AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

SETTORE VIABILITA'

Lavori di risanamento ed adeguamento funzionale del "Ponte Rasarolo" lungo la S.R. n.615 di "Monteluco" nel comune dell'Aquila.
Servizi Professionali per l'aggiornamento della Progettazione di Fattibilità Tecnico Economica

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA

PROGETTAZIONE:

its Engineering Company

Ing. MICHELE TITTON
Ing. GIOVANNI TECCHIO
Ing. TINDARO MASCALI
Ing. MARIO NICOTRA
Ing. SANTI CERRITO

ELABORATO:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

RELAZIONE GEOLOGICA

IL PROGETTISTA:	IL GEOLOGO:	RESP. UNICO DEL PROGETTO:
Ing. Michele Titton	Geol. Elia Longo	Arch. Wanda Ilinca Paolini

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA
ID PPM: F17H20004100004	260003-PFTE-GEO-RE-01_0_Relazione geologica CODICE ELAB.: 260003-PFTE-GEO-RE-01	0	

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	ELN	GTC	MTT	12.06.2024

Il presente disegno è di proprietà esclusiva e non può essere riprodotto né consegnato a terzi senza autorizzazione scritta, ex art. 99 Legge 22-4-1941 n.633

Indice

1 PREMESSA 1

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 2

3 BIBLIOGRAFIA 3

4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 4

5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO 6

5.1 GEOMORFOLOGIA 6

5.2 GEOLOGIA 7

5.2.1 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE 7

5.2.2 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE 9

5.3 IDROGEOLOGIA 12

6 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA 15

7 INQUADRAMENTO SISMICO 16

7.1 PERICOLOSITÀ SISMICA 16

7.2 ITHACA 17

8 MODELLO GEOLOGICO 19

8.1 INDAGINI PREGRESSE 19

8.1.1 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo 19

8.1.2 Prove S.P.T. in foro 26

8.1.3 Prove geotecniche di laboratorio 27

8.1.4 Down-hole 29

8.2 MODELLO GEOLOGICO PONTE RASAROLO 31

9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 35

1 PREMESSA

La presente relazione geologica ha per oggetto il Progetto di Fattibilità Tecnico Economica relativo ai lavori di risanamento ed adeguamento funzionale del "Ponte Rasarolo" lungo la SR n°615 "di Monteluco" nel Comune dell'Aquila, CUP: F17H20004100004 CIG: B9AD8DCDAC.

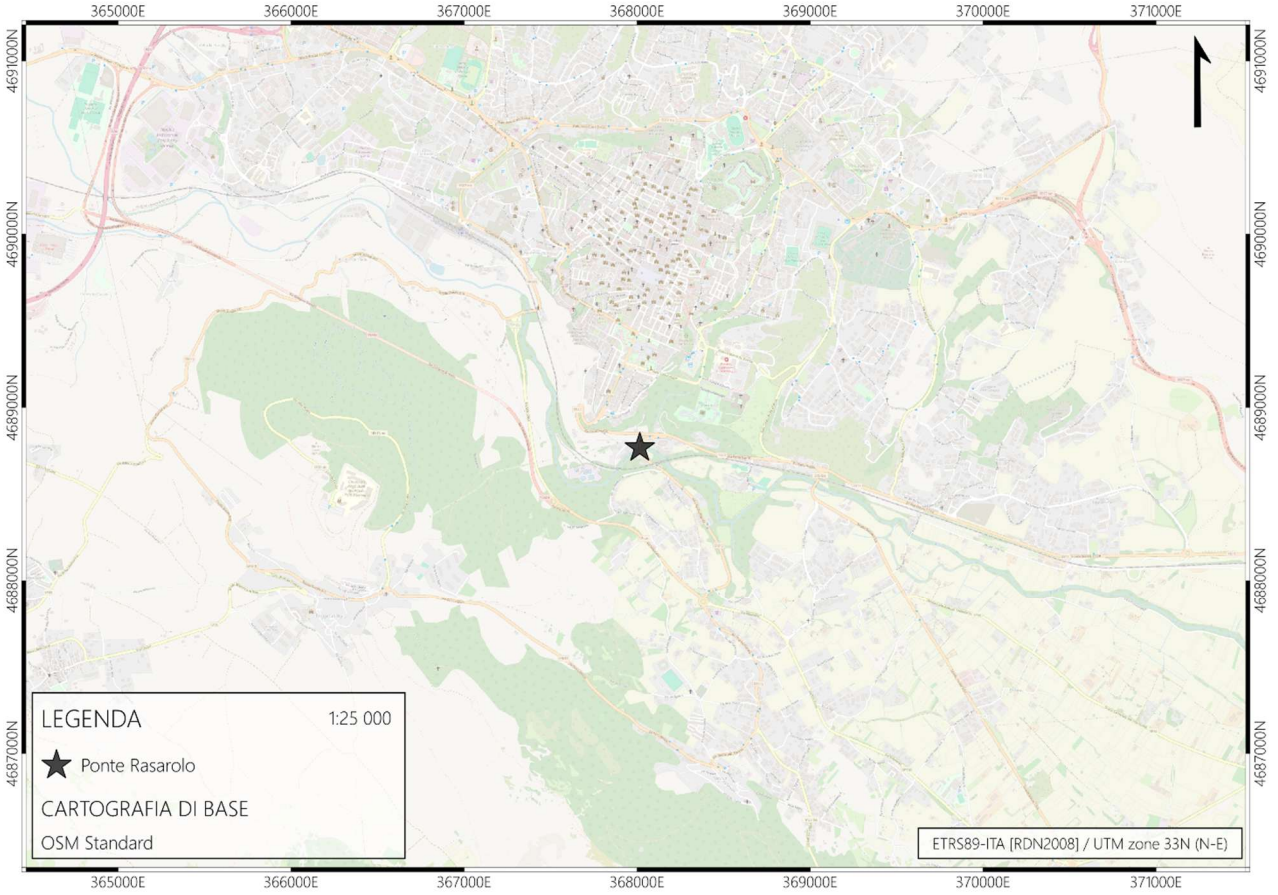


Figura 1-1 – Inquadramento generale dell'area di studio

Il Ponte Rasarolo è localizzato al km 10+400 della SR416, nel comune dell'Aquila in Abruzzo. L'opera è stata costruita presumibilmente negli anni '60. Il ponte in oggetto è realizzato a scavalco del Fiume Aterno ed è in muratura. Dalle informazioni a disposizione esso presenta una lunghezza totale di circa 43m e una larghezza di 8m. L'opera si compone di 3 campate con luce massima di circa 15m. Il tipo strutturale del ponte è ad arco massiccio in muratura. Sono presenti due pile in muratura, la tipologia di fondazione non è nota.



Figura 1-2 – Foto aerea da drone del Ponte Rasarolo

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

– **Circ. Min. 21/01/2019, n° 7**	"Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17 gennaio 2018"
– **Circ. Min. 02/02/2009, n° 617**	"Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
– **D.M. 14/01/2008**	"Nuove norme tecniche per le costruzioni"
– **D.M. 17/01/2018**	Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"
– **Linee guida 2005 AGI – Associazione geotecnica italiana**	Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica
– **UNI EN 1997-1:2005 Eurocodice 7**	Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
– **UNI EN 1997-2:2007 Eurocodice 7**	Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
– **2024 AGI – Associazione geotecnica italiana**	Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche

3 BIBLIOGRAFIA

APAT. Carta Geologica d'Italia Foglio 359 L'Aquila

Bozzoni F., Cantoni A., De Marco M.C., Lai C.G. (2021). ECLiq: European interactive Catalogue of earthquake-induced soil Liquefaction phenomena. Bulletin of Earthquake Engineering.

Di Stefano, P., Galácz, A., Mallarino, G., Mindszenty, A. & Vörös, A. 2002. Birth and early evolution of a Jurassic escarpment: Monte Kumeta, Western Sicily.

DISS 3.3.0. DISS Working Group. (2021). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Tratto da https://doi.org/10.13127/diss3.3.0.

Dott. Geol. Romano Rosoni. Relazione geologica e tecnica relativa ai lavori di risanamento e adeguamento funzionale del ponte Rasarolo lungo la SR 615 di Monteluco in L'Aquila (2012).

Gruppo di Lavoro MS–AQ (2010) Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana. Regione Abruzzo – Dipartimento della Protezione Civile, L'Aquila, 3 vol. e Cd-rom.

IMAI T., TONOUCHI K. (1982). Correlation of N-value with S-wave velocity and shear modulus. Proceedings of the 2nd European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam, Vol. 1, pp. 67-72.

ISPRA. (s.d.). Inventario dei fenomeni franosi in Italia. Tratto da https://beta.idrogeo.isprambiente.it/app/

Istituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia ING. (s.d.). Database macrosismico italiano, DBMI15 v4.0 e Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI15 v4.0.

ITHACA Working Group (2019). ITHACA (ITaly HAzard from CApable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019;

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). https://doi.org/10.13127/dbmi/dbmi15.4;

Meletti C., Galadini F., Valensise G., Stucchi M., Basili R., Barba S., Vannucci G., Boschi E. (2004). Zonazione sismogenetica ZS9 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). https://doi.org/10.13127/sh/zs9

OHTA Y., GOTO N. (1978). Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Vol. 6, pp. 167-187.

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A. (2022). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). https://doi.org/10.13127/cpti/cpti15.4

4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Ponte Rasarolo collega attraverso la SR 615 l'abitato di Pianola e la Via Mausonia alla zona Sud ed Est dell'abitato di L'Aquila.
Di seguito si riporta l'inquadramento cartografico dell'opera su base ortofoto e CTR.

	Quota	**Sistema di coordinate UTM 33N (EPSG 6708)**	
	m s.l.m.	**Latitudine N**	**Longitudine E**
Ponte Rasarolo	611 m s.l.m.	4688769.58	368013.50

Tabella 1 - Inquadramento geografico del sito d'indagine. Le coordinate fanno riferimento al baricentro dell'opera



Figura 4-1 – Sovrapposizione ortofoto 2009 Agea con ubicazione dell'opera. Coordinate del reticolo RDN/UTM 33 N

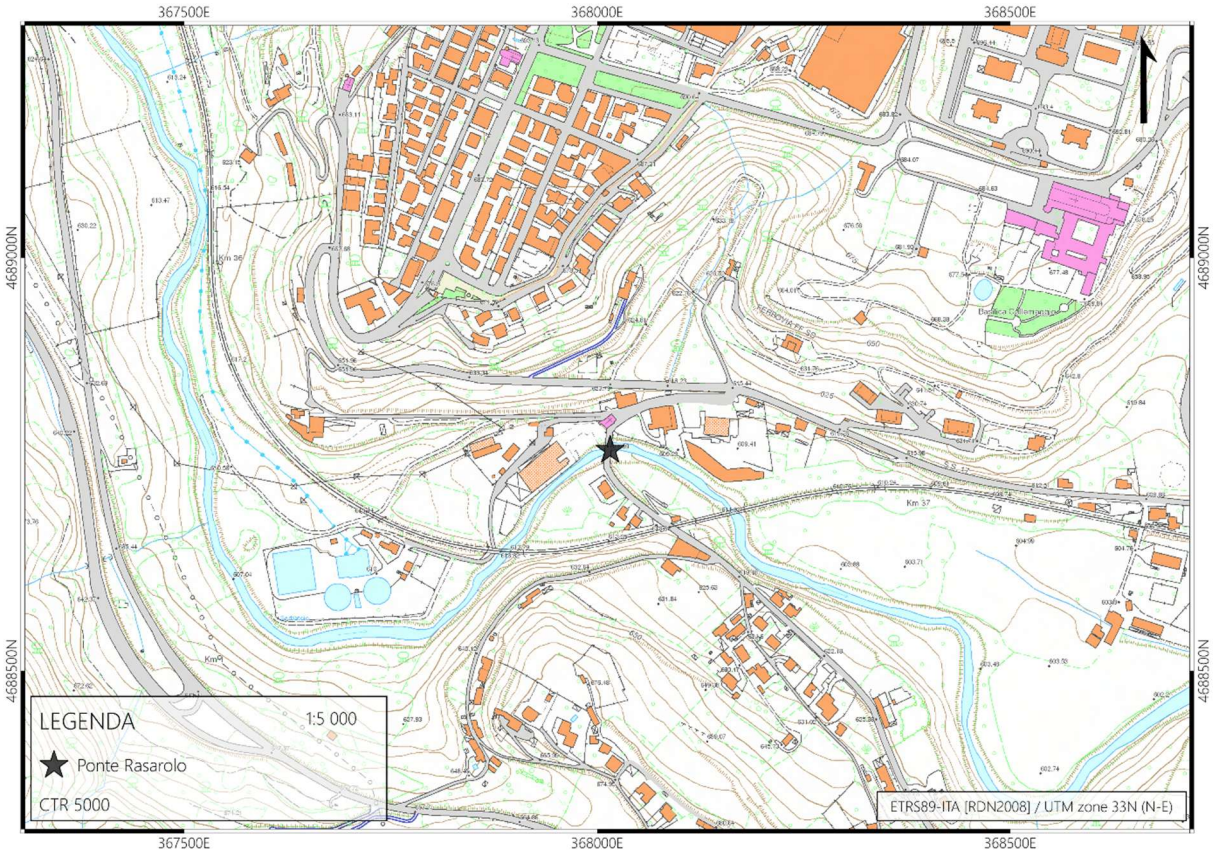


Figura 4-2 – Inquadramento CTR 1:5000

5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

5.1 *GEOMORFOLOGIA*

Il territorio dell'Aquila si inserisce in un contesto geomorfologico complesso, caratterizzato da una serie di depressioni morfologiche e piane che si estendono longitudinalmente per oltre quaranta chilometri lungo la media valle del fiume Aterno. Questa conca intramontana, tipica dell'Appennino centrale, presenta una direzione prevalente NW-SE ed è delimitata da imponenti contrafforti montuosi: a nord-est si stagliano i rilievi del Gran Sasso d'Italia, mentre a sud-ovest il bacino è bordato dai Monti d'Ocre e dal Monte Sirente. L'intera area è il risultato di un'evoluzione morfostrutturale plio-quaternaria articolata, dove la tettonica distensiva ha giocato un ruolo fondamentale nella creazione di zone di subsidenza locale, poi colmate da potenti successioni di depositi continentali di origine lacustre e fluviale.



Figura 5-1 – Veduta aerea della conca aquilana

L'elemento morfologico predominante e di riferimento per la città è il cosiddetto Colle dell'Aquila, un altopiano di forma grossomodo triangolare che sorge a quote comprese tra i 600 e gli 800 metri sul livello del mare. La sommità di questo rilievo, debolmente inclinata verso sud-sud-ovest, ospita il centro storico cittadino ed è costituita da un corpo geologico tabulare di brecce pleistoceniche, note come Brecce dell'Aquila, il cui spessore può raggiungere i cinquanta metri. La presenza di questo colle ha creato una significativa stretta morfologica che separa la piana dell'Aquila Ovest da quella Est, costringendo il fiume Aterno a defluire in una gola profondamente incisa tra il Borgo della Rivera e la località di Sant'Elia.

Dal punto di vista della dinamica dei versanti, il paesaggio è segnato da forme a influenza strutturale e tettonica, come le scarpate di faglia caratterizzate da marcate faccette triangolari e trapezoidali, particolarmente evidenti lungo il versante sud-occidentale del Monte Pettino. Quest'area pedemontana è governata dall'attività della faglia bordiera, che ha determinato un profilo più rigido nella porzione inferiore del versante e la formazione di "nastrini" di faglia o scarplets. Al piede di questi rilievi si sono sviluppate ampie forme di accumulo, come le conoidi alluvionali, tra cui spicca per importanza quella di Paganica, che degrada dolcemente verso la piana con pendenze molto contenute.

Il modellamento del territorio è stato ulteriormente influenzato dai processi carsici, che interessano diffusamente sia i rilievi carbonatici circostanti che le aree di pianura, manifestandosi con doline, sink-hole e forme ipogee come le Grotte di Stiffe. Nel sottosuolo del centro storico sono inoltre presenti numerose cavità di origine antropica, scavate nel corso dei secoli all'interno delle brecce cementate, che rappresentano un elemento di vulnerabilità geomorfologica in caso di eventi sismici. La storia sedimentaria del bacino rivela infine la successione di diversi cicli, passando da un ambiente prevalentemente lacustre nel Pleistocene inferiore a regimi fluviali più recenti, che hanno lasciato traccia in superfici terrazzate sospese rispetto agli attuali alvei fluviali. L'attuale assetto idrografico, con i fenomeni di cattura e deviazione fluviale, testimonia la continua interazione tra le forze tettoniche attive e i processi erosivi superficiali che continuano a modellare la morfologia della conca aquilana.

5.2 *GEOLOGIA*

5.2.1 *ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE*

Il territorio dell'Aquila si colloca nel settore assiale dell'Appennino centrale, all'interno di una complessa conca intramontana originatasi a partire dal Pliocene superiore a causa di una tettonica distensiva che ha generato ampie depressioni strutturali. Questo bacino, noto come conca aquilana, si estende longitudinalmente per oltre 40 chilometri con direzione NW-SE ed è delimitato da imponenti dorsali carbonatiche: a nord-est si trovano le unità del Gran Sasso d'Italia, mentre a sud-ovest il margine è definito dai Monti d'Ocre e dal Monte Sirente.
Dal punto di vista strutturale, l'area urbana si inserisce in un Graben asimmetrico il cui depocentro è condizionato dall'attività della faglia del Monte Pettino, una struttura sismogenetica che ribassa il substrato pre-quaternario di almeno 1000 metri verso la piana.

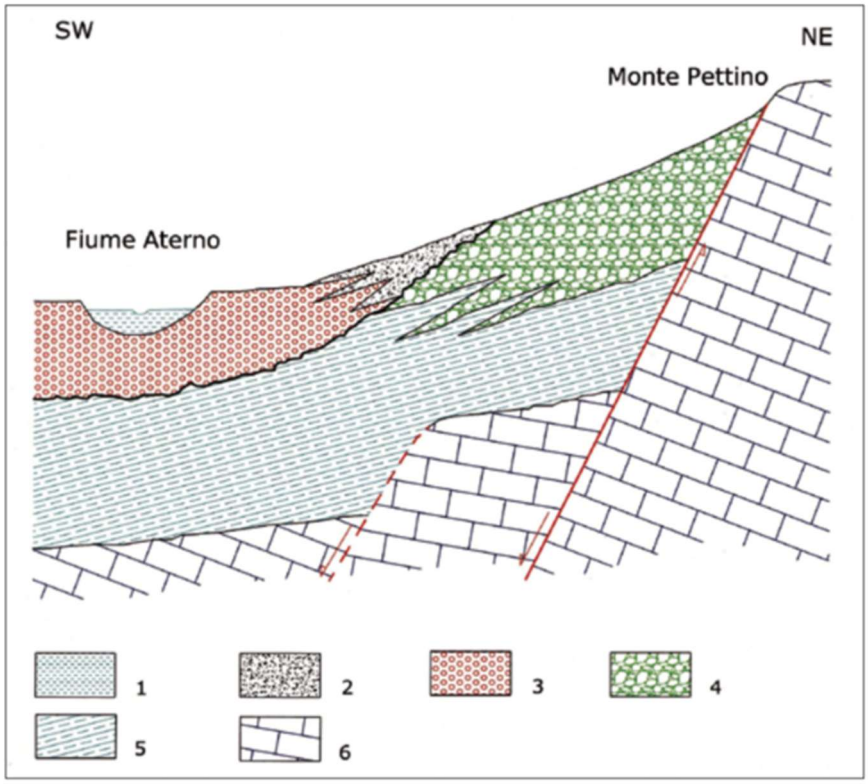


Figura 5-2 – Schema dei rapporti stratigrafici 1- Alluvioni attuali dell'Aterno; 2- detriti delle conoidi del M. Pettino (Olocene – Pleistocene superiore); 3- Alluvioni terrazzate del Vetoio (Pleistocene medio-superiore); 4- Brecce dell'Aquila (Pleistocene medio); 5- Limi e sabbie fluvio-lacustre (Pleistocene inferiore); 6- substrato carbonatico meso-cenozoico.

Il substrato pre-Quaternario affiora sporadicamente lungo i margini ed è costituito da unità meso-cenozoiche riconducibili a due domini paleogeografici principali: le successioni di scarpata e bacino dell'area del Gran Sasso e le successioni di piattaforma carbonatica dei Monti d'Ocre. Al di sopra di queste unità si rinvengono i depositi terrigeni sin-orogenici dell'avanfossa messiniana, rappresentati da arenarie torbiditiche e peliti che costituiscono il basamento immediato su cui poggiano i sedimenti quaternari in ampi settori della città. La caratterizzazione dei depositi quaternari rivela una storia sedimentaria articolata che inizia nel Pleistocene inferiore con una fase prevalentemente lacustre, testimoniata dai cosiddetti Limi di San Nicandro o unità di Pianola. Questi sedimenti sono formati da limi e argille sovraconsolidati di colore grigiastro, contenenti frammenti di lignite e caratterizzati da una polarità magnetica inversa che ne conferma l'età superiore a 0.78 milioni di anni.

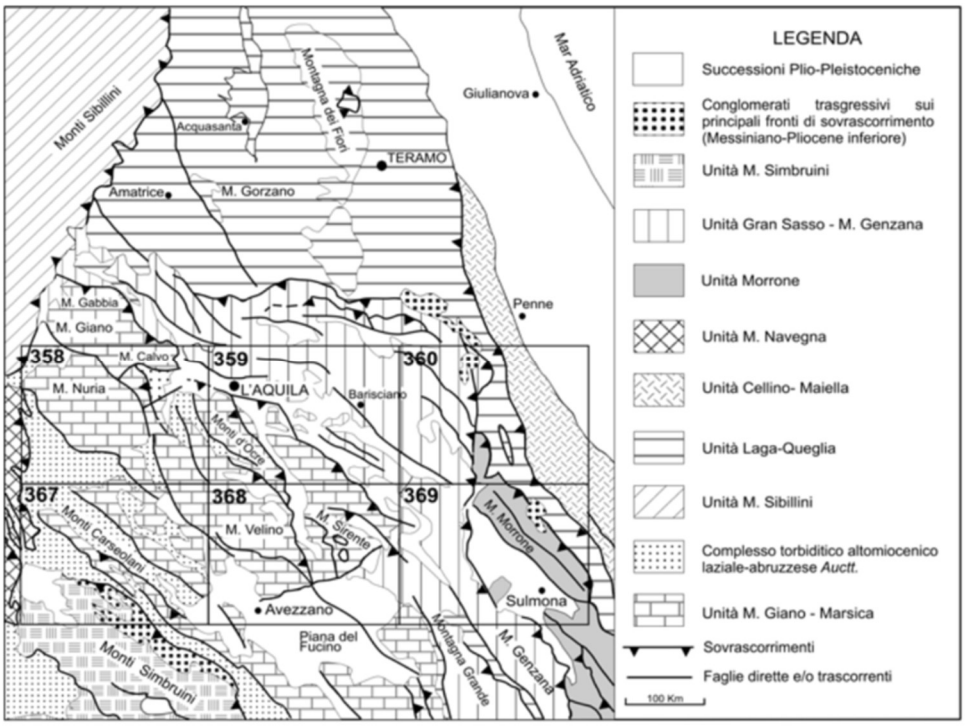


Figura 5-3 – Schema delle Unità strutturali dell'Appennino Centrale (Accordi et alii, 1986)

All'inizio del Pleistocene medio si osserva un netto cambio del regime sedimentario da lacustre a fluviale, legato all'erosione della soglia del bacino e all'instaurarsi di un paleo-bacino idrografico molto esteso. In questo periodo si colloca la messa in posto delle celebri Brecce dell'Aquila (o Megabrecce), che formano il corpo tabulare del colle su cui sorge il centro storico. Si tratta di ammassi caotici di brecce calcaree cementate, con spessori fino a 50 metri, originatisi da grandi colate di detrito (debris-flow) provenienti dai rilievi del Gran Sasso a nord in particolari condizioni morfotettoniche e climatiche. Queste brecce mostrano un'elevata variabilità latero-verticale: sono massive e cementate nei settori settentrionali, mentre verso sud tendono a interdigitarsi con i limi lacustri, come evidenziato dalla presenza di storiche sorgenti lungo il loro limite di contatto.

L'evoluzione successiva, tra il Pleistocene medio-superiore e l'Olocene, è segnata dall'attività della faglia del Monte Pettino, che ha guidato la formazione di alluvioni terrazzate, come quelle del Fosso Vetoio, e lo sviluppo di ampie conoidi alluvionali pedemontane. Sulla sommità del Colle dell'Aquila sono presenti i Limi rossi, depositi eluvio-colluviali derivanti dall'alterazione delle brecce sottostanti in condizioni di paleosuolo, con spessori che possono raggiungere i 20 metri. Infine, i depositi olocenici più recenti comprendono le alluvioni attuali del fiume Aterno e del torrente Raio, costituite da alternanze di ghiaie, sabbie e limi, oltre a diffuse coltri di detrito di falda e riporti antropici che modificano la morfologia superficiale del tessuto urbano.

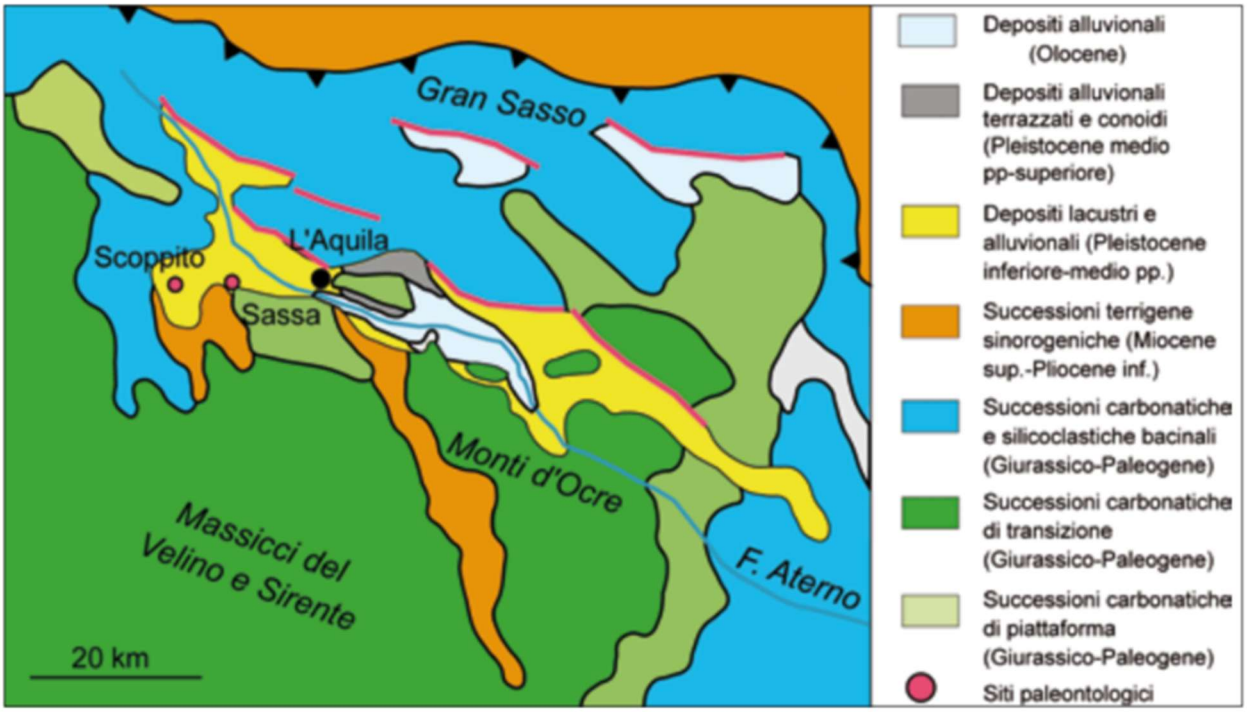
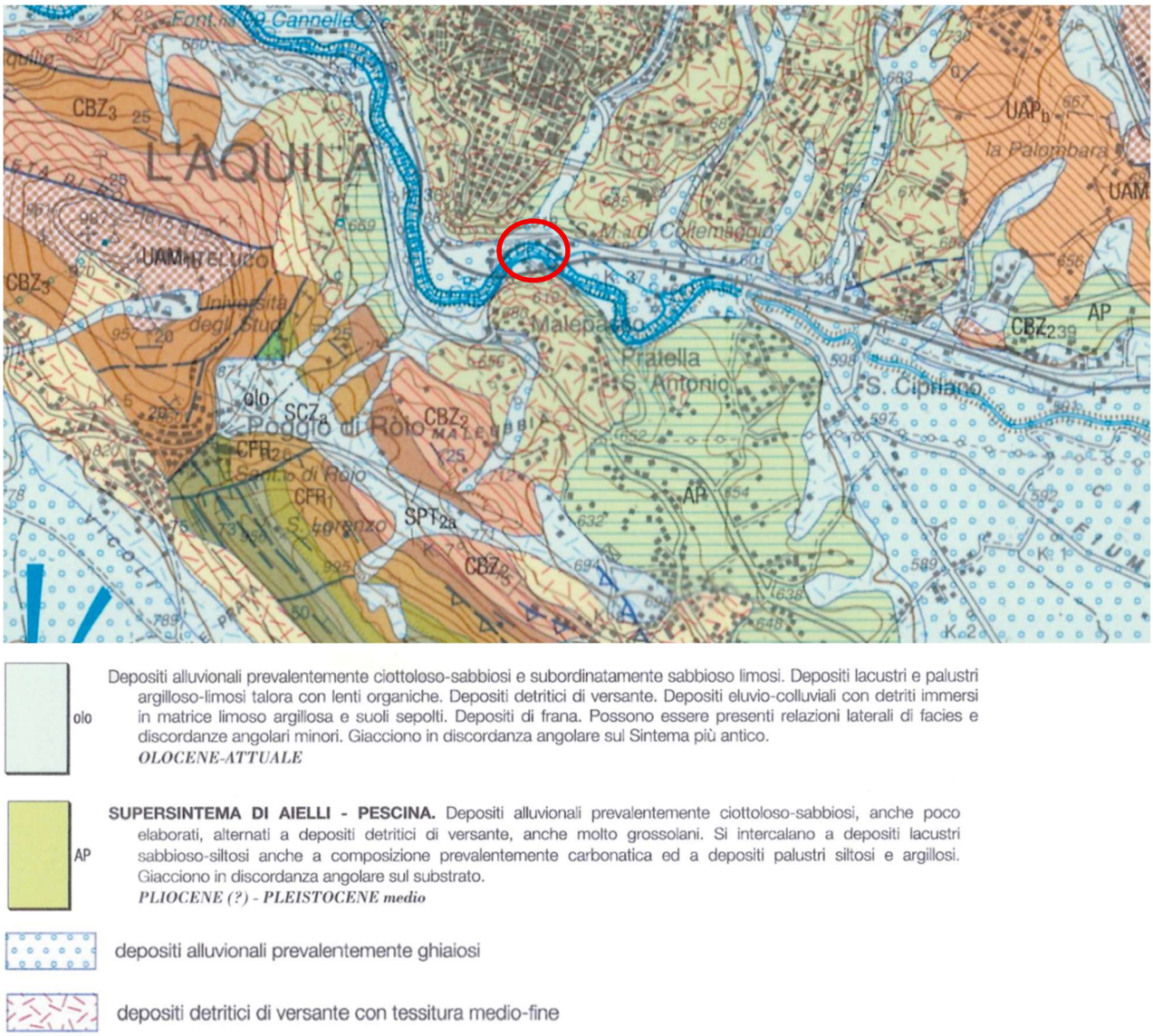


Figura 5-4 – Schema geologico del bacino del L'Aquila

5.2.2 *ASSETTO GEOLOGICO LOCALE*

Per la definizione dell'assetto geologico dell'area in cui insiste l'opera oggetto di intervento, si è fatto riferimento alla Carta Geologica d'Italia – Foglio 359 "L'Aquila" e alla Carta Geologica elaborata nell'ambito dello Studio di Microzonazione Sismica del Comune dell'Aquila.

Dall'analisi cartografica si evince che il ponte insiste sui depositi alluvionali recenti del F. Aterno, a granulometria prevalentemente ciottolosa-sabbiosa e subordinatamente sabbioso-limosa. Lungo il fondovalle, infatti, i depositi alluvionali ricoprono il substrato pleistocenico costituito dai "Depositi lacustri antichi" appartenenti al Supersintema di Aielli-Pescina (AP). Si tratta di limi sabbioso-argillosi sovraconsolidati grigiastri sottilmente stratificati (con spessore di qualche centimetro) spesso alternati con sottili livelli di sabbie giallo-ocracee e livelli e bancate anche metriche di lignite.



olo — Depositi alluvionali prevalentemente ciottoloso-sabbiosi e subordinatamente sabbioso limosi. Depositi lacustri e palustri argilloso-limosi talora con lenti organiche. Depositi detritici di versante. Depositi eluvio-colluviali con detriti immersi in matrice limoso argillosa e suoli sepolti. Depositi di frana. Possono essere presenti relazioni laterali di facies e discordanze angolari minori. Giacciono in discordanza angolare sul Sintema più antico.
OLOCENE-ATTUALE

AP — **SUPERSINTEMA DI AIELLI - PESCINA.** Depositi alluvionali prevalentemente ciottoloso-sabbiosi, anche poco elaborati, alternati a depositi detritici di versante, anche molto grossolani. Si intercalano a depositi lacustri sabbioso-siltosi anche a composizione prevalentemente carbonatica ed a depositi palustri siltosi e argillosi. Giacciono in discordanza angolare sul substrato.
PLIOCENE (?) - PLEISTOCENE medio

depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi

depositi detritici di versante con tessitura medio-fine

Figura 5-5 – Estratto dalla Carta Geologica d'Italia Foglio 359 L'Aquila

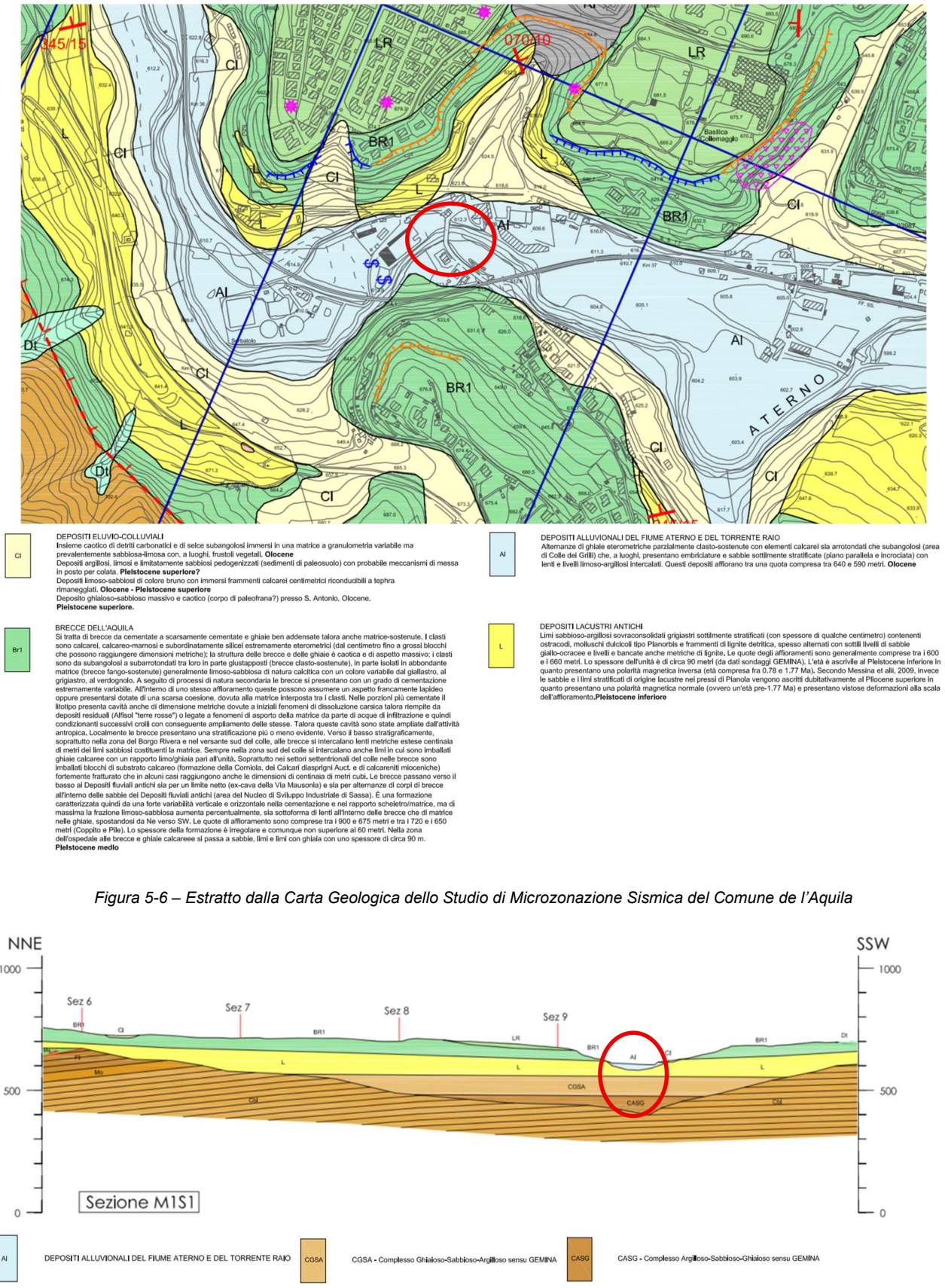


Figura 5-6 – Estratto dalla Carta Geologica dello Studio di Microzonazione Sismica del Comune de l'Aquila

Figura 5-7 – Sezione M1S1 passante a valle rispetto al Ponte di Rasarolo. Estratto da Studio di Microzonazione Sismica del Comune de l'Aquila. Cerchiato di rosso il dominio dell'area del Ponte Rasarolo

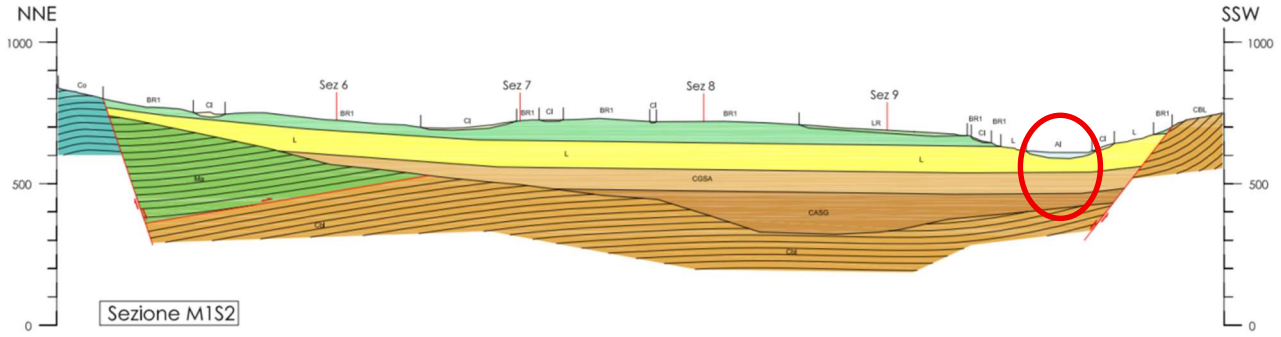


Figura 5-8 – Sezione M1S2 passante a monte rispetto al Ponte di Rasarolo. Estratto da Studio di Microzonazione Sismica del Comune de l'Aquila. Cerchiato di rosso il dominio dell'area del Ponte Rasarolo

5.3 *IDROGEOLOGIA*

L'assetto idrogeologico del territorio aquilano è strettamente dipendente dalla complessa interazione tra le imponenti dorsali carbonatiche meso-cenozoiche e i depositi continentali quaternari che colmano le depressioni intramontane. Il sistema è dominato dai grandi acquiferi carbonatici del Gran Sasso d'Italia, dei Monti d'Ocre e del Monte Sirente, caratterizzati da un'elevata permeabilità dovuta sia alla densa fratturazione tettonica sia a diffusi processi di carsismo. Queste strutture montuose fungono da principali aree di ricarica per le acque meteoriche, che si infiltrano profondamente alimentando circuiti idrici regionali di notevole importanza.

La circolazione idrica sotterranea trova recapito alla periferia di questi massicci carbonatici laddove essi entrano in contatto con formazioni a ridotta permeabilità, quali i depositi terrigeni flyschoidi del Miocene superiore o le successioni lacustri e fluviali che costituiscono il riempimento della conca. All'interno del bacino aquilano, i sedimenti quaternari si configurano come un acquifero multistrato poroso, alimentato prevalentemente ai margini dalle acque provenienti dalle dorsali carbonatiche. Le acque sotterranee si infiltrano negli orizzonti più permeabili dei depositi detritici di versante e delle conoidi alluvionali, mescolandosi con le acque di ricarica diretta della piana, le quali presentano solitamente una minore salinità.

Il carsismo rappresenta un fattore morfogenetico e idrogeologico di primaria importanza, manifestandosi sia con forme epigee che ipogee. Le forme di carsismo superficiale includono doline di varie dimensioni, sink-hole e ampie depressioni tettono-carsiche come l'Altopiano delle Rocche, che facilitano il drenaggio rapido delle acque verso il sottosuolo. Tra le emergenze carsiche ipogee spicca la risorgenza di Stiffe, alimentata dall'inghiottitoio di Pozzo Caldaio situato nell'altopiano soprastante, che testimonia la connessione idraulica profonda attraverso sistemi di grotte sviluppatisi nei rilievi calcarei. Anche all'interno delle Brecce dell'Aquila sono stati riscontrati fenomeni carsici iniziali, legati alla dissoluzione e all'asporto della matrice limosa da parte delle acque di infiltrazione, che hanno generato cavità di dimensioni metriche talvolta colmate da depositi residuali di terre rosse o Alfisol.

L'idrogeologia urbana della città è caratterizzata dal particolare rapporto tra le Brecce dell'Aquila e i sottostanti depositi lacustri antichi. Le brecce, costituendo un corpo geologico tabulare permeabile, ospitano una circolazione idrica che viene forzata a emergere in superficie quando incontra la barriera impermeabile rappresentata dai limi lacustri basali. Questo meccanismo spiega l'origine della storica fontana delle 99 Cannelle e di altre sorgenti un tempo diffuse nel centro storico, localizzate proprio lungo il limite di contatto eteropico tra queste due formazioni.

Completano il quadro idrogeologico le emergenze situate nella piana dell'Aquila Ovest, come il gruppo sorgentizio Vetoio-Boschetto, che emerge laddove i sedimenti detritici di versante ad alta permeabilità incontrano depositi fluvio-lacustri a granulometria più fine. A est della città, le sorgenti di Tempera e Capo

Vera, connesse al drenaggio dell'acquifero del Gran Sasso, rivestono una notevole importanza produttiva, sebbene abbiano subito riduzioni di portata legate in parte alle opere di drenaggio dei tunnel autostradali. Infine, la dinamica delle acque sotterranee nella conca aquilana presenta un'elevata vulnerabilità all'inquinamento, causata dalla ridotta profondità delle falde freatiche in aree soggette a una significativa pressione antropica.

Il Ponte Rasarolo attraversa il Fiume Aterno e la profondità della falda è direttamente connessa al suo grado di attività. Nel corso delle indagini effettuate nell'Agosto del 2012 il tetto della falda freatica superficiale è stato riscontrato 4.00 m dal p.c.. Si ritiene che la quota piezometrica possa anche risalire sino a quote prossime a quelle del piano campagna, specialmente nel periodo primaverile/autunnale in corrispondenza degli eventi di precipitazione più abbondanti. Attualmente, non sono disponibili ulteriori misure di soggiacenza.



Figura 5-9 – Reticolo idrografico superficiale per l'area oggetto di studio

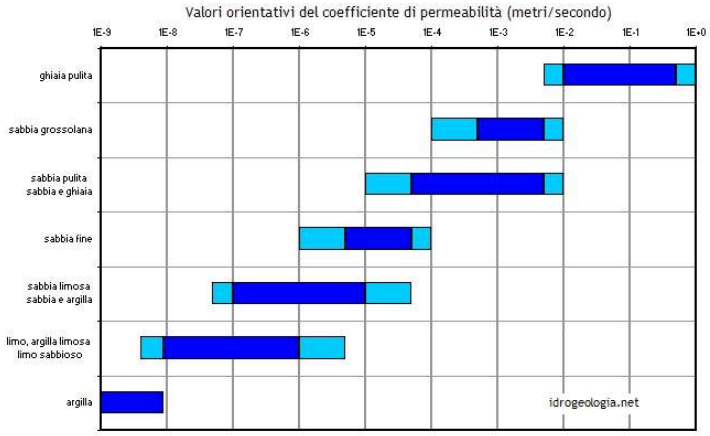


Figura 5-10 – Valori orientativi del coefficiente di permeabilità orizzontale in metri/sec per terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille

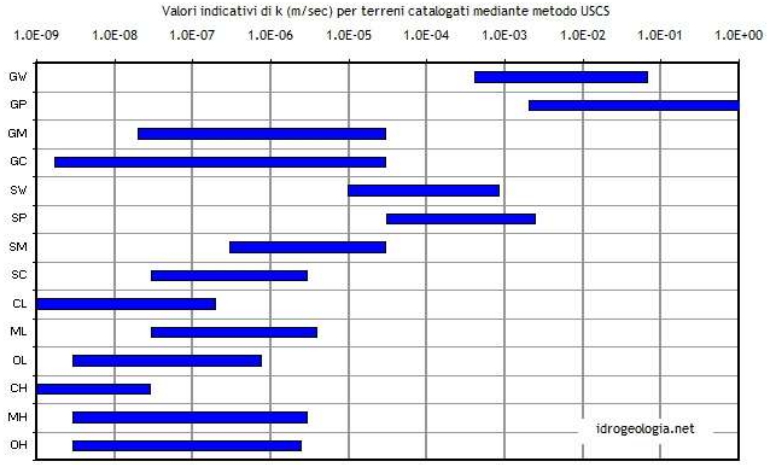


Figura 5-11 – Valori indicativi del coefficiente di permeabilità per una serie di terreni classificati sulla base del metodo USCS (Unified Soil Classification System)

In assenza di prove di permeabilità, la letteratura suggerisce che per i deposti alluvionali del Fiume Aterno, costituiti da "*alternanze di ghiaie eterometriche parzialmente clasto-sostenute con elementi calcarei sia arrotondatiche subangolosi che, a luoghi, presentano embriciature e sabbie sottilmente stratificate (piano-parallela e incrociata) con lenti e livelli limoso-argillosi intercalati*", si possano attribuire valori compresi tra 10^{-4} e 10^{-6} m/s.

6 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

Con le deliberazioni n. 57 e n.58 del 31 luglio 2025 la Conferenza istituzionale permanente dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino centrale, ai sensi degli articoli 63, comma 6, lettera e), 65, comma 7, 66, 67 e 68 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, ha adottato i progetti di Piano di bacino stralcio Assetto Idrogeologico del distretto idrografico dell'Appennino centrale per la gestione del rischio idraulico da alluvioni (PAI distrettuale idraulico) e per la gestione del rischio da frana (PAI distrettuale Frane) con le relative misure di salvaguardia. Per ogni altra informazione si rimanda alla NTA idrauliche e PAI distrettuali frane approvate al 31/07/2025.

Di seguito si riporta un estratto cartografico relativo ai vincoli insistenti sull'area oggetto di studio. Dall'analisi emerge che l'area non ricade in zone soggette a pericolosità da frana, mentre risulta inclusa in ambiti caratterizzati da pericolosità idraulica elevata – P3, connessa alle piene del Fiume Aterno.

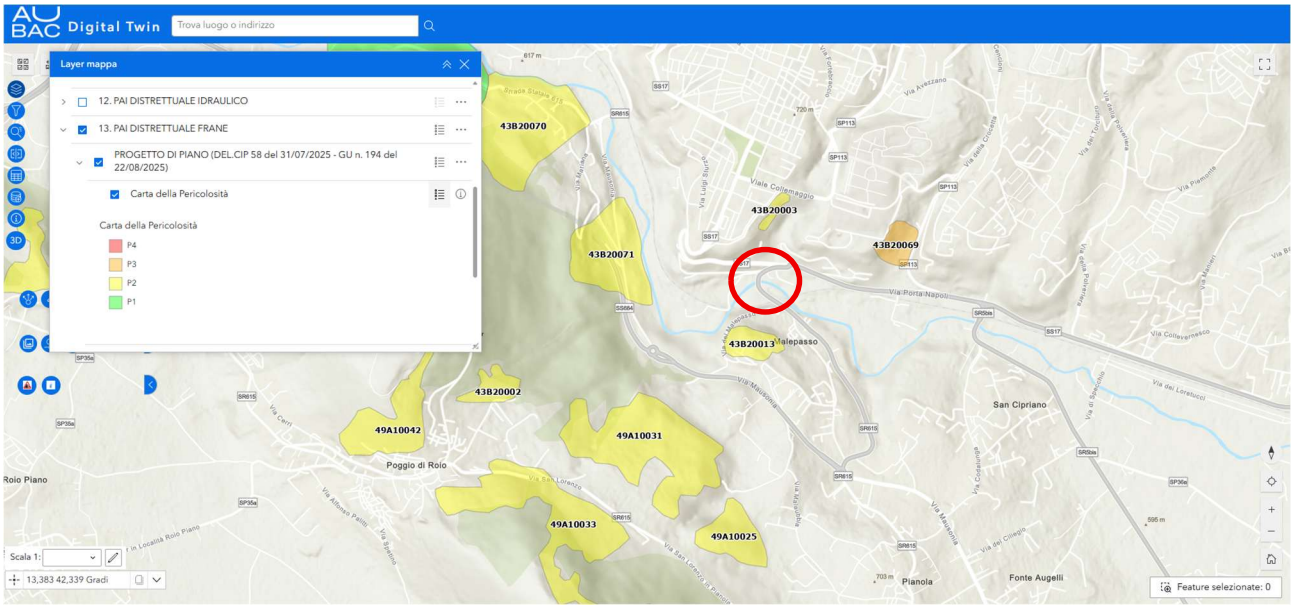
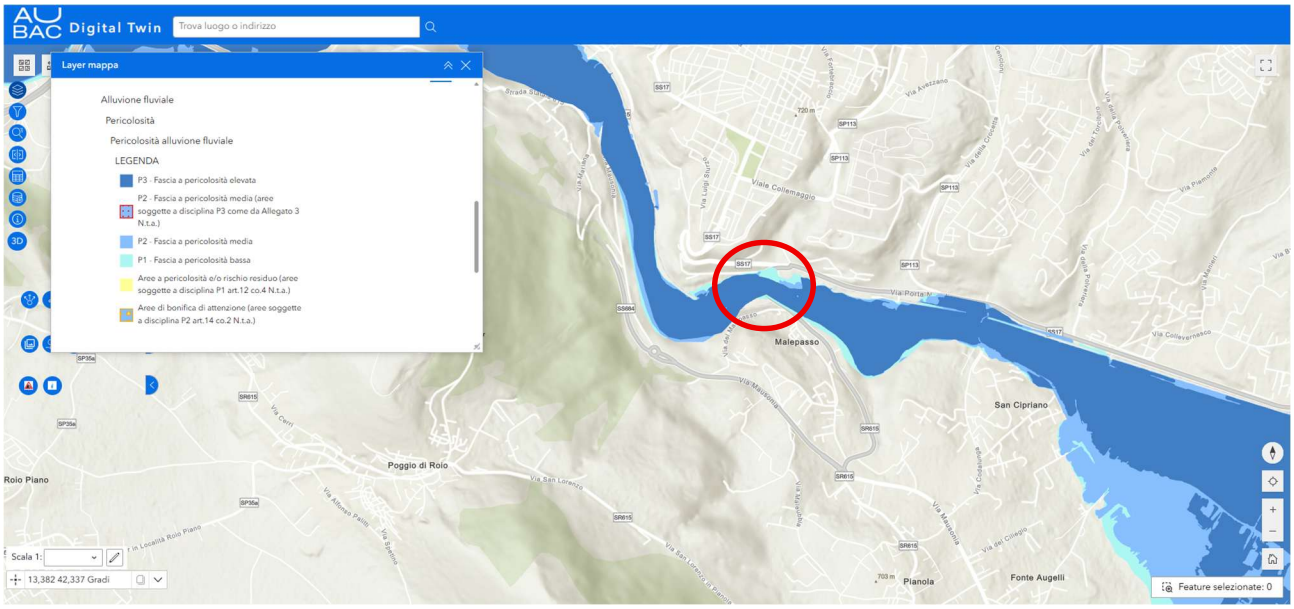


Figura 6-1 – Estratto Carta Pericolosità geologica
https://webgis.abdac.it/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=c59f7b386ca24729852cf2dcf8e2f936



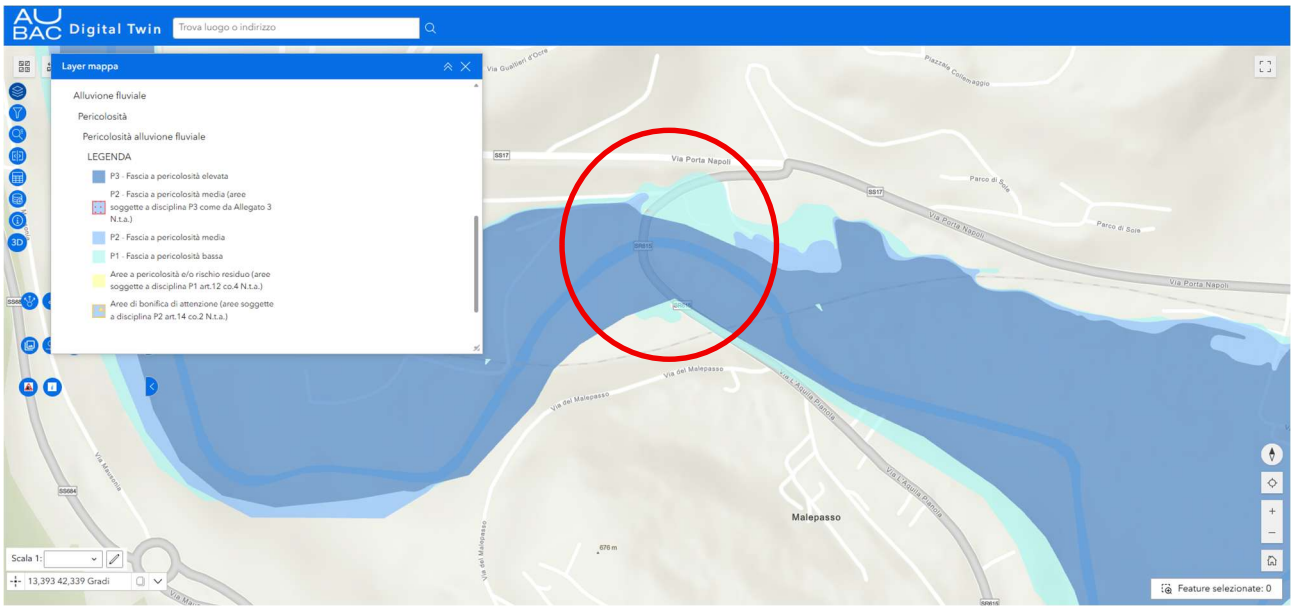


Figura 6-2 – Estratto Carta Pericolosità alluvionale fluviale
https://webgis.abdac.it/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=c59f7b386ca24729852cf2dcf8e2f936

7 INQUADRAMENTO SISMICO

Per la trattazione completa si rimanda all'elaborato 260003-PFTE-GEO-RE-3_A_Relazione sismica.

7.1 *PERICOLOSITÀ SISMICA*

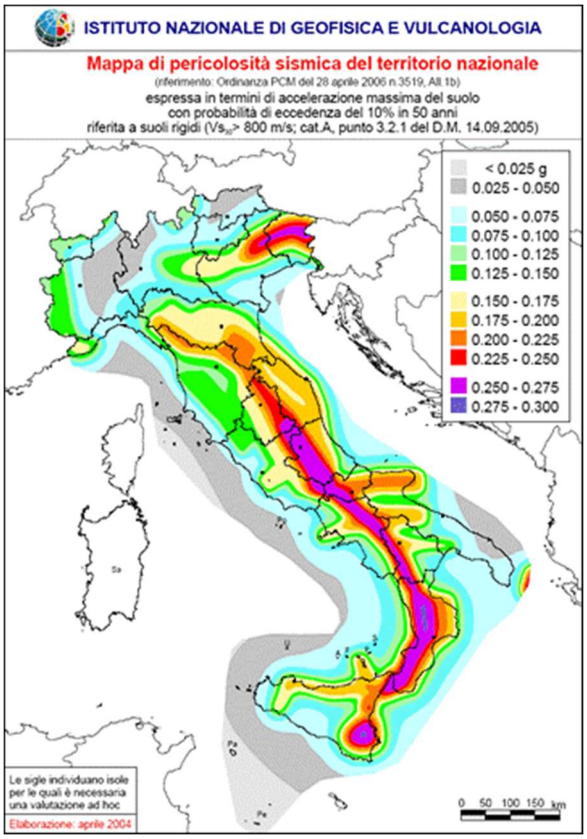


Figura 7-1 – Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale ((http://zonesismiche.mi.ingv.it)

Con Deliberazione n. 425 del 15 luglio 2024, la Giunta Regionale ha preso atto e adottato la nuova classificazione sismica della Regione Abruzzo, elaborata dal Servizio Prevenzione dei rischi di protezione civile dell'Agenzia regionale di PC e approvata con Decreto del Presidente della Giunta regionale n. 4 ed entrata in vigore dal 1 agosto 2024 (BURAT Ord. N. 30 del 31.07.2024).

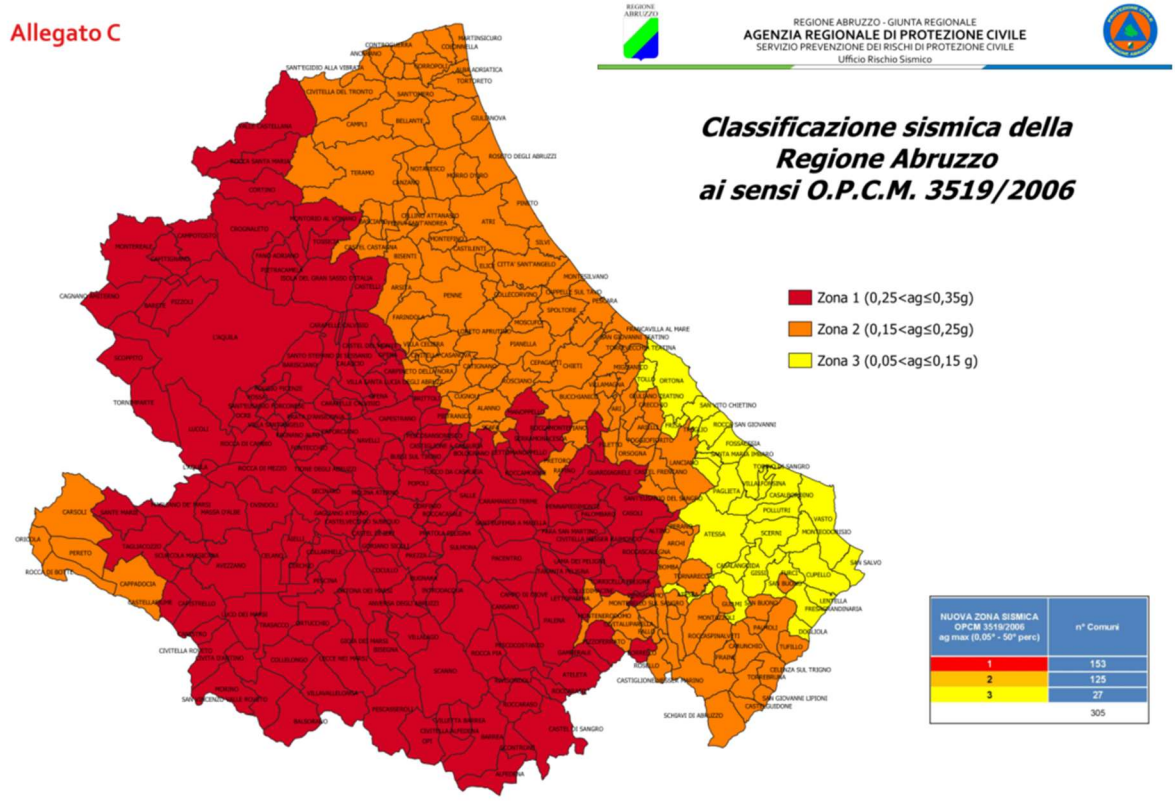


Figura 7-2 – Classificazione sismica della Regione Abruzzo

Il Comune dell'Aquila rientra all'interno zona sismica 1 con $0.25 < ag \leq 0.35$.

7.2 *ITHACA*

La stima della pericolosità legata ai terremoti ed alla fagliazione superficiale è un tema molto importante, specialmente in aree densamente popolate ed industrializzate come il territorio italiano. Di conseguenza la conoscenza approfondita e la corretta collocazione delle faglie capaci assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. A questo scopo, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAzard from CApable faults), un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.

Una faglia è definita capace quando ritenuta in grado di produrre, entro un intervallo di tempo di interesse per la società, una deformazione/dislocazione della superficie del terreno, e/o in prossimità di essa. La deformazione attesa può essere sia una dislocazione ben definita lungo un piano di rottura (fault displacement/offset) che una deformazione distribuita (warping).

Il catalogo è in continuo aggiornamento e non può considerarsi completo o definitivo, non rappresenta la totalità delle faglie capaci presenti sul territorio nazionale, ma solo quelle per le quali esiste uno studio e quindi un riferimento bibliografico; il dettaglio è funzione della qualità delle indagini che sono state effettuate e della scala alla quale è stato pubblicato il dato.



Figura 7-3 – Inquadramento nazionale ITHACA catalogo delle faglie capaci

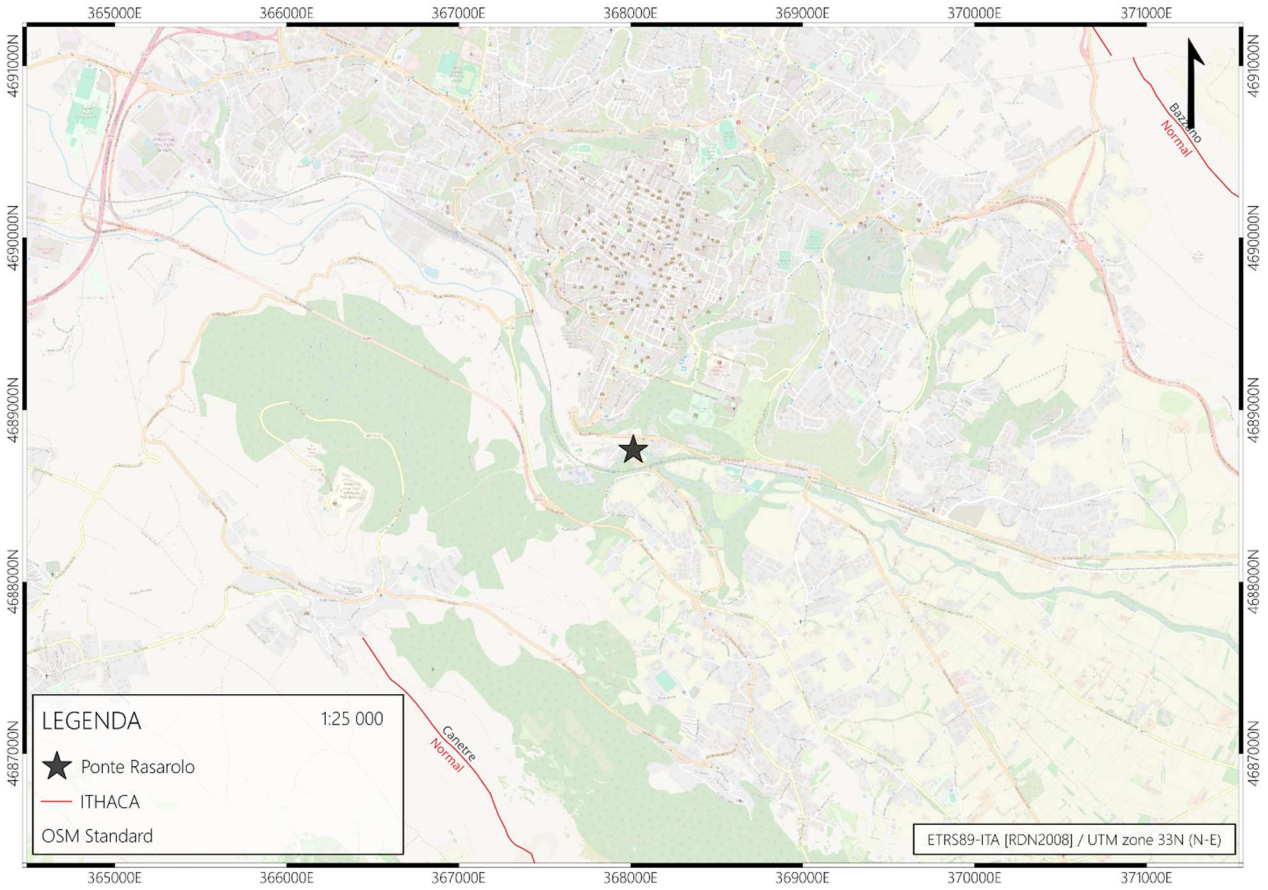


Figura 7-4 – Estratto dal catologo ITHACA delle Faglie Capaci

Il sito oggetto di studio, come evidenziato dalle cartografia (Figura 7-4), non è interessato dal passaggio di lineamenti tettonici attivi.

8 MODELLO GEOLOGICO

8.1 *INDAGINI PREGRESSE*

Nell'ambito dei "*Lavori di risanamento e adeguamento funzionale del Ponte Rasarolo lungo la SR 615 di Monteluco in L'Aquila*" è stato condotto uno studio geologico, a firma del Dott. Geol. Romano Rosoni risalente all'Agosto del 2012, nel corso del quale sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche:

- N°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti sino a 30 m dal p.c. per la caratterizzazione geologica dei terreni. I sondaggi vengono denominati rispettivamente S1 ed S2;
- N°5 prove SPT (*Standard Penetration Test*);
- N°2 campionamenti del terreno per analisi di laboratorio (Descrizione macroscopica, caratteristiche fisiche e meccaniche, analisi granulometrica, Limiti di Atterberg, Tdir, espansione laterale libera ELL, edometria);
- N°1 indagine sismica downhole eseguita all'interno del foro di sondaggio S2, opportunamente predisposto.

8.1.1 *SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO*

Di seguito si riportano l'ubicazione dei sondaggi e le stratigrafie.

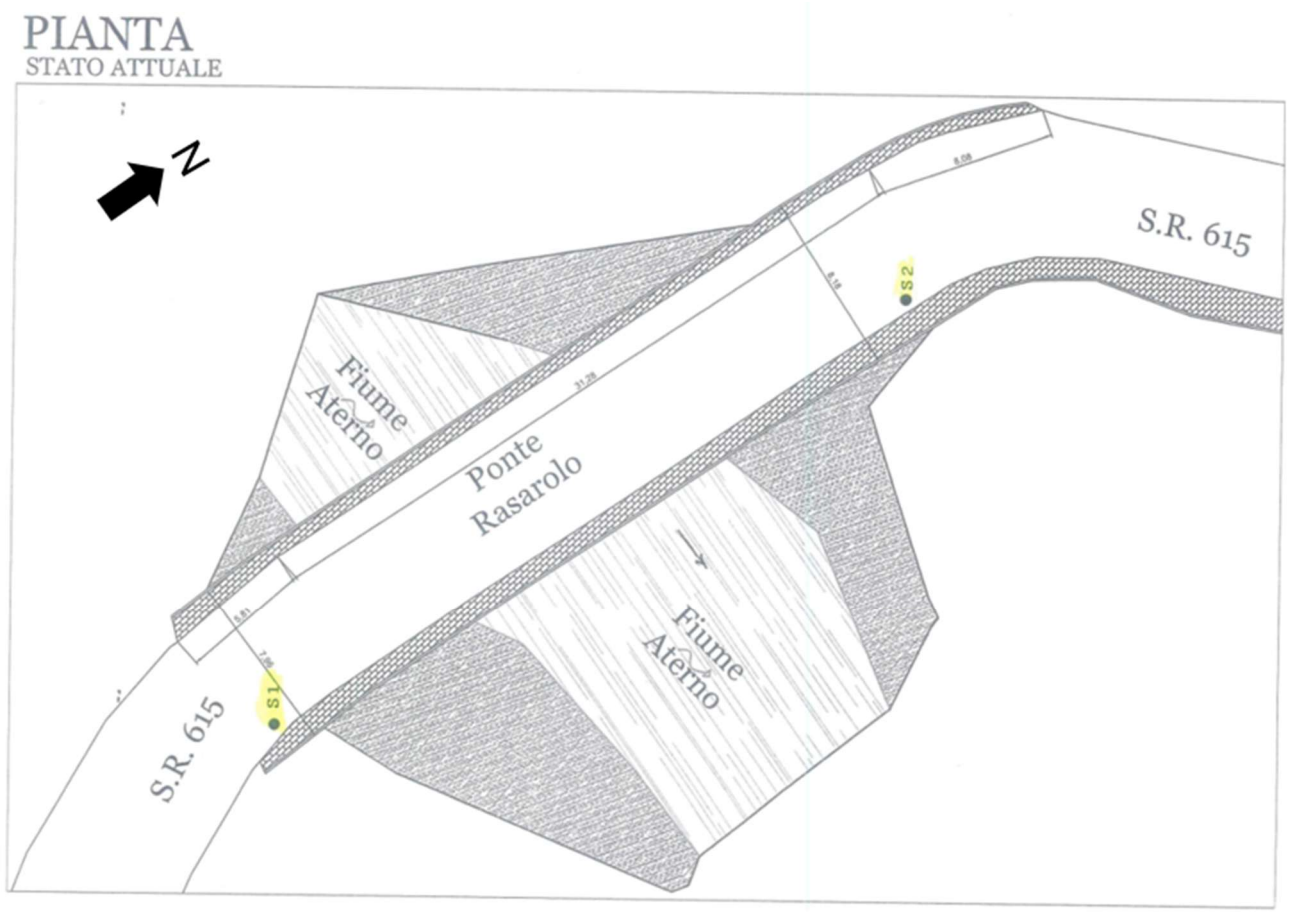


Figura 8-1 – Ubicazione indagini 2012

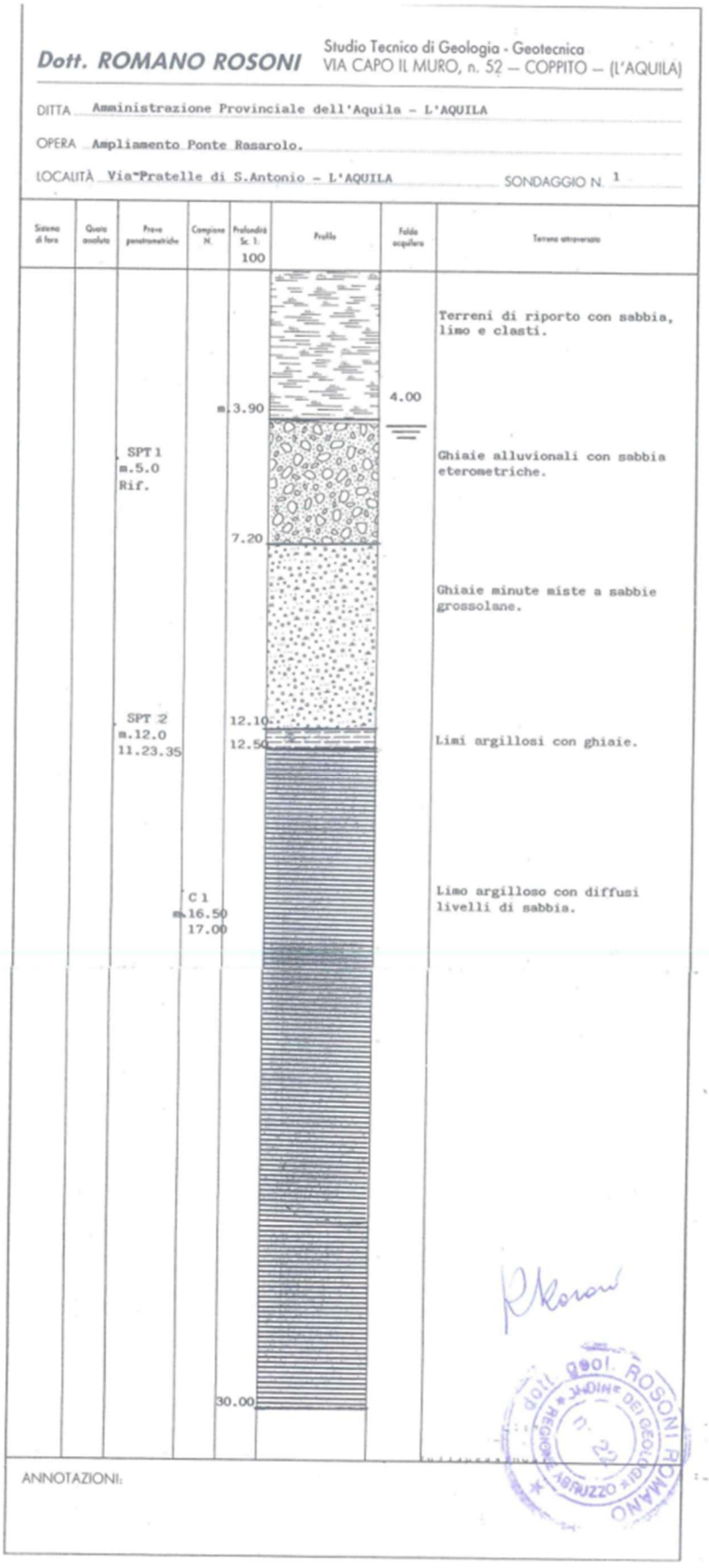
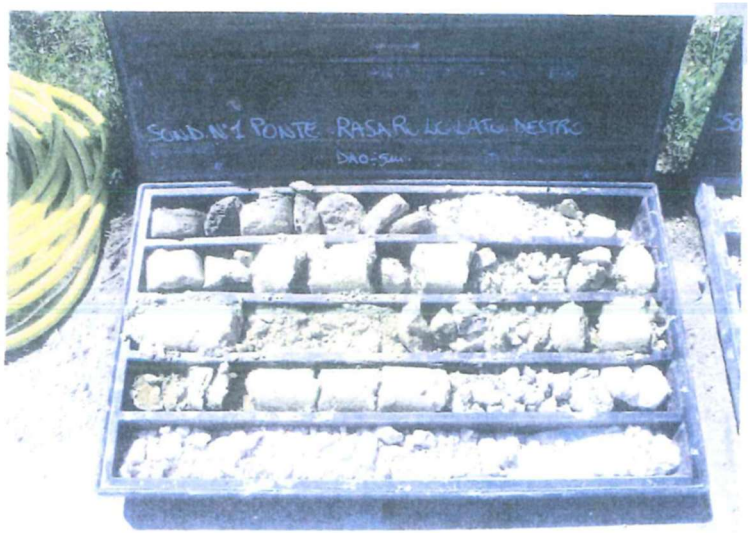


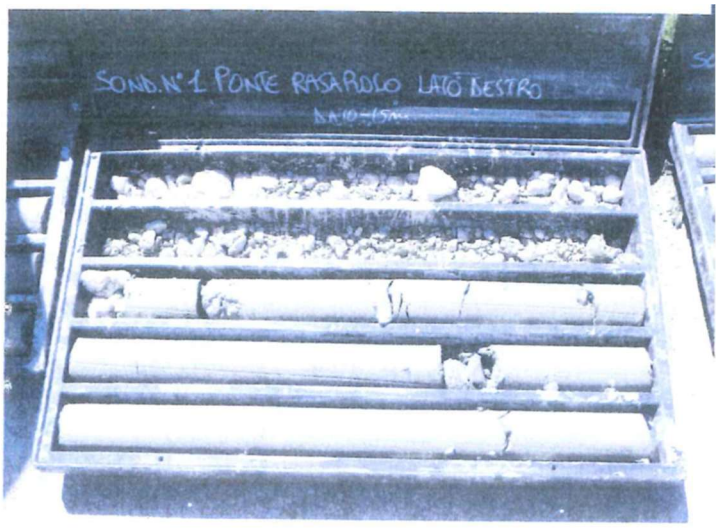
Figura 8-2 – Stratigrafia sondaggio geognostico S1



S1 0.00-5.00 m



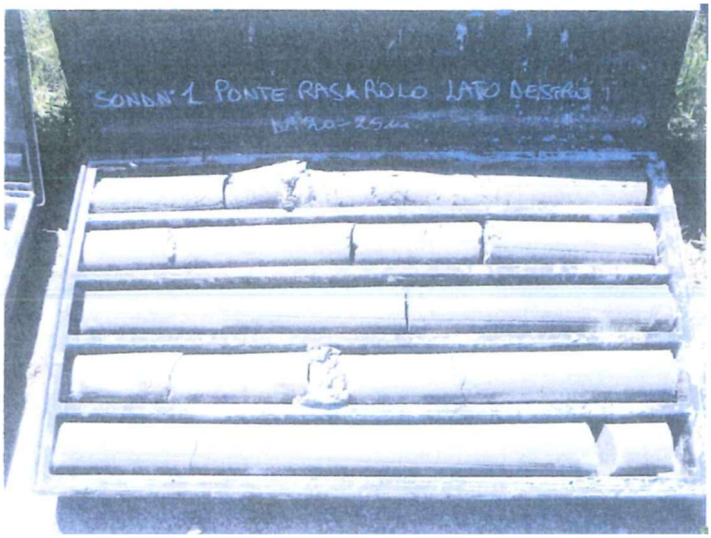
S1 5.00-10.00 m



S1 10.00-15.00 m



S1 15.00-20.00 m



S1 20.00-25.00 m



S1 25.00-30.00 m

Figura 8-3 – Documentazione fotografica sondaggio geognostico S1

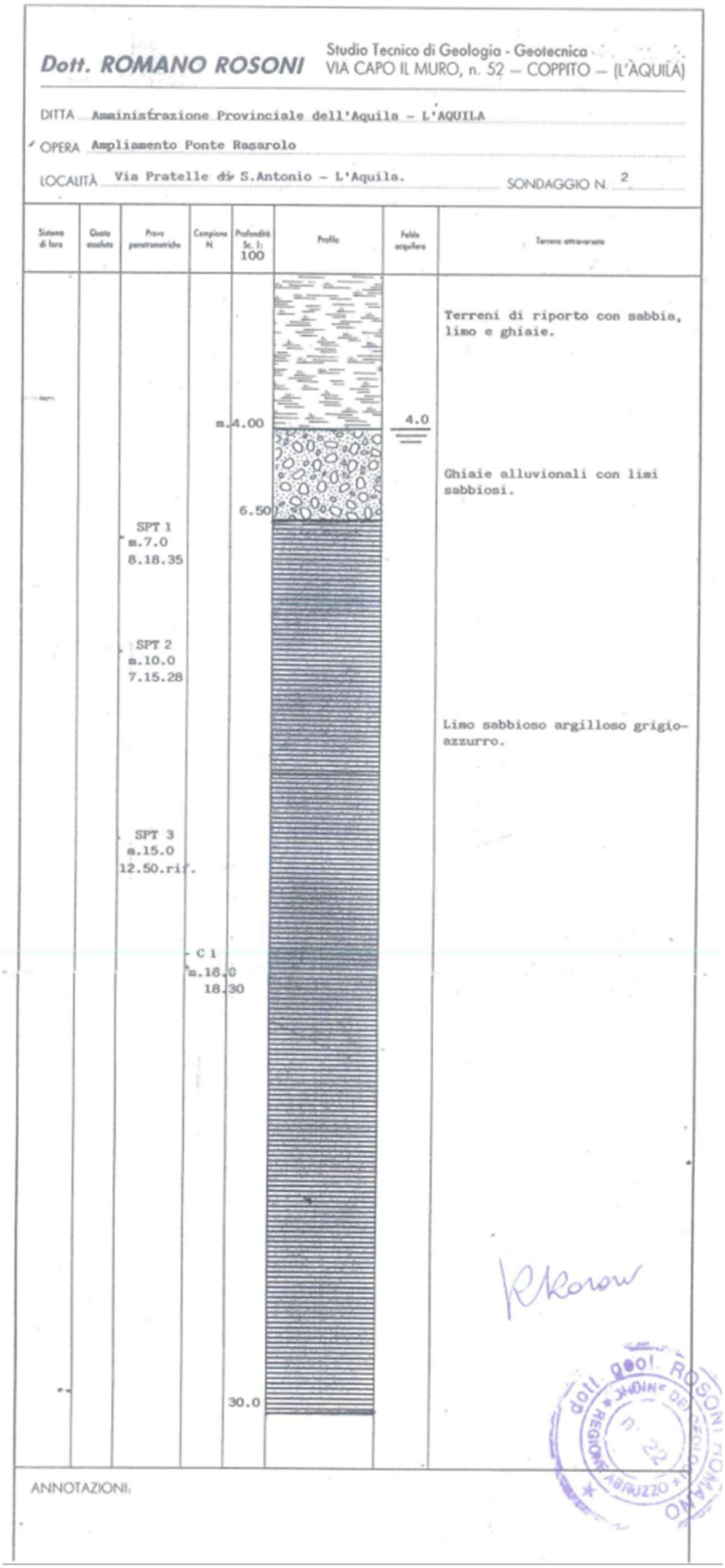
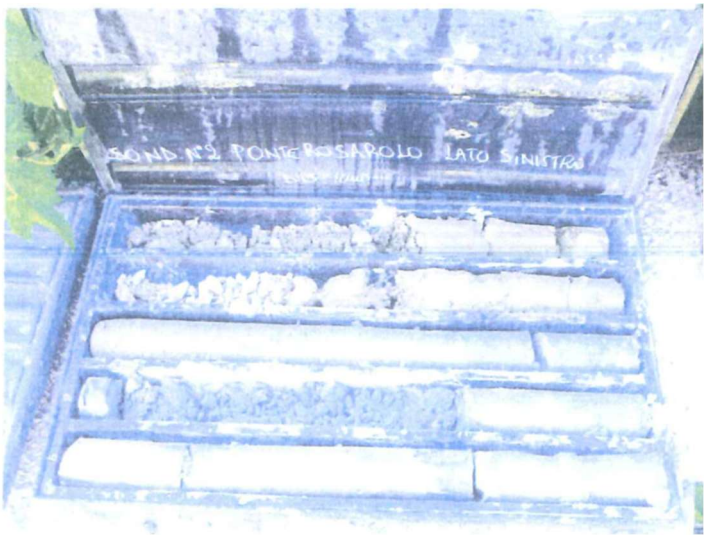


Figura 8-4 – Stratigrafia sondaggio geognostico S2



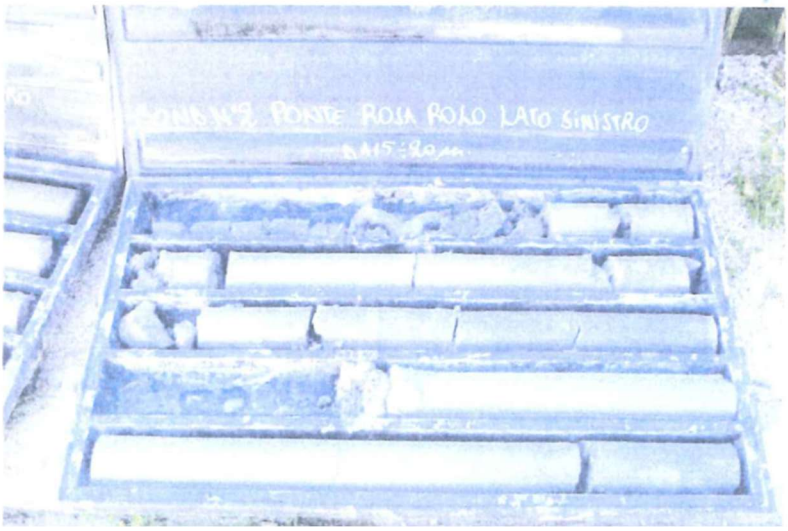
S1 0.00-5.00 m



S1 5.00-10.00 m



S1 10.00-15.00 m



S1 15.00-20.00 m



S1 20.00-25.00 m



S1 25.00-30.00 m

I terreni intercettati sono di seguito riportati nel dettaglio:

1- Terreni ghiaiosi sabbiosi di riporto. Spessore circa 4.00 m;
2- Ghiaie alluvionali eterometriche immerse all'interno di una matrice prevalentemente sabbiosa / limoso sabbiosa alternate a sabbie ghiaiose. Spessore variabile da 2.00 m a 6.00 m;
3- Limi sabbioso-argillosi sovraconsolidati grigiastri sottilmente stratificati individuati sino a fondo foro.

8.1.2 *PROVE S.P.T. IN FORO*

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite n°5 prove S.P.T., di cui n°2 sul sondaggio S1 e n°3 sul sondaggio S2.
La prova consiste nel calare sul fondo del foro un campionatore Raymond (eventualmente con punta chiusa nel caso di ghiaie in osservanza alle norme AGI) posto all'estremità inferiore della batteria di aste, quindi nell'infiggere il campionatore stesso attraverso una massa battente del peso di 63,5 kg lasciata cadere da un'altezza di 0,76 m.
La massa battente è inserita in un sistema che consente di sollevarla e sganciarla automaticamente al raggiungimento dell'altezza di caduta.
In particolare, si contano il numero di colpi necessario ad infiggere il campionatore per 30 cm (N_2+N_3), dopo averlo infisso per 15 cm (N_1). La somma di N_2 e N_3 è chiamata N_{SPT}.
La prova è interrotta quando si raggiunge un numero di colpi pari a 50 nell'avanzamento dei primi 15 cm o quando si raggiunge il numero di 100 nei restanti 30 cm.
Di seguito si riportano i risultati delle prove SPT e l'andamento del valore di N_{SPT} con la profondità:

SONDAGGIO	Profondità [m]	N_1	N_2	N_3	**N_{SPT}**	Litologia
S1	5.00	R	-	-	**100**	Ghiaie alluvionali
	12.00	11	23	35	**58**	Limi sabbioso-argillosi sovraconsolidati
S2	7.00	8	18	35	**53**	
	10.00	7	15	28	**43**	
	15.00	R	-	-	**100**	

Tabella 1 – Risultati delle prove SPT eseguite all'interno dei fori di sondaggio

Dalle prove SPT i limi sabbioso-argillosi risultano da densi a molto addensati. L'unica prova SPT eseguita nei soprastanti terreni ghiaiosi ha fornito un valore di rifiuto alla penetrazione; tuttavia, tale risultato potrebbe essere stato influenzato dalla presenza di un ciottolo e pertanto non risulta necessariamente rappresentativo del reale grado di addensamento del deposito alluvionale.

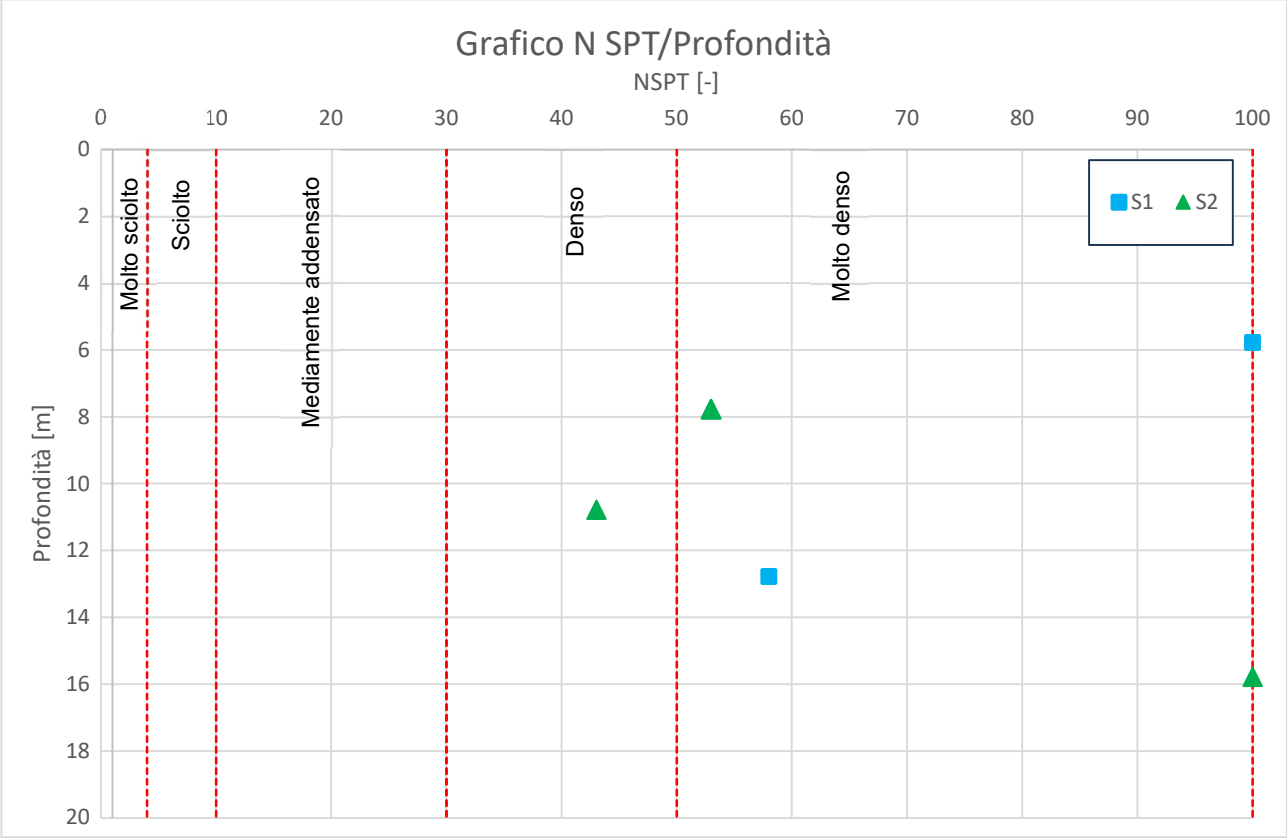


Figura 8-5 – Andamento del valore di NSPT con la profondità in relazione allo stato di addensamento secondo le Raccomandazioni AGI, 1977

8.1.3 *PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO*

Per ciascun foro di sondaggio sono stati prelevati n°1 campioni indisturbati per esecuzione di prove geotecniche di laboratorio. Si riportano inoltre anche i risultati relativi alla campagna del 2004. La denominazione dei campioni, la rispettiva profondità e i risultati delle prove effettuate sono riportati sinteticamente in Tabella 2 mentre i risultati delle granulometrie sono riportati nel grafico di Figura 8-7.
Si segnala che per quanto riguarda il campione S2C1 sono state effettuate prove di taglio su n°2 provini invece di n°3 provini a causa della mancanza di materiale lavorabile. Il laboratorio riporta come il valore medio riportato sui certificati sia influenzato dalla procedura anomala di esecuzione della prova.

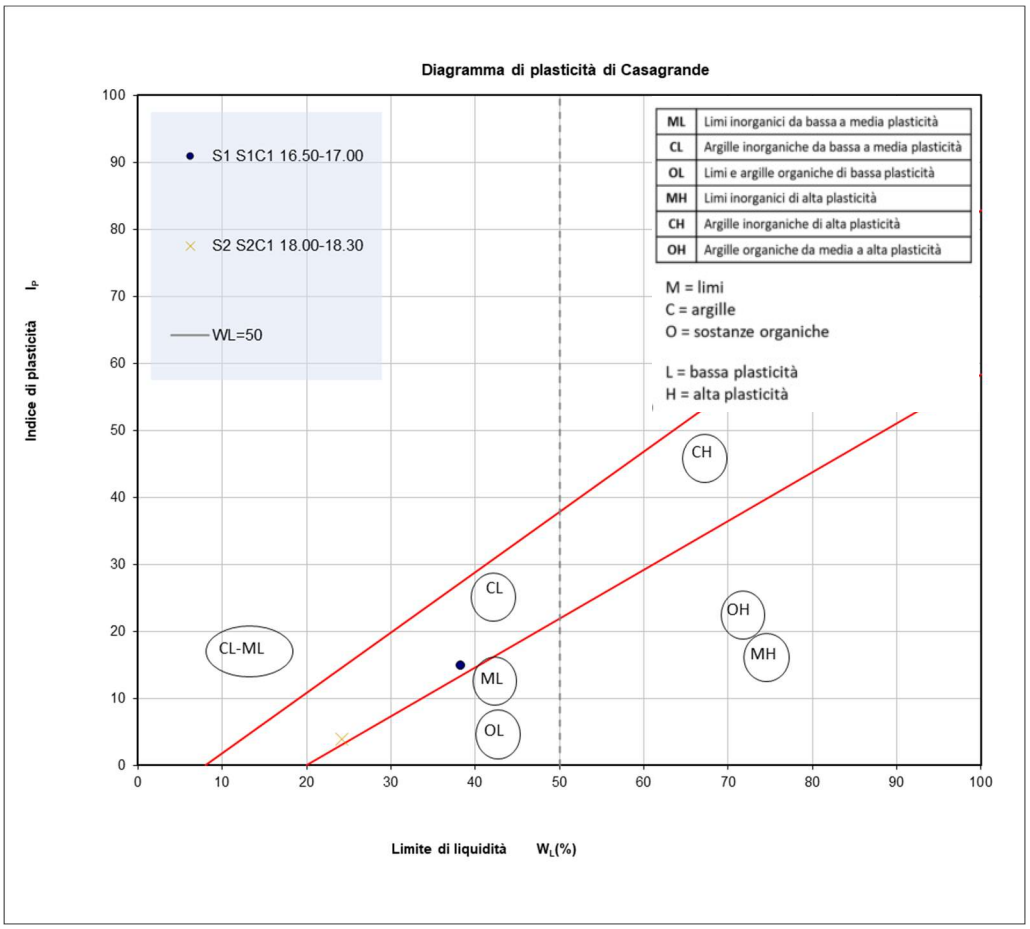


Figura 8-6 – Diagramma di plasticità di Casagrande

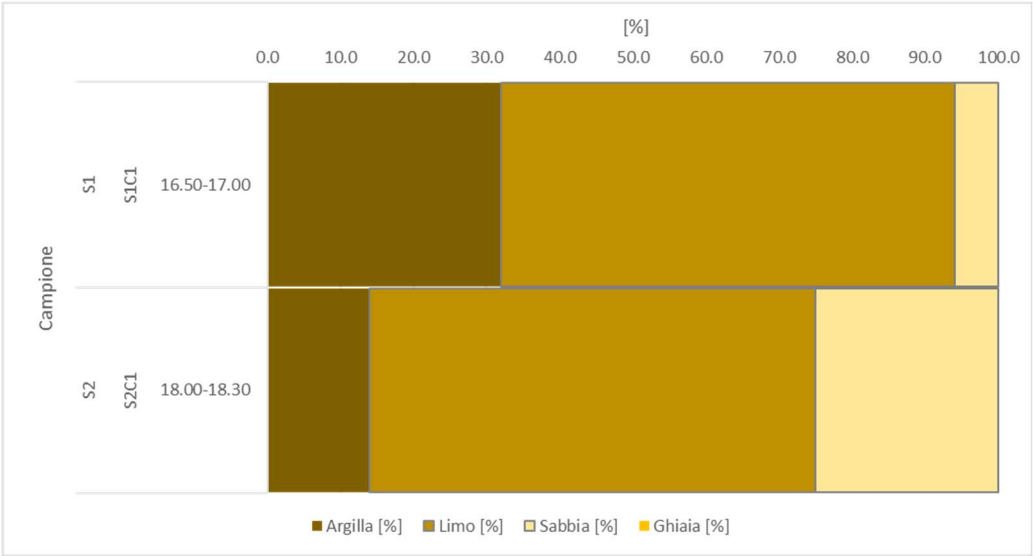


Figura 8-7 – Grafico con l'abbondanza delle componenti granulometriche

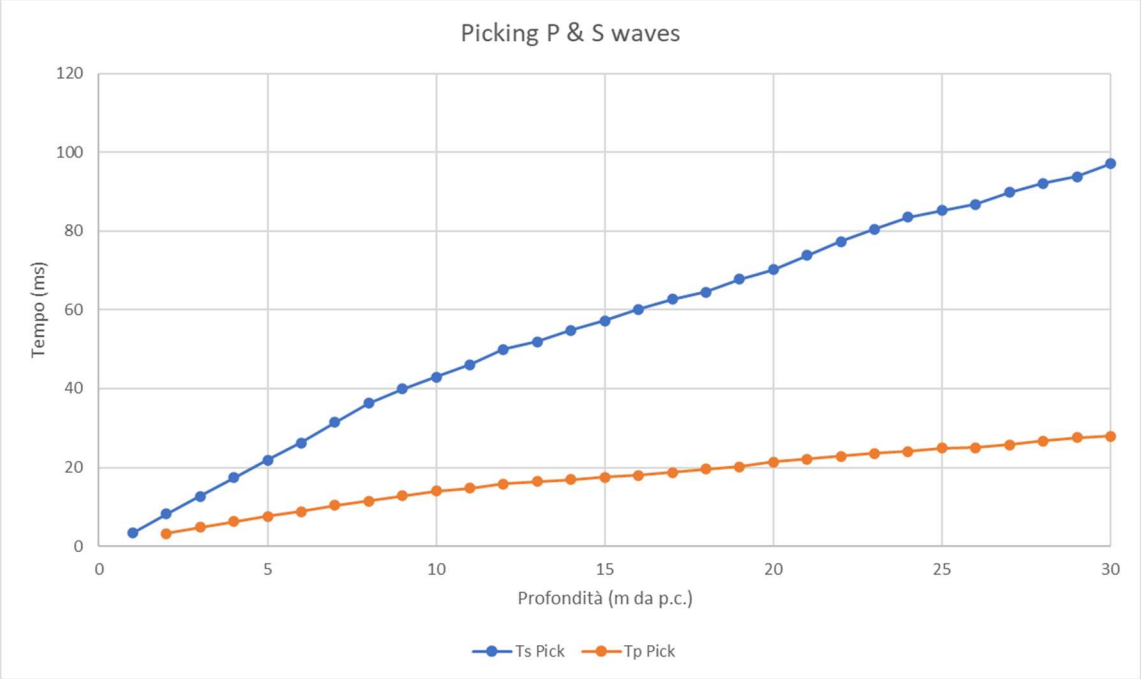
		Sondaggio	S1	S2
		Campione	S1C1	S2C1
	Profondità	[m]	16.50-17.00	18.00-18.30
	Litologia		Limo con argilla deb sabbioso	Limo sabbioso argilloso
	pocket	kPa	450->600	390->600
	Gs	kN/m³	26.31	27.00
	γnat	kN/m³	19.4	20.00
	γ_{dry}	kN/m³	16	16.90
	γ_{sat}	kN/m³	20	20.6
	w	[%]	24.1	18.8
	Sr	[%]	95.14	84.8
	e	[-]	0.68	0.6
	n	[%]	40.7	37.37
Granulometria	Argilla	[%]	32	14.0
	Limo	[%]	62	61.0
	Sabbia	[%]	6	25.0
	Ghiaia	[%]	0	0.0
Limiti di Atterberg	LL	[%]	38.3	24
	LP	[%]	23.36	20
	IP	[%]	15	4
	IC	[%]	0.9	1.4
	IA	[%]		
ELL	cu	[kPa]	116	24.0
Taglio diretto	c'	[kPa]	6	4.0
	ϕ'	[°]	29.7	27.7
Edometrica	M (100-200 kPa)	[kPa]	4800	6183
	Cc		0.1165	0.0813

Tabella 2 – Risultati delle prove eseguite sui campioni di terreno. Campagna di indagine 2012

Dai grafici si evince che i campioni sono composti prevalentemente da limo, con percentuale di circa il 60%, e poi da argilla e sabbia in percentuali variabili. Entrambi i campioni sono stati prelevati all'interno dello strato limoso argilloso comune ad entrambi i sondaggi. Restano esclusi dalla caratterizzazione geotecnica i terreni soprastati, costituiti dai depositi alluvionali del Fiume Aterno.
I certificati delle prove di laboratorio eseguite nel 2012 vengono allegate al presente elaborato.

8.1.4 *DOWN-HOLE*

La prova è stata eseguita mediante l'utilizzo di un sismografo Ambrogeo ECHO 24/2002 Seismic Unit a 24 canali. Al sismografo è stato connesso un geogono tridimensionale da foro con frequenza propria pari a 10 Hz. Le energizzazioni al suolo sono state eseguite mediante energizzazioni eseguite mediante mazza battente su piastra verticale (onde P) e su traversiona di legno (onde S).
L'indagine down-hole è stata eseguita all'interno del foro di sondaggio S2, opportunamente predisposto per l'esecuzione della prova.
L'indagine DH ha permesso di ottenere il profilo di Vs e di Vp fino a 30 m dal p.c. e di stimare i parametri meccanici degli strati:



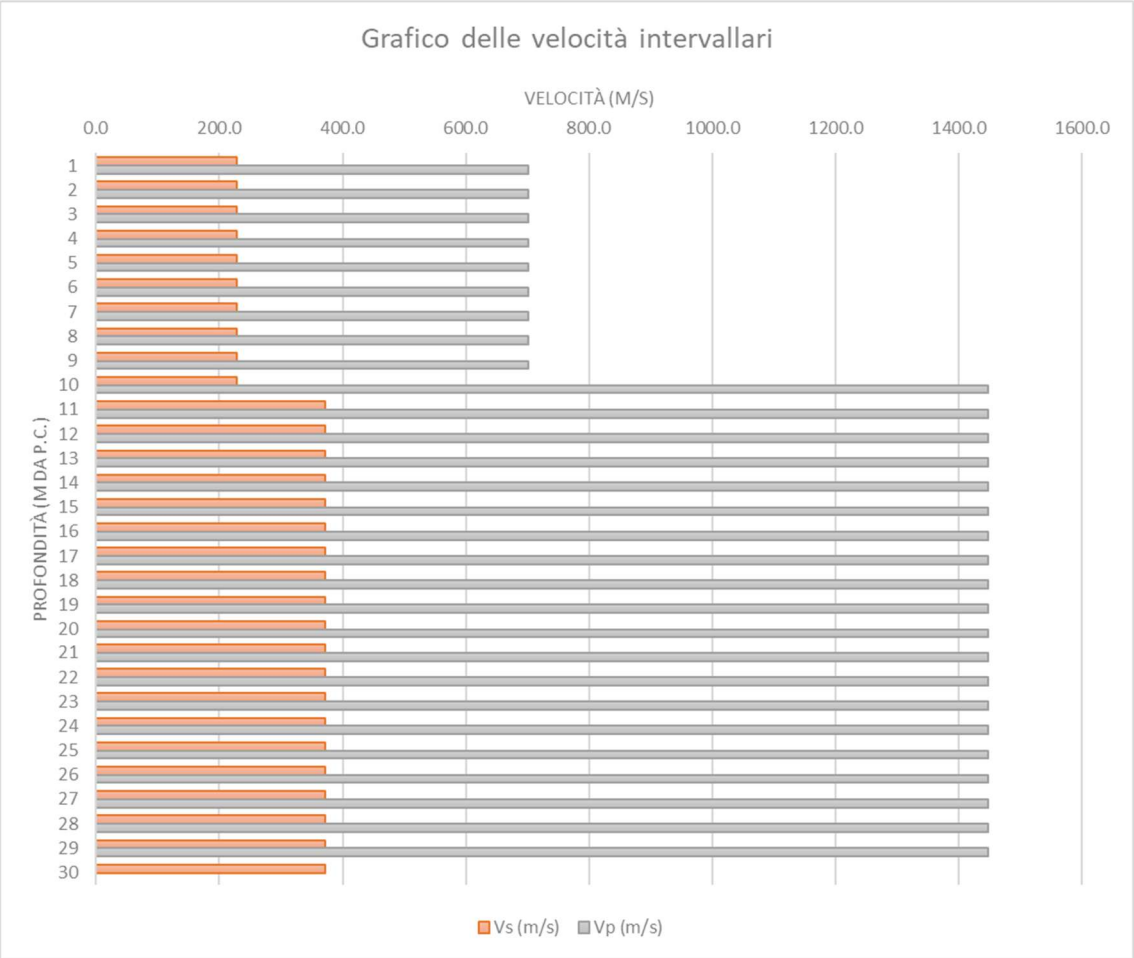


Figura 8-8 – Picking dei primi arrivi Vp e Vs e velocità intervallari Vp e Vs e. Grafici ottenuti dalle informazioni presenti all'interno della realzione delle indagini

La prova ha permesso di determinare il valore del parametro VS_{30} calcolato a partire dalla quota del piano campagna. Il valore ottenuto è pari a 306.8 m/s permettendo di classificare i terreni secondo la categoria C delle NTC2018.

8.2 *MODELLO GEOLOGICO PONTE RASAROLO*

Il modello geologico di seguito proposto deriva dall'analisi bibliografica eseguita e dall'interpretazione delle indagini geognostiche relative alla campagna di indagine del 2012.

Sono state distinte 3 unità geologiche, rappresentate nella sezione geologica di riferimento (Allegato 1 e Figura 8-11) e di seguito descritte:

1. **UNITÀ 1 – RIPORTO ANTROPICO (Attuale)**
   Terreno di riporto posto a tergo delle spalle del ponte, costituente il rilevato stradale, caratterizzato da materiale eterogeneo comprendente ghiaia sabbiosa, limo sabbioso e clasti di dimensioni pluricentimetriche, da arrotondati a spigolosi.
   Lo spessore del riporto in corrispondenza dei due punti di sondaggio è di circa 4.00 m. Su questa unità non sono state realizzate indagini per la caratterizzazione geotecnica.

2. **UNITÀ 2 – DEPOSITI ALLUVIONALI DEL FIUME ATERNO (Olocene).**
   Depositi alluvionali costituiti da ghiaie eterometriche con sabbia e limo alternate a strati di sabbie limose con percentuale variabile di ghiaia. I clasti di ghiaia sono perlopiù calcarei, tondeggianti ed eterometrici.
   Tali depositi sono stati riscontrati in entrambi i sondaggi eseguiti, sebbene con spessori variabili: su S1 (spalla sud) sono presenti da 3.9 m dal piano stradale fino a 12.5 m, mentre su S2 da 4.0 a 6.5 m (spalla nord). Come riportato nella Relazione Sismica, questo strato viene considerato suscettibile di liquefazione.
   La prova SPT1, effettuata nel sondaggio S1, è risultata a rifiuto probabilmente a causa della presenza di un clasto di dimensioni rilevanti; per tale motivo, non viene considerata rappresentativa per il calcolo dei parametri geotecnici di questa unità.
   Nella tabella seguente si riportano i parametri geotecnici riportati in bibliografia per questa unità (*Gruppo di Lavoro MS–AQ (2010) Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana. Regione Abruzzo – Dipartimento della Protezione Civile, L'Aquila, 3 vol. e Cd-rom*).

TABELLA 1.1	DEPOSITI ALLUVIONALI DEL FIUME ATERNO E DEL TORRENTE RAIO
Granulometria	Terreni che vanno dalle ghiaie alle argille
Contenuto d'acqua al naturale (w_n)	25 ÷ 40 %
Coefficente di Permeabilità (K)	$1 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^{-8}$
Peso dell'unità di vol. del terreno secco (γ_d)	1.35 ÷ 1.75 g/cm³
Peso dell'unità di vol. del terreno saturo (γ_{sat})	1.80 ÷ 2.10 g/cm³
Peso dell'unità di vol. dei grani (γ_s)	2.50 ÷ 2.70 g/cm³
Peso dell'unità di vol. al naturale (γ_n)	18 ÷ 21 kN/m³
Grado di saturazione (S_r)	90 ÷ 100 %
Indice dei vuoti (e)	0.5 ÷ 0.8
Porosità	35 ÷ 45 %
Numero di colpi ricavati dalle prove SPT (N_{SPT}) (strati incoerenti a granulometria sabbiosa)	7 ÷ 10 (da molto sciolto a sciolto)
Resistenza al taglio non drenata (C_u)	20 ÷ 30 KPa
Angolo di Resistenza al taglio (ϕ)	23° ÷ 25°
Coesione drenata (c')	0 ÷ 10 Kpa

Figura 8-9 – Caratteristiche geotecniche dei depositi alluvionali del Fiume Aterno da dati di letteratura (Gruppo di Lavoro MS–AQ (2010) Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana. Regione Abruzzo)

3. UNITÀ 3 – DEPOSITI LACUSTRI ANTICHI (Pleistocene Inf.).

Si tratta di limi argilloso-sabbiosi sovraconsolidati e grigiastri, sottilmente stratificati, con diffusi livelli sabbiosi.

Sono presenti in S1 (spalla sud) da 12.5 m dal piano stradale fino a fondo foro (30 m) e su S2 (spalla nord) oltre i 6.5 m. All'interno di questo orizzonte sono state eseguite prove SPT e prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati. Dai risultati delle prove possono essere assunti i seguenti parametri geotecnici:

Unità geotecnica	Litologia	m da piano strada	NSPT [-]	ϕ [°]	c' [kPa]	Cu [kPa]	γ_{nat} [kN/m³]	γ_{sat} [kN/m³]	M [kPa]
3	Limi sabbiosi argillosi	Variabile da 6 a 12 m	43-100	27-29	4-6	116	19.4-20	20.0-20.6	4800-6183

Tabella 3 - Parametri geotecnici da prove di laboratorio

TABELLA 1.6	DEPOSITI LACUSTRI ANTICHI
Granulometria	Terreni che vanno dalle argille limose debolmente sabbiose alle sabbie limose debolmente argillose.
% frazione argillosa	15 ÷ 65 %
% frazione sabbiosa	sempre presente (in alcuni casi fino al 50%)
Composizione media (nomenclatura secondo le raccomandazioni AGI)	Argilla con limo e sabbia
Classifica USCS	CL e CH
Indice di Plasticità (I_p)	10 ÷ 35 %
Limite di Liquidità (LL)	30 ÷ 80 %
Indice di Consistenza (I_c)	sempre > 0.75 (consistenza solido-plastica poco variabile con la profondità)
Peso dell'unità di vol. al naturale (γ_n)	19 KN/m^3
Contenuto d'acqua al naturale (w_n)	15 ÷ 35 %
Coefficiente di Permeabilità (K)	$1 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-8}$
Grado di Sovraconsolidazione (OCR)	4 ÷ 12 (fortemente sovraconsolidati)
Indice di spinta orizzontale (K_o)	6 ÷ 8 (fortemente sovraconsolidati)
Resistenza al taglio non drenata (C_u)	220 ÷ 230 KPa (valori questi più elevati rispetto a quelli trovati per gli stessi sedimenti in affioramento (50 ÷140 Kpa) variabili da punto a punto senza nessuna relazione con la profondità)
Angolo di Resistenza al taglio (ϕ')	24° ÷ 34°
Coesione drenata (c')	10 ÷ 40 KPa
Velocità sismiche	1.75 e 1.8 Km/sec

Figura 8-10 – Caratteristiche geotecniche dei depositi lacustri antichi da dati di letteratura (Gruppo di Lavoro MS–AQ (2010) Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana. Regione Abruzzo)

Di seguito si riporta un estratto della sezione geologica di riferimento, riportata in Allegato 1.

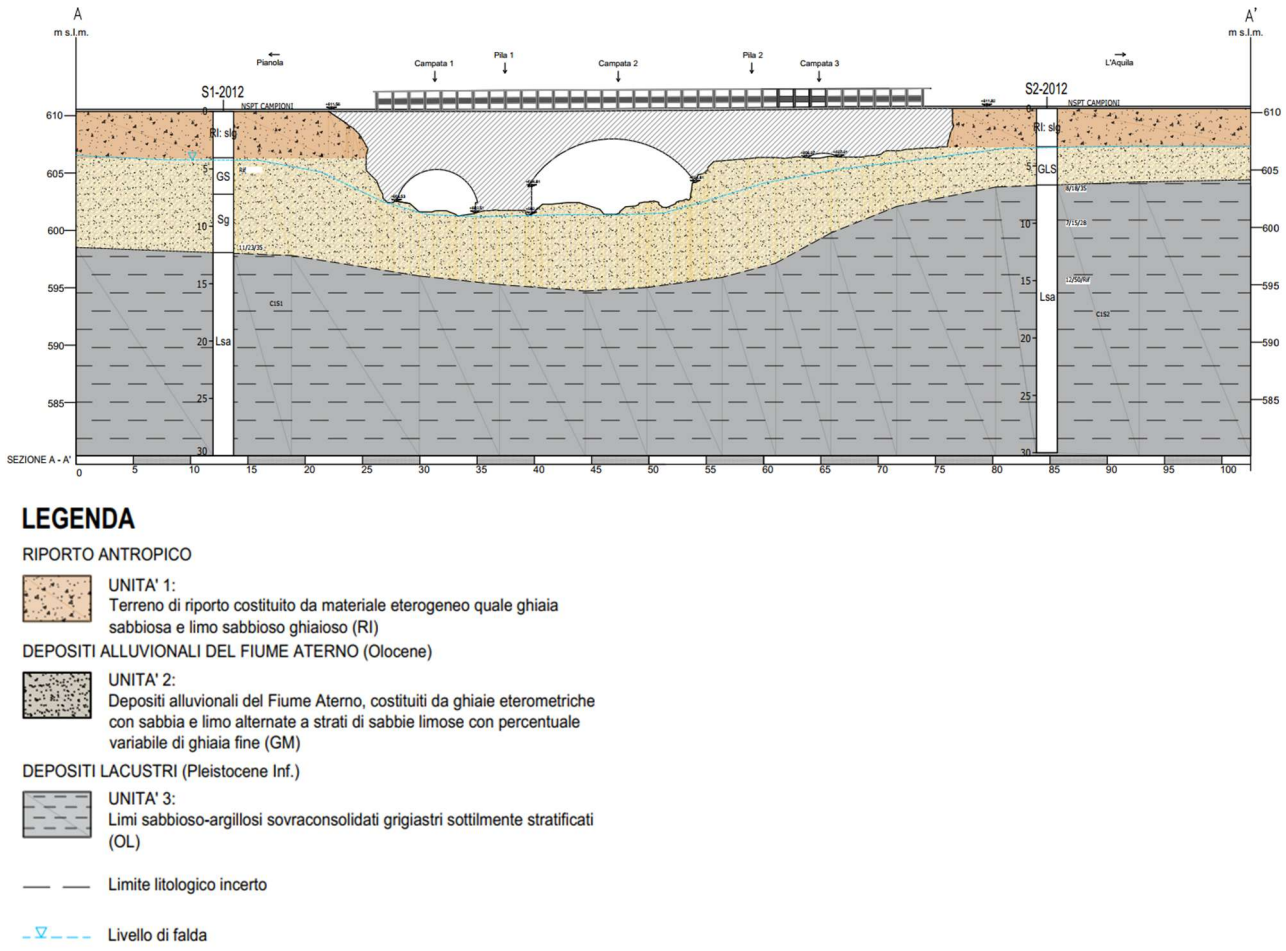


Figura 8-11 –Sezione geolitologica interpretativa da profilo longitudinale del Ponte Rasarolo

9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'assetto geologico dell'area in esame è stato ricostruito sulla base dell'analisi della documentazione bibliografica disponibile, in particolar modo dallo Studio di Microzonazione Sisica del Comune dell'Aquila, e dalle risultanze delle indagini geognostiche eseguite nell'ambito dei "*Lavori di risanamento e adeguamento funzionale del Ponte Rasarolo lungo la SR 615 di Monteluco in L'Aquila*" a firma del Dott. Geol. Romano Rosoni.

Dal punto di vista geologico, le pile e le spalle del ponte risultano fondate all'interno di depositi alluvionali riconducibili all'attività deposizionale del Fiume Aterno. Tali depositi sono costituiti prevalentemente da ghiaie eterometriche immerse in una matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, localmente alternate a livelli a maggiore componente sabbiosa con percentuali variabili di ghiaia. Al di sotto dei depositi alluvionali si rinvengono sedimenti lacustri sovraconsolidati, costituiti da limi sabbioso-argillosi grigiastri, sottilmente stratificati. Per il dettaglio degli spessori e delle relazioni stratigrafiche tra le unità individuate si rimanda alla sezione geologica allegata. Si rimanda, invece, alla relazione geotecnica per la parametrizzazione geotecnica delle unità geologiche individuate.

L'idrografia superficiale è dominata dal Fiume Aterno. Dal punto di vista idrogeologico, nel corso delle indagini eseguite nell'Agosto del 2004 il tetto della falda freatica superficiale è stato riscontrato alla quota di 4.00 m dal p.c.. Quest'ultima si ritiene possa risalire sino a quote prossime a quelle del piano campagna, specialmente nel periodo primaverile/autunnale in corrispondenza degli eventi di precipitazione più abbondanti.

Dal punto di vista della pericolosità geomorfologica non sono presenti fenomeni franosi nelle vicinanze del ponte o altra tipologia di fenomeni potenzialmente interferenti con l'opera. Riguardo la pericolosità idraulica, dall'analisi della cartografia di riferimento l'opera si trova su un'area soggetta a pericolosità idraulica P3 (Rischio alluvione elevato).

Inoltre, come illustrato nella *Relazione Sismica* (260003-PFTE-GEO-RE-3_A_Relazione sismica), a seguito del sisma dell'aprile 2009 nell'area di studio si sono verificati fenomeni di liquefazione dei terreni. In particolare, tali fenomeni hanno interessato i depositi alluvionali terrazzati del Fiume Aterno in prossimità della rivendita di materiale edilizio adiacente al Ponte Rasarolo. Alla luce di tali evidenze, l'Unità Geologica 2 deve essere considerata suscettibile di liquefazione e sarà pertanto oggetto di specifici interventi di mitigazione del rischio liquefazione. In ogni caso, si raccomanda di raggiuere i sottostanti depositi limosi e limoso-sabbiosi (Unità 3) con i micropali di fondazione.

Allo stato attuale non sono disponibili indagini dirette eseguite in corrispondenza delle pile; pertanto, è possibile formulare esclusivamente una stima preliminare dello spessore dei depositi alluvionali in alveo del Fiume Aterno. Sulla base delle informazioni disponibili, si ritiene che lo spessore dei depositi alluvionali riferibili all'Unità 2 non sia inferiore a 5–6 m al di sotto dell'alveo del fiume (si veda la sezione geologica allegata).

In fase di progettazione esecutiva dovranno essere condotte ulteriori indagini geognostiche, finalizzate a definire con maggiore accuratezza lo spessore dei depositi alluvionali in alveo e a verificarne il grado di addensamento, al fine di calibrare in maniera ottimale gli interventi di mitigazione del rischio di liquefazione.

Si ritiene che gli interventi in progetto siano compatibili con l'assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico, tenendo presenti gli aspetti precedentemente esposti.

Pieve di Soligo, 12/06/2026

IL GEOLOGO

Geol. ELIA LONGO

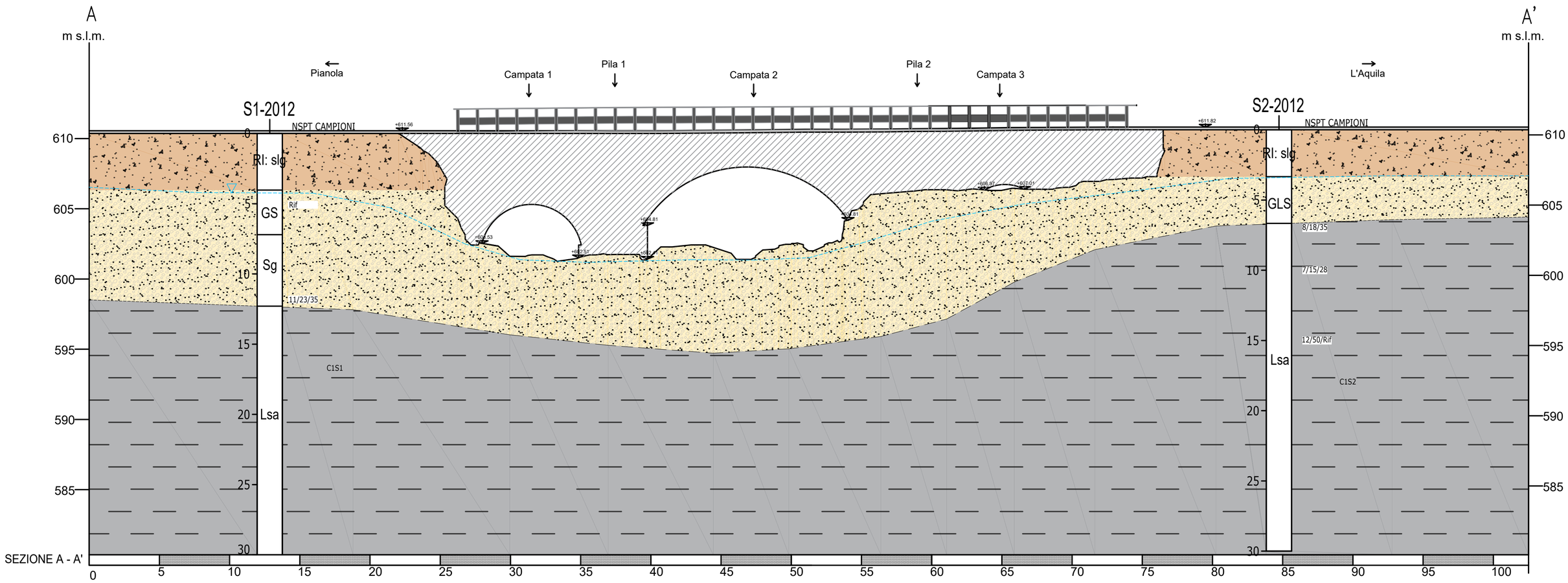


ALLEGATI

ALLEGATO 1
SEZIONE GEOLITOLOGICA INTERPRETATIVA

SEZIONE GEOLOGICA A–A'

SCALA 1:200



LEGENDA

RIPORTO ANTROPICO

UNITA' 1:
Terreno di riporto costituito da materiale eterogeneo quale ghiaia sabbiosa e limo sabbioso ghiaioso (RI)

DEPOSITI ALLUVIONALI DEL FIUME ATERNO (Olocene)

UNITA' 2:
Depositi alluvionali del Fiume Aterno, costituiti da ghiaie eterometriche con sabbia e limo alternate a strati di sabbie limose con percentuale variabile di ghiaia fine (GM)

DEPOSITI LACUSTRI (Pleistocene Inf.)

UNITA' 3:
Limi sabbioso-argillosi sovraconsolidati grigiastri sottilmente stratificati (OL)

Limite litologico incerto

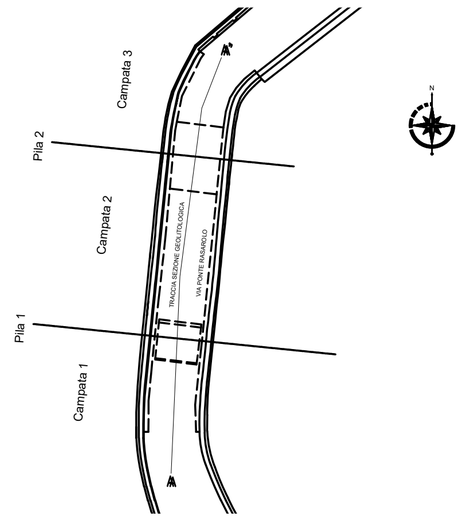
Livello di falda

DESCRIZIONE LITOLOGICA DEI SONDAGGI

G=Ghiaia, S=Sabbia, L=Limo, A=Argilla,
RI=riporto
Gs=Ghiaia sabbiosa
Gsl=Ghiaia sabbiosa limosa
Gs,l=Ghiaia sabbiosa debolmente limosa
LS=Ghiaia con sabbia
GeS=Ghiaia e sabbia

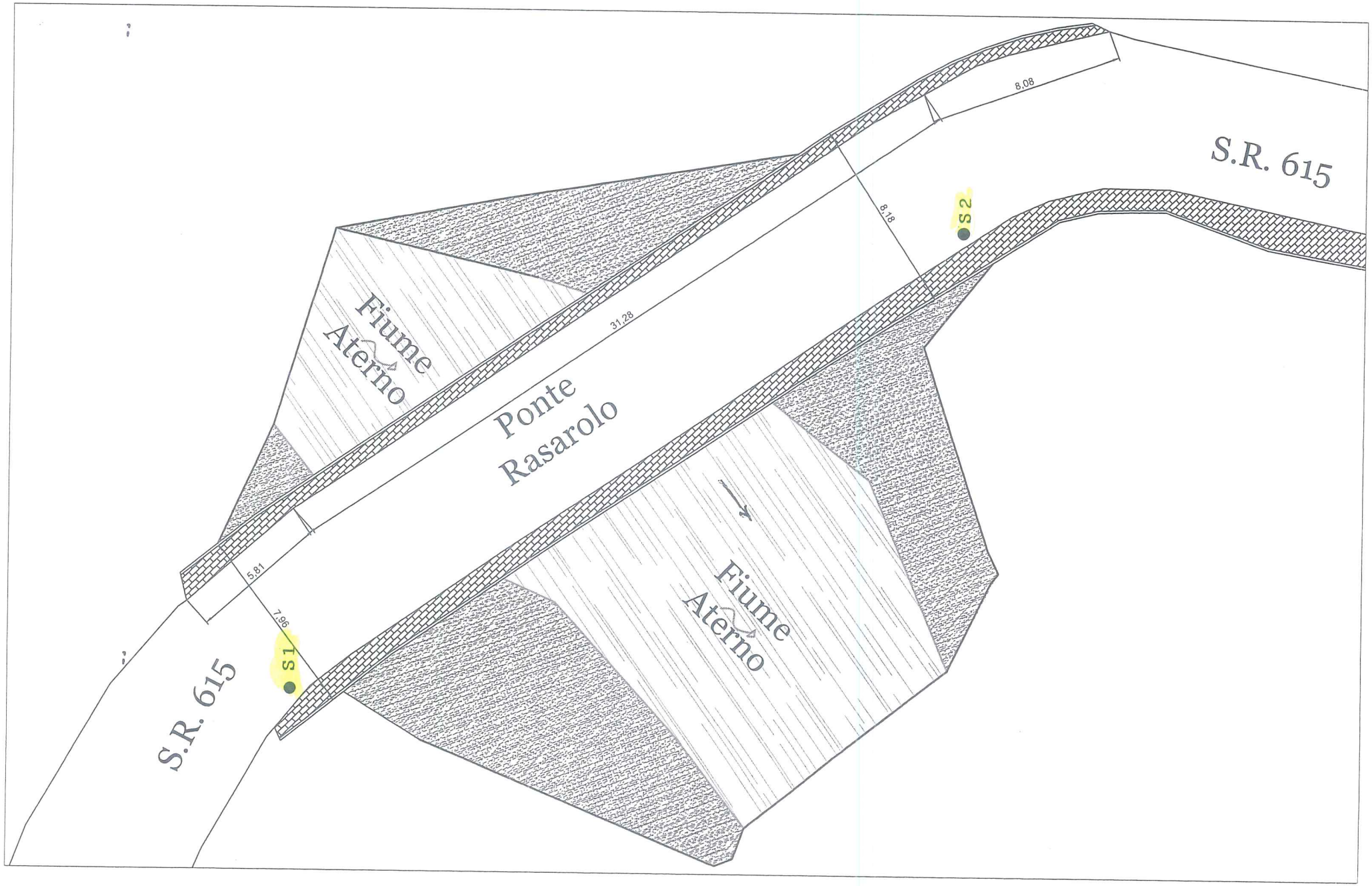
PLANIMETRIA

SCALA 1:500



ALLEGATO 2
REPORT DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE 2012

PIANTA
STATO ATTUALE



S = ubicazione sondaggi geognostici prof. m. 30,0

Dott. ROMANO ROSONI Studio Tecnico di Geologia - Geotecnica
VIA CAPO IL MURO, n. 52 – COPPITO – (L'AQUILA)

DITTA Amministrazione Provinciale dell'Aquila – L'AQUILA

OPERA Ampliamento Ponte Rasarolo.

LOCALITÀ Via Pratelle di S.Antonio – L'AQUILA SONDAGGIO N. 1

Sistema di foro	Quota assoluta	Prove penetrometriche	Campione N.	Profondità Sc. 1: 100	Profilo	Falda acquifera	Terreno attraversato
							Terreni di riporto con sabbia, limo e clasti.
				m. 3.90		4.00	
		SPT 1 m.5.0 Rif.					Ghiaie alluvionali con sabbia eterometriche.
				7.20			
							Ghiaie minute miste a sabbie grossolane.
		SPT 2 m.12.0 11.23.35		12.10			
				12.50			Limi argillosi con ghiaie.
			C 1 m. 16.50 17.00				Limo argilloso con diffusi livelli di sabbia.
				30.00			

ANNOTAZIONI:

dott. geol. ROSONI ROMANO ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE ABRUZZO n. 29

Dott. ROMANO ROSONI
Studio Tecnico di Geologia - Geotecnica
VIA CAPO IL MURO, n. 52 – COPPITO – (L'AQUILA)

DITTA Amministrazione Provinciale dell'Aquila – L'AQUILA

OPERA Ampliamento Ponte Rasarolo

LOCALITÀ Via Pratelle di S.Antonio – L'Aquila. SONDAGGIO N. 2

Sistema di foro	Quota assoluta	Prove penetrometriche	Campione N.	Profondità Sc. 1: 100	Profilo	Falda acquifera	Terreno attraversato
							Terreni di riporto con sabbia, limo e ghiaie.
				m.4.00		4.0	
							Ghiaie alluvionali con limi sabbiosi.
				6.50			
		SPT 1 m.7.0 8.18.35					
		SPT 2 m.10.0 7.15.28					
							Limo sabbioso argilloso grigio-azzurro.
		SPT 3 m.15.0 12.50.rif.					
			C 1 m.18.0 18.30				
				30.0			

ANNOTAZIONI:

dott. geol. ROSONI ROMANO
REGIONE ABRUZZO
n. 22

Foto 1

Ubicazione sondaggio S1 in lato destro orografico di Ponte Rasarolo sul F.Aterno a Sud –est di L'Aquila.





Foto 2

Stratigrafia sondaggio S1 da m.0,0 a m.5,0

Foto 3

Stratigrafia sondaggio S1 da m.5,0 a m.10,0



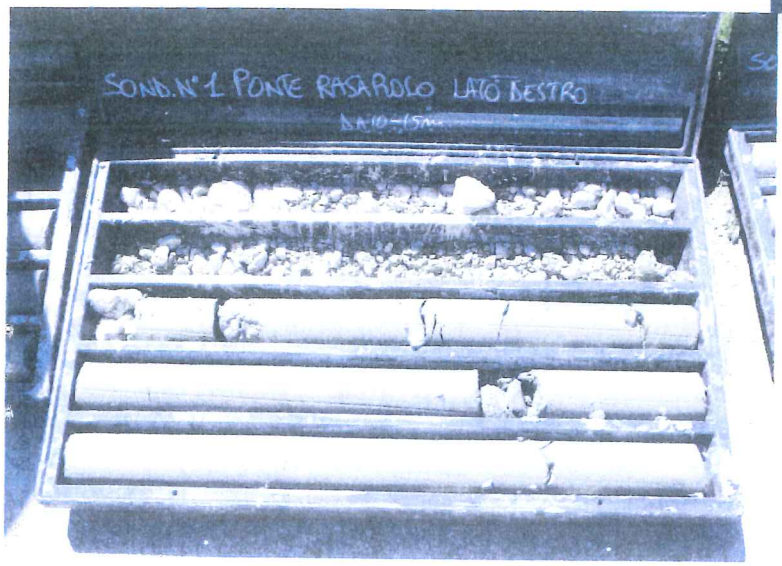
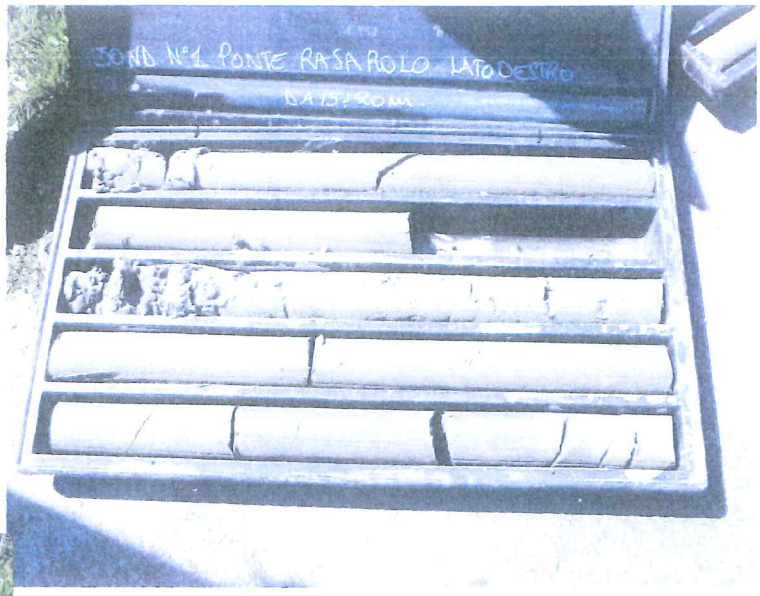


Foto 4

Stratigrafia sondaggio S1 da m.10,0 a m. 15,0

Foto 5

Stratigrafia sondaggio S1 da m.15,0 a m.20,0



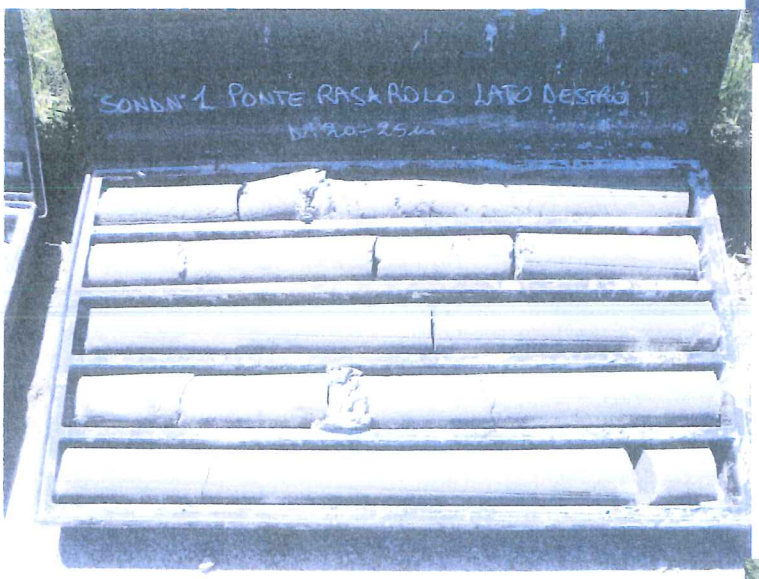


Foto 6

Stratigrafia sondaggio S1 da m. 20,0 a m. 25,0



Foto 7

Stratigrafia sondaggio S1 da m. 25,0 a m. 30,0
(fine foro)



Foto 8

Ubicazione sondaggio S2 in sinistra orografica del F.Aterno sul Ponte Rasarolo a sud-est di L'Aquila

Foto 9

Stratigrafia sondaggio S2 da m.0,0 a m. 5,0





Foto 10

Stratigrafia sondaggio S2 da m.5,0 a m.10,0

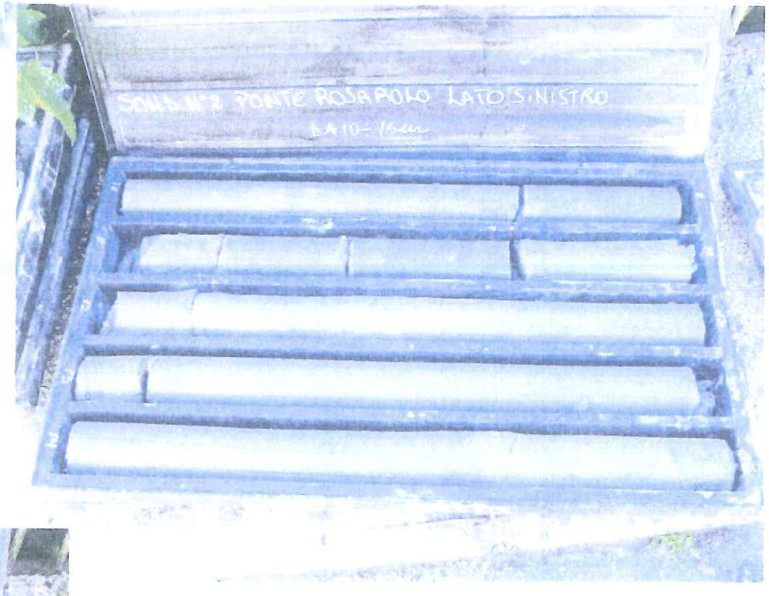


Foto 11

Stratigrafia sondaggio S2 da m.10,0 a m.15,0



Foto 12

Stratigrafia sondaggio S2 da m. 15,0 a m. 20,0

Foto 13

Stratigrafia sondaggio S2 da m. 20,0 a m.25,0



Foto 14

Stratigrafia sondaggio S2 da m.25,0 a m.30,0 (fine foro)



PROVA SPT Nr.2 **Sondaggio S1 PONTE RASAROLO**

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE-RAYMOND FORO
Prova eseguita in data 21/08/2012
Falda rilevata m.4,0

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
12,15	11
12,30	23
12,45	35

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT Nr.1 a m. 12,45 di profondità in S1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmertm ann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	53,708	12,45	3,63	6,71	0,00	1,86	5,38	0,00	3,89	5,98	2,69	7,37	6,71

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	53,708	12,45	Robertson (1983)	107,42

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	53,708	12,45	246,41	--	549,58	537,08

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	53,708	12,45	597,24	537,08

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	53,708	12,45	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] -	53,708	12,45	Meyerhof ed altri	2,50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] -	53,708	12,45	Meyerhof ed altri	2,50

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	53,708	12,45		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	IntestazioneNSPT$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	53,708	12,45	48,33	88,25	87,62	67,63

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki

											)			
[1] -	53,708	12,45	34,354	36,82	29,82	37,62	30,25	40,55	40,35	32-35	37,7	37,31	45,14	41,21

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	53,708	12,45	34,354	418,37	274,83	406,08	437,65	246,77

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	53,708	12,45	34,354	206,12	98,03	243,91	191,22

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	53,708	12,45	34,354	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] -	53,708	12,45	34,354	Meyerhof ed altri	2,17

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] -	53,708	12,45	34,354	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	53,708	12,45	34,354	(A.G.I.)	0,29

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	53,708	12,45	34,354	1806,06	1084,91

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	53,708	12,45	34,354	Ohta & Goto (1978) Limi	179,52

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	53,708	12,45	34,354	Seed e Idriss (1971)	6,73

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	53,708	12,45	34,354		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	53,708	12,45	34,354		---

L'Aquila settembre 2012

dr.geol. Romano Rosoni

dott. geol. ROSONI ROMANO REGIONE ABRUZZO DEI GEOLOGI

PROVA SPT Nr.1 in S2 PONTE RASAROLO

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO
Prova eseguita in data 22/08/2012
Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
7,15	8
7,30	18
7,45	35

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT Nr.1 a m.7,45 di profondità in S2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglera t	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begema nn	De Beer
[1] -	49,078	7,45	3,31	6,14	0,00	1,72	4,91	0,00	3,63	5,36	2,45	7,43	6,14

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	49,078	7,45	Robertson (1983)	98,16

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	49,078	7,45	225,17	--	502,36	490,78

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	49,078	7,45	544,00	490,78

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	49,078	7,45	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] -	49,078	7,45	Meyerhof ed altri	2,50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] -	49,078	7,45	Meyerhof ed altri	2,50

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	49,078	7,45		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	IntestazioneNSPT$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	49,078	7,45	53,76	98,87	96,95	65,51

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenz a falda	Peck-Hanson-Thornbu rn-Meyerho	Meyerho f (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerho f (1965)	Schmert mann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki

				f 1956							SPECIFICATION)			
[1] -	49,078	7,45	32,039	36,15	29,15	36,97	31,25	40,1	41,84	32-35	36,92	36,61	46,43	40,31

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	49,078	7,45	32,039	404,03	256,31	378,76	420,29	235,20

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	49,078	7,45	32,039	192,23	93,27	227,48	180,89

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	49,078	7,45	32,039	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] -	49,078	7,45	32,039	Meyerhof ed altri	2,15

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] -	49,078	7,45	32,039	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	49,078	7,45	32,039	(A.G.I.)	0,29

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	49,078	7,45	32,039	1691,42	1039,63

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	49,078	7,45	32,039	Ohta & Goto (1978) Limi	160,63

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	49,078	7,45	32,039	Seed e Idriss (1971)	>10

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	49,078	7,45	32,039		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	49,078	7,45	32,039		---

L'Aquila settembre 2012

dr. geol. Romano Rosoni



PROVA .SPT.. Nr.2 S2 PONTE RASAROLO

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO
Prova eseguita in data 22/08/2012
Falda rilevata m.4.0

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
10,15	7
10,30	15
10,45	28

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT Nr.2 a m.10,45 d profondità in S2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglera t	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begema nn	De Beer
[1] -	39,818	10,45	2,69	4,98	0,00	1,44	3,97	0,00	3,09	4,20	1,99	5,24	4,98

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	39,818	10,45	Robertson (1983)	79,64

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	39,818	10,45	182,69	--	407,91	398,18

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	39,818	10,45	437,51	398,18

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	39,818	10,45	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] -	39,818	10,45	Meyerhof ed altri	2,50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] -	39,818	10,45	Meyerhof ed altri	2,50

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	39,818	10,45		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	IntestazioneNSPT$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	39,818	10,45	45,52	83,22	82,35	60,76

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmert mann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFI	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki

											CATION)			
[1] -	39,818	10,45	27,409	34,83	27,83	35,67	30,27	39,07	39,65	32-35	35,28	35,22	43,93	38,41

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	39,818	10,45	27,409	373,69	219,27	324,13	385,57	212,04

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	39,818	10,45	27,409	164,45	83,76	194,60	160,24

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	39,818	10,45	27,409	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] -	39,818	10,45	27,409	Meyerhof ed altri	2,11

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] -	39,818	10,45	27,409	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	39,818	10,45	27,409	(A.G.I.)	0,3

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	39,818	10,45	27,409	1460,61	945,07

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	39,818	10,45	27,409	Ohta & Goto (1978) Limi	166,9

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	39,818	10,45	27,409	Seed e Idriss (1971)	3,276

Modulo di reazione Ko

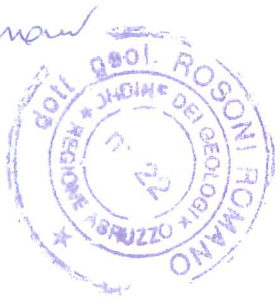
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	39,818	10,45	27,409		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	39,818	10,45	27,409		---

L'Aquila settembre 2012

dr.geol. Romano Rosoni



GEA S.n.c.
LABORATORIO GEOTECNICO – PROVE IN SITO - IDROGEOLOGIA - INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

SEDE LEGALE: Via Nazionale, 165 - 64039 Penna S. Andrea (TE)
SEDE OPERATIVA: Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)
TEL: 085 4155618 FAX: 085 7993874
EMAIL: gealaboratorio@gmail.com

ISO 9001
Certificato n° 482343 QM08
Autorizzazione Ministeriale n° 4536
Prove Geotecniche su Terre

DATA: 18/09/2012

Certificato: 3930912

Il Richiedente	**Geol. Romano Rosoni**		
Verbale di accettazione N°	**960812**	**Data**	**27/08/12**
Rif. Ordine di acquisto/Offerta			
N°	-	**Data**	-

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO

Sito potenzialmente contaminato	☐	**Anomalie di campionamento**	☐	**Data prelievo** 21-22/08/12

Procedura di campionamento:	SHELBY	☒	Note:
	MAZIER	☐	
	OSTELBERG	☐	

INTESTAZIONE DEI CERTIFICATI

Commitente	**Geo L'Aquila S.r.l.**
Cantiere	**Ponte Rasarolo**

				Profondità			
Sondaggio	**1**	**Campione**	**1**	**da m:**	**16.50**	**a m:**	**17.00**

	DATA
Consegna campione	**27/08/2012**
Apertura	**28/08/2012**
Inizio prove	**28/08/2012**
Fine prove	**17/09/2012**

Esclusioni/anomalie/difformità

Non riscontrate

PROVE ESEGUITE	COD. PROVA	pag.	Normativa di riferimento
Descrizione macroscopica		**2**	*Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.*
Caratteristiche fisiche e meccaniche (*)		**3**	*Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.* Classificazione delle terre: *ASTM D 2487-85, D 2488-84, D 3282-83.*
Analisi granulometrica		**4**	*Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.*
Limiti di Atterberg (LL/LP)		**5-6**	*CNR-UNI 10014.*
Tdir (**)		**7-8**	*Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.*
Espansione Laterale Libera E.L.L.		**9**	*ASTM D2166.*
Edometrica		**10-15**	*Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.*
	Totale pag.	**15**	

(*) Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm^3.
(**) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una tecnica di ottimizzazione ai minimi quadrati.
(***) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una media aritmetica dei valori sperimentali.

Il Direttore del laboratorio
Dott.Geol. Luca Di Matteo

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

DIMENSIONI DEL CAMPIONE: H= 46 cm. φ= 8.5 cm.

CONDIZIONI DEL CAMPIONE: Indisturbato

DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE
Limo argilloso grigio chiaro con diffusi livelletti sabbiosi e presenza molto sporadica di clasti di piccole dimensioni.

cm.	Consistenza	Res. pock. pen.	Res. al vanetest	Coll.prov.P.M.
10	Moderat. consist.	60.0-80.0 kN/m²		
20	Molto consistente	> 600.0 kN/m²		
30	Molto consistente	450.0-470.0 kN/m²		Edometrica
40	Molto consistente	500.0-520.0 kN/m²		Taglio diretto
50	Molto consistente	540.0-560.0 kN/m²		ELL
60				
70				
80				

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1 Campione: 1 Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cont. naturale acqua :	24.1 %	Grado di saturazione..:	95.14 %
Densità naturale.....:	1.94 g/cmc.	Limite del ritiro.....:	____ %
Peso specifico.....:	2.7 g/cmc.	Limite liquido.....:	38.3 %
Densità secca.....:	1.6 g/cmc.	Limite plastico.....:	23.36 %
Densità satura.....:	2.01 g/cmc.	Coef. att. colloidale.:	0.47
Porosità.....:	40.7 %	Sensibilità.....:	____
Indice dei vuoti.....:	0.6864	Coef. di permeabilità.:	____ cm/s

INDICE DI PLASTICITA'
IP: 14.96

GRADO DI PLASTICITA'
Debolmente plastico

INDICE DI CONSISTENZA
IC: 0.94

STATO
Solido plastico

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA (M.I.T.)
Limo con Argilla deb. Sabbioso

CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE
Argilla inorganica a media plasticità

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CAMPIONE

Prova di taglio diretto .....: C'= 0.06Kg/cm² Φ'= 29.7°

Prova di taglio residuo .....: C'= ____Kg/cm² Φ'= ____°

Prova di espansione laterale libera .....: Cu= 1.16Kg/cm²

Prova triass.non consolidata non drenata (UU): Cu= ____Kg/cm²

Prova triassiale consolidata non drenata (CU): C'= ____Kg/cm² Φ'= ____°

Prova triassiale consolidata drenata (CD) ...: C'= ____Kg/cm² Φ'= ____°

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

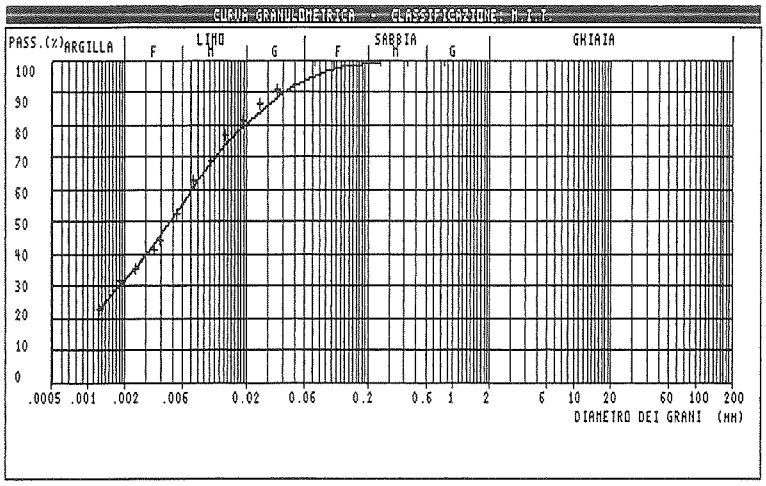
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

ANALISI GRANULOMETRICA



Ghiaia.....: 0 %
Sabbia.....: 6 %
Limo.....: 62 %
Argilla.....: 32 %
Diam. 60% .....: 0.0072 mm.
Diam. 10% .....: _____ mm.
Coefficiente di uniformità (U): _____

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA

Limo con Argilla deb. Sabbioso (M.I.T.)

DATA: 18/9/2012

Certificato: 3930812

G E A

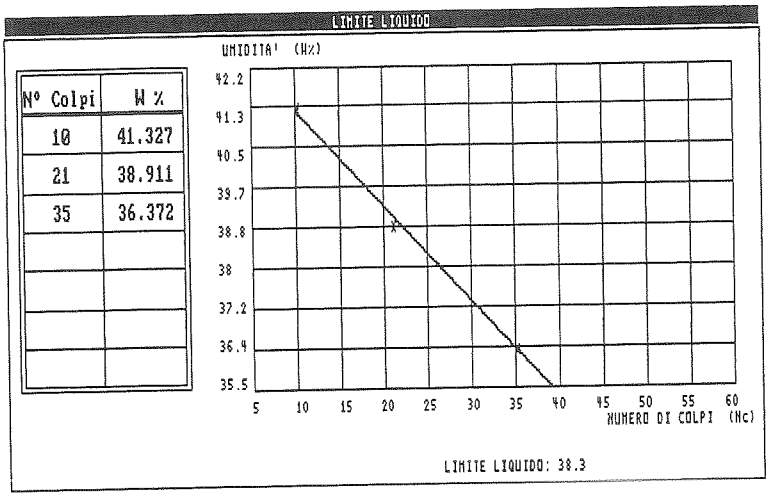
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1 Campione: 1 Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

L I M I T I D I A T T E R B E R G



N° Colpi	W %
10	41.327
21	38.911
35	36.372

Limite Liquido.....(LL): 38.3
Limite Plastico.....(LP): 23.4
Indice Plastico.....(IP): 15
Contenuto naturale d'acqua..(W): 24.2%
Indice di Consistenza.....(IC): 0.9
Limite del Ritiro.....(LR):

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

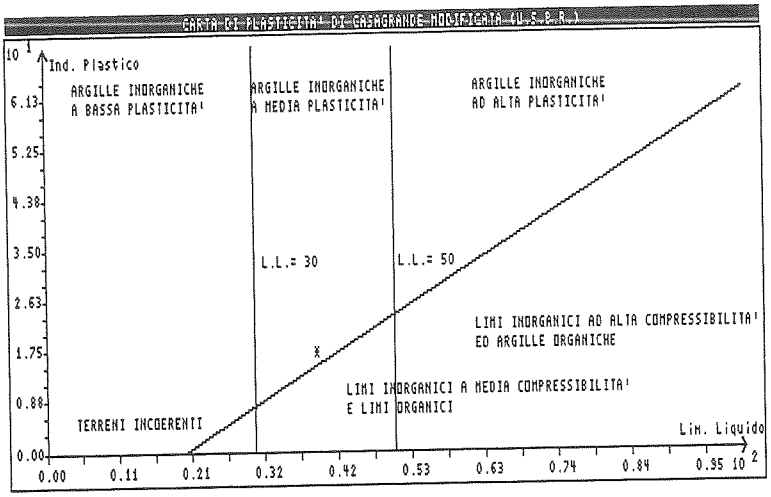
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE MODIFICATA (U.S.B.R.)



CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE

Argilla inorganica a media plasticità

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

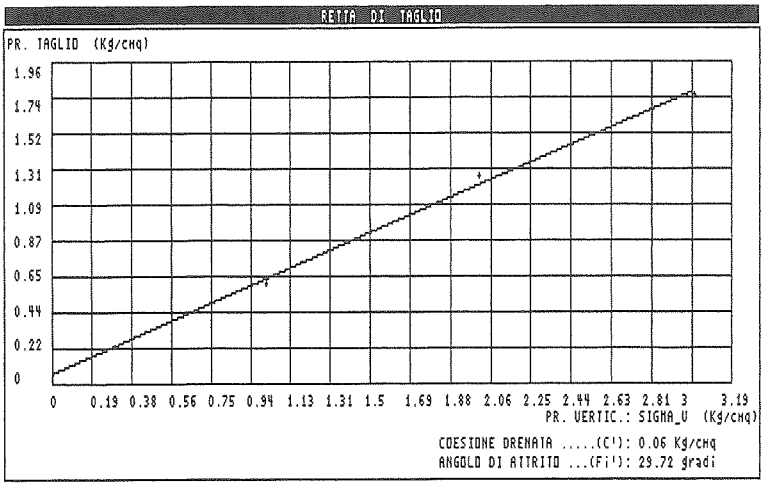
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

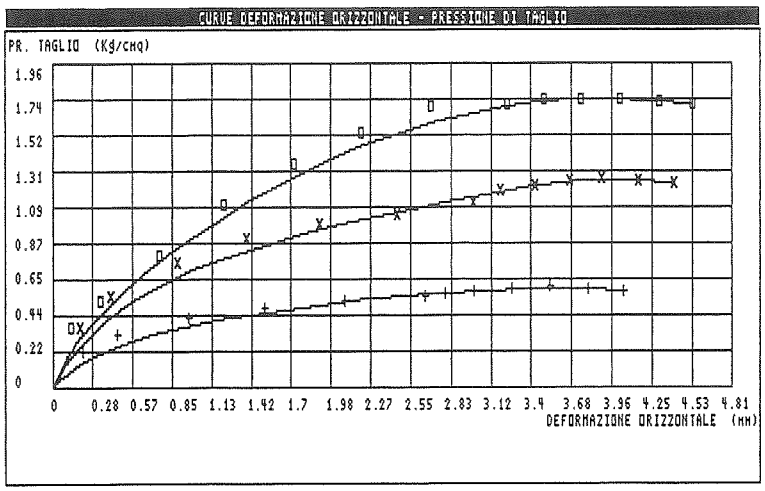
COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO





DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1 Campione: 1 Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sezione iniziale .: 36.45 cm² Altezza iniziale ..: 2 cm
Velocità di prova : 0.004 mm/min Volume iniziale ...: 72.9 cmc

PROV N°	CARATTERISTICHE A FINE CONSOLIDAZIONE			CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Tempo di consolid (ore)	Pr.cons. σv (Kg/cm²)	Def.vert δH (mm)	Pr.cella σv (Kg/cm²)	Deform. ε (mm)	Pres.di taglio (Kg/cm²)	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1	24	1	0.54	1	3.53	0.599	0.0042	14
2	24	2	0.67	2	3.89	1.251	0.0041	16
3	24	3	1.21	3	3.75	1.741	0.0039	16

Coesione drenata ...(C'): 0.06 Kg/cm²
Angolo di attrito ..(Φ'): 29.72°

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

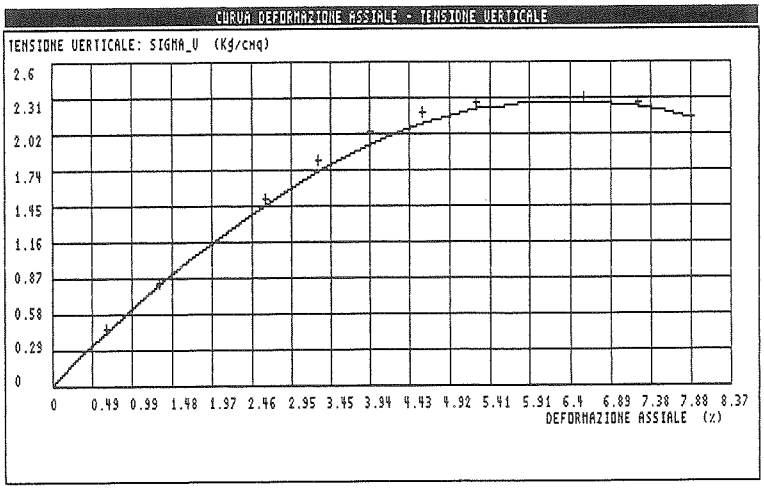
CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Sezione iniziale .:	11.222 cm²	Altezza iniziale ..:	7.62 cm
Velocità di prova :	1.5 mm/min	Volume iniziale ...:	85.512 cmc

Contenuto in acqua:	22.931 %	Peso specifico ....:	2.7 g/cmc
Densità naturale .:	1.957 g/cmc	Densità secca .....:	1.592 g/cmc
Indice dei vuoti .:	0.696	Porosità .....:	41.022 %
Densità satura ...:	2.002 g/cmc	Grado di saturaz. .:	89.001 %



PROV N°	CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Resisten Cu (Kg/cm²)	Deformaz ass. ε (%)	Pr.Vert. σv (Kg/cm²)	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1	1.156	6.562	2.312		

Resistenza al taglio non drenata (Cu): 1.16 Kg/cm²
Sensibilità .....: _____

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

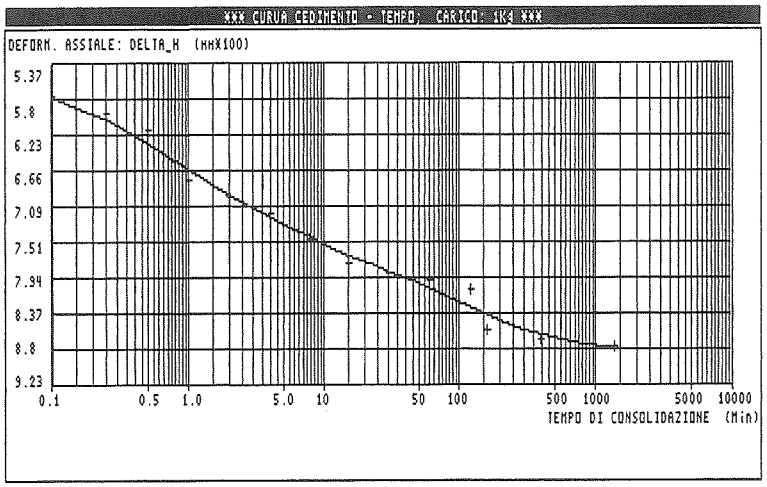
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

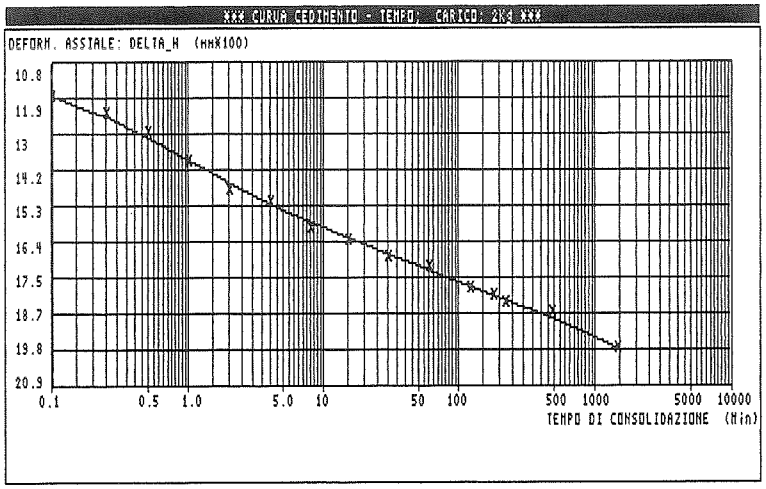
COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 1Kg - 2Kg ***





DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

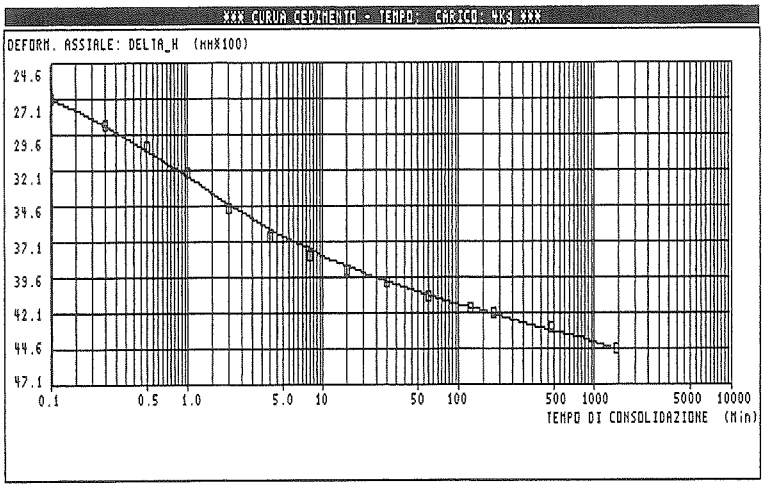
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

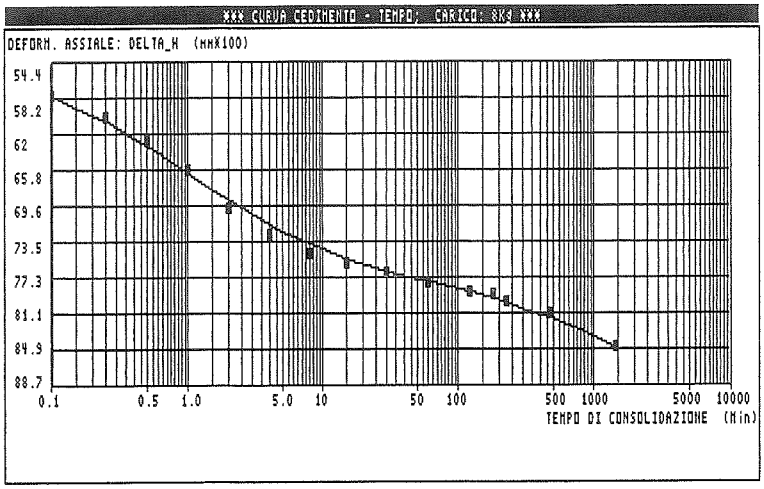
COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 4Kg - 8Kg ***





DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

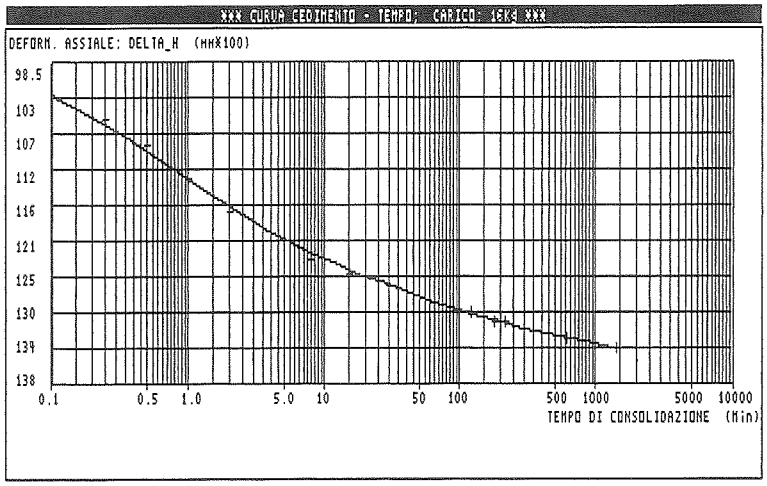
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

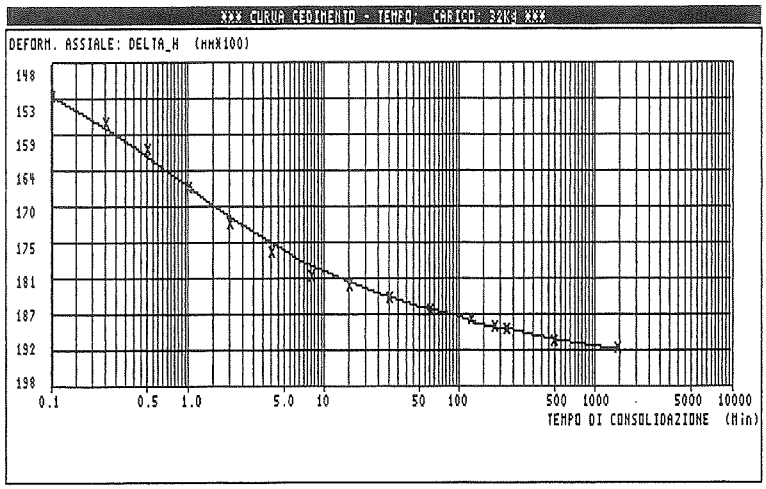
COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 16Kg - 32Kg ***





DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

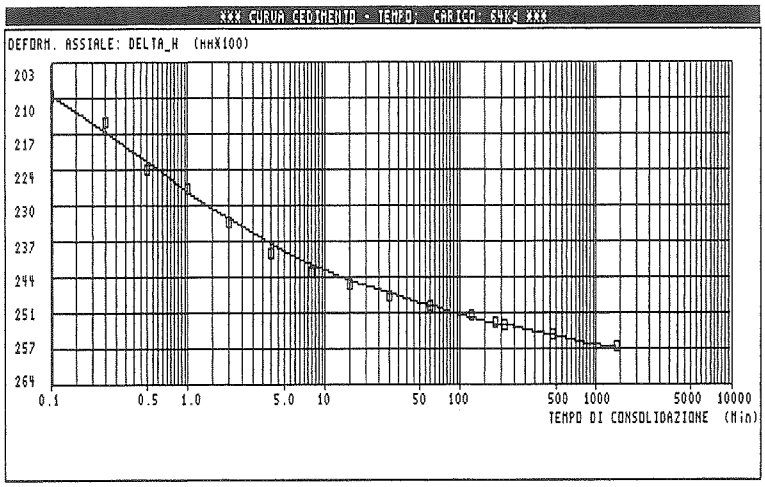
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICO: 64Kg ***



DATA: 18/9/2012 Certificato: 3930812

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1 Campione: 1 Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

P R O V A E D O M E T R I C A

Sezione iniziale ..:	40.185	cm²	Altezza iniziale ..:	2.008	cm
Press. rigonfiam. .:	0.125	Kg/cm²	Volume iniziale ...:	80.692	cmc
Umidità iniziale ..:	24.96	%	Umidità finale ....:	25.21	%
Densità naturale ..:	1.93	g/cmc	Dens. nat. finale .:	2.1	g/cmc
Densità secca .....:	1.54	g/cmc	Peso specifico ....:	2.7	g/cmc
Indice dei vuoti ..:	0.75		Porosità .....:	42.79	%
Densità satura ....:	1.97	g/cmc	Grado saturazione .:	90.11	%

Press. imposta Kg/cm²	Deform. dH/Ho %	Indice vuoti e	Modulo edom. E Kg/cm²	Indice compr. Cc	Coeff. comp.Cv cm²/s	Permeab K cm/s
0.249	0.438	0.7402	56.66	0.0254		
0.498	0.986	0.7306	45.1	0.0318		
0.995	2.221	0.709	39.65	0.0717		
1.991	4.228	0.6739	48	0.1165		
3.982	6.673	0.6312	76.98	0.142		
7.963	9.572	0.5805	126.21	0.1683		
15.926	12.814	0.5239	218.13	0.1883		
3.982	11.539	0.5462				
0.995	9.567	0.5806				
0.249	7.859	0.6105				

DATA: 18/9/2012

Certificato: 3930812

G E A

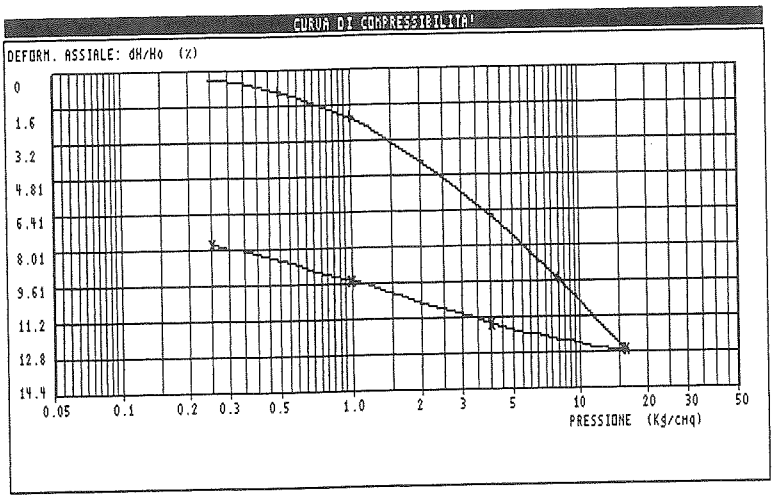
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

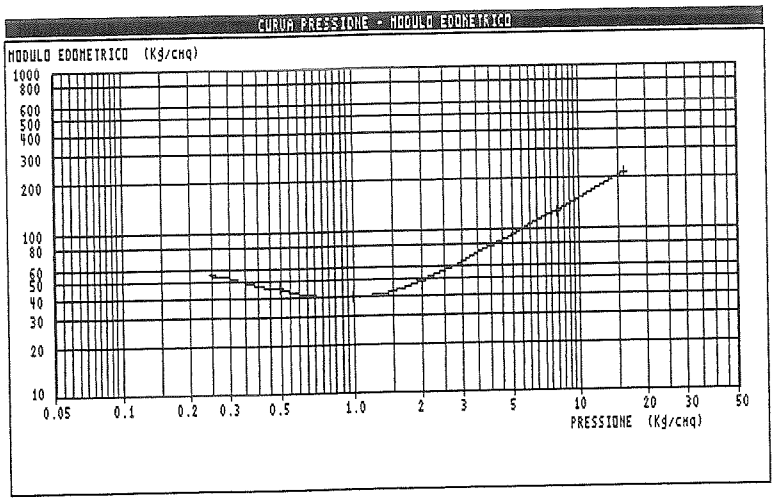
COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 1 Campione: 1 Profondità da mt: 16.50 a mt: 17.00

P R O V A E D O M E T R I C A





GEA S.n.c.
LABORATORIO GEOTECNICO – PROVE IN SITO - IDROGEOLOGIA - INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

SEDE LEGALE: Via Nazionale, 165 - 64039 Penna S. Andrea (TE)
SEDE OPERATIVA: Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)
TEL: 085 4155618 FAX: 085 7993874
EMAIL: gealaboratorio@gmail.com

ISO 9001
Certificato n° 482343 QM08
Autorizzazione Ministeriale n° 4536
Prove Geotecniche su Terre

DATA: 18/09/2012

Certificato: 3940912

Il Richiedente	**Geol. Romano Rosoni**		
Verbale di accettazione N°	**960812**	**Data**	**27/08/12**
Rif. Ordine di acquisto/Offerta			
N°	-	**Data**	-

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO

Sito potenzialmente contaminato	☐	**Anomalie di campionamento**	☐	**Data prelievo**	21-22/08/12
Procedura di campionamento:	SHELBY ☒	MAZIER ☐	OSTELBERG ☐	**Note:**	

INTESTAZIONE DEI CERTIFICATI

Commitente	**Geo L'Aquila S.r.l.**
Cantiere	**Ponte Rasarolo**

				Profondità			
Sondaggio	**2**	**Campione**	**1**	**da m:**	**18.00**	**a m:**	**18.30**

DATA	
Consegna campione	**27/08/2012**
Apertura	**28/08/2012**
Inizio prove	**28/08/2012**
Fine prove	**17/09/2012**

Esclusioni/anomalie/difformità

Prova di taglio diretto eseguita su 2 provini invece di 3 causa poco materiale lavorabile

PROVE ESEGUITE	COD. PROVA	pag.	Normativa di riferimento
Descrizione macroscopica		**2**	*Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.*
Caratteristiche fisiche e meccaniche (*)		**3**	*Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.* Classificazione delle terre: *ASTM D 2487-85, D 2488-84, D 3282-83.*
Analisi granulometrica		**4**	*Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.*
Limiti di Atterberg (LL/LP)		**5-6**	*CNR-UNI 10014.*
Tdir (**)		**7-8**	*Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.*
Espansione Laterale Libera E.L.L.		**9**	*ASTM D2166.*
Edometrica		**10-15**	*Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.*
	Totale pag.	**15**	

(*) Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm^3.
(**) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una tecnica di ottimizzazione ai minimi quadrati.
(***) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una media aritmetica dei valori sperimentali.

Il Direttore del laboratorio
Dott.Geol. Luca Di Matteo

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

DIMENSIONI DEL CAMPIONE: H= 29 cm. φ= 8.5 cm.

CONDIZIONI DEL CAMPIONE: Indisturbato

DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE

Sabbia limosa grigio - azzurra nei primi 8 cm; limo sabbioso grigio - azzurro nella parte rimanente con sabbia disposta in livelli obliqui.

cm.	Consistenza	Res. pock. pen.	Res. al vanetest	Coll.prov.P.M.
10	Molto consistente	390.0-410.0 kN/m²		Edometrica
20	Molto consistente	> 600.0 kN/m²		Taglio dir
30	Molto consistente	> 600.0 kN/m²		E.L.L.
40				
50				
60				
70				
80				

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2 Campione: 1 Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cont. naturale acqua :	18.74 %	Grado di saturazione..:	84.75 %
Densità naturale.....:	2 g/cmc.	Limite del ritiro.....:	%
Peso specifico.....:	2.7 g/cmc.	Limite liquido.....:	24.2 %
Densità secca.....:	1.69 g/cmc.	Limite plastico.....:	20.26 %
Densità satura.....:	2.06 g/cmc.	Coef. att. colloidale.:	0.28
Porosità.....:	37.37 %	Sensibilità.....:	
Indice dei vuoti.....:	0.5966	Coef. di permeabilità.:	cm/s

INDICE DI PLASTICITA'	GRADO DI PLASTICITA'
IP: 3.96	Non plastico

INDICE DI CONSISTENZA	STATO
IC: 1.39	Semisolido-Solido

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA (M.I.T.)
Limo Sabbioso Argilloso

CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE
Terreno incoerente

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CAMPIONE

Prova di taglio diretto .....: C'= 0.04Kg/cm² Φ'= 27.7°

Prova di taglio residuo .....: C'= Kg/cm² Φ'= °

Prova di espansione laterale libera .....: Cu= 0.24Kg/cm²

Prova triass.non consolidata non drenata (UU): Cu= Kg/cm²

Prova triassiale consolidata non drenata (CU): C'= Kg/cm² Φ'= °

Prova triassiale consolidata drenata (CD) ...: C'= Kg/cm² Φ'= °

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

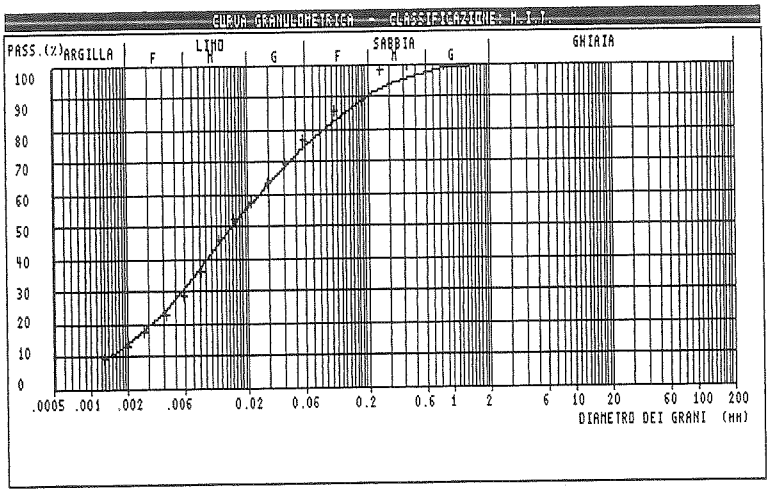
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

ANALISI GRANULOMETRICA



Ghiaia.....: 0 %
Sabbia.....: 25 %
Limo.....: 61 %
Argilla.....: 14 %
Diam. 60% .....: 0.025 mm.
Diam. 10% .....: 0.0013 mm.
Coefficiente di uniformità (U): 18.6923

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA

Limo Sabbioso Argilloso (M.I.T.)

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

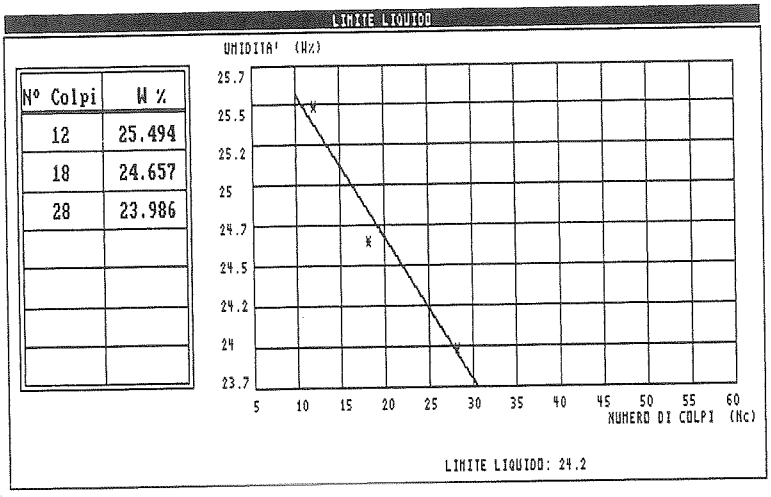
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

L I M I T I D I A T T E R B E R G



N° Colpi	W %
12	25.494
18	24.657
28	23.986

Limite Liquido.....(LL): 24.2
Limite Plastico.....(LP): 20.3
Indice Plastico.....(IP): 4
Contenuto naturale d'acqua..(W): 18.7%
Indice di Consistenza.....(IC): 1.4
Limite del Ritiro.....(LR):

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

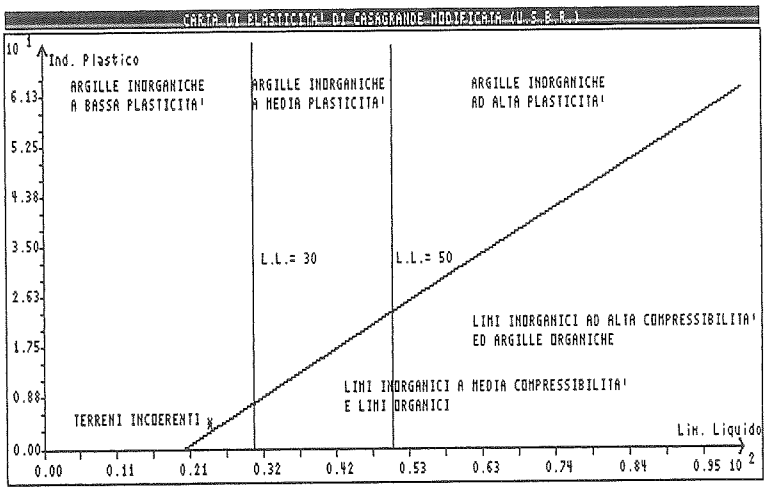
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE MODIFICATA (U.S.B.R.)



CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE

Terreno incoerente

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

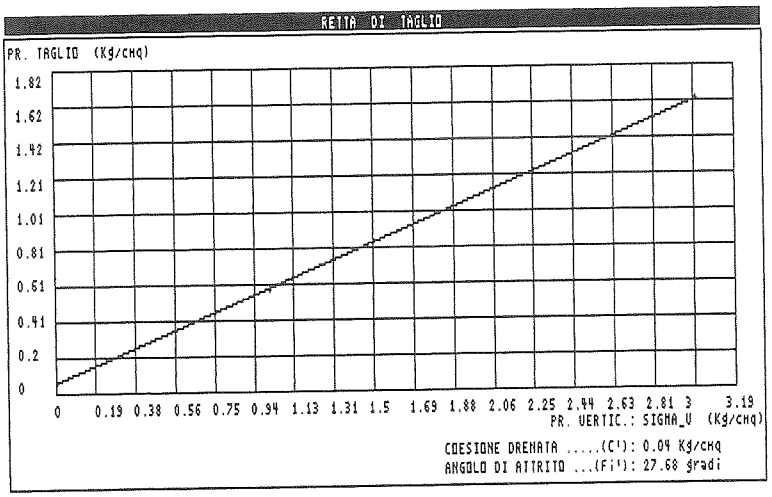
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

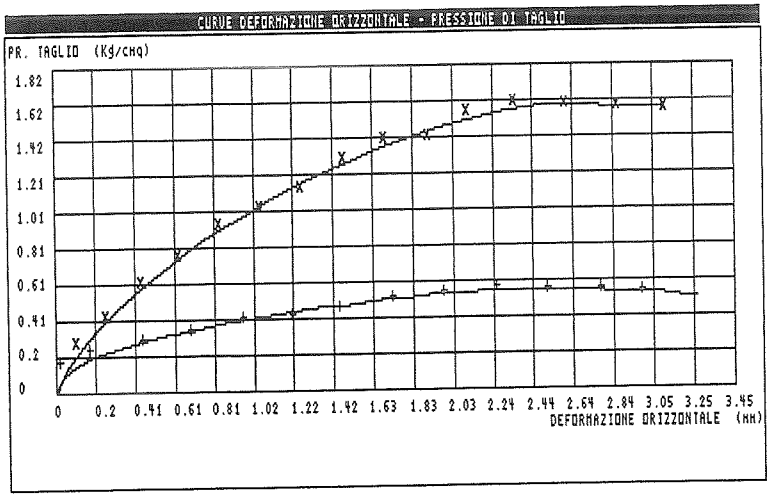
COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

PROVA DI TAGLIO DIRETTO





DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2 Campione: 1 Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sezione iniziale .: 36.06 cm² Altezza iniziale ..: 1.78 cm
Velocità di prova : 0.004 mm/min Volume iniziale ...: 64.187 cmc

PROV N°	CARATTERISTICHE A FINE CONSOLIDAZIONE			CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Tempo di consolid (ore)	Pr.cons. σv (Kg/cm²)	Def.vert δH (mm)	Pr.cella σv (Kg/cm²)	Deform. ε (mm)	Pres.di taglio (Kg/cm²)	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1	24	1	0.58	1	2.25	0.569	0.0038	10
2	24	3	0.53	3	2.34	1.618	0.0032	12

Coesione drenata ...(C'): 0.04 Kg/cm²
Angolo di attrito ..(Φ'): 27.68°

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

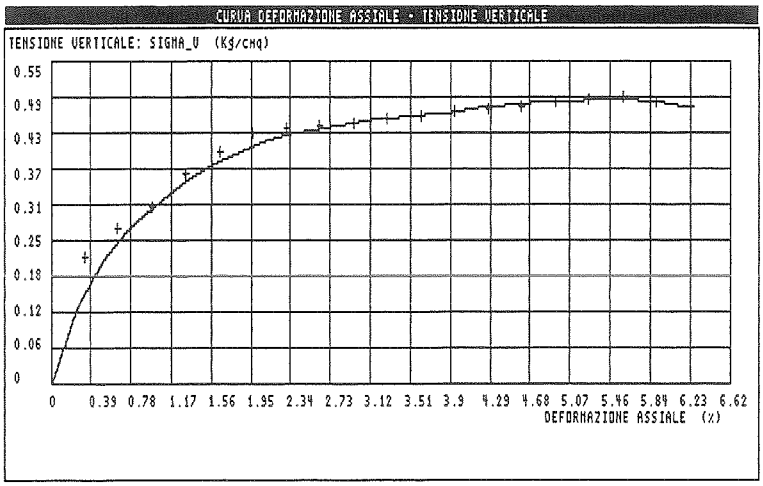
CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Sezione iniziale .:	11.222 cm²	Altezza iniziale ..:	7.62 cm
Velocità di prova :	1.5 mm/min	Volume iniziale ...:	85.512 cmc

Contenuto in acqua:	18.937 %	Peso specifico ....:	2.7 g/cmc
Densità naturale .:	2.064 g/cmc	Densità secca .....:	1.735 g/cmc
Indice dei vuoti .:	0.556	Porosità .....:	35.719 %
Densità satura ...:	2.093 g/cmc	Grado di saturaz. .:	91.998 %



PROV N°	CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Resisten Cu (Kg/cm²)	Deformaz ass. ϵ (%)	Pr.Vert. σv (Kg/cm²)	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1	0.245	5.577	0.489		

Resistenza al taglio non drenata (Cu): 0.24 Kg/cm²
Sensibilità .....: _____

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

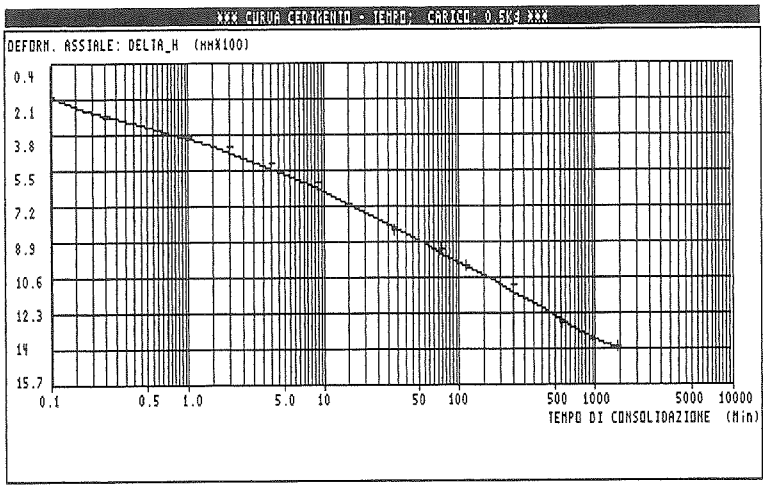
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

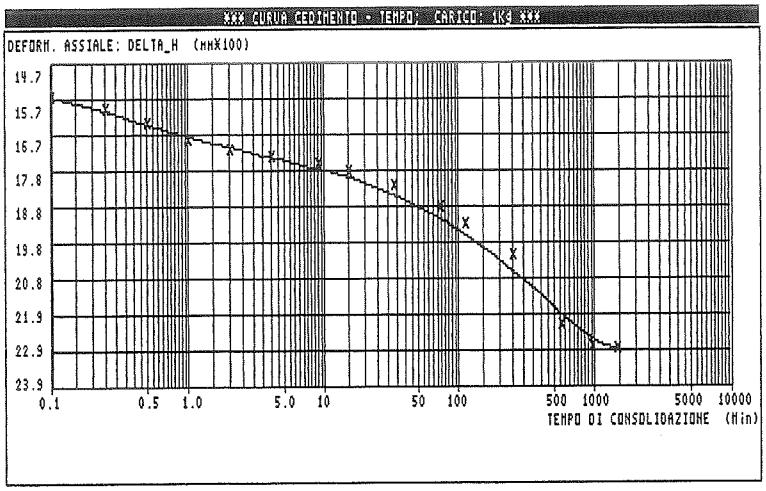
COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 0.5Kg - 1Kg ***





DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

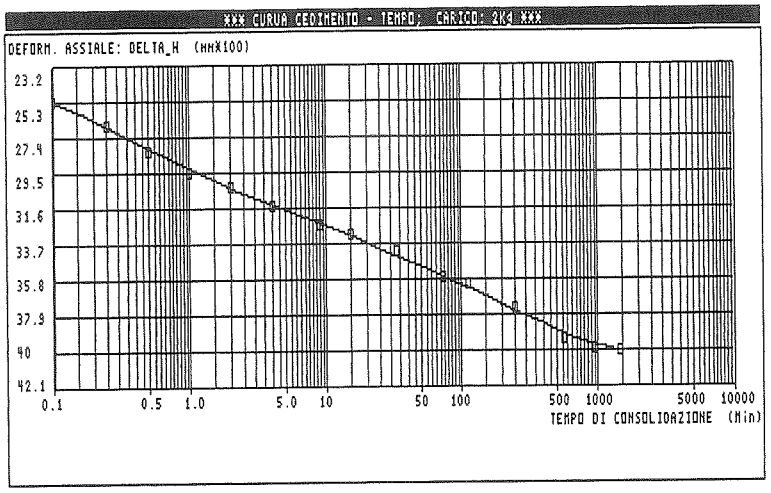
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

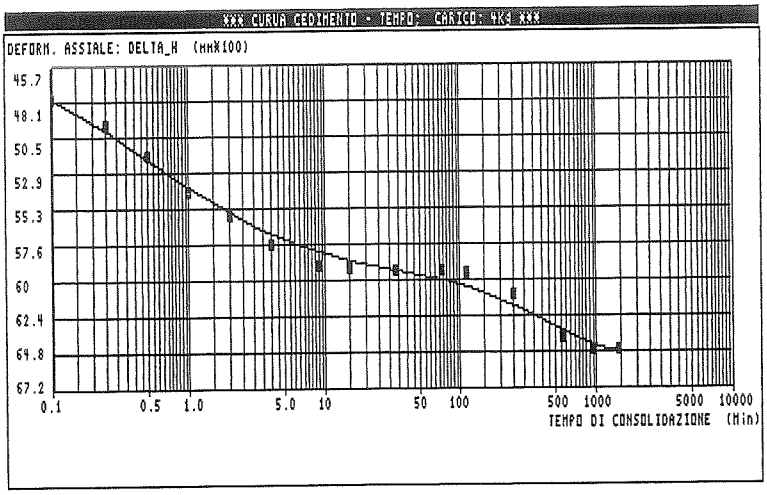
COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 2Kg - 4Kg ***





DATA: 18/9/2012

Certificato: 3940812

G E A

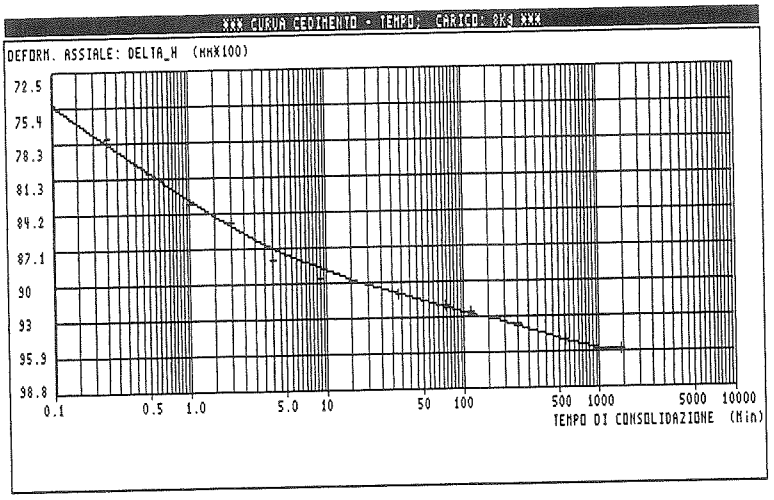
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

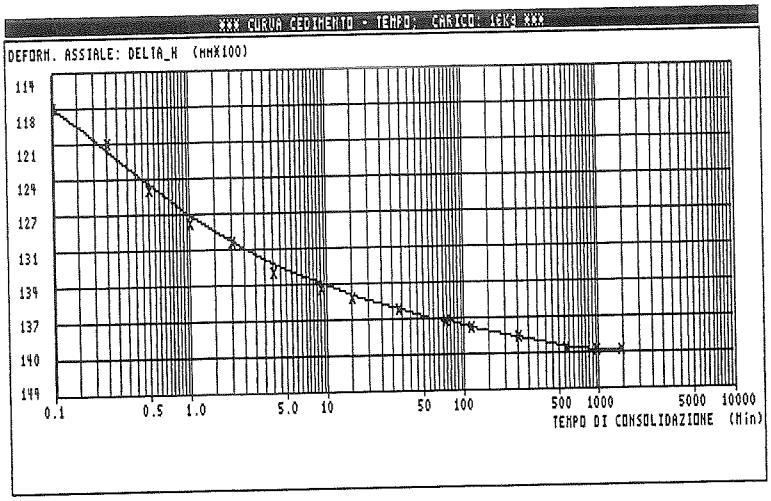
COMMITTENTE: Geo L'Aguila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 8Kg - 16Kg ***





DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

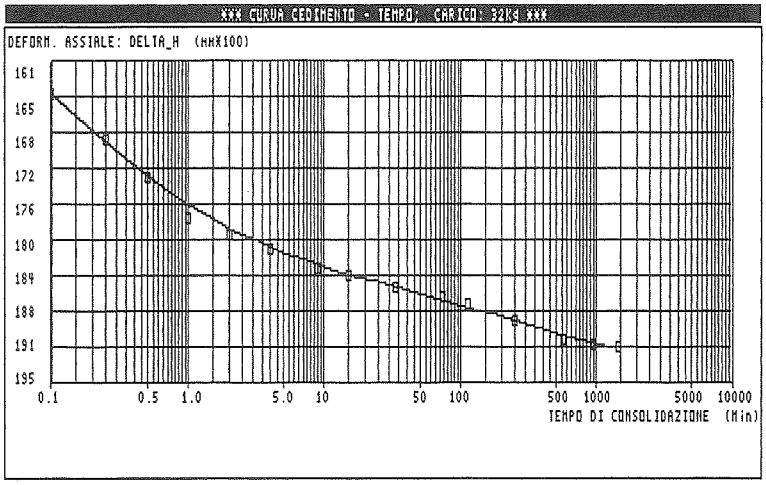
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

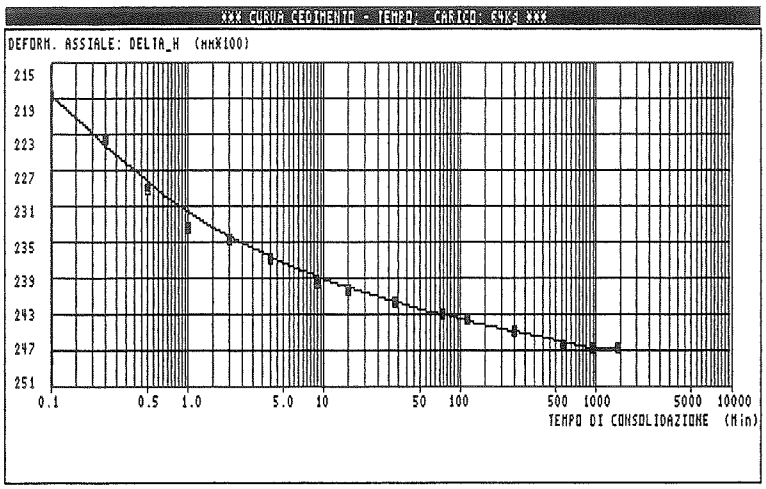
COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 32Kg - 64Kg ***





DATA: 18/9/2012

Certificato: 3940812

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2 Campione: 1 Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

P R O V A E D O M E T R I C A

Sezione iniziale ..:	40.163	cm²	Altezza iniziale ..:	2.011	cm
Press. rigonfiam. .:		Kg/cm²	Volume iniziale ...:	80.767	cmc
Umidità iniziale ..:	18.92	%	Umidità finale ....:	17.68	%
Densità naturale ..:	2.03	g/cmc	Dens. nat. finale .:	2.23	g/cmc
Densità secca .....:	1.71	g/cmc	Peso specifico ....:	2.7	g/cmc
Indice dei vuoti ..:	0.58		Porosità .....:	36.82	%
Densità satura ....:	2.07	g/cmc	Grado saturazione .:	87.67	%

Press. imposta Kg/cm²	Deform. dH/Ho %	Indice vuoti e	Modulo edom. E Kg/cm²	Indice compr. Cc	Coeff. comp.Cv cm² /s	Permeab K cm/s
0.124	0.696	0.5717	17.82	0.0366		
0.249	1.139	0.5647	27.87	0.0233		
0.498	1.989	0.5513	28.82	0.0447		
0.996	3.222	0.5318	39.33	0.0648		
1.992	4.769	0.5073	61.83	0.0813		
3.984	6.977	0.4723	84.92	0.1161		
7.968	9.523	0.432	143.56	0.1339		
15.935	12.273	0.3885	258.17	0.1446		
3.984	11.606	0.3991				
0.996	10.875	0.4106				
0.249	10.09	0.4231				

DATA: 18/9/2012 Certificato: 3940812

G E A

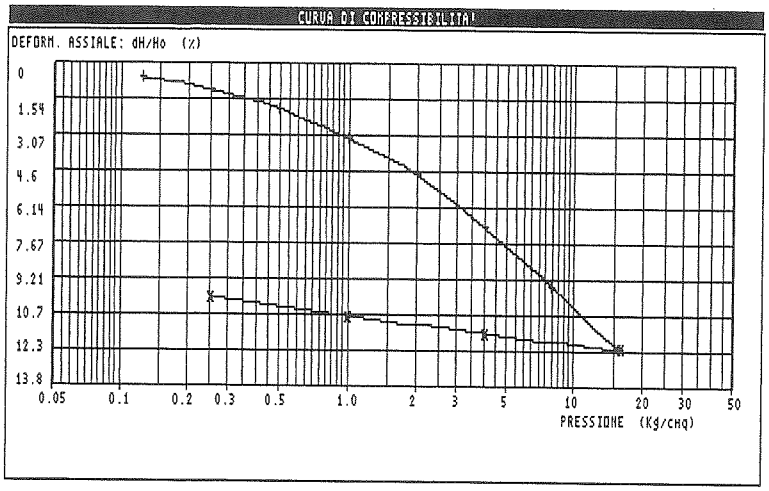
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

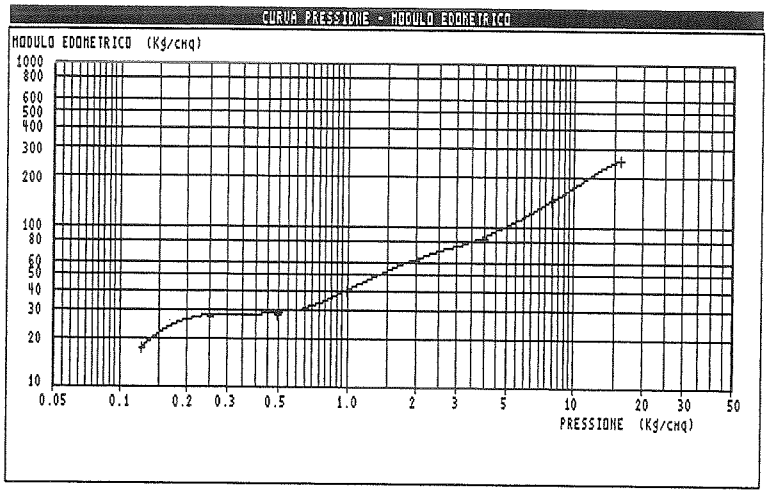
COMMITTENTE: Geo L'Aquila S.r.l.

CANTIERE : Ponte Rasarolo

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 18.00 a mt: 18.30

P R O V A E D O M E T R I C A





Oggetto:	certificati ponte Rasarolo
Da:	GEA S.n.c. Laboratorio Geotecnico (gealaboratorio@gmail.com)
A:	rosoni52@yahoo.it;
Cc:	geo.aquila@tin.it;
Data:	Mercoledì 19 Settembre 2012 16:57

si inviano certificati di prova cantiere Ponte Rasarolo.
Nel campione S2C1 18.00 - 18.30 è stata eseguita la prova di taglio su soli n°2 provini invece di 3 a causa della mancanza di materiale lavorabile (tot lunghezza campione 30 cm scarsi)
Si consiglia di tener conto di questa anomalia nell'interpretazione dei risultati, il valore riportato sul certificato come media di prova è sicuramente influenzato da questa procedura anomala

buon lavoro

Dott. Geol. Luca Di Matteo (Cell: 347 8531288)
DIRETTORE TECNICO

GEA S.n.c.
LABORATORIO GEOTECNICO – MONITORAGGIO VERSANTI - IDROGEOLOGIA - GEOTECNICA STRADALE
SEDE LEGALE: Via Nazionale, 165 - 64039 Penna S. Andrea (TE)
SEDE OPERATIVA: Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)
Tel: 085 4155618 Fax: 085 7993874

EMAIL: gealaboratorio@gmail.com

Informazioni ai sensi del Codice della Privacy (D.L. 196/2003).
Il vostro indirizzo e-mail ci è pervenuto da pubblici registri, elenchi, atti o documenti conoscibili da chiunque o a seguito di una vostra e-mail a noi indirizzata. Il vostro indirizzo sarà utilizzato esclusivamente per inviarvi le nostre informazioni e non sarà comunicato o diffuso a terzi. Per non ricevere nostre future comunicazioni, rispondete alla e-mail specificando nell'Oggetto "cancellami" e il vostro indirizzo verrà rimosso dalla nostra lista.

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE L'AQUILA

Settore Viabilità - Mobilità

STRADA PROVINCIALE N.615 "DI MONTELUCO"

INDAGINE GEOGNOSTICA E SISMICA "PONTE RASAROLO"

AGOSTO 2012

RISULTATI PROVA DOWN-HOLE



GEO L'AQUILA s.r.l. – via Casella n.14 - 67100 L'Aquila

Sede operativa: Nucleo Industriale loc. "S. Lorenzo" – Fossa (AQ) - 0862 755102

PROSPEZIONE SISMICA IN FORO TIPO "DOWN HOLE"

PREMESSA

La prospezione sismica in foro con il metodo "down hole" (DH) consente la determinazione in sito delle velocità di propagazione delle onde sismiche di compressione (Vp) e di taglio (Vs) nel terreno lungo una direzione sub-verticale.

Una volta noto il profilo di velocità delle onde di taglio lungo la verticale di indagine, risulta immediata la determinazione del parametro **V_s30** e la valutazione della **categoria di sottosuolo** ai sensi del D.M.14-01-2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Inoltre, accettando l'assunzione che il materiale indagato sia un mezzo omogeneo, isotropo e con comportamento elastico, è possibile calcolare i valori dinamici medi di parametri meccanici quali modulo di Young, di taglio, di compressibilità e coefficiente di Poisson. Tali valori sono propri, data la natura della prova, di stati di deformazione molto contenuti, bene al di sotto della soglia elastica lineare del materiale.

La metodologia della prospezione sismica "down-hole", basata sullo studio della propagazione delle onde dirette nel mezzo indagato, presenta, tra gli altri, il vantaggio di conservare la sua attendibilità anche in presenza di stratificazioni caratterizzate da velocità delle onde di taglio decrescenti con la profondità.

METODOLOGIA

La prova è condotta inserendo un geofono tridimensionale all'interno del foro di sondaggio opportunamente predisposto con tubo in PVC cementato al terreno, bloccandolo rigidamente alle pareti in corrispondenza di ciascuna stazione di misura (ogni metro, dal fondo del foro fino alla superficie) ed effettuando delle energizzazioni superficiali in prossimità del boccaforo in grado di dar luogo ad onde di compressione e di taglio; tutto ciò con l'intento di misurare il tempo che intercorre tra l'istante dell'energizzazione e quello dell'arrivo al geofono del primo fronte d'onda prodotto. Ripetendo questa procedura ad intervalli regolari lungo tutta la verticale di indagine si possono costruire due curve piane,

proprie delle onde P e S, dette dromocrone, funzione delle profondità e dei tempi d'arrivo delle onde e quindi, in ultima analisi, delle caratteristiche sismo-stratigrafiche del sito indagato. I passi successivi sono particolarmente semplici: da considerazioni di tipo puramente cinematico si ricavano le velocità delle onde P e S proprie di ogni intervallo indagato e da queste i moduli dinamici testé riportati, procedendo poi ad un'immediata analisi statistica si può definire il profilo sismo-stratigrafico ed il parametro **V_s30**.

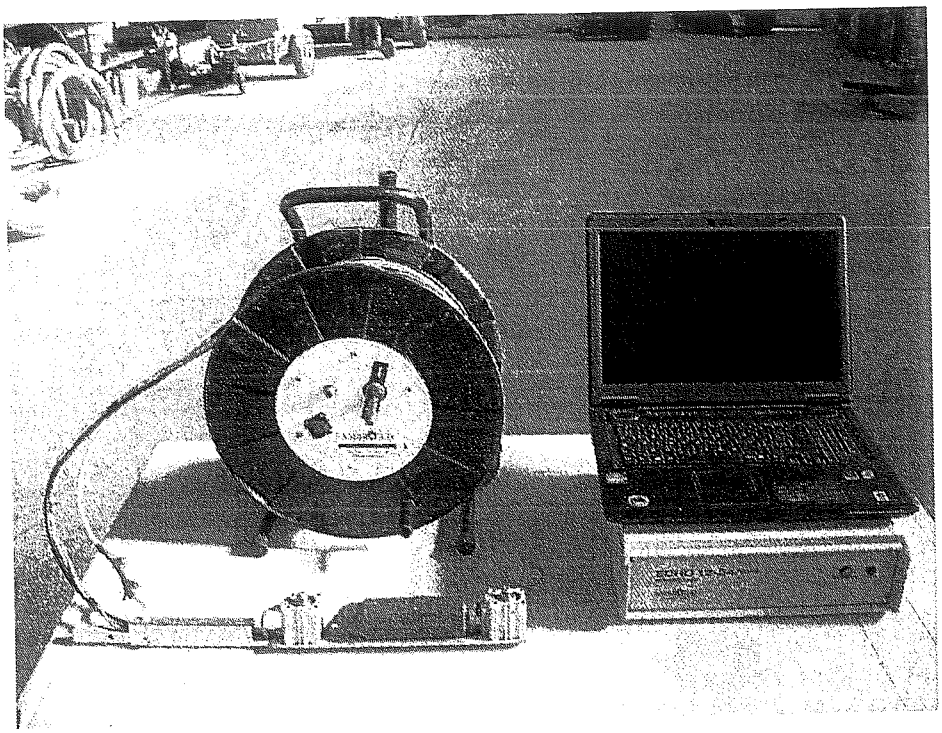
In sintesi si possono individuare le seguenti fasi ripetute in ogni stazione di misura (ogni metro a partire dal fondo del foro fino in superficie):

- posizionamento del geofono in foro alla quota di misura verificandone l'esattezza tramite la graduazione metrica del cavo;
- accoppiamento meccanico tra il geofono e le pareti del tubo con appositi pistoncini di ancoraggio, montati in corrispondenza dell'apparecchio ricevente e azionati dall'aria compressa;
- battuta della mazza in direzione verticale sulla piastra di alluminio e registrazione delle onde P;
- battuta della mazza direzione orizzontale sulla traversina e registrazione delle onde S.

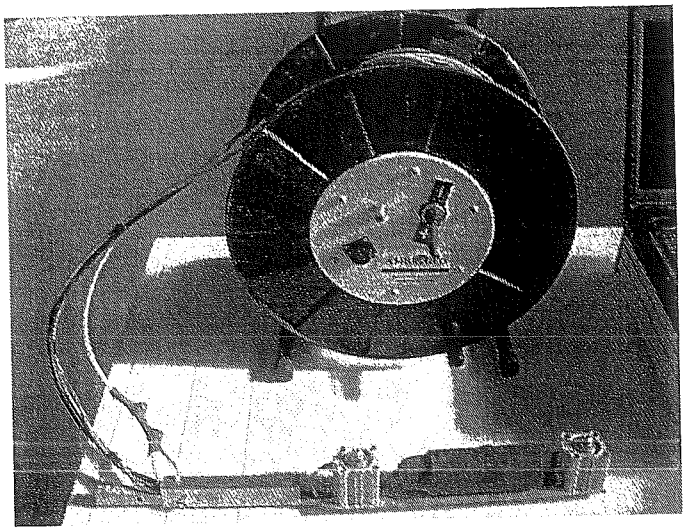
STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

- Sismografo Ambrogeo ECHO 24/2002 Seismic UNIT a 24 canali

Number of channels	24
Sampler interval	0,296 msec
A/D Conversion	16 bit
Amplifiers	
Input impedance	1 KOhm
Gain	10 dB - 100 dB, step 1 dB
Saturation tension	+/- 2,3 V
Saturation level	100 dB
Distorsion	0,01%
Sampler	25 msec (191 points) 50 msec (383 points) 100 msec (756 points) 200 msec (1530 points) 400 msec (3060 points) 800 msec (6121 points)
Sampling	130 micro/sec
Record lenght	25-50 -10 -20 -400-800 millisec
Filter low pass	from 50 to 950 Hz, step1 Hz
Digital Filter (Fir) low pass	1000-900-800-700-600-500-400-300-200-100-50 Hz
Digital Filter (Fir) high pass	0-25-50-75-100-125-150-175-200-225-250 Hz
Frequency response	7-950 Hz, filter at 950 Hz
Dynamic range	93 dB
Noise	0,66 uV rms, gain = 55 dB
Crosstalk	52 dB, gain = 55 dB
Power	12 V



- Geofono tridimensionale da foro (terna di assi di oscillazione disposti secondo un riferimento cartesiano spaziale) con frequenza propria pari a 10Hz



- Trigger: sistema elettronico che, nell'istante dell'energizzazione, invia un impulso al sismografo che a sua volta lo interpreta come inizio della registrazione delle onde.
- Apparato energizzante: mazza battente rispettivamente su di una piastra di alluminio in senso verticale, come sorgente di onde P, ed ai lati di un'apposita traversina, in senso orizzontale, come sorgente di onde S.
- Notebook collegato al sismografo e dotato di software di acquisizione e di elaborazione dati.



ELABORAZIONE DATI

L'elaborazione dei dati, effettuata con software Intersism 2.1, consiste dapprima nell'individuare i primi arrivi delle onde P e S, poi nel calcolare le velocità di tali onde, nel ricostruire la sismo-stratigrafia del sito definendo i vari rifrattori e le rispettive caratteristiche meccaniche in campo dinamico ed infine nel calcolare il parametro **V_s30** e valutare la **categoria di sottosuolo** ai sensi del D.M.14-01-2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

MODULI ELASTO-DINAMICI

$$E_d = \rho \cdot V_S^{\,2} \cdot \frac{3V_P^{\,2} - 4V_S^{\,2}}{V_P^{\,2} - V_S^{\,2}}$$ Modulo di Young dinamico

$$G_d = \rho \cdot V_S^{\,2}$$ Modulo di taglio dinamico

$$Kd = \rho \cdot \left(V_P^{\,2} - \frac{4}{3} V_S^{\,2} \right)$$ Modulo di compressibilità dinamico

$$\nu = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2 - 1}$$ Coefficiente di Poisson dinamico

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

paragrafo 3.2.2 e circolare C3.2.2 del D.M. 14-01-2008 – NTC

Premesso che l'azione sismica relativa al sito di riferimento rigido differisce da quella effettiva che interessa l'opera, si rende necessario tenere conto, oltre che di altri fattori, delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera medesima. Queste infatti tendono a modificare l'azione sismica in superficie, rispetto a quella attesa su un sito rigido, in ampiezza, durata e spettro di frequenze. La stima di queste modifiche è parte fondante dello studio della **risposta sismica locale**.

Essa può essere definita come l'azione sismica quale emerge "in superficie" a seguito delle suddette modifiche subite trasmettendosi dal substrato rigido. In tal senso un ruolo molto importante è giocato dai cosiddetti **effetti stratigrafici**, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido ed i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno.

Gli effetti della **risposta sismica locale** possono essere valutati con specifiche analisi, di non immediata applicazione, oppure con metodi semplificati, basati sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Quest'ultimi, a rigore, possono essere impiegati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima oppure dallo spettro elastico di risposta: non se ne può fare uso qualora tale azione sia descritta mediante accelerogrammi. Secondo tali approcci semplificati si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella tabella 1. In particolare la valutazione della risposta sismica locale consiste nella modifica dello spettro di risposta in accelerazione del moto sismico di riferimento, relativo all'affioramento della formazione rocciosa (categoria di suolo A) su superficie orizzontale.

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, è fortemente raccomandato che la classificazione si effettui in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi trenta metri di profondità, riferita al piano di imposta, qualora si tratti di fondazioni superficiali, oppure alla testa dei pali, qualora si tratti di fondazioni profonde, oppure alla sommità di opere di sostegno di terreni naturali oppure ancora al piano d'imposta della fondazione di muri di sostegno di terrapieni.

Categoria	Descrizione
A	**Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m s^{-1}, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	**Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m s^{-1} e 800 m s^{-1} (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} > 250$ KPa nei terreni a grana fine).
C	**Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m s^{-1} e 360 m s^{-1} (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u,30} < 250$ KPa nei terreni a grana fine).
D	**Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m s^{-1} (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} < 70$ KPa nei terreni a grana fine).
E	**Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m**, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s,30} > 800$ m s^{-1}).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m s^{-1} (ovvero $10 < C_{u,30} < 20$ KPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 1 (Tabelle 3.2.II e 3.2.III del D.M. 14-01-2008)

La suddetta velocità equivalente $\mathbf{V_{s,30}}$ di propagazione delle onde di taglio è ottenuta imponendo l'equivalenza tra i tempi di arrivo delle onde di taglio in un terreno omogeneo equivalente, di spessore pari a trenta metri, e nel terreno stratificato in esame, di spessore complessivo ancora pari a trenta metri. Essa assume quindi valori differenti da quelli ottenuti dalla media delle velocità dei singoli strati pesata sui relativi spessori, soprattutto in presenza di strati molto deformabili di limitato spessore. Lo scopo della definizione adottata è quello di privilegiare il contributo degli strati più deformabili.

La velocità equivalente $\mathbf{V_{s,30}}$ di propagazione delle onde di taglio è definita dalla seguente espressione:

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

con

i – i-esimo strato;

h_i (m) – spessore dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{s,i}$ (ms^{-1}) – velocità di propagazione delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N – numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità.

CONCLUSIONI

Dalle suddette analisi è stato possibile determinare che il valore del parametro $\mathbf{V_{s,30}}$, calcolato rispetto al piano campagna del sondaggio **s2**, risulta pari a **306,8 ms^{-1}**. Si può quindi ascrivere il sito di pertinenza alla verticale **s2** alla categoria di sottosuolo di tipo **C**.

Di seguito sono allegate le tabelle con i risultati numerici della prova, comprendenti i primi arrivi delle onde P e S, i parametri elasto-dinamici suddivisi in sismostrati ed i relativi grafici.



Esecuzione prova down hole

ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO s2

Distanza = 3,00 [m]

PRIMI ARRIVI

N° Geofono	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (corretti) [ms]
1	1,00	4,90	10,70	1,55	3,38
2	2,00	5,80	14,80	3,22	8,21
3	3,00	6,80	17,90	4,81	12,66
4	4,00	7,90	21,80	6,32	17,44
5	5,00	8,80	25,50	7,55	21,87
6	6,00	9,80	29,30	8,77	26,21
7	7,00	11,30	34,20	10,39	31,43
8	8,00	12,20	38,70	11,42	36,24
9	9,00	13,50	42,10	12,81	39,94
10	10,00	14,60	44,90	13,98	43,01
11	11,00	15,30	47,80	14,76	46,12
12	12,00	16,30	51,50	15,81	49,96
13	13,00	16,90	53,30	16,47	51,94
14	14,00	17,30	56,00	16,92	54,76
15	15,00	17,90	58,40	17,55	57,27
16	16,00	18,30	61,20	17,99	60,15
17	17,00	19,00	63,70	18,71	62,73
18	18,00	19,80	65,40	19,53	64,51
19	19,00	20,50	68,60	20,25	67,76
20	20,00	21,60	71,00	21,36	70,21
21	21,00	22,40	74,60	22,17	73,85
22	22,00	23,10	78,10	22,89	77,38
23	23,00	23,80	81,10	23,60	80,42
24	24,00	24,20	84,10	24,01	83,45
25	25,00	25,10	85,80	24,92	85,19
26	26,00	25,20	87,40	25,03	86,82
27	27,00	25,90	90,40	25,74	89,85
28	28,00	26,90	92,60	26,75	92,07
29	29,00	27,70	94,30	27,55	93,80
30	30,00	28,10	97,50	27,96	97,02

VELOCITA' ONDE P

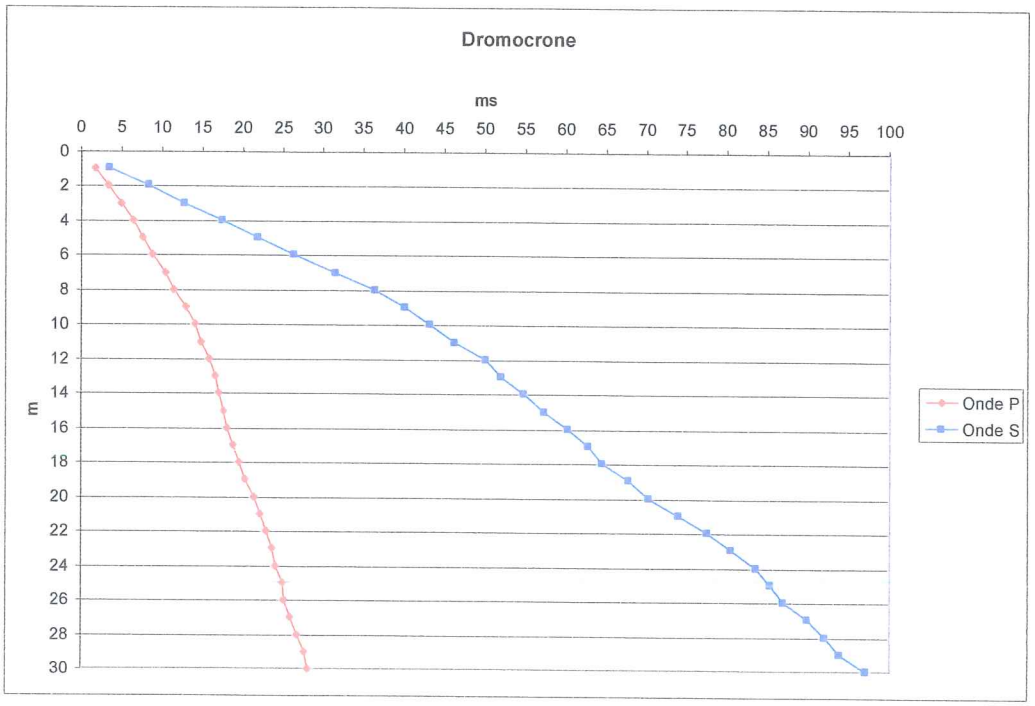
Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	10	701
2	30	1447

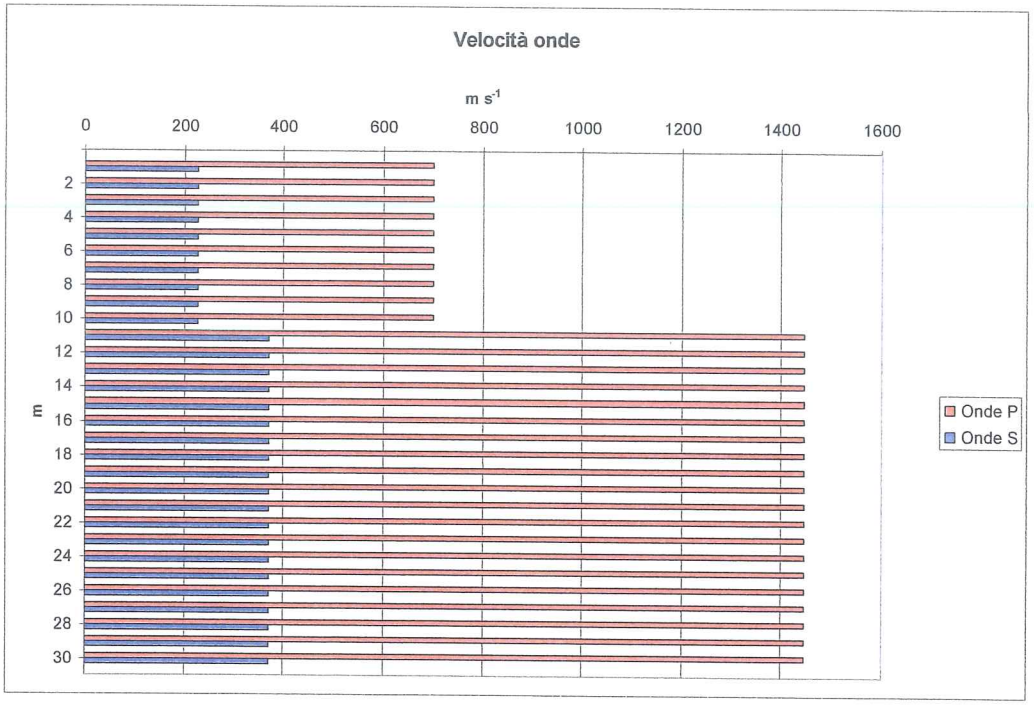
PARAMETRI ONDE S

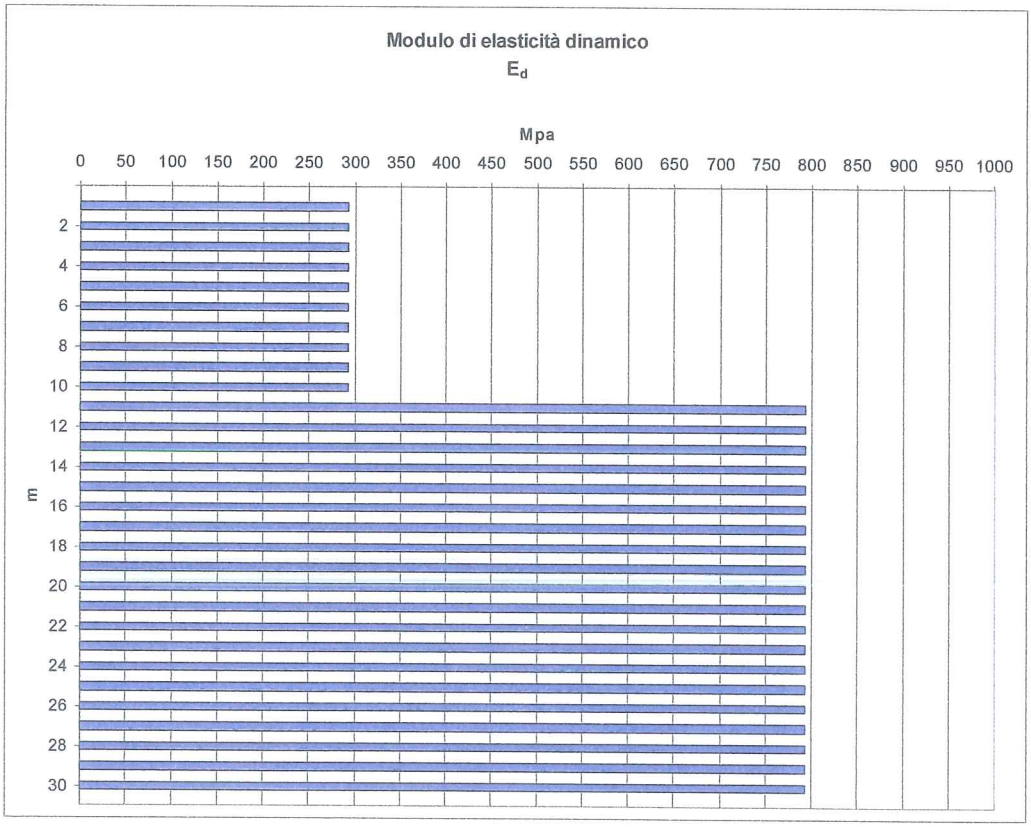
Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	10	228	0,41	103968	293189	542942
2	30	371	0,44	275282	792812	2202255

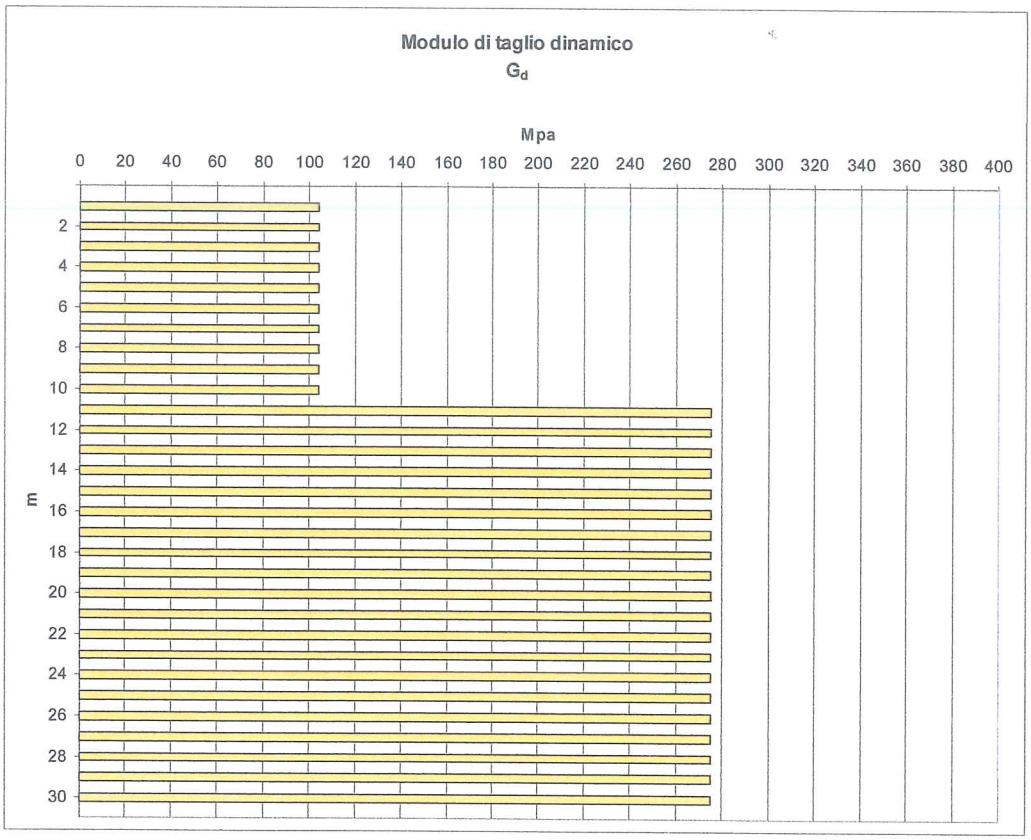
VELOCITA' MEDIA VS30

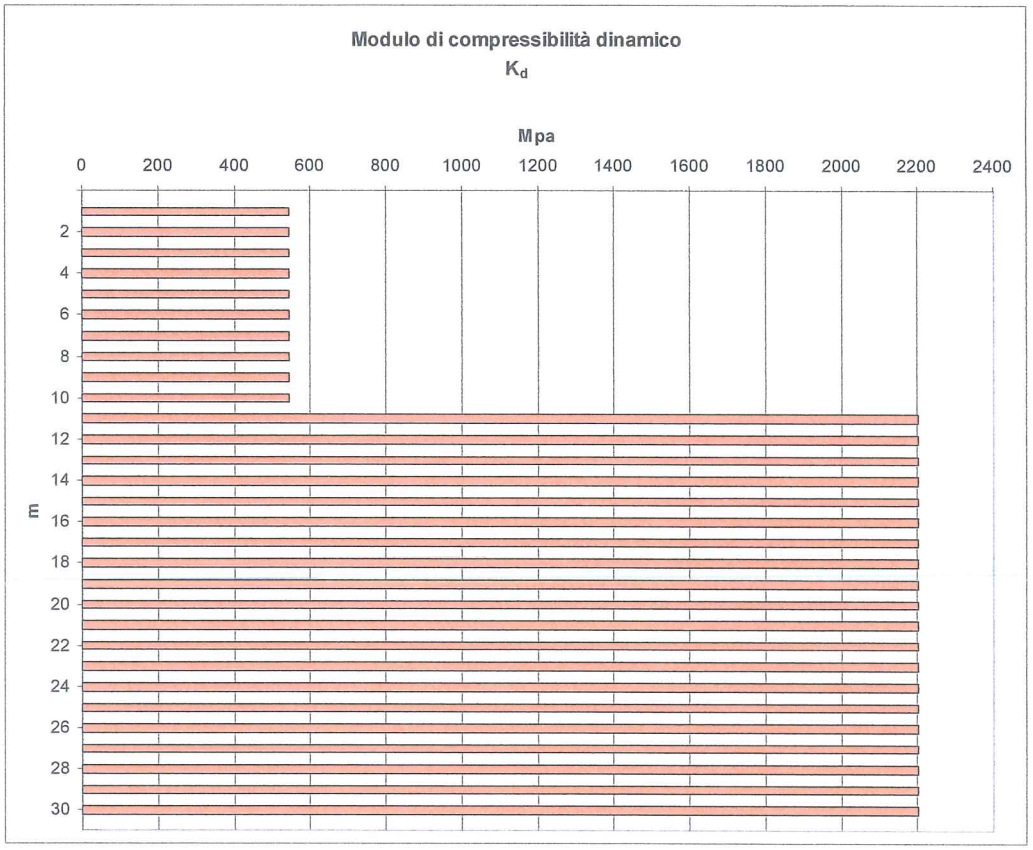
Geofono	VS30 [m/s]
orizzontale S	**306,8**


Dromocrone
ms
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100
m
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
Onde P
Onde S


Velocità onde
m s-1
0 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600
m
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
Onde P
Onde S


Modulo di elasticità dinamico
E_d
Mpa
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000
m
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30


Modulo di taglio dinamico
G_d
Mpa
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400
m
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30


Modulo di compressibilità dinamico
K_d
Mpa
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
2200
2400
m
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30


Coefficiente di Poisson dinamico
ν_d
0
0,05
0,1
0,15
0,2
0,25
0,3
0,35
0,4
0,45
0,5
m
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30