

SA.CO. IMMOBILIARE S.A.S.  
STUDIO TECNICO SARLI  
C. so COSTITUENTE, 53/A  
00040 - ROCCA DI PAPA (ROMA)  
TEL.NI 06/94749095 – 333/4087433  
E-MAIL: [roccosarli67@libero.it](mailto:roccosarli67@libero.it)

*Committente:*  
COMUNE DI FONTE NUOVA  
"SETTORE III - OPERE PUBBLICHE"  
Via Machiavelli, 1  
Fonte Nuova (RM)

## COMUNE DI FONTE NUOVA (Provincia di Roma)

### RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA

CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO - TECNICA DEI TERRENI INTERESSATI DAL PROGETTO DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA "EDOARDO DE FILIPPO" SITA IN VIA DEL BRENNERO, SNC. NEL COMUNE DI FONTE NUOVA (RM)



IL TECNICO  
Dott. Geol. Rocco Sarli

**Rocca di Papa (RM), 22 DICEMBRE 2017**

## INDICE

• PREMESSA	pag.4
• UBICAZIONE DELL'AREA	pag.5
• GEOMORFOLOGIA	pag.6
• GEOLOGIA	pag.6
• IDROGEOLOGIA	pag.8
• INDAGINI GEOGNOSTICHE	pag.9
• <i>-METODOLOGIA D'INDAGINE</i>	pag.9
• <i>ELABORAZIONE PROVE S.P.T. IN FORO</i>	pag.10
• <i>ANALISI DI LABORATORIO</i>	pag.11
• <i>STRATIGRAFIA</i>	pag.13
• <i>ELABORAZIONE PENETROMETRIA DPSH</i>	pag.14
• MICROZONAZIONE SISIMICA AI SENSI DELL' O.P.C.M. n°3274/2003	pag.16
• <i>ELABORAZIONE DATI MASW</i>	pag.19
• <i>ELABORAZIONE DATI DOWN-HOLE</i>	pag.21
• MICROTREMORI	pag.23
• <i>ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE</i>	pag.24
• CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE	pag.26
• CONCLUSIONI	pag.30

## TAVOLE

- CARTA TOPOGRAFICA
- AEROFOGRAMMETRIA
- PLANIMETRIA CATASTALE
- PLANIMETRIA GENERALE CON UBICAZIONE AREA ED INDAGINI  
GEOGNOSTICHE

- CARTA GEOLOGICA DI DETTAGLIO

## ALLEGATI

- ALLEGATO A – STRATIGRAFIE SONDAGGI
- ALLEGATO B – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- ALLEGATO C – PROVE DI LABORATORIO
- ALLEGATO D – PROVE PENETROMETRICHE DPSH
- ALLEGATO E – PROVE SISMICHE DEL TIPO M.A.S.W.
  - PROVA DOWN- HOLL
  - PROVE HVSR
- ALLEGATO F– PROVA RLS (RISPOSTA SISMICA LOCALE)

## RELAZIONE GEOLOGICO -TECNICA

### PREMESSA

La presente relazione è stata redatta in seguito ad incarico ricevuto dal Comune di Fonte Nuova (RM) al fine di esaminare le caratteristiche geologico -tecniche dei terreni interessati dal progetto di adeguamento sismico della Scuola Elementare e Media "Edoardo De Filippo" sito in Via del Brennero, Snc. nel Comune di Fonte Nuova (RM).

Il presente studio ha permesso di:

- definire le caratteristiche geologiche dell'area di sedimentazione;
- valutare le proprietà geotecniche dei terreni di fondazione.

Questo studio ha lo scopo di fornire una valutazione circa le caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni interessati a sopportare i carichi trasmessi dalla struttura in studio.

A tal fine si evidenziano, sia nel testo sia nelle tavole allegate il tipo di terreno, gli eventuali dissesti in atto, la relazione con le acque superficiali e sotterranee e le caratteristiche geotecniche dei terreni.

In riferimento alle problematiche connesse alla realizzazione del progetto è necessario fare riferimento alle normative fondamentali previste dalla L. 64/74, recante provvedimenti per le costruzioni in zone sismiche e dal D.M. 21/01/1981 e successive modifiche con il DM. LL.PP. 11 Marzo 1988, recante le norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di fondazione. Quest'ultimo decreto prescrive, alla sezione C, punti C.4.1, C.4.2, C.4.3, C.4.4, i criteri di progetto, il carico limite e carico ammissibile del complesso fondazione terreno, i cedimenti, l'elemento strutturale di fondazione e gli scavi di fondazione. Inoltre è stato fatto riferimento all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N°3274 del 20/03/2003 e del D.M. 14/01/2008 aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Lazio n. 387 del 22 maggio 2009 e secondo art. 89 del DPR N.380/2001 e L.R. del 13 luglio 2016, n. 14; in considerazione del fatto che il Comune di Fonte Nuova (RM) ricade tra i territori a media sismicità (Zona sismica 2B).

L'analisi dei dati di terreno ha permesso la redazione dei seguenti elaborati:

- Relazione geologico-tecnica;
- *Tavola n.1*: carta topografica in scala 1:25.000 per l'ubicazione dell'area;
- *Tavola n.2*: aerofotogrammetria in scala 1:5.000 per l'ubicazione dell'area;
- *Tavola n.3*: planimetria catastale in scala 1:2.000 per l'ubicazione dell'area;
- *Tavola n.4*: planimetria generale con ubicazione dell'area e indagini geognostiche;
- *Tavola n.5*: Carta Geologica
- ALLEGATO A – STRATIGRAFIE SONDAGGI
- ALLEGATO B – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- ALLEGATO C – PROVE DI LABORATORIO
- ALLEGATO D – PROVE PENETROMETRICHE DPSH
- ALLEGATO E – PROVE SISMICHE DEL TIPO M.A.S.W.
  - PROVA DOWN- HOLL
  - PROVA HVSR
- ALLEGATO F – PROVA RLS (RISPOSTA SISMICA LOCALE)

#### UBICAZIONE DELL'AREA

L'area d'indagine è compresa Foglio della Carta Tecnica 374040 –Scala 1:25 000 dove è ubicato l'area in esame, sito in Via del Brennero, snc. distinto nel foglio 35 particella 4490 nel Comune di Fonte Nuova (RM) (*Tavola n.1 e 2*).

## GEOMORFOLOGIA

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame presenta un andamento collinare, con quote tra 100 e 200 m s.l.m., con versanti mediamente acclivi (*Tavola n.1*).

Il sito in studio è localizzato su un'area esposta a sud-ovest ad una quota di circa 110 m s.l.m. e presenta una pendenza di circa 5%.

Dal punto di vista idrografico questo bacino è drenato nel sottobacino del Fosso di Settebagni, affluente di sinistra del Tevere, con confluenza a m. 19 slm.. Il Fosso sbocca nella piana del Tevere (*Tavola n.1*).

Un'analisi morfologica ha permesso di escludere nell'area d'intervento l'esistenza di fenomeni di disequilibrio sia in atto che potenziali, mentre nelle porzioni più acclivi del versante, potrebbero essere presenti localmente delle zone d'instabilità.

## GEOLOGIA

La geologia dell'area in esame è caratterizzata dal fatto che dopo l'orogenesi dell'Italia centrale, l'area nella quale rientra la regione Sabatina e tutto il Lazio centrale, era venuta a costituire, in età pliocenica, un'ampia depressione subsidente; nel Pliocene formazioni prevalentemente argillose hanno colmato la depressione per una potenza di molte centinaia di metri.

Tali sedimenti si sono successivamente fagliati e piegati in blande strutture anticlinaliche e sinclinaliche, in generale in direzioni appenniniche; queste formazioni marine sono state in seguito ricoperte dai sedimenti marini del Pleistocene e, dopo l'emersione, da sedimenti continentali di facies eterogenea.

In corrispondenza delle principali fratture, successivamente, si sono verificati i vistosi fenomeni vulcanici dei M. Vicani, Sabatini e dei Colli Albani; i prodotti piroclastici e lavici si sono sovrapposti ai depositi del Siciliano modificando profondamente la morfologia preesistente e separando, con la costruzione dei relativi apparati vulcanici, la fascia costiera dalla rimanente pianura più interna.

Infine nel Pleistocene superiore e nell'Olocene si sono avuti depositi continentali fluviali, lacustri, eolici e detrici.

La zona di studio è localizzata nel settore orientale del complesso vulcanico Sabatino di Sacrofano tra i 0,36 ed i 0,04 m.a. fa, è strettamente collegata alla presenza, al di sotto della copertura vulcanica, di un alto strutturale del basamento carbonatico sede di un cospicuo acquifero responsabile dei fenomeni di interazione acqua magma che i prodotti piroclastici di questo centro rilevano.

L'attività di Bacciano può essere schematicamente riferita a tre cicli principali; un primo ciclo determina la deposizione di una prima unità piroclastica idromagmatica i cui centri di esplosione erano probabilmente ubicati nel settore meridionale; un secondo ciclo include la messa in posto di una colata piroclastica datata intorno a 0,08 m.a. fa a cui è seguito un primo collasso calderico.

Un terzo ciclo, infine, comprende la deposizione di almeno altre due unità idromagmatiche separate da un livello idrotermalizzato e pedogenizzato; questo terzo ciclo di esplosioni si è probabilmente verificato nella parte più settentrionale della struttura calderica ed ha determinato il definitivo collasso dell'apparato di Bacciano.

L'area di studio è situata in prossimità del lato del recinto calderico di Bacciano, grosso centro vulcanico della regione Sabatina, di età pleistocenica, che con i suoi prodotti piroclastici si è sovrapposto alle più antiche vulcaniti Sabatine, in parte colmando la preesistente depressione calderica di Sacrofano.

In conclusione nell'area in progetto affiora la formazione vulcanica del tufo de La Storta, comprende un complesso di strati, dello spessore in genere da 20 a 80 cm, provenienti dall'apparato vulcanico di Sacrofano.

Per la caratterizzazione litologica dei terreni affioranti nell'area in studio è stata effettuata una approfondita indagine bibliografica ed un rilevamento geologico che hanno evidenziato le seguenti formazioni:

- *Piroclastiti* relative al Complesso Vulcanico dei M. Sabatini
- *Argille sabbiose e sabbie argillose ed argille grigie più o meno sabbiose (ciclo marino plio-pleistocenici).*

## IDROGEOLOGIA

I terreni affioranti presentano un valore dell'infiltrazione efficace annua di circa 300 mm, dovuta alle abbondanti precipitazioni che caratterizzano la zona (circa 1.200 mm annui), che penetrando in profondità determinano la saturazione dell'acquifero di base.

La zona studiata è caratterizzata dalla presenza del livello di base locale è rappresentato dalla Valle Ricca, che drena sia il ruscellamento superficiale delle acque meteoriche e dei fossi interni alla valle stessa che la falda acquifera.

Il drenaggio preferenziale delle acque sotterranee, nella zona in esame, avviene prevalentemente in direzione di flusso all'incirca da NE verso SW.

I litotipi costituiti prevalentemente da alluvioni fluviali limo sabbiose di fondo valle di età recenti ed attuali, sabbie gialle ed i tufi stratificati varicolori de La Storta che occupano circa l'80 % del Bacino; da poco a mediamente permeabili.

Nell'area è presente una falda acquifera che si riversa nella piana del Tevere; trattasi di una falda in genere scarsamente produttiva e che si manifesta con modeste sorgenti.

La falda acquifera principale si può intercettare in loco a quote di circa 60 metri s.l.m.; questa sottende un vasto bacino idrogeologico caratterizzato da un'ampia area di alimentazione costituita dai rilievi circostanti.

## INDAGINI GEOGNOSTICHE

### *METODOLOGIA DI INDAGINE*

Sulla base delle caratteristiche morfologiche e geolitologiche dei terreni in affioramento e della documentazione bibliografica e cartografica, si è ritenuto opportuno predisporre la campagna geognostica di seguito illustrata, al fine di accertare le caratteristiche geologico-tecniche del substrato dell'edificio in studio.

Le perforazioni a carotaggio continuo sono state eseguite con una sonda CMV 900, utilizzando una attrezzatura ad aste e carotiere semplice, con  $\phi = 101$  mm, che ha consentito una buona percentuale di carotaggio ( $R > 90\%$ ). (*Allegato A*)

Il programma d'indagine ha previsto l'esecuzione di n°. 2 perforazioni a carotaggio continuo entrambi i sondaggi S.1 e l'S.2 ad una profondità di 30,00 metri dal p.c. per un totale di 60 metri di terreno carotato; il materiale recuperato è stato conservato in 12 cassette catalogatrici in PVC, provviste di appositi setti divisorii, con relative indicazioni delle profondità raggiunte durante la perforazione (*Allegato B*).

La realizzazione delle prove e la loro disposizione geometrica è stata opportunamente scelta per ricostruire l'assetto stratigrafico dell'area (*Tavola n.4*).

A completamento dell'indagine geognostica sono state eseguite nel corso dei sondaggi S. 1 e S.2 N°6 prove S.P.T.; in particolare nel sondaggio S.1 sono state eseguite n. 3 prove S.P.T. e nel sondaggio S.2 sono state eseguite n. 3 prove S.P.T. le cui profondità sono riportate nelle stratigrafie allegate (*Allegato A*).

Per l'esecuzione delle prove S.P.T. è stata utilizzata un'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".

Durante il sondaggio S1 sono stati prelevati n.2 campioni indisturbati rispettivamente alle profondità di 4,50 – 5,00 e 25,00 – 25,50 metri dal p.c. come riportato nell'*allegato A*.

Successivamente sono state effettuate delle analisi di laboratorio per una caratterizzazione fisica e meccanica dei suddetti materiali campionati presso la CNG S.r.l. di Roma (Allegato C).

Inoltre si è proceduto ad eseguire N°1 prova penetrometrica indirette DPSH per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nell'area di studio (Allegato D - Tavola 4). Per quanto riguarda le indagini geofisiche si è proceduto ad eseguire N° 2 stendimenti (perpendicolari tra di loro) geofisici ad alta parametrizzazione sismica "tipo M.A.S.W. secondo la O P C M 3274/2003, DM 19/09/2005 - EUROCODICE 8 -Vedi Allegato E-Tavola 4.

Sempre durante il sondaggio S.2 è stata effettuata una prova sismica in foro consistente in un DOWN HOLE (Prova sismica diretta in foro di sondaggio-Allegato E - Tavola 4), HVSR (Misura Rumore - Allegato E Tavola 4) e RLS (Risposta sismica locale - Allegato F -Tavola 4),.

Sono state eseguite inoltre varie prove in situ utilizzando il pocket penetrometro, per ricavare la resistenza a compressione semplice dei diversi terreni incontrati durante le perforazioni (Allegato A e C).

#### ELABORAZIONE DELLE PROVE S.P.T. IN FORO

Sondaggio n.	Profondità. dal p.c. (m)	Numero di colpi ( $N_{SPT}$ )
S.1	9,00 – 9,45	7-11-15
S.1	14,50 – 14,95	8-12-17
S.1	17,00 – 17,45	9-14-20
S.2	3,00 – 3,45	3-8-12
S.2	6,00 – 6,45	4-9-13
S.2	11,00 – 11,45	5-10-14

*ANALISI DI LABORATORIO*

<i>Sondaggio n.</i>	<i>Campione n.</i>	<i>Profondità. dal p.c. (m)</i>
S.1	1	4.50 - 5.00
S.1	2	25.00 - 25.50

<i>Sondaggio n.</i>	<i>Campione n.</i>	<i>% Ghiaia</i>	<i>% Sabbia</i>	<i>% Limo</i>	<i>% argilla</i>
S1	1	5,2	68,2	26,6	
S1	2	0	1,6	37,7	60,7

Il campione n.1 è rappresentativo di una formazione con granulometria sabbiosa debolmente limoso argillosa; mentre il campione n.2 è rappresentativo di una formazione con granulometria argillosa debolmente limosa.

<i>Sond. n.</i>	<i>Camp. n.</i>	<i>W (%)</i>	<i>Sr (%)</i>	<i>n</i>	<i>e</i>	$\gamma_n$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_s$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )
S.1	1	19,5	51,6	49,9	0,99	1,545	2,579	1,782	1,293
S.1	2	25,4	99,8	41,0	0,69	1,981	2,677	1,82	1,580

dove:

W = Umidità naturale

Sr = Grado di saturazione

n = Porosità

e = Indice dei vuoti

$\gamma_n$  = Peso di volume

$\gamma_s$  = Peso specifico

Alcuni parametri geotecnici sono stati ottenuti dall'elaborazione delle prove S.P.T. eseguite nei fori di sondaggio a differenti profondità (*Allegato C*).

I campioni sono stati sottoposti a prove di taglio diretto lento, quindi in condizioni consolidate drenate (CD).

Per ciascun campione sono state eseguite tre prove di taglio con carichi normali crescenti ed è stato quindi possibile ricostruire sul diagramma di Mohr la retta d'interpolazione dei tre valori così ottenuti, la cui pendenza ci indica il valore dell'angolo d'attrito interno del terreno ( $\phi$ ) e l'intercetta sull'asse delle  $\tau$  il valore della coesione (c).

<i>Sondaggio n.</i>	<i>Campione n°</i>	$\phi$ (°)	<i>C (KPa)</i>
S.1	1	33	2
S.1	2	25	33

Il campione 2 inoltre, carotato in laboratorio al fine di ottenere provini di forma cilindrica con diametro pari a 3,86 cm ed altezza pari a 7,63 cm, è stato sottoposto ad una prova di compressione ad espansione laterale libera per ricavare il valore della resistenza al taglio non drenata ( $c_u$ ).

Il provino viene collocato tra due piastre e si imprime un carico, aumentandolo costantemente senza bruschi incrementi, fino ad ottenerne la rottura.

**Risultati della prova di espansione laterale libera: - rottura fragile**

$\varepsilon$ (%)	1,9
$\sigma_{max1}$ (KPa)	361

**CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA**

<i>LL (%)</i>	50,4
<i>LP (%)</i>	28,2
<i>IP (%)</i>	22,2
<i>CONTENUTO D'ACQUA (%)</i>	25,4
<i>IC</i>	1,13
<i>ATTIVITA' (IP/% &lt; 0,002mm)</i>	0,9
<i>CONSISTENZA SECONDO IC</i>	SEMISOLIDA/SOLIDA

## STRATIGRAFIA

Dall'elaborazione delle prove in sito, spinte fino a una profondità d'indagine di 30.00 metri dal p.c. e da indagini geognostiche eseguite in sito in Via Brennero, snc. nel Comune di Fonte Nuova (RM), ha permesso l'individuazione delle unità litotecniche di seguito riportate (*Allegato A*):

Dalle indagini si è constatato che dall'alto al basso è presente:

- *Terreno di Riporto*

Costituisce una coltre di spessore variabile da 0,00 metro a 1.00 metri, in funzione dei precedenti interventi antropici;

- *Piroclastite*

Piroclastite costituita da sabbia con limo di colore marrone scuro, scarsamente addensata; si rilevano tracce di analcime, scorie ocre e rari cristallini micacei ( $\gamma_s=25,79$ ;  $\phi=33^\circ$ ;  $c=2\text{KPa}$ ).

- *Deposito argilloso con limoso*

Deposito argilloso con limoso di colore avana verdastro, plastica, dura, ricca di velature nere di probabile origine organica, tracce di ossidazioni e concrezioni e clastini carbonatici ( $\gamma_s=26,77$ ;  $\phi=25^\circ$ ;  $c=33\text{KPa}$ ).

- *Argille grigie plio-pleistoceniche*

Argille di colore grigie molto consistente.

## ELABORAZIONE PENETROMETRIA DPSH

L'indagine geologico-tecnica è stata effettuata in sito, mediante la realizzazione di n.1 prova penetrometrica dinamica, spinte fino ad una profondità d'indagine massima di 15.20 metri dal p.c.

Le caratteristiche meccaniche dei terreni che verranno interessati dalle strutture previste in progetto sono stati indagati per mezzo di n. 1 prova penetrometrica dinamica SCPT (Standard Cone Penetration Test). Le prove consistono nell'infiggere un'asta a punta conica di acciaio alla profondità interessata battendo con un maglio di peso standard (70 kg) da un'altezza prestabilita (75 cm) e contando il numero di colpi necessari per far avanzare l'asta per intervalli di 25 cm (cfr. allegato). Il numero di colpi (N) permette di valutare, per l'intervallo di profondità desiderato, il valore della Resistenza dinamica alla punta (Rpd) che rappresenta il parametro geomeccanico puntuale più significativo per questa modalità d'indagine. Tramite l'utilizzo di correlazioni empiriche si stimano inoltre i parametri geotecnici del terreno, tra i quali: peso di volume ( $\gamma$ ), angolo di attrito ( $\phi$ ) e coesione (c). Le caratteristiche tecniche standard del penetrometro DL-30 sono riportate nella seguente tabella:

### CARATTERISTICHE TECNICHE DPSH 73-75

PESO MASSA BATTENTE M = 73.00 Kg

ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0.75 m

PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 25.00 Kg

DIAMETRO PUNTA CONICA D = 50.40 mm

AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.0000 cm<sup>2</sup>

ANGOLO APERTURA PUNTA a = 60°

LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 0.90 m

PESO ASTE PER METRO Ma = 6.30 Kg

PROF. GIUNZIONE 1^ ASTA P1 = ASTAP1 = 0.60 m

AVANZAMENTO PUNTA d = 0.10 m

NUMERO DI COLPI PUNTA N = N (30) => relativo ad un avanzamento di 30 cm

RIVESTIMENTO/FANGHI no

ENERGIA SPECIFICA PER COLPO Q = (MH)/(Ad) = 6.00 Kg/cm<sup>2</sup>

COEFF. TEORICO DI ENERGIA bt = Q/Qspt = 0.766

[prova SPT: Qspt = 7.83 Kg/cm<sup>2</sup>]

[teoricamente: Nspt = bt N]

Le prove penetrometriche hanno messo in evidenza una successione stratigrafica che, approssimando le litologie incontrate come incoerenti e usando le correlazioni per la stima dell'angolo d'attrito suggerite per i terreni siltoso-sabbiosi (**Vedi Allegato D e Tavola 4**), da un punto di vista litotecnico-meccanico, può essere quindi così riassunta:

I depositi incontrati durante le prove penetrometriche hanno una natura prevalentemente granulare.

Negli strati più superficiali è presente, in differenti percentuali, una componente coesiva, la quale, per rafforzare il margine di sicurezza dei calcoli sulla capacità portante del terreno che sostiene i carichi del manufatto, non è stata considerata.

Il terreno, quindi, viene assimilato ad un materiale granulare, caratterizzato da una resistenza dovuta esclusivamente alla componente attritiva.

L'elaborazione delle prove ha permesso l'individuazione delle unità litotecniche, di seguito riportate (**Allegato D – Tavola 4**):

*Prova n. 1 – profondità d'indagine 15.20 metri dal p.c.*

LITOLOGIA	Prof. (m)	$\gamma_{\text{sat}}$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Dr (%)
STRATO GEOTECNICO 1	0.00 – 1.20	1.824	1.569	28,69	36,84
STRATO GEOTECNICO 2	1.20 - 9,00	--	2,04	32,51	64,56
STRATO GEOTECNICO 3	9,00 – 15,20	--	2,05	33,12	50,52

Si può concludere affermando che nel sito indagato, al di sotto di un'esiguo coltre di terreno di vegetale, sempre presente, si rinvencono depositi autoctoni prevalentemente granulari, da mediamente addensati a molto addensati, con caratteristiche geotecniche discrete ( $\phi$  medio pari a circa 32°).

## MICROZONAZIONE SISIMICA AI SENSI DELL'O.P.C.M. n°3274/2003

Secondo i più recenti orientamenti in materia di normativa sismica (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 che introduce una riclassificazione di tutto il territorio italiano individuando quattro zone a rischio sismico decrescente) il Comune di Fonte Nuova (RM) risulta inserito nella zona 2.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo i valori di picco di accelerazione orizzontale al suolo  $a_g$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Le aree inserite in "ZONA 2" corrispondono ad accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresa fra 0.15 e 0.25  $a_g/g$  e con accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposte elastiche pari a 0.25  $a_g/g$ .

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 Velletri, 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 e successive modificazioni.

<b>Zona sismica 2B</b>	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti. La sottozona <b>2B</b> indica un valore di $a_g < 0,20g$ .
------------------------	---

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	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica <b>alta</b> . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti	$a_g \geq 0,25g$

	terremoti.	
2	Zona con pericolosità sismica <b>media</b> , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_g < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica <b>bassa</b> , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_g < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica <b>molto bassa</b> . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$

L'area di Roma è stata comunque storicamente influenzata dai risentimenti di eventi sismici verificatesi in aree attive esterne, tra le quali risultano più significative quella dei Colli Albani.

Per una valutazione locale degli effetti dovuti a risentimento tellurico, seppur indotto da una zona epicentrale esterna all'area urbana, è di notevole importanza la specifica situazione sia litologica che morfologica del sito; in tal senso la morfologia subpianeggiante e la presenza di terreni piroclastici compatti rappresentano elementi positivi, in quanto tenderebbe ad escludere eventuali fenomeni di amplificazione sismica locale.

In base alle NTC per i termini litologici riscontrati nella zona si escludono fenomeni di liquefazione in seguito ad eventuali scuotimenti di natura tellurica data la profondità della falda che risulta attestarsi oltre i 15 m dal piano delle fondazioni.

L'Ordinanza n°3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e DM 19/09/2005 e EUROCODICE 8 contiene nuove disposizioni in materia di classificazione sismica e di normative tecniche.

Infatti, l'O.P.C.M. n°3274/03 (G.U. n°105 del 8.5.2003), in seguito modificata e corretta con O.P.C.M. n°3316 del 2 ottobre 2003, aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Il numero di

zone sismiche è fissato pari a 4, corrispondenti ai quattro valori di accelerazione orizzontale (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche dei suoli di progetto l'Ordinanza propone, inoltre, l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A - B - C - D - E) più altre due speciali, da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio (in m/s) mediate sui primi 30 m di terreno (c.d. Vs30).

Come dianzi accennato, ai fini dell'azione sismica del sottosuolo si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

A. Formazioni litoidi o terreni omogenei, caratterizzati da valori di Vs30 superiori ad 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m;

B. Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero  $N_{spt} > 50$  o coesione non drenata  $CU > 250$  kPa);

C. Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o di argille di media rigidità, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s ( $15 < N_{spt} < 50$  o  $70 < CU < 250$  kPa);

D. Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30  $< 180$  m/s ( $N_{spt} < 15$  o  $CU < 70$  kPa);

E. Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con Vs30  $> 800$  m/s.

In aggiunta a queste 5 categorie se ne definiscono altre 2, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1. Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $I_p > 40$ ) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 100$  m/s ( $10 < CU < 20$  kPa);

S2. Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

### ELABORAZIONE DATI MASW

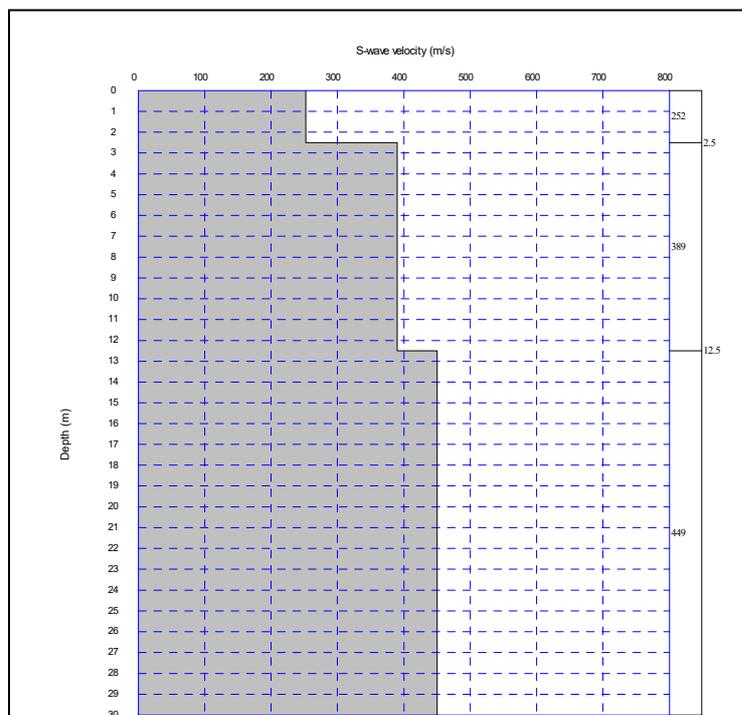
L'energia delle onde superficiali decade esponenzialmente con la profondità. Le onde più lunghe (periodo lungo e basse frequenze) viaggiano più in profondità dando informazioni sulle velocità delle strutture più profonde, mentre le onde più corte (periodo corto e più alte frequenze) viaggiano più in superficie dando informazioni più dettagliate sulle strutture più apicali.

Il risultato finale della fase di acquisizione con la metodica MASW è costituito da una serie di file in formato SEG-2; la qualità del segnale durante l'acquisizione è stata tenuta sotto controllo con un'analisi visuale delle registrazioni.

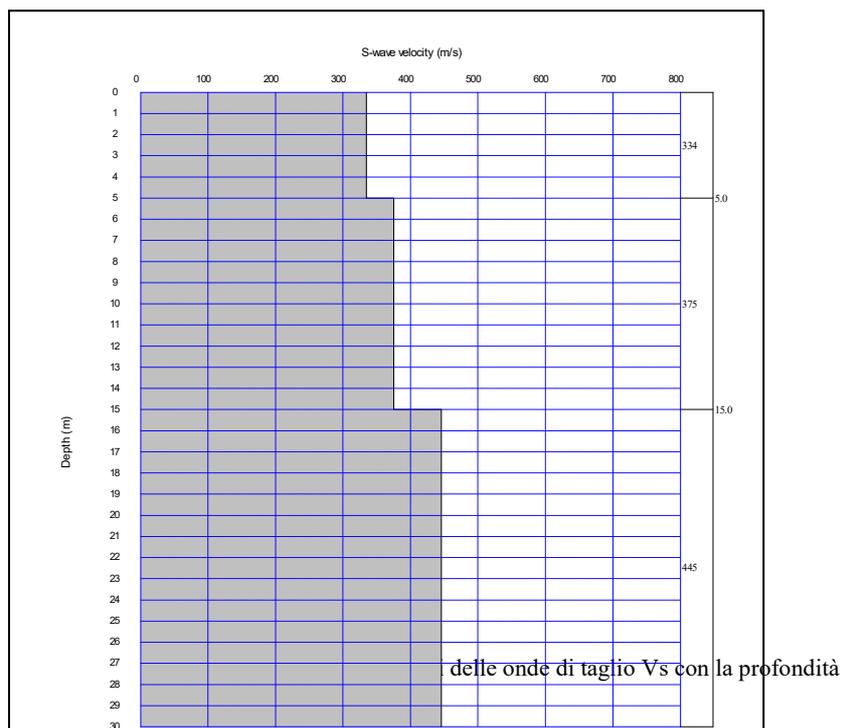
Successivamente i dati MASW sono stati processati separatamente mediante un software specifico, il SeisImager/SW, secondo il seguente schema di flusso:

La curva di dispersione ottenuta dalla elaborazione dei dati ha mostrato il tipico contenuto

in frequenze per le acquisizioni MASW. La curva così ottenuta è stata utilizzata per generare un modello iniziale delle Vs da sottoporre ad inversione per ottenere il valore del  $V_{s30}$  ai fini dell'O.P.C.M. 3274 e del D.M. 14.01.2008. Il dato finale, evidenziato di seguito, è stato ottenuto sottoponendo il nuovo modello iniziale combinato mediante iterazioni di calcolo per la ricerca della migliore aderenza alla curva di dispersione dei dati.



MASW 1



MASW 2

Nella seguente tabella sono riassunti per le stese sismiche effettuate le geometrie di acquisizione e i risultati ottenuti (**Vedi Allegato E e Tavola 4**):

Sezione	Passo	Campionamento	Registrazione	Vs 30 media	Categoria di suolo
<b>1</b>	2.0	1 ms	1 sec	403	<b>B</b>
<b>2</b>	1.5	1 ms	1sec	399	<b>B</b>

**Tab. 1** – Risultati e caratteristiche prova MASW.

*ELABORAZIONE DATI DOWN-HOLE*

L'importanza di una corretta valutazione della velocità delle onde di compressione e di taglio, insieme con la densità del mezzo attraversato, è fondamentale per una giusta determinazione dei parametri elasto-dinamici del mezzo.

Determinare i valori dei moduli che caratterizzano il mezzo permette di ottenere informazioni circa la sua natura e il tipo di risposta alle sollecitazioni dinamiche.

In elaborazione sono stati individuati per il sondaggio tre *sismostrati*. Per ogni sismostrato è stata effettuata la parametrizzazione elasto-dinamica ad eccezione del primo avente spessore di un solo metro e per il quale quindi la parametrizzazione non è analiticamente possibile.

In Tab. 2 sono riportati i risultati della parametrizzazione elasto-dinamica (**Vedi Allegato E e Tavola 4**).

Down-Hole	Sismostrato	$\delta$	$V_p$	$V_s$
		(T/m <sup>3</sup> )	(m/sec)	(m/sec)
DH 1	1	1.79	744	375
	2	1.98	1256	449
	3	2.00	1322	472

**Tab. 3** – Parametrizzazione elasto-dinamica

Nelle definizioni precedenti  $V_{s30}$  è la velocità media di propagazione entro trenta metri di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

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

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $n$  strati presenti nei trenta metri superiori.

Down Hole	$V_{S30}$ (m/s)	CATEGORIA SUOLO
DH1	445	B

**Tab. 4** – Calcolo del parametro  $V_{S30}$

Sulla base dei risultati ottenuti con la metodologia sismica in foro tipo DOWN-HOLE nel sito oggetto di studio, si è proceduto a costruire il diagramma delle velocità delle onde di compressione P e di taglio Sh.

Sono stati calcolati i parametri elasto-dinamici che hanno permesso di caratterizzare i

sismostrati riscontrati.

Di seguito sono riportati i dati e i risultati ottenuti.

		Parametrizzazione dinamica sismostratigrafica metodo diretto							
Prof.	Strato	V <sub>p</sub> inter.	V <sub>s</sub> inter.	γ inter.	v inter.	Ed inter.	G <sub>d</sub> inter.	K <sub>dv</sub> inter.	K <sub>de</sub> inter.
Mt		m/s	m/s	T/m <sup>3</sup>	-	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
1	1								
2		744	375	1.79	0.33	6699	2519	6557	9916
3									
4									
5	2								
6									
7									
8									
9									
10									
11		1256	449	1.98	0.43	11383	3989	25896	31215
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24	3								
25									
26									
27		1322	472	2.00	0.43	12704	4451	28984	34919
28									
29									
30									

## MICROTREMORI

I dati registrati sono stati elaborati mediante un software dedicato (Grilla) e si è seguita la procedura consigliata nelle linee guida del SESAME (Site Effects Assessment Using Ambient Excitations), un progetto di ricerca europeo teso alla standardizzazione e al miglioramento delle tecniche di microzonazione sismica usando il rumore ambientale.

L'interpretazione consente di correlare il valore di un eventuale picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato roccioso compatto (bedrock sismico) e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo (**Allegato E – Tavola**).

I minimi della componente verticale vengono interpretati come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, in tal modo si può ricavare il valore di frequenza caratteristica del sito.

I dati spettrali prodotti dalle elaborazioni numeriche vengono analizzati in genere entro l'intervallo 0.1 – 20.0 Hz, in quanto oltre tali limiti si ritiene che non vi siano frequenze significative dal punto di vista geologico-geotecnico.

L'analisi dei microtremori è stata utilizzata per fornire la frequenza di risonanza del terreno ai vari punti di misura nel sito di indagine nel range di frequenze comprese fra 0.0 e 64.0 Hz; in tabella 5 sono riportati, per ogni misura, i valori della frequenza di risonanza (Max H/V), la direzione della componente orizzontale dominante nell'H/V (DIRECTIONAL H/V) e la percentuale della registrazione utilizzata per essere in linea con i dettami di qualità SESAME (**Vedi Allegato E e Tavola 4**).

<b>Analisi</b>	<b>Max H/V (Hz)</b>	<b>A<sub>0</sub></b>	<b>DIRECTIONAL H/V</b>	<b>Percentuale della traccia analizzata (%)</b>
<b>HVSR 1</b>	<b>1.38 ± 0.28 Hz</b>	<b>2.59</b>	<b>NE-SW</b>	<b>76</b>

**Tabella 5:**  
Dati tomografia.

La durata della misurazione è stata di 32 minuti, l'analisi è stata effettuata con frequenza di campionamento di 128 Hz e intervallo di campionamento di 20 secondi.

Di seguito si riportano i grafici delle risultanze dell'analisi tomografica effettuata e quindi la curva H/V (HVSR); il grafico H/V TIME HISTORY che mostra le "finestre temporali" della traccia analizzate per l'elaborazione della curva H/V permettendo di individuare eventuali finestre di disturbo all'interno di una registrazione e di eliminarle; il grafico

DIRECTIONAL H/V che rappresenta la proiezione del HVSR lungo le diverse direzioni, da 0° a 180° in senso orario, dove 0° rappresenta la direzione del Nord dello strumento, e permette di vedere se una componente orizzontale è dominante sull'altra.

Infine il grafico SINGLE COMPONENT SPECTRA che mostra l'andamento delle singole componenti nelle tre direzioni (N-S, E-O e Verticale).

## ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

### *DATI UTILIZZATI PER LA STRATIGRAFIA DI SITO*

La ricostruzione della stratigrafia geologico sismica di dettaglio è basata sui risultati delle specifiche indagini eseguite con l'ausilio di dati presenti nella bibliografia specializzata.

In particolare sono state utilizzate ai fini della modellazione per lo studio di RSL:

- n. 1 stratigrafia da sondaggio a carotaggio continuo, esteso sino a 30 metri dal piano campagna;
- n. 1 prospezione sismica di tipo Down Hole;
- n. 2 prospezioni sismiche di tipo MASW;
- n. 1 prospezione sismica di tipo tomografico (HVSR).

Dall'analisi dei dati si è ricostruita la sismostratigrafia riportata nelle seguenti tabelle (**Vedi Allegato F e Tavola 4**):

Strato	Litotipo	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Densità (ton/m <sup>3</sup> )
1	Riporto e limi sabbiosi	0	4.0	375	1.79
2	Limi sabbiosi	4.0	19.0	449	1.98
3	Argille limose	23.0	40.0	472	2.00
4	Bedrock sismico	63.0	-	750	2.1

	Vs 30	Bedrock sismico stimato	Cat. suolo
DH	455 m/s	-	B
MASW 1	403 m/s	-	B
MASW 2	399 m/s	-	B
HVSR		63 m da p.c.	

L'analisi di risposta sismica locale effettuata ha evidenziato una amplificazione dell'accelerazione negli spettri di risposta elastici SLO e SLD ottenuti, rispetto agli spettri di normativa ottenuti per il sito in oggetto con suolo di cat. C e categoria topografica T1, sia alla profondità di 2.5 m che alla profondità di 4.0 m.

Per quanto riguarda invece gli stati limite SLV e SLC, alla profondità di 2.5 m dal p.c. gli spettri di risposta non sono risultati pienamente compresi in quelli di normativa pur non avendo mostrato valori di accelerazione ( $S_e$ ) maggiori di quelli massimi di normativa; mentre alla profondità di 4.0 m gli spettri di risposta elastici per SLV ed SLC non hanno mostrato una amplificazione dell'accelerazione rispetto agli spettri di normativa.

Sono stati, quindi, elaborati e messi in grafico anche gli spettri normalizzati.

A seguito dei risultati ottenuti si consiglia di utilizzare nella progettazione, quando è risultato essere in presenza di amplificazione gli spettri ottenuti con la normalizzazione, negli altri casi di utilizzare gli spettri di normativa per la categoria di suolo C

#### PARAMETRI DEGLI SPETTRI DI RISPOSTA ORIZZONTALE DI SITO NORMALIZZATI

##### PARAMETRI DEGLI SPETTRI DI RISPOSTA ORIZZONTALE PER GLI STATI LIMITE DI NORMATIVA (Cat. B)

PARAMETRI INDIPENDENTI				
	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_g$	0.056 g	0.069 g	0.145 g	0.177 g
$F_0$	2.509	2.500	2.544	2.576
$T_C$	0.270 s	0.283 s	0.317 s	0.327 s
$S_S$	1.200	1.200	1.200	1.200
$C_C$	1.429	1.416	1.384	1.376
$S_T$	1.000	1.000	1.000	1.000
PARAMETRI DIPENDENTI				
	SLO	SLD	SLV	SLC
S	1.200	1.200	1.200	1.200
$\eta$	1.000	1.000	1.000	1.000
$T_B$	0.129 s	0.133 s	0.146 s	0.150 s
$T_C$	0.386 s	0.400 s	0.439 s	0.450 s
$T_D$	1.824 s	1.874 s	2.181 s	2.309 s

## CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Secondo da quanto disposto dalle Norme Tecniche di Costruzione (NTC) del D.M. 14-01-2008, si è partiti dai valori medi per ricavare i valori caratteristici dei parametri di resistenza al taglio.

Applicando quanto contenuto nelle istruzioni del CSLP, si sono assunti come valori caratteristici i valori medi  $V_m = V_k$ .

Di conseguenza le precedenti relazioni saranno:  $\Phi^k = 33^\circ$ ;  $c_u$  (coesione non drenata) variabile tra 6 e 26 KPa)

In accordo con le NTC, sono stati effettuati i calcoli della resistenza allo stato limite ultimo (SLU) e allo stato limite di esercizio (SLE). Secondo la normativa la valutazione del grado di sicurezza si ottiene adottando il "Metodo semiprobabilistico dei coefficienti parziali" e verificando la relazione:

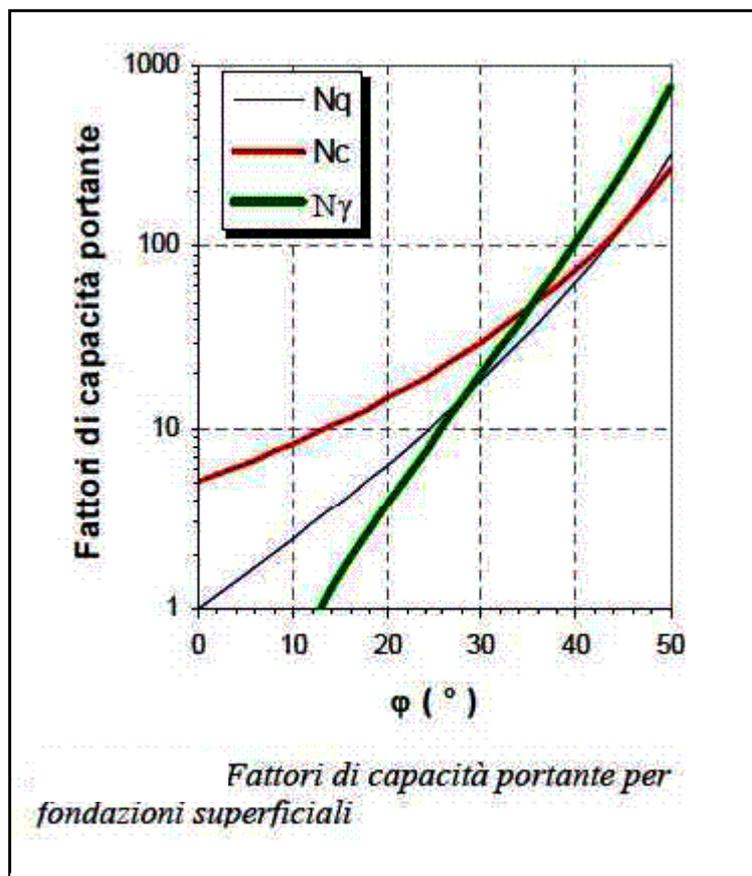
$$R_d > E_d$$

Dove:

$R_d$ : valore di progetto della resistenza del terreno.

$E_d$ : valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni.

A tale scopo la normativa impone l'utilizzo di coefficienti parziali ( $\gamma_m$ ) riduttivi da applicare ai valori caratteristici ( $V_k$ ) dei parametri di resistenza al taglio, secondo due



combinazioni denominate 1 e 2 dell'approccio 1.

Il calcolo della capacità portante della fondazione della struttura in esame è stato eseguito prevedendo una fondazione costituita da un reticolo di trave rovesce.

Si sono scelti i parametri geotecnici, considerando un valore medio, ricavati dalla prova prova di laboratorio alla profondità di 4,50 – 5,00, tali da garantire una maggiore sicurezza dell'opera.

$\gamma_n$	<i>peso di volume naturale</i>	15,45 KN/m <sup>3</sup>
$\gamma_s$	<i>peso specifico dei granuli</i>	25,79 KN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{sat}$	<i>peso di volume saturo</i>	17,82 KN/m <sup>3</sup>
$\phi$	<i>angolo di attrito interno</i>	33°
$c_u$	<i>coesione non drenata</i>	2 KPa

Applicando quanto contenuto nelle istruzioni del CSLP, si sono assunti come valori caratteristici i valori medi  $V_m = V_k$ .

Di conseguenza le precedenti relazioni saranno:  $\Phi'k = 33^\circ$ ;  $c_u$  (coesione non drenata) = 2 KPa

In accordo con le NTC, sono stati effettuati i calcoli della resistenza allo stato limite ultimo (SLU) e allo stato limite di esercizio (SLE). Secondo la normativa la valutazione del grado di sicurezza si ottiene adottando il "Metodo semiprobabilistico dei coefficienti parziali" e verificando la relazione:

$$R_d > E_d$$

Dove:

$R_d$ : valore di progetto della resistenza del terreno.

$E_d$ : valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni.

A tale scopo la normativa impone l'utilizzo di coefficienti parziali ( $\gamma_m$ ) riduttivi da applicare ai valori caratteristici ( $V_k$ ) dei parametri di resistenza al taglio, secondo due combinazioni denominate 1 e 2 dell'approccio

Si può concludere affermando che nel sito indagato, al di sotto di una coltre di terreno di riporto, sempre presente, si rinvengono depositi autoctoni prevalentemente granulari, da mediamente addensati a molto addensati, con caratteristiche geotecniche discrete ( $\phi$  medio pari a circa  $33^\circ$ ).

Per la verifica allo SLV (stato limite per la vita):

Il valore di  $a_g$  max viene definito come:

$$a_g \text{ max} = a_g \cdot (S_s \cdot S_t) = a_g \cdot S = 0.161 \cdot 1.2 = 0.193 \text{ g}$$

$$\text{oppure: } a_g \text{ max} = 0.161 \cdot 9.81 \cdot 1.2 = 1.89 \text{ m/sec}^2$$

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{vr}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale.

$A_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito.

$F_o$ : 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.

Per ciascun stato limite e relativa probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $V_r$ , il

periodo di ritorno  $T_r$  del sisma è dato da:

$$T_r = -V_r / \ln(1 - P_{vr}) = -C_u \cdot V_n / \ln(1 - P_{vr});$$

Tabella riassuntiva dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica:

Classe d'uso: classe III

Vita nominale: 50 anni

Categoria di suolo: B

Vita di riferimento: 50 anni

1) Il tipo di costruzione ricade nella categoria 3 con una vita nominale  $V_n \geq 75$  anni.

2) Classe d'uso III

3) Coefficiente d'uso  $C_u = 1.5$

4) Periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_r = V_n \cdot C_u = 75$  anni

## CONCLUSIONI

Sulla base delle notizie bibliografiche desumibili dalla letteratura e delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni in affioramento, si è proceduto a prendere in esame la campagna geognostica del Dicembre 2017 (**Vedi paragrafo indagini geognostiche e ALLEGATI A, B, C, D, E, F**) in Via di del Brennero, snc. presso la Scuola elementare e media "E. DE FILIPPO" nel Comune di Fonte Nuova (Roma), hanno permesso di trarre le seguenti considerazioni:

- il sito in esame, posto a quota topografica di circa 130 metri s.l.m., è localizzato su un'area sub - pianeggiante;
- analisi morfologiche hanno permesso di escludere nell'area d'intervento l'esistenza di fenomeni di dissesto sia in atto che potenziali come riportato dall'Autorità di Bacino Regionale;
- la falda acquifera principale si può intercettare in loco ad una profondità di circa 130 m. s.l.m. e quindi a circa 60 metri dal p.c. (piano campagna);
- non sono presenti pericoli sulla idoneità territoriale per quanto riguarda l'edificabilità dell'area oggetto di studio;
- l'area di studio rientra nelle competenze dell'Autorità di Bacino appartenente all'Autorità dei Bacini Regionali in cui non riporta nessun grado di rischio idrogeologico.
- i terreni presenti sono riconducibili a depositi piroclastici del Complesso Vulcanico dei Monti Sabatini. Ad un esiguo spessore di materiale di riporto (circa 100 cm); seguito da alternanze di terreni piroclastici di natura granulare costituiti da depositi limosi sabbiosi debolmente argillosi da sciolti a addensati; per terminare alla base con depositi di altra natura di tipo marino del pli-pleitocene rappresentato dalle argille di colore grigiastre compatte quest'ultime con l'aumentare della profondità aumentano le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazioni;

Il tetto relativo ai depositi piroclastici. è situato a circa 1,20 metri dal p.c. con caratteristiche geotecniche ( $\gamma_{sat} = 1.98 \text{ g/cm}^3$ ,  $\phi = 33^\circ$  Cu = 2 KPa).

Man mano che si procede con la profondità a circa 20, 00 metri da p.c. si trovano i depositi argillosi che con l'aumentare della profondità aumentano le caratteristiche geotecniche ( $\gamma_{sat} = 1.982 \text{ g/cm}^3$ ,  $\phi = 25^\circ$   $C_u = 33 \text{ KPa}$ ).

- in conclusione i terreni di fondazione o meglio la categoria di suolo di fondazione delle nuove costruzioni appartengono alla Categoria di suolo di fondazione B rispettivamente con  $V_{S(m/sec)} (SISMICA 1) = 403$   $V_{S(m/sec)} (SISMICA 2) 399$ .

In fase di realizzazione del progetto si consigliano alcune tipologie d'intervento:

- l'esecuzione di un adeguato sistema di drenaggio per la canalizzazione delle acque superficiali ed un rapido allontanamento delle acque meteoriche dalle fondazioni al fine di prevenire eventuali fenomeni di dissesto e non incrementare le spinte dei terreni sulle opere.

Nella zona a monte dell'opera, va posto un fosso di guardia a sezione trapezoidale, con fondo impermeabile (rivestito in pietrame oppure prefabbricato in calcestruzzo), disposto alla base del versante, che consenta di captare ed allontanare le acque di ruscellamento dei terreni soprastanti e convogliarle tramite tubazione idonea in area circostante la zona in studio.

Pertanto, sulla scorta di quanto precedentemente detto in relazione, è possibile definire una classe di Idoneità Territoriale in funzione della tipologia del progetto e delle caratteristiche geologico - tecniche del terreno che costituisce il substrato, si può procedere alla realizzazione dell'opera in progetto attenendosi alle raccomandazioni in precedenza descritte.

Secondo il D.M. 14/01/2008 aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Lazio n. 387 del 22 maggio 2009 e secondo art. 89 del DPR N.380/2001; in considerazione del fatto che il Comune di Fonte Nuova (RM) ricade tra i territori a media sismicità (Zona sismica 2B).

Nel rispetto delle variabili ambientali, mitigando l'impatto prodotto dagli interventi ed utilizzando metodologie mirate al ripristino delle condizioni e degli equilibri preesistenti.

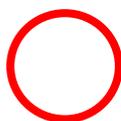
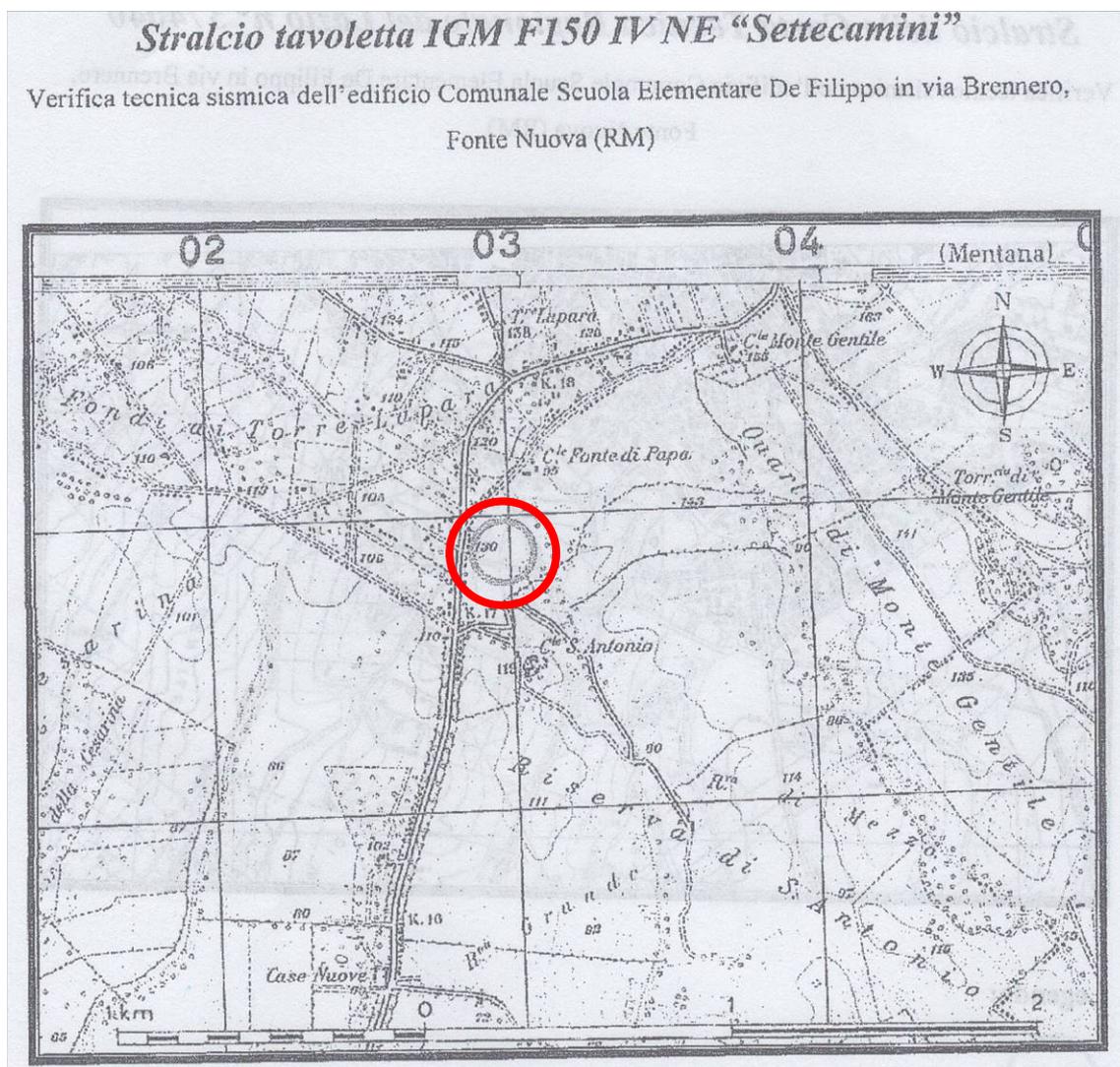
Al fine di mitigare l'impatto ambientale derivante dalla realizzazione degli interventi in progetto, si consiglia di utilizzare, sia in fase di cantiere sia di esercizio, metodologie mirate al mantenimento delle condizioni e degli equilibri preesistenti.

Si ritiene opportuno che, nella fase di scavo, sia tenuta in debita considerazione la stabilità degli edifici e delle strade esistenti nelle aree limitrofe.

Rocca di Papa (RM), 22 DICEMBRE 2017

*Dott. Geol. Rocco Sarli*

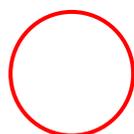
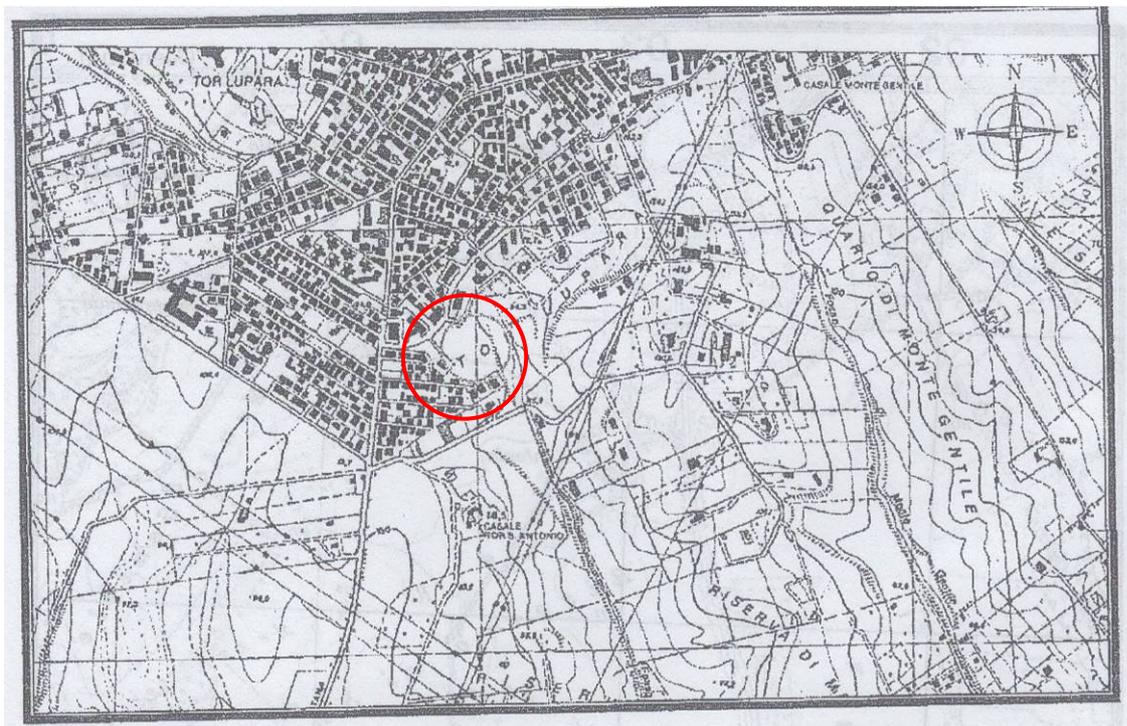
### CARTA TOPOGRAFICA



UBICAZIONE AREA

TAVOLA 1

## AEROFOTOGRAMMETRIA

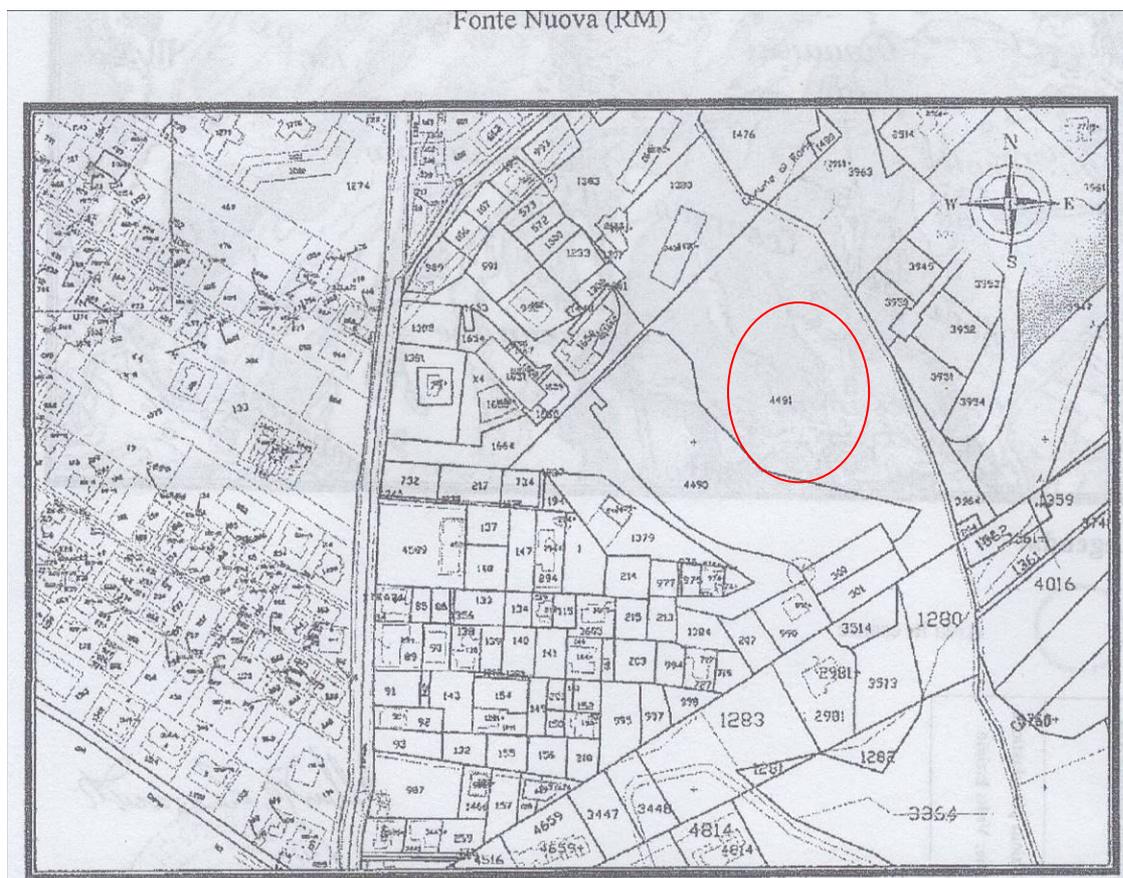


Ubicazione area

TAVOLA 2

**PLANIMETRIA CATASTALE**

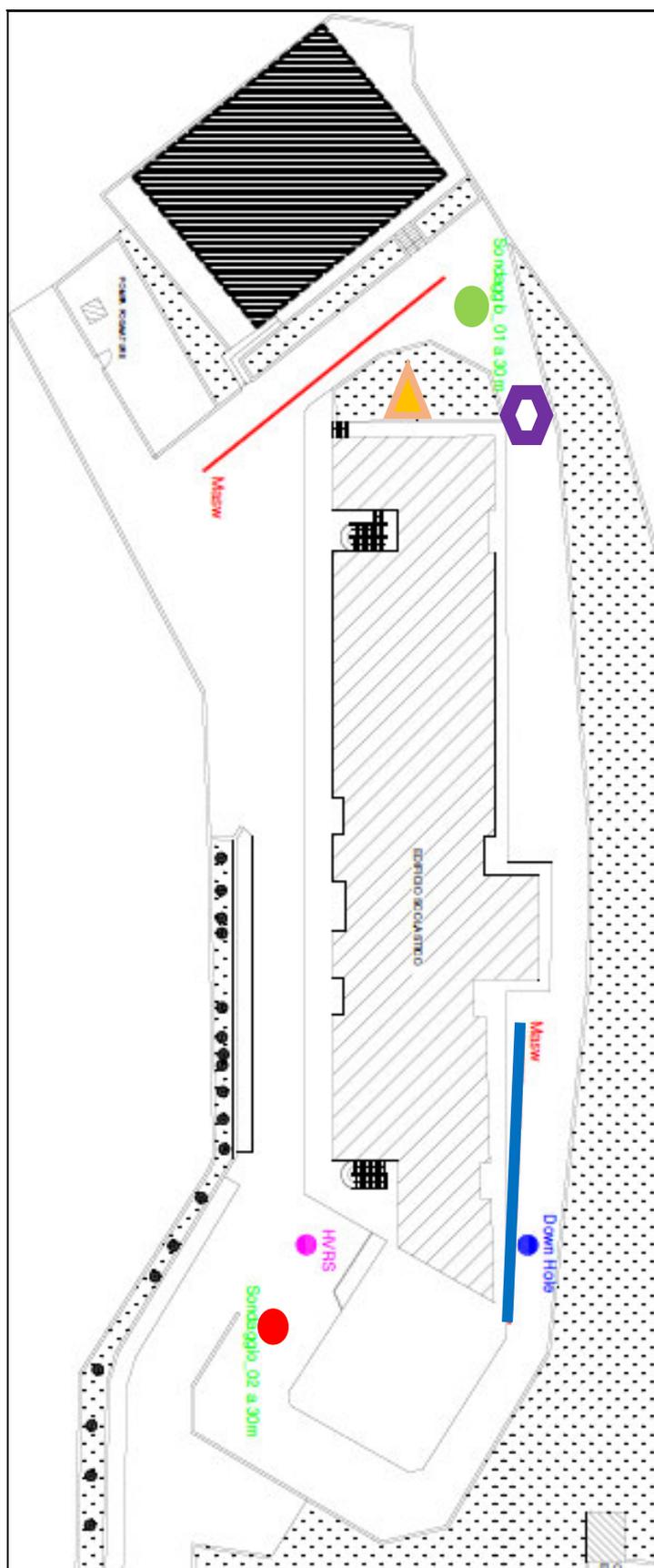
*Foglio 35 p. Ila n. 4490*



UBICAZIONE AREA

**TAVOLA 3**

**PLANIMETRIA GENERALE CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE**



**TAVOLA 4**



***Sondaggi a carotaggio continuo S.1***

***S.1 – foro di sondaggio a -30 m. dal p.c. - Risposta sismica locale (RSL)***



***S.2 - E' stato effettuato il DOWN-HOLL nel foro di sondaggio a -30 m. dal p.c.***



**Stendimento 1 - prospezione sismica Tipo M.A.S.W. (Parallele al versante)**



**Stendimento 2 - prospezione sismica Tipo M.A.S.W. (Perpendicolare al versante)**



**Prova penetrometrica DPSH - P.1**



**Risposta Sismica Locale (RLS)**

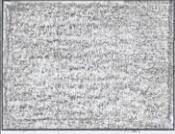


**HVSR**

CARTA GEOLOGICA DI DETTAGLIO



LEGENDA

	<i>Depositi piroclastici costituiti da materiale limoso - sabbioso debolmente argilloso di colore marrone scuro, poco addensato.</i>
	<i>Depositi limoso argilloso molto aterato di colore marrone chiaro, mediamente consistente.</i>
	<i>Deposito argilloso di colore grigiastro consistente.</i>

 UBICAZIONE AREA

TAVOLA 5

SA.CO. IMMOBILIARE S.A.S.  
STUDIO TECNICO SARLI  
C. so COSTITUENTE, 53/A  
00040 - ROCCA DI PAPA (ROMA)  
**TEL.NI 06/94749095 – 333/4087433**  
*E-MAIL: [roccosarli67@libero.it](mailto:roccosarli67@libero.it)*

*Committente:*  
COMUNE DI FONTE NUOVA  
"SETTORE III - OPERE PUBBLICHE"  
*Via Machiavelli,1*  
*Fonte Nuova (RM)*

## COMUNE DI FONTE NUOVA (Provincia di Roma)

### ALLEGATO A

#### STRATIGRAFIE SONDAGGI



IL TECNICO  
Dott. Geol. Rocco Sarli

**Rocca di Papa (RM), 22 DICEMBRE 2017**

**STRATIGRAFIA**

SCALA 1 : 100 Pagina 1/2

Riferimento: SCULA ELEMENTARE E MEDIA - E. DE FILIPPO-	Sondaggio: S.1
Località: FONTE NUOVA (RM)	Quota:
Impresa esecutrice: F.B. OPERE SPECIALI S.R.L.	Data: 04/12/2017
Coordinate:	Redattore: DOTT. GEOL. R. SARLI
Perforazione: ASTE E CAROTIERE	

o mm	R v	A f	Pz	metri barr.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 - 100	S.P.T.		RQD % 0 - 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				1									1,0	Riporto. Deposito costituito da materiale sabbioso-limoso di colore marrone, con inclusi litoidi di dimensioni variabili da 2 cm. e 5 cm.
				2										Deposito limoso debolmente sabbioso di colore marrone scuro. Si presenta poco addensato.
				3						3-8-12	20		3,0	Piroclastite costituita da sabbia con limo di colore marrone scuro, scarsamente addensata; si rilevano tracce di analcime, scorie ocre e rari cristallini micacei.
				4										
				5										
				6						4-9-13	22			
				7										
				8									8,0	Deposito limoso - sabbioso debolmente argilloso di colore marrone rossastro. Si presenta mediamente addensato.
				9										
				10										
				11						5-10-14	24			
				12										
				13										
				14										
				15										
				16										
				17										
				18										
				19										
				20										
				21										
				22										
				23									22,5	Deposito argilloso con limoso di colore avana verdastro, plastica, dura, ricca di velature nere di probabile origine organica, tracce di ossidazioni e concrezioni e clastini carbonatici.
				24										

**STRATIGRAFIA**

SCALA 1 : 100 Pagina 2/2

Riferimento: SCULA ELEMENTARE E MEDIA - E. DE FILIPPO-										Sondaggio: S.1					
Località: FONTE NUOVA (RM)										Quota:					
Impresa esecutrice: F.B. OPERE SPECIALI S.R.L.										Data: 04/12/2017					
Coordinate:										Redattore: DOTT. GEOL. R. SARLI					
Perforazione: ASTE E CAROTIERE															
Ø mm	R V	A F	S	Pz	metri ban.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 - 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 - 100	prof. m	DESCRIZIONE
					25.0										Deposito argilloso con limoso di colore avana verdastro, plastica, dura, ricca di velature nere di probabile origine organica, tracce di ossidazioni e concrezioni e clastini carbonatici.
					26.0										
					27.0										
					28.0										
					29.0										
					30.0										Deposito argilloso con limoso di colore avana verdastro, plastica, dura, ricca di velature nere di probabile origine organica, tracce di ossidazioni e concrezioni e clastini carbonatici.

Il materiale carotato è stato conservato in n° 6 cassette catalogatrici in PVC.

**STRATIGRAFIA**

SCALA 1 : 100 Pagina 1/2

Riferimento: SCULA ELEMENTARE E MEDIA - E. DE FILIPPO-	Sondaggio: S.2
Località: FONTE NUOVA (RM)	Quota:
Impresa esecutrice: F.B. OPERE SPECIALI S.R.L.	Data: 05/12/2017
Coordinate:	Redattore: DOTT. GEOL. R. SARLI
Perforazione: ASTE E CAROTIERE	

Prof. m	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 - 100	S.P.T.		RQD % 0 - 100	prof. m	DESCRIZIONE
						S.P.T.	N			
0.8									0.8	Riporto. Deposito costituito da materiale sabbioso-limoso di colore marrone, con inclusi litoidi di dimensioni variabili da 2 cm. e 5 cm.
2.2									2.2	Deposito limoso debolmente sabbioso di colore marrone scuro. Si presenta poco addensato.
3-8-12						3-8-12	20			Piroclastite costituita da sabbia con limo di colore marrone scuro, scarsamente addensata; si rilevano tracce di analcime, scorie ocre e rari cristallini micacei.
4-9-13						4-9-13	22			
5-10-14						5-10-14	24			Deposito limoso - sabbioso debolmente argilloso di colore marrone rossastro. Si presenta mediamente addensato.
16.5									16.5	
23.8									23.8	Deposito argilloso con limoso di colore avana verdastro, plastica, dura, ricca di velature nere di probabile origine organica, tracce di ossidazioni e concrezioni e clastini carbonatici.
24									24	Deposito argilloso di colore grigiastro, molto consistente.

**STRATIGRAFIA**

SCALA 1 : 100 Pagina 2/2

Riferimento: SCULA ELEMENTARE E MEDIA - E. DE FILIPPO-	Sondaggio: S.1
Località: FONTE NUOVA (RM)	Quota:
Impresa esecutrice: F.B. OPERE SPECIALI S.R.L.	Data: 04/12/2017
Coordinate:	Redattore: DOTT. GEOL. R. SARLI
Perforazione: ASTE E CAROTIERE	

Ø mm	R v	A r	Pz s	metri ban.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				25										Deposito argilloso di colore grigiastro, molto consistente.
				26										
				27										
				28										
				29										
127				30									30.0	

Il materiale carotato è stato conservato in n° 6 cassette catalogatrici in PVC.  
Il sondaggio è stato attrezzato per prova DOWN-HOLE.

SA.CO. IMMOBILIARE S.A.S.  
STUDIO TECNICO SARLI  
C. so COSTITUENTE, 53/A  
00040 - ROCCA DI PAPA (ROMA)  
TEL.NI 06/94749095 – 333/4087433  
E-MAIL: [roccosarli67@libero.it](mailto:roccosarli67@libero.it)

*Committente:*  
COMUNE DI FONTE NUOVA  
"SETTORE III - OPERE PUBBLICHE"  
Via Machiavelli, 1  
Fonte Nuova (RM)

## COMUNE DI FONTE NUOVA (Provincia di Roma)

### ALLEGATO B

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



IL TECNICO  
Dott. Geol. Rocco Sarli

**Rocca di Papa (RM), 22 DICEMBRE 2017**

**Località:** VIA BRENNERO - SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA "E. DE FILIPPO" – FONTE NUOVA (RM)



*Sondaggio n. 1 - Cassetta catalogatrice n.1 (prof. da 0.00 a 5.00 m)*



*Sondaggio n.1 - Cassetta catalogatrice n.2 (prof. da 5.00 a 10.00 metri)*

**Località:** VIA BRENNERO - SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA "E. DE FILIPPO" – FONTE NUOVA (RM)



*Sondaggio n. 1 - Cassetta catalogatrice n.3 (prof. da 10.00 a 15.00 m)*



*Sondaggio n. 1 - Cassetta catalogatrice n.4 (prof. da 15.00 a 20.00 m)*

**Località:** VIA BRENNERO - SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA "E. DE FILIPPO" – FONTE NUOVA (RM)



*Sondaggio n. 1 - Cassetta catalogatrice n.5 (prof. da 20.00 a 25.00 m)*



*Sondaggio n. 1 - Cassetta catalogatrice n.5 (prof. da 25.00 a 30.00)*

**Località:** VIA BRENNERO - SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA "E. DE FILIPPO" – FONTE NUOVA(RM)



*Sondaggio n. 2 - Cassetta catalogatrice n.1 (prof. da 0.00 a 5.00 m)*



*Sondaggio n.2 - Cassetta catalogatrice n.2 (prof. da 5.00 a 10.00 metri)*

**Località:** VIA BRENNERO - SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA "E. DE FILIPPO" -  
FONTE NUOVA (RM)



*Sondaggio n. 2 - Cassetta catalogatrice n.3 (prof. da 10.00 a 15.00 m)*



*Sondaggio n.2 - Cassetta catalogatrice n.3 (prof. da 15.00 a 20.00 metri)*

**Località:** VIA BRENNERO-SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA "E. DE FILIPPO"-FONTE NUOVA(RM)



*Sondaggio n. 2 - Cassetta catalogatrice n.5 (prof. da 20.00 a 25.00 m)*



*Sondaggio n.2 - Cassetta catalogatrice n.6 (prof. da 25.00 a 30.00 metri)*

SA.CO. IMMOBILIARE S.A.S.  
STUDIO TECNICO SARLI  
C. so COSTITUENTE, 53/A  
00040 - ROCCA DI PAPA (ROMA)  
**TEL.NI 06/94749095 – 333/4087433**  
*E-MAIL: [roccosarli67@libero.it](mailto:roccosarli67@libero.it)*

*Committente:*  
COMUNE DI FONTE NUOVA  
"SETTORE III - OPERE PUBBLICHE"  
*Via Machiavelli, 1*  
*Fonte Nuova (RM)*

**COMUNE DI FONTE NUOVA**  
**(Provincia di Roma)**

**ALLEGATO C**

CERTIFICAZIONE DELLE PROVE DI LABORATORIO.

IL TECNICO  
Dott. Geol. Rocco Sarli

**Rocca di Papa (RM), 22 DICEMBRE 2017**



dott. R. Sarli - SA.CO. Immobiliare  
per Comune di Fonte Nuova (RM)

Scuola elementare e media "E. De Filippo"  
Fonte Nuova (RM)

## RISULTATI PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

VERBALE DI ACCETTAZIONE: 639	DATA VERBALE :	07/12/17	IL DIRETTORE DEL LABORATORIO DOTT. RICCARDO RAMPI 
COMMESSA: 561	DATA EMISSIONE CERTIFICATI:	20/12/17	
CNG s.r.l. Sede Legale e Uffici Tecnici: Via Squinzano, 87 - 00133 - Roma Tel/Fax 06 2018088 - WEB: www.congeo.it - E-mail: cng@congeo.it - PEC: cngar@pec.it C. F. e P. I.V.A. 11215291003 - R.E.A. n. 1287827 - c.a. 10.000,00 € i.v. Aziende con Sistema Qualità Certificato N° IT239744			

MTSC0-mezzo2015

COMUNE DI FONTE NUOVA "SETTORE III OPERE PUBBLICHE - COMUNE DI FONTE NUOVA (RM)  
- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Certificazione Ufficiale - Settore "C" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERIO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4337  
DPR 28/02/01 - Classe 7/10/07/2010

Azienda con Sistema Qualità Certificato N° IT22927

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Salaria, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 20130581/20130582	<b>dott. R. Sarli - S.A.CO. immobiliare per Comune di Fonte Nuova (RM)</b>	<b>Data: 20/12/2017</b>
	<b>Scuola elementare e media "E. De Filippo"</b>	
	<b>Fonte Nuova (RM)</b>	
		<b>N° Commessa 681</b>
		<b>N° Verbale 838</b>

**QUADRO SINOTTICO DEI RISULTATI**

DETERMINAZIONE		SONDAGGIO		1		1																	
		CAMPIONE		1	2																		
		da m		4,50	25,50																		
		a m		5,00	26,00																		
		N° laborat.		2514	2515																		
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	W <sub>n</sub>	(%)	19,5	25,4																			
INDICE DEI VUOTI	e	(-)	0,99	0,89																			
POROSITA'	n	(%)	49,9	41,0																			
GRADO DI SATURAZIONE	S <sub>r</sub>	(%)	51,8	99,8																			
PESO DI VOLUME NATURALE	γ <sub>n</sub>	(kN/m <sup>3</sup> )	15,45	19,81																			
PESO DI VOLUME SECCO	γ <sub>d</sub>	(kN/m <sup>3</sup> )	12,95	15,80																			
PESO DI VOLUME SATURO	γ <sub>sat</sub>	(kN/m <sup>3</sup> )	17,82	19,82																			
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ <sub>s</sub>	(kN/m <sup>3</sup> )	25,79	26,77																			
FRAZIONE GHIAIOSA	G	(%)	5,2	0,0																			
FRAZIONE SABBIOSA	S	(%)	66,2	1,8																			
FRAZIONE LIMOSA	L	(%)	26,8	37,7																			
FRAZIONE ARGILLOSA	A	(%)		60,7																			
LIMITE DI LIQUIDITA'	W <sub>L</sub>	(%)		50,4																			
LIMITE DI PLASTICITA'	W <sub>p</sub>	(%)		26,2																			
INDICE DI PLASTICITA'	IP	(%)		22,2																			
INDICE DI CONSISTENZA	IC	(-)		1,1																			
LIMITE DI RIPIRO	W <sub>p</sub>	(%)																					
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S. (S.I.)	U.S.C.S.	(-)	N.D.	MH																			
CLASSIFICAZIONE AASHTO	AASHTO	(-)	N.D.	A-7-B																			
VANE TEST (MEDIA DI PIU' VALORI)		(kPa)	/	206																			
POCKET PENETROMETER (MEDIA O RANGE DI PIU' VALORI)		(kPa)	/	526																			
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA	σ	(kPa)		361																			
	ε	(%)		1,9																			
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO CD*	σ'	(kPa)	2	33																			
	φ'	(°)	33	25																			
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO	σ <sub>r</sub>	(kPa)																					
	φ <sub>r</sub>	(°)																					
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE UU	σ <sub>u</sub>	(kPa)																					
	φ <sub>u</sub>	(°)																					
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CU	σ	(kPa)																					
	φ	(°)																					
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CD	σ'	(kPa)																					
	φ'	(°)																					
MODULO DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA (kPa)	E	12.3026(kPa)																					
	E	2549(kPa)																					
	E	4695(kPa)																					
	E	99196(kPa)																					
	E	196260(kPa)																					
	E	392785(kPa)																					
	E	785159(kPa)																					
	E	1580718(kPa)																					
COEFFICIENTE DI CONSOLIDAZIONE	C <sub>v</sub>	12.3026(kPa)																					
	C <sub>v</sub>	2549(kPa)																					
	C <sub>v</sub>	4695(kPa)																					
	C <sub>v</sub>	99196(kPa)																					
	C <sub>v</sub>	196260(kPa)																					
	C <sub>v</sub>	392785(kPa)																					
	C <sub>v</sub>	785159(kPa)																					
	C <sub>v</sub>	1580718(kPa)																					
zione della pressione di rigonfiamento in cella	RG	(kPa)																					
PROVA PROCTOR	PR	(kN/m <sup>3</sup> )																					
	w	(%)																					
ndice CBR su un provino preparato in laboratorio me	CBR	(a 2,5 m/m)																					
CONTENUTO IN CARBONATI TOTALI	CAT	(%)																					
Prova di permeabilità in edometro	K	(m/sec)																					

\* NEL TD I VALORI DI C' E φ' SONO IL RISULTATO DI UNA RETTA DI INVILUPPO CHE PASSA PER I TRE PUNTI COME LINEA DI INTERPOLAZIONE, SENZA ALCUNA INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

MTSae-marzo2015

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cngp@cnggeo.it	dott. R. Sarli - SA.CO. Immobiliare per Comune di Fonte Nuova (RM)	SOND.: 1 CAMP.: 1	PAGINA: 1
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)	da m: 4,50 a m: 5,00	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 2514
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 07/12/17	DATA EMISSIONE CERTIFICATI 20/12/17	

**FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE  
CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE**

**CARATTERISTICHE CHIMICHE**

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

**CARATTERISTICHE FISICHE**

UMIDITA' NATURALE	$W_n$	19,5 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	$\gamma_n$	15,45 (kN/m <sup>3</sup> )
INDICE DEI VUOTI	$e$	0,99 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	$\gamma_d$	12,93 (kN/m <sup>3</sup> )
POROSITA'	$n$	49,9 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	$\gamma_{sat}$	17,82 (kN/m <sup>3</sup> )
GRADO DI SATURAZ.	$S_r$	51,6 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	$\gamma_s$	25,79 (kN/m <sup>3</sup> )

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)**

SABBIA CON LIMO (E ARGILLA) DEB. GHIAIOSA			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%) 27,9		
GHIAIA (%): 64 - 2 mm	SABBIA (%): 2 - 0,0625 mm	LIMO (%): 0,0625 - 0,0039 mm	ARGILLA (%): < 0,0039 mm	U.S.C.S.	AASHTO
5,2	68,2	26,5	/	N.D.	N.D.

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'**

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'		/	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC	
LIMITE DI LIQUIDITA'	$W_L$	(%)	LIMITE DI RITIRO	$W_s$
LIMITE DI PLASTICITA'	$W_p$	(%)	INDICE DI CONSISTENZA	IC
INDICE DI PLASTICITA'	IP	(%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		(kPa)	PERMEABILITA'	k
				(m/sec)

**CARATTERISTICHE MECCANICHE**

VAN TEST		/	$C_u$ (kPa)	POCKET PENETROMETER		/	$q_f$ (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA				$\sigma_f$	(kPa)	$\epsilon$	(%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.				VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI	
				$C^*$	2 (kPa)	$C_r$	(kPa)
				$\phi^*$	33 (°)	$\phi_r$	(°)
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	CID			CIU		UU	
	$C^*$	(kPa)		C	(kPa)	$C_u$	(kPa)
	$\phi^*$	(°)		$\phi$	(°)	$\phi_u$	(°)

**CARATTERISTICHE EDOMETRICHE**

DA $\sigma'$	A $\sigma'$	$E_{ed}$	$m_v$	$c_v$	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa <sup>-1</sup> )	(cm <sup>2</sup> /sec)	(cm/sec)

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR	P. VOLUME SEC. $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )
INDICE CBR (5,0) (%) =	PESO DI VOL. UMIDO $\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	UMIDITA' W (%)

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEit-marzo2015

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 360/2001 - Circolare 7816/STC/010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOLOGICO Via Squinzano, 57 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	<b>dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare</b> per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1	PAGINA: 2
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		CAMP.: 1	
	N° VERBALE 639	N° COMMESSA 561	da m: 4,50 a m: 5,00	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
DATA RICEVIMENTO CAMPIONE	07/12/17	DATA APERTURA CAMPIONE	12/12/17	DATA EMISSIONE CERTIFICATO
				20/12/17

**SCHEDA CAMPIONE**

**CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO**

TIPO DI PERFORAZIONE	ASTE E CAROTIERE	TIPO DI CAMPIONATORE	SHELBY
TIPO DI CONTENITORE	INOX	LUNGHEZZA CONTENITORE (cm)	50
LUNGHEZZA REALE CAMPIONE (cm)	50	DIAMETRO CAMPIONE (mm)	80

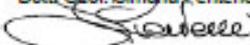
**DESCRIZIONE ED ANALISI PRELIMINARI**

POCKET (kPa)	V. TEST (kPa)	CAMPIONE	UBICAZIONE PROVE	DESCRIZIONE		
/	/			Sabbia con limo di colore marrone scuro, scarsamente addensata; si rilevano tracce di analcime, scorie ocra e rari cristallini micacel.		
/	/					
/	/					
/	/		← TD			
/	/					
/	/	Basso	STATO DICHIARATO DEL CAMPIONE:	INDISTURBATO	REAZIONE ALL'HC:	ASSENTE
SABBIA CON LIMO (E ARGILLA) DEB. GHIAIOSA				CLASSE DI QUALITA' (BS 5830 1981):	1	

**DETERMINAZIONI ESEGUITE**

PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE	PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA <b>X</b>	12/12/17	15/12/17	PROVA TRIASSIALE TIPO CID		
PESO DI VOLUME NATURALE <b>X</b>	12/12/17	14/12/17	PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR		
PESO SPECIFICO DEI GRANULI <b>X</b>	18/12/17	19/12/17	PROVA C.B.R.		
ANALISI GRANULOMETRICA <b>X</b>	13/12/17	14/12/17	PROVA DI PERMEABILITA' IN EDOMETRO A CARICO VARIABILE		
LIMITI DI ATTERBERG			PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA TRIASSIALE		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D. <b>X</b>	12/12/17	14/12/17	PERMEABILITA' IN PERMEAMETRO		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO			DETERMINAZIONE PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA			PROVA DI RIGONFIAMENTO METODO HUDER-AMBERG		
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA			DETERMINAZIONE DEFORMAZIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA TRIASSIALE TIPO UU			DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI CARBONATI		
PROVA TRIASSIALE TIPO CIU			DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI SOSTANZE ORGANICHE		
PROVA DI COLONNA RISONANTE (RC)			PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO (TTC)		

**NOTE**

LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentene  


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi  


Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEso-marzo2015

COMUNE DI FONTE NUOVA "SETTORE III OPERE PUBBLICHE - COMUNE DI FONTE NUOVA (RM)  
- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 300/2001 - Circolare 7618/STG/2010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Scuinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	<b>dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare</b> per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1	PAGINA: 3
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		CAMP.: 1	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
			da m: 4,50	N° CERTIFICATO
			a m: 5,00	9805 WN
N° VERBALE 639	N° COMMESSA 561	ID. INTERNO 2514		
DATA RICEVIMENTO CAMP. 07/12/17	DATA EMISSIONE CERTIF. 20/12/17	DATA INIZIO PROVA 12/12/17	DATA FINE PROVA 15/12/17	

**CONTENUTO D'ACQUA NATURALE  $W_n$**   
ASTM D 2216

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO (E ARGILLA) DEB GHIAIOSA
-----------------------------------	---	--

PROVA DI RIFERIMENTO	$W_1$	$W_2$	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
PESO CAPS. (g)	29,72	29,17					29,96	28,84	29,77	
P.UMIDO+CAPS. (g)	65,09	71,56					63,38	73,26	68,8	
P.SECCO+CAPS. (g)	59,29	64,95					57,91	65,63	62,49	
<b>W (%)</b>	19,6	18,5					19,6	20,7	19,3	

PROVA DI RIFERIMENTO	ELL	ELL	ELL	UU	UU	UU	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
PESO CAPS. (g)										
P.UMIDO+CAPS. (g)										
P.SECCO+CAPS. (g)										
<b>W (%)</b>										

MEDIA VALORI $W_h$	19,9	MEDIA VALORI $W_h$	/	MEDIA VALORI $W_h$	/	<b><math>W_n</math> MEDIO TOTALE</b>
TRATTO PROVA TD	(%)	TRATTO PROVA Trx CID		TRATTO PROVA ELL		18,6 (%)

**NOTE**

I contenuti d'acqua naturale  $W_1$  e  $W_2$  si riferiscono all'apertura del campione.

LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentenè  


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi  


COMUNE DI FONTE NUOVA "SETTORE III OPERE PUBBLICHE - COMUNE DI FONTE NUOVA (RM)  
- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4637  
DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOLOGICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	<b>dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare</b> per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1	PAGINA: 4
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		CAMP.: 1	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	N° VERBALE 639	N° COMMESSA 561	da m: 4,50 a m: 5,00	N° CERTIFICATO 3806 PV
DATA RICEVIMENTO CAMP. 07/12/17	DATA EMISSIONE CERTIF. 20/12/17	DATA INIZIO PROVA 12/12/17	DATA FINE PROVA 14/12/17	

**PESO DI VOLUME NATURALE  $\gamma_n$**   
ASTM D 2937

Classe di qualità (BS 5930:1981): 1	SABBIA CON LIMO (E ARGILLA) DEB.GHIAIOSA
-------------------------------------	--

PROVA DI RIFERIMENTO	$\gamma_{n1}$	$\gamma_{n2}$	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
VOL. FUST. (cm <sup>3</sup> )							57,58	57,58	57,58	
P. FUST. (g)							50,51	50,51	50,51	
PESO TOTALE (g)							155,69	158,14	157,57	
$\gamma_n$ (kNm <sup>-3</sup> )							15,24	15,60	15,51	

PROVA DI RIFERIMENTO	UU	UU	UU	ELL	ELL	ELL	PR. RIO.	HUDER-A.	RC	TTC
VOL. FUST. (cm <sup>3</sup> )										
P. FUST. (g)										
PESO TOTALE (g)										
$\gamma_n$ (kNm <sup>-3</sup> )										

MEDIA VALORI $\gamma_n$	15,45	MEDIA VALORI $\gamma_n$	/	MEDIA VALORI $\gamma_n$	/	$\gamma_n$ MEDIO TOTALE	
TRATTO PROVA TD	(kNm <sup>-3</sup> )	TRATTO PROVA Trx CID		TRATTO PROVA ELL		15,45 (kNm <sup>-3</sup> )	

NOTE

LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4637  
DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018085 cng@congeo.it	<b>dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare</b> per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1	PAGINA: 5
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		CAMP.: 1	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
N° VERBALE 639	N° COMMESSA 551	ID. INTERNO 2514	N° CERTIFICATO <b>9807</b> pGR	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 07/12/17	DATA EMISSIONE CERTIF. 20/12/17	DATA INIZIO PROVA 18/12/17	DATA FINE PROVA 19/12/17	

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI  $\gamma_s$**   
ASTM D 854

Classe di qualità (BS 5830:1981):	1	SABBIA CON LIMO (E ARGILLA) DEB. GHIAIOSA
-----------------------------------	---	---

NUMERO PICNOMETRO	15	18						
TEMPERATURA	15,8	15,8						
PESO PICNOMETRO + ACQUA	210,69	202,40						
PESO PICNOMETRO + ACQUA + TERRA	219,99	211,82						
PESO TERRA SECCA	15,08	15,14						
PESO SPECIFICO	25,61	25,97						
<b>MEDIA <math>\gamma_s</math> (kN/m<sup>3</sup>)</b>			<b>25,79</b>					

NOTE

LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentene  


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi  




Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 360/2001 - Circolare 7816/STC/2010

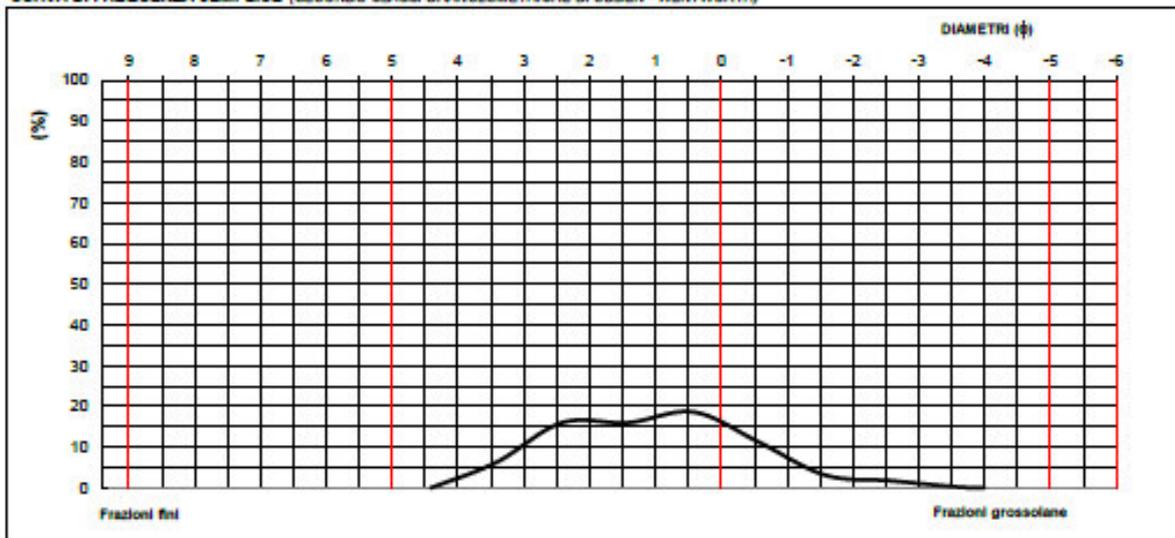
 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@cnggeo.it	dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare per Comune di Fonte Nuova (RM)	SOND.: 1 CAMP.: 1	PAGINA: 7
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)	da m: 4,50 a m: 5,00	PAGINA ALLEGATO 1 di 1
	DATA INIZIO PROVA: 13/12/17      DATA FINE PROVA: 14/12/17		

**ANALISI GRANULOMETRICA**  
ASTM D 422

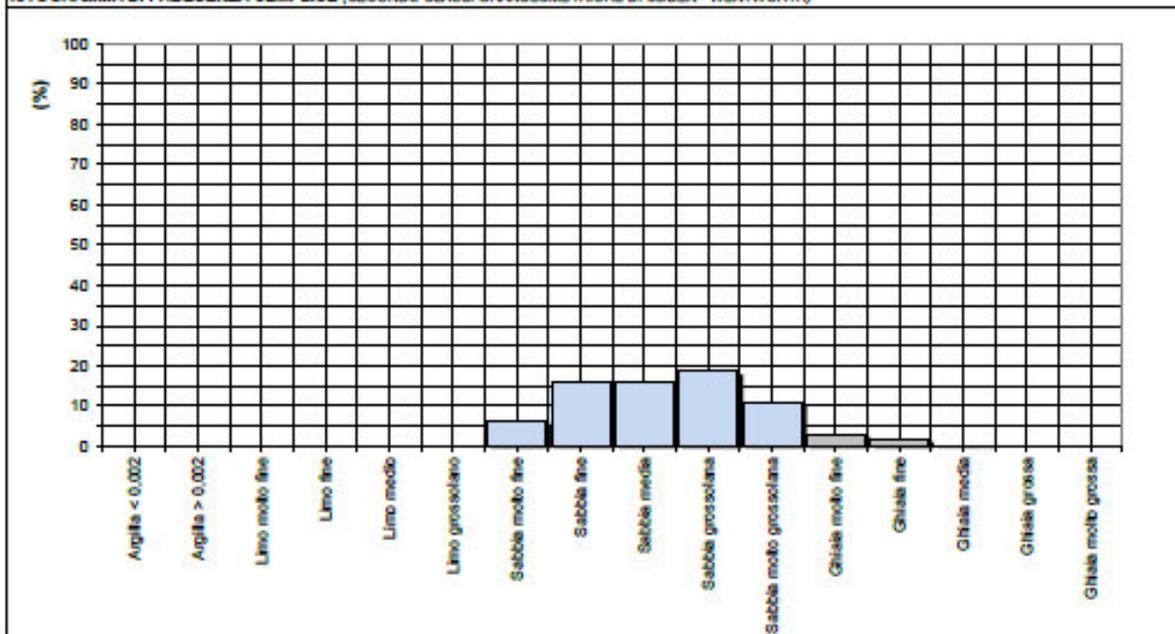
PARAMETRI STATISTICI (SECONDO FOLK & WARD)

INDICE DI APPIATTIMENTO	$K_G$	/	/	Mean Size	/
SIMMETRIA	$Sk_1$	/	/	Median ( $\phi$ )	/
CLASSAZIONE	$\sigma_1$	/	/	Classi modali ( $\phi$ )	0,4    2,4
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.: SABBIA LIMOSA (E ARGILLOSA) DEB. GHIAIOSA					
NOTE: I parametri statistici non sono stati calcolati in quanto manca l'analisi granulometrica degli elementi con $\phi < 0,075$ mm					

CURVA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH)



ISTOGRAMMA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH)



Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEag-giugno2015

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 360/2001 - Circolare 7018/STC/2010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018085 cng@cnggeo.it	dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1	PAGINA: 9
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		CAMP.: 1	PAGINA CERTIFICATO 1 di 3
N° VERBALE 639	N° COMMESSA 561	ID. INTERNO 2514	N° CERTIFICATO <b>9809 TO</b>	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 07/12/17	DATA EMISSIONE CERTIF. 20/12/17	DATA INIZIO PROVA 12/12/17	DATA FINE PROVA 14/12/17	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D. ASTM D 3080**

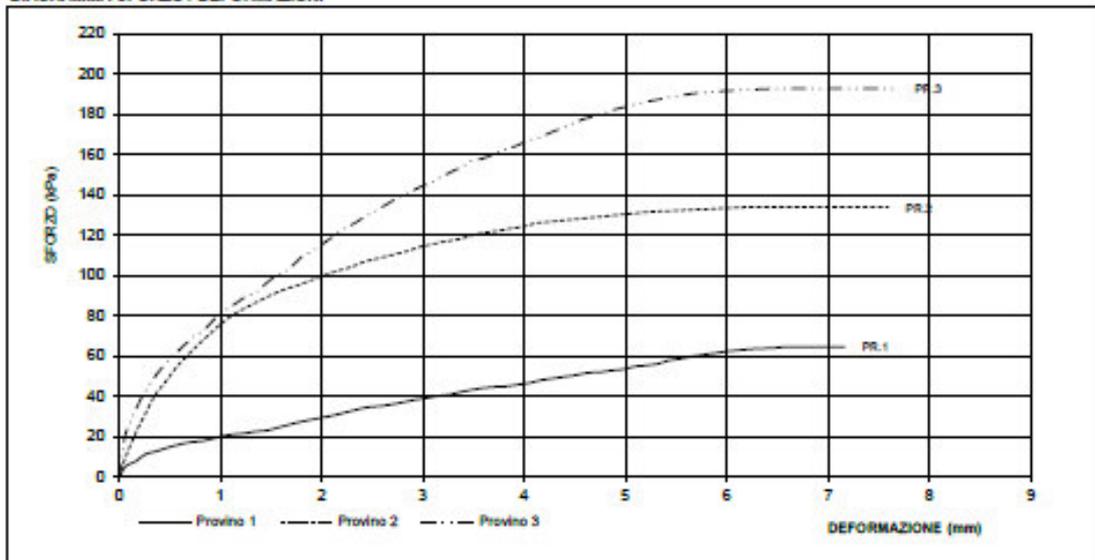
**CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE E AL TAGLIO**

PROVINO N°	LATO L (mm)	ALTEZZA H (mm)	INIZIO CONS. VOL. (cm³)	UMIDITA' NAT. Wn (%)	PESO DI VOL. $\gamma_s$ (kN/m³)	CONSOLIDAZIONE 24 h		FINE CONSOL. VOL. (cm³)	VELOCITA' (mm/min)	VALORI DI SFORZO MAX.	
						$\sigma'$ (kPa)	CEDIM. (mm)			$\tau$ (kPa)	$\delta_s$ (mm)
1	60,00	18,80	67,68	19,6	15,24	98	0,445	66,1	0,05	64,66	6,586
2	60,00	18,80	67,68	20,7	15,60	196	0,681	65,2	0,05	133,92	6,177
3	60,00	18,80	67,68	19,3	15,51	294	0,791	64,8	0,05	192,81	6,445

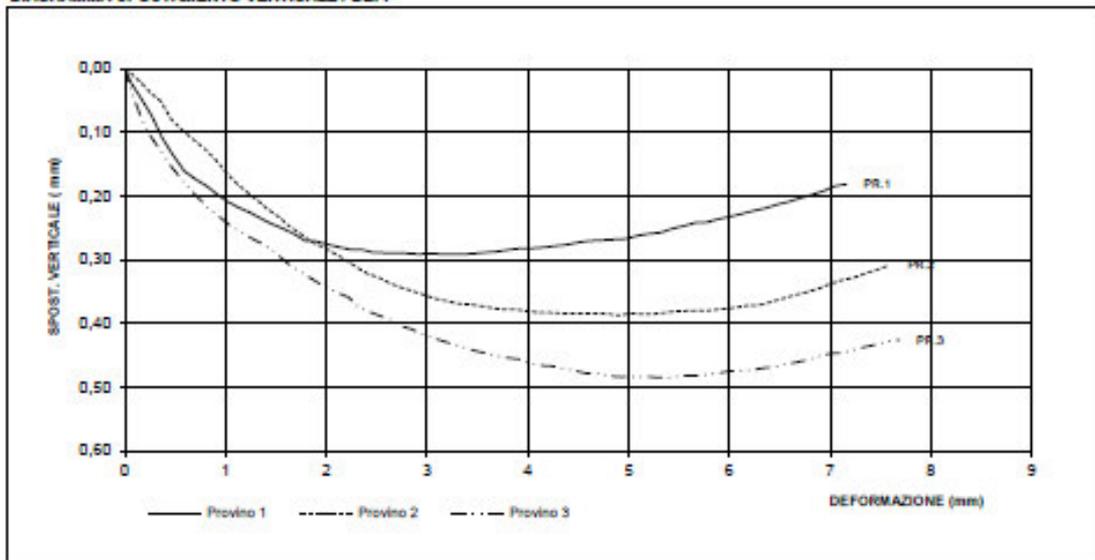
**CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE**

Classe di qualità (BS 5890:1981):	1	INDISTURBATO	SABBIA CON LIMO (E ARGILLA) DEB. GHIAIOSA
-----------------------------------	---	--------------	---

**DIAGRAMMA SFORZO / DEFORMAZIONI**



**DIAGRAMMA SPOSTAMENTO VERTICALE / DEF.**



LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEto-marzo2015

COMUNE DI FONTE NUOVA "SETTORE III OPERE PUBBLICHE - COMUNE DI FONTE NUOVA (RM)  
- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 3600001 - Circolare 7018/STC/0210

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018085 cng@cnggeo.it	<b>dot. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare</b> per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1 CAMP.: 1	PAGINA: 10 PAGINA CERTIFICATO 2 di 3
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		da m: 4,50 a m: 5,00	N° CERTIFICATO 9809 TD
N° VERBALE 639		N° COMMESSA 561		ID. INTERNO 2514
DATA RICEVIMENTO CAMP. 07/12/17		DATA EMISSIONE CERTIF. 20/12/17		DATA INIZIO PROVA 12/12/17 DATA FINE PROVA 14/12/17

**DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO**

PROVINO 1											
PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 88											
Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.
0,00	0,00	0,000	2,92	38,31	0,291	6,01	62,42	0,232			
0,06	5,22	0,023	3,03	39,15	0,290	6,12	62,98	0,228			
0,16	7,74	0,046	3,15	40,27	0,291	6,24	63,54	0,223			
0,27	11,39	0,073	3,26	40,83	0,291	6,36	63,82	0,219			
0,37	12,79	0,108	3,38	42,23	0,291	6,47	64,10	0,213			
0,47	14,47	0,134	3,49	43,35	0,290	6,59	64,66	0,209			
0,59	16,15	0,161	3,60	44,19	0,288	6,70	64,66	0,203			
0,70	17,28	0,173	3,71	44,76	0,287	6,82	64,66	0,198			
0,81	17,84	0,184	3,82	45,04	0,284	6,93	64,66	0,192			
0,92	18,96	0,197	3,94	45,88	0,282	7,05	64,66	0,184			
1,02	20,36	0,209	4,05	46,72	0,282	7,16	64,66	0,181			
1,13	21,20	0,218	4,17	48,12	0,280						
1,24	21,76	0,226	4,29	48,96	0,278						
1,35	22,60	0,235	4,40	49,80	0,276						
1,46	23,16	0,244	4,52	50,64	0,272						
1,57	24,57	0,251	4,63	51,77	0,270						
1,68	25,97	0,259	4,75	52,05	0,269						
1,79	27,37	0,270	4,86	52,89	0,268						
1,90	28,49	0,271	4,97	53,45	0,267						
2,01	29,61	0,276	5,09	54,85	0,262						
2,13	30,73	0,280	5,20	55,41	0,259						
2,24	32,14	0,284	5,32	56,25	0,257						
2,35	33,54	0,284	5,43	57,93	0,251						
2,46	34,66	0,288	5,55	58,78	0,247						
2,58	35,22	0,289	5,66	59,90	0,242						
2,69	36,06	0,289	5,78	60,74	0,241						
2,81	37,18	0,290	5,89	61,58	0,236						

PROVINO 2											
PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 198											
Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.
0,00	0,00	0,000	2,86	112,33	0,349	5,94	133,36	0,377			
0,06	9,14	0,007	2,97	114,29	0,355	6,06	133,64	0,375			
0,16	21,48	0,022	3,08	115,42	0,361	6,18	133,92	0,372			
0,26	31,02	0,038	3,20	116,82	0,365	6,30	133,92	0,371			
0,36	40,83	0,051	3,32	117,66	0,369	6,41	133,92	0,366			
0,46	47,56	0,080	3,43	119,06	0,370	6,53	133,92	0,361			
0,57	54,57	0,096	3,54	120,74	0,373	6,65	133,92	0,355			
0,67	60,18	0,110	3,65	121,59	0,376	6,77	133,92	0,351			
0,78	65,50	0,124	3,77	122,43	0,378	6,89	133,92	0,345			
0,89	70,55	0,140	3,89	123,55	0,378	7,00	133,92	0,338			
0,99	75,32	0,160	4,00	124,39	0,381	7,12	133,92	0,332			
1,10	79,52	0,178	4,12	126,07	0,383	7,23	133,92	0,328			
1,21	82,89	0,193	4,23	126,63	0,383	7,35	133,92	0,321			
1,32	85,69	0,207	4,34	127,19	0,384	7,48	133,92	0,315			
1,43	88,50	0,221	4,46	127,75	0,384	7,59	133,92	0,308			
1,53	91,02	0,233	4,57	128,31	0,384						
1,64	93,26	0,248	4,68	128,88	0,384						
1,75	94,95	0,260	4,79	129,44	0,385						
1,86	96,91	0,272	4,90	130,00	0,387						
1,97	99,15	0,280	5,02	130,56	0,384						
2,08	101,12	0,290	5,13	131,12	0,385						
2,19	102,80	0,300	5,25	131,68	0,385						
2,30	104,48	0,312	5,36	131,96	0,383						
2,41	106,72	0,322	5,48	132,24	0,381						
2,52	108,13	0,328	5,60	132,52	0,380						
2,64	109,53	0,337	5,71	132,80	0,380						
2,75	110,93	0,344	5,83	133,08	0,379						

LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentene

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEro-marzo2015

COMUNE DI FONTE NUOVA "SETTORE III OPERE PUBBLICHE - COMUNE DI FONTE NUOVA (RM)  
- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 300/2001 - Circolare 7016/STC/2010

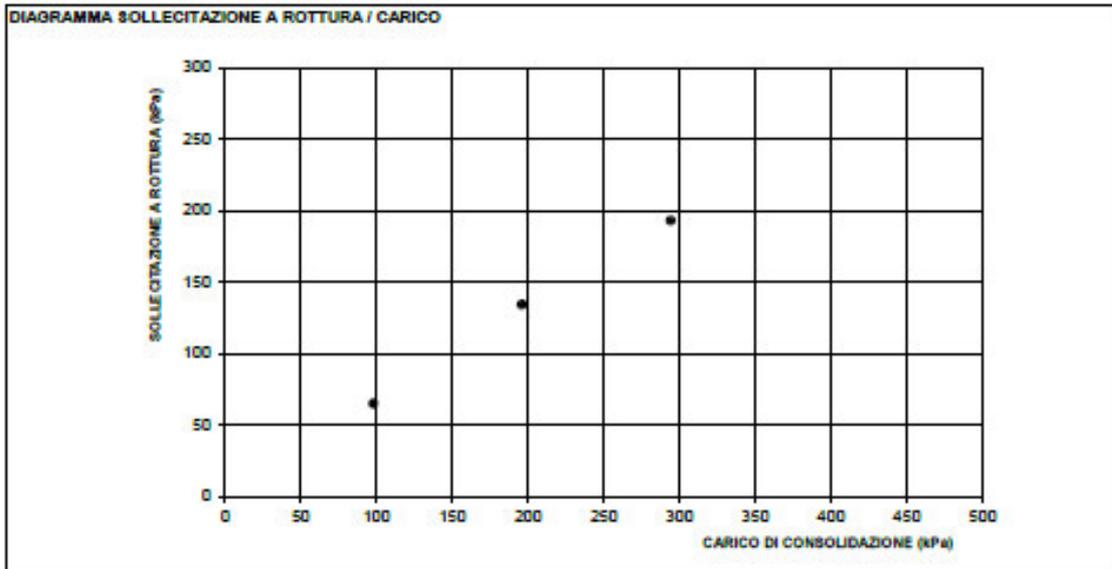
 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	<b>dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare</b> per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1	PAGINA: 11
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		CAMP.: 1	PAGINA CERTIFICATO 3 di 3
	N° VERBALE 639	N° COMMESSA 561	da m: 4,50 a m: 5,00	N° CERTIFICATO 9809 TD
DATA RICEVIMENTO CAMP. 07/12/17	DATA EMISSIONE CERTIF. 20/12/17	DATA INIZIO PROVA 12/12/17	DATA FINE PROVA 14/12/17	

DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO

PROVINO 3						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 284					
Def.	$\tau$ (kPa)	Def. Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def. Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def. Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def. Vert.
0,00	0,00	0,000	2,43	129,44	0,382	5,33	187,48	0,485			
0,06	19,80	0,031	2,53	132,24	0,388	5,44	188,60	0,484			
0,11	27,09	0,055	2,64	135,32	0,394	5,55	189,44	0,482			
0,17	33,54	0,079	2,74	138,41	0,404	5,66	190,28	0,482			
0,23	39,99	0,100	2,85	140,65	0,409	5,77	190,84	0,480			
0,31	46,16	0,117	2,95	143,46	0,417	5,88	191,41	0,478			
0,38	51,77	0,135	3,05	145,70	0,423	6,00	191,69	0,475			
0,47	56,81	0,155	3,16	148,50	0,428	6,11	191,97	0,474			
0,56	61,30	0,172	3,27	151,31	0,433	6,22	192,25	0,473			
0,65	65,50	0,189	3,38	153,83	0,438	6,33	192,53	0,470			
0,74	69,99	0,205	3,48	156,92	0,443	6,45	192,81	0,468			
0,84	73,08	0,220	3,59	158,04	0,447	6,55	192,81	0,464			
0,94	78,40	0,233	3,70	160,28	0,451	6,67	192,81	0,461			
1,04	82,61	0,245	3,81	162,52	0,454	6,78	192,81	0,457			
1,15	85,97	0,256	3,91	164,21	0,456	6,89	192,81	0,451			
1,25	89,62	0,266	4,02	166,73	0,463	7,01	192,81	0,447			
1,35	91,58	0,274	4,14	168,41	0,466	7,12	192,81	0,446			
1,44	95,79	0,283	4,25	170,66	0,467	7,24	192,81	0,441			
1,54	99,43	0,295	4,36	172,90	0,471	7,34	192,81	0,437			
1,63	101,68	0,308	4,46	175,14	0,474	7,46	192,81	0,433			
1,73	105,88	0,318	4,57	177,39	0,478	7,58	192,81	0,428			
1,83	110,09	0,327	4,68	179,07	0,478	7,69	192,81	0,426			
1,93	112,61	0,337	4,79	180,75	0,482						
2,03	116,26	0,344	4,89	182,43	0,484						
2,12	119,62	0,352	5,01	183,83	0,484						
2,22	123,27	0,359	5,11	185,24	0,484						
2,33	126,07	0,375	5,22	186,36	0,484						

NOTE

DIAGRAMMA SOLLECITAZIONE A ROTTURA / CARICO



LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentenè  

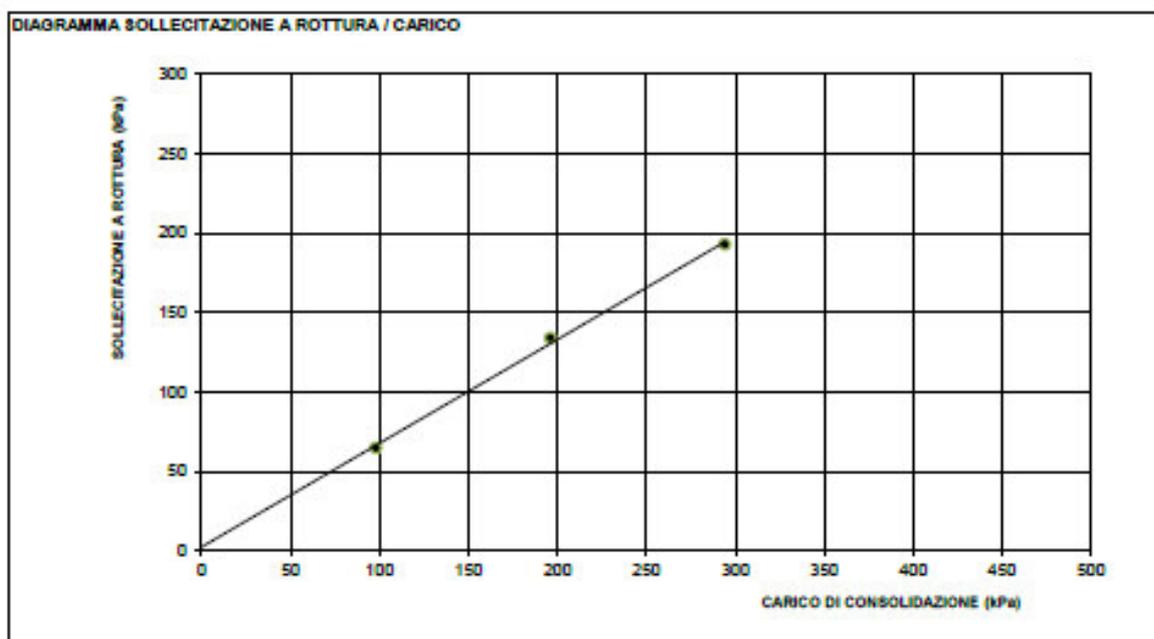

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi  


Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTE10-marzo2015

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare per Comune di Fonte Nuova (RM)	SOND.: 1 CAMP.: 1	PAGINA: 12
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)	da m: 4,50 a m: 5,00	PAGINA ALLEGATO 1 DI 1
	DATA INIZIO PROVA 12/12/17	DATA FINE PROVA 14/12/17	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.**  
**ASTM D 3080**



RISULTATI TAGLIO DRENATO		NOTE
COESIONE EFFICACE (kPa)	2	LA RETTA DI INVILUPPO CHE PASSA PER I TRE PUNTI E' UNA LINEA DI INTERPOLAZIONE SENZA ALCUNA INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.
ANGOLO DI ATRRITO EFFICACE	33	

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@cngpes.it	dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare per Comune di Fonte Nuova (RM)	SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 13
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)	da m: 25,50 a m: 26,00	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 2515
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 07/12/17	DATA EMISSIONE CERTIFICATI 20/12/17	

**FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE  
CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE**

**CARATTERISTICHE CHIMICHE**

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
BOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

**CARATTERISTICHE FISICHE**

UMIDITA' NATURALE	$W_n$	25,4 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	$\gamma_n$	19,81 (kN/m <sup>3</sup> )
INDICE DEI VUOTI	$e$	0,69 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	$\gamma_d$	15,80 (kN/m <sup>3</sup> )
POROSITA'	$n$	41,0 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	$\gamma_{sat}$	19,82 (kN/m <sup>3</sup> )
GRADO DI SATURAZ.	$S_r$	99,8 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	$\gamma_s$	26,77 (kN/m <sup>3</sup> )

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)**

ARGILLA CON LIMO			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)		99,3
GHIAIA (%) 64 - 2 mm	SABBIA (%) 2 - 0,0625 mm	LIMO (%) 0,0625 - 0,0039 mm	ARGILLA (%) < 0,0039 mm	U.S.C.S.	AASHTO
0,0	1,6	37,7	60,7	<b>MH</b>	<b>A-7-6</b>

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'**

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'		<b>MH-OH</b>	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		<b>Semisolida/Solida</b>
LIMITE DI LIQUIDITA'	$W_L$	50,4 (%)	LIMITE DI RITIRO	$W_s$	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	$W_p$	28,2 (%)	INDICE DI CONSISTENZA	IC	1,13 (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	22,2 (%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	$A_c$	0,9 (-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		(kPa)	PERMEABILITA'	$k$	(m/sec)

**CARATTERISTICHE MECCANICHE**

VAN TEST (MEDIA DATI SU 5 MISURE)		206	$C_u$ (kPa)	POCKET P. (MEDIA DATI SU 5 MISURE)		526	$q_f$ (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA				$\sigma_f$	361 (kPa)	$\epsilon$	1,9 (%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.				VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI	
				$C^*$	33 (kPa)	$C_r$	(kPa)
				$\phi^*$	25 (°)	$\phi_r$	(°)
PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE				CIU		UU	
				$C^*$	(kPa)	$C_u$	(kPa)
				$\phi^*$	(°)	$\phi_u$	(°)

**CARATTERISTICHE EDOMETRICHE**

DA $\sigma^*$	A $\sigma^*$	$E_{ed}$	$m_v$	$c_v$	$k$
(kPa)		(kPa)	(kPa <sup>-1</sup> )	(cm <sup>2</sup> /sec)	(cm/sec)

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR	P. VOLUME SEC. $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )
INDICE CBR (5,0) (%) =	PESO DI VOL. UMIDO $\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	UMIDITA' W (%)

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEit-marzo2015

COMUNE DI FONTE NUOVA "SETTORE III OPERE PUBBLICHE - COMUNE DI FONTE NUOVA (RM)  
- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 360/2001 - Circolare 78166/TC0010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	<b>dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare</b> per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1	PAGINA: 14
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		CAMP.: 2	
	N° VERBALE 639	N° COMMESSA 551	ID. INTERNO: 2515	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
DATA RICEVIMENTO CAMPIONE	07/12/17	DATA APERTURA CAMPIONE	12/12/17	DATA EMISSIONE CERTIFICATO
				20/12/17

**SCHEDA CAMPIONE**

**CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO**

TIPO DI PERFORAZIONE	ASTE E CAROTIERE	TIPO DI CAMPIONATORE	SHELBY
TIPO DI CONTENITORE	INOX	LUNGHEZZA CONTENITORE (cm)	50
LUNGHEZZA REALE CAMPIONE (cm)	50	DIAMETRO CAMPIONE (mm)	80

**DESCRIZIONE ED ANALISI PRELIMINARI**

POCKET (kPa)	V.TEST (kPa)	CAMPIONE	UBICAZIONE PROVE	DESCRIZIONE
500	193			Argilla con limo di colore avana verdastro, plastica, dura, ricca di velature nere di probabile origine organica, tracce di ossidazioni e concrezioni e ciastini carbonatati.
530	225			
600	218		← TD	
550	233			
450	160		← ELL	
<b>628</b>	<b>208</b>	<b>Basso</b>	STATO DICHIARATO DEL CAMPIONE:	INDISTURBATO
			ARGILLA CON LIMO	REAZIONE ALL'HC:
				NOTEVOLE
				CLASSE DI QUALITA' (SS 5950.1981):
				1

**DETERMINAZIONI ESEGUITE**

PROVE ESEGUITE		DATA INIZIO	DATA FINE	PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	X	12/12/17	20/12/17	PROVA TRIASSIALE TIPO CID		
PESO DI VOLUME NATURALE	X	14/12/17	19/12/17	PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR		
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	X	18/12/17	19/12/17	PROVA C.B.R.		
ANALISI GRANULOMETRICA	X	13/12/17	15/12/17	PROVA DI PERMEABILITA' IN EDOMETRO A CARICO VARIABILE		
LIMITI DI ATTERBERG	X	15/12/17	18/12/17	PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA TRIASSIALE		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.	X	14/12/17	18/12/17	PERMEABILITA' IN PERMEAMETRO		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO				DETERMINAZIONE PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA				PROVA DI RIGONFIAMENTO METODO HUIDER-AMBERG		
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA	X	19/12/17	19/12/17	DETERMINAZIONE DEFORMAZIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA TRIASSIALE TIPO LU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI CARBONATI		
PROVA TRIASSIALE TIPO CIU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI SOSTANZE ORGANICHE		
PROVA DI COLONNA RISONANTE (RC)				PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO (TTC)		

**NOTE**

--

LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentenè  


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi  


Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEsc-marzo2015

COMUNE DI FONTE NUOVA "SETTORE III OPERE PUBBLICHE - COMUNE DI FONTE NUOVA (RM)  
- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 380/2001 - Circolare 7618/STG/2010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	<b>dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare</b> <b>per Comune di Fonte Nuova (RM)</b> Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 15 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	da m: 25,50 a m: 26,00	N° VERBALE 639      N° COMMESSA 561		N° CERTIFICATO 9810 WN
DATA RECEVIMENTO CAMP. 07/12/17	DATA EMISSIONE CERTIF. 20/12/17	DATA INIZIO PROVA 12/12/17	DATA FINE PROVA 20/12/17	

**CONTENUTO D'ACQUA NATURALE  $W_n$**   
ASTM D 2216

<b>Classe di qualità (BS 5930:1981):</b>	1	ARGILLA CON LIMO
--	---	------------------

PROVA DI RIFERIMENTO	$W_1$	$W_2$	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
PESO CAPS. (g)	28,87	29,27					30,20	30,32	29,64	
P.UMIDO+CAPS. (g)	49,07	58,84					64,58	48,33	46,17	
P.SECCO+CAPS. (g)	44,73	52,61					57,3	45,36	42,95	
<b>W (%)</b>	27,4	26,7					26,9	19,7	24,2	

PROVA DI RIFERIMENTO	ELL	ELL	ELL	UU	UU	UU	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
PESO CAPS. (g)	29,19									
P.UMIDO+CAPS. (g)	51,4									
P.SECCO+CAPS. (g)	54,47									
<b>W (%)</b>	27,4									

MEDIA VALORI $W_n$	23,8	MEDIA VALORI $W_n$	/	MEDIA VALORI $W_n$	27,4	<b><math>W_n</math> MEDIO TOTALE</b>
TRATTO PROVA TD	(%)	TRATTO PROVA Trx CID		TRATTO PROVA ELL	(%)	<b>26,4 (%)</b>

**NOTE**

I contenuti d'acqua naturale  $W_1$  e  $W_2$  si riferiscono all'apertura del campione.

LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentenè  


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi  


Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 360/2001 - Circolare 7816/STC/2010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	<b>dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare</b> per Comune di Fonte Nuova (RM) Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 18 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	N° VERBALE 639 N° COMMESSA 551	da m: 25,50 a m: 26,00	ID. INTERNO 2515	N° CERTIFICATO 9813 GR
RECEV. CAMP. 07/12/17 DATA EMISSIONE CERTIF. 20/12/17	DATA INIZIO PROVA 13/12/17	DATA FINE PROVA 15/12/17		

**ANALISI GRANULOMETRICA**  
ASTM D 422

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

CIOTTOLI %	0,0	GHIAIA %	0,0	SABBIA %	1,8	LIMO %	37,7	ARGILLA %	80,7	IND. GRUPPO	16
D <sub>10</sub> (mm)	/	D <sub>30</sub> (mm)	0,002	D <sub>50</sub> (mm)	0,003	D <sub>60</sub> (mm)	0,004	COEFF. DI UNIFORMITA'	/		
PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)	99,3	PERCENT. ARGILLA < 0,002 mm		25,9	COEFF. DI CURVATURA		/				
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI DI UDDEN-WENTWORTH:						ARGILLA CON LIMO					

CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1991)	1	IND.	CLASSIFICAZIONE SECONDO LIMO CON ARGILLA			
CLASSIFICAZIONE AASHTO	A-7-S	CLASSI A.G.I.:	Ghiaia = 0%	Sabbia = 1,8%	Limo = 37,7%	Argilla = 80,7%

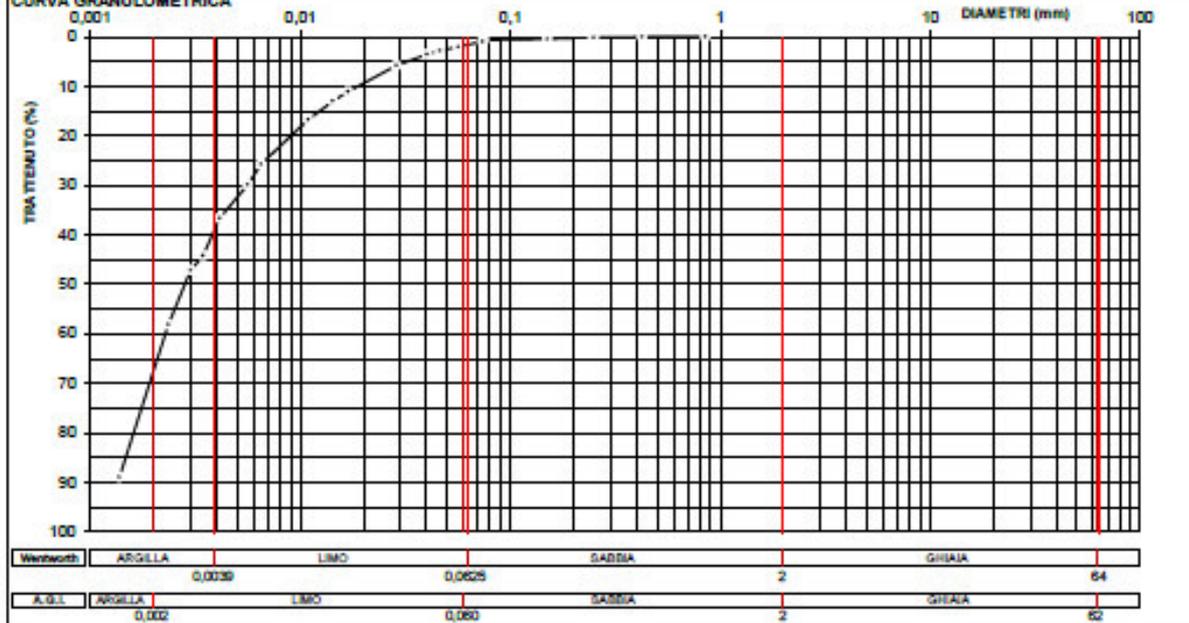
VAGLIATURA

Setacci	Diametri (mm)	Trattenuto (%)
12"	304,8000	0,00
6"	152,4000	0,00
3"	76,2000	0,00
2"	50,8000	0,00
1,5"	38,1000	0,00
1"	25,0000	0,00
3/4"	19,0000	0,00
3/8"	9,5000	0,00
4	4,7500	0,00
10	2,0000	0,00
20	0,8500	0,00
40	0,4250	0,02
60	0,2500	0,14
100	0,1500	0,45
200	0,0750	0,69

SEDIMENTAZIONE

Diametri (mm)	Trattenuto (%)
0,0739	0,32
0,0565	2,05
0,0463	2,80
0,0402	3,56
0,0287	5,81
0,0169	11,08
0,0143	12,96
0,0109	16,72
0,0065	25,75
0,0056	29,89
0,0041	36,66
0,0035	44,18
0,0030	47,19
0,0024	58,10
0,0014	88,95

CURVA GRANULOMETRICA



Wentworth	ARGILLA	LIMO	SABBIA	GHIAIA
	0,0039	0,0625	2	64
A.G.I.	ARGILLA	LIMO	SABBIA	GHIAIA
	0,002	0,060	2	62

LO SPERIMENTATORE  
Dott. Sarli Simona Penjente

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEar-giugno2016

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 360/2001 - Circolare 7816/STC/2010

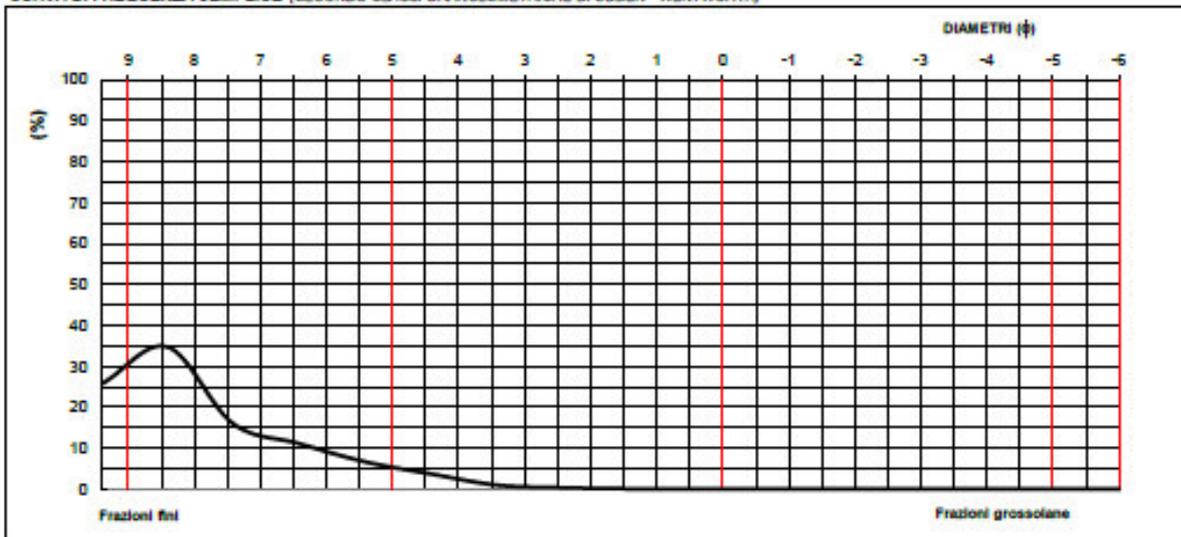
 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	<b>dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare</b> per Comune di Fonte Nuova (RM)	SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 19
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)	da m: 25,50 a m: 26,00	PAGINA ALLEGATO 1 di 1
DATA INIZIO PROVA 13/12/17 DATA FINE PROVA 15/12/17			

**ANALISI GRANULOMETRICA**  
ASTM D 422

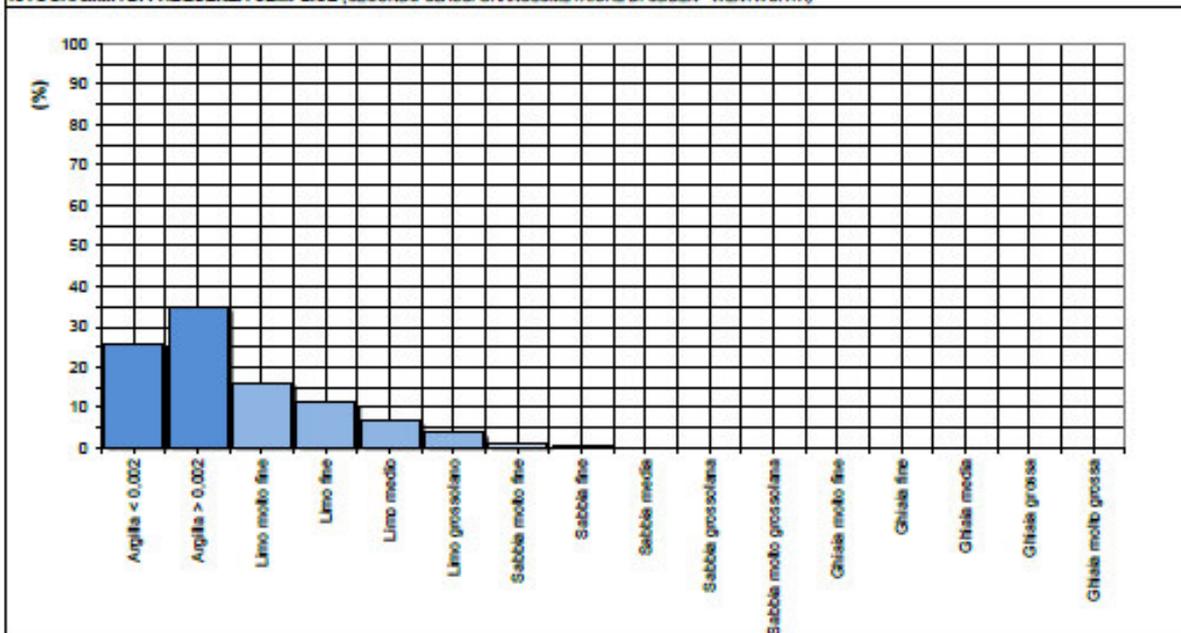
PARAMETRI STATISTICI (SECONDO FOLK & WARD)

INDICE DI APPIATTIMENTO	$K_g$	1,1	curva mesocurtica	Mean Size	8,1
SIMMETRIA	$Sk_1$	-0,4	curva asim. molto negativa	Median ( $\phi$ )	8,5
CLASSAZIONE	$C_1$	1,5	sedimento poco classato	Classi modali ( $\phi$ )	8,4 9,4
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.: LIMO CON ARGILLA					

CURVA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH)



ISTOGRAMMA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH)



Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEar-giugno2016

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 360/2001 - Circolare 7816/STC/010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 57 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@oingeo.it	dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 21 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		da m: 25,50 a m: 26,00	N° CERTIFICATO 9814 LM
RICEV. CAMP. 07/12/17 DATA EMISSIONE CERTIF. 20/12/17 DATA INIZIO PROVA 15/12/17 DATA FINE PROVA 16/12/17	N° VERBALE 639	N° COMMESSA 561	ID. INTERNO 2515	

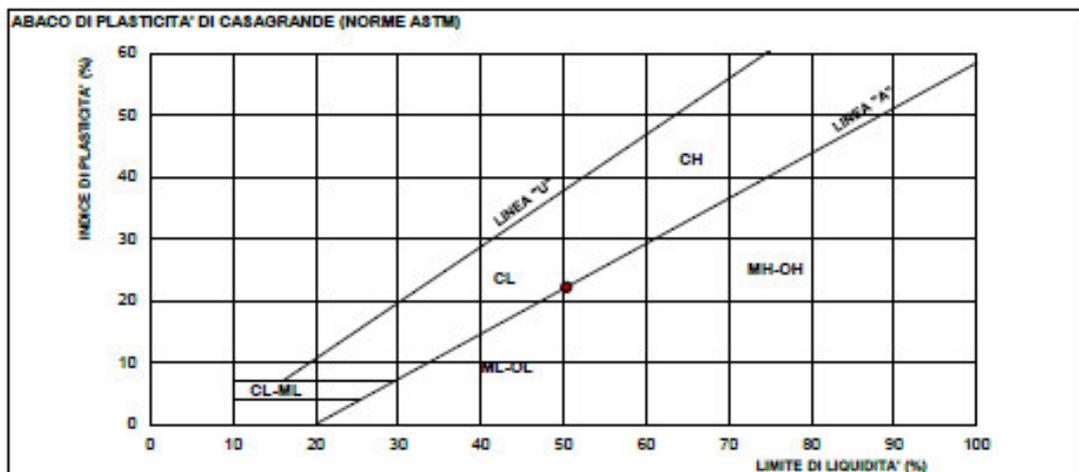
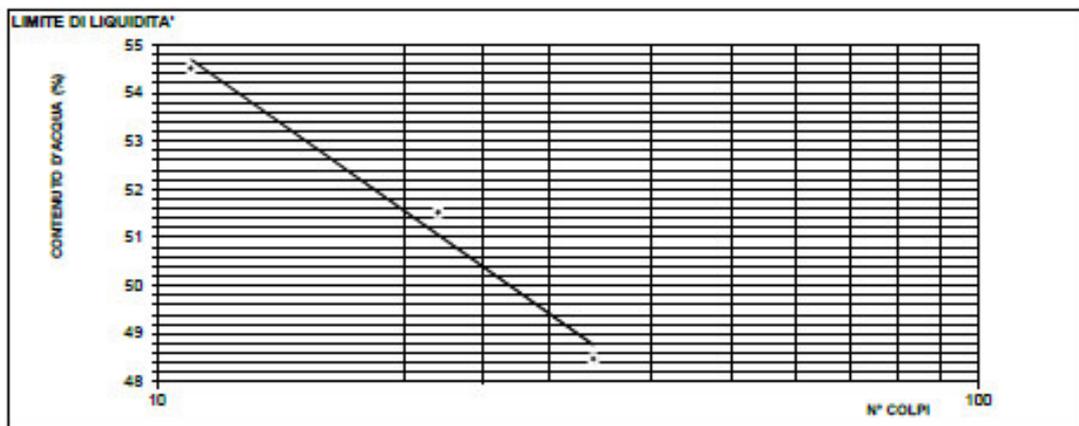
**CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA**  
ASTM D 4318

Classe di qualità (BS 5890:1981):	1	ARGILLA CON LIMO
-----------------------------------	---	------------------

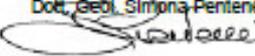
**DATI SPERIMENTALI E RISULTATI**

DETERMINAZIONE	1 W <sub>L</sub>	2 W <sub>L</sub>	3 W <sub>L</sub>	4 W <sub>L</sub>	1 W <sub>p</sub>	2 W <sub>p</sub>
LIMITAZIONE	54,51	51,52	48,48		28,39	28,07
N° COLPI	11	22	34		Media	28,23

LIMITE DI LIQUIDITA'	50,4	(%)	CONTENUTO NAT. D'ACQUA	25,4	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	28,2	(%)	INDICE DI CONSISTENZA	1,13	(-)
LIMITE DI RITIRO		(%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	0,9	(-)
INDICE DI PLASTICITA'	22,2	(%)	CONSISTENZA SECONDO IC	Semisolida/Solida	
CLASSIFICAZIONE AASHTO	A-7-6		CLASSIF. ABACO DI PLASTICITA'	MH-OH	



**NOTE**

LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentenè  


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi  


Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTE/m-marzo2015

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 300/2001 - Circolare 7016/STC/2010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018085 cng@cangeo.it	dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 22 PAGINA CERTIFICATO 1 di 3
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		da m: 25,50 a m: 26,00	N° CERTIFICATO 9815 TD
N° VERBALE 639 DATA RICEVIMENTO CAMP. 07/12/17	N° COMMESSA 561 DATA EMISSIONE CERTIF. 20/12/17	ID. INTERNO 2515 DATA INIZIO PROVA 14/12/17	DATA FINE PROVA 18/12/17	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D. ASTM D 3080**

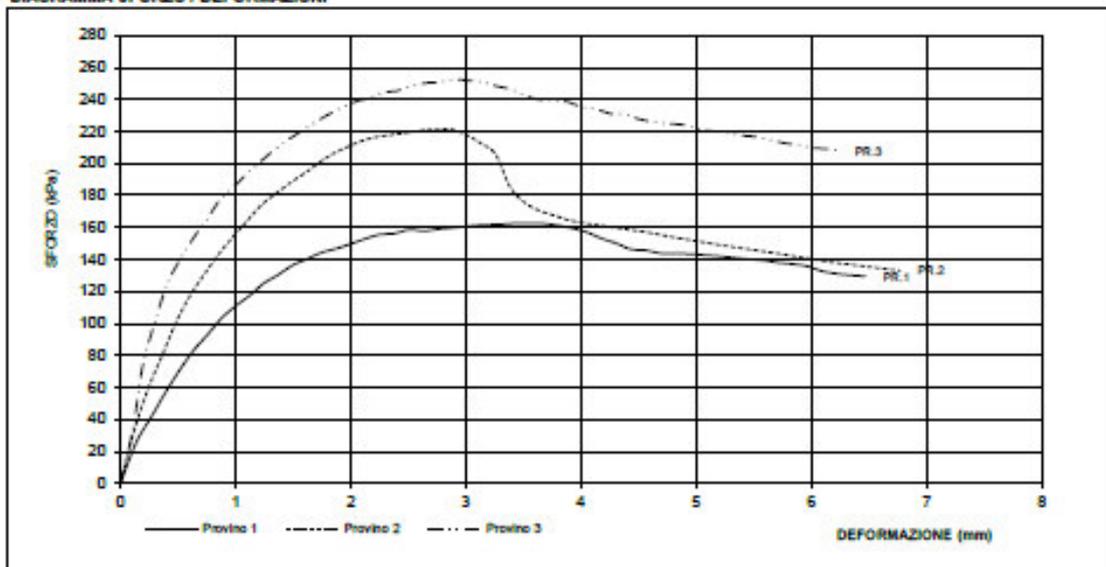
**CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE E AL TAGLIO**

PROVINO N°	LATO L (mm)	ALTEZZA H (mm)	INDICE CONS. VOL. (cm <sup>3</sup> )	UMIDITA' NAT. Wn (%)	PESO DI VOL. γ <sub>s</sub> (KN/m <sup>3</sup> )	CONSOLIDAZIONE 24 h		FINE CONSOL. VOL. (cm <sup>3</sup> )	VELOCITA' (mm/min)	VALORI DI SFORZO MAX.	
						σ' (kPa)	CEDIM. (mm)			τ (kPa)	ε <sub>s</sub> (mm)
1	60,00	19,40	69,84	26,9	19,80	294	0,488	68,1	0,006	162,73	3,540
2	60,00	19,40	69,84	19,7	19,81	392	0,731	67,2	0,006	221,38	2,870
3	60,00	19,40	69,84	24,2	19,82	490	0,881	66,7	0,006	252,56	2,893

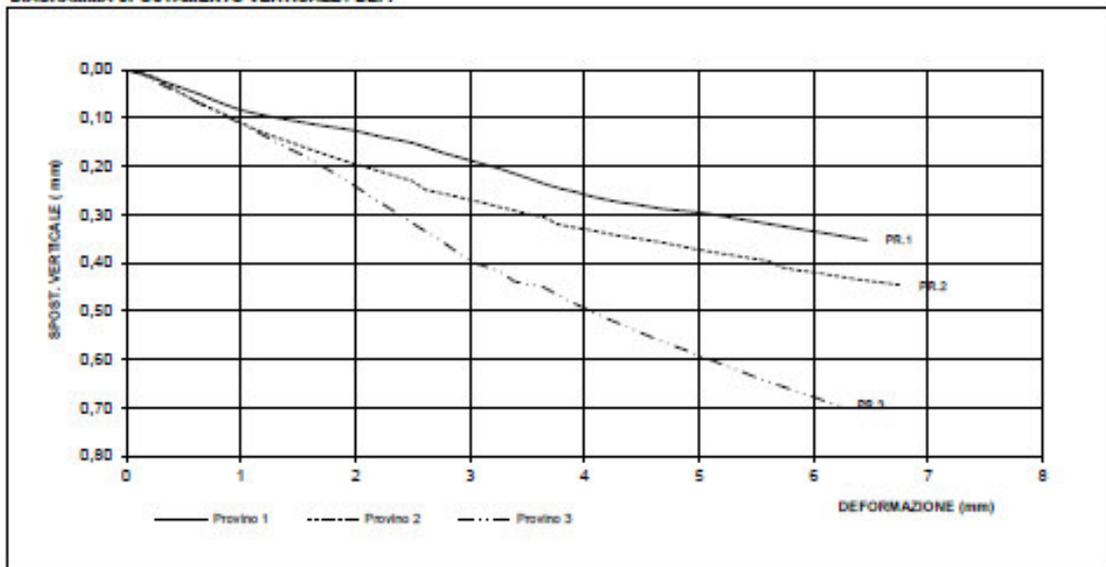
**CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE**

Classe di qualità (BS 6880:1981):	1	INDISTURBATO	ARGILLA CON LIMO
-----------------------------------	---	--------------	------------------

**DIAGRAMMA SFORZO / DEFORMAZIONI**



**DIAGRAMMA SPOSTAMENTO VERTICALE / DEF.**



LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentene

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEto-marzo2015

COMUNE DI FONTE NUOVA "SETTORE III OPERE PUBBLICHE - COMUNE DI FONTE NUOVA (RM)  
- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 300/2001 - Circolare 7016/STC/2010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	<b>dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare per Comune di Fonte Nuova (RM)</b>		SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 23 PAGINA CERTIFICATO 2 di 3
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		da m: 25,50 a m: 26,00	N° CERTIFICATO 9815 TD
N° VERBALE 639 DATA RICEVIMENTO CAMP.: 07/12/17	N° COMMESSA 561 DATA EMISSIONE CERTIF.: 20/12/17	ID. INTERNO 2515 DATA INIZIO PROVA 14/12/17	DATA FINE PROVA 18/12/17	

**DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO**

PROVINO 1						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 284					
Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.
0,00	0,00	0,000	3,41	162,50	0,217						
0,14	25,66	0,009	3,54	162,73	0,227						
0,27	41,72	0,020	3,66	162,50	0,237						
0,40	57,31	0,030	3,79	161,33	0,246						
0,52	71,04	0,040	3,93	159,47	0,253						
0,64	83,37	0,050	4,06	156,91	0,262						
0,76	92,91	0,062	4,18	153,19	0,268						
0,88	103,15	0,073	4,30	150,16	0,274						
1,00	110,83	0,083	4,43	146,44	0,278						
1,13	117,58	0,090	4,56	145,74	0,283						
1,25	125,03	0,096	4,69	143,88	0,288						
1,37	130,38	0,102	4,82	143,65	0,291						
1,50	136,43	0,107	4,94	143,41	0,294						
1,62	140,16	0,112	5,07	142,72	0,298						
1,75	144,35	0,117	5,20	142,02	0,303						
1,87	146,67	0,121	5,33	141,09	0,308						
2,00	149,70	0,126	5,45	140,16	0,313						
2,13	152,96	0,133	5,58	139,46	0,318						
2,25	155,52	0,140	5,71	138,06	0,323						
2,38	156,21	0,145	5,84	137,13	0,328						
2,51	158,54	0,152	5,97	135,73	0,333						
2,64	157,84	0,162	6,09	132,71	0,338						
2,77	159,01	0,172	6,22	131,08	0,343						
2,90	159,94	0,181	6,34	130,15	0,348						
3,04	160,87	0,190	6,47	129,45	0,353						
3,16	161,57	0,198									
3,29	161,80	0,207									

PROVINO 2						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 382					
Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.
0,00	0,00	0,000	3,38	185,54	0,291						
0,12	33,80	0,005	3,51	175,53	0,299						
0,24	59,64	0,014	3,64	170,41	0,305						
0,36	80,12	0,032	3,77	167,38	0,320						
0,49	101,06	0,049	3,90	164,59	0,326						
0,61	117,82	0,064	4,03	162,73	0,331						
0,73	130,38	0,078	4,16	161,33	0,337						
0,85	143,18	0,091	4,29	159,94	0,343						
0,98	153,89	0,106	4,43	158,54	0,348						
1,10	164,13	0,120	4,56	157,15	0,353						
1,23	174,37	0,133	4,69	155,52	0,358						
1,36	181,58	0,144	4,82	153,65	0,364						
1,48	188,33	0,154	4,94	152,26	0,370						
1,62	194,61	0,165	5,08	150,63	0,376						
1,73	200,90	0,175	5,21	149,00	0,381						
1,86	206,48	0,185	5,34	147,60	0,386						
1,98	210,67	0,194	5,48	146,21	0,391						
2,11	214,39	0,203	5,60	144,81	0,396						
2,24	216,72	0,212	5,74	143,41	0,410						
2,37	218,12	0,221	5,86	141,79	0,415						
2,49	219,28	0,230	5,99	140,39	0,419						
2,62	220,68	0,249	6,12	138,76	0,424						
2,74	221,14	0,255	6,25	137,60	0,429						
2,87	221,38	0,262	6,38	136,43	0,434						
3,00	218,12	0,269	6,51	135,27	0,438						
3,13	212,76	0,276	6,64	134,11	0,442						
3,26	205,78	0,284	6,77	132,94	0,446						

LO SPERIMENTATORE  
Dott. **BEGL. Siriona Pentenè**

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. **Geol. Riccardo Rampi**

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTE-ro-marzo2015

COMUNE DI FONTE NUOVA "SETTORE III OPERE PUBBLICHE - COMUNE DI FONTE NUOVA (RM)  
- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 360/2001 - Circolare 7016/STC/2010

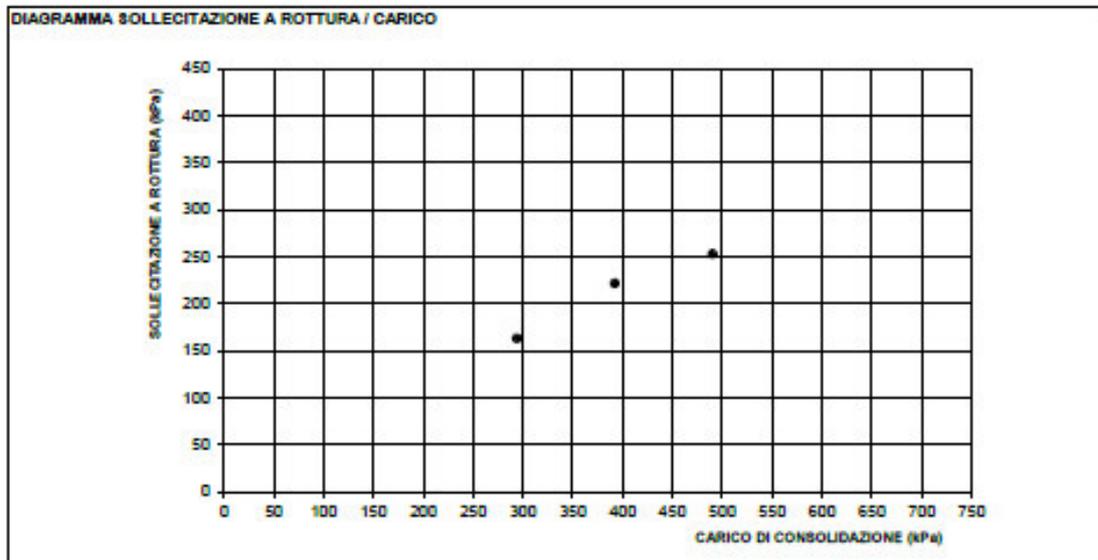
 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@cnggeo.it	<b>dot. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare</b> per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 24 PAGINA CERTIFICATO 3 di 3
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		da m: 25,50 a m: 26,00	N° CERTIFICATO 9815 TD
N° VERBALE 639 DATA RICEVIMENTO CAMP.: 07/12/17	N° COMMESSA 561 DATA EMISSIONE CERTIF.: 20/12/17	ID. INTERNO 2515 DATA INIZIO PROVA 14/12/17	DATA FINE PROVA 18/12/17	

**DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO**

PROVINO 3						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 480					
Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.	Def.	$\tau$ (kPa)	Def.Vert.
0,00	0,00	0,000	3,14	250,93	0,408						
0,11	34,04	0,004	3,26	248,37	0,417						
0,19	72,90	0,018	3,38	246,51	0,438						
0,29	98,50	0,028	3,51	242,79	0,444						
0,41	124,33	0,042	3,63	239,99	0,448						
0,52	139,92	0,055	3,76	239,53	0,465						
0,64	153,42	0,069	3,88	238,60	0,480						
0,75	164,59	0,081	4,01	235,34	0,494						
0,86	176,93	0,095	4,13	233,94	0,509						
0,98	185,30	0,109	4,26	231,15	0,521						
1,10	193,22	0,123	4,39	230,68	0,534						
1,21	200,90	0,137	4,51	227,66	0,546						
1,33	207,88	0,152	4,63	226,03	0,559						
1,44	214,16	0,166	4,76	224,87	0,570						
1,57	219,98	0,180	4,88	224,17	0,581						
1,68	225,33	0,196	5,01	221,84	0,593						
1,80	230,22	0,211	5,14	220,21	0,604						
1,92	234,64	0,228	5,26	219,51	0,616						
2,04	238,60	0,248	5,38	217,65	0,626						
2,16	240,92	0,267	5,51	216,72	0,638						
2,28	244,41	0,285	5,63	214,86	0,648						
2,40	245,35	0,303	5,76	212,76	0,659						
2,52	248,14	0,321	5,89	211,60	0,670						
2,65	250,23	0,339	6,02	209,74	0,679						
2,77	250,70	0,358	6,14	209,04	0,690						
2,89	252,56	0,378	6,22	208,11	0,694						
3,02	251,86	0,399									

NOTE

DIAGRAMMA SOLLECITAZIONE A RUOTURA / CARICO



LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentenè

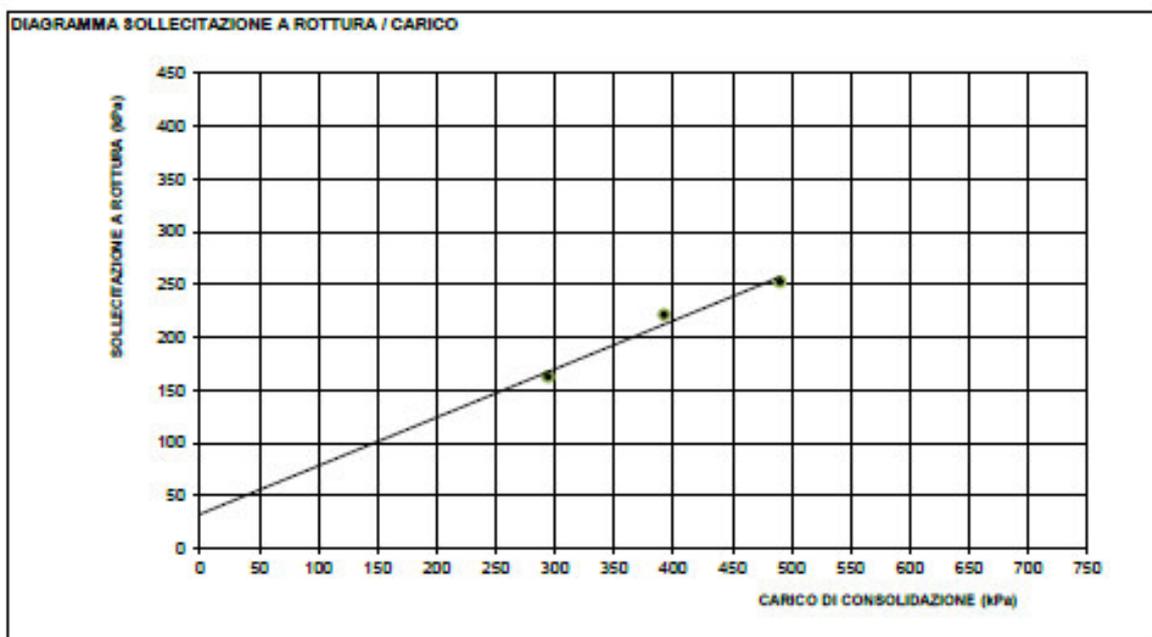
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEro-marzo2015

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare per Comune di Fonte Nuova (RM)	SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 25
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)	da m: 25,50 a m: 26,00	PAGINA ALLEGATO 1 DI 1
	DATA INIZIO PROVA 14/12/17	DATA FINE PROVA 18/12/17	

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.**  
**ASTM D 3080**



RISULTATI TAGLIO DRENATO		NOTE
COESIONE EFFICACE (kPa)	33	LA RETTA DI INVILUPPO CHE PASSA PER I TRE PUNTI E' UNA LINEA DI INTERPOLAZIONE SENZA ALCUNA INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.
ANGOLO DI ATRRITO EFFICACE	25	

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n° 4537  
DPR 360/2001 - Circolare 781/STC/2010

 <b>CNG S.r.l.</b> LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	dott. R. Sarli - S.A.CO. Immobiliare per Comune di Fonte Nuova (RM)		SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 25 PAGINA CERTIFICATO 1 di 2
	Scuola elementare e media "E. De Filippo" Fonte Nuova (RM)		da m: 25,50 a m: 26,00	N° CERTIFICATO 9816 ELL
N° VERBALE 639		N° COMMESSA 551	ID. INTERNO 2515	
DATA RICEVIMENTO CAMP.: 07/12/17		DATA EMISSIONE CERTIF.: 20/12/17	DATA INIZIO PROVA 19/12/17	DATA FINE PROVA 19/12/17

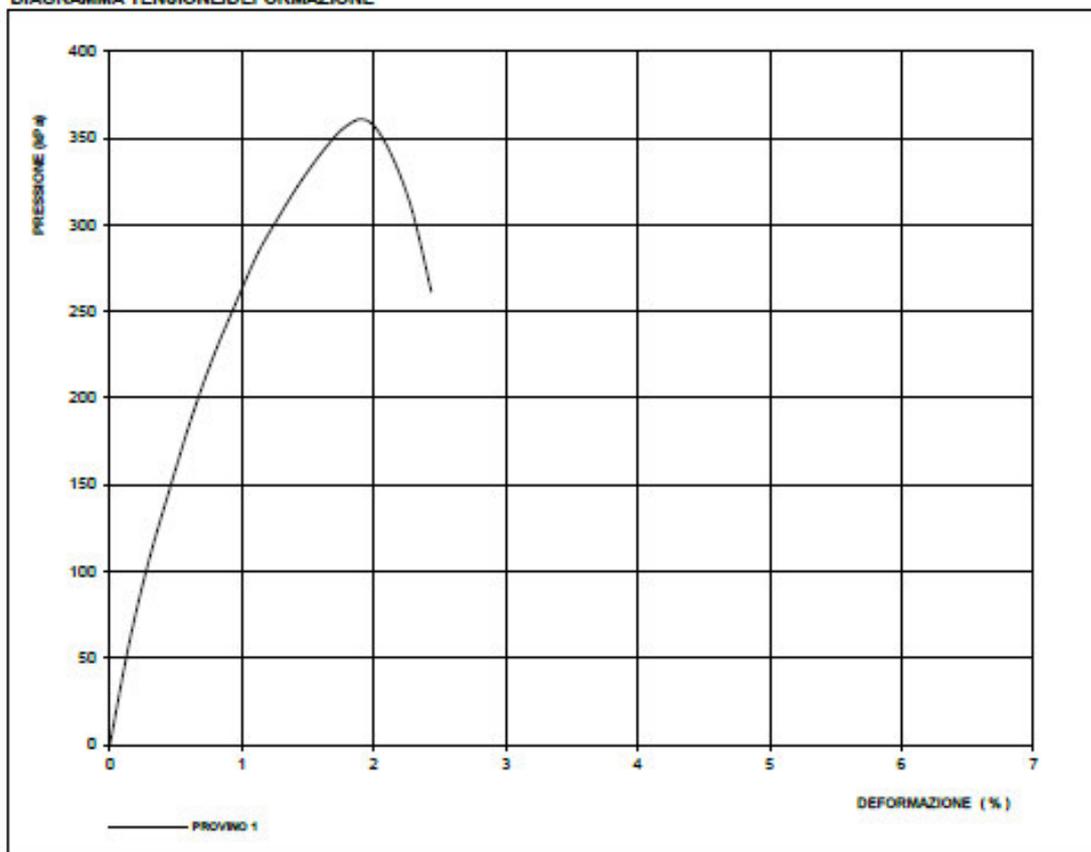
**PROVA DI COMPRESIONE  
AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA  
ASTM D 2166**

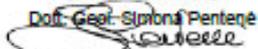
GEOMETRIA DEI PROVINI E CARATTERISTICHE FISICHE								NOTE
N°	Altezza H (cm)	Diametro φ (cm)	Sezione (cm <sup>2</sup> )	Volume (cm <sup>3</sup> )	Umidità nat. W <sub>n</sub> (%)	Peso di vol. γ <sub>v</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	Velocità def. (mm/min)	
1	7,61	3,80	11,34	86,31	27,4	19,8	0,760	
Classe di qualità (BS 6830:1981):								1 ARGILLA CON LIMO

**CARATTERISTICHE ALLA ROTTURA**

1° PROVINO: Rottura fragile			2° PROVINO:			3° PROVINO:		
CARATTERISTICHE MECCANICHE			CARATTERISTICHE MECCANICHE			CARATTERISTICHE MECCANICHE		
ε <sub>1</sub>	(%)	1,9	ε <sub>2</sub>	(%)		ε <sub>3</sub>	(%)	
σ <sub>max1</sub>	(kPa)	361	σ <sub>max2</sub>	(kPa)		σ <sub>max3</sub>	(kPa)	

**DIAGRAMMA TENSIONE/DEFORMAZIONE**



LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Simona Pentere  


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Riccardo Rampi  


Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTE/LL-marzo2015



SA.CO. IMMOBILIARE S.A.S.  
STUDIO TECNICO SARLI  
C. so COSTITUENTE, 53/A  
00040 - ROCCA DI PAPA (ROMA)  
TEL.NI 06/94749095 – 333/4087433  
E-MAIL: [roccosarli67@libero.it](mailto:roccosarli67@libero.it)

*Committente:*  
COMUNE DI FONTE NUOVA  
"SETTORE III - OPERE PUBBLICHE"  
Via Machiavelli, 1  
Fonte Nuova (RM)

**COMUNE DI FONTE NUOVA**  
(Provincia di Roma)

**ALLEGATO D**

**PROVE PENETROMETRICHE DPSH**

IL TECNICO  
Dott. Geol. Rocco Sarli

**Rocca di Papa (RM), 22 DICEMBRE 2017**



### INDAGINI PENETROMETRICHE DPSH

Nel presente rapporto tecnico vengono riportate le elaborazioni relative all'esecuzione di un'indagine penetrometrica di tipo DPSH eseguita presso la scuola Elementare e media Statale Edoardo De Filippo sito in Via Brennero, nel Comune di Fonte Nuova

La campagna di indagini è stata eseguita nel mese di Dicembre 2017, su incarico del Geol. Rocco Sarli.



Ubicazione dell'indagine (da Google Earth).



Report fotografico



DPSH 1



PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

**CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)**

MASSA BATTENTE	M = 63.50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0.75 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms = 0.63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50.50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20.4300 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1.00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma = 6.31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0.20 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0.20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
RENDIMENTO SPECIFICO x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 11.66 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO RENDIMENTO	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.489$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t N$ )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]                      M = massa battente (altezza caduta H)  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$                                       P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm <sup>2</sup> = 0.098067 MPa $\approx$ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m <sup>2</sup> = 10.197 kg/cm <sup>2</sup>
1 bar = 1.0197 kg/cm <sup>2</sup> = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	Terzaghi-Peck	15,00
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	Terzaghi-Peck	106,60
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	Terzaghi-Peck	121,11

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	Robertson (1983)	0,48
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	Robertson (1983)	3,16
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	Robertson (1983)	3,59

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	Stroud e Butler (1975)	1,10
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	Stroud e Butler (1975)	7,24
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	Stroud e Butler (1975)	8,23

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	Apollonia	2,40
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	Apollonia	15,79
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	Apollonia	17,95

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	Meyerhof ed altri	15,69
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	Meyerhof ed altri	20,40
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	Meyerhof ed altri	20,50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	Meyerhof ed altri	18,24
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	Meyerhof ed altri	--
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	Meyerhof ed altri	--

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	72,38

[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	151,52
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	183,02

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	2,45	Gibbs & Holtz 1957	36,84
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	Gibbs & Holtz 1957	64,56
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	Gibbs & Holtz 1957	50,52

##### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	2,45	Sowers (1961)	28,69
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	Sowers (1961)	32,51
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	Sowers (1961)	33,12

##### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	2,45	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	Bowles (1982) Sabbia Media	15,25
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	Bowles (1982) Sabbia Media	16,33

##### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	2,45	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	3,19
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,94
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,38

##### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	2,45	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENT E ADDENSATO
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENT E ADDENSATO

##### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
[1] - Strato	2,45	1,20	2,45	Meyerhof ed altri	13,93

Dynamic probing V1.00

Geotecnico 1					
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	Meyerhof ed altri	18,73
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	Meyerhof ed altri	19,22

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	2,45	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,22
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,32

**Modulo di Poisson**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	2,45	(A.G.I.)	0,35
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	(A.G.I.)	0,32
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	(A.G.I.)	0,32

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	2,45	Ohsaki (Sabbie pulite)	14,80
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	Ohsaki (Sabbie pulite)	86,87
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	Ohsaki (Sabbie pulite)	97,98

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	2,45	Ohta & Goto (1978) Limi	72,38
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	Ohta & Goto (1978) Limi	151,52
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	Ohta & Goto (1978) Limi	183,02

**Modulo di reazione Ko**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	2,45	Navfac 1971-1982	0,38
[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	Navfac 1971-1982	3,34
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	Navfac 1971-1982	3,75

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - Strato Geotecnico 1	2,45	1,20	2,45	Robertson 1983	0,48

Dynamic probing V1.00

[2] - Strato Geotecnico 2	16,1	9,00	16,1	Robertson 1983	3,16
[3] - Strato Geotecnico 3	18,3	15,20	18,3	Robertson 1983	3,59

SA.CO. IMMOBILIARE S.A.S.  
STUDIO TECNICO SARLI  
C. so COSTITUENTE, 53/A  
00040 - ROCCA DI PAPA (ROMA)  
TEL.NI 06/94749095 – 333/4087433  
E-MAIL: [roccosarli67@libero.it](mailto:roccosarli67@libero.it)

*Committente:*  
COMUNE DI FONTE NUOVA  
"SETTORE III - OPERE PUBBLICHE"  
Via Machiavelli, 1  
Fonte Nuova (RM)

**COMUNE DI FONTE NUOVA**  
(Provincia di Roma)

**ALLEGATO E**

PROVE SISMICHE DEL TIPO -M.A.S.W.  
-DOWN-HOLE  
-HVSR

IL TECNICO  
Dott. Geol. Rocco Sarli

**Rocca di Papa (RM), 22 DICEMBRE 2017**



---

PROSPEZIONI SISMICHE  
CON METODOLOGIA MASW  
DOWN-HOLE, HVSR



---

## INDICE

1. PREMESSA
  2. STRUMENTAZIONE PER PROSPEZIONE MASW
  3. PROSPEZIONI SISMICHE IN METODOLOGIA MASW
    - 3.1 CENNI TEORICI SUL METODO MASW
  4. ELABORAZIONE DATI MASW
  5. PROSPEZIONE SISMICA IN FORO TIPO DOWN HOLE
    - 5.1 CENNI TEORICI SUL METODO
    - 5.2 STRUMENTAZIONE E MODALITÀ DI ACQUISIZIONE
    - 5.3 ELABORAZIONE DATI
  6. PARAMETRIZZAZIONE ELASTO-DINAMICA
    - 6.1 COEFFICIENTE DI POISSON DINAMICO
    - 6.2 RISULTATI
  7. CALCOLO DEL PARAMETRO Vs30
  8. ELABORAZIONE DATI DOWN HOLE
  9. MICROTREMORI: METODOLOGIE DI INDAGINE E STRUMENTAZIONI UTILIZZATE
  10. REGISTRAZIONE MICROTREMORI
    - 10.1 CENNI TEORICI SUL METODO DI NAKAMURA
    - 10.2 MODALITÀ DI ACQUISIZIONE
    - 10.3 ELABORAZIONE DATI
- REPORT FOTOGRAFICO



## 1. PREMESSA

Su incarico del Geol. Rocco Sarli sono state eseguite, presso la Scuola elementare-media Statale Edoardo De Filippo, nel Comune di Fonte Nuova, due prove sismiche in superficie tipo Masw, una prova sismica in foro di tipo Down-Hole in onde P e SH ed una prova di microtremori in campo libero. La campagna di indagini è stata eseguita nel mese di Dicembre 2017; nelle pagine seguenti saranno descritte le caratteristiche delle metodologie d'indagine, le modalità d'esecuzione delle misure sperimentali e l'interpretazione geofisica delle stesse.



Fig. 1 – Ubicazione dello stendimento sismico MASW, del Down-Hole (DH) e della misura di microtremori (HVSR) su foto aerea. (Google maps).



## 2. STRUMENTAZIONE PER PROSPEZIONE MASW

L'acquisizione dei dati in campagna, per la metodologia MASW, è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:



Fig. 2 – Particolare della strumentazione utilizzata per le indagini sismiche.

### a) Sismografo:

Lo strumento utilizzato è un sismografo GEODE Geometrics a 24 canali, gestito da un computer portatile, con le seguenti caratteristiche:

#### PARAMETRI TECNICI:

- 24 bit di risoluzione
- Larghezza di banda (1.75 Hz – 20000 Hz)
- Intervallo di campionamento da 0.02 ms.
- Range dinamico di sistema 144 dB
- 16000 campioni per traccia
- Accuratezza del trigger 1/32 del passo di campionamento

### b) Sistema energizzante:

Come sorgente energizzante è stata utilizzata una mazza del peso di 10 Kg, battente su una piastra metallica.

### c) Trigger:

Nell'acquisizione MASW il trigger utilizzato consiste in un circuito elettrico che viene chiuso mediante un geofono starter nell'istante in cui il sistema energizzante colpisce la base di battuta determinando l'inizio della registrazione.

### d) Sistema di ricezione:

Per la ricezione delle onde superficiali durante le prospezioni sismiche sono stati utilizzati 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4.5 Hz per le prove MASW.



### 3. PROSPEZIONI SISMICHE IN METODOLOGIA MASW

Scopo della indagine è stato quello di calcolare, per le aree in oggetto, il parametro Vs30 con cui classificarne sismicamente il suolo ai fini della normativa tesa a garantire un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni (O.P.C.M. 3274 e successive modificazioni; D.M. 14.01.2008), desumendolo dall'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.

#### 3.1 CENNI TEORICI SUL METODO MASW

Le prove MASW permettono di determinare l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh.

Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato meccanicamente.

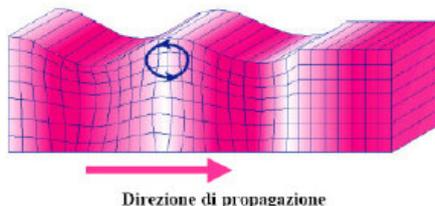


Fig. 3 – Schema di propagazione delle onde superficiali di Rayleigh.

In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico in senso retrogrado rispetto alla direzione di propagazione delle onde stesse e la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a  $0.92V_s$ ; in un mezzo disomogeneo, quale i litotipi della superficie terrestre, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e  $0.92V_s$ .

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh hanno una buona risoluzione e non sono limitati dalla presenza di inversioni di velocità in profondità come avviene nel metodo a rifrazione.



La propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione soprattutto della  $V_s$ , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dall'O.P.C.M. 3274/03.

Dall'analisi della curva di dispersione delle onde di Rayleigh (variazione della loro velocità di fase in funzione della lunghezza d'onda o della frequenza) è possibile, tramite il processo d'inversione determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità. La velocità delle onde di Rayleigh ( $V_R$ ) è pari a circa il 90% delle onde di taglio ( $V_s$ ) e hanno un grado di incertezza nella determinazione della  $V_s < 20\%$ .

Il metodo di indagine sismico MASW è caratterizzato da un tipo di acquisizione "attivo", le onde superficiali vengono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da geofoni posti a distanze regolari l'uno dall'altro (distanza intergeofonica). L'acquisizione in tecnica MASW consente di ottenere uno spettro nella banda di frequenze maggiori di 4,5 Hz e permette una ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio con le profondità.

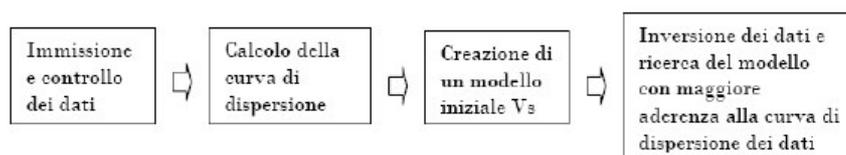


#### 4. ELABORAZIONE DATI MASW

L'energia delle onde superficiali decade esponenzialmente con la profondità. Le onde più lunghe (periodo lungo e basse frequenze) viaggiano più in profondità dando informazioni sulle velocità delle strutture più profonde, mentre le onde più corte (periodo corto e più alte frequenze) viaggiano più in superficie dando informazioni più dettagliate sulle strutture più apicali.

Il risultato finale della fase di acquisizione con la metodica MASW è costituito da una serie di files in formato SEG-2; la qualità del segnale durante l'acquisizione è stata tenuta sotto controllo con un'analisi visuale delle registrazioni.

Successivamente i dati MASW sono stati processati separatamente mediante un software specifico, il SeisImager/SW, secondo il seguente schema di flusso:



La curva di dispersione ottenuta dalla elaborazione dei dati ha mostrato il tipico contenuto in frequenze per le acquisizioni MASW.

La curva così ottenuta è stata utilizzata per generare un modello iniziale delle Vs da sottoporre ad inversione per ottenere il valore del Vs30 ai fini dell'O.P.C.M. 3274 e del D.M. 14.01.2008.

Il dato finale, evidenziato di seguito, è stato ottenuto sottoponendo il nuovo modello iniziale combinato mediante iterazioni di calcolo per la ricerca della migliore aderenza alla curva di dispersione dei dati.

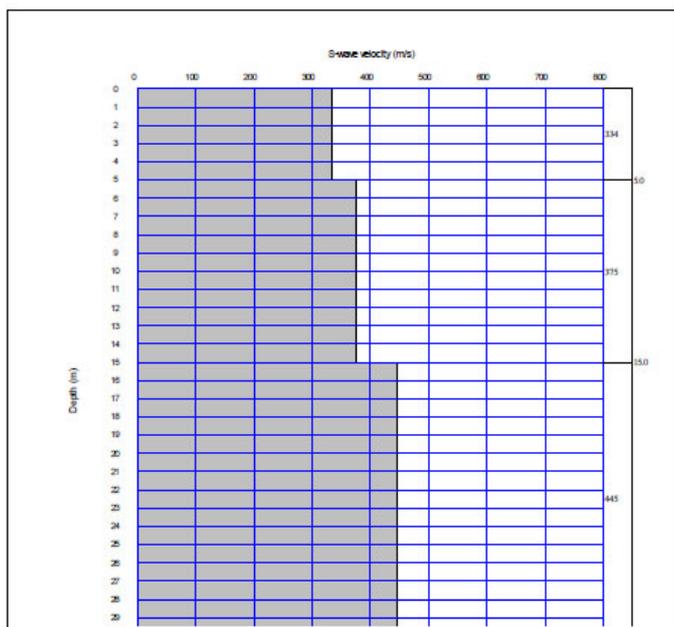
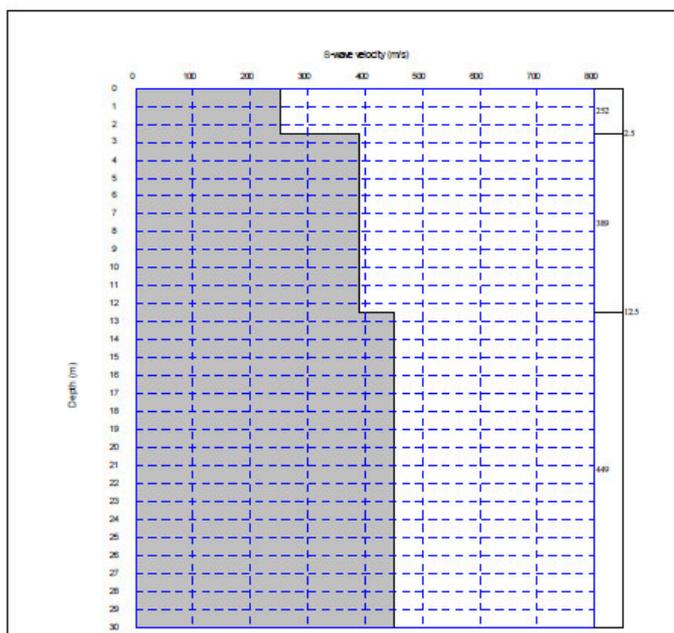


Fig. 4 – Variazioni delle onde di taglio Vs con la profondità.

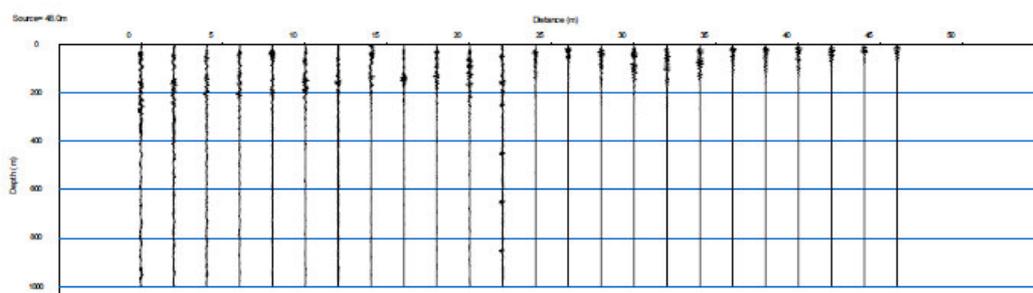


Nella seguente tabella sono riassunti per le stese sismiche effettuata le geometrie di acquisizione e i risultati ottenuti:

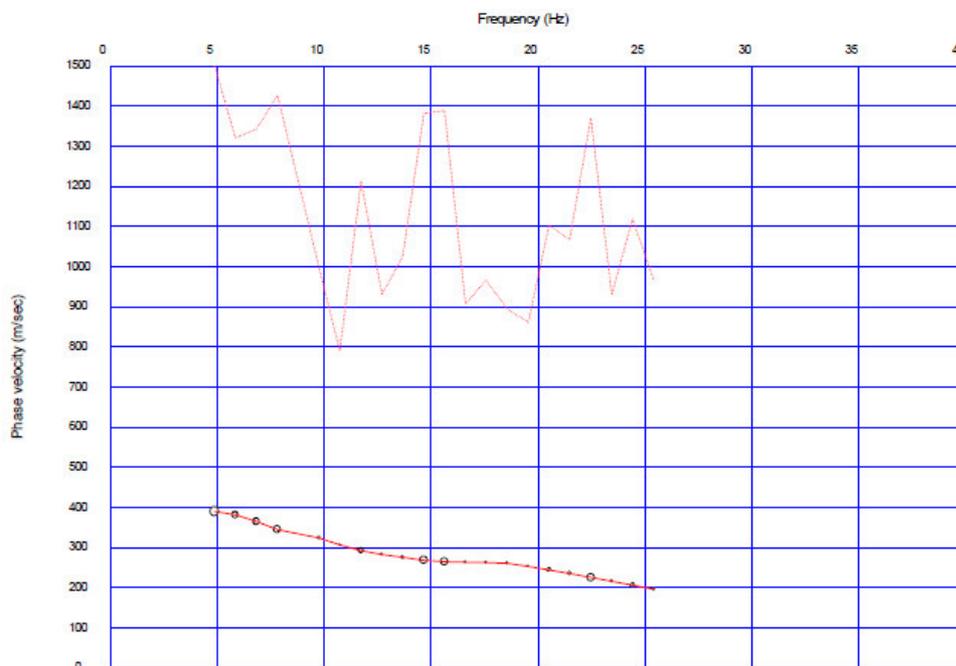
Sezione	Passo	Campionamento	Registrazione	Vs 30 media	Categoria di suolo
<b>1</b>	2.0	1 ms	1 sec	403	<b>B</b>
<b>2</b>	1.5	1 ms	1sec	399	<b>B</b>

**Tab. 1** – Risultati e caratteristiche prova MASW.

**MASW 1**



**Fig. 5** – Registrazione MASW



**Fig. 6** – Curva di dispersione MASW

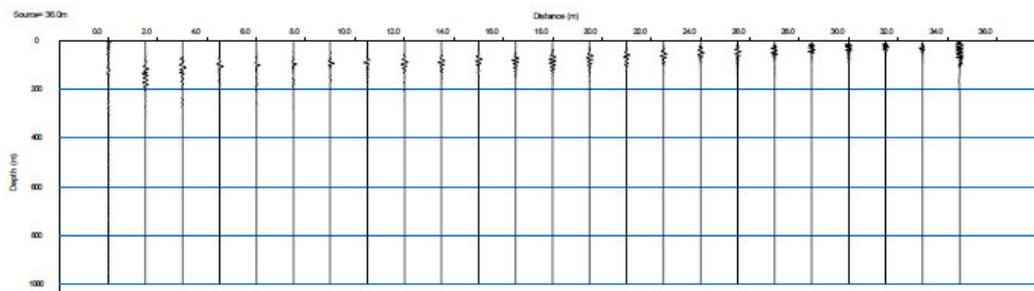


Fig. 7 – Registrazione MASW

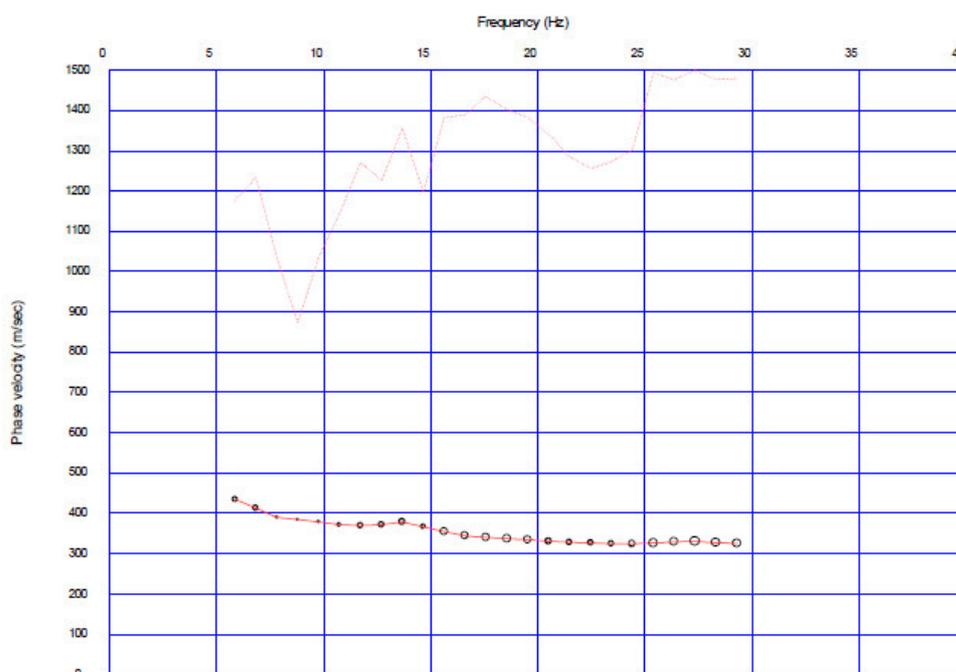


Fig. 8 – Curva di dispersione MASW



## 5. PROSPEZIONE SISMICA IN FORO TIPO DOWN-HOLE

### 5.1 CENNI TEORICI SUL METODO

La prova down-hole consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, una sollecitazione mediante una sorgente meccanica, e nello studiare il treno d'onde che si propagano all'interno del terreno in direzione verticale, con vibrazioni polarizzate nella direzione di propagazione (onde P), e dirette perpendicolarmente alla direzione di propagazione, polarizzate su un piano orizzontale (onde SH).

Mediante un ricevitore (geofono) in foro, viene valutato il tempo di arrivo del treno di onde, dividendo questo per la distanza tra sorgente e ricevitori, si ricava la velocità delle onde P e Sh.

Per le caratteristiche dei fori, delle tubazioni di rivestimento e delle cementazioni si rimanda alla relazione tecnica dell'impresa esecutrice del sondaggio.

In particolare gli scopi di questa indagine sono riassumibili nel seguente modo:

1. definizione delle velocità sismiche dei litotipi presenti nel sottosuolo dell'area di indagine;
2. caratterizzazione elasto-dinamiche dei litotipi sulla base dei valori di Vp e Vs misurati;

Quindi è stata eseguita una prospezione sismica in foro di tipo down-hole con onde P ed Sh secondo le caratteristiche riportate in tabella 2 nel sondaggio.

	Tipo di onde	Offset (metri)	Numero di scoppi	Passo di acquisizione (metri)
DH 1	P	3.0	30	1
	SH	3.0	60	1

Tab. 2 - Caratteristiche di acquisizione del DH.

I dati ottenuti dall'acquisizione di campagna sono stati opportunamente elaborati e interpretati così da ottenere le tavole finali.

Il seguente rapporto tecnico illustra le tecniche utilizzate ed i risultati conseguiti.



---

## 5.2 STRUMENTAZIONE E MODALITÀ D'ACQUISIZIONE

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

### b) Sismografo:

Per l'acquisizione della prova down-hole è stato utilizzato un sismografo GEODE Geometrics a 24 canali.

### b) Sistema energizzante:

Come sorgente energizzante per le onde P è stato utilizzato una massa del peso di 10 Kg, battente su una piastra in metallo in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia con forme d'onda ripetibili e direzionali, cioè con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione.

Le onde SH sono state ottenute con un dispositivo di energizzazione costituito da una traversina in legno percossa alle estremità opposte da una massa del peso di 10 Kg, in grado di generare onde SH di notevole contenuto energetico.

### c) trigger:

Il trigger utilizzato consiste in un geofono starter che chiude un circuito elettrico nell'istante in cui il sistema energizzante colpisce la base di battuta determinando l'inizio della registrazione.

### d) apparecchiatura di ricezione:

Per la ricezione delle onde P e delle onde SH è stato utilizzato un geofono da foro GEOSTUFF tridimensionale con frequenza propria di 14 Hz dotato di meccanismo di ancoraggio alle pareti del foro con motore elettrico, gestito da una centralina esterna GEOSTUFF BHGC-4.

## 5.3 ELABORAZIONE DATI

Il risultato finale della fase di acquisizione è costituito da una serie di files in formato SEG-2. Su ciascuna traccia è stato individuato il tempo di primo arrivo.

Mediante software opportuni, i tempi letti sono stati corretti in funzione della geometria del sistema (posizione della sorgente rispetto al foro ed alla profondità di acquisizione) utilizzando la nota formula:

$$t^* = \frac{z}{d} \cdot t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \cdot t$$



dove  $z$  è la profondità del ricevitore,  $d$  è la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore,  $R$  la distanza superficiale tra sorgente e centro del foro,  $t$  il tempo determinato dalle tracce di registrazione e  $t^*$  il tempo corretto.

Calcolati i nuovi tempi corretti per le onde P ed Sh si potrà realizzare il grafico tempo-profondità per la ricostruzione delle dromocrone. Si individueranno su tali curve tratti di omogenea pendenza, il valore di tale pendenza rappresenta la velocità media delle onde sismiche relativa a strati omogenei di terreno (velocità intervallari) il cui spessore è misurato sull'asse della profondità.

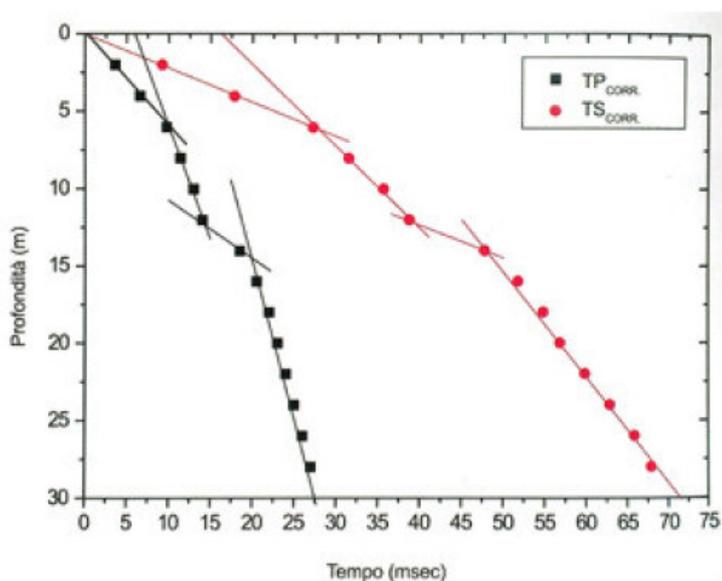


Fig. 9 – Esempio dromocrone e velocità intervallari (da Corrao & Coco, 2006).

## 6. PARAMETRIZZAZIONE ELASTO-DINAMICA

L'importanza di una corretta valutazione della velocità delle onde di compressione e di taglio, insieme con la densità del mezzo attraversato, è fondamentale per una giusta determinazione dei parametri elasto-dinamici del mezzo.

Determinare i valori dei moduli che caratterizzano il mezzo permette di ottenere informazioni circa la sua natura e il tipo di risposta alle sollecitazioni dinamiche.



## 6.1 COEFFICIENTE DI POISSON DINAMICO

Il coefficiente di Poisson dinamico è stato calcolato a partire dalla velocità delle onde longitudinali  $V_p$  e di taglio  $V_s$ . Tra i moduli elastodinamici è l'unico che non richiede la conoscenza della densità per la sua determinazione, ed è definito dalla seguente relazione:

$$\sigma = \frac{1}{2} * \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

## 6.2 RISULTATI

In elaborazione sono stati individuati per il DH 1 tre *sismostrati*. Per ogni sismostrato è stata effettuata la parametrizzazione elasto-dinamica.

In Tab. 3 sono riportati i risultati della parametrizzazione elasto-dinamica.

Down-Hole	Sismostrato	$\delta$	$V_p$	$V_s$
		(T/m <sup>3</sup> )	(m/sec)	(m/sec)
DH 1	1	1.79	744	375
	2	1.98	1256	449
	3	2.00	1322	472

Tab. 3 – Parametrizzazione elasto-dinamica



## 7. CALCOLO DEL PARAMETRO VS30

Il D.M. 14.1.2008 disciplina le norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici soggetti ad azioni sismiche.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

- A** – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{S30}$  superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m
- B** – Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (resistenza penetrometrica  $N_{spt} > 50$  o  $C_u$  coesione non drenata  $> 250$  Kpa)
- C** – Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argilla di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 180 e 360 m/s
- D** – Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori  $V_{S30}$  minori di 180
- E** – Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di  $V_{S30}$  simile a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra i 5 ed i 20 metri, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con  $V_{S30}$  maggiore di 800m/s.
- S1** – Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $I_p > 40$ ) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di  $V_{S30} < 100$  m/sec.
- S2** – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti  $V_{S30}$  è la velocità media di propagazione entro trenta metri di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di n strati presenti nei trenta metri superiori.

Down Hole	$V_{S30}$ (m/s)	CATEGORIA SUOLO
DH1	445	B

Tab. 4 – Calcolo del parametro  $V_{S30}$ .



---

## 8. ELABORAZIONE DATI DOWN-HOLE

Sulla base dei risultati ottenuti con la metodologia sismica in foro tipo DOWN-HOLE nel sito oggetto di studio, si è proceduto a costruire il diagramma delle velocità delle onde di compressione P e di taglio Sh.

Sono stati calcolati i parametri elasto-dinamici che hanno permesso di caratterizzare i sismostrati riscontrati.

Di seguito sono riportati i dati e i risultati ottenuti.



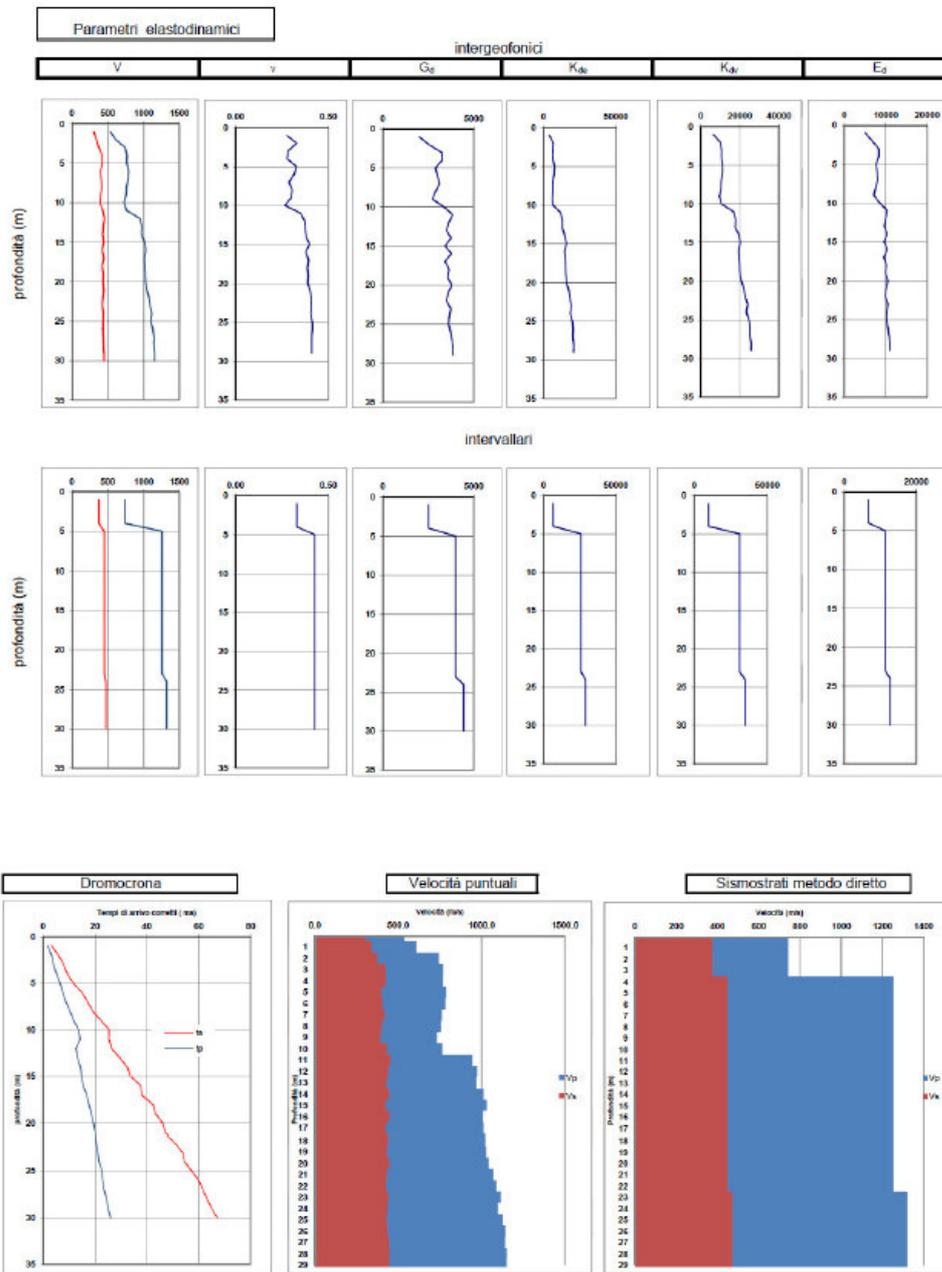
-) DH1

Offset <small>ms</small>	3.00												
Parametrizzazione dinamica intergeofonica													
Prof.	T <sub>p</sub>	T <sub>pc</sub>	V <sub>p</sub>	T <sub>s</sub>	T <sub>sc</sub>	V <sub>s</sub>	γ	ν	E <sub>d</sub>	G <sub>d</sub>	K <sub>dv</sub>	K <sub>de</sub>	
Mt	ms	ms	m/s	ms	ms	m/s	T/m <sup>3</sup>	-	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	
1	5.9	1.9	536.0	10.4	3.3	304.1	1.68	0.26	3930	1556	2760	4835	
2	5.9	3.3	611.1	10.6	5.9	340.1	1.73	0.28	5093	1996	3782	6444	
3	5.7	4.0	744.3	11.3	8.0	375.5	1.79	0.33	6714	2525	6558	9925	
4	6.5	6.2	769.2	11.8	9.4	423.7	1.80	0.28	8300	3237	6351	10667	
5	7.6	6.5	767.2	13.7	11.7	425.6	1.80	0.28	8341	3264	6254	10606	
6	8.5	7.6	789.2	16.8	15.0	399.3	1.81	0.33	7671	2888	7432	11283	
7	9.7	8.9	785.1	18.7	17.2	407.3	1.81	0.32	7900	3002	7153	11156	
8	11.2	10.5	762.9	20.5	19.2	416.8	1.80	0.29	8049	3126	6306	10474	
9	12.5	11.9	758.9	23.6	22.4	402.0	1.80	0.31	7584	2906	6483	10357	
10	14.3	13.7	730.1	26.7	25.6	391.0	1.78	0.30	7090	2729	5875	9514	
11	14.9	14.4	765.2	26.4	25.5	431.9	1.80	0.27	8507	3359	6067	10545	
12	13.1	12.7	944.2	27.3	26.5	453.1	1.87	0.35	10392	3848	11580	16710	
13	13.7	13.3	973.8	30.4	29.6	438.9	1.89	0.37	9968	3631	13038	17880	
14	14.8	14.5	967.4	33.2	32.5	431.3	1.88	0.38	9637	3502	12953	17622	
15	15.1	14.8	1013.1	34.4	33.7	444.7	1.90	0.38	10372	3756	14486	19494	
16	15.8	15.5	1030.3	38.4	37.7	423.9	1.91	0.40	9576	3425	15662	20229	
17	17.1	16.8	1009.5	38.7	38.1	446.1	1.90	0.38	10415	3777	14309	19345	
18	18.0	17.8	1013.8	43.0	42.4	424.4	1.90	0.39	9537	3421	14963	19525	
19	18.8	18.6	1023.2	43.9	43.4	438.2	1.90	0.39	10141	3654	15051	19923	
20	19.7	19.5	1026.6	46.7	46.2	433.1	1.90	0.39	9941	3571	15307	20069	
21	20.3	20.1	1045.0	47.6	47.1	445.7	1.91	0.39	10541	3795	15805	20865	
22	20.7	20.5	1072.6	51.3	50.8	432.8	1.92	0.40	10092	3597	17297	22093	
23	21.3	21.1	1089.0	54.4	53.9	426.4	1.93	0.41	9869	3501	18168	22836	
24	21.7	21.5	1114.6	55.0	54.6	439.8	1.93	0.41	10532	3741	19043	24030	
25	22.9	22.7	1099.5	57.8	57.4	435.6	1.93	0.41	10302	3661	18443	23325	
26	23.2	23.0	1128.1	60.5	60.1	432.6	1.94	0.41	10259	3628	19836	24674	
27	23.8	23.7	1141.4	62.1	61.7	437.5	1.94	0.41	10515	3718	20358	25316	
28	24.7	24.6	1140.1	63.6	63.2	442.8	1.94	0.41	10749	3808	20172	25250	
29	25.3	25.2	1152.4	65.4	65.1	445.8	1.95	0.41	10925	3868	20691	25849	
30	26.2	26.1	1150.7	67.6	67.3	446.0	1.95	0.41	10929	3871	20609	25770	



$V_s$  30 m/s = 445

Parametrizzazione dinamica sismostratigrafica metodo diretto									
Prof.	Strato	$V_p$ inter.	$V_s$ inter.	$\gamma$ inter.	$\nu$ inter.	$E_d$ inter.	$G_d$ inter.	$K_{dv}$ inter.	$K_{de}$ inter.
Mt		m/s	m/s	T/m <sup>3</sup>	-	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
1	1								
2		744	375	1.79	0.33	6699	2519	6557	9916
3									
4									
5	2								
6									
7									
8									
9									
10									
11		1256	449	1.98	0.43	11383	3989	25896	31215
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24	3								
25									
26									
27		1322	472	2.00	0.43	12704	4451	28984	34919
28									
29									
30									



**Legenda:**

$\rho$ : densità dinamica	$V_p$ : velocità onde di compressione
$\nu$ : modulo di Poisson	$V_s$ : velocità onde di taglio
$D_v$ : modulo di taglio dinamico	$T_p$ : tempi di arrivo onde p
$G_{ij}$ : modulo elastico di taglio	$T_{sv}$ : tempi di arrivo onde p-s
$K_{ds}$ : modulo di compressibilità elastico statico	$t_p$ : tempi di arrivo onde s
$K_{dv}$ : modulo di compressibilità elastico dinamico	$t_{sv}$ : tempi di arrivo onde s
$E_d$ : modulo di compressibilità elastico dinamico	$\nu$ : angolo nel triax.

<b>Committente</b>	Sa Co Immobiliare
<b>Sito</b>	Fonte Nuova
<b>Acquisizione dati</b>	D.T. S.M.
<b>Analisi</b>	L.C.



## 9. MICROTREMORI: METODOLOGIE D'INDAGINE E STRUMENTAZIONI UTILIZZATE

E' stata effettuata una misurazione di microtremori in campo libero.

L'ubicazione delle prove effettuate è riportata nella premessa.

### **NORMA DI RIFERIMENTO:**

Norma UNI 9916:2004

### **STRUMENTAZIONE:**

Tromino Sismico;

### **SOFTWARE DI ANALISI:**

Grilla

### **OPERATORI:**

Geol. Stefano Maselli; Geol. Dario Tulli

### **ELABORAZIONE ED ANALISI DEI DATI:**

Geol. Luca Colantuono; Geol. Antonio Baliva



**Fig. 8:** Strumento utilizzato per le indagini.



## 10. REGISTRAZIONE MICROTREMORI

### 10.1 Cenni teorici sul metodo di Nakamura

La metodica di analisi dei rapporti spettrali (HVSr o Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o metodo di Nakamura, si basa sulla misurazione del rumore sismico ambientale.

I microtremori sono vibrazioni continue del suolo, prodotte da sorgenti naturali o artificiali, di piccola ampiezza (1 – 10 nm) e costituite da onde superficiali quali le onde di Rayleigh ed in minor percentuale da onde di tipo Love.

Alla base di questo tipo di analisi c'è l'assunzione che i microtremori si propagano in strati superficiali di terreno sovrapposti ad un substrato rigido di roccia, che le sorgenti del microtremore sono superficiali e quindi viene trascurato qualsiasi contributo proveniente da sorgenti profonde, che le sorgenti superficiali non influiscono sulle caratteristiche del moto alla sommità del bedrock e che la componente verticale del moto non risente degli effetti di amplificazione da parte degli strati superficiali.

I rapporti tra le componenti orizzontali  $RH(\omega)$  e verticali  $RV(\omega)$ , in superficie ed alla base dello strato sedimentario, sono dipendenti solo dall'altezza del moto dovuto alle sorgenti superficiali ed alle sorgenti alla base ed il loro rapporto spettrale darà:

$$RH(\omega)/RV(\omega) = Hs(\omega)/Hb(\omega) \times Vb(\omega)/Vs(\omega)$$

Empiricamente Nakamura ha evidenziato che alla base dello strato superficiale, e per tutte le frequenze, le ampiezze della componente orizzontale e della componente verticale sono all'incirca uguali, cioè rapporto pari ad 1, da cui si determina che la stima del fattore di amplificazione di sito  $S(\omega)$  è data dal rapporto spettrale:

$$S(\omega) = Hs(\omega)/Vs(\omega)$$

La frequenza di risonanza è evidenziata al primo picco individuato dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei segnali registrati.



## 10.2 Modalità di acquisizione

L'acquisizione dati è stata effettuata con un tromografo digitale compatto, TROMINO Micromed S.p.a., a banda larga e ad alta sensibilità e costituito da una terna di velocimetri a breve periodo e smorzati criticamente orientati nelle tre direzioni dello spazio che permettono la registrazione di microtremori nel campo di frequenze compreso fra 0 e 200 Hz.

La misurazione è stata eseguita in condizioni di basso rumore ambientale e scegliendo una finestra temporale di 34 minuti per garantire stabilità al segnale e per filtrare eventuali fenomeni transienti.

Si è orientata la componente longitudinale N-S verso nord al fine di valutare eventuali amplificazioni polarizzate.

## 10.3 Elaborazione Dati

I dati registrati sono stati elaborati mediante un software dedicato (Grilla) e si è seguita la procedura consigliata nelle linee guida del SESAME (Site Effects Assessment Using Ambient Excitations), un progetto di ricerca europeo teso alla standardizzazione e al miglioramento delle tecniche di microzonazione sismica usando il rumore ambientale.

L'interpretazione consente di correlare il valore di un eventuale picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato roccioso compatto (bedrock sismico) e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo.

I minimi della componente verticale vengono interpretati come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, in tal modo si può ricavare il valore di frequenza caratteristica del sito.

I dati spettrali prodotti dalle elaborazioni numeriche vengono analizzati in genere entro l'intervallo 0.1 – 20.0 Hz, in quanto oltre tali limiti si ritiene che non vi siano frequenze significative dal punto di vista geologico-geotecnico.

L'analisi dei microtremori è stata utilizzata per fornire la frequenza di risonanza del terreno ai vari punti di misura nel sito di indagine nel range di frequenze comprese fra 0.0 e 64.0 Hz; in tabella 5 sono riportati, per ogni misura, i valori della frequenza di risonanza (Max H/V), la direzione della componente orizzontale dominante nell'H/V (DIRECTIONAL H/V) e la percentuale della registrazione utilizzata per essere in linea con i dettami di qualità SESAME.



Analisi	Max H/V (Hz)	A <sub>0</sub>	DIRECTIONAL H/V	Percentuale della traccia analizzata (%)
HVSR 1	1.38 ± 0.28 Hz	2.59	NE-SW	76

**Tabella 5:** Dati tromografia.

La durata delle misurazioni è stata di 34 minuti, l'analisi è stata effettuata con frequenza di campionamento di 128 Hz e intervallo di campionamento di 20 secondi.

Di seguito si riportano i grafici delle risultanze dell'analisi tromografica effettuata e quindi la curva H/V (HVSR); il grafico H/V TIME HISTORY che mostra le “finestre temporali” della traccia analizzate per l'elaborazione della curva H/V permettendo di individuare eventuali finestre di disturbo all'interno di una registrazione e di eliminarle; il grafico DIRECTIONAL H/V che rappresenta la proiezione del HVSR lungo le diverse direzioni, da 0° a 180° in senso orario, dove 0° rappresenta la direzione del Nord dello strumento, e permette di vedere se una componente orizzontale è dominante sull'altra.

Infine il grafico SINGLE COMPONENT SPECTRA che mostra l'andamento delle singole componenti nelle tre direzioni (N-S, E-O e Verticale).



**T1**

Analisi qualitativa della misura secondo le linee guida SESAME 2005:

**Picco H/V a  $1.38 \pm 0.28$  Hz (nell'intervallo 0.5 - 64.0 Hz).**

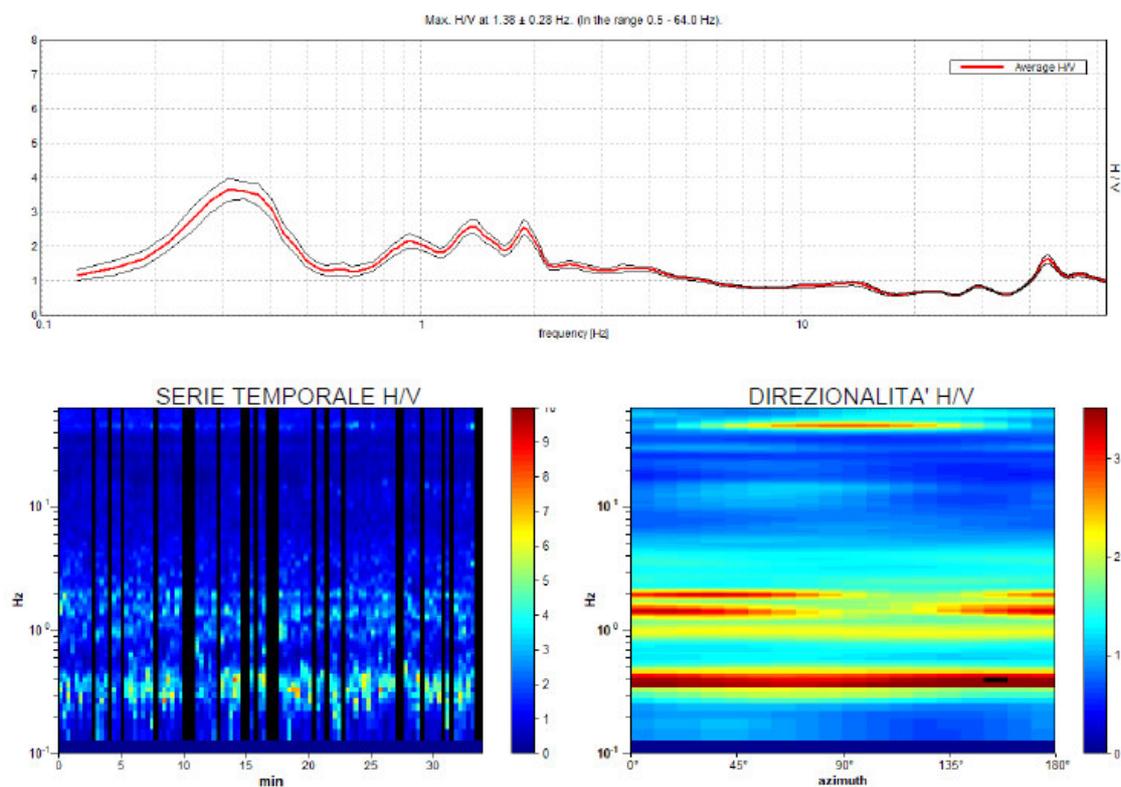
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.38 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2145.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 67	OK	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.656 Hz	OK	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	3.094 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.59 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.20649  < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.28393 < 0.1375		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2126 < 1.78	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

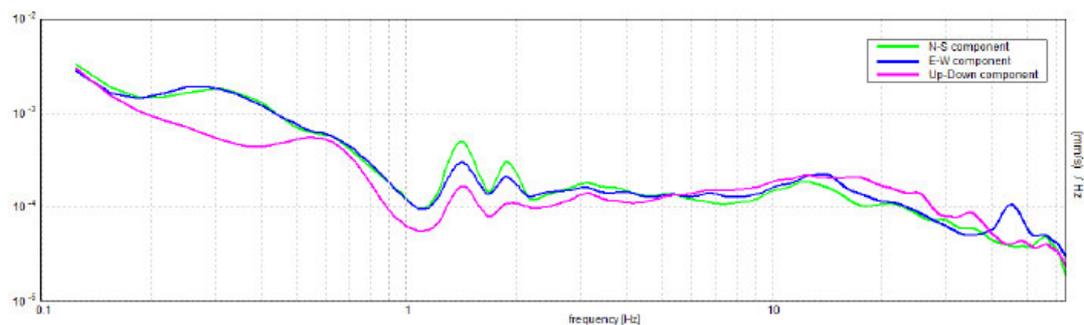
Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





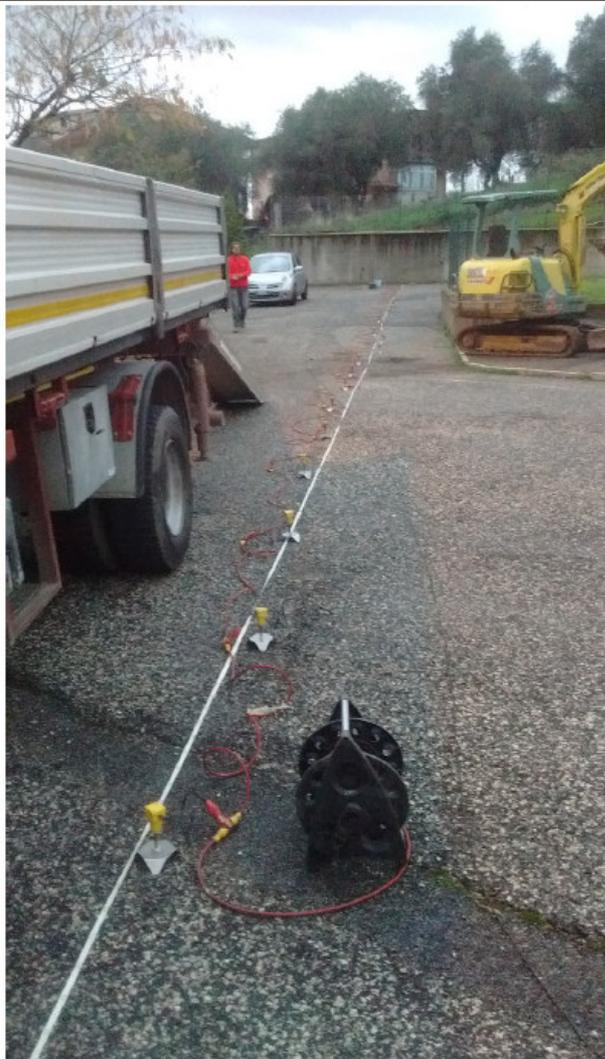
---

## REPORT FOTOGRAFICO

Di seguito il report fotografico delle indagini sismiche effettuate:



Momento dell'acquisizione del dato sismico MASW 1



Momento dell'acquisizione del dato sismico MASW 2



Momento dell'acquisizione del dato sismico per prospezione Down-Hole n°1



Momento dell'acquisizione HVSR

SA.CO. IMMOBILIARE S.A.S.  
STUDIO TECNICO SARLI  
C. so COSTITUENTE, 53/A  
00040 - ROCCA DI PAPA (ROMA)  
**TEL.NI 06/94749095 – 333/4087433**  
*E-MAIL: [roccosarli67@libero.it](mailto:roccosarli67@libero.it)*

*Committente:*  
COMUNE DI FONTE NUOVA  
"SETTORE III - OPERE PUBBLICHE"  
*Via Machiavelli, 1*  
*Fonte Nuova (RM)*

**COMUNE DI FONTE NUOVA**  
(Provincia di Roma)

**ALLEGATO F**

**RISPOSTA SISMICA LOCALE (RLS)**

IL TECNICO  
Dott. Geol. Rocco Sarli

**Rocca di Papa (RM), 22 DICEMBRE 2017**



---

## INDICE

1. INTRODUZIONE
2. DATI UTILIZZATI PER LA STRATIGRAFIA DI SITO
3. SCELTA DELL'INPUT SISMICO
4. ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE



## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica, redatta su incarico della SA.CO. Immobiliare S.r.l., riporta le risultanze dello studio di Risposta Sismica Locale (RSL) relativo al sito su cui insiste la Scuola "Edoardo De Filippo" sita in Via Brennero, nel Comune di Fonte Nuova (RM) (Fig. 1).



Fig. 1: Sito oggetto dello studio (da Google Earth).

Lo studio è stato redatto seguendo i seguenti riferimenti normativi:

- D.M. 14.01.2008: Testo Unitario su Norme Tecniche per le Costruzioni emesse ai sensi delle Leggi n. 1086 del 05.11.1971 e n. 64 del 02.02.1974;
- Circolare esplicativa sul D.M. 14.01.2008 del C.S.LL.PP. n. 617 del 02.02.2009;
- O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 e successive modificazioni;
- Eurocodice 7 (1997 - 2002);
- Eurocodice 8 (1998, stesura finale 2003).



## 2. DATI UTILIZZATI PER LA STRATIGRAFIA DI SITO

La ricostruzione della stratigrafia geologico sismica di dettaglio è basata sui risultati delle specifiche indagini eseguite con l'ausilio di dati presenti nella bibliografia specializzata.

In particolare sono state utilizzate ai fini della modellazione per lo studio di RSL:

- n. 1 stratigrafia da sondaggio a carotaggio continuo, esteso sino a 30 metri dal piano campagna;
- n. 1 prospezione sismica di tipo Down Hole;
- n. 2 prospezioni sismiche di tipo MASW;
- n. 1 prospezione sismica di tipo tromografico (HVSr).

Dall'analisi dei dati si è ricostruita la sismostratigrafia riportata nelle seguenti tabelle:

Strato	Litotipo	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Densità (ton/m <sup>3</sup> )
1	Riporto e limi sabbiosi	0	4.0	375	1.79
2	Limi sabbiosi	4.0	19.0	449	1.98
3	Argille limose	23.0	40.0	472	2.00
4	Bedrock sismico	63.0	-	750	2.1

	Vs 30	Bedrock sismico stimato	Cat. suolo
DH	455 m/s	-	B
MASW 1	403 m/s	-	B
MASW 2	399 m/s	-	B
HVSr		63 m da p.c.	



### 3. SCELTA DELL'INPUT SISMICO

Per la definizione dell'input sismico (scelta degli accelerogrammi naturali sismocompatibili e spettrocompatibili per il sito e la struttura oggetto dello studio) è stato determinato il valore di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido), valore su cui sono stati scalati gli accelerogrammi scelti.

A tale scopo sono state ricavate le coordinate del sito in gradi sessadecimali nel sistema di riferimento ED50 ricavandole dal sito <http://www.geostru.com/geoapp/parametrisismici.aspx> ed evidenziando i nodi della maglia del reticolo sismico di riferimento.



**Fig. 2:** Ubicazione sito di indagine all'interno della maglia dei nodi del reticolo di riferimento:  
(A) su immagine aerea e (B) su mappa (da: [www.geostru.it](http://www.geostru.it)).

Le coordinate ricavate, insieme con la vita nominale ( $V_n$ ) considerata per l'edificio ed il suo coefficiente d'uso ( $C_u$ ), sono state inserite nel foglio di calcolo rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici, *Spettri-NTCver.1.0.3*, per la stima dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per i diversi tempi di ritorno ( $T_R$ ) e per i diversi Stati Limite (SL).

Di seguito si riportano i valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  in funzione del tempo di ritorno ( $T_R$ ) e degli Stati Limite (SL):



SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	45	0.056	2.509	0.270
SLD	75	0.069	2.500	0.283
SLV	712	0.145	2.544	0.317
SLC	1462	0.177	2.576	0.327

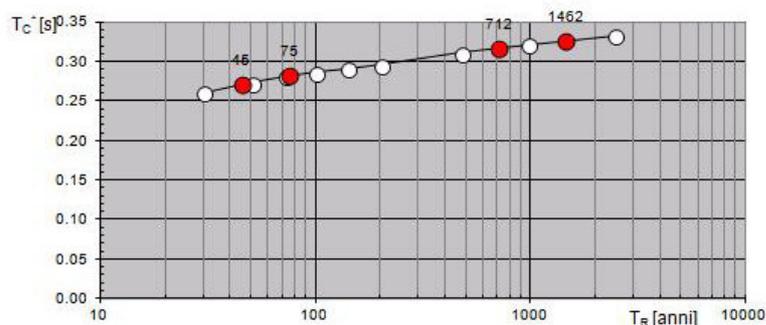
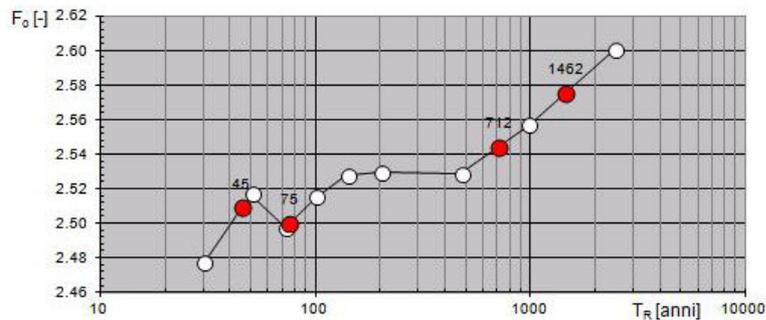
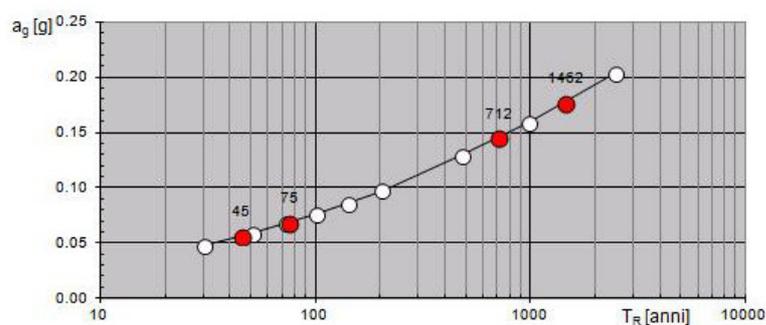


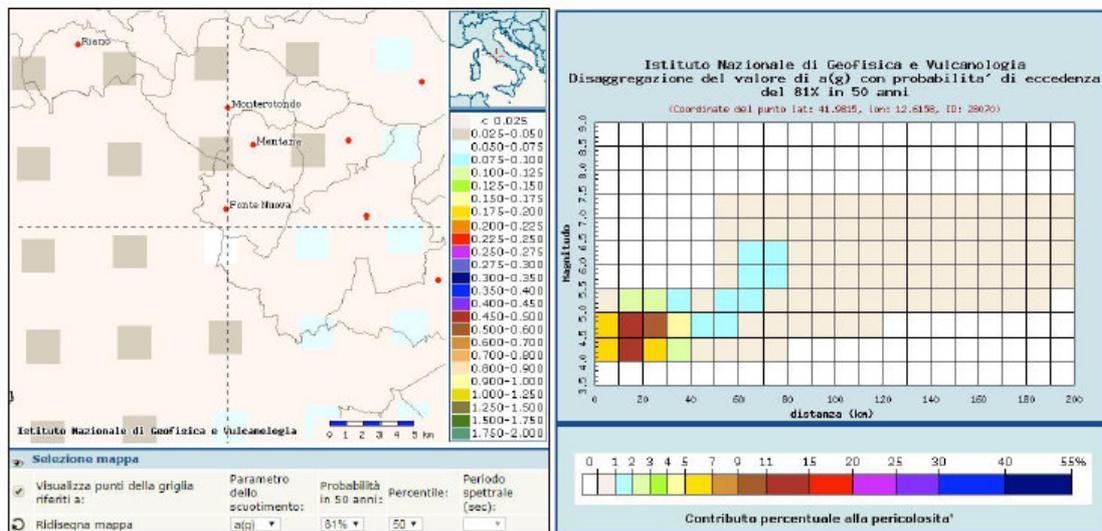
Fig. 3: valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$



Sono stati ricavati i dati di disaggregazione del contributo alla pericolosità sismica di eventi sismici in funzione della loro distanza dal sito (R) e dalla magnitudo (M) ricavandoli dal sito dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it> e riferiti al punto di griglia più vicino al sito.

Per gli Stati Limite di Esercizio (SLE) si sono considerati lo Stato Limite di Operatività (SLO) e lo Stato Limite di Danno (SLD):

Dati disaggregazione SLO:



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 81% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 41.9815, lon: 12.6156, ID: 26070)										
	Magnitudo										
	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5	8,5-9,0
0-10	0.000	6.230	6.250	0.919	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	11.800	14.000	2.860	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	6.370	9.290	2.520	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	2.740	4.710	1.630	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.933	1.870	0.860	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.330	1.040	1.030	0.697	0.582	0.413	0.185	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.115	0.739	1.100	1.110	1.040	0.801	0.384	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.005	0.358	0.811	1.010	1.050	0.889	0.458	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.129	0.565	0.853	0.980	0.874	0.481	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.028	0.257	0.673	0.846	0.791	0.403	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.003	0.191	0.460	0.614	0.562	0.347	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.001	0.090	0.279	0.375	0.272	0.178	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.043	0.184	0.255	0.144	0.099	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.019	0.125	0.188	0.098	0.075	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.010	0.075	0.115	0.095	0.089	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.004	0.046	0.079	0.075	0.071	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.002	0.030	0.058	0.060	0.056	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.001	0.020	0.042	0.049	0.047	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.030	0.039	0.037	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.020	0.030	0.030	0.000	0.000	0.000

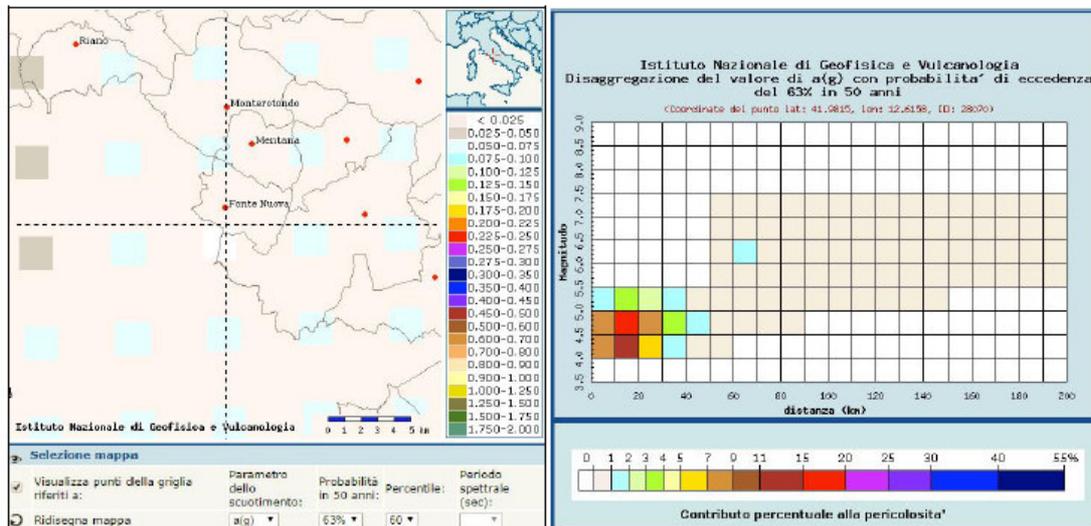
  

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.020	37.200	0.770

GEO Logica S.r.l. – Via Giano Della Bella 18 - 00162 Roma - P.IVA 01673750665 - REA 1170852  
T: +39 0664781884 info@geologicaitaliana.it www.geologicaitaliana.com



Dati disaggregazione SLD:



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 63% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 41.9815, lon: 12.6158, ID: 28070)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	8.440	8.030	1.390	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	12.900	16.500	3.710	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	5.530	8.910	2.730	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	1.950	3.840	1.530	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.506	1.300	0.722	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.068	0.561	0.772	0.624	0.605	0.489	0.243	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.259	0.741	0.930	1.010	0.901	0.481	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.056	0.468	0.777	0.965	0.944	0.545	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.002	0.251	0.606	0.847	0.880	0.546	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.103	0.435	0.689	0.759	0.503	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.032	0.268	0.475	0.516	0.362	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.009	0.145	0.276	0.239	0.178	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.003	0.082	0.178	0.121	0.095	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.046	0.124	0.079	0.070	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.071	0.074	0.080	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.044	0.056	0.062	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.020	0.043	0.048	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.018	0.034	0.038	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.010	0.025	0.030	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.019	0.023	0.000	0.000	0.000

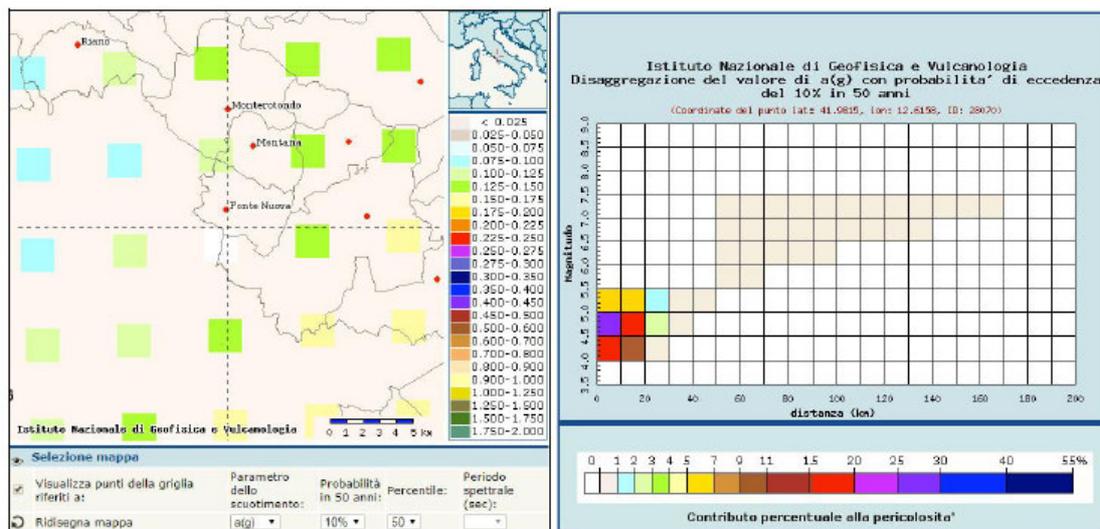
  

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.900	31.500	0.858



Per gli Stati Limite Ultimi (SLU) si sono considerati lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e lo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):

Dati disaggregazione SLV:



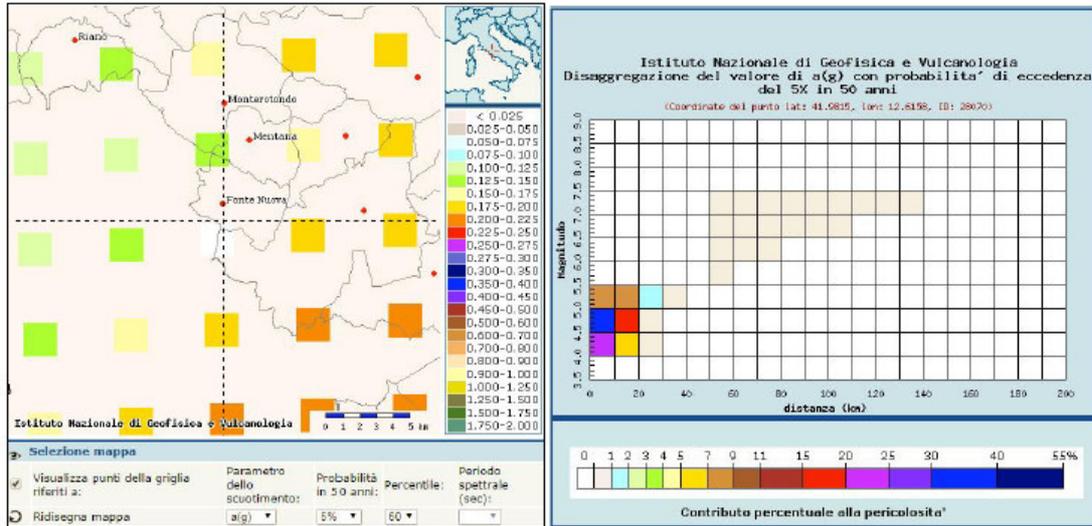
Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 41.9815, lon: 12.6158, ID: 28070)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	19.300	27.300	5.060	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	9.740	18.800	6.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.446	2.730	1.940	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.075	0.382	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.075	0.329	0.541	0.445	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.361	0.758	0.692	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.171	0.581	0.805	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.051	0.380	0.474	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.225	0.344	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.197	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.075	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.030	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.830	14.600	1.340



Dati disaggregazione SLC:



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 41.9815, lon: 12.6158, ID: 28070)										
	Magnitudo										
	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5	8,5-9,0
0-10	0,000	21,400	33,300	8,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10-20	0,000	6,980	16,000	7,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20-30	0,000	0,002	0,880	1,230	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
30-40	0,000	0,000	0,000	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
40-50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
50-60	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,178	0,464	0,453	0,000	0,000	0,000
60-70	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,112	0,574	0,652	0,000	0,000	0,000
70-80	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,356	0,519	0,000	0,000	0,000
80-90	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,162	0,365	0,000	0,000	0,000
90-100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,230	0,000	0,000	0,000
100-110	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,107	0,000	0,000	0,000
110-120	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,027	0,000	0,000	0,000
120-130	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000
130-140	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
140-150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
150-160	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160-170	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
170-180	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
180-190	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
190-200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4,800	11,800	1,500



Nella tabella seguente sono riassunti i dati ricavati dalle operazioni precedenti e necessari alla estrazione degli accelerogrammi sismocompatibili e spettrocompatibili per il sito in studio.

Coordinate del sito (sistema di riferimento ED50)	Latitudine = 41.992735
	Longitudine = 12.620985
Scelta della strategia di progettazione	Vita nominale (Vn) = 50 anni
	Coefficiente d'uso (Cu) = 1.5; Classe d'uso = III
	Stati limite di riferimento = SLO,SLD ed SLV e SLC
Accelerazione orizzontale massima al sito (ag)	ag = 0.056g (SLO) e 0.069g (SLD) ag = 0.145g (SLV) e 0.177g (SLC)
Dati di disaggregazione	Magnitudo (M) compresa tra 4.0 e 5.5
	Distanza (R) compresa tra 0 km e 30 km

Sulla base dei dati precedenti si è proceduto all'estrazione di accelerogrammi di input dal sito della Regione Lazio [http://www.regione.lazio.it/rl\\_ambiente/?vw=contenutidettaglio&id=28](http://www.regione.lazio.it/rl_ambiente/?vw=contenutidettaglio&id=28).

Per il sito in oggetto, ubicato in Via Brennero nel Comune di Fonte Nuova (RM), il gruppo di accelerogrammi sismocompatibili e spettrocompatibili è risultato essere il **1258122\_000** (5 accelerogrammi).



---

#### 4. ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Gli accelerogrammi di input individuati, correlati con la sismostratigrafia del sito, sono stati trattati con il software di calcolo STRATA (Kottke & Rathje, 2008) che ha permesso di produrre in output sia accelerogrammi che spettri di risposta elastici.

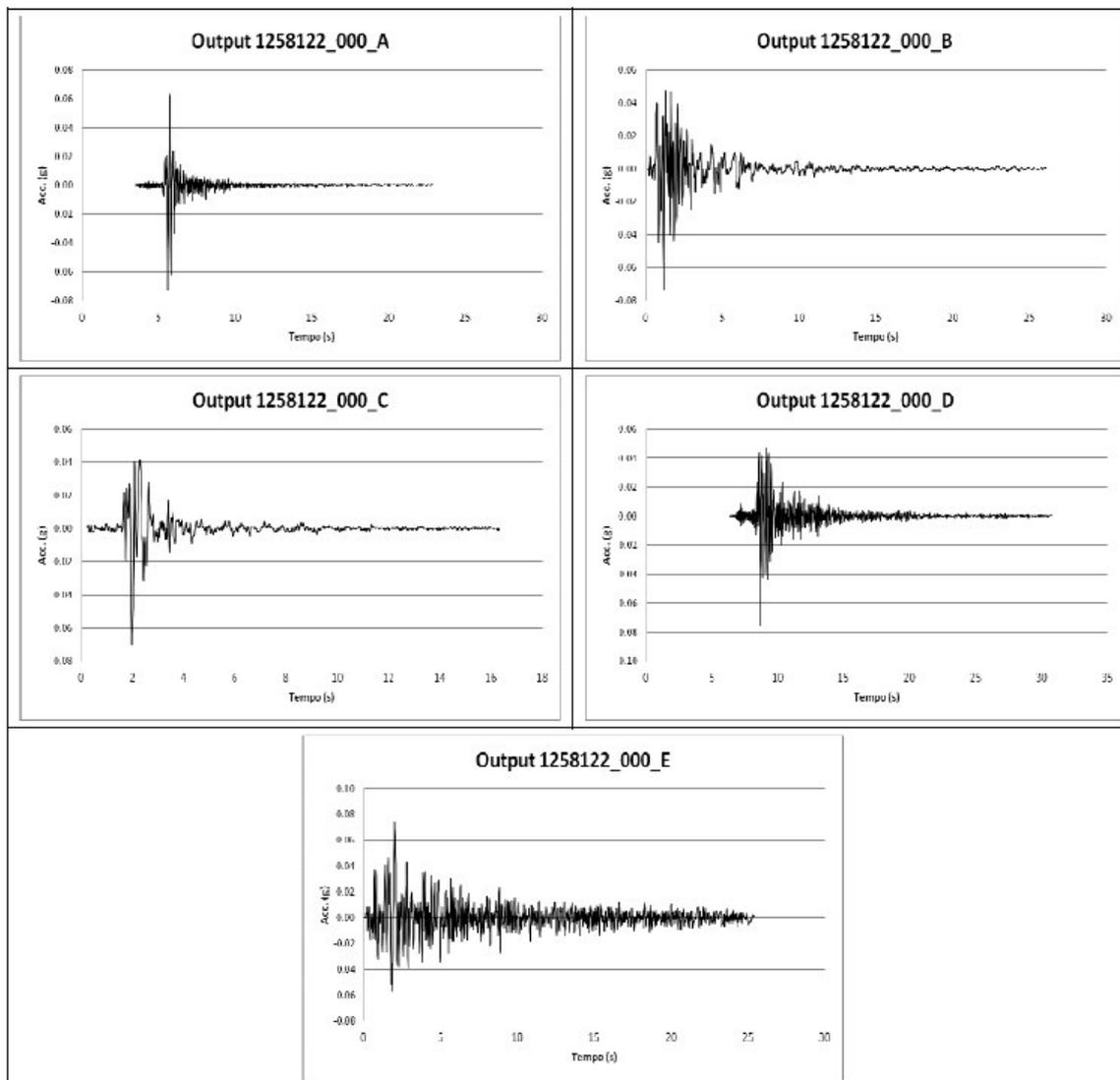
L'analisi è stata effettuata considerando un piano di posa delle fondazioni pari a 1.0 metro dal piano campagna e considerando un fattore di forma (q) pari a 1.

Di seguito vengono riportati sia in forma grafica che in forma tabellare i dati di output ottenuti dopo l'analisi RSL effettuata.



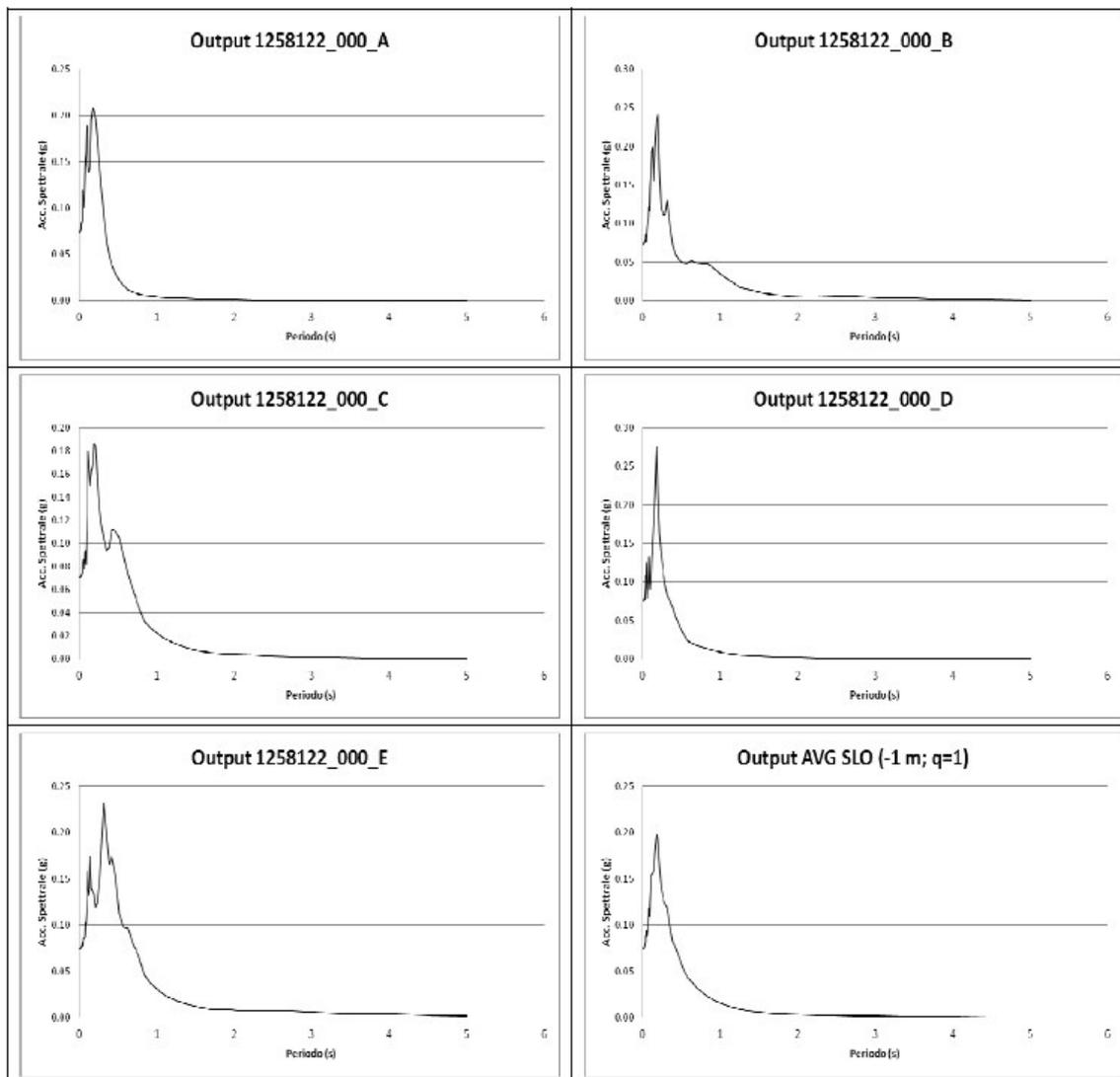
ACCELEROGRAMMI DI OUTPUT STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

STATO LIMITE DI OPERATIVITA' (SLO) (a -1 m. da p.c.; q=1)





SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI DI OUTPUT  
STATO LIMITE DI OPERATIVITA' (SLO) (a -1 m. da p.c.; q=1)





SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI DI OUTPUT: DATI TABELLARI

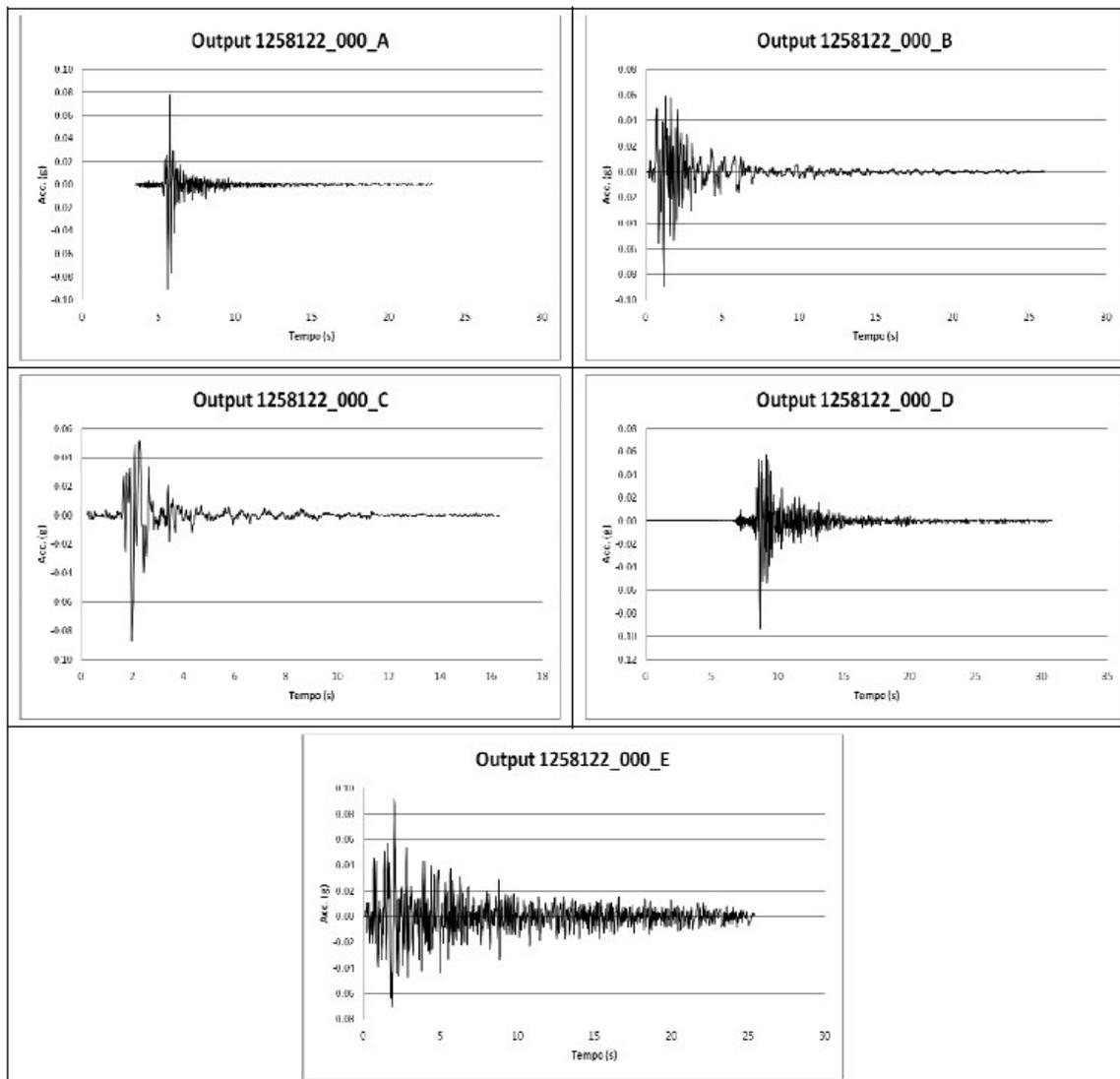
STATO LIMITE DI OPERATIVITA' (SLO) (a -1 m. da p.c.; q=1)

Periodo Sec	1258122_000_A	1258122_000_B	1258122_000_C	1258122_000_D	1258122_000_E	Media	St dev
0.0100	0.0735	0.0730	0.0704	0.0757	0.0743	0.0734	0.0266
0.0110	0.0737	0.0731	0.0705	0.0757	0.0744	0.0735	0.0267
0.0122	0.0739	0.0732	0.0705	0.0758	0.0744	0.0736	0.0268
0.0134	0.0742	0.0733	0.0706	0.0759	0.0745	0.0737	0.0271
0.0148	0.0746	0.0735	0.0707	0.0761	0.0746	0.0739	0.0275
0.0164	0.0751	0.0737	0.0708	0.0762	0.0747	0.0741	0.0280
0.0181	0.0758	0.0740	0.0709	0.0763	0.0748	0.0743	0.0288
0.0199	0.0767	0.0743	0.0711	0.0769	0.0750	0.0748	0.0317
0.0220	0.0781	0.0748	0.0713	0.0795	0.0752	0.0757	0.0419
0.0243	0.0804	0.0753	0.0716	0.0784	0.0755	0.0762	0.0440
0.0268	0.0826	0.0761	0.0720	0.0780	0.0759	0.0769	0.0495
0.0296	0.0836	0.0772	0.0726	0.0760	0.0765	0.0771	0.0515
0.0327	0.0844	0.0789	0.0733	0.0832	0.0774	0.0794	0.0570
0.0361	0.0861	0.0806	0.0744	0.0951	0.0793	0.0828	0.0931
0.0398	0.0993	0.0856	0.0751	0.1075	0.0805	0.0888	0.1484
0.0439	0.1017	0.0757	0.0770	0.1028	0.0821	0.0871	0.1499
0.0485	0.1192	0.0761	0.0833	0.1249	0.0776	0.0940	0.2414
0.0535	0.1084	0.0861	0.0863	0.1074	0.0850	0.0940	0.1258
0.0590	0.1010	0.0957	0.0852	0.0788	0.0866	0.0891	0.0985
0.0652	0.1114	0.1021	0.0779	0.0975	0.0860	0.0942	0.1416
0.0719	0.1382	0.1041	0.0919	0.1020	0.0881	0.1035	0.1761
0.0794	0.1527	0.1215	0.0936	0.1326	0.1028	0.1188	0.1959
0.0876	0.1602	0.1156	0.0821	0.1027	0.1021	0.1098	0.2447
0.0967	0.1884	0.1467	0.1074	0.0905	0.1151	0.1253	0.2861
0.1067	0.1896	0.1764	0.1495	0.1096	0.1585	0.1541	0.2116
0.1178	0.1456	0.1937	0.1798	0.1270	0.1376	0.1547	0.1798
0.1300	0.1376	0.1983	0.1657	0.1521	0.1319	0.1554	0.1625
0.1435	0.1438	0.1559	0.1501	0.1763	0.1741	0.1595	0.0903
0.1583	0.1946	0.1978	0.1620	0.2109	0.1396	0.1790	0.1699
0.1747	0.2084	0.2351	0.1679	0.2749	0.1360	0.1984	0.2775
0.1929	0.2066	0.2409	0.1864	0.2220	0.1329	0.1939	0.2310
0.2128	0.1970	0.1686	0.1838	0.1639	0.1197	0.1643	0.1912
0.2349	0.1753	0.1215	0.1570	0.1369	0.1246	0.1417	0.1557
0.2593	0.1446	0.1108	0.1293	0.1151	0.1475	0.1286	0.1296
0.2861	0.1180	0.1113	0.1145	0.0972	0.1888	0.1225	0.2529
0.3158	0.0920	0.1303	0.1043	0.0829	0.2310	0.1190	0.4071
0.3486	0.0654	0.0992	0.0941	0.0764	0.1992	0.0985	0.4271
0.3847	0.0483	0.0723	0.0965	0.0671	0.1655	0.0822	0.4625
0.4246	0.0383	0.0609	0.1121	0.0559	0.1741	0.0761	0.6022
0.4686	0.0296	0.0529	0.1107	0.0443	0.1532	0.0652	0.6762
0.5172	0.0219	0.0489	0.1051	0.0335	0.1121	0.0531	0.7114
0.5708	0.0161	0.0479	0.0891	0.0241	0.0976	0.0438	0.7923
0.6300	0.0117	0.0516	0.0732	0.0211	0.0962	0.0390	0.8816
0.6953	0.0087	0.0486	0.0601	0.0183	0.0802	0.0327	0.9239
0.7674	0.0072	0.0479	0.0458	0.0155	0.0672	0.0277	0.9352
0.8469	0.0059	0.0469	0.0323	0.0131	0.0461	0.0222	0.9062
0.9347	0.0048	0.0410	0.0260	0.0108	0.0359	0.0182	0.9070
1.0316	0.0040	0.0320	0.0210	0.0088	0.0288	0.0146	0.8906
1.1386	0.0032	0.0248	0.0165	0.0070	0.0228	0.0116	0.8703
1.2566	0.0027	0.0170	0.0129	0.0056	0.0181	0.0090	0.8267
1.3869	0.0022	0.0142	0.0098	0.0045	0.0146	0.0072	0.8260
1.5307	0.0017	0.0101	0.0072	0.0036	0.0115	0.0055	0.7929
1.6894	0.0014	0.0078	0.0058	0.0028	0.0090	0.0044	0.7799
1.8645	0.0011	0.0063	0.0047	0.0022	0.0089	0.0037	0.8363
2.0578	0.0009	0.0069	0.0042	0.0018	0.0078	0.0032	0.9310
2.2711	0.0007	0.0069	0.0034	0.0014	0.0070	0.0027	1.0283
2.5066	0.0005	0.0058	0.0025	0.0010	0.0073	0.0023	1.1118
2.7665	0.0004	0.0055	0.0021	0.0008	0.0072	0.0019	1.2156
3.0533	0.0003	0.0037	0.0018	0.0006	0.0059	0.0015	1.1925
3.3698	0.0003	0.0033	0.0015	0.0005	0.0047	0.0013	1.2174
3.7192	0.0002	0.0023	0.0011	0.0004	0.0043	0.0010	1.2244
4.1048	0.0002	0.0019	0.0008	0.0003	0.0038	0.0008	1.2443
4.5303	0.0002	0.0012	0.0007	0.0003	0.0025	0.0006	1.1299
5.0000	0.0001	0.0009	0.0006	0.0002	0.0017	0.0005	1.0743



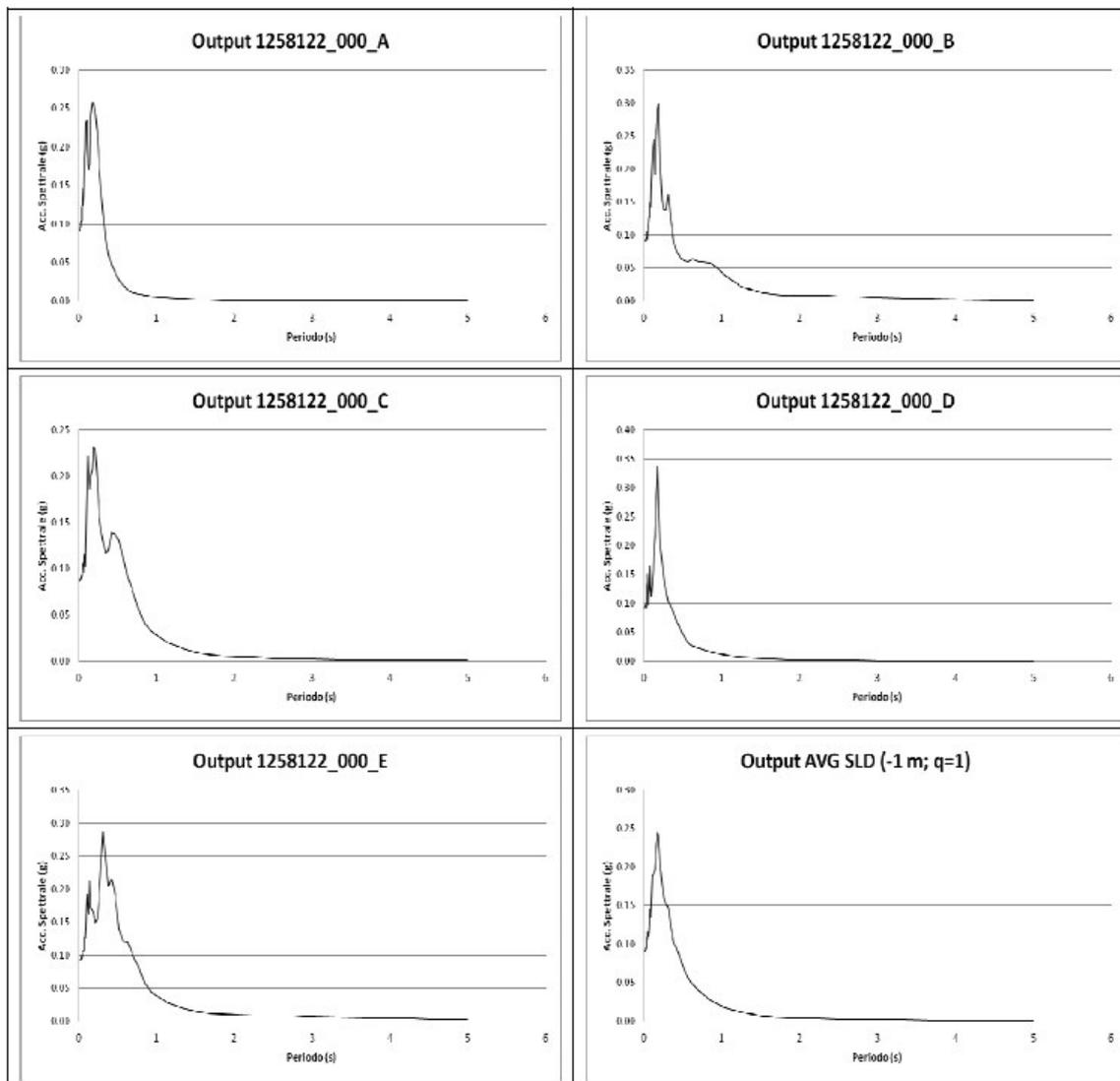
ACCELEROGRAMMI DI OUTPUT STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

STATO LIMITE DI DANNO (SLD) (a -1 m. da p.c.; q=1)



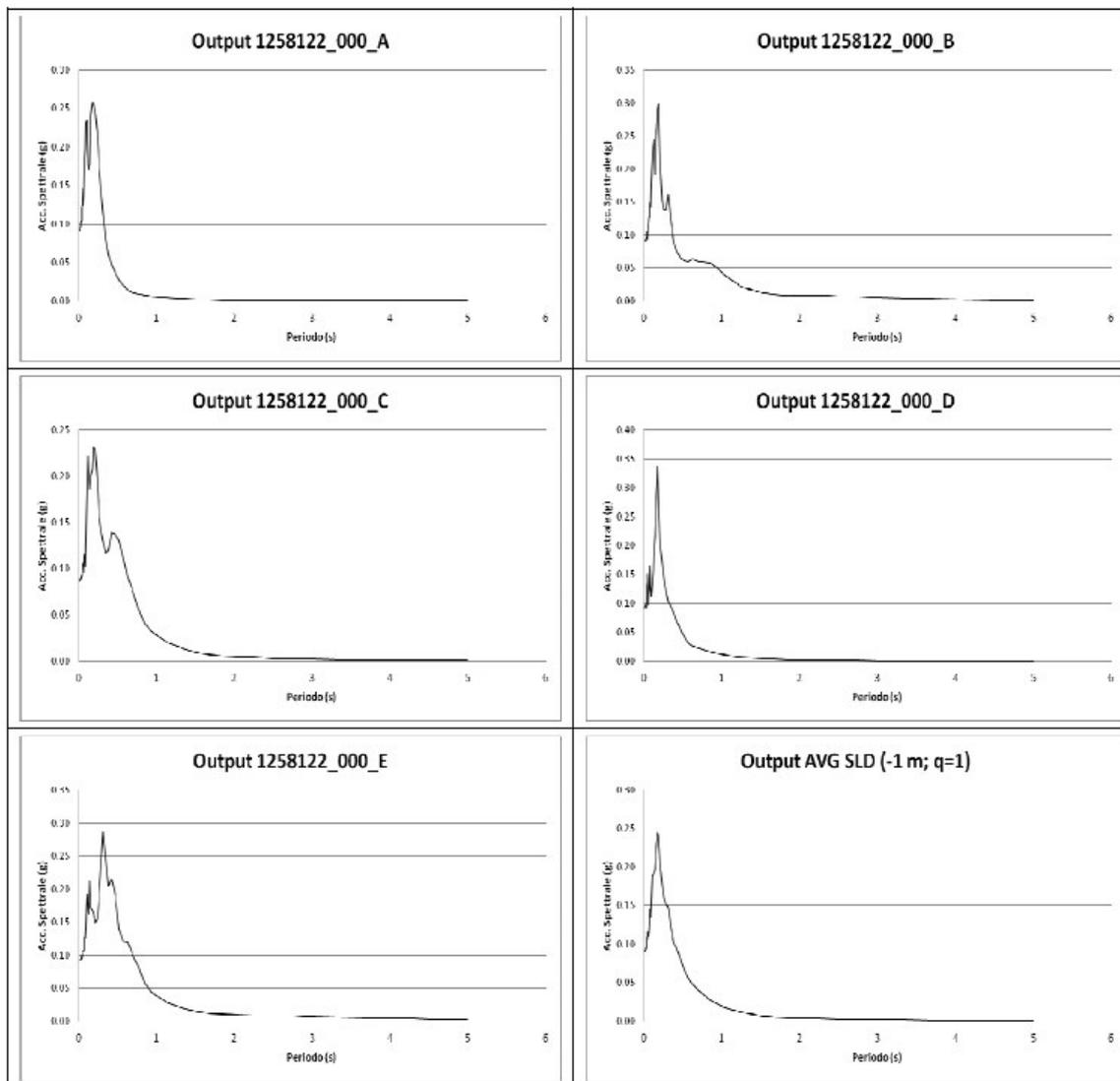


SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI DI OUTPUT  
STATO LIMITE DI DANNO (SLD) (a -1 m. da p.c.; q=1)





SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI DI OUTPUT  
STATO LIMITE DI DANNO (SLD) (a -1 m. da p.c.; q=1)



GEO Logica S.r.l. – Via Gianò Della Bella 18 - 00162 Roma - P.IVA 01673750665 - REA 1170852  
T: +39 0664781884 info@geologicaitaliana.it www.geologicaitaliana.com



SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI DI OUTPUT: DATI TABELLARI

STATO LIMITE DI DANNO (SLD) (a -1 m. da p.c.; q=1)

Periodo Sec	1258122_000_A	1258122_000_B	1258122_000_C	1258122_000_D	1258122_000_E	Media	St dev
0.0100	0.0904	0.0896	0.0872	0.0934	0.0918	0.0905	0.0256
0.0110	0.0907	0.0897	0.0873	0.0935	0.0918	0.0906	0.0257
0.0122	0.0910	0.0899	0.0874	0.0936	0.0919	0.0907	0.0258
0.0134	0.0913	0.0900	0.0874	0.0937	0.0920	0.0909	0.0259
0.0148	0.0918	0.0902	0.0875	0.0939	0.0921	0.0911	0.0262
0.0164	0.0924	0.0905	0.0877	0.0940	0.0923	0.0914	0.0267
0.0181	0.0932	0.0908	0.0878	0.0942	0.0924	0.0917	0.0273
0.0199	0.0944	0.0912	0.0881	0.0950	0.0927	0.0922	0.0304
0.0220	0.0960	0.0917	0.0883	0.0980	0.0929	0.0933	0.0404
0.0243	0.0988	0.0924	0.0887	0.0962	0.0933	0.0938	0.0411
0.0268	0.1012	0.0933	0.0892	0.0968	0.0938	0.0948	0.0469
0.0296	0.1023	0.0946	0.0898	0.0935	0.0945	0.0948	0.0471
0.0327	0.1033	0.0965	0.0907	0.1009	0.0957	0.0973	0.0505
0.0361	0.1055	0.0982	0.0920	0.1153	0.0979	0.1015	0.0861
0.0398	0.1212	0.1052	0.0936	0.1330	0.0991	0.1095	0.1452
0.0439	0.1249	0.0929	0.0950	0.1255	0.1008	0.1069	0.1477
0.0485	0.1467	0.0932	0.1035	0.1507	0.0960	0.1154	0.2346
0.0535	0.1326	0.1059	0.1064	0.1322	0.1047	0.1157	0.1235
0.0590	0.1239	0.1173	0.1054	0.0975	0.1071	0.1099	0.0940
0.0652	0.1366	0.1262	0.0955	0.1204	0.1053	0.1158	0.1437
0.0719	0.1689	0.1277	0.1131	0.1259	0.1086	0.1273	0.1726
0.0794	0.1869	0.1485	0.1161	0.1646	0.1265	0.1463	0.1929
0.0876	0.1980	0.1425	0.1023	0.1266	0.1252	0.1355	0.2431
0.0967	0.2327	0.1782	0.1331	0.1109	0.1411	0.1539	0.2865
0.1067	0.2340	0.2173	0.1853	0.1339	0.1929	0.1893	0.2148
0.1178	0.1798	0.2383	0.2220	0.1558	0.1695	0.1905	0.1810
0.1300	0.1703	0.2447	0.2059	0.1873	0.1622	0.1920	0.1637
0.1435	0.1777	0.1915	0.1848	0.2162	0.2131	0.1961	0.0869
0.1583	0.2405	0.2432	0.2001	0.2601	0.1722	0.2208	0.1695
0.1747	0.2576	0.2899	0.2074	0.3370	0.1672	0.2444	0.2767
0.1929	0.2562	0.2987	0.2314	0.2750	0.1642	0.2402	0.2323
0.2128	0.2445	0.2087	0.2286	0.2023	0.1483	0.2036	0.1922
0.2349	0.2178	0.1509	0.1963	0.1691	0.1552	0.1761	0.1570
0.2593	0.1800	0.1375	0.1607	0.1424	0.1832	0.1597	0.1312
0.2861	0.1462	0.1379	0.1423	0.1203	0.2337	0.1518	0.2525
0.3158	0.1140	0.1615	0.1296	0.1026	0.2861	0.1476	0.4068
0.3486	0.0812	0.1230	0.1168	0.0948	0.2469	0.1222	0.4267
0.3847	0.0599	0.0898	0.1197	0.0833	0.2048	0.1019	0.4615
0.4246	0.0476	0.0755	0.1390	0.0694	0.2154	0.0943	0.6007
0.4686	0.0367	0.0657	0.1372	0.0550	0.1898	0.0808	0.6755
0.5172	0.0272	0.0607	0.1305	0.0417	0.1390	0.0660	0.7109
0.5708	0.0200	0.0598	0.1107	0.0299	0.1212	0.0545	0.7925
0.6300	0.0146	0.0643	0.0911	0.0262	0.1195	0.0485	0.8826
0.6953	0.0108	0.0604	0.0748	0.0227	0.0997	0.0406	0.9250
0.7674	0.0089	0.0596	0.0569	0.0193	0.0835	0.0345	0.9364
0.8469	0.0073	0.0585	0.0402	0.0162	0.0573	0.0276	0.9080
0.9347	0.0060	0.0511	0.0323	0.0134	0.0447	0.0226	0.9087
1.0316	0.0049	0.0398	0.0262	0.0109	0.0358	0.0182	0.8924
1.1386	0.0040	0.0309	0.0205	0.0087	0.0284	0.0145	0.8718
1.2566	0.0033	0.0212	0.0161	0.0070	0.0225	0.0112	0.8282
1.3869	0.0027	0.0176	0.0122	0.0056	0.0182	0.0090	0.8275
1.5307	0.0021	0.0125	0.0090	0.0044	0.0143	0.0069	0.7948
1.6894	0.0017	0.0097	0.0072	0.0035	0.0111	0.0054	0.7817
1.8645	0.0014	0.0078	0.0058	0.0028	0.0111	0.0045	0.8378
2.0578	0.0011	0.0086	0.0052	0.0022	0.0097	0.0040	0.9328
2.2711	0.0008	0.0086	0.0043	0.0017	0.0088	0.0034	1.0301
2.5066	0.0007	0.0072	0.0031	0.0013	0.0091	0.0028	1.1137
2.7665	0.0005	0.0068	0.0026	0.0010	0.0089	0.0024	1.2177
3.0533	0.0004	0.0046	0.0022	0.0008	0.0073	0.0019	1.1943
3.3698	0.0003	0.0042	0.0019	0.0006	0.0058	0.0016	1.2194
3.7192	0.0003	0.0029	0.0014	0.0005	0.0053	0.0012	1.2260
4.1048	0.0002	0.0023	0.0011	0.0004	0.0048	0.0010	1.2457
4.5303	0.0002	0.0015	0.0009	0.0003	0.0031	0.0008	1.1313
5.0000	0.0002	0.0011	0.0007	0.0003	0.0022	0.0006	1.0758



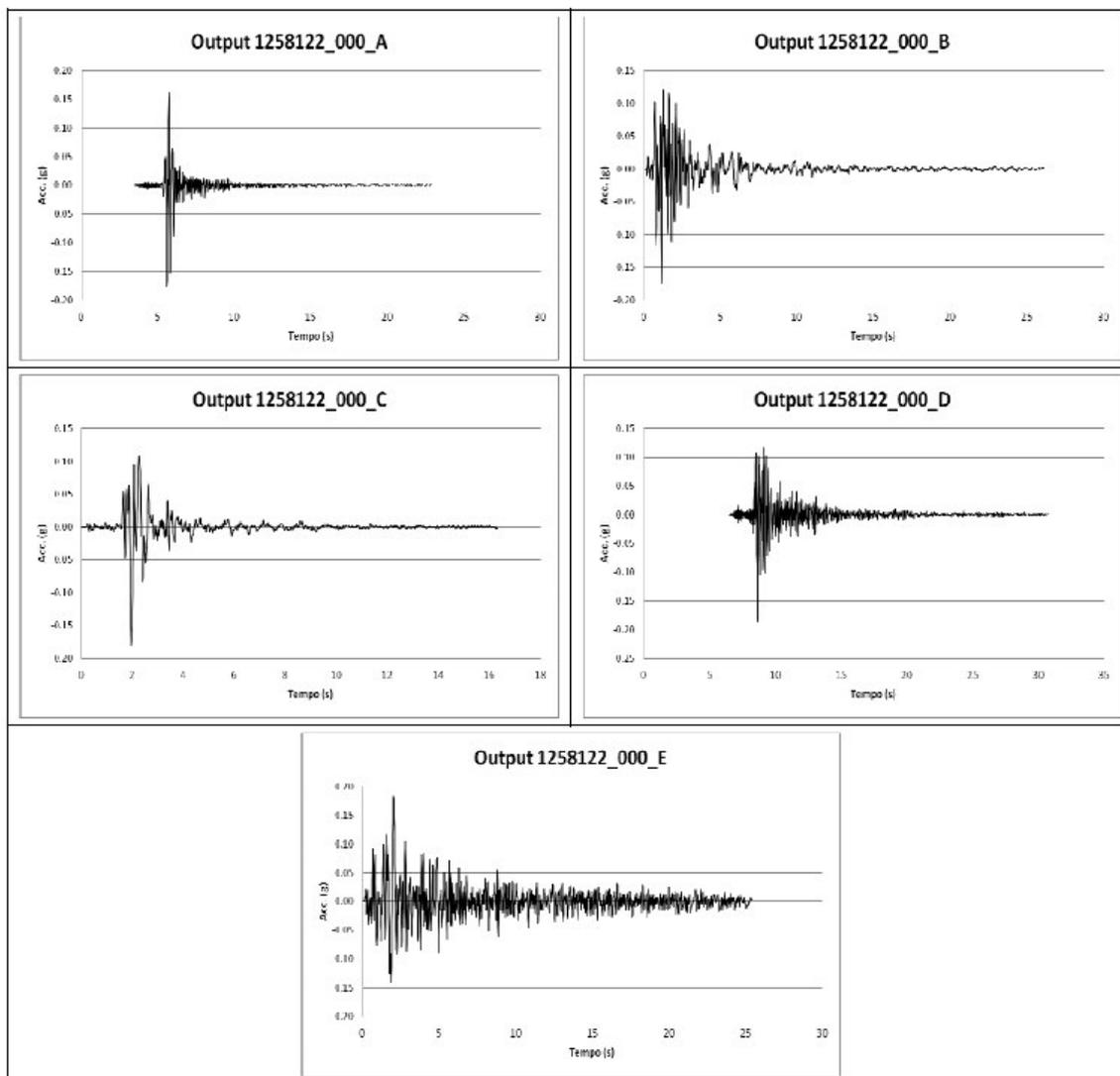
SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI DI OUTPUT: DATI TABELLARI

STATO LIMITE DI DANNO (SLD) (a -1 m. da p.c.; q=1)

Periodo Sec	1258122_000_A	1258122_000_B	1258122_000_C	1258122_000_D	1258122_000_E	Media	St dev
0.0100	0.0904	0.0896	0.0872	0.0934	0.0918	0.0905	0.0256
0.0110	0.0907	0.0897	0.0873	0.0935	0.0918	0.0906	0.0257
0.0122	0.0910	0.0899	0.0874	0.0936	0.0919	0.0907	0.0258
0.0134	0.0913	0.0900	0.0874	0.0937	0.0920	0.0909	0.0259
0.0148	0.0918	0.0902	0.0875	0.0939	0.0921	0.0911	0.0262
0.0164	0.0924	0.0905	0.0877	0.0940	0.0923	0.0914	0.0267
0.0181	0.0932	0.0908	0.0878	0.0942	0.0924	0.0917	0.0273
0.0199	0.0944	0.0912	0.0881	0.0950	0.0927	0.0922	0.0304
0.0220	0.0960	0.0917	0.0883	0.0980	0.0929	0.0933	0.0404
0.0243	0.0988	0.0924	0.0887	0.0962	0.0933	0.0938	0.0411
0.0268	0.1012	0.0933	0.0892	0.0968	0.0938	0.0948	0.0469
0.0296	0.1023	0.0946	0.0898	0.0935	0.0945	0.0948	0.0471
0.0327	0.1033	0.0965	0.0907	0.1009	0.0957	0.0973	0.0505
0.0361	0.1055	0.0982	0.0920	0.1153	0.0979	0.1015	0.0861
0.0398	0.1212	0.1052	0.0936	0.1330	0.0991	0.1095	0.1452
0.0439	0.1249	0.0929	0.0950	0.1255	0.1008	0.1069	0.1477
0.0485	0.1467	0.0932	0.1035	0.1507	0.0960	0.1154	0.2346
0.0535	0.1326	0.1059	0.1064	0.1322	0.1047	0.1157	0.1235
0.0590	0.1239	0.1173	0.1054	0.0975	0.1071	0.1099	0.0940
0.0652	0.1366	0.1262	0.0955	0.1204	0.1053	0.1158	0.1437
0.0719	0.1689	0.1277	0.1131	0.1259	0.1086	0.1273	0.1726
0.0794	0.1869	0.1485	0.1161	0.1646	0.1265	0.1463	0.1929
0.0876	0.1980	0.1425	0.1023	0.1266	0.1252	0.1355	0.2431
0.0967	0.2327	0.1782	0.1331	0.1109	0.1411	0.1539	0.2865
0.1067	0.2340	0.2173	0.1853	0.1339	0.1929	0.1893	0.2148
0.1178	0.1798	0.2383	0.2220	0.1558	0.1695	0.1905	0.1810
0.1300	0.1703	0.2447	0.2059	0.1873	0.1622	0.1920	0.1637
0.1435	0.1777	0.1915	0.1848	0.2162	0.2131	0.1961	0.0869
0.1583	0.2405	0.2432	0.2001	0.2601	0.1722	0.2208	0.1695
0.1747	0.2576	0.2899	0.2074	0.3370	0.1672	0.2444	0.2767
0.1929	0.2562	0.2987	0.2314	0.2750	0.1642	0.2402	0.2323
0.2128	0.2445	0.2087	0.2286	0.2023	0.1483	0.2036	0.1922
0.2349	0.2178	0.1509	0.1963	0.1691	0.1552	0.1761	0.1570
0.2593	0.1800	0.1375	0.1607	0.1424	0.1832	0.1597	0.1312
0.2861	0.1462	0.1379	0.1423	0.1203	0.2337	0.1518	0.2525
0.3158	0.1140	0.1615	0.1296	0.1026	0.2861	0.1476	0.4068
0.3486	0.0812	0.1230	0.1168	0.0948	0.2469	0.1222	0.4267
0.3847	0.0599	0.0898	0.1197	0.0833	0.2048	0.1019	0.4615
0.4246	0.0476	0.0755	0.1390	0.0694	0.2154	0.0943	0.6007
0.4686	0.0367	0.0657	0.1372	0.0550	0.1898	0.0808	0.6755
0.5172	0.0272	0.0607	0.1305	0.0417	0.1390	0.0660	0.7109
0.5708	0.0200	0.0598	0.1107	0.0299	0.1212	0.0545	0.7925
0.6300	0.0146	0.0643	0.0911	0.0262	0.1195	0.0485	0.8826
0.6953	0.0108	0.0604	0.0748	0.0227	0.0997	0.0406	0.9250
0.7674	0.0089	0.0596	0.0569	0.0193	0.0835	0.0345	0.9364
0.8469	0.0073	0.0585	0.0402	0.0162	0.0573	0.0276	0.9080
0.9347	0.0060	0.0511	0.0323	0.0134	0.0447	0.0226	0.9087
1.0316	0.0049	0.0398	0.0262	0.0109	0.0358	0.0182	0.8924
1.1386	0.0040	0.0309	0.0205	0.0087	0.0284	0.0145	0.8718
1.2566	0.0033	0.0212	0.0161	0.0070	0.0225	0.0112	0.8282
1.3869	0.0027	0.0176	0.0122	0.0056	0.0182	0.0090	0.8275
1.5307	0.0021	0.0125	0.0090	0.0044	0.0143	0.0069	0.7948
1.6894	0.0017	0.0097	0.0072	0.0035	0.0111	0.0054	0.7817
1.8645	0.0014	0.0078	0.0058	0.0028	0.0111	0.0045	0.8378
2.0578	0.0011	0.0086	0.0052	0.0022	0.0097	0.0040	0.9328
2.2711	0.0008	0.0086	0.0043	0.0017	0.0088	0.0034	1.0301
2.5066	0.0007	0.0072	0.0031	0.0013	0.0091	0.0028	1.1137
2.7665	0.0005	0.0068	0.0026	0.0010	0.0089	0.0024	1.2177
3.0533	0.0004	0.0046	0.0022	0.0008	0.0073	0.0019	1.1943
3.3698	0.0003	0.0042	0.0019	0.0006	0.0058	0.0016	1.2194
3.7192	0.0003	0.0029	0.0014	0.0005	0.0053	0.0012	1.2260
4.1048	0.0002	0.0023	0.0011	0.0004	0.0048	0.0010	1.2457
4.5303	0.0002	0.0015	0.0009	0.0003	0.0031	0.0008	1.1313
5.0000	0.0002	0.0011	0.0007	0.0003	0.0022	0.0006	1.0758



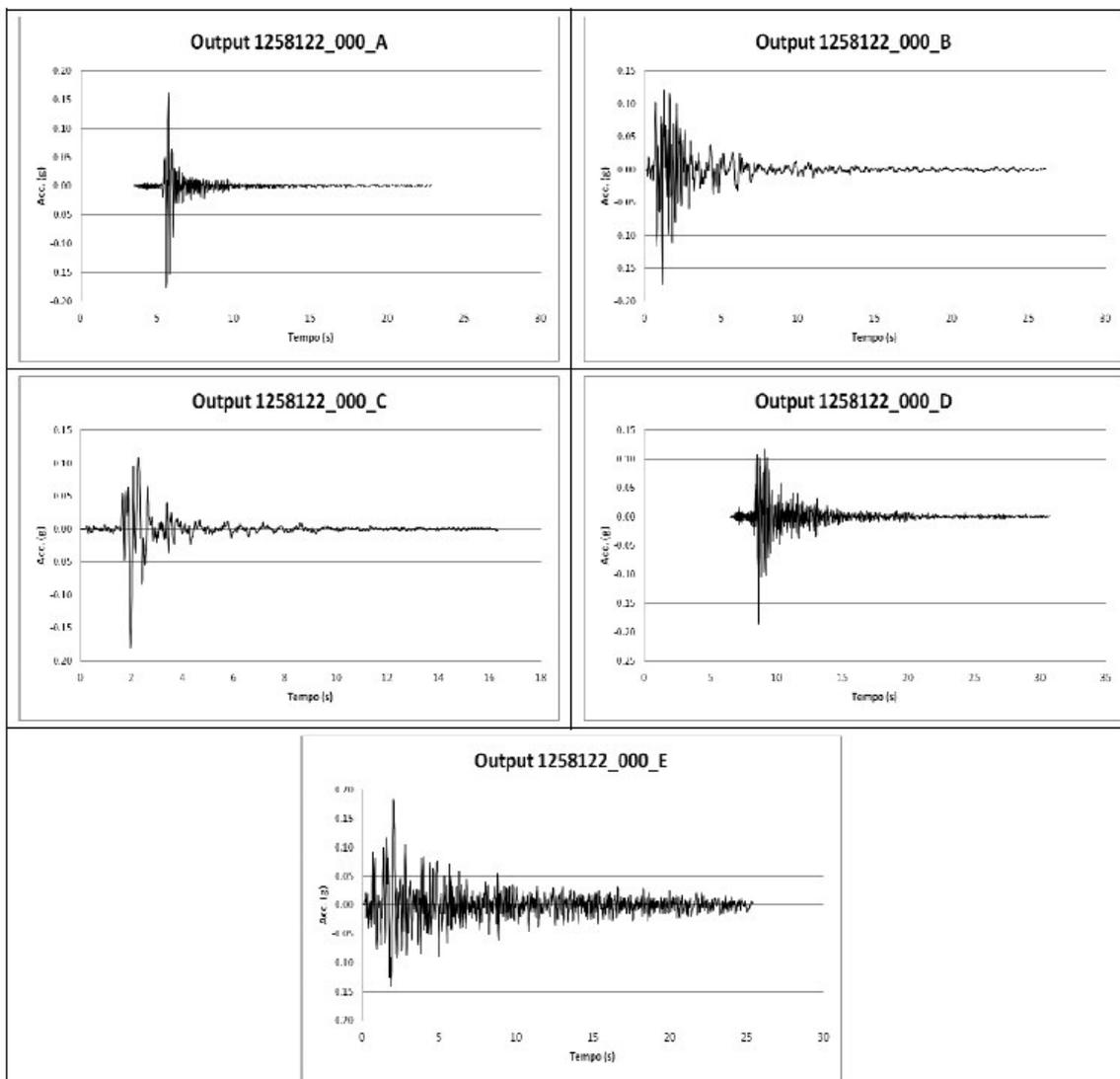
ACCELEROGRAMMI DI OUTPUT STATI LIMITE ULTIMI (SLU)  
STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV) (a -1m. da p.c.; q=1)



GEO Logica S.r.l. – Via Giano Della Bella 18 - 00162 Roma - P.IVA 01673750665 - REA 1170852  
T: +39 0664781884 info@geologicaitaliana.it www.geologicaitaliana.com

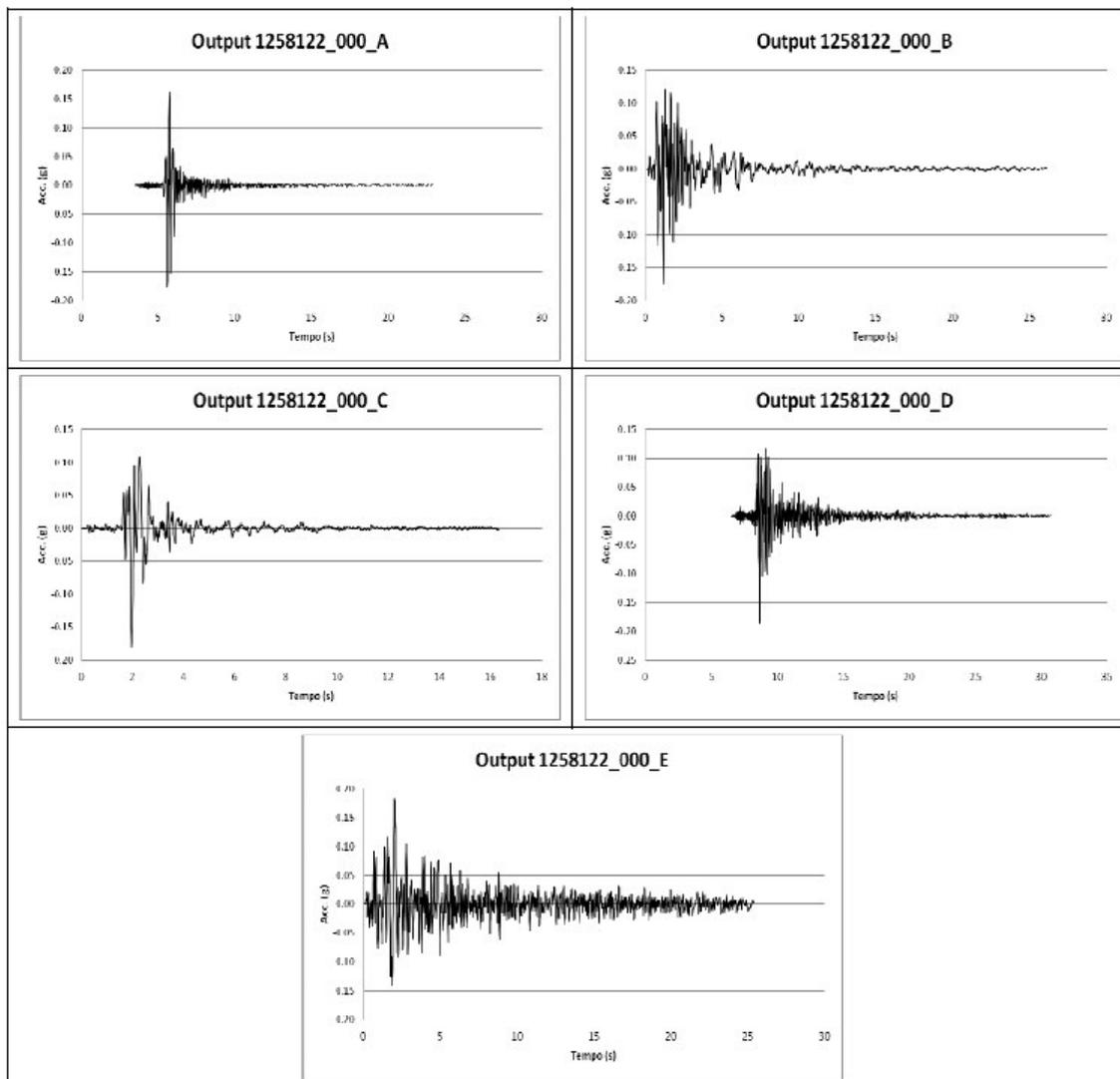


ACCELEROGRAMMI DI OUTPUT STATI LIMITE ULTIMI (SLU)  
STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV) (a -1m. da p.c.; q=1)





ACCELEROGRAMMI DI OUTPUT STATI LIMITE ULTIMI (SLU)  
STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV) (a -1m. da p.c.; q=1)

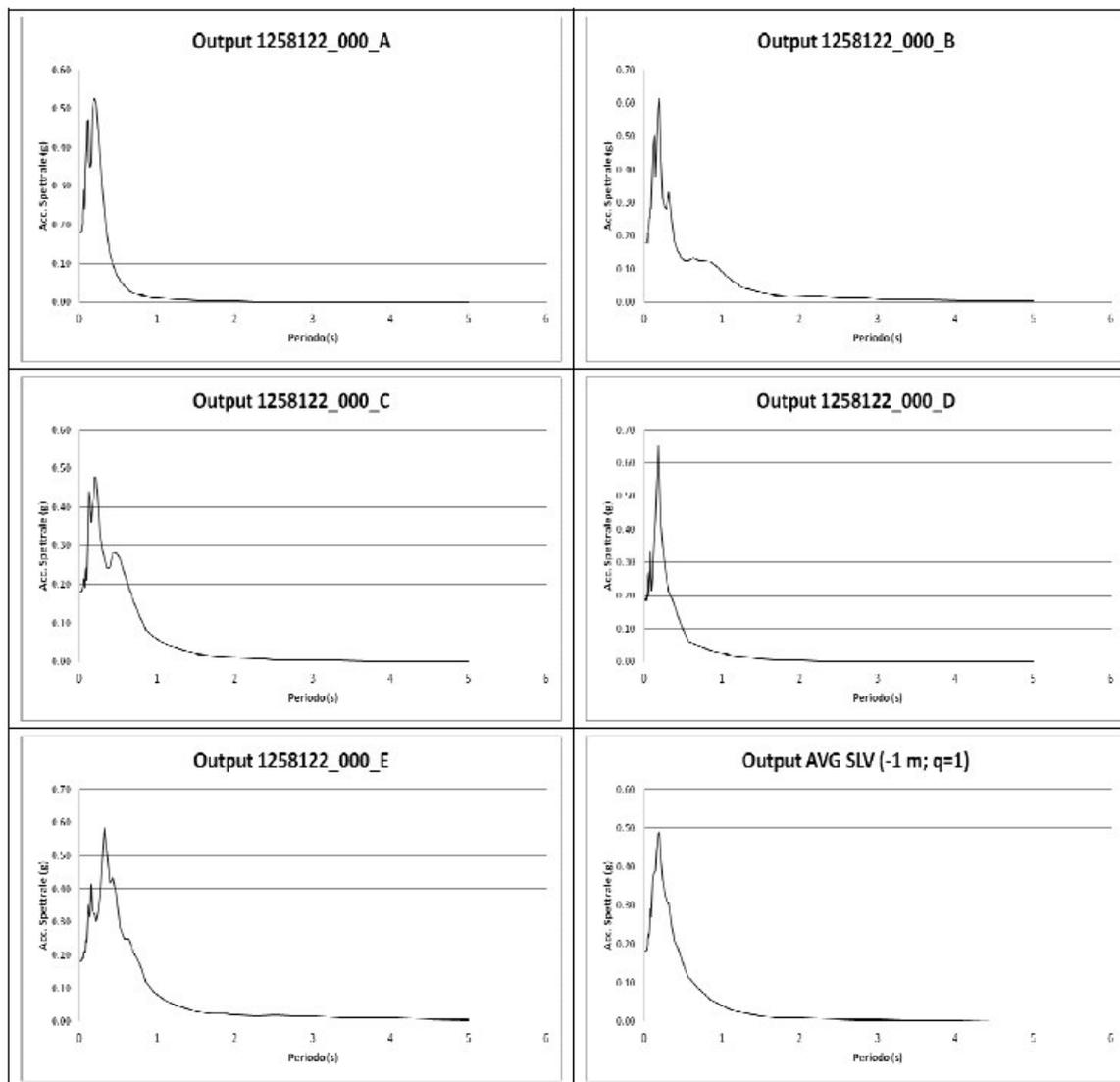


GEO Logica S.r.l. – Via Giano Della Bella 18 - 00162 Roma - P.IVA 01673750665 - REA 1170852  
T: +39 0664781884 info@geologicaitaliana.it www.geologicaitaliana.com



SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI DI OUTPUT

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV) (a -1 m. da p.c.; q=1)



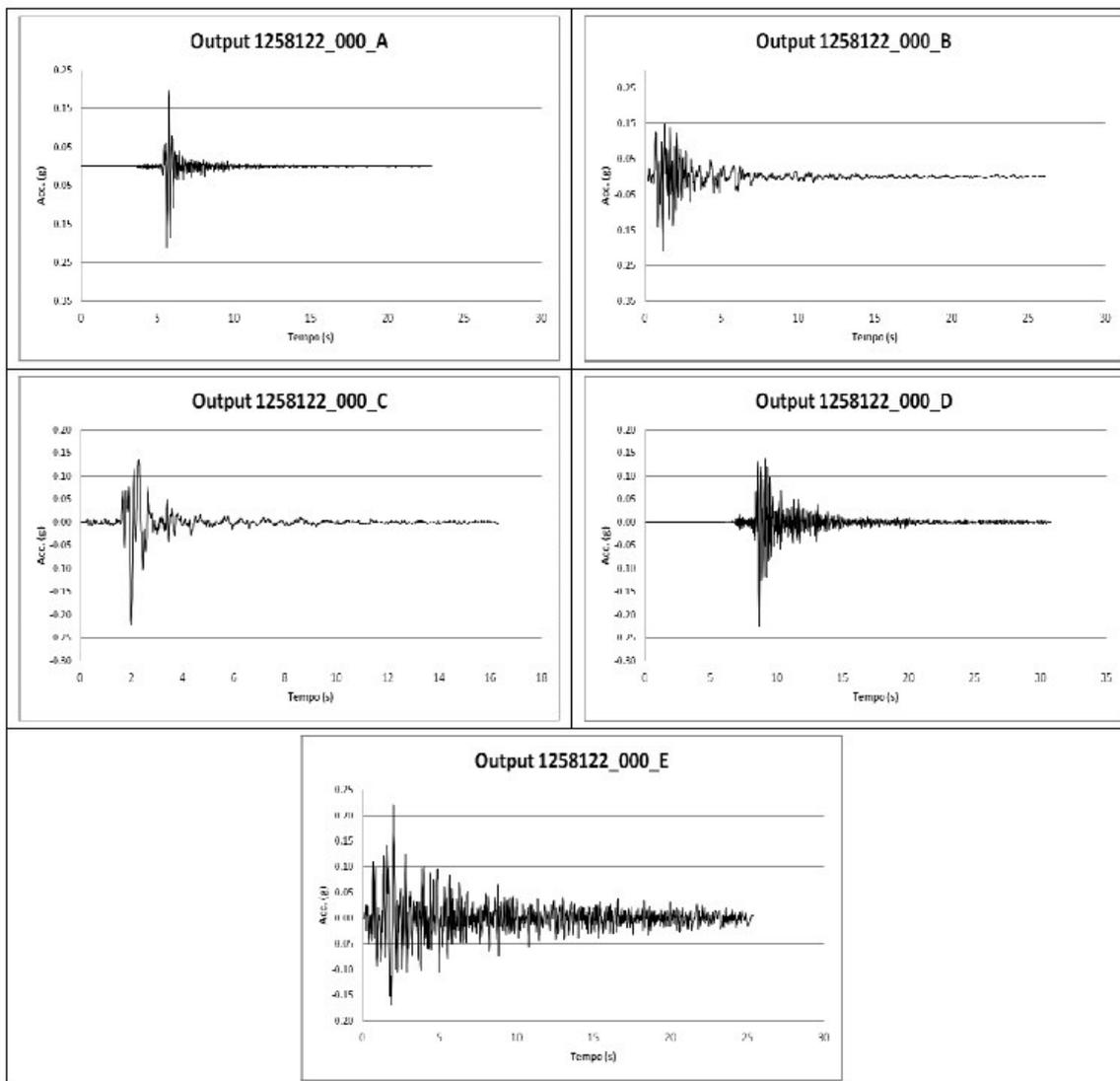


SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI DI OUTPUT: DATI TABELLARI  
STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV) (a -1 m. da p.c.; q=1)

Periodo Sec	1258122_000_A	1258122_000_B	1258122_000_C	1258122_000_D	1258122_000_E	Media	St dev
0.0100	0.1778	0.1754	0.1816	0.1877	0.1830	0.1811	0.0264
0.0110	0.1782	0.1755	0.1817	0.1879	0.1831	0.1812	0.0261
0.0122	0.1787	0.1758	0.1819	0.1881	0.1833	0.1815	0.0256
0.0134	0.1794	0.1760	0.1820	0.1883	0.1834	0.1818	0.0252
0.0148	0.1803	0.1764	0.1822	0.1886	0.1837	0.1822	0.0246
0.0164	0.1814	0.1768	0.1824	0.1890	0.1839	0.1827	0.0240
0.0181	0.1828	0.1774	0.1827	0.1895	0.1842	0.1833	0.0235
0.0199	0.1849	0.1781	0.1830	0.1916	0.1847	0.1844	0.0263
0.0220	0.1878	0.1789	0.1835	0.1956	0.1852	0.1861	0.0328
0.0243	0.1922	0.1801	0.1841	0.1925	0.1859	0.1869	0.0287
0.0268	0.1943	0.1816	0.1849	0.2003	0.1869	0.1895	0.0397
0.0296	0.1949	0.1836	0.1861	0.1872	0.1883	0.1880	0.0224
0.0327	0.1976	0.1873	0.1878	0.2015	0.1904	0.1928	0.0325
0.0361	0.2033	0.1989	0.1910	0.2192	0.1941	0.2011	0.0537
0.0398	0.2285	0.2070	0.1945	0.2654	0.1941	0.2163	0.1321
0.0439	0.2580	0.1818	0.1984	0.2337	0.2037	0.2135	0.1391
0.0485	0.2895	0.1804	0.2114	0.2710	0.1903	0.2244	0.2115
0.0535	0.2541	0.2086	0.2147	0.2560	0.2104	0.2278	0.1038
0.0590	0.2407	0.2277	0.2115	0.1999	0.2127	0.2181	0.0721
0.0652	0.2650	0.2541	0.1903	0.2410	0.2058	0.2294	0.1418
0.0719	0.3421	0.2517	0.2283	0.2588	0.2131	0.2553	0.1812
0.0794	0.3732	0.2815	0.2418	0.3323	0.2459	0.2907	0.1893
0.0876	0.3996	0.2832	0.2116	0.2561	0.2400	0.2714	0.2408
0.0967	0.4686	0.3331	0.2674	0.2161	0.2759	0.3014	0.2905
0.1067	0.4692	0.4307	0.3727	0.2556	0.3505	0.3680	0.2341
0.1178	0.3619	0.4711	0.4384	0.3137	0.3279	0.3777	0.1784
0.1300	0.3461	0.5009	0.4218	0.3711	0.3167	0.3862	0.1791
0.1435	0.3603	0.3810	0.3593	0.4335	0.4136	0.3884	0.0838
0.1583	0.4878	0.4862	0.3954	0.5216	0.3421	0.4413	0.1762
0.1747	0.5217	0.5846	0.4234	0.6525	0.3259	0.4872	0.2759
0.1929	0.5272	0.6124	0.4785	0.5585	0.3254	0.4894	0.2452
0.2128	0.5139	0.4295	0.4747	0.4134	0.3017	0.4200	0.2037
0.2349	0.4535	0.3121	0.4195	0.3485	0.3248	0.3677	0.1632
0.2593	0.3771	0.2839	0.3313	0.2940	0.3792	0.3307	0.1352
0.2861	0.3019	0.2825	0.2931	0.2506	0.4748	0.3124	0.2445
0.3158	0.2369	0.3330	0.2682	0.2098	0.5827	0.3038	0.4022
0.3486	0.1692	0.2548	0.2404	0.1951	0.5047	0.2522	0.4210
0.3847	0.1236	0.1858	0.2460	0.1721	0.4167	0.2096	0.4557
0.4246	0.0985	0.1562	0.2834	0.1437	0.4357	0.1938	0.5903
0.4686	0.0755	0.1353	0.2821	0.1141	0.3866	0.1663	0.6706
0.5172	0.0565	0.1249	0.2686	0.0866	0.2848	0.1362	0.7054
0.5708	0.0415	0.1256	0.2292	0.0624	0.2502	0.1133	0.7908
0.6300	0.0301	0.1343	0.1900	0.0541	0.2473	0.1006	0.8856
0.6953	0.0223	0.1257	0.1557	0.0467	0.2076	0.0842	0.9305
0.7674	0.0183	0.1245	0.1186	0.0398	0.1737	0.0715	0.9420
0.8469	0.0150	0.1226	0.0838	0.0335	0.1193	0.0573	0.9153
0.9347	0.0123	0.1068	0.0671	0.0277	0.0932	0.0469	0.9160
1.0316	0.0101	0.0833	0.0545	0.0225	0.0745	0.0378	0.8991
1.1386	0.0083	0.0645	0.0428	0.0181	0.0591	0.0300	0.8787
1.2566	0.0068	0.0442	0.0336	0.0144	0.0469	0.0233	0.8348
1.3869	0.0055	0.0367	0.0256	0.0115	0.0380	0.0187	0.8335
1.5307	0.0044	0.0263	0.0188	0.0092	0.0298	0.0143	0.8013
1.6894	0.0035	0.0203	0.0149	0.0073	0.0233	0.0113	0.7878
1.8645	0.0028	0.0163	0.0120	0.0058	0.0230	0.0094	0.8414
2.0578	0.0023	0.0179	0.0109	0.0045	0.0201	0.0083	0.9371
2.2711	0.0017	0.0180	0.0089	0.0035	0.0183	0.0071	1.0343
2.5066	0.0014	0.0149	0.0065	0.0027	0.0188	0.0058	1.1181
2.7665	0.0011	0.0142	0.0054	0.0020	0.0187	0.0050	1.2233
3.0533	0.0009	0.0095	0.0047	0.0016	0.0152	0.0039	1.1985
3.3698	0.0007	0.0086	0.0039	0.0012	0.0121	0.0032	1.2245
3.7192	0.0006	0.0061	0.0028	0.0010	0.0111	0.0025	1.2296
4.1048	0.0005	0.0048	0.0022	0.0008	0.0099	0.0021	1.2489
4.5303	0.0004	0.0032	0.0019	0.0007	0.0065	0.0016	1.1342
5.0000	0.0003	0.0023	0.0015	0.0005	0.0045	0.0012	1.0797



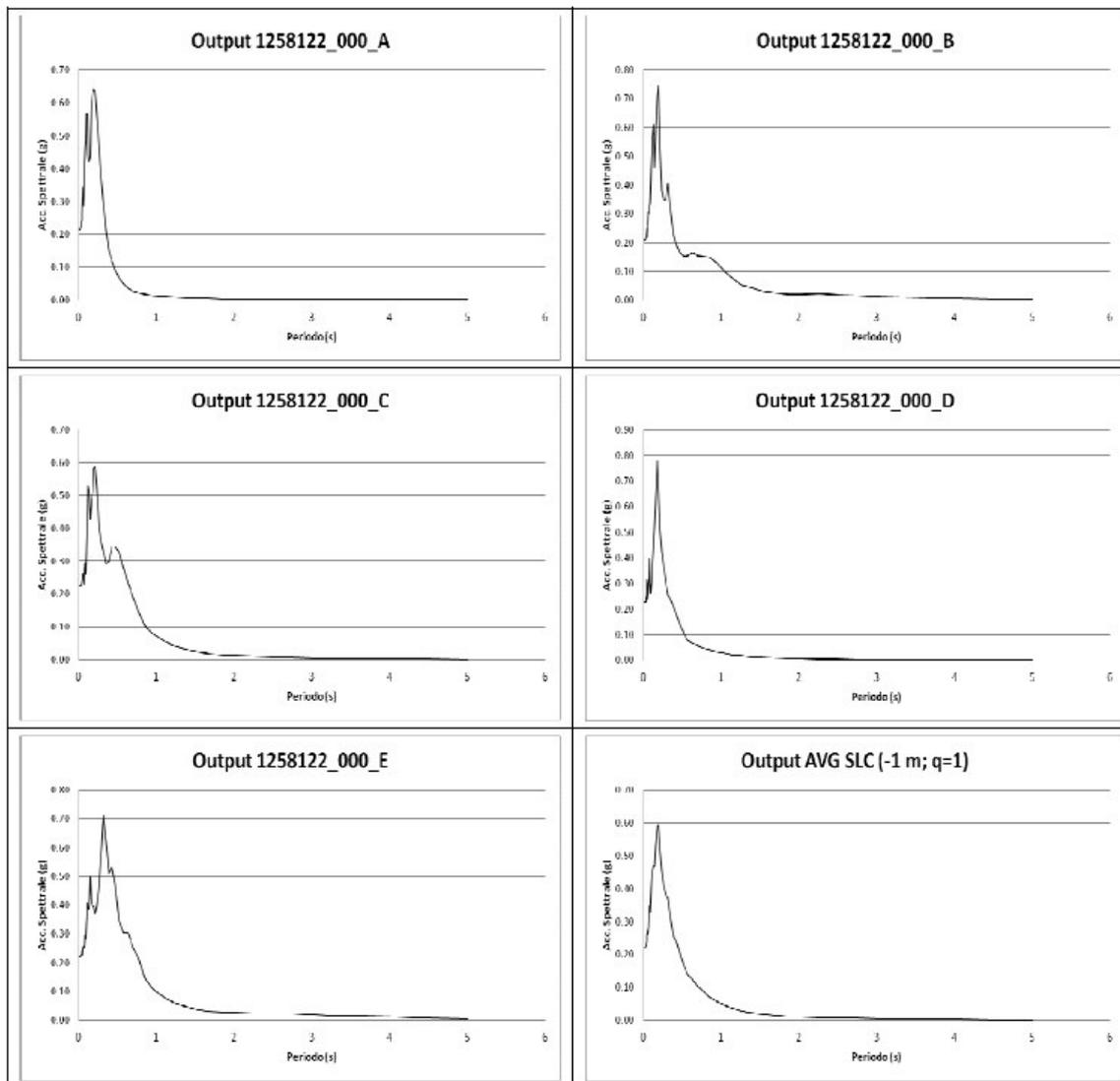
ACCELEROGRAMMI DI OUTPUT STATI LIMITE ULTIMI (SLU)  
STATO LIMITE DI PREVENZIONE DEL COLLASSO (SLC) (a -1 m. da p.c.; q=1)





SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI DI OUTPUT

STATO LIMITE DI PREVENZIONE DEL COLLASSO (SLC) (a -1 m. da p.c.; q=1)





SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI DI OUTPUT: DATI TABELLARI  
STATO LIMITE DI PREVENZIONE DEL COLLASSO (SLC) (a -1 m. da p.c.; q=1)

Periodo Sec	1258122_000_A	1258122_000_B	1258122_000_C	1258122_000_D	1258122_000_E	Media	St dev
0.0100	0.2125	0.2088	0.2228	0.2262	0.2210	0.2181	0.0337
0.0110	0.2129	0.2091	0.2229	0.2264	0.2211	0.2184	0.0332
0.0122	0.2135	0.2094	0.2231	0.2266	0.2212	0.2187	0.0325
0.0134	0.2143	0.2099	0.2233	0.2269	0.2214	0.2191	0.0317
0.0148	0.2153	0.2104	0.2235	0.2272	0.2216	0.2195	0.0307
0.0164	0.2165	0.2111	0.2238	0.2277	0.2219	0.2201	0.0295
0.0181	0.2182	0.2120	0.2241	0.2283	0.2223	0.2209	0.0282
0.0199	0.2205	0.2130	0.2246	0.2310	0.2228	0.2223	0.0294
0.0220	0.2237	0.2143	0.2252	0.2342	0.2234	0.2241	0.0314
0.0243	0.2285	0.2161	0.2259	0.2369	0.2242	0.2262	0.0333
0.0268	0.2299	0.2184	0.2269	0.2440	0.2253	0.2287	0.0408
0.0296	0.2322	0.2218	0.2284	0.2262	0.2269	0.2271	0.0167
0.0327	0.2401	0.2276	0.2305	0.2462	0.2291	0.2346	0.0341
0.0361	0.2441	0.2407	0.2343	0.2646	0.2329	0.2431	0.0512
0.0398	0.2715	0.2469	0.2377	0.3142	0.2374	0.2600	0.1191
0.0439	0.3150	0.2173	0.2430	0.2702	0.2479	0.2567	0.1383
0.0485	0.3463	0.2184	0.2565	0.3154	0.2292	0.2688	0.2002
0.0535	0.3007	0.2485	0.2648	0.3058	0.2534	0.2736	0.0968
0.0590	0.2869	0.2700	0.2557	0.2430	0.2556	0.2618	0.0632
0.0652	0.3209	0.3060	0.2309	0.2892	0.2496	0.2772	0.1390
0.0719	0.4181	0.3026	0.2781	0.3148	0.2548	0.3091	0.1875
0.0794	0.4560	0.3286	0.2951	0.3969	0.2935	0.3486	0.1936
0.0876	0.4829	0.3392	0.2615	0.3088	0.2854	0.3276	0.2372
0.0967	0.5659	0.3927	0.3222	0.2624	0.3303	0.3619	0.2880
0.1067	0.5659	0.5154	0.4493	0.3073	0.4071	0.4395	0.2364
0.1178	0.4374	0.5699	0.5283	0.3783	0.3895	0.4545	0.1822
0.1300	0.4202	0.6087	0.5130	0.4433	0.3861	0.4680	0.1796
0.1435	0.4370	0.4615	0.4286	0.5241	0.4988	0.4686	0.0858
0.1583	0.5917	0.5892	0.4736	0.6278	0.4124	0.5323	0.1785
0.1747	0.6325	0.7115	0.5136	0.7803	0.3952	0.5896	0.2729
0.1929	0.6421	0.7439	0.5834	0.6727	0.3964	0.5946	0.2429
0.2128	0.6349	0.5257	0.5881	0.5088	0.3691	0.5168	0.2079
0.2349	0.5615	0.3818	0.5192	0.4261	0.3996	0.4524	0.1684
0.2593	0.4645	0.3470	0.4055	0.3604	0.4654	0.4055	0.1375
0.2861	0.3711	0.3440	0.3581	0.3077	0.5785	0.3820	0.2424
0.3158	0.2914	0.4069	0.3283	0.2554	0.7105	0.3714	0.4011
0.3486	0.2085	0.3122	0.2949	0.2381	0.6161	0.3090	0.4187
0.3847	0.1513	0.2275	0.3008	0.2105	0.5104	0.2566	0.4558
0.4246	0.1209	0.1914	0.3455	0.1760	0.5318	0.2370	0.5880
0.4686	0.0925	0.1654	0.3447	0.1399	0.4722	0.2034	0.6693
0.5172	0.0694	0.1525	0.3287	0.1065	0.3479	0.1668	0.7032
0.5708	0.0509	0.1548	0.2805	0.0767	0.3066	0.1390	0.7896
0.6300	0.0369	0.1651	0.2333	0.0661	0.3034	0.1233	0.8867
0.6953	0.0273	0.1543	0.1913	0.0571	0.2551	0.1033	0.9324
0.7674	0.0224	0.1530	0.1457	0.0488	0.2134	0.0877	0.9443
0.8469	0.0183	0.1509	0.1031	0.0410	0.1467	0.0702	0.9184
0.9347	0.0150	0.1314	0.0823	0.0339	0.1146	0.0575	0.9188
1.0316	0.0123	0.1024	0.0668	0.0276	0.0917	0.0463	0.9019
1.1386	0.0101	0.0793	0.0526	0.0222	0.0727	0.0368	0.8810
1.2566	0.0083	0.0543	0.0413	0.0177	0.0577	0.0286	0.8359
1.3869	0.0068	0.0450	0.0314	0.0141	0.0467	0.0229	0.8342
1.5307	0.0054	0.0323	0.0232	0.0113	0.0366	0.0176	0.8026
1.6894	0.0043	0.0249	0.0183	0.0089	0.0286	0.0138	0.7891
1.8645	0.0035	0.0200	0.0148	0.0071	0.0283	0.0116	0.8418
2.0578	0.0028	0.0219	0.0134	0.0055	0.0247	0.0102	0.9377
2.2711	0.0021	0.0220	0.0109	0.0043	0.0224	0.0087	1.0350
2.5066	0.0017	0.0183	0.0080	0.0033	0.0231	0.0071	1.1189
2.7665	0.0013	0.0174	0.0067	0.0025	0.0230	0.0061	1.2243
3.0533	0.0011	0.0117	0.0057	0.0019	0.0187	0.0048	1.1989
3.3698	0.0009	0.0106	0.0048	0.0015	0.0148	0.0040	1.2253
3.7192	0.0007	0.0075	0.0035	0.0012	0.0136	0.0031	1.2297
4.1048	0.0006	0.0059	0.0027	0.0010	0.0121	0.0026	1.2489
4.5303	0.0005	0.0040	0.0023	0.0008	0.0079	0.0020	1.1341
5.0000	0.0004	0.0028	0.0019	0.0007	0.0055	0.0015	1.0799



I grafici e i dati sopra riportati si riferiscono alla analisi RSL effettuata alla profondità di 1 metro dal piano campagna considerando un fattore di forma (q) pari ad 1.

Di seguito si riportano tutti i grafici degli spettri di risposta ricavati dalla RSL.

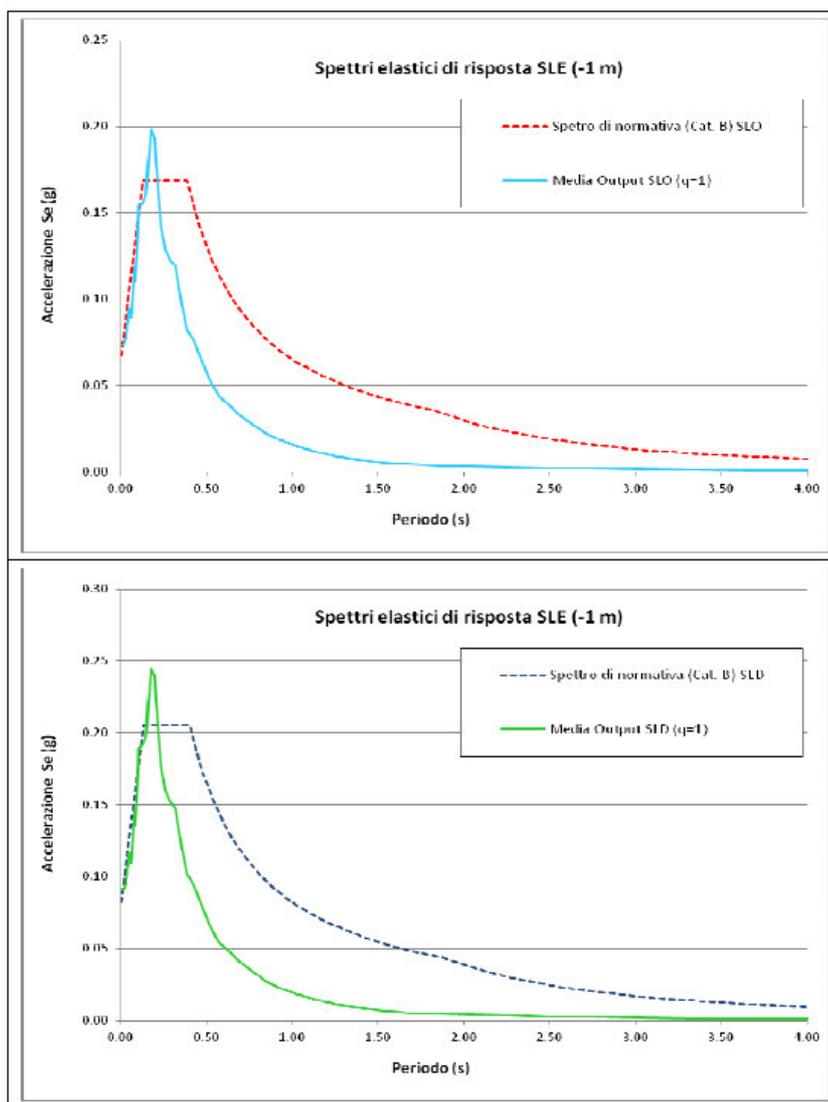
PARAMETRI DEGLI SPETTRI DI RISPOSTA ORIZZONTALE  
PER GLI STATI LIMITE DI NORMATIVA (Cat. B)

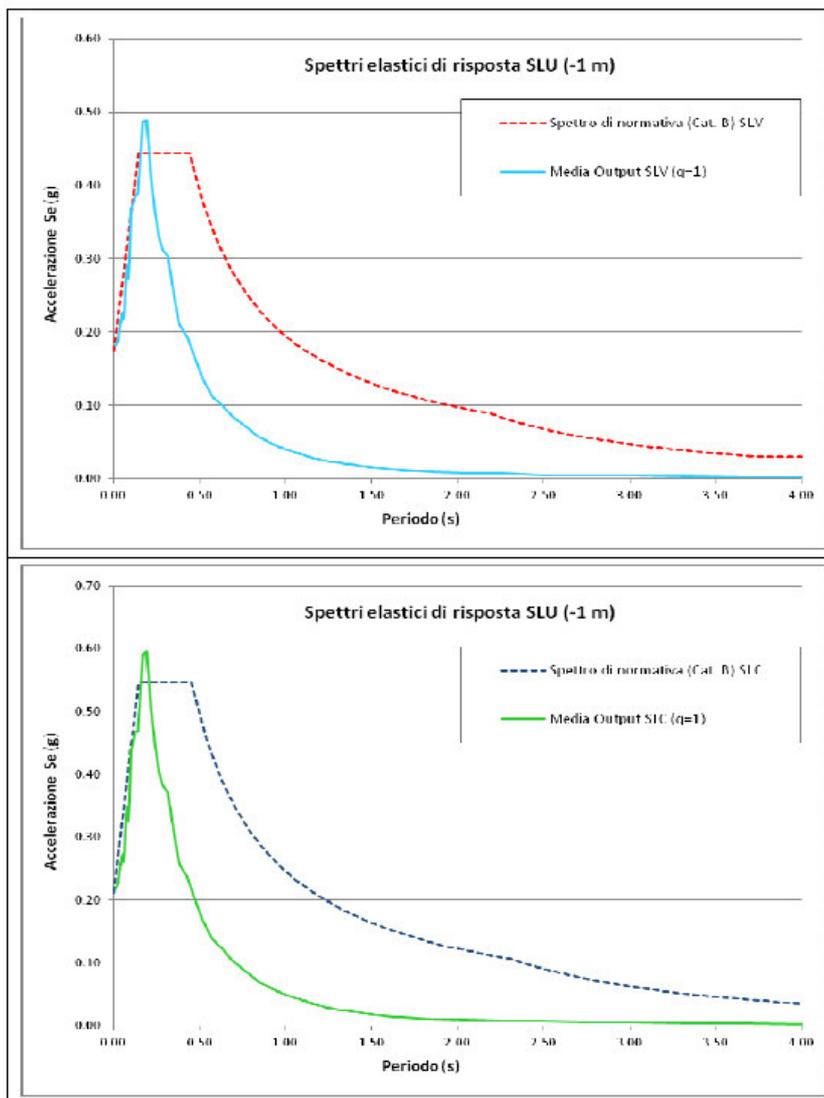
PARAMETRI INDIPENDENTI				
	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_g$	0.056 g	0.069 g	0.145 g	0.177 g
$F_0$	2.509	2.500	2.544	2.576
$T_c$	0.270 s	0.283 s	0.317 s	0.327 s
$S_s$	1.200	1.200	1.200	1.200
$C_c$	1.429	1.416	1.384	1.376
$S_T$	1.000	1.000	1.000	1.000
PARAMETRI DIPENDENTI				
	SLO	SLD	SLV	SLC
S	1.200	1.200	1.200	1.200
$\eta$	1.000	1.000	1.000	1.000
$T_B$	0.129 s	0.133 s	0.146 s	0.150 s
$T_C$	0.386 s	0.400 s	0.439 s	0.450 s
$T_D$	1.824 s	1.874 s	2.181 s	2.309 s



Di seguito si riportano i grafici di confronto fra gli spettri di risposta ottenuti con l'analisi RSL e gli spettri di normativa relativi ad un suolo di categoria "B" alla profondità dal p.c. di 1 m.

SPETTRI DI RISPOSTA PER PIANO DI FONDAZIONE A -1 m e  $q=1$



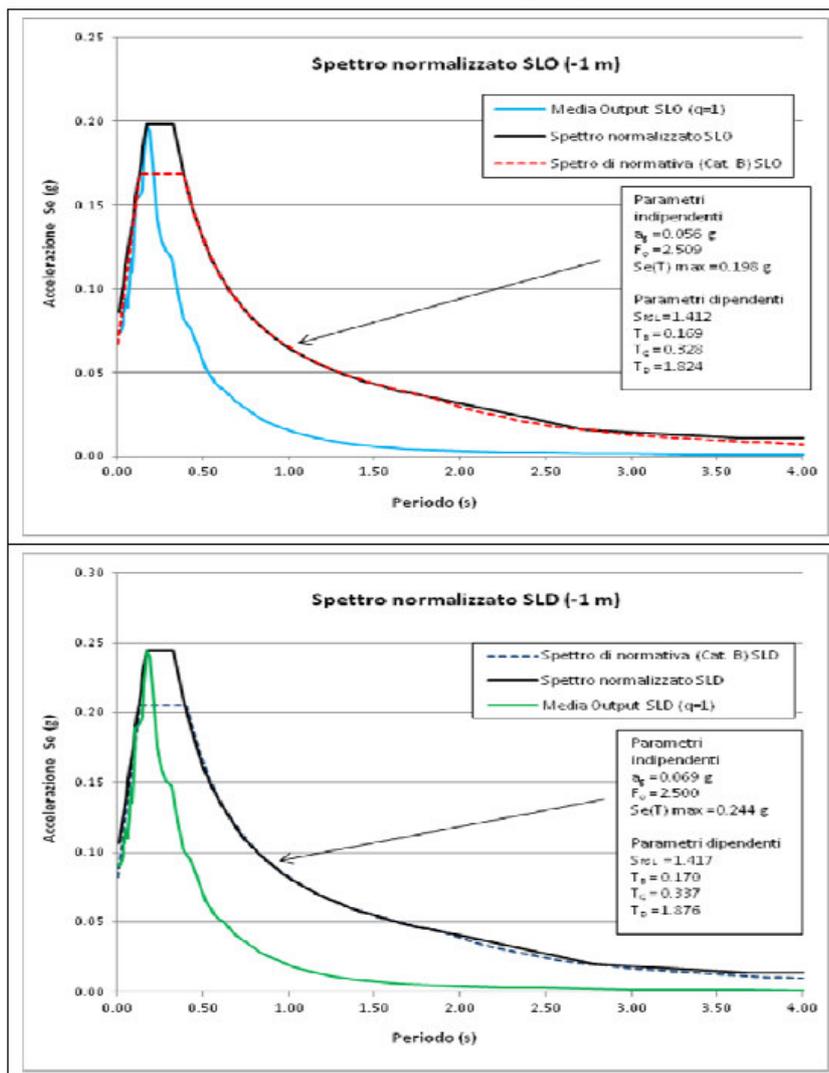


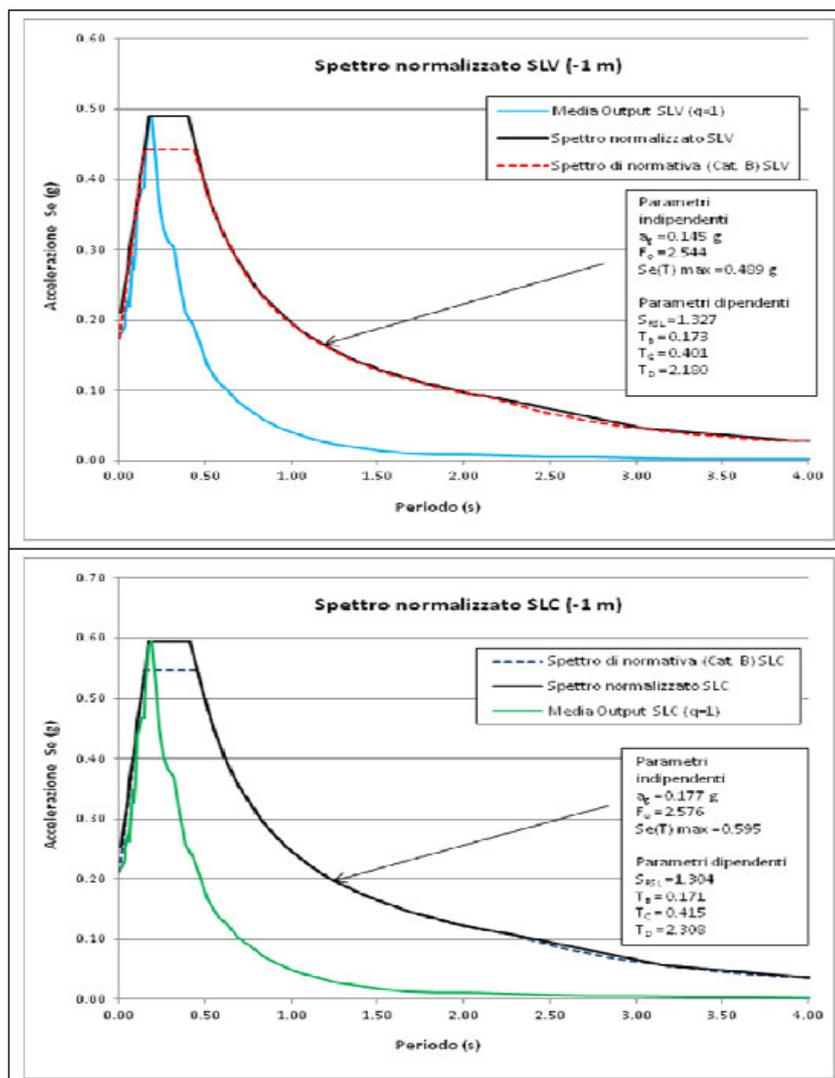
Relazionando gli spettri elastici ottenuti con gli spettri di normativa per suolo di categoria B, considerando un fattore di forma  $q = 1$  e ad una profondità di 1.0 metro dal p.c., si nota un valore massimo dell'accelerazione ( $S_e$ ) negli spettri di output superiore a quello degli spettri di normativa.



Si è quindi proceduto alla costruzione di spettri di risposta normalizzati per ogni stato limite, e i cui parametri sono riportati nelle figure seguenti.

### SPETTRI NORMALIZZATI ( $q = 1$ )







La seguente tabella riassume i parametri relativi agli spettri elastici normalizzati alla RSL effettuata:

PARAMETRI DEGLI SPETTRI DI RISPOSTA NORMALIZZATI

PARAMETRI INDIPENDENTI				
	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_g$	0.056 g	0.069 g	0.145 g	0.177 g
$F_0$	2.509	2.500	2.544	2.576
$Se (T)_{max}$	0.198 g	0.244 g	0.489 g	0.595 g
PARAMETRI DIPENDENTI				
	SLO	SLD	SLV	SLC
$S_{RSL}$	1.412	1.417	1.327	1.304
$T_B$	0.169 s	0.170 s	0.173 s	0.171 s
$T_C$	0.328 s	0.337 s	0.401 s	0.415 s
$T_D$	1.824 s	1.876 s	2.180 s	2.308 s



---

## 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi di risposta sismica locale effettuata con il software di calcolo monodimensionale STRATA ha permesso di ottenere gli spettri di risposta elastici per il sito in studio.

Relazionando gli spettri elastici ottenuti con gli spettri di normativa per suolo di cat. B si è riscontrato un incremento del valore dell'accelerazione ( $S_e$ ) rispetto agli spettri di normativa considerando una profondità del piano di fondazione ad 1.0 m dal p.c. ed un fattore di forma  $q = 1$ , per cui si sono calcolati spettri normalizzati.

Sulla base dei risultati ottenuti, si rimanda ai progettisti incaricati dalla Committenza la scelta degli opportuni parametri necessari alla progettazione.

Roma 21/12/2017



