porzione più alterata e granulare; tale strato, dopo pochi metri lascia il posto alla formazione calcarea di base (livello f) contraddistinta da parametri a rottura e deformabilità ottimali.

Da un esame della situazione litostratigrafica individuata, sintetizzata nelle sezioni geologiche interpretative allegate, confortati dall'analisi dei valori ricavati dalle prove S.P.T., DPSH nonché dai risultati delle prove di laboratorio si evince che le strutture di progetto potranno essere adeguatamente dimensionate nonché realizzate tenendo conto della serie stratigrafica evidenziata.

In conclusione, ribadendo la fattibilità degli interventi previsti, per quanto attiene alla definizione puntuale delle strutture in programma nonché la scelta in merito alle modalità realizzative delle stesse (tipologia, dimensionamento, materiali di riempimento, tipi, distribuzione e dimensionamento dei dreni, realizzazione di giunti tecnici ecc.), si rimanda all'analisi geotecnica ed ai progettisti, in quanto si ritiene che valutazioni su tali elementi saranno oggetto di trattazione nell'analisi strutturale di loro competenza.

Dall'elaborazione della prova di sismica attiva tipo MASW, così come riportata in allegato, si evince che le velocità medie delle onde s, nei primi 30 m di sottosuolo, risultano pari a **290 m/sec**.

Visto il graduale miglioramento delle caratteristiche fisiche e meccaniche di tali terreni si può assegnare una **classe di suolo** di fondazione di **tipo C**.

Per quanto riguarda la classe d'uso II relativa all'opera in oggetto, il livello di vulnerabilità è "BASSO".



Qualora, durante la realizzazione dei lavori, si dovessero manifestare sostanziali difformità rispetto a quanto esposto, si dovranno tempestivamente trasmettere al sottoscritto al fine di poter predisporre eventuali aggiustamenti operativi.

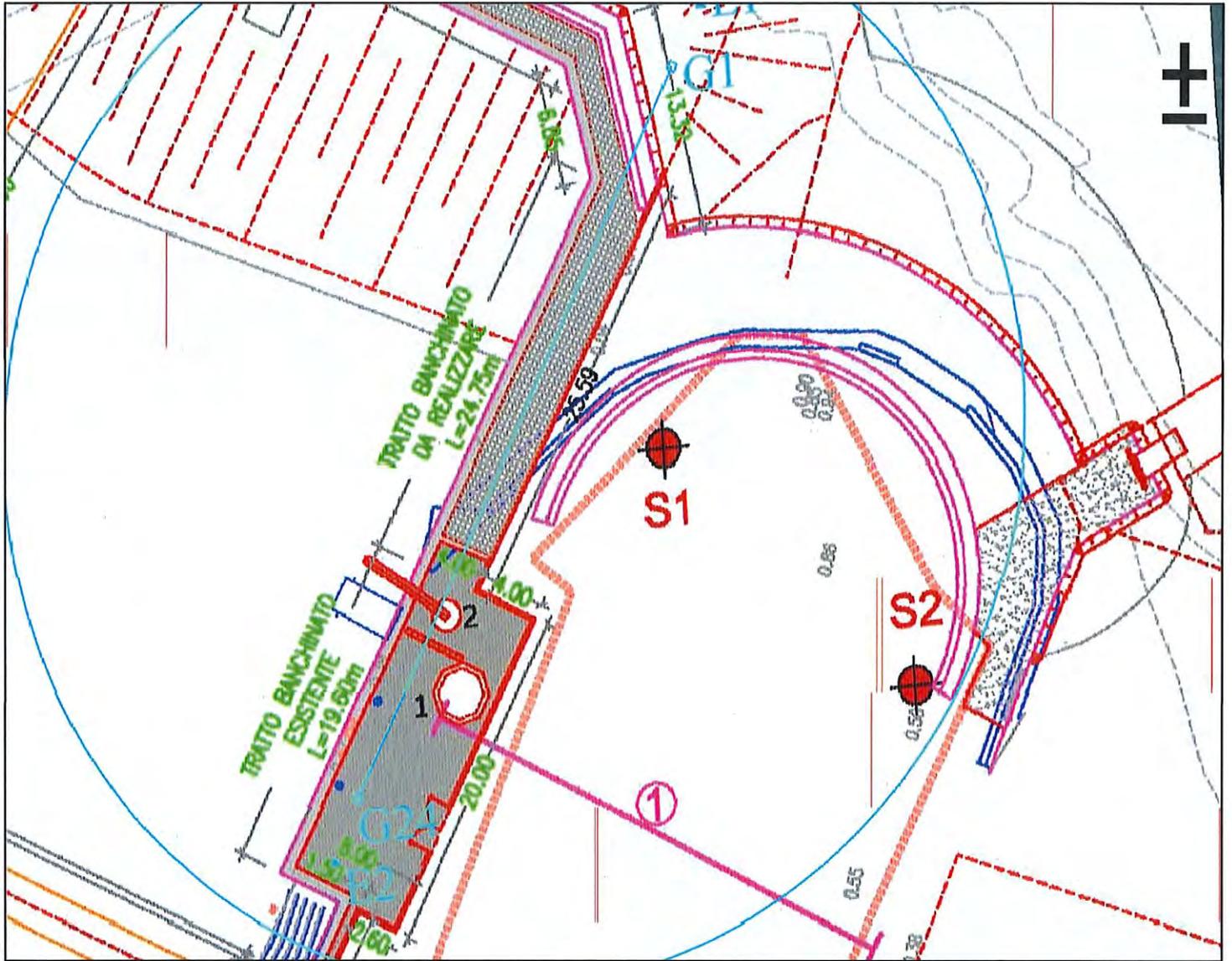
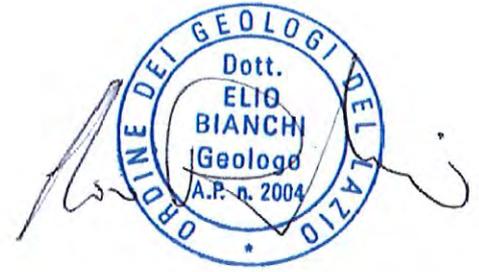
Si rimane a completa disposizione per eventuali chiarimenti a quanto esposto e per ulteriori chiarimenti anche in corso d'opera.

Cassino 14/06/2017



Allegato 1

Stralcio catastale ubicazione indagini Scala 1:5 00



Legenda

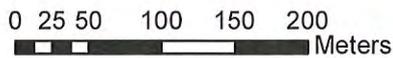
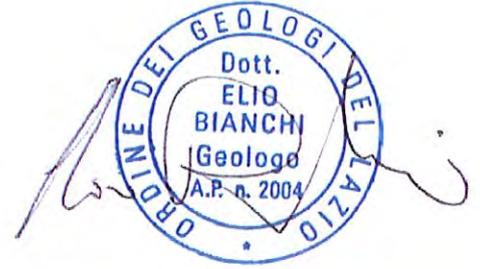
- linea sismica masw
- G1 posizione geofonc
- ▲ E1 tiro esterno sx
- ▲ E2 tiro esterno dx
- ⊠ Sondaggio



OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V
Copia conforme all'originale pag 39 di 107 La copia originale è conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi art. 20, 21 e 24 del D. lgs 82/05 e s.m. e l. da:
cent. 349 65 00 096 077672413 e-mail: eliobianchi@gmail.com
BIANCHI Elio (Geologo) CIRILLO PAOLO (Progettista delle strutture) CIRILLO PAOLO (Direttore dei Lavori) CIRILLO PAOLO (Progettista architettonico) CIRILLO PAOLO (Delegato)

Allegato 2

Stralcio CTR Scala 1:5 000



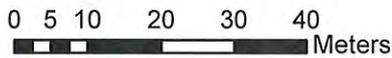
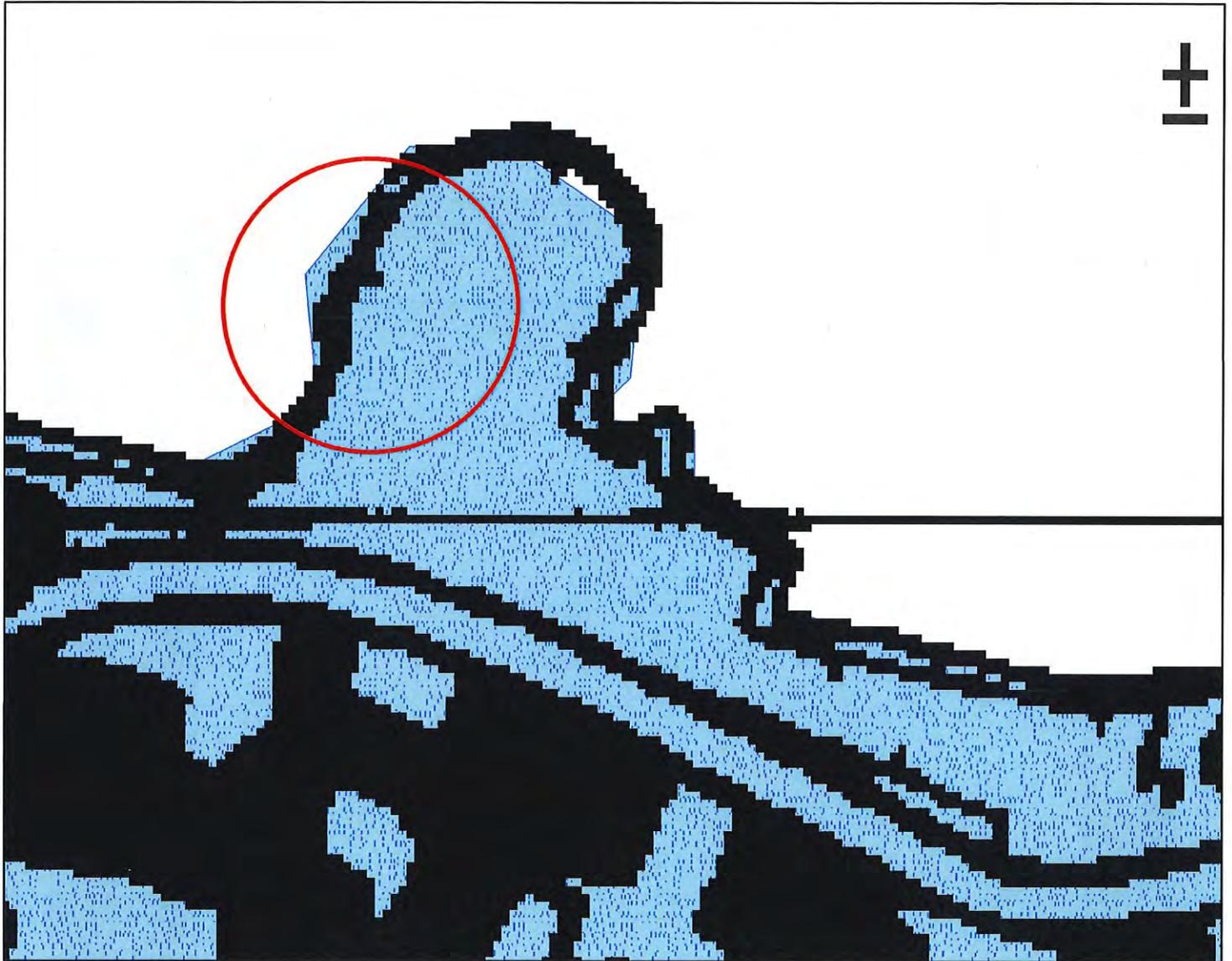
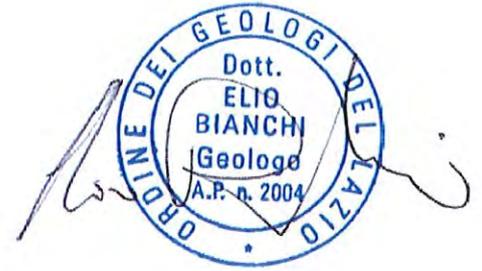
Legenda

 Area di Indagine



Allegato 3

Stralcio carta geolitologica Scala 1:1 000



Legenda

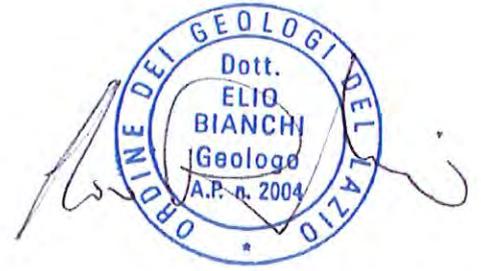
- Area di Indagine
- Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazze e coperture colluviali ed eluviali (Olocene)



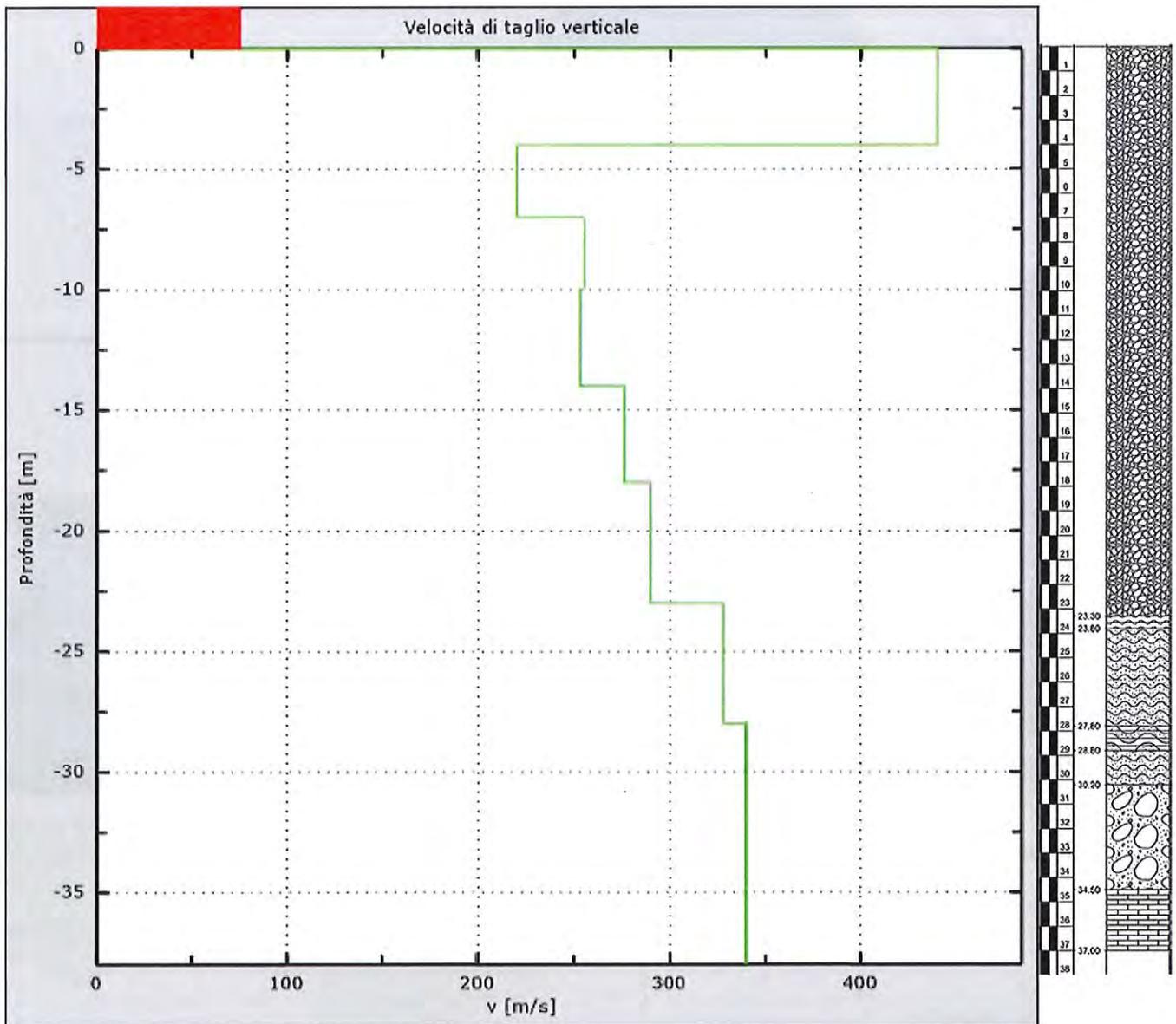
OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V
Copia conforme all'originale pag. 41 di 107. L'originale è conservato presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Dott. Geol. Elio Bianchi - Via E. De' Medici, 5 - 03043 Cassino (FR) Italia
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D. lgs. 82/00 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio (Geologo) CIRILLO PAOLO (Progettista delle strutture) CIRILLO PAOLO (Direttore dei Lavori) CIRILLO
PAOLO (Progettista architettonico) CIRILLO PAOLO (Delegato)

Allegato 4

Sezione geosismica



plinto di fondazione



REGIONE LAZIO

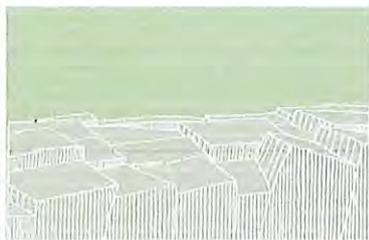
COMUNE DI GAETA

ALLEGATO 5

Oggetto:

**CARATTERIZZAZIONE FISICA, MECCANICA E SISMICA RELATIVA AD
ALCUNI TERRENI INTERESSATI DAL PROGETTO PER LA
REALIZZAZIONE DI CARPENTERIE ED ARMATURE PLINTO GRU**

INDAGINI GEOFISICHE



Dott. Geol. Elio Bianchi
Via F. Petrarca, 5 Cassino (FR)
Mobile: +39 3496500096
Phone: +39 0776/24413
e-mail : eliobianchi@gmail.com
elio.bianchi@pec.geologilazio.it
P. IVA: 02913460602



GEOLOGIA GEOLOGIA AMBIENTALE
 IDROGEOLOGIA GEOTECNICA
 INDAGINI GEOFISICHE



di Notarangelo Santino e C.
 Via. Croci 1, 03040, Belmonte Castello (FR)
 C.F./P.IVA 02688210603
 Email: info@geotechsas.com
 Pec: geotech@pec.geotechsas.com
 Tel. +390776688482
 Cel. +3934935532271 +393936596708
 Fax: +3907761662008

PROVINCIA DI LATINA
 COMUNE DI GAETA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Elio Bianchi per conto di
 Santamaria S.r.l., Via Docibile 44, 04024 Gaeta

LAVORO: Realizzazione plinto gru

ELABORATO: PROSPEZIONE SISMICA MASW
 RELAZIONE SISMICA

DATA EMISSIONE 13/06/2017

ELABORATO 1 di 1	REVISIONI			
	NUMERO	DATA	REALIZZATO	CONTROLLO
RSIS				

File C:\Users\Geotech\Documents\geotech works\indagini_geofisiche\MASW-Remi-HVSR\gaeta_p0to s.maria

OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V

Copia conforme all'originale pag.44 di 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
 Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
 BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO
 PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)



INDICE

PREMESSA.....	2
PROSPEZIONE SISMICA E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	3
CENNI SULLA TEORIA DEL METODO MASW.....	4
RISULTATI DELLE ANALISI MASW.....	6
RISULTATI FINALI	12
CONCLUSIONI	12
REPORT FOTOGRAFICO	13
PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI MASW.....	14



PREMESSA

Su incarico del Dott. Geol. Elio Bianchi e per conto della ditta Santamaria S.r.l. è stata eseguita una prospezione sismica masw a supporto della relazione geologica e geotecnica relativamente al progetto "Realizzazione plinto gru presso il porto Sant'Maria, Comune Gaeta". Lo scopo dell'indagine è stata la caratterizzazione sismica dei terreni, mediante la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs.

Ai sensi di quanto riportato nei paragrafi 3.2.2 e 7.11.3 delle NTC 2008 s.m.i., C 3.2.2 e C 7.11.3 della Circolare applicativa e del Regolamento della Regione Lazio di cui alla Del. n. 573 del 05 Luglio 2016, il profilo sismico di Vs del sottosuolo si rende necessario, assieme alle proprietà geotecniche e meccaniche del terreno, per la definizione dell'azione sismica mediante un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II) mediante il calcolo del valore della Vs30 riferita ai primi trenta metri di profondità secondo la seguente formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Oppure mediante un'analisi di risposta sismica locale per le categorie speciali di sottosuolo Tab. 3.2.III NTC 2008.



PROSPEZIONE SISMICA E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

In base alle caratteristiche del sito oggetto dell'indagine e delle unità geotecniche dei terreni del sottosuolo, è stata eseguita una prospezione sismica con metodo attivo Masw.

Come riportato nell'allegato cartografico, la prospezione sismica Masw è stata eseguita su una linea sismica costituita da 24 geofoni con spaziatura di 2.0 m e una lunghezza totale pari a 46.0 m. L'ubicazione è stata effettuata considerando il contesto geologico-tecnico e geomorfologico dell'area in cui si realizzerà il progetto in oggetto, oltre che le condizioni logistiche. Sulla linea sismica Masw sono stati effettuati shots esterni all'array, sia sul lato dx che sul lato sx, con offset pari a 4.0 m e 2.0 m con lo scopo di verificare l'attendibilità della curva sperimentale e quindi l'applicabilità del metodo di indagine.

La strumentazione utilizzata consiste in:

- Sismografo MAE A6000S 24 bit, matr. M044025
- N. 24 geofoni Geospace GS11D 4,5 Hz, Piastra di battuta



Figura 1 Configurazione array



CENNI SULLA TEORIA DEL METODO MASW

Il metodo Masw (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del terreno. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase (o di gruppo) apparente (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) ovvero la velocità fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiale è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del terreno, invece onde a bassa frequenza (lunghezza d'onda lunga) si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del terreno. Il metodo Masw è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del terreno (energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da un'array lineare di geofoni. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10 Hz e 70-100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del terreno, generalmente compreso nei primi 30-50 m, in funzione della rigidità del terreno e della caratteristica della sorgente.

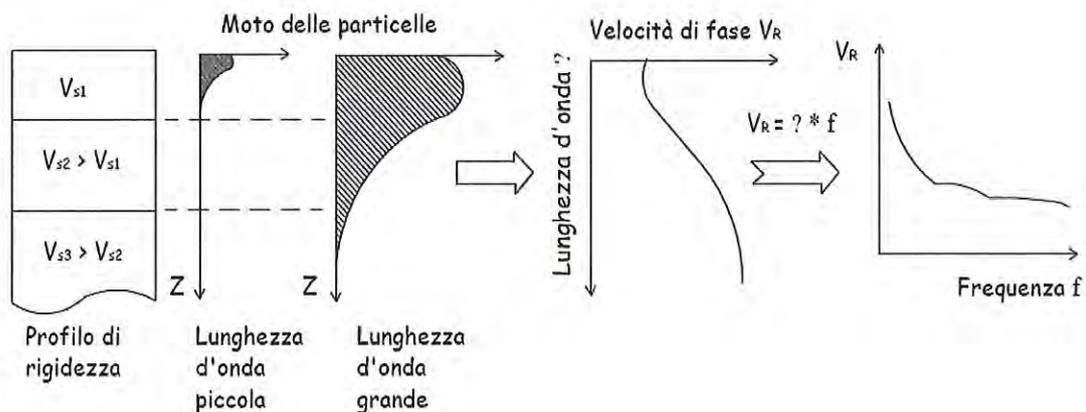


Figura 2 Proprietà dispersive delle onde di superficie in un mezzo stratificato (da Lai et al., 2001, modificata)

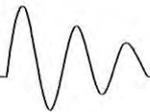


La metodologia utilizzata consiste in tre fasi:

- Acquisizione delle tracce sismiche nel dominio x-t, energizzando alternativamente ai due estremi dell'array per l'indagine Masw;
- Fase di processing caratterizzato dal passaggio dal dominio x-t al dominio f-k, mediante una doppia trasformata di Fourier, e dal calcolo della curva di dispersione sperimentale, per la Masw;
- Picking della curva sperimentale;
- Fase di inversione
 - Calcolo della curva apparente numerica mediante il metodo Roma (2001)
 - Calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo Lai-Rix (1998)
 - Individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticale V_{sv} , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità onde di taglio verticale V_{sv} e di compressione V_p (o in alternativa il coefficiente di poisson μ), la densità di massa ρ e degli strati che costituiscono il modello del terreno, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato; l'affidabilità del profilo di velocità V_s trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

L'elaborazione è stata eseguita mediante il software MASW (Roma, 2007).





RISULTATI DELLE ANALISI MASW

Redatto da MASW - (c) Vitantonio Roma. All rights reserved.

1 - Dati sperimentali Masw

File..... C:\Users\Geotech\Documents\geotech_works\indagini_geofisiche\MASW-Remi-HVSR\gaeta_porto s.maria\4_1.2R.sg2

Numero di ricevitori24

Distanza tra i sensori:2.0 m

Numero di campioni temporali15360

Passo temporale di acquisizione0.26 ms

Numero di ricevitori usati per l'analisi24

L'intervallo considerato per l'analisi comincia a0ms

L'intervallo considerato per l'analisi termina a4095.74 m

I ricevitori sono invertiti (l'ultimo ricevitore nel file è il primo per l'analisi)

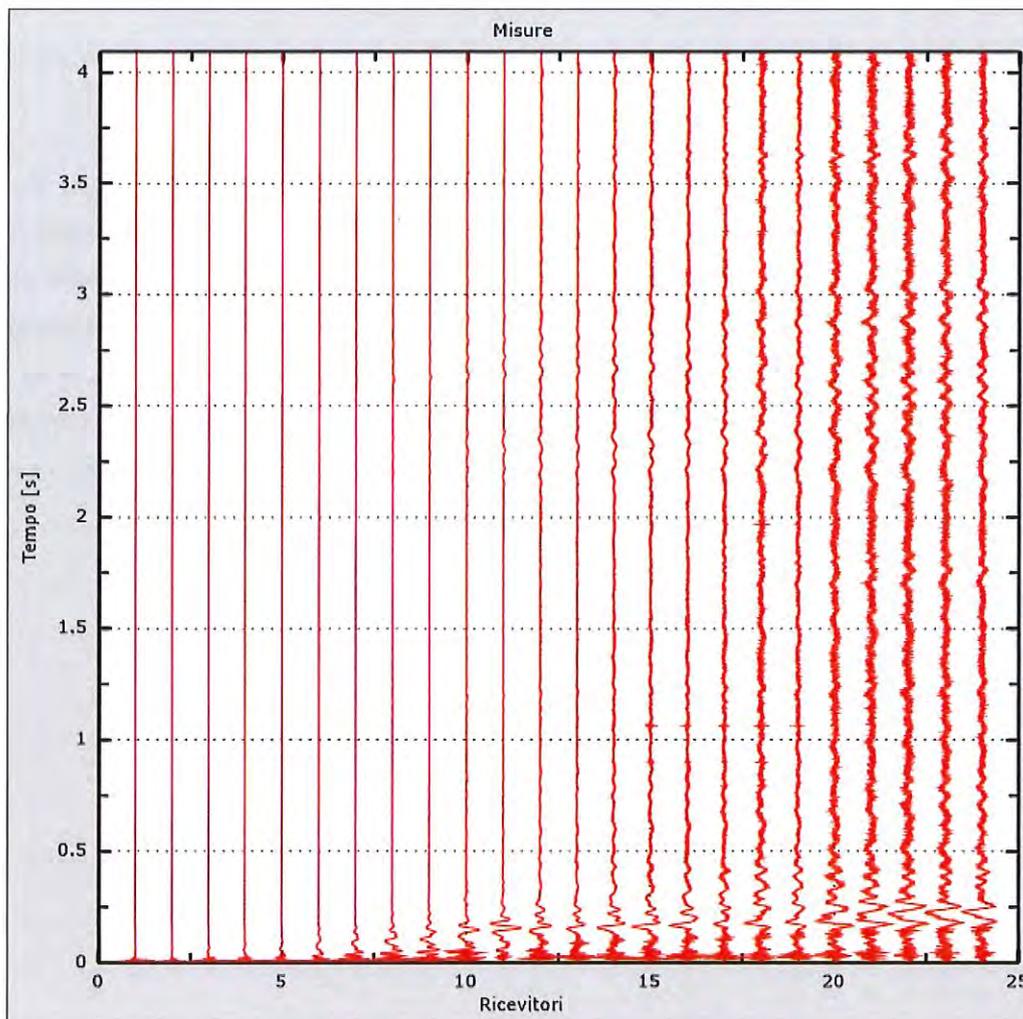
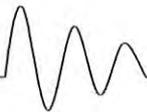


Figura 3 Tracce sperimentali masw





2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale 70Hz

Frequenza iniziale 2Hz

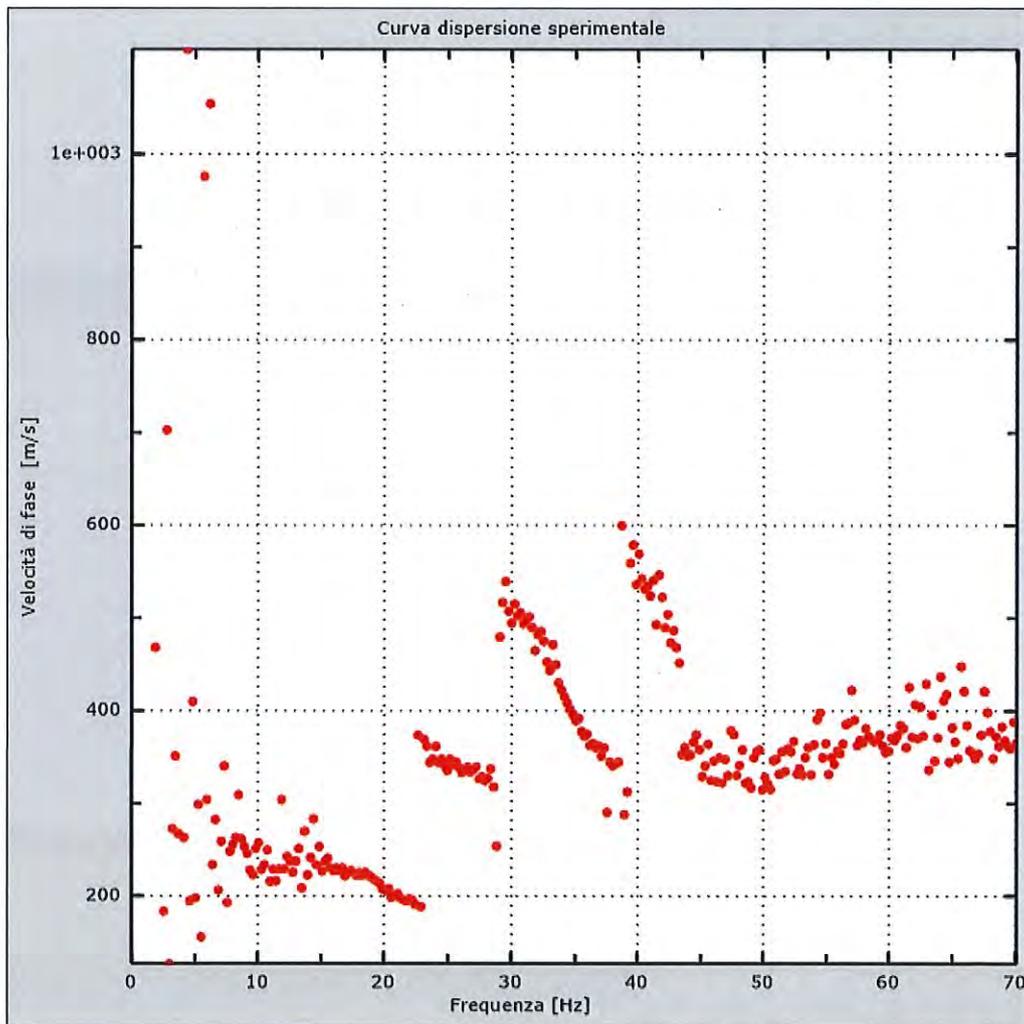
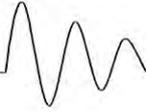


Figura 4 Curva dispersione sperimentale





3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
4.57952	295.072	267.571	322.573
5.90915	261.224	246.416	276.032
7.90359	248.531	233.723	263.34
10.5628	227.377	208.337	246.416
14.8586	229.492	214.684	244.3
17.6712	221.03	210.453	231.607
20.5862	197.76	180.836	214.684
23.9614	350.074	316.226	383.922
26.5184	333.15	309.88	356.421
35.928	364.882	350.074	379.691
45.5934	337.381	320.457	354.305
52.0369	339.497	326.804	352.19
59.1453	366.998	345.843	388.153
68.197	369.113	350.074	388.153

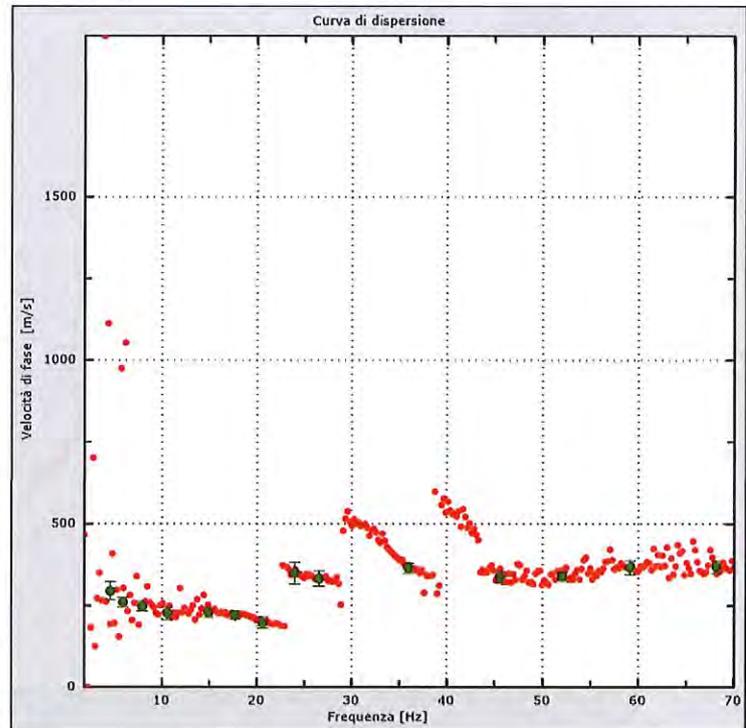


Figura 5 Curva di dispersione f-v



4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)	7
Spaziatura ricevitori [m]	2.0 m
Numero ricevitori	24
Numero modi	8

Strato 1

h [m]	4.0
z [m]	-4.0
Densità [kg/m ³]	2200
Vs [m/s]	440
Falda non presente nello strato	

Strato 2

h [m]	3.0
z [m]	-7.0
Densità [kg/m ³]	2000
Vs [m/s]	220
Falda presente nello strato	

Strato 3

h [m]	3.0
z [m]	-10.0
Densità [kg/m ³]	2000
Vs [m/s]	255
Falda presente nello strato	

Strato 4

h [m]	4.0
z [m]	-14.0
Densità [kg/m ³]	2000
Vs [m/s]	253
Falda presente nello strato	

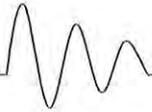
Strato 5

h [m]	4.0
z [m]	-18.0
Densità [kg/m ³]	2000
Vs [m/s]	276
Falda presente nello strato	

Strato 6

h [m]	5.0
z [m]	-23.0
Densità [kg/m ³]	2000
Vs [m/s]	290
Falda presente nello strato	





Strato 7

h [m]5
z [m]- 28
Densità [kg/m³]2100
Vs [m/s]328
Falda presente nello strato

Strato 8

h [m]0
z [m]-00
Densità [kg/m³]2100
Vs [m/s]340
Falda presente nello strato



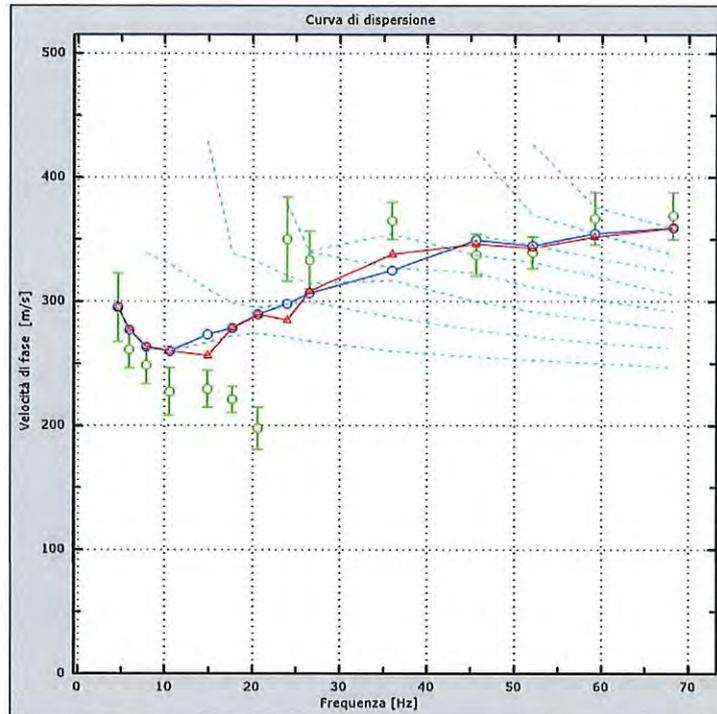


Figura 6 Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

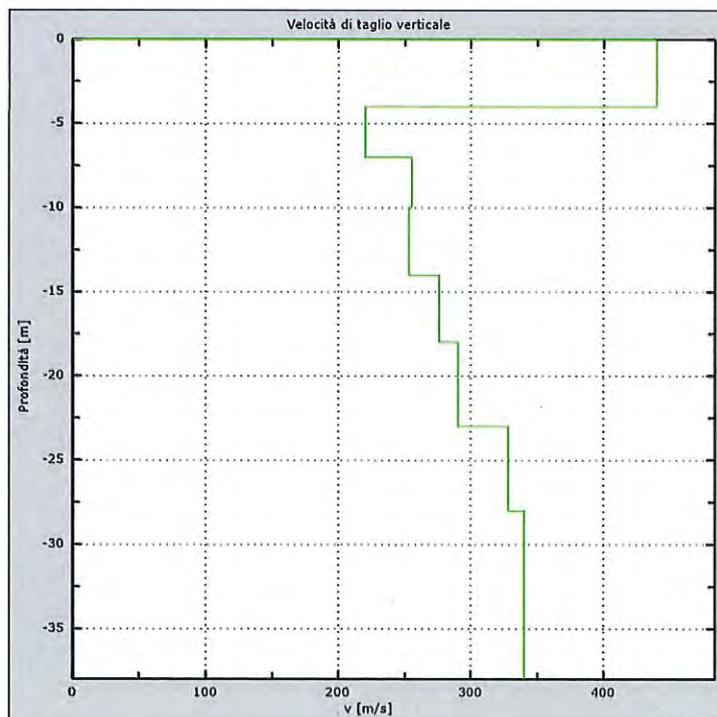
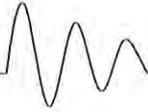


Figura 7 Profilo Vs numerico





RISULTATI FINALI

Piano di riferimento z=0 [m] 0.0
Vs30 [m/s] Masw 290

CONCLUSIONI

Così come riportato in premessa, a seguito delle presenti indagini è stato possibile definire il profilo delle velocità delle onde S nel sottosuolo, riferito al modello geologico tecnico di riferimento. E' stata calcolata una Vs30 pari a 290 m/s.

Si rimane a completa disposizione per ulteriori chiarimenti in merito a quanto esposto.

Belmonte Castello, li 13 Giugno 2017



REPORT FOTOGRAFICO

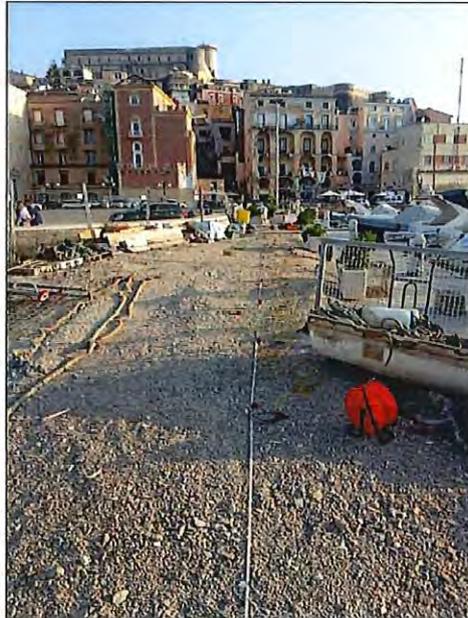
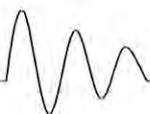


Figura 8 Foto MASW da G1



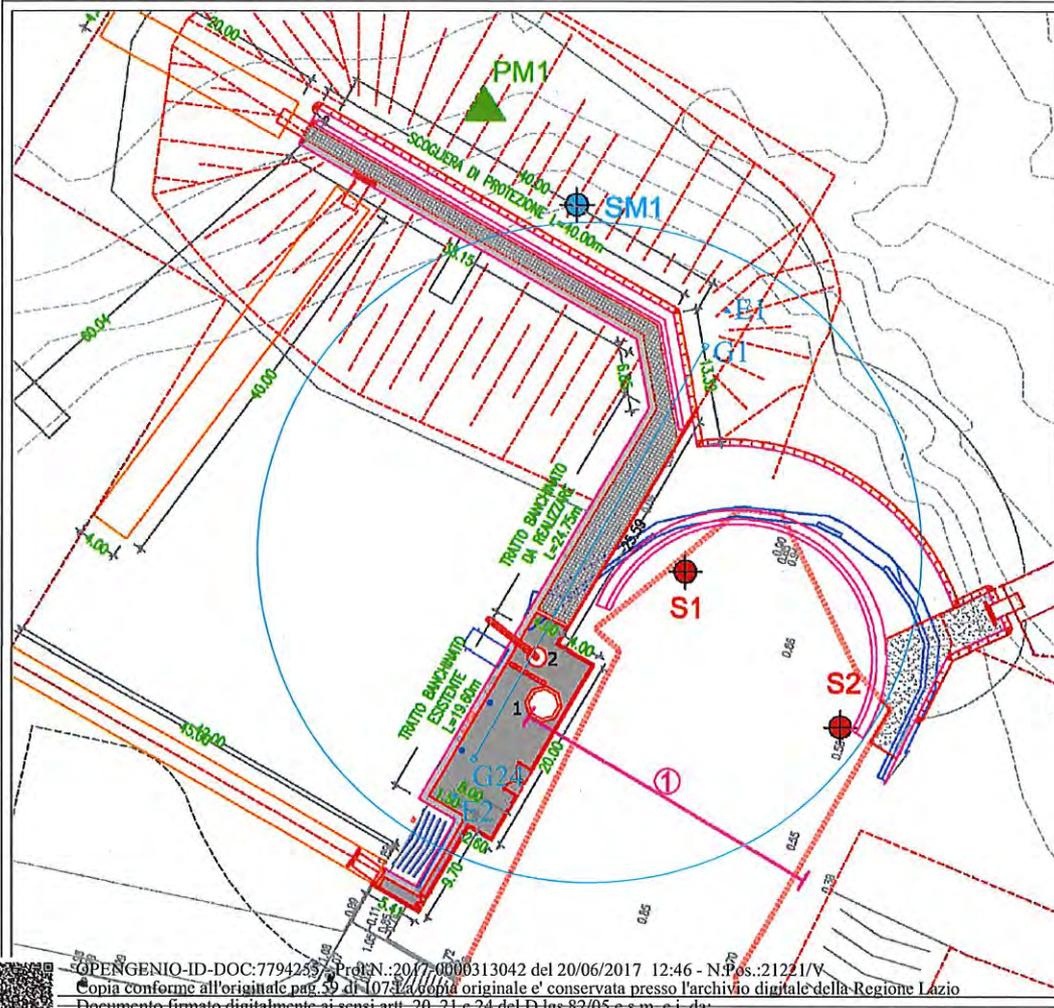
Figura 9 Foto MASW da G24





PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI MASW
(Scala 1:1000)





PROVINCIA DI LATINA
 COMUNE DI GAETA

LAVORO: Realizzazione plinto gru

COMMITTENTE: Dott. Geol. Elio Bianchi per conto di Santamaria S.r.l., Via Docibile 44, 04024 Gaeta

LOCALITA': Porto Sant'Maria

DATA: 13-06-2017

STRALCIO CATASTALE IN SCALA 2:1

LEGENDA

- linea sismica masw
- G1 posizione geofono
- ▲ E1 tiro esterno sx
- ▲ E2 tiro esterno dx



OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Pro.N.:2017/0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V
 Copia conforme all'originale pag. 59 di 1073 la copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
 Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
 BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO

REGIONE LAZIO

COMUNE DI GAETA

ALLEGATO 6

Oggetto:

**CARATTERIZZAZIONE FISICA, MECCANICA E SISMICA RELATIVA AD
ALCUNI TERRENI INTERESSATI DAL PROGETTO PER LA
REALIZZAZIONE DI CARPENTERIE ED ARMATURE PLINTO GRU**

INDAGINI GEOTECNICHE



Dott. Geol. Elio Bianchi
Via F. Petrarca, 5 Cassino (FR)
Mobile: +39 3496500096
Phone: +39 0776/24413
e-mail : eliobianchi@gmail.com
elio.bianchi@pec.geologilazio.it
P. IVA: 02913460602



ELABORATO
ALLEGATO
STRATIGRAFIE SONDAGGI
INDAGINI DI PRIMO STRALCIO

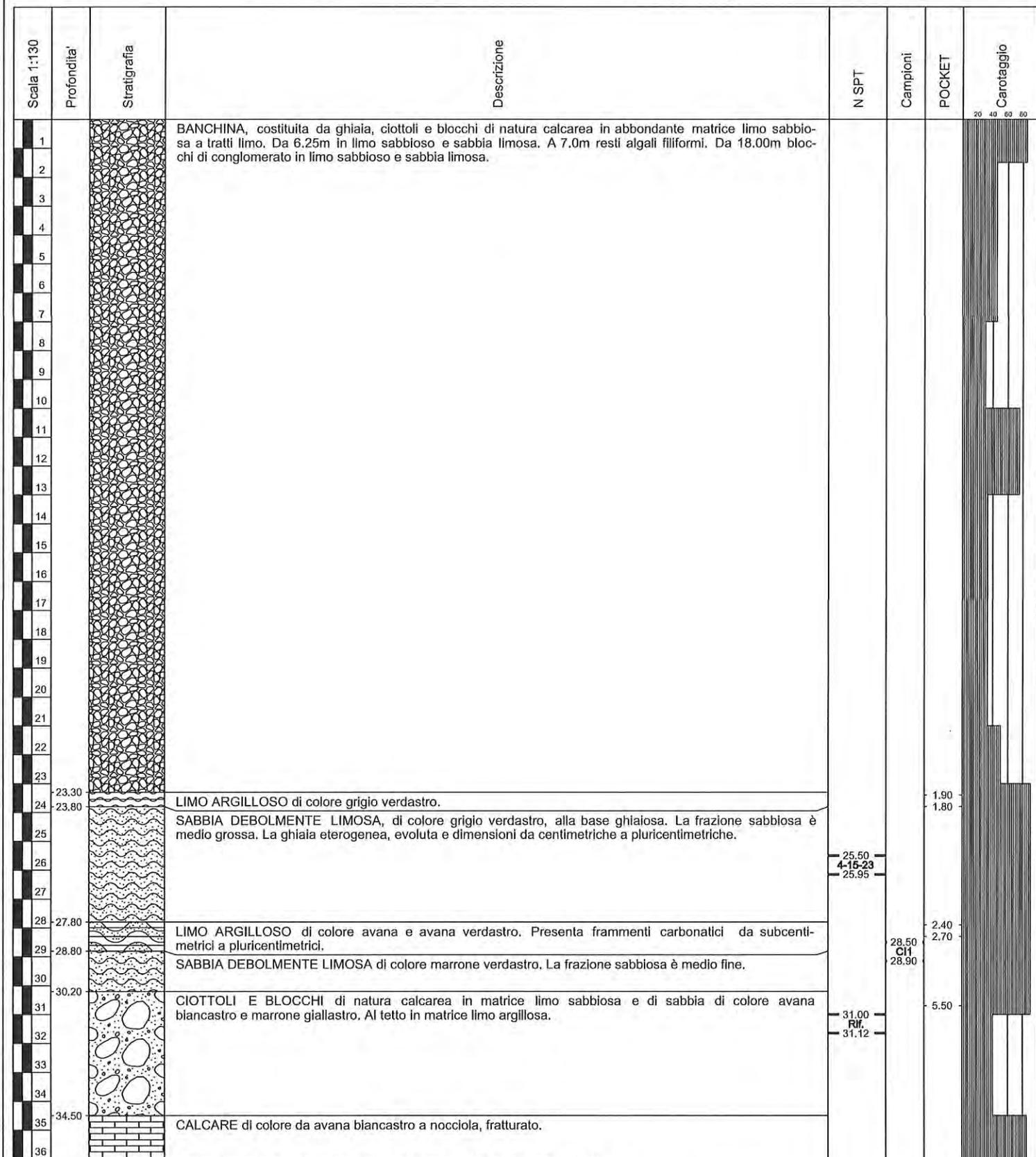


OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V
Copia conforme all'originale pag.61 di 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO
PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)

Sondaggio geognostico Stratigrafia



COMMITTENTE: AUTORITA' PORTUALE CIVIT. FIUM. E GAETA	SONDAGGIO: S1
CANTIERE: RIQUALIFICAZIONE PONTILE SANTA MARIA	LOCALITA': GAETA
QUOTA: -0.6 m s.l.m.	SONDA PERFORATRICE: TEREDO DC 305
METODO DI PERF.: ASTE E CAROTIERE	RIVESTIMENTO: 37.00m
CASSETTE: 8	CORONE TIPO: WIDIA



OPENGEM ID-DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V

Copia conforme all'originale pag.62 di 107 La copia originale e' conservata presso l'Archivio digitale della Regione Lazio

Documento firmat elettronicamente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:

BIANCHI El (Geologo) CIRILLO PAOLO (Progettista delle strutture) CIRILLO PAOLO (Direttore dei Lavori) CIRILLO PAOLO (Progettista architettonico) CIRILLO PAOLO (Delegato)

Sondaggio geognostico Stratigrafia



COMMITTENTE: AUTORITA' PORTUALE CIVIT. FIUM. E GAETA	SONDAGGIO: S2
CANTIERE: RIQUALIFICAZIONE PONTILE SANTA MARIA	LOCALITA': GAETA
QUOTA: ~0.6 m s.l.m.	SONDA PERFORATRICE: TEREDO DC 305
METODO DI PERF.: ASTE E CAROTIERE	RIVESTIMENTO: 40.00m
CASSETTE: 8	CORONE TIPO: WIDIA

Scala 1:144	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	N SPT	POCKET	Carotaggio		
1			BANCHINA, costituita da ghiaia, ciottoli e blocchi di natura calcarea in abbondante matrice limo sabbiosa a tratti limo. Fino a 5.00m presenta sparsi rari blocchi di natura leucitica e tufacea. Alla base, da 17.50m blocchi di conglomerato in limo sabbioso e sabbia limosa.					
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20	20.00							
21			SABBIA da LIMOSA a DEBOLMENTE LIMOSA, di colore grigio verdastro. Alla base marrone verdastro. La frazione sabbiosa è fine e media.	22.00				
22				4-3-7				
23				22.45				
24								
25								
26				25.00				
26.00				12-18-28				
26.60				25.45				
27			LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO, di colore marrone chiaro. Presenta sparsi frammenti carbonatici da subcentimetrici a pluricentrici.			2.20		
27.00						5.00		
28			SABBIA LIMOSA di colore marrone chiaro. La frazione sabbiosa è medio-fine.			2.50		
28.50								
29								
29	28.50		CIOTTOLI E BLOCCHI di natura calcarea in matrice limo sabbiosa e di sabbia di colore avana biancastro e marrone giallastro.	28.00				
30				17-25-29				
31				28.45				
32								
33								
34								
35	34.50		CALCARE di colore da avana biancastro a nocciola, fratturato.					
36								
37								
38								
39								

OP. ING. N. CIRILLO - ID-DOC:7794255 - Prot. N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V

Copia conforme all'originale art. 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:

BIANCHI Lino (Geologo) CIRILLO PAOLO (Progettista delle strutture) CIRILLO PAOLO (Direttore dei Lavori) CIRILLO PAOLO (Progettista architettonico) CIRILLO PAOLO (Delegato)



ELABORATO
ALLEGATO
FOTOGRAFIE CASSETTE CATALOGATRICI
INDAGINI DI PRIMO STRALCIO



Porti di Roma e del Lazio
AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
Ristrutturazione e messa in sicurezza del Molo Santa Maria
nel Comune di Gaeta - LT

SONDAGGIO: S1

BOX: 1 da mt 0.00 a mt 5.00



SONDAGGIO: S1

BOX: 2 da mt 5.00 a mt 10.00



Porti di Roma e del Lazio
AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
Ristrutturazione e messa in sicurezza del Molo Santa Maria
nel Comune di Gaeta - LT

SONDAGGIO: S1

BOX: 3 da mt 10.00 a mt 15.00



SONDAGGIO: S1

BOX: 4 da mt 15.00 a mt 20.00



Porti di Roma e del Lazio
AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
Ristrutturazione e messa in sicurezza del Molo Santa Maria
nel Comune di Gaeta - LT

SONDAGGIO: S1

BOX: 5 da mt 20.00 a mt 25.00



SONDAGGIO: S1

BOX: 6 da mt 25.00 a mt 30.00



Porti di Roma e del Lazio
AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
Ristrutturazione e messa in sicurezza del Molo Santa Maria
nel Comune di Gaeta - LT

SONDAGGIO: S1

BOX: 7 da mt 30.00 a mt 35.00



SONDAGGIO: S1

BOX: 8 da mt 35.00 a mt 37.00



OPERA: CANTIERE DI RIFORMAZIONE PORTUALE SANTA MARIA - GAETA (LT)
Copia conforme all'originale pag.68 di 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO
PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)



Porti di Roma e del Lazio
AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
Ristrutturazione e messa in sicurezza del Molo Santa Maria
nel Comune di Gaeta - LT

SONDAGGIO: S2

BOX: 3 da mt 10.00 a mt 15.00



SONDAGGIO: S2

BOX: 4 da mt 15.00 a mt 20.00



OPENGINGO-ID-DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 - 12:46 - N.Pos.:21221/V
Copia conforme all'originale pag.70 di 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO
PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)



Porti di Roma e del Lazio
AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
Ristrutturazione e messa in sicurezza del Molo Santa Maria
nel Comune di Gaeta - LT

SONDAGGIO: S2

BOX: 5 da mt 20.00 a mt 25.00



SONDAGGIO: S2

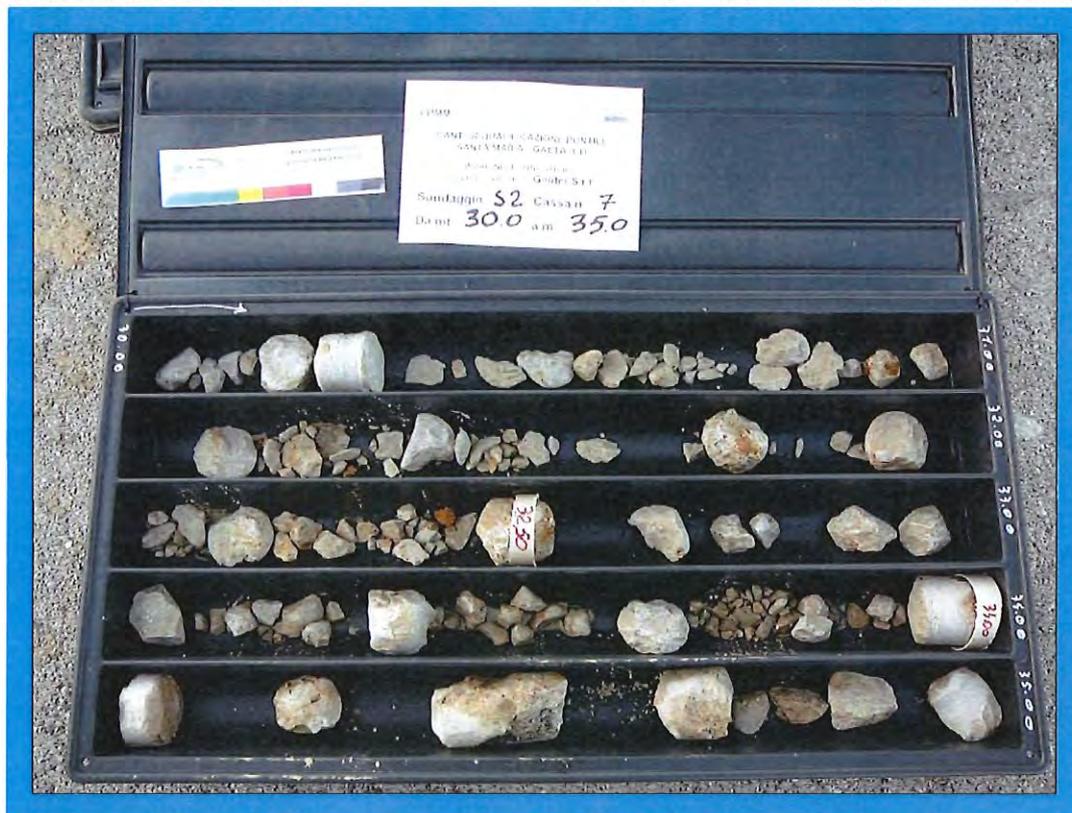
BOX: 6 da mt 25.00 a mt 30.00



Porti di Roma e del Lazio
AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
Ristrutturazione e messa in sicurezza del Molo Santa Maria
nel Comune di Gaeta - LT

SONDAGGIO: S2

BOX: 7 da mt 30.00 a mt 35.00



SONDAGGIO: S2

BOX: 8 da mt 35.00 a mt 40.00



OPF: 2017/0000313042 del 20/06/2017 - 36 - 18 Fog. 21221/V
Copia conforme all'originale pag.72 di 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO
PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)



**SOGEA srl**Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625**Laboratorio geotecnico**AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITYCertificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.

RIFERIMENTO: Riqualficazione Pontile Santa Maria

SONDAGGIO: SM 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.0-6.5

MODULO RIASSUNTIVO**CARATTERISTICHE FISICHE**

Umidità naturale	62,0	%
Peso di volume	15,3	kN/m ³
Peso di volume secco	9,5	kN/m ³
Peso di volume saturo	15,4	kN/m ³
Peso specifico	2,47	
Indice dei vuoti	1,568	
Porosità	61,1	%
Grado di saturazione	97,8	%
Limite di liquidità	72,3	%
Limite di plasticità	48,3	%
Indice di plasticità	24,0	%
Indice di consistenza	0,43	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	1,4	%
Limo	26,1	%
Argilla	72,5	%
D 10		mm
D 50		mm
D 60	0,001949	mm
D 90	0,022133	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 40	99,7	%
Passante set. 200	98,6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
----------	-----	--------------	-----

SCISSOMETRO

τ	kPa	τ	kPa
--------	-----	--------	-----

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	4,2	kPa	ϕ 18,3 °
c Res		kPa	ϕ Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
6,3 ÷ 12,5	673	0,000074	1,08E-08
12,5 ÷ 25,0	548	0,000092	1,65E-08
25,0 ÷ 50,0	568	0,000087	1,49E-08
50,0 ÷ 100,0	855	---	---
100,0 ÷ 200,0	1704	---	---
200,0 ÷ 400,0	3465	---	---
400,0 ÷ 800,0	6966	---	---
800,0 ÷ 1600,0	13797	---	---
1600,0 ÷ 3200,0	27441	---	---

Argilla limosa, di colore grigiastro bruno (Rp = 20 kPa).

1
25694

Software SGEO - Mod. 2011

OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V
Copia conforme all'originale pag.73 di 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO
PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00961 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12

DATA DI EMISSIONE: 03/04/12 Inizio analisi: 20/03/12

Apertura campione: 20/03/12 Fine analisi: 01/04/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.

RIFERIMENTO: Riqualificazione Pontile Santa Maria

SONDAGGIO: SM 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.0-6.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	15,31
Umidità (%)	62,0
Peso specifico	2,47
Altezza provino (cm)	1,95
Diametro provino (cm)	5,05
Sezione provino (cm ²)	20,02
Volume provino (cm ³)	39,03
Volume dei vuoti (cm ³)	23,84
Indice dei vuoti	1,57
Porosità (%)	61,07
Saturazione (%)	97,8

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

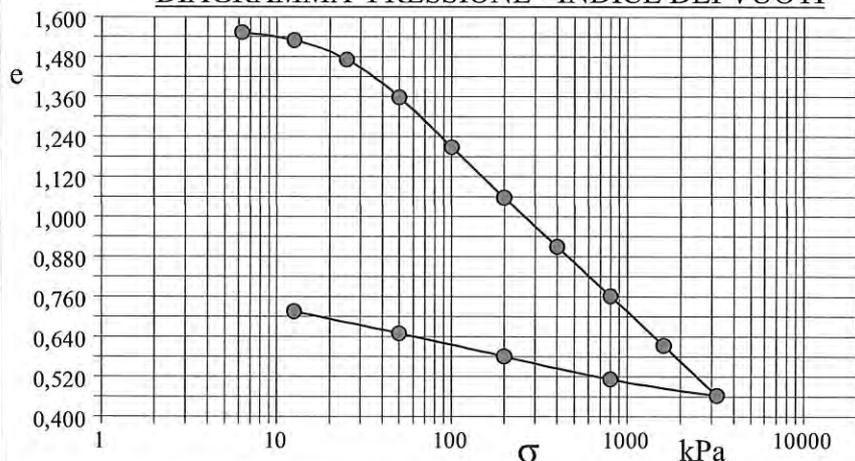
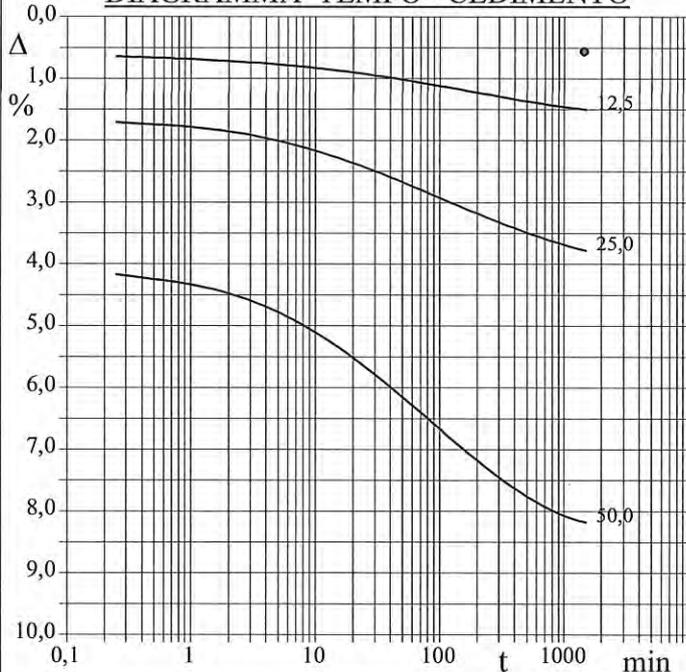


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6,3	10,9	1,554	
12,5	29,0	1,530	0,079
25,0	73,5	1,472	0,195
50,0	159,3	1,359	0,375
100,0	273,4	1,208	0,499
200,0	387,8	1,058	0,501
400,0	500,4	0,909	0,493
800,0	612,3	0,762	0,490
1600,0	725,4	0,613	0,495
3200,0	839,1	0,463	0,498
800,0	802,0	0,512	
200,0	749,9	0,581	
50,0	697,6	0,650	
12,5	647,5	0,716	

Argilla limosa, di colore grigiastro bruno (Rp = 20 kPa).

1
25694

Software SGEO - Mod. 2011

OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot. N° 2057/00005/13042 del 20/06/2017. Il presente documento è stato redatto e conservato presso il Registro Regionale della Regione Lazio. Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da: **Dr. Elio Bianchi** (Geologo) **Cirillo Paolo** (Progettista delle strutture) **Cirillo Paolo** (Direttore dei Lavori) **Cirillo Paolo** (Progettista architettonico) **Cirillo Paolo** (Delegato)



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00960	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 30/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 03/04/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.		
RIFERIMENTO: Riqualficazione Pontile Santa Maria		
SONDAGGIO: SM 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 6.0-6.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Umidità iniziale e umidità finale (%):	60,7 49,9	60,8 46,2	60,5 42,3
Peso di volume (kN/m³):	15,5	15,5	15,6
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,009 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

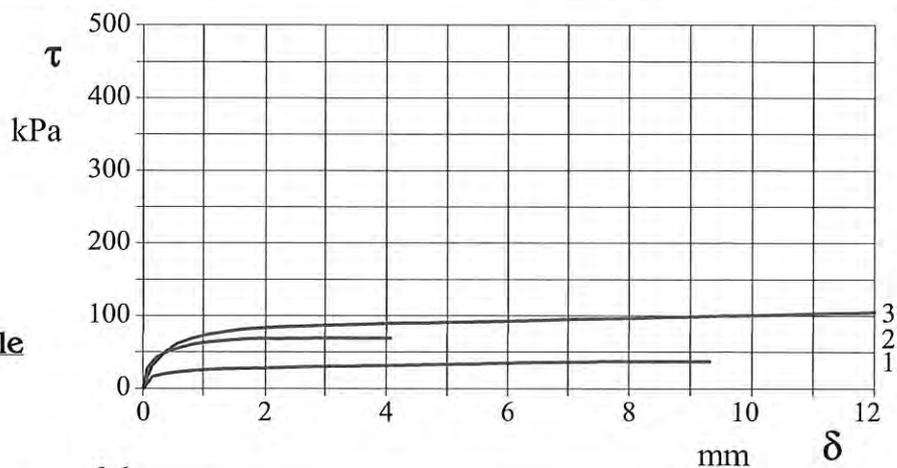
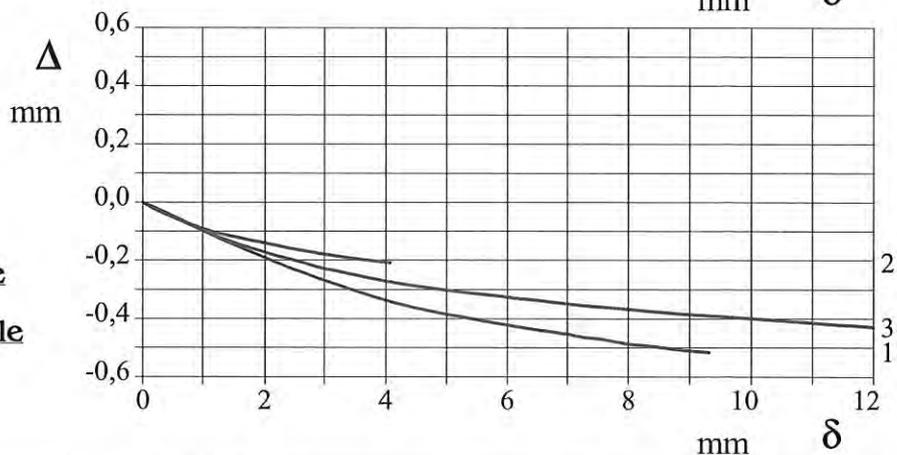


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Argilla limosa, di colore grigiastro bruno (Rp = 20 kPa).

1
25694



COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.

RIFERIMENTO: Riqualficazione Pontile Santa Maria

SONDAGGIO: SM 1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 15.0-15.5

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	45,9	%
Peso di volume	16,9	kN/m ³
Peso di volume secco	11,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	16,9	kN/m ³
Peso specifico	2,59	
Indice dei vuoti	1,186	
Porosità	54,3	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità	51,0	%
Limite di plasticità	32,9	%
Indice di plasticità	18,1	%
Indice di consistenza	0,28	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	29,5	%
Limo	36,5	%
Argilla	34,0	%
D 10		mm
D 50	0,019049	mm
D 60	0,039188	mm
D 90	0,175357	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 40	98,1	%
Passante set. 200	70,5	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
----------	-----	----------------	-----

SCISSOMETRO

τ	kPa	τ	kPa
--------	-----	--------	-----

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	0,0	kPa	ϕ 26,3 °
c Res		kPa	ϕ_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
6,3 ÷ 12,5	793	0,000323	4,00E-08
12,5 ÷ 25,0	931	0,000337	3,55E-08
25,0 ÷ 50,0	1155	0,000334	2,84E-08
50,0 ÷ 100,0	1571	---	---
100,0 ÷ 200,0	2405	---	---
200,0 ÷ 400,0	4610	---	---
400,0 ÷ 800,0	8289	---	---
800,0 ÷ 1600,0	15935	---	---
1600,0 ÷ 3200,0	30590	---	---

Limo con argilla sabbioso, di colore grigiastro bruno ($R_p = 30-50$ kPa), con bioclasti calcarei sparsi.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00958	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 20/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 20/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.		
RIFERIMENTO: Riqualficazione Pontile Santa Maria		
SONDAGGIO: SM 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 15.0-15.5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 16,9 kN/m³

Limo con argilla sabbioso, di colore grigiastro bruno (Rp = 30-50 kPa), con bioclasti calcarei sparsi.

2
25695

Software SGEO - Mod. 2011

OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot. N° 2007/0000515042 del 20/06/2017
Copia conforme all'originale pag.85 di 124. La copia originale è conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
Dr. Agnese Sgananti (Progettista delle strutture) CIRILLO PAOLO (Direttore dei Lavori) CIRILLO PAOLO (Progettista architettonico) CIRILLO PAOLO (Delegato)





SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625

Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00957	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 28/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 28/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.
RIFERIMENTO: Riqualificazione Pontile Santa Maria
SONDAGGIO: SM 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 15.0-15.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,59
 γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,58

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24,2 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Limo con argilla sabbioso, di colore grigiastro bruno (Rp = 30-50 kPa), con bioclasti calcarei sparsi.

2
25695

Software SGEO - Mod. 2011

OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot. N° 207/00009/15042 del 20/06/2017
 Copia conforme all'originale pag.86 di 117. L'originale è conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
 Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 26, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
 BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00956	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 29/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 30/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.			
RIFERIMENTO: Riqualificazione Pontile Santa Maria			
SONDAGGIO: SM 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 15.0-15.5	

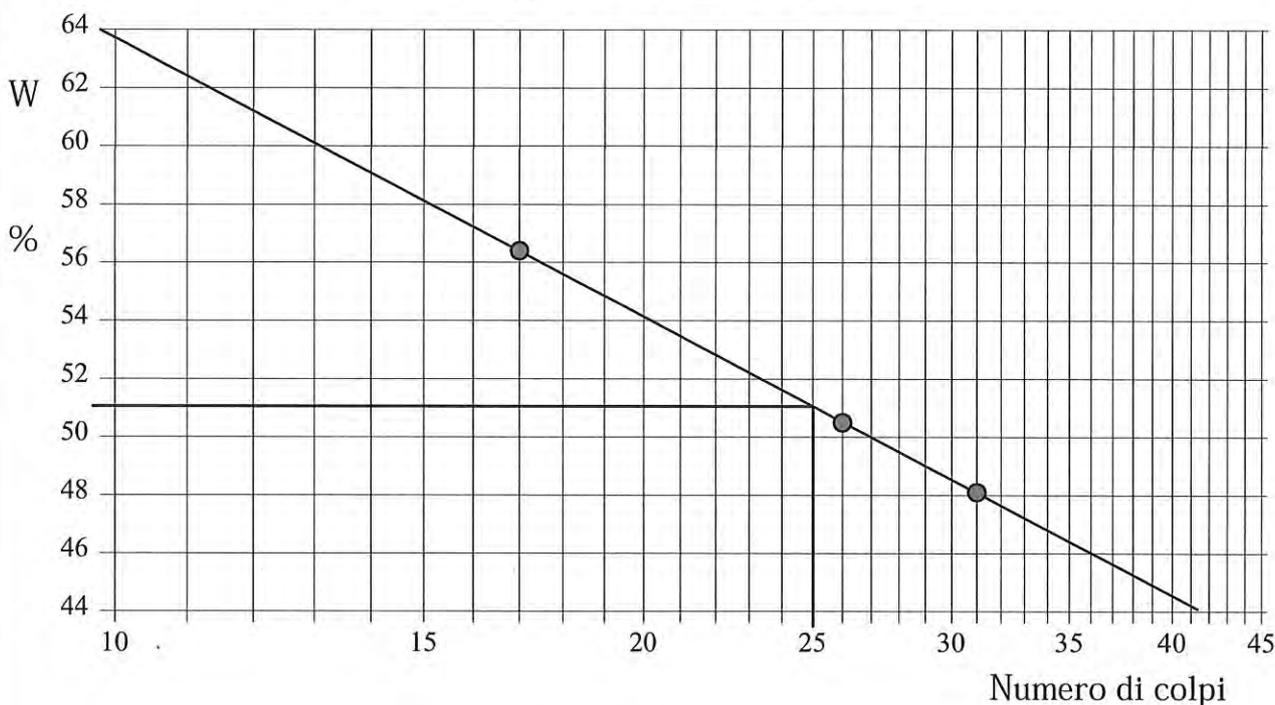
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	51,0 %
Limite di plasticità	32,9 %
Indice di plasticità	18,1 %

LIMITE DI LIQUIDITA'				LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	17	26	31	Umidità (%)	33,1	32,7
Umidità (%)	56,4	50,5	48,1	Umidità media (%)	32,9	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla sabbioso, di colore grigiastro bruno ($R_p = 30-50$ kPa), con bioclasti calcarei sparsi.

2
25695

Software SGEO - Mod. 2011

OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot. N° 20/7/00001/3042 del 20/06/2017
Copia conforme all'originale pag. 87 di 107. La copia originale è conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio (Geologo) CIRILLO PAOLO (Progettista delle strutture) CIRILLO PAOLO (Direttore dei Lavori) CIRILLO PAOLO (Progettista architettonico) CIRILLO PAOLO (Delegato)



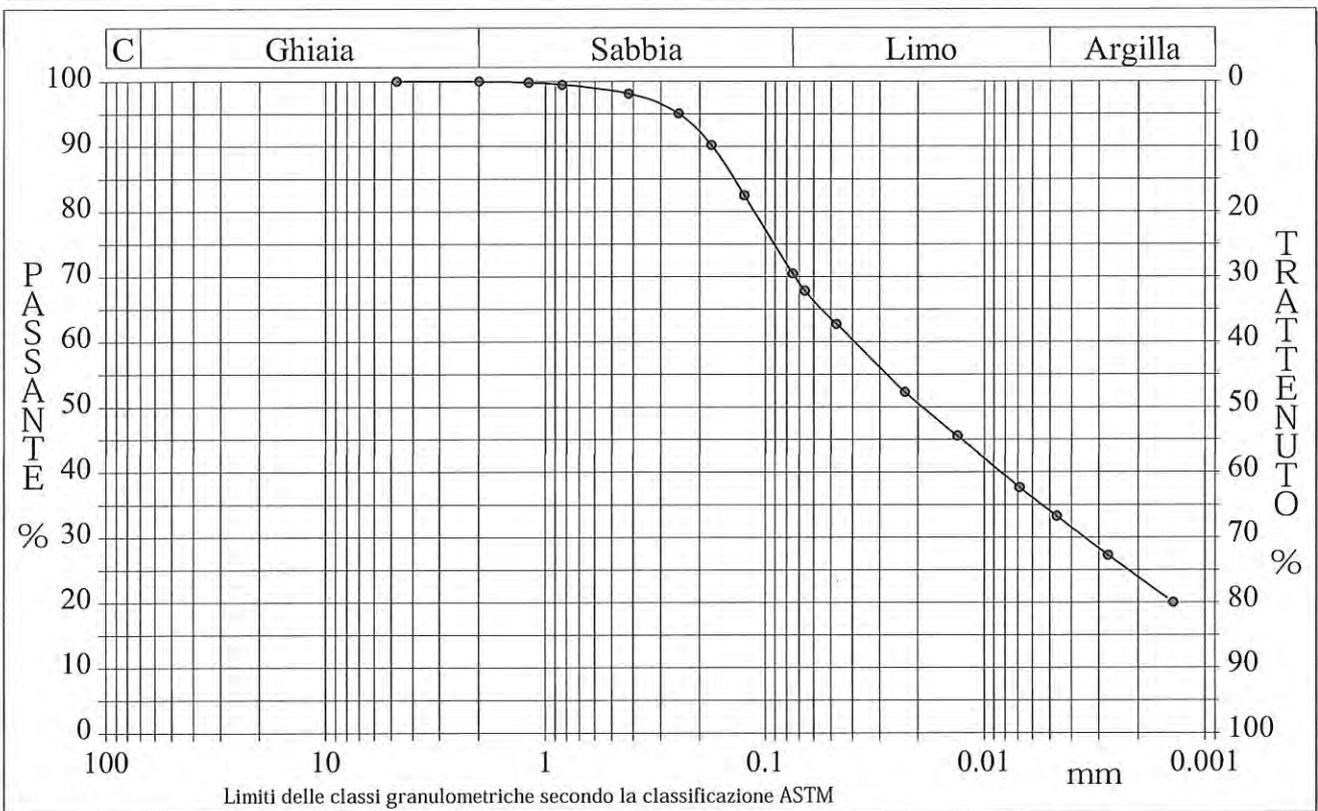
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00955	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 23/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 27/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.
RIFERIMENTO: Riqualificazione Pontile Santa Maria
SONDAGGIO: SM 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 15.0-15.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	--- mm
Sabbia	29,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98,1 %	D30	0,00349 mm
Limo	36,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	70,5 %	D50	0,01905 mm
Argilla	34,0 %			D60	0,03919 mm
Coefficiente di uniformità ---		Coefficiente di curvatura ---		D90	0,17536 mm



Diametro mm	Passante %								
4,7500	100,00	0,2500	95,04	0,0473	62,73	0,0027	27,24		
2,0000	99,98	0,1770	90,21	0,0230	52,29	0,0014	20,04		
1,1900	99,82	0,1250	82,52	0,0133	45,56				
0,8410	99,47	0,0750	70,49	0,0069	37,67				
0,4200	98,09	0,0660	67,83	0,0047	33,27				

Limo con argilla sabbioso, di colore grigiastro bruno (Rp = 30-50 kPa), con bioclasti calcarei sparsi.

2
25695

Software SGEO - Mod. 2011

OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot. N° 20/0009/13052 del 20/06/2017
Copia conforme all'originale pag. 88 di 107. La copia originale è conservata presso l'Archivio Regionale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio(Geologo) CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture) CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori) CIRILLO PAOLO(Progettista architettonico) CIRILLO PAOLO(Delegato)



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00954 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12

DATA DI EMISSIONE: 03/04/12 Inizio analisi: 20/03/12

Apertura campione: 20/03/12 Fine analisi: 01/04/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.

RIFERIMENTO: Riqualificazione Pontile Santa Maria

SONDAGGIO: SM 1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 15.0-15.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	16,93
Umidità (%)	45,9
Peso specifico	2,59
Altezza provino (cm)	1,98
Diametro provino (cm)	7,14
Sezione provino (cm ²)	40,00
Volume provino (cm ³)	79,14
Volume dei vuoti (cm ³)	42,94
Indice dei vuoti	1,19
Porosità (%)	54,26
Saturazione (%)	100,0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

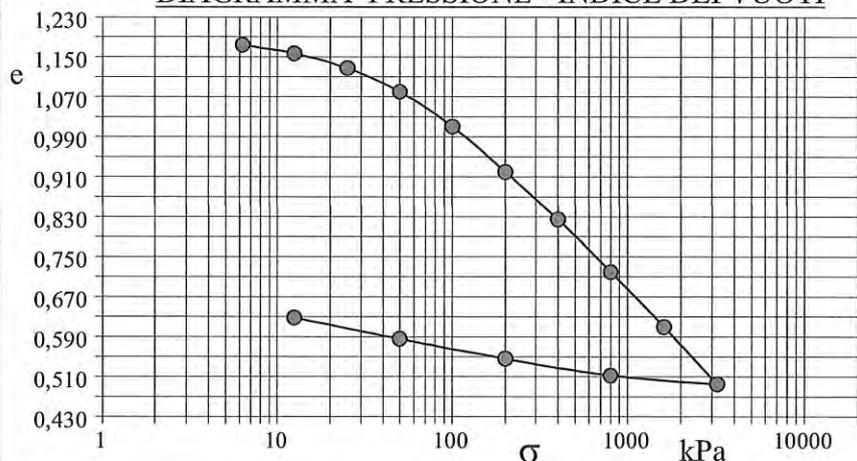
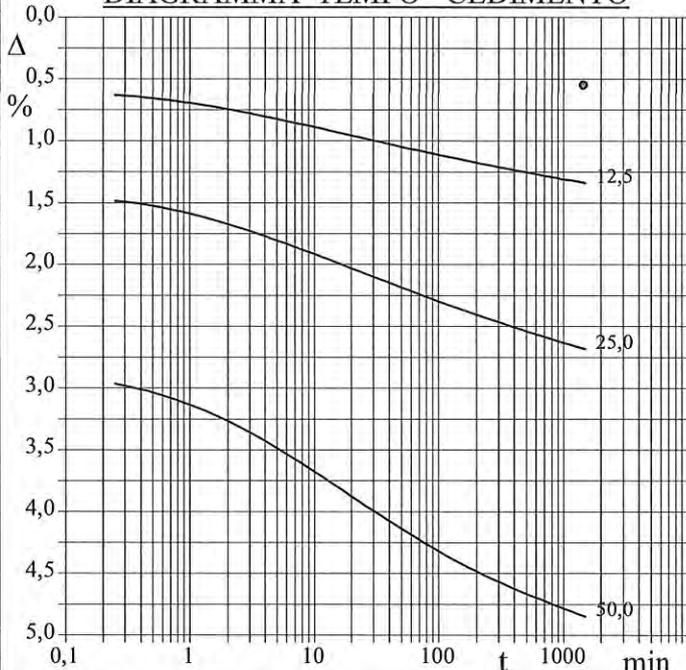


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6,3	10,8	1,174	
12,5	26,4	1,157	0,057
25,0	53,0	1,128	0,097
50,0	95,8	1,080	0,157
100,0	158,8	1,011	0,231
200,0	241,0	0,920	0,302
400,0	326,8	0,825	0,315
800,0	422,3	0,720	0,350
1600,0	521,6	0,610	0,365
3200,0	625,1	0,495	0,380
800,0	609,4	0,513	
200,0	579,2	0,546	
50,0	543,5	0,586	
12,5	505,0	0,628	

Limo con argilla sabbioso, di colore grigiastro bruno (Rp = 30-50 kPa), con bioclasti calcarei sparsi.

2
25695

Software SGEO - Mod. 2011

OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot. N° 2057/000051/3042 del 20/06/2017. Il direttore del laboratorio
Copia conforme all'originale pag. 89 di 124. La copia originale è conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da: **Dott. Sergio Biondini**
BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO
PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00953	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 29/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 31/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.			
RIFERIMENTO: Riqualificazione Pontile Santa Maria			
SONDAGGIO: SM 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 15.0-15.5	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Umidità iniziale e umidità finale (%):	44,4 38,1	42,1 29,2	40,3 27,5
Peso di volume (kN/m³):	16,5	17,2	17,3
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,018 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

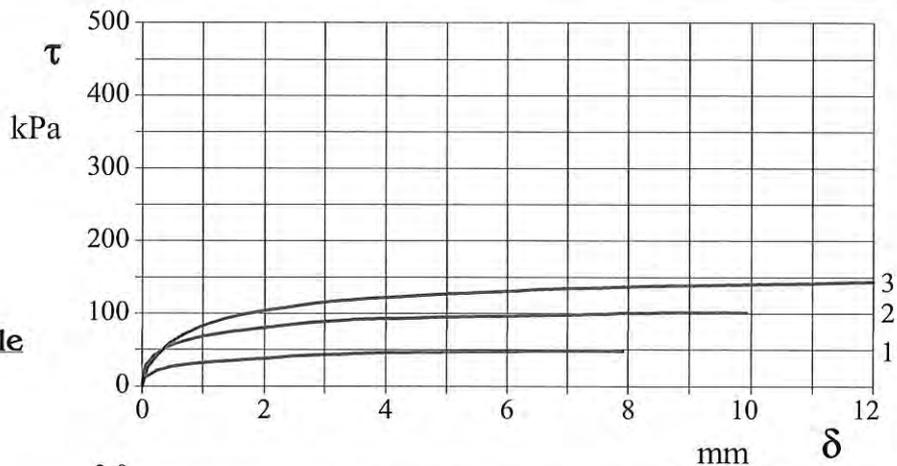
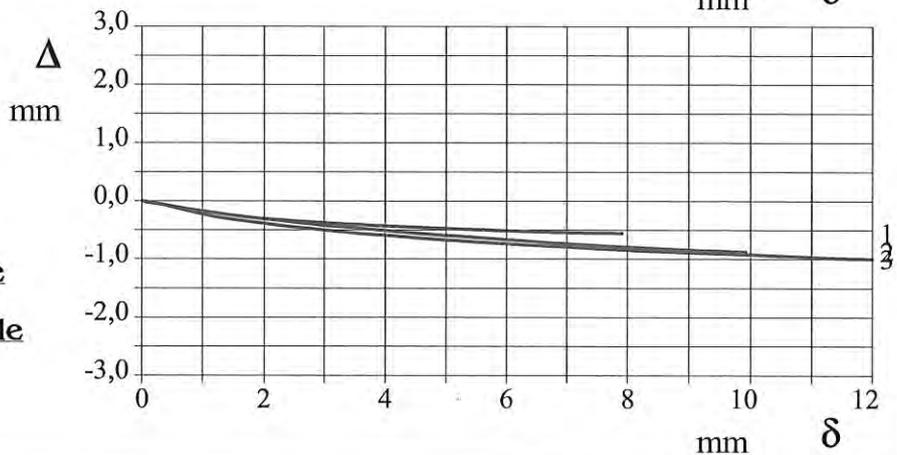


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo con argilla sabbioso, di colore grigiastro bruno (Rp = 30-50 kPa), con bioclasti calcarei sparsi.

2
25695





SOGEO srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625

Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00953	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 29/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 31/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.			
RIFERIMENTO: Riqualficazione Pontile Santa Maria			
SONDAGGIO: SM 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 15.0-15.5	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,015	11	0,00	0,057	28	-0,02	0,097	27	-0,02
0,234	21	-0,05	0,388	52	-0,07	0,274	46	-0,04
0,469	27	-0,09	0,797	64	-0,15	0,472	60	-0,10
0,703	30	-0,13	1,236	72	-0,21	0,681	71	-0,15
0,952	32	-0,17	1,688	77	-0,27	0,885	79	-0,20
1,209	34	-0,21	2,126	82	-0,33	1,094	86	-0,25
1,451	35	-0,25	2,579	86	-0,38	1,325	92	-0,29
1,714	37	-0,28	3,032	89	-0,42	1,593	98	-0,33
1,971	38	-0,30	3,491	91	-0,46	1,840	101	-0,37
2,212	39	-0,33	3,944	93	-0,51	2,092	105	-0,40
2,469	41	-0,35	4,418	93	-0,54	2,334	108	-0,43
2,733	42	-0,36	4,885	95	-0,58	2,580	111	-0,46
2,996	43	-0,38	5,330	96	-0,62	2,833	114	-0,48
3,238	44	-0,39	5,805	96	-0,65	3,069	116	-0,51
3,516	45	-0,41	6,257	97	-0,68	3,310	118	-0,53
3,773	46	-0,42	6,717	98	-0,72	3,546	120	-0,56
4,029	46	-0,43	7,184	99	-0,75	3,788	121	-0,57
4,293	47	-0,44	7,629	99	-0,77	4,034	122	-0,60
4,549	47	-0,45	8,103	101	-0,80	4,286	124	-0,62
4,799	47	-0,47	8,549	101	-0,82	4,533	125	-0,64
5,070	47	-0,48	9,016	102	-0,84	4,796	126	-0,66
5,333	48	-0,49	9,461	102	-0,86	5,059	127	-0,67
5,575	48	-0,50	9,921	102	-0,88	5,317	128	-0,69
5,839	48	-0,51				5,569	129	-0,71
6,095	48	-0,51				5,848	130	-0,72
6,344	49	-0,52				6,127	131	-0,74
6,608	48	-0,53				6,416	133	-0,76
6,864	49	-0,54				6,685	134	-0,77
7,128	49	-0,54				6,974	134	-0,79
7,392	48	-0,55				7,232	135	-0,80
7,656	48	-0,55				7,489	136	-0,82
7,912	48	-0,56				7,752	136	-0,83
						7,983	137	-0,84
						8,230	137	-0,85
						8,482	138	-0,86
						8,718	139	-0,87
						8,975	139	-0,88
						9,227	139	-0,89
						9,469	140	-0,90
						9,962	140	-0,92
						10,456	141	-0,94
						10,950	142	-0,96
						11,443	143	-0,98
						12,000	144	-1,00

2
25695

Software SGEO - Mod. 2011



OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prof. N° 20/06/2017 del 20/06/2017 Il direttore del Laboratorio
Copia conforme all'originale pag.92 di 107. La copia originale è conservata presso l'Archivio Regionale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO
PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)



COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.

RIFERIMENTO: Riqualficazione Pontile Santa Maria

SONDAGGIO: SM 1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 25.0-25.5

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	35,6	%
Peso di volume	17,7	kN/m ³
Peso di volume secco	13,1	kN/m ³
Peso di volume saturo	17,7	kN/m ³
Peso specifico	2,54	
Indice dei vuoti	0,902	
Porosità	47,4	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità	66,8	%
Limite di plasticità	47,5	%
Indice di plasticità	19,3	%
Indice di consistenza	1,62	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	2,3	%
Limo	36,9	%
Argilla	60,8	%
D 10		mm
D 50	0,001522	mm
D 60	0,004699	mm
D 90	0,038511	mm
Passante set. 10		%
Passante set. 40	99,9	%
Passante set. 200	97,7	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
----------	-----	--------------	-----

SCISSOMETRO

τ	kPa	τ	kPa
--------	-----	--------	-----

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	17,0	kPa	ϕ 18,9 °
c Res		kPa	ϕ Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
100,0 ÷ 200,0	9271	0,000238	2,52E-09
200,0 ÷ 400,0	12220	0,000164	1,32E-09
400,0 ÷ 800,0	17423	0,000158	8,90E-10
800,0 ÷ 1600,0	23915	---	---
1600,0 ÷ 3200,0	33225	---	---

Argilla limosa, di colore nocciola verdastro (Rp = 450-470 kPa).





SOGEO srl

Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625

Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00951	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 20/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 20/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.			
RIFERIMENTO: Riqualificazione Pontile Santa Maria			
SONDAGGIO: SM 1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 25.0-25.5	

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 17,7 kN/m³

Argilla limosa, di colore nocciola verdastro (Rp = 450-470 kPa).

3
25696

Software SGEO - Mod. 2011

OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot. N° 2007/0000513042 del 20/06/2017
 Copia conforme all'originale pag.95 di 1248. La copia originale è conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
 Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
 BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)





SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625

Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-II-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00950	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 29/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47	del 14/03/12	Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 29/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.			
RIFERIMENTO: Riqualificazione Pontile Santa Maria			
SONDAGGIO: SM 1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 25.0-25.5	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,54

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,54

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,9 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Argilla limosa, di colore nocciola verdastro ($R_p = 450-470$ kPa).

3
25696

Software SGEO - Mod. 2011

Lo sperimentatore: Dot. Elio Bianchi Il direttore del laboratorio: Dot. Sergio Rabettoni
Copia conforme all'originale pag.96 di 117. L'originale è conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 26, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00949	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 29/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 30/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.			
RIFERIMENTO: Riqualificazione Pontile Santa Maria			
SONDAGGIO: SM 1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 25.0-25.5	

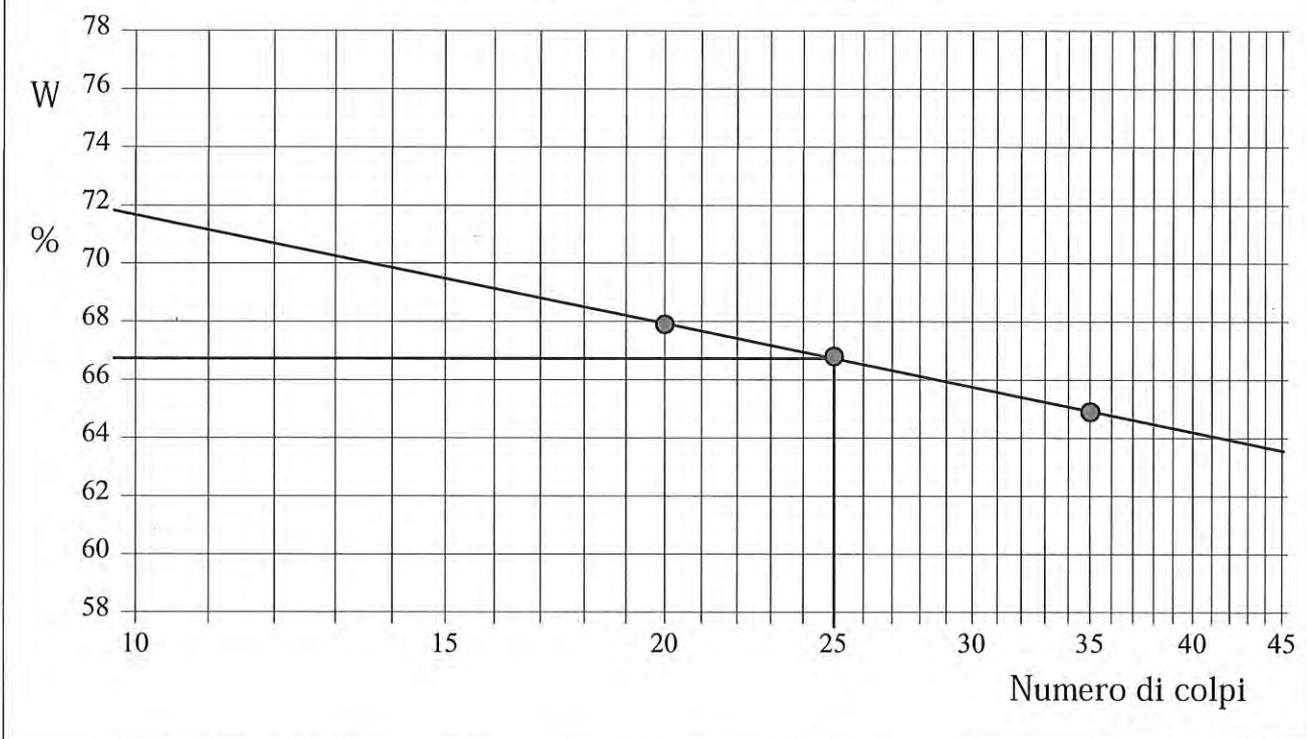
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	66,8 %
Limite di plasticità	47,5 %
Indice di plasticità	19,3 %

LIMITE DI LIQUIDITA'				LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	20	25	35	Umidità (%)	47,5	47,5
Umidità (%)	67,9	66,8	64,9	Umidità media (%)	47,5	

Determinazione del Limite di liquidità



Argilla limosa, di colore nocciola verdastro ($R_p = 450-470$ kPa).

3
25696

Software SGEO - Mod. 2011

OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot. N° 207/00905/13042 del 20/06/2017
Copia conforme all'originale pag. 97 di 107. L'originale è conservata presso il Servizio Regionale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio (Geologo) CIRILLO PAOLO (Progettista delle strutture) CIRILLO PAOLO (Direttore dei Lavori) CIRILLO PAOLO (Progettista architettonico) CIRILLO PAOLO (Delegato)





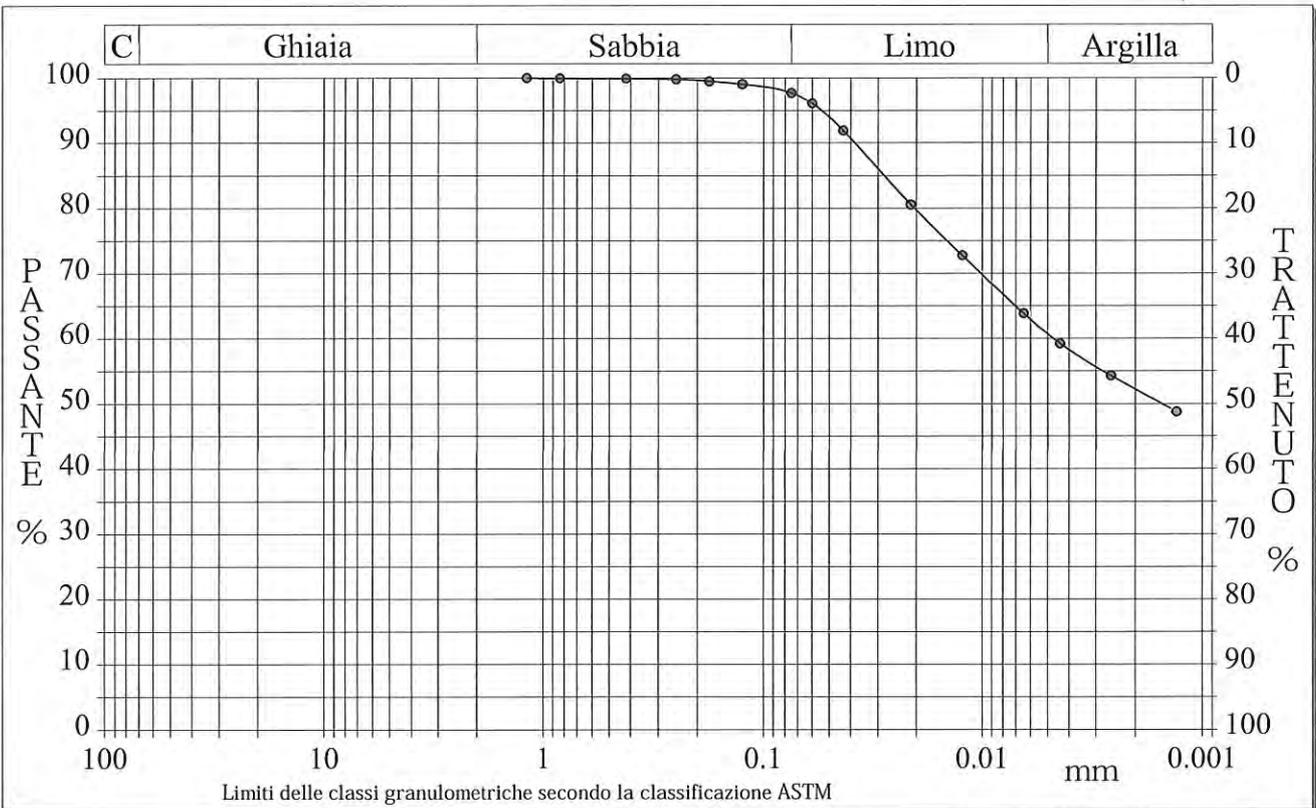
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00948	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 23/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 27/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.
RIFERIMENTO: Riqualficazione Pontile Santa Maria
SONDAGGIO: SM 1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 25.0-25.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	0,0 %	D10	---	mm		
Sabbia	2,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,9 %	D30	---	mm		
Limo	36,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	97,7 %	D50	0,00152	mm		
Argilla	60,8 %			D60	0,00470	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0,03851	mm



Diametro mm	Passante %								
1,1900	100,00	0,1250	99,01	0,0124	72,76				
0,8410	99,93	0,0750	97,67	0,0065	63,88				
0,4200	99,89	0,0603	96,10	0,0044	59,21				
0,2500	99,78	0,0433	91,88	0,0026	54,32				
0,1770	99,48	0,0213	80,54	0,0013	48,76				

Argilla limosa, di colore nocciola verdastro ($R_p = 450-470$ kPa).





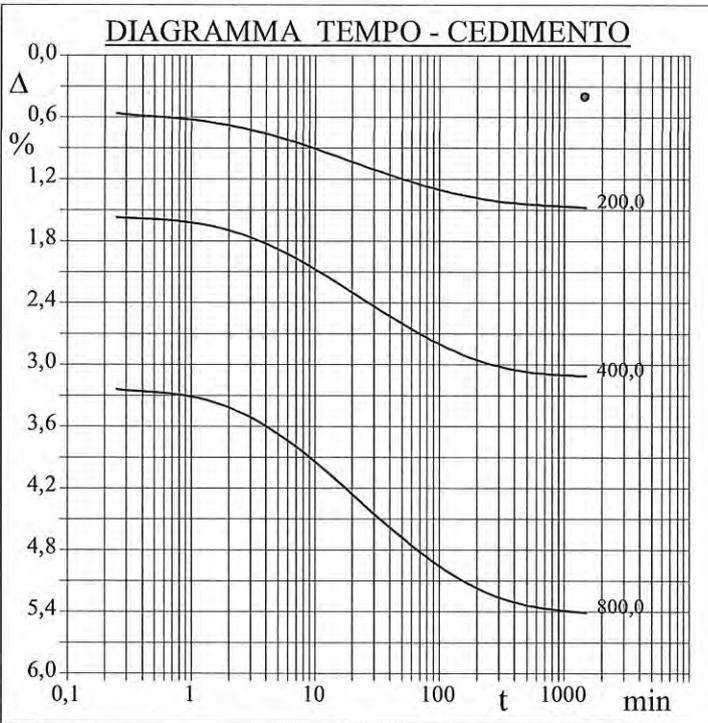
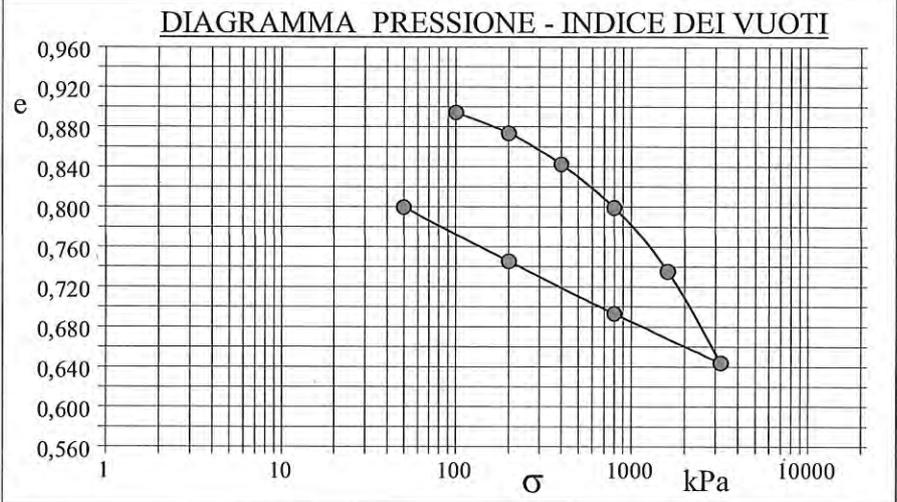
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00947	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 20/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 27/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.			
RIFERIMENTO: Riqualficazione Pontile Santa Maria			
SONDAGGIO: SM 1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 25.0-25.5	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	17,74
Umidità (%)	35,6
Peso specifico	2,54
Altezza provino (cm)	1,97
Diametro provino (cm)	7,14
Sezione provino (cm ²)	40,04
Volume provino (cm ³)	78,94
Volume dei vuoti (cm ³)	37,44
Indice dei vuoti	0,90
Porosità (%)	47,42
Saturazione (%)	100,0



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
100,0	7,8	0,894	
200,0	29,1	0,874	0,068
400,0	61,3	0,843	0,103
800,0	106,6	0,799	0,145
1600,0	172,6	0,735	0,211
3200,0	267,5	0,644	0,304
800,0	216,4	0,693	
200,0	162,1	0,746	
50,0	106,0	0,800	

Argilla limosa, di colore nocciola verdastro (Rp = 450-470 kPa).

3
25696





CERTIFICATO DI PROVA N°: 00946	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 03/04/12	Inizio analisi: 29/03/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 47 del 14/03/12		Apertura campione: 20/03/12	Fine analisi: 31/03/12

COMMITTENTE: SOC. SANTA MARIA S.r.l.			
RIFERIMENTO: Riqualificazione Pontile Santa Maria			
SONDAGGIO: SM 1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 25.0-25.5	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Umidità iniziale e umidità finale (%):	34,9 35,0	29,9 31,0	34,4 33,1
Peso di volume (kN/m³):	17,7	18,0	17,7
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,010 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

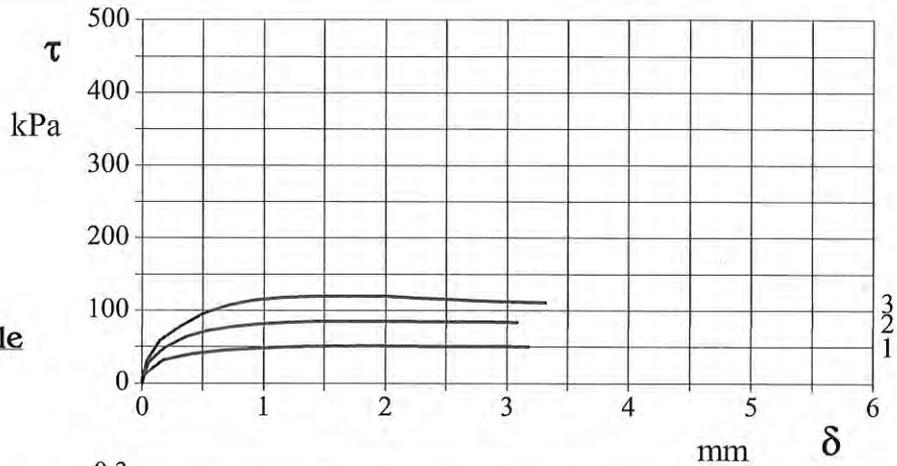
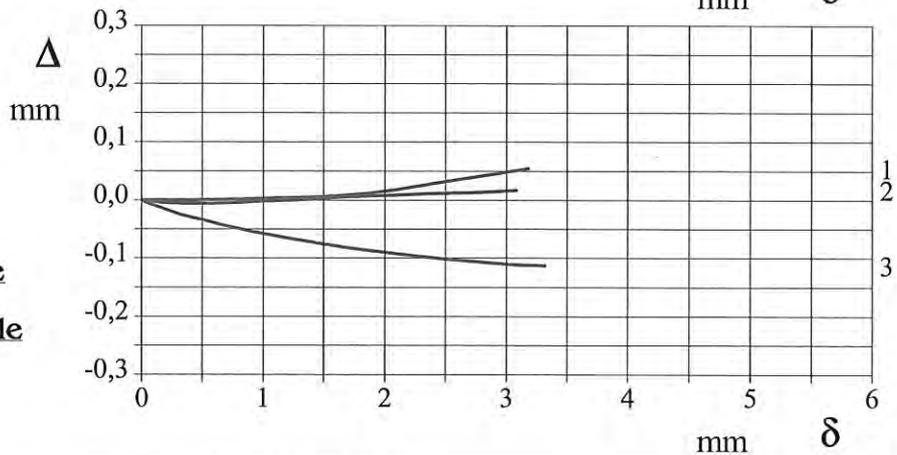


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Argilla limosa, di colore nocciola verdastro (Rp = 450-470 kPa).

3
25696



5 6

LEGENDA

-  **BANCHINA** costituita da ghiaia, ciottoli e blocchi di natura calcarea in abbondante matrice limo sabbiosa a tratti limo.
-  **LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSO** di colore grigio verdastro. Molle.
-  **LIMO ARGILLOSO** di colore grigio verdastro. Consistente.
-  **SABBIA DA DEBOLMENTE LIMOSA A LIMOSA** di colore da marrone giallastro a grigio verdastro, la frazione sabbiosa è eterometrica.
-  **LIMO ARGILLOSO SABBIOSO / ARGILLA LIMOSA** di colore marrone chiaro e marrone rossastro, presenti sparsi frammenti carbonatici da subcentimetrici a pluricentimetrici.
-  **CIOTTOLI E BLOCCHI** di natura calcarea in matrice limo sabbiosa e di sabbia di colore avana biancastro.
-  **CALCARE** di colore da avana biancastro a nocciola, fratturato.
-  **Prova spt (n. colpi)**
-  **PM1** Prova penetrometrica dinamica (n° colpi / 30cm)
-  **S2** Sondaggio a carotaggio continuo (Geoter Srl anno 2012)
-  **SM1** Sondaggio a mare a carotaggio continuo (Geoter Srl anno 2012)
-  **PM1** Prova penetrometrica dinamica DPSH eseguita a mare (Geoter Srl anno 2012)
-  **S1** Sondaggio a mare (anno 2005)

**CONSORZIO GRANDI OPERE
SOC. SANTA MARIA S.r.l.**

Indagini eseguite da:



GEOTER SRL
Società autorizzata al rilascio di Certificati relativi ad indagini geognostiche, geotecniche, geologiche, geofisiche e prove in situ di cui all'art. 59 del D.P.R. n° 350/2001 con DECRETO DI CONCESSIONE n. 899 del 28.01.2011

Indagini geognostiche per la verifica di stabilità e dimensionamento delle strutture finalizzate alla ristrutturazione ed alla messa in sicurezza del Molo Santa Maria nel comune di Gaeta

ELABORATO

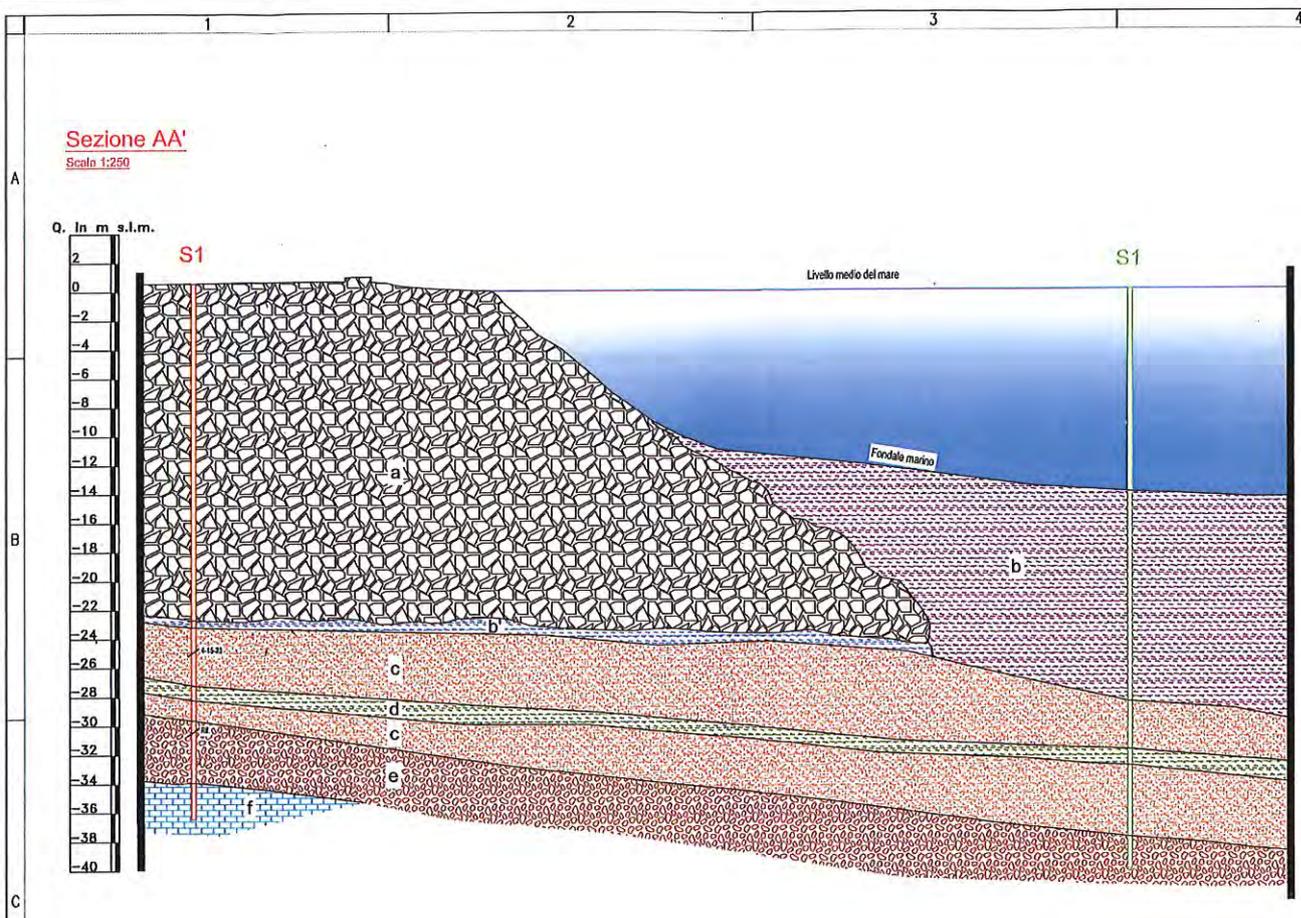
SEZIONI GEOLOGICO-INTERPRETATIVE

OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE	SCALA: 1:250
					FILE NAME:
					CARTELLA: PLOF: 1=1
					FOGLIO: DATA: 2012
3					
2					
1					
0					
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	AL

OPENGINGO-ID-DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V
 Copia conforme all'originale pag.103 di 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
 Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.Lgs 82/05 e s.m. e i. da:
 BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)

Sezione AA'

Scala 1:250

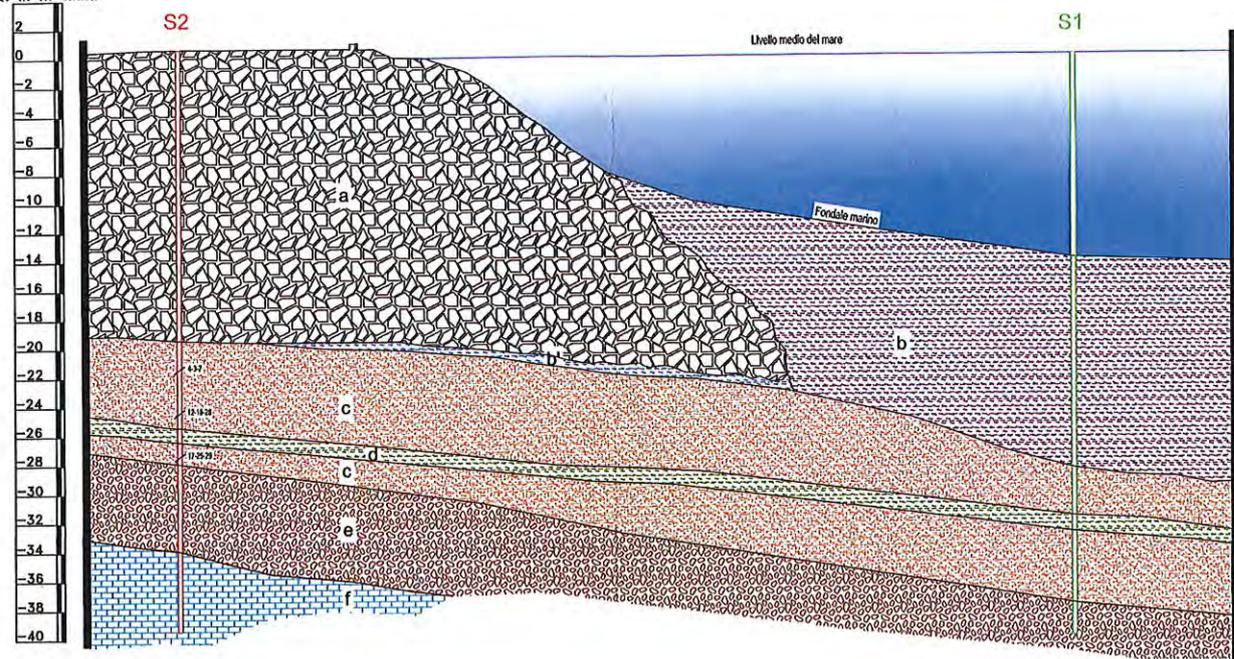


OPENGENIO ID: DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V
Copia conforme all'originale pag.104 di 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Eli (Geologo) CIRILLO PAOLO (Progettista delle strutture) CIRILLO PAOLO (Direttore dei Lavori) CIRILLO PAOLO (Progettista architettonico) CIRILLO PAOLO (Delegato)

Sezione BB'

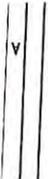
Scala 1:250

Q. in m s.l.m.



OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V
Copia conforme all'originale pag.105 di 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)

Sezione AA'
Scala 1:250



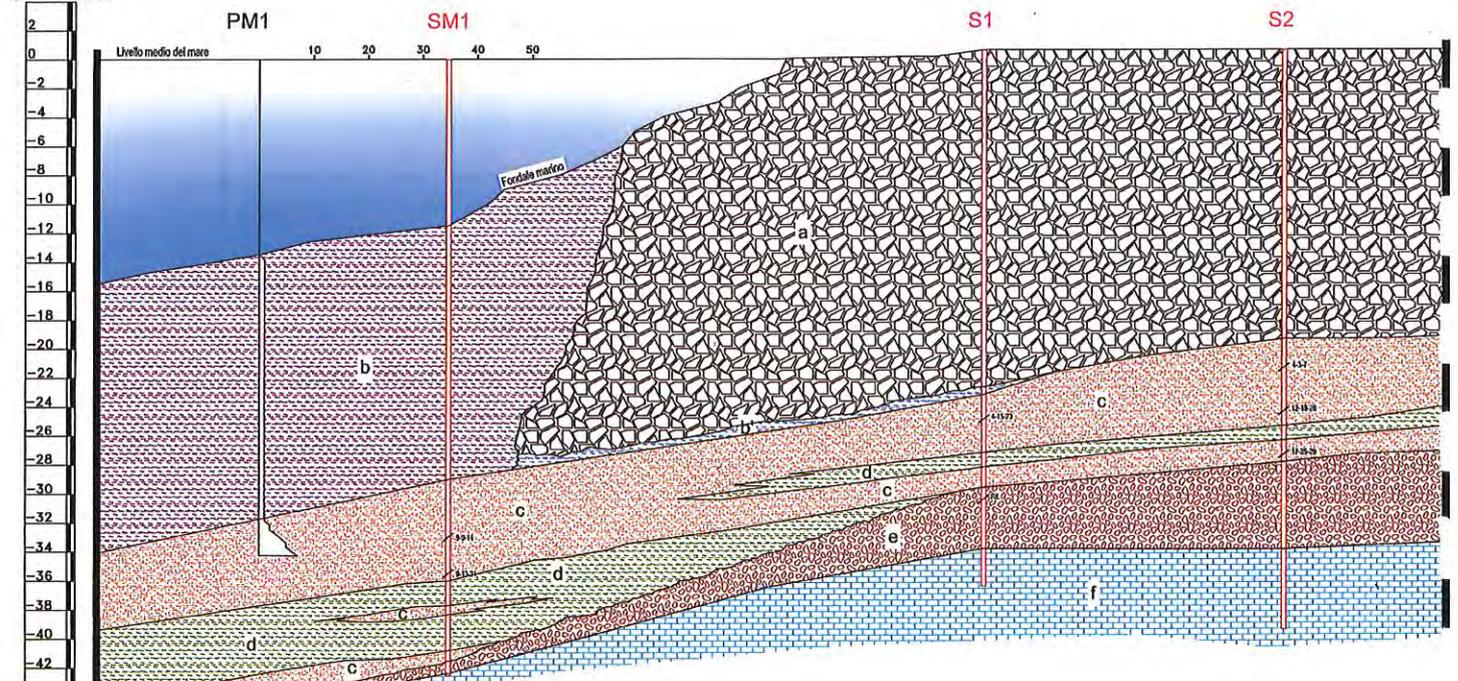
Sezione CC'

Scala 1:250

Q. in m s.l.m.

D

E



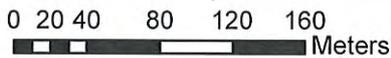
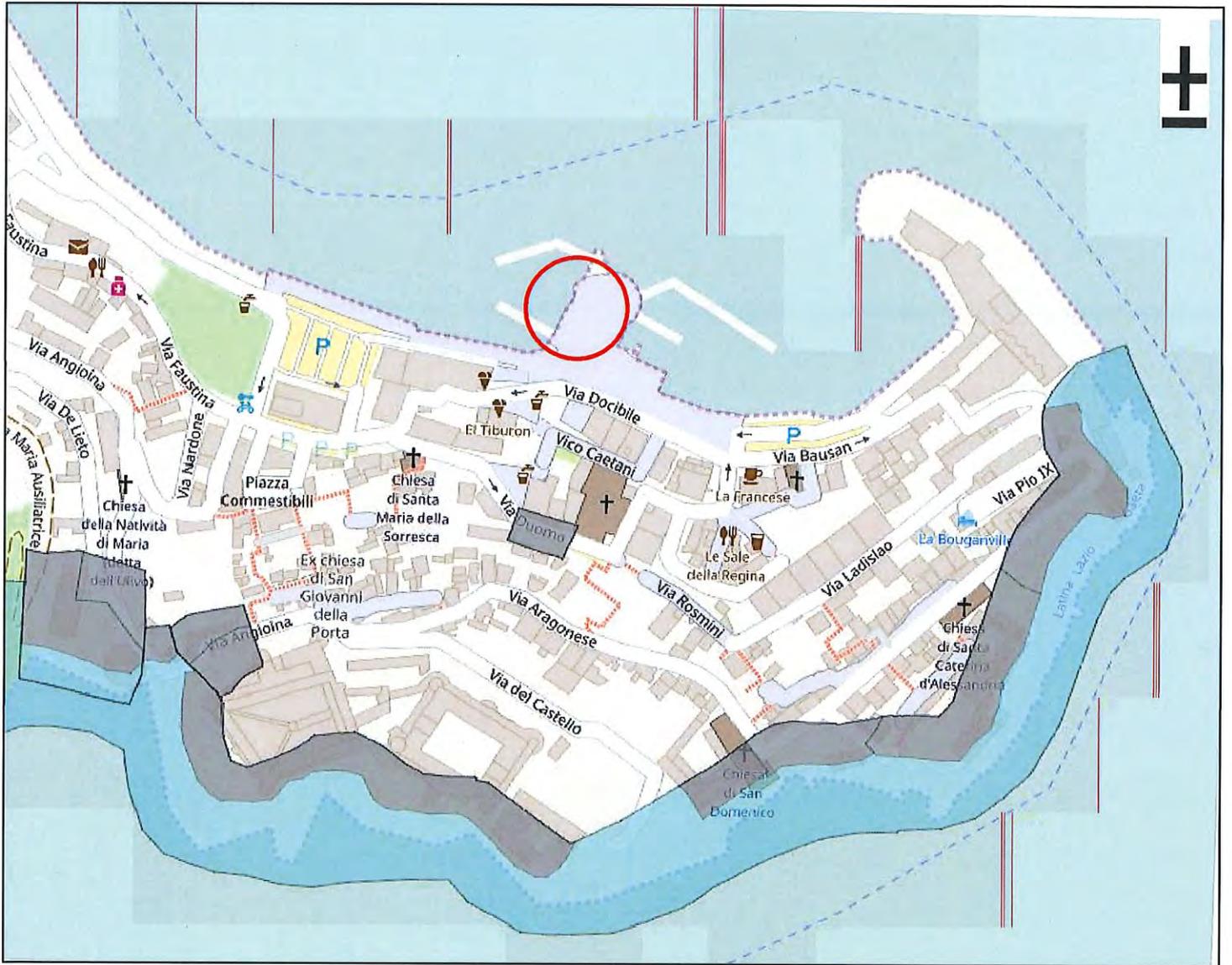
PROGETTO ID: DOC-7791255 - Prot.N. 2017-000034/042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V

Copia conforme all'originale pag. 106 di 107 La copia originale e' conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D.lgs 82/05 e s.m. e i. da:
BIANCHI Elio(Geologo)CIRILLO PAOLO(Progettista delle strutture)CIRILLO PAOLO(Direttore dei Lavori)CIRILLO PAOLO(Progettista architettonico)CIRILLO PAOLO(Delegato)

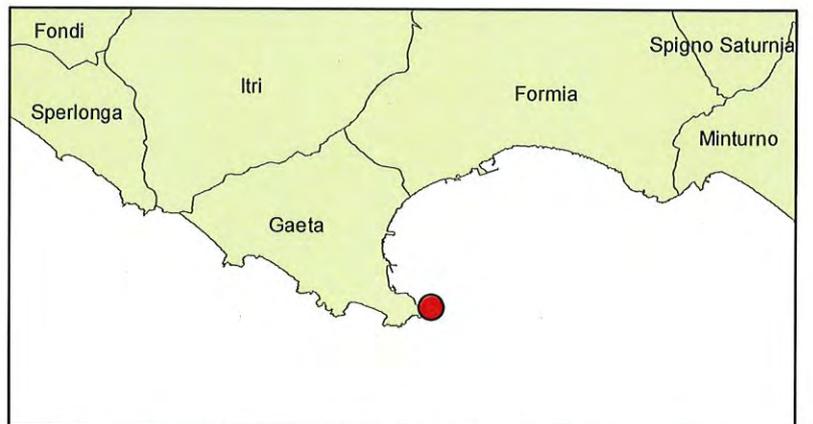


Allegato 7

Stralcio PAI Scala 1:4 000



 Area di indagine



OPENGENIO-ID-DOC:7794255 - Prot.N.:2017-0000313042 del 20/06/2017 12:46 - N.Pos.:21221/V
Copia conforme all'originale pag. 107 di 107. La copia originale è conservata presso l'archivio digitale della Regione Lazio
Dott. Elio Bianchi, MAE, P. n. 2004, e-mail: eliobianchi@uniroma1.it
Documento firmato digitalmente ai sensi artt. 20, 21 e 24 del D. Lgs. 82/02 e sm. l. da
BIANCHI Elio (Geologo) CIRILLO PAOLO (Progettista delle strutture) CIRILLO PAOLO (Direttore dei Lavori) CIRILLO
PAOLO (Progettista architettonico) CIRILLO PAOLO (Delegato)