



Comune di Deruta  
Provincia di Perugia



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA  
RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI  
SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

PROGETTO ESECUTIVO

GEOLOGIA E IDRAULICA  
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA

COMM. **C B R**

DOC. **E 0 1 2**

REV. **B**

SCALA -

FILE **C B R E 0 1 2 B**



Dott. Ing. NANDO GRANIERI  
Dott. Geol. GIORGIO CERQUIGLINI



B	Ottobre 2023	Revisione a seguito richiesta Regione	G.Cerquiglino <i>G.Cerquiglino</i>	G.Cerquiglino <i>G.Cerquiglino</i>	N.Granieri <i>N.Granieri</i>
A	Maggio 2023	Emissione	G.Cerquiglino <i>G.Cerquiglino</i>	G.Cerquiglino <i>G.Cerquiglino</i>	N.Granieri <i>N.Granieri</i>
REVISIONE	DATA	OGGETTO	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 1 di 33

1	PREMESSA .....	2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	3
3	DESCRIZIONE GEOMORFOLOGICA.....	6
4	DESCRIZIONE GEOLOGICA.....	13
5	IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA.....	15
6	ANALISI SISMICA .....	16
7	CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE .....	23
8	OPERE DI PROGETTO.....	28
9	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI .....	30
10	VERIFICA A LIQUEFAZIONE TERRENI.....	32
11	CONCLUSIONI.....	32



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 2 di 33

## 1 PREMESSA

L'eccezionale evento pluviometrico che ha colpito l'Umbria nel Febbraio 2014 ha interessato anche il Comune di Deruta determinando una significativa risposta del territorio in termini di dissesto dei versanti.

Tra le cause principali risulta evidente la scarsa regimazione delle acque che, unita alla morfologia del luogo, caratterizzata da ripide scarpate, e alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni affioranti, rende precaria la stabilità superficiale dei versanti stessi.

In particolare si segnalano due aree situate rispettivamente a Nord / Nord-Est e ad Ovest del centro storico ovvero la scarpata sottostante le mura castellane lungo Via Circonvallazione Nord, strada provinciale che mette in comunicazione Deruta con Castelleone e Casalalta, e la scarpata sottostante le mura castellane lungo via borgo Garibaldi.

Nell'ambito dello studio geologico sono state appositamente realizzate le seguenti cartografie:

- Carta geologica in scala 1:5000

Le indagini eseguite e fornite dall'Amministrazione comunale hanno consentito la stesura della relazione geologica.

In particolare è stato fatto riferimento ai seguenti documenti normativi e legislativi:

- D.M. 17/01/2018 - "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 14/01/2008 - "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare Ministero dei LL.PP. 02/02/09 n. 617 - Istruzione per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 11/03/88 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Circolare ministeriale LL.PP. 24/09/88 n. 30483 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6, ter D.L. 180/98 e successive modifiche ed integrazioni. Variante adottata con deliberazione del Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 25.02.2010;
- Eurocodice 7.1 (1997): Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. UNI;
- Eurocodice 7.2 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI;
- Eurocodice 7.3 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI;
- Eurocodice 8 (1998).



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 3 di 33

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è ubicata nel territorio comunale di Deruta capoluogo a ridosso delle mura Urbiche in particolare delle scarpate del rilievo collinare su cui si erge la città di Deruta, su terreni detritici e sabbie pleistoceniche sottostanti, costituiti da limi, sabbie e argille basali, depositi dell'antico Lago Tiberino.

L'area oggetto dell'intervento si posiziona nella zona periferica rispetto al centro storico di Deruta, il progetto esecutivo riguarda la mitigazione del rischio idrogeologico relativo ai due versanti situati rispettivamente a Nord / Nord-Est e ad Ovest del centro storico di Deruta.

Gli interventi previsti riguardano la regimazione delle acque, preceduta da un'attività di censimento di dettaglio della rete esistente al fine di definire nel dettaglio gli interventi da realizzare, come riportato nella fase progettuale. A seguito di tale attività di rilievo potranno essere apportate modifiche al progetto esecutivo al fine di ottimizzare l'efficacia degli interventi.

Progettualmente si ritiene che l'intervento di regimazione dovrà essere così strutturato:

- sostituzione dei tratti terminali dei discendenti posti lungo le mura urbiche in modo che questi scendano quanto più possibile verticalmente lungo le mura stesse (i discendenti che presentano evidenti segni di usura andranno sostituiti completamente);
- realizzazione di un pozzetto di scolo per ciascun discendente (allo stato attuale spesso più discendenti convergono in un unico punto);
- realizzazione di un sistema di tubazioni che corre parallelamente alle mura urbiche e che confluisce in pozzetti ispezionabili di nuova realizzazione (si prevede comunque il rifacimento dei pozzetti esistenti che risultano deteriorati);
- realizzazione del raccordo alla rete fognaria esistente presente lungo le viabilità a valle (via Circonvallazione Nord e via borgo Garibaldi);
- realizzazione negli impluvi presenti lungo i versanti di un sistema di embrici per la raccolta delle acque piovane.

Per conservare nel tempo l'efficacia degli interventi previsti risulta fondamentale operare una manutenzione periodica. Per facilitare tali operazioni è prevista la realizzazione a valle delle mura castellane un percorso di ispezione e manutenzione accessibile a tratti anche a piccoli mezzi.

Nei tratti particolarmente esposti il progetto prevede inoltre il ricorso ad opere di rinforzo e contenimento dei terreni affioranti. Al fine di integrare gli interventi con il contesto ambientale e paesaggistico che circonda il centro storico di Deruta, la scelta è ricaduta su opere di ingegneria naturalistica, quali terre rinforzate e rivestimenti antiersivi (rete + geostuoia), ricorrendo a strutture di contenimento tradizionali solo in punti limitati dove risulta non praticabile l'adozione di altre tecniche di consolidamento.





Comune di Deruta



Regione Umbria



**Next Generation EU**  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 4 di 33

In particolare vengono inserite delle paratie lungo via Circonvallazione Nord nei tratti dove il versante presenta pendenze particolarmente elevate a ridosso della viabilità stessa e non sono già presenti, a monte o valle della strada, opere di contenimento.

Rivestimenti antiersivi, costituiti da geostuoia accoppiata con una rete metallica a doppia torsione, vengono inseriti lungo le scarpate nelle aree in cui si evidenzia una minore presenza di materiali vegetali vivi ed in corrispondenza del sistema di regimazione delle acque di progetto.

L'area in esame è situata sui versanti del rilievo collinare dove sorge la città di Deruta; tutta la zona è inclusa nel foglio IGM "ORVIETO" n° 130 della CARTA D'ITALIA, e precisamente nella Tavoleta dell'I.G.M. "Deruta" I NE (vedi stralcio corografia allegata).

Si riporta lo stralcio dalla carta regionale CTR 1:10000 - sezione N. 332020.

L'area in esame è posta su di un rilievo collinare dove sorge la città di Deruta a circa 210 m sul livello del mare.

La morfologia dell'area è caratterizzata da un rilievo collinare a sommità arrotondata che si raccorda lateralmente a pendii collinari con versanti ad elevata acclività.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 5 di 33



Figura 1 - Stralcio Carta IG scala 1:25000



Comune di Deruta



Regione Umbria



**Next Generation EU**  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 **Sintagma**

Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 6 di 33

### 3 DESCRIZIONE GEOMORFOLOGICA

Lo studio geomorfologico del dissesto idrogeologico ha evidenziato morfosculture tipiche di un'area pedecollinare di raccordo con la superficie valliva aperta ove scorre il fiume Tevere, legata principalmente ad una morfogenesi fluviale.

La morfologia del rilievo collinare della città di Deruta mostra pendenze generalmente blande sulle dorsali dei rilievi collinari (10°-15°) mentre ai lati e ai margini delle dorsali sono presenti scarpate ad elevata pendenza legate all'erosione operata dai collettori (ad elevato angolo di pendenza e/o sub-verticali).

Si notano forme del rilievo arrotondate dovute alla natura litologica dei terreni affioranti e a fenomeni esogeni di modellamento della superficie, inoltre sono presenti su determinate zone del versante contropendenze e ondulazioni con ristagni puntuali di acque favoriti dall'assenza di una corretta regimentazione delle acque superficiali e una rete di drenaggio in grado di smaltire le acque di precipitazione e quelle reflue che contribuiscono ad alimentare la propensione al dissesto delle scarpate e in alcune zone a determinare locali fenomeni di dissesto.

L'indagine e lo studio eseguiti nelle diverse situazioni di dissesto verificatisi, ripresi e rielaborati alla luce delle nuove osservazioni, hanno permesso di accertare l'estensione e la geometria dei fenomeni franosi sub-superficiali che interessano la coltre dei terreni di riporto, parte dei terreni Eluvio-Colluviali e dei terreni limoso sabbiosi pleistocenici. I depositi continentali sciolti poggiano in discordanza su terreni compatti del complesso sabbioso limoso e ghiaioso sui quali è fondata la città di Deruta; tali terreni costituiscono le scarpate morfologiche (bordi dei terrazzi) dove si rinvencono essenzialmente fenomeni di dissesto da ricondurre a movimenti complessi per lo più di scivolamento rotazionale e di crollo nei tratti dove la scarpata risulta con andamento sub-verticale.

Si rilevano episodi riconducibili a frane complesse (colamento e scivolamento lento) che si sviluppano nelle zone dove affiorano depositi sciolti eterogeni tipici della coltre d'alterazione superficiale e dei depositi eluvio-colluviali, poggianti sul substrato pleistocenico, sovraconsolidato.





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 7 di 33

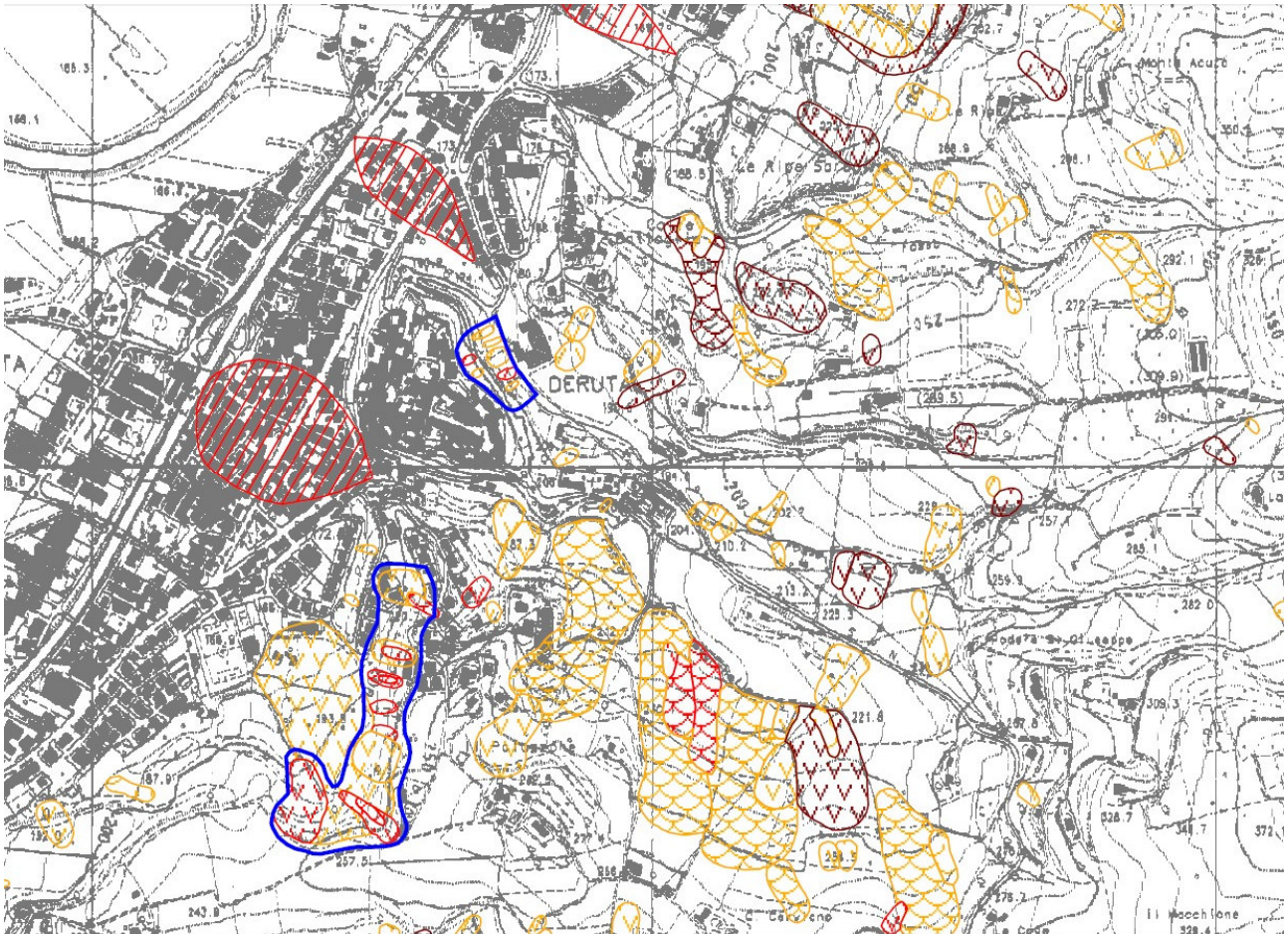


Figura 2 - Carta P.A.I. - Dissesti.

La cartografia del PAI (UM 145) evidenzia un'area a rischio frana di tipo R3 perimetrata lungo il versante nord-est di Deruta e precisamente in via Circonvallazione nord (linea Blu) dove all'interno della stessa area sono riportati a monte della strada (zona sottoposta ad interventi di mitigazione) due fenomeni di dissesto di modeste dimensioni di cui alcuni uno in fase attiva e l'altro in fase quiescente.

Lo studio eseguito ha confermato che i dissesti presenti sono conseguenza diretta del disordine idraulico presente nella zona a monte (area urbana) che a causa della dispersione delle acque di precipitazione su terreni permeabili comporta una elevata infiltrazione nei terreni della scarpata con conseguente saturazione dei medesimi. Tale fenomeno determina quindi un incremento delle pressioni interstiziali, una diminuzione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni e di conseguenza l'instabilità del versante.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 8 di 33

La situazione geologico, geomorfologica e idrogeologica della zona nelle condizioni sopra descritte ha determinato nel periodo dicembre 2004 e marzo 2005 un movimento franoso al Km 0+550 della Strada Provinciale di Casalalta n° 419. La provincia di Perugia, dopo aver eseguito uno studio geologico e geotecnico da parte dei Dott. Geol. Marco Pierotti e Dott.sa Geol. Valeria Lazzari, ha realizzato un progetto esecutivo per la stabilizzazione del corpo frana a firma dell'Ing. Giovanni Solinas e dell'Ing. Adriano Maraziti.

L'intervento realizzato nel 2005 è consistito nella esecuzione di una paratia di pali trivellati disposti a quinconce del diametro di  $\varnothing$  1000 mm collegati in testa da un cordolo armato. La paratia è stata inoltre ancorata con tiranti di ancoraggio di tipo permanente della lunghezza di 27.0 m (lunghezza bulbo 20.0 m) del diametro di perforazione di  $\varnothing$ 180 mm a 4 trefoli diametro 0.6". L'intervento a distanza di 18 anni mostra chiaramente una conseguita stabilità dell'area in frana testimoniata dall'assenza di fessurazioni e/o movimenti sia sul versante che direttamente sulla sede della strada Provinciale.

I dissesti che sono riportati nella cartografia del PAI sono da ricondurre a movimenti lenti della coltre eluvio-colluviali presenti sulle scarpate e sono da attribuire principalmente alla cattiva se non assente in alcuni punti regimentazione delle acque di scorrimento superficiale (piovane e fognarie).

Tali movimenti si possono attivare dopo periodi di pioggia persistenti e duraturi che comportano una eccessiva saturazione delle coltri superficiali le quali su pendenze elevate come quelle del rilievo in oggetto si mobilitano con asportazione di porzione di terreno, a volte piante che ricadono a valle fino a raggiungere la sottostante sede stradale.

Gli interventi previsti perseguono l'obiettivo di eliminare tale infiltrazione nella zona a monte mediante la realizzazione di un sistema di regimentazione di tali acque con il ripristino e/o la sostituzione completa delle condotte a tenuta presenti.

L'intervento di rifacimento delle condotte, la posa in opera di una rete + geostuoia a protezione delle condotte sulla scarpata ripida, contribuisce a migliorare dal punto di vista della stabilità geomorfologica il versante considerato che l'eliminazione della dispersione delle acque e pertanto una sostanziale riduzione dell'infiltrazione comporta una minore saturazione dei terreni franati contribuendo al tempo stesso a migliorare le condizioni di stabilità del versante.

La diminuzione dell'infiltrazione nella zona di monte del dissesto stabilizzato (a rischio R3) comporta di fatto una riduzione consistente della piezometrica all'interno dei terreni posti sul versante interessato dal movimento franoso contribuisce in maniera sostanziale ad aumentare il grado di stabilità, pertanto si ritiene che gli interventi producano un effetto di stabilizzazione tali da ridurre il rischio di franamento da quello attuale (**R3**) a un rischio inferiore (**R2**).



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 9 di 33

**APPLICAZIONE DELLA “PROCEDURA DI INDIVIDUAZIONE, DELIMITAZIONE E VALUTAZIONE DELLE SITUAZIONI DI RISCHIO DA FRANA” ALLEGATA ALLE NORME PAI, PER LA CLASSIFICAZIONE DELL’AREA A RISCHIO IN VIA CIRCONVALLAZIONE NEL COMUNE DI DERUTA.**

**Tabella 2 - Definizione speditiva dell'intensità della frana basata sulla stima del volume della frana attesa e sulla velocità presunta di movimento.**

		Velocità presunta		
		Frane veloci (cadute massi)	Frane rapide (colate di detrito)	Frane lente (scorrimenti s.l.)
Volume (m <sup>3</sup> )	< 0,001	Lieve		
	< 0,5	Media		
	> 0,5	Elevata		
	< 500	Elevata	Lieve	
	500-10.000	Elevata	Media	Lieve
	10.000-500.000	Molto Elevata	Elevata	Media
	> 500.000		Molto Elevata	Elevata
	>> 500.000			Molto Elevata

**Tabella 3 - Definizione della pericolosità da frana sulla base dei valori di intensità (in 4 classi, 1, 2, 3 e 4) e di frequenza (in 4 classi, 10, 20, 30 e 40)**

		Intensità			
		1 (lieve)	2 (media)	3 (elevata)	4 (molto elevata)
Frequenza	10 (bassa)	11	12	13	14
	20 (media)	21	22	23	24
	30 (alta)	31	32	33	34
	40 (molto alta)	41	42	43	44





Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b

MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 10 di 33

Tabella 4 – Tipologie di elementi a rischio (per edifici ed infrastrutture) utilizzate nella redazione della carta degli elementi a rischio in Umbria.

Sigla	Classe di elementi a rischio
ED	Centri abitati ad alta densità abitativa
ER	Centri abitati a bassa densità abitativa e case sparse
EP	Industrie
A	Allevamenti zootecnici
EA	Infrastrutture sportive
CV	Cave e discariche
VP	Strade principali di grande comunicazione, autostrade, strade statali
VS	Strade secondarie, di tipo provinciali e comunali
VI	Strade secondarie, vicinali, poderali ed interpoderali
EF	Linee ferroviarie
C	Cimiteri

Tabella 5 – Stima del danno atteso per gli elementi a rischio (edifici, infrastrutture e popolazione).  
Legenda: E = danno estetico (100); F = danno funzionale (200), S = danno strutturale (300). Per le sigle relative alle classi di elementi a rischio si veda anche la Tabella 4.

			Elementi a Rischio									
			Edifici				Infrastrutture			Popolazione		
			ED	ER	EP	A	VP	VS	VI	Diretto	Indiretto	Sfollati
Intensità	Lieve	Crolli	E	E	E	E	E	E	E	No	No	No
		Colate di detrito	E	E	E	E	E	F	F	No	No	No
		Scorrimenti s.l.	E	E	E	E	E	F	S	No	No	No
	Media	Crolli	F	F	F	F	F	F	F	Si	Si	Si
		Colate di detrito	F	F	F	F	F	F	F	Si	Si	Si
		Scorrimenti s.l.	E	E	F	F	F	S	S	No	Si	No
	Elevata	Crolli	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Colate di detrito	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Scorrimenti s.l.	S	S	S	S	S	S	S	No	Si	Si
	Molto elevata	Crolli	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Colate di detrito	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Scorrimenti s.l.	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si





Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 11 di 33

**Tabella 6 – Definizione dei livelli di rischio specifico sulla base della pericolosità (16 classi, cfr. Tabella 3) e della vulnerabilità (3 classi, cfr. Tabella 5).**

		Vulnerabilità		
		100 Danno estetico	200 Danno funzionale	300 Danno strutturale
Pericolosità	11	111	211	311
	12	112	212	312
	13	113	213	313
	21	121	221	321
	14	114	214	314
	22	122	222	322
	23	123	223	323
	31	131	231	331
	32	132	232	332
	24	124	224	324
	33	133	233	333
	41	141	241	341
	42	142	242	342
	34	134	234	334
	43	143	243	343
	44	144	244	344

**Tabella 7 – Regole per l'attribuzione dei livelli di rischio previsti dall'Allegato Tecnico alla Legge 267/98**

Classe	Livello di Rischio	Strutture e infrastrutture	Popolazione
R1	Moderato	Danni marginali socio-economici ed al patrimonio ambientale	Nessun danno
R2	Medio	Danni estetici ( <u>minori</u> ) agli edifici, estetici e funzionali alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale	Nessun danno
R3	Elevato	Danni funzionali e strutturali agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale	Sfollati e senza tetto (perdita di abitazione), danni alle attività socio-economiche (indiretti)
R4	Molto elevato	Danni funzionali e strutturali agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale	Vittime, feriti, sfollati, senza tetto, danni alle attività socio-economiche

L'area in questione a seguito degli interventi di mitigazione si propone a rischio R2, considerata la tipologia di movimento, la presenza e la vulnerabilità dei beni esposti a rischio.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 12 di 33

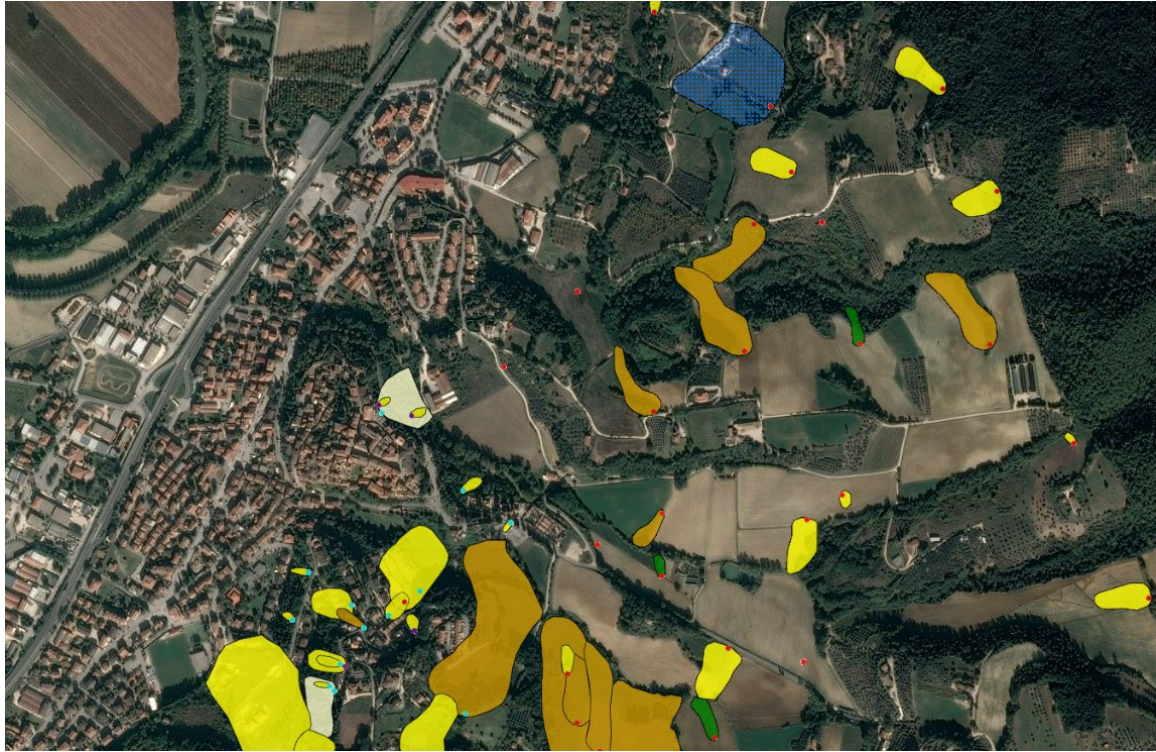


Figura 3 - Carta I.F.F.I. - Dissesti.



Comune di Deruta



Regione Umbria



**Next Generation EU**  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 13 di 33

## 4 DESCRIZIONE GEOLOGICA

Lo studio geologico di dettaglio e le risultanze provenienti dalle indagini geognostiche eseguite hanno consentito di accertare la natura e la successione stratigrafica dei terreni presenti nell'area oggetto di studio.

Tali sedimenti sono riferibili ai Depositi Pleistocenici in facies fluvio-lacustre appartenenti al SuperSintema Tiberino, e nel sito rappresentato dal Subsintema di Santa Maria di Ciciliano (Litofacies di Madonna dei Bagni - SCF) che affiora tra le località di Deruta, Pontenuovo e Ripabianca.

Il Subsintema di Santa Maria di Ciciliano in particolare per quanto riguarda la Litofacies di Madonna dei Bagni – SCF è caratterizzato da litofacies eteropiche all'interno delle quali si rinvengono alternanze sabbioso-ciottolose prevalenti.

Le sabbie appaiono con disposizione tabulare e a volte presentano laminazioni incrociate, con contatto basale piano. Si rinvengono inoltre intercalati alle sabbie livelli a componente prevalentemente limoso - sabbiosa debolmente argillosa con presenza di ritmiti decimetriche di colore grigio nocciola.

Al di sotto del deposito sabbioso-limoso si passa a sedimenti francamente limoso - argillosi, di colore grigio chiaro e grigio scuro. Le alternanze delle ritmiti nel complesso argilloso presentano dei livelli con sostanza organica e resti vegetali inclusi che conferiscono al deposito la colorazione grigio plumbea.

Il subsintema di S. Maria di Ciciliano affiora estesamente in sinistra idrografia del fiume Tevere, Litofacies Madonna dei Bagni, è costituito prevalentemente da sabbie e ghiaie di colore giallastro ocreo. L'ambiente deposizionale è vario e riferibile a piana alluvionale con apporti ghiaioso sabbiosi da crevasse-splay.





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 14 di 33

DERUTA  
Sezione n° 323020 scala 1:10.000

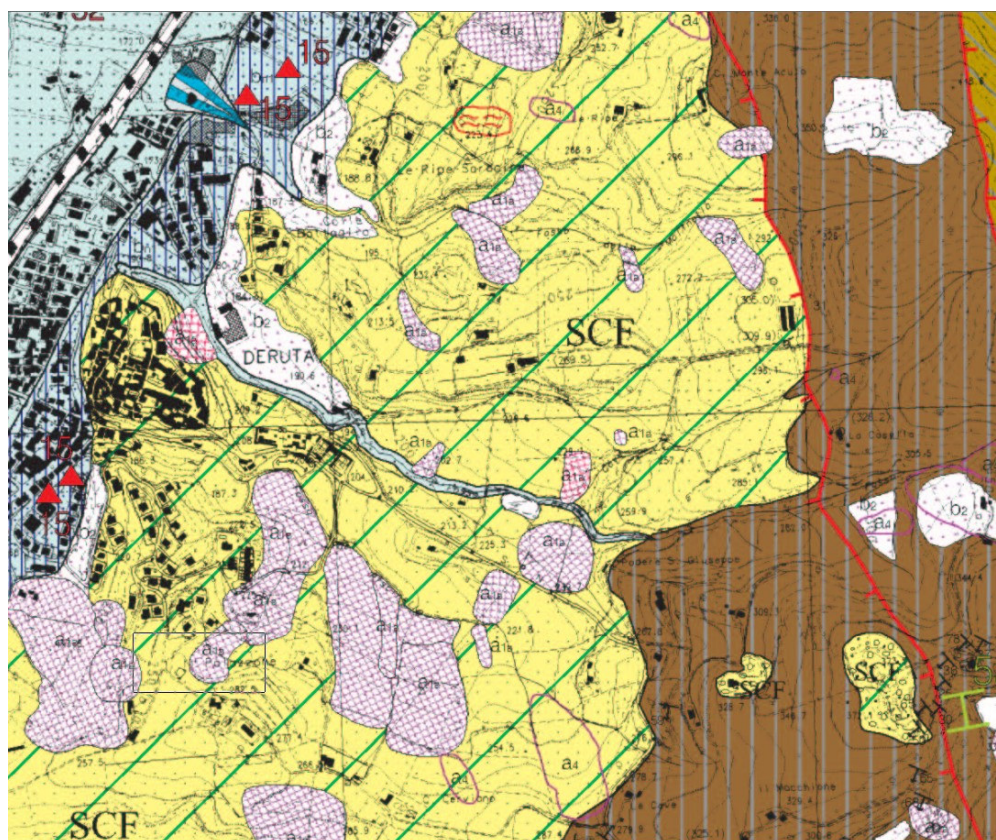


Figura 4 - Stralcio Carta Geologica.

UNITÀ STRATIGRAFICHE QUATERNARIE NON DISTINTE IN BASE AL BACINO  
DI APPARTENENZA

- Depositi antropici - **h Olocene**
- Coltre eluvio-colluviale - **b2 Olocene**
- Depositi alluvionali - **b Pleistocene - Olocene**
- Depositi alluvionali terrazzati - **bn1 Pleistocene**
- Depositi di frana attiva - **a1 Pleistocene - Olocene**  
(colamento e scivolamento)
- Depositi di frana quiescenti- **a1 Pleistocene - Olocene**  
(colamento e scivolamento)
- Coperture - Coperture derivanti da processi gravitativi del versante (prog.IFFI)

UNITÀ CONTINENTALI PLIO - PLEISTOCENICHE  
Super Sistema Tiberino - Sistema di Todì -  
Subsistema di S. Maria di Ciciliano (SCF)

- Prevalenza di sabbie, subordinatamente sabbie limose e sabbie ghiaiose addensate.
- Prevalenza di ghiaie, ghiaie con sabbie e sabbie ghiaiose addensate.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b

MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 15 di 33

## 5 IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA

L'indagine geologica effettuata ha consentito di delineare la situazione idrogeologica del sito e di ipotizzare il sistema di circolazione idrica sotterranea.

La situazione idrogeologica dei terreni oggetto di studio si caratterizza per la presenza di modesti corpi idrici (falde pensili) con sede nei livelli sabbiosi e ghiaiosi della formazione fluvio-lacustre Pleistocenica, affiorante in diverse zone sia a monte che a valle dell'area oggetto dell'intervento.

La ricerca dei dati relativi alla situazione idrogeologica dell'area è stata condotta attraverso la misurazione della falda nei rari punti d'acqua esistenti nelle vicinanze.

Dalle misure effettuate in corrispondenza del sondaggio eseguito nella zona adiacente l'edificio è emerso che la superficie freatica è posizionabile a circa 16 m di profondità dal piano campagna.

Il drenaggio delle acque superficiali è assicurato da corsi d'acqua per lo più a carattere stagionale tributari di sinistra del fiume Tevere, che costituisce l'asta principale di deflusso, con direzione di scorrimento Nord-Sud.

La densità di drenaggio risulta medio-bassa.

L'idrografia superficiale appare organizzata secondo pattern idrografici a tracciato rettilineo con valli a "V" e profilo asimmetrico, fortemente incise e incassate nella struttura, forse impostata lungo lineazioni tettoniche (faglie); i corsi d'acqua presenti mostrano una elevata energia lineare testimoniata dalla intensa erosione dei terreni in particolare nella zona di testata.



Comune di Deruta



Regione Umbria



**Next Generation EU**  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 **Sintagma**

Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 16 di 33

## 6 ANALISI SISMICA

Nel presente capitolo si descrivono le caratteristiche sismiche del territorio interessato dagli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico di progetto, partendo dall'analisi delle sequenze sismiche storiche, si riporta la classificazione sismica dell'area aggiornata secondo la normativa regionale recente e le caratteristiche di pericolosità sismica di base. Infine si definisce la categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC 2018.

I riferimenti normativi Nazionali in materia di classificazione sismica a cui si è fatto riferimento, risultano:

- L. 02/02/74, n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. 16/01/96: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Eurocodice 7.1 (1997): Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. UNI;
- Eurocodice 8 (1998);
- Ord.P.C.M. del 12/06/1998 n.2788 Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale.
- Eurocodice 7.2 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI;
- Eurocodice 7.3 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI;
- Ord.P.C.M. del 20 marzo 2003 n. 3274 Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. (Gazzetta n. 105 del 8-5-2003)
- Ord.P.C.M. del 2 ottobre 2003 n. 3316 Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003
- Ord.P.C.M. del 3 maggio 2005 n. 3431 Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 Allegati
- Ordinanze Ministeriali in materia di classificazione sismica



Comune di Deruta



Regione Umbria



**Next Generation EU**  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 17 di 33

- Ord.P.C.M. del 28 aprile 2006 n. 3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (G. U. 11 maggio 2006 n. 108) Allegato
- D.P.C.M. del 12 ottobre 2007 "Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni" (G. U. 29 gennaio 2007 n. 24).
- D.M. 17/01/2018 - "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»".
- D.M. 14/01/2008 - "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare Ministero dei LL.PP. 02/02/09 n. 617 - Istruzione per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";

I riferimenti normativi della Regione Umbria in materia di classificazione sismica a cui si è fatto riferimento, risultano:

- Atti Regione Umbria in materia di classificazione sismica
- D.G.R. 10.12.1987. N. 8396 (B.U.R. n.111 del 28.01.1988). – Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche. D.M. 24.01/86. Paragrafo C.9. "Interventi su edifici esistenti". Determinazione.
- D.G.R. N. 5180/98. – Riparazione degli edifici danneggiati dal sisma del 1997 e seguenti (Ricostruzione pesante).
- D.G.R. 18.06.2003 n. 852 - "Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria.
- D.G.R. 25.06.2004 n. 911 Programma annuale per la prevenzione sismica. Art. 3 legge regionale 23 ottobre 2002, n. 18. Approvazione.
- D.G.R. n. 1111 del 18 settembre 2012- "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria"





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 18 di 33

Il territorio nazionale è caratterizzato da una sismicità che si distribuisce lungo fasce a caratteristiche sismiche omogenee, variamente orientate, denominate Zone Sismogenetiche.

La zonazione ZS9 (INGV, 2004), già evoluzione di zonazioni precedenti (ZS4, 2000) mette in risalto la disposizione di tali zone; essa è stata elaborata in modo da soddisfare alcuni requisiti fondamentali, tra i quali è opportuno citare:

- la possibilità di fornire, per ogni ZS, una stima di profondità dei terremoti utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale;
- fornire, per ogni ZS, un meccanismo di fagliazione prevalente utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione modulate su tale meccanismo, mediante i coefficienti proposti tramite appositi algoritmi.

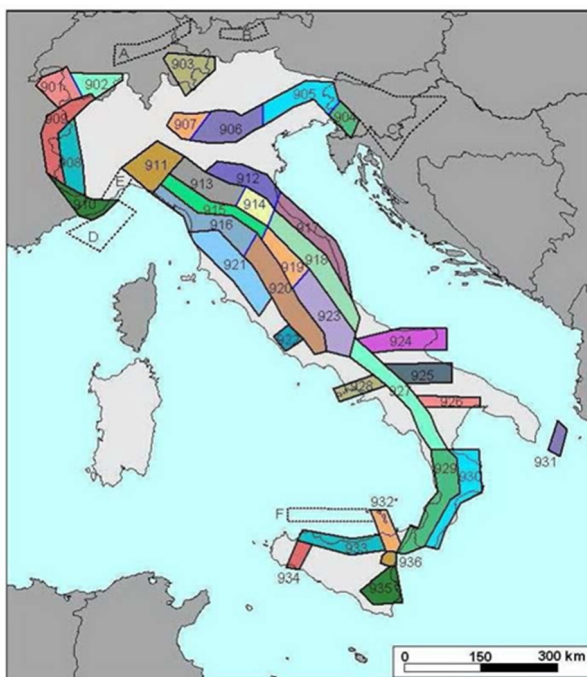


Figura 5 - Zonazione sismogenetica del territorio nazionale (INGV, 2004). I limiti di colore blu separano zone con analogo significato cinematico, che differiscono principalmente per le caratteristiche di sismicità.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 19 di 33

La zonazione sismogenetica del territorio nazionale, assegna l'Umbria a più zone sismogenetiche della Catena Appenninica settentrionale e centrale; principalmente sono coinvolte le zone 918, 919 e 920 (Medio - Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Val di Chiana - Ciociaria) che, anche in virtù della loro maggiore estensione in senso NN/O-SS/E, coprono quasi tutto il territorio regionale in senso appenninico. In particolare la viabilità di progetto, come si evince dalla mappa sottostante ricade nella Zona 920 che coincide con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et al. (2000). Questa zona è caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati. Le profondità degli eventi sismici in questa zona sismogenetica si concentrano tra i 5-8 km di profondità (profondità efficace=6 km) con una magnitudo massima Md pari a 4.6, il meccanismo di fagliazione prevalente è di tipo normale in accordo con il sistema distensivo peritirrenico del territorio.

Il comune di **DERUTA**, sempre secondo la D.G.R.n° 1111 del 18 Settembre 2012 è invece classificato in **Zona sismica 2**.

Come si evince anche dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (di cui si riporta un estratto a seguire) estrapolata per l'area d'interesse, le accelerazioni nel territorio interessato variano tra **0,15 g** e **0.25 g**.

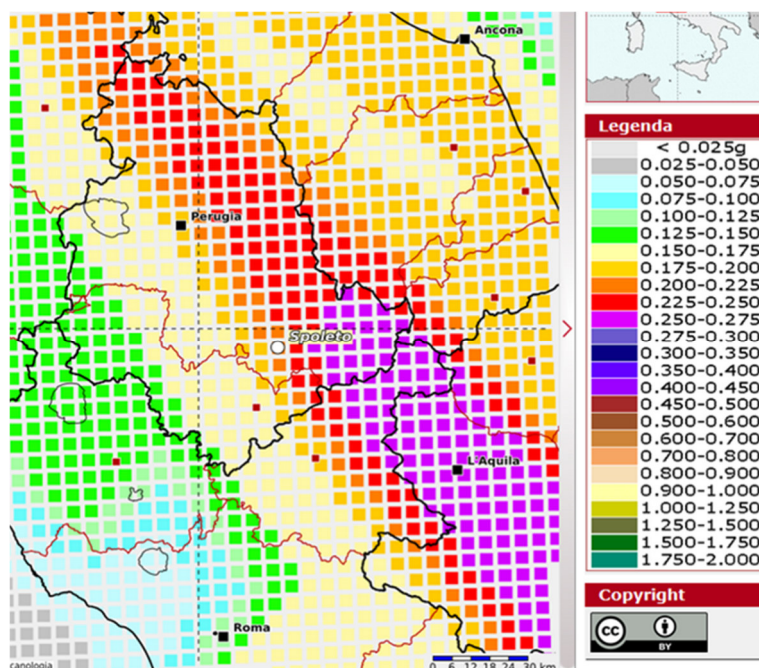


Figura 6 - Mappa di pericolosità sismica per la zona d'interesse (fonte INGV)



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 20 di 33

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale, si valuta mediante specifiche analisi (cap. 7.11.3 delle NTC2018), oppure si può fare riferimento all'approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS.

Lo studio geologico ha consentito di giungere alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni in profondità dal punto di vista geomeccanico sia dal punto di vista geofisico come risposta alle sollecitazioni sismiche indotte mediante l'esecuzione di una campagna geognostica dettagliata; pertanto ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si è proceduto alla esecuzione di specifiche analisi, eseguite con le modalità indicate nel § 7.11.3.

Nella situazione dove le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS.

I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2. I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche per la definizione del sottosuolo tipo ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 "NTC18 Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".

Il DECRETO 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». contempla cinque categorie principali di terreno di fondazione, individuate dai valori della velocità media (VS30) delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo o dalla resistenza penetrometrica NSPT o dalla coesione non drenata Cu.

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



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 21 di 33

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

con:

$h_i$  spessore dell'i-esimo strato;

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

N numero di strati;

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera.

Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite dalla Tab. 3.2.II di seguito riportata:

[A] -Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

[B] -Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.).

[C] -Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

[D] -Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 22 di 33

proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

[E] -Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

A tal fine è stata eseguita un'indagine sismica consistita nella esecuzione di due M.A.S.W. (Multichannel Analysys of Surface Waves), metodo di analisi dei dati sismici che sfrutta alcune proprietà delle componenti superficiali (Rayleigh e di Love) delle onde generate.

L'inversione del modello della MASW1 restituisce un valore **VSeq di 351 m/s**, che permette di classificare, in base alla normativa vigente, secondo l'approccio di tipo semplificato, i terreni in oggetto come Sottosuolo di **Categoria C**.

#### FATTORE TOPOGRAFICO.

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

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

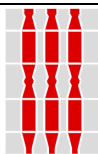
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq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

Le caratteristiche della superficie topografica possono essere assimilate alla seguente categoria:

**T2 - Pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i > 15^\circ$ . = 1.2**



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 23 di 33

## 7 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Lo scopo delle indagini geognostiche utilizzate ha avuto come specifico la ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo fino ad una profondità ritenuta significativa in riferimento all'intervento di mitigazione del rischio idrogeologico.

Lo studio è stato condotto attraverso la raccolta di tutte le indagini eseguite e ritenute significative messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale.

In allegato i risultati dettagliati delle indagini geognostiche e geofisiche.

### INDAGINI PREGRESSE UTILIZZATE

n. 7 sondaggi a carotaggio continuo.

n. 2 prove penetrometriche dinamiche.

n. 1 indagine geofisica (MASW).

I sondaggi contrassegnati con la sigla **S2** e **S3** eseguiti in **via della Circonvallazione, strada S.P. N. 419 di CASALALTA** hanno consentito di accertare la stratigrafia dei terreni di imposta sino alla profondità massima di 20 m dal piano campagna, di seguito vengono riportati i parametri geotecnici ricavati dalle prove eseguite durante i sondaggi e la successione stratigrafica.

### SONDAGGIO n° 2

Il sondaggio è stato effettuato in corrispondenza di una zona in dissesto nell'intento di verificare la natura dei terreni e gli eventuali livelli di scivolamento. Il foro di sondaggio è stato strumentato con piezometro. La prospezione è stata spinta sino alla profondità di 20.0 m ed ha evidenziato dati stratigrafici brevemente riassunti in:

*dal piano campagna sino a 2.6 m di profondità, si rinviene terreno di riporto costituito da sabbie limose contenenti ciottoli e resti di laterizio;*

*al di sotto e sino a 3.5 m di profondità, sono presenti limi -sabbiosi di colore marrone e giallastro. I terreni risultano coerenti e ben addensati (Ns.P.T. 3 m – 3.45 m = 3 –7 –12 colpi);*

*al di sotto e sino a 5.0 m di profondità sono presenti sabbie limose a tratti limoso argillose di colore giallastro; si rinviene uno strato plasticizzato nell'intervallo 4.5 m – 4.95 m;*

*al di sotto e sino a 15.9 m di profondità sono presenti ghiaie e sabbie in matrice sabbioso - limosa (Ns.P.T. 8.2 m*





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 24 di 33

– 8.65 m = 4 – 8 – 30 colpi) - (Ns.P.T. 10.8 m – m = 16 – R colpi) - (Ns.P.T. 12.5 m – 12.95 m = 4 – 15 – 7 colpi) - (Ns.P.T. 14.5 m – m = 37 – R colpi);

*al di sotto e sino a 17 m di profondità sono presenti sabbie argillose ben addensate;*

*al di sotto e sino a 20 m di profondità sono presenti ghiaie e sabbie in matrice sabbioso - limosa (Ns.P.T. 17 m – 17.45 m = 18-18-29 colpi).*

### **SONDAGGIO n° 3**

Il sondaggio è stato effettuato in corrispondenza di una zona in dissesto nell'intento di verificare la natura dei terreni e gli eventuali livelli di scivolamento. Il foro di sondaggio non è stato strumentato con piezometro. La prospezione è stata spinta sino alla profondità di 20.0 m ed ha evidenziato dati stratigrafici brevemente riassunti in:

*dal piano campagna sino a 2.0 m di profondità, si rinviene terreno di riporto costituito da sabbie limose contenenti ciottoli e resti di laterizio;*

*al di sotto e sino a 4.1 m di profondità sono presenti sabbie limose a tratti limoso argillose di colore giallastro;*

*al di sotto e sino a 4.7 m di profondità, sono presenti limi -argillosi di colore grigio. I terreni risultano coerenti e ben addensati (Ns.P.T. 2.5 m – 2.95 m = 6 – 14 – 9 colpi);*

*al di sotto e sino a 6.4 m di profondità sono presenti sabbie limose a tratti limoso argillose di colore giallastro; si rinviene uno strato plasticizzato nell'intervallo 4.7 m – 5.0 m (Ns.P.T. 5.0 m – 5.45 m = 6 – 18 – 20 colpi);*

*al di sotto e sino a 8.0 m di profondità sono presenti ghiaie e sabbie in matrice sabbioso - limosa);*

*al di sotto e sino a 8.8 m di profondità sono presenti sabbie limose a tratti limoso argillose di colore giallastro, molto addensate;*

*al di sotto e sino a 12.4 m di profondità sono presenti ghiaie e sabbie in matrice sabbioso – limosa) (Ns.P.T. 8.8 m – 9.25 m = 12 – 16 – 24 colpi) (Ns.P.T. 11.5 m – 11.95 m = 27 – 12 – 15 colpi);*

*al di sotto e sino a 18.3 m di profondità sono presenti sabbie limoso-argillose ben addensate con intercalazioni limoso argillose di colore grigio (Ns.P.T. 16 m – 16.45 m = 10 – 23 – 26 colpi);*

*al di sotto e sino a 20 m di profondità sono presenti ghiaie e sabbie in matrice sabbioso - limosa (Ns.P.T. 19 m – m = 36-R colpi).*

I sondaggi contrassegnati con la sigla **S5** e **S6** eseguiti in corrispondenza della strada **SP. N. 419 di CASALALTA** per il ripristino e la messa in sicurezza hanno consentito di accertare la stratigrafia dei terreni di imposta sino alla profondità massima di 20 m dal piano campagna, di seguito vengono riportati i parametri geotecnici ricavati dalle prove eseguite durante i sondaggi e la successione stratigrafica.





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 25 di 33

### **SONDAGGIO n° 5**

Il sondaggio è stato effettuato in corrispondenza di una zona in dissesto nell'intento di verificare la natura dei terreni e gli eventuali livelli di scivolamento. Il foro di sondaggio è stato strumentato con piezometro. La prospezione è stata spinta sino alla profondità di 16.5 m ed ha evidenziato dati stratigrafici brevemente riassunti in:

*dal piano campagna sino a 0.7 m di profondità, si rinviene terreno vegetale costituito da limi e sabbie debolmente argillose di colore avana contenenti ciottoli e resti di laterizio, radici e frustoli vegetali di media consistenza;*

*da 0.7 m e sino a 3.0 m di profondità, sono presenti sabbie limose di colore avana;*

*da 3.0 m fino a 3.7 m di profondità sono presenti sabbie argillose di colore avana, poco plastiche e di buona consistenza con ciottoli calcarei a spigoli vivi;*

*da 3.7 m e sino a 4.0 m di profondità sono presenti sabbie limose di colore avana;*

*da 4.0 m e sino a 8.9 m di profondità sono presenti sabbie argillose di colore avana poco plastiche con stratificazioni millimetriche color ocra e nero, di buona consistenza con noduli di travertino e ciottoli calcarei a spigoli vivi (Ns.p.T. 6.0 m – 6.45 m = 11-15-20 colpi);*

*da 8.9 m e sino a 10.5 m di profondità sono presenti sabbie limose;*

*da 10.5 m e sino a 11.6 m di profondità sono presenti sabbie argillose di colore avana poco plastiche con stratificazioni millimetriche color ocra e nero, di buona consistenza con noduli di travertino e ciottoli calcarei a spigoli vivi;*

*da 11.6 m e sino a 12.4 m di profondità sono presenti sabbie grossolane addensate;*

*da 12.4 m e sino a 14.0 m di profondità sono presenti sabbie argillose di colore avana poco plastiche con stratificazioni millimetriche color ocra e nero, di buona consistenza con noduli di travertino e ciottoli calcarei a spigoli vivi;*

*da 14.0 m e sino a 16.5 m di profondità sono presenti argille grigie di buona consistenza con clasti calcarei a spigoli vivi e livello di sabbie.*

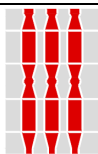
### **SONDAGGIO n° 6**

Il sondaggio è stato effettuato in corrispondenza di una zona in dissesto nell'intento di verificare la natura dei terreni e gli eventuali livelli di scivolamento. Il foro di sondaggio è stato strumentato con piezometro. La prospezione è stata spinta sino alla profondità di 20.0 m ed ha evidenziato dati stratigrafici brevemente riassunti in:

*dal piano campagna sino a 0.9 m di profondità, si rinviene terreno vegetale costituito da limi e sabbie debolmente argillose di colore avana contenenti ciottoli e resti di laterizio, radici e frustoli vegetali di media consistenza;*



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 26 di 33

*da 0.9 m fino a 10.5 m di profondità sono presenti sabbie argillose di colore avana, poco plastiche con stratificazioni millimetriche color ocra e nero, di buona consistenza con noduli di travertino e ciottoli calcarei a spigoli vivi (Ns.p.T. 8.5 m – 8.95 m = 12-23-34 colpi);*

*da 10.5 m e sino a 13.2 m di profondità sono presenti sabbie argillose di colore avana poco plastiche con stratificazioni millimetriche color ocra e nero;*

*da 13.2 m e sino a 20.0 m di profondità sono presenti ghiaie e sabbie in matrice limoso-sabbiosa di colore giallastro.*

I sondaggi contrassegnati con la sigla **S1 – S2 - S3** eseguiti in corrispondenza dell'area parcheggio lungo via **Borgo Garibaldi** nel centro storico di Deruta hanno consentito di accertare la stratigrafia dei terreni di imposta sino alla profondità massima di 5.0 m dal piano campagna, di seguito vengono riportati i parametri geotecnici ricavati dalle prove eseguite durante i sondaggi e la successione stratigrafica.

### **SONDAGGIO n° 1**

Il sondaggio è stato effettuato in corrispondenza dell'area di parcheggio nell'intento di verificare la natura dei terreni.

La prospezione è stata spinta sino alla profondità di 5.0 m ed ha evidenziato dati stratigrafici brevemente riassunti in:

*dal piano campagna sino a 2.5 m di profondità, si rinviene terreno di riporto antico costituito da ciottoli eterometrici in scarsa matrice limoso-sabbiosa;*

*da 2.5 m e sino a 5.0 m di profondità, sono presenti sabbie e sabbie limose alternate a sabbie ghiaiose e conglomerati di buona consistenza.*

### **SONDAGGIO n° 2**

Il sondaggio è stato effettuato in corrispondenza dell'area di parcheggio nell'intento di verificare la natura dei terreni.

La prospezione è stata spinta sino alla profondità di 5.0 m ed ha evidenziato dati stratigrafici brevemente riassunti in:

*dal piano campagna sino a 2.5 m di profondità, si rinviene terreno di riporto antico costituito da ciottoli eterometrici in scarsa matrice limoso-sabbiosa;*

*da 2.5 m e sino a 5.0 m di profondità, sono presenti sabbie e sabbie limose alternate a sabbie ghiaiose e*



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 27 di 33

*conglomerati di buona consistenza.*

### **SONDAGGIO n° 3**

Il sondaggio è stato effettuato in corrispondenza dell'area di parcheggio nell'intento di verificare la natura dei terreni.

La prospezione è stata spinta sino alla profondità di 5.0 m ed ha evidenziato dati stratigrafici brevemente riassunti in:

*dal piano campagna sino a 2.0 m di profondità, si rinviene terreno di riporto antico costituito da ciottoli eterometrici in scarsa matrice limoso-sabbiosa;*

*da 2.0 m e sino a 5.0 m di profondità, sono presenti sabbie e sabbie limose alternate a sabbie ghiaiose e conglomerati di buona consistenza.*

Le prove penetrometriche dinamiche contrassegnate con la sigla **DPM1** sono state effettuate nel centro storico di Deruta.

#### PROVA PENETROMETRICA n° 1 (certificato DPM1)

La prova è stata effettuata in corrispondenza del museo, la posizione e la profondità di investigazione sono state mirate a verificare i litotipi e la resistenza alla compressione dei terreni posti alla profondità di posa delle fondazioni.

La prospezione è stata spinta sino alla profondità di -9.0 m ed ha evidenziato dati stratigrafici e di resistenza dei materiali che possono essere brevemente riassunti in:

- dal piano campagna sino a -1.8 m di profondità sono presenti depositi addensati riferibili a terreno di riporto/stabilizzato;
- da 1.8 m a -4.9 m si rinvencono materiali buona consistenza geomeccanica da interpretare come limi sabbiosi di colore ocra;
- da 4.9 m a -9.0 m si rinvencono materiali buona consistenza geomeccanica da interpretare come sabbia limosa, giallastra.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 28 di 33

## PROVA PENETROMETRICA n° 2 (certificato DPM2)

La prova è stata effettuata in corrispondenza del museo, la posizione e la profondità di investigazione sono state mirate a verificare i litotipi e la resistenza alla compressione dei terreni posti alla profondità di posa delle fondazioni.

La prospezione è stata spinta sino alla profondità di -8.0 m ed ha evidenziato dati stratigrafici e di resistenza dei materiali che possono essere brevemente riassunti in:

- dal piano campagna sino a -3.6 m di profondità sono presenti depositi addensati riferibili a terreno di riporto/stabilizzato;
- da 3.6 m a -5.7 m si rinvencono materiali buona consistenza geomeccanica da interpretare come limi sabbiosi di colore ocra;
- da 5.7 m a -8.0 m si rinvencono materiali buona consistenza geomeccanica da interpretare come sabbia limosa, giallastra.

## 8 OPERE DI PROGETTO

Le opere di progetto per la mitigazione del rischio idrogeologico che interessano i terreni del versante Nord-Est di Deruta (strada Circonvallazione Nord) sono rappresentati dalle verticali riportate al par. 7. I sondaggi e le prove eseguite data l'omogeneità dei depositi di natura sabbioso limosa e argillosa del colle di Deruta costituito da materiali Pleistocenici in facies fluvio-lacustre appartenenti al SuperSintema Tiberino, e nel sito oggetto dell'intervento risultano appartenenti al Subsintema di Santa Maria di Ciciliano (Litofacies di Madonna dei Bagni - SCF) che affiora tra le località di Deruta, Pontenuovo e Ripabianca.

Il Subsintema di Santa Maria di Ciciliano in particolare per quanto riguarda la Litofacies di Madonna dei Bagni (SCF) è caratterizzato da litofacies eteropiche di natura sabbioso argillosa all'interno delle quali si rinvencono alternanze sabbioso-ciottolose. I depositi presentano una disposizione tabulare e sono caratterizzati da un grado di compattazione elevato, da potersi assimilare a terreni pseudolitoidi (sovracconsolidati). La geometria tabulare riguardo la stratificazione dei terreni presenti ci conforta nel ritenere congruente i sondaggi eseguiti in precedenza per le opere di progetto previste e di ricostruire il modello geotecnico per la verifica delle opere.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 29 di 33

## PARATIA 1.

La paratia 1 verrà realizzata lungo la strada Circonvallazione Nord e i sondaggi di riferimento per la caratterizzazione geotecnica e per la ricostruzione del modello geotecnico di riferimento sono tra quelli riportati nella relazione il sondaggio S5 e S6.

Dati stratigrafici utili per la caratterizzazione geotecnica:

*dal piano campagna sino a 0.9 m di profondità, si rinviene terreno vegetale costituito da limi e sabbie debolmente argillose di colore avana contenenti ciottoli e resti di laterizio, radici e frustoli vegetali di media consistenza;*

*da 0.9 m fino a 10.5 m di profondità sono presenti sabbie argillose di colore avana, poco plastiche con stratificazioni millimetriche color ocra e nero, di buona consistenza con noduli di travertino e ciottoli calcarei a spigoli vivi (Ns.P.T. 8.5 m – 8.95 m = 12-23-34 colpi);*

*da 10.5 m e sino a 13.2 m di profondità sono presenti sabbie argillose di colore avana poco plastiche con stratificazioni millimetriche color ocra e nero.*

## PARATIA 2.

La paratia 2 verrà realizzata in corrispondenza del tornante lungo la strada Circonvallazione Nord e i sondaggi di riferimento per la caratterizzazione geotecnica e per la ricostruzione del modello geotecnico di riferimento sono tra quelli riportati nella relazione il sondaggio S2 e S3.

Dati stratigrafici utili per la caratterizzazione geotecnica:

*dal piano campagna sino a 3.5 m di profondità, sono presenti limi -sabbiosi di colore marrone e giallastro. I terreni risultano coerenti e ben addensati (Ns.P.T. 3 m – 3.45 m = 3 –7 –12 colpi);*

*al di sotto e sino a 5.0 m di profondità sono presenti sabbie limose a tratti limoso argillose di colore giallastro; si rinviene uno strato plasticizzato nell'intervallo 4.5 m – 4.95 m;*

*al di sotto e sino a 15.9 m di profondità sono presenti ghiaie e sabbie in matrice sabbioso - limosa (Ns.P.T. 8.2 m – 8.65 m = 4 –8 –30 colpi) - (Ns.P.T. 10.8 m – m = 16 –R colpi) - (Ns.P.T. 12.5 m – 12.95 m = 4 –15 –7 colpi) - (Ns.P.T. 14.5 m –m = 37 – R colpi);*

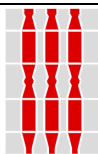
*al di sotto e sino a 17 m di profondità sono presenti sabbie argillose ben addensate.*

## TERRA RINFORZATA.

La Terra Rinforzata verrà realizzata lungo la strada Circonvallazione Nord e i sondaggi di riferimento per la caratterizzazione geotecnica e per la ricostruzione del modello geotecnico di riferimento sono tra quelli riportati nella relazione il sondaggio S5 e S6.



Comune di Deruta



Regione Umbria



**Next Generation EU**  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

Pag. 30 di 33

Dati stratigrafici utili per la caratterizzazione geotecnica:

*dal piano campagna sino a 0.9 m di profondità, si rinviene terreno vegetale costituito da limi e sabbie debolmente argillose di colore avana contenenti ciottoli e resti di laterizio, radici e frustoli vegetali di media consistenza;*

*da 0.9 m fino a 10.5 m di profondità sono presenti sabbie argillose di colore avana, poco plastiche con stratificazioni millimetriche color ocra e nero, di buona consistenza con noduli di travertino e ciottoli calcarei a spigoli vivi (Ns.P.T. 8.5 m – 8.95 m = 12-23-34 colpi);*

*da 10.5 m e sino a 13.2 m di profondità sono presenti sabbie argillose di colore avana poco plastiche con stratificazioni millimetriche color ocra e nero.*

## 9 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono state effettuate prove SPT nel foro di sondaggio e prove con il pocket penetrometer sulle carote estratte. La correlazione dei dati ha consentito di verificare una buona omogeneità nella distribuzione latero-verticale dei litotipi presenti nell'area di frana.

I campioni indisturbati prelevati nei sondaggi eseguiti dalla Provincia di Perugia risultano coerenti con i materiali dove verranno realizzate le opere di progetto e pertanto si ritiene di poter utilizzare i parametri geotecnici di materiali, debitamente rivisti e cautelativamente ripresi, per le verifiche di cui al NTC2018.

Si riporta una tabella riepilogativa delle analisi di laboratorio eseguite.



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 31 di 33

COMMITTENTE: Amministrazione Provinciale di Perugia  
CANTIERE: SP 419 Deruta (frana)  
DATA: 08 aprile 2005

Sigla camp. Profondità (m)	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> ) Wn (%) Gs (g/cm <sup>3</sup> )	Limiti di Atterberg	E.L.L. (KN/m <sup>2</sup> )	granulometria	Taglio C.D. T. Residuo (° - KN/m <sup>2</sup> )	Descrizione Campione (classif. CNR-UNI-10006)
S1 C1 5.50 - 6.00	$\gamma = 18.93$ Wn = 20.64 Gs = 2.640	LL = 24.092 LP = 16.436 IP = 7.656	Non effettuabile: materiale "sabbioso".	Ghiaia: 6.4 Sabbia: 52.1 Limo: 29.5 Argilla: 12.0	$\phi' = 31.75$ $c' = 25.89$ $\phi'_r = 22.79$ $c'_r = 7.09$	Sabbia con limo, argillosa, con clasti sparsi, colore nocciola, poco addensata. (A4)
S2 C1 5.50 - 6.20	$\gamma = 19.76$ Wn = 20.90 Gs = 2.673	LL = 33.273 LP = 17.303 IP = 15.970	Non effettuabile: materiale "sabbioso".	Ghiaia: 4.5 Sabbia: 40.5 Limo: 37.0 Argilla: 18.0	$\phi' = 26.21$ $c' = 27.10$ $\phi'_r = 20.56$ $c'_r = 6.54$	Sabbia con limo, argillosa, di colore avana e grigio con ossidi e sostanza organica. (A6)
S2 C2 12.00 - 12.70	$\gamma = 19.52$ Wn = 23.77 Gs = 2.691	LL = 45.928 LP = 22.812 IP = 23.116	qu = 265.53	Ghiaia: 0.6 Sabbia: 3.9 Limo: 56.5 Argilla: 39.0	$\phi' = 23.74$ $c' = 34.05$ $\phi'_r = 19.48$ $c'_r = 11.31$	Limo con argilla di colore grigio chiaro/avana, caotico. (A7-6)
S4 C1 5.00 - 5.50	$\gamma = 20.14$ Wn = 22.29 Gs = 2.658	LL = 35.995 LP = 17.163 IP = 18.832	Non effettuabile: materiale insufficiente	Ghiaia: 21.7 Sabbia: 54.8 Limo: 10.5 Argilla: 13.0 Ghiaia: 2.9 Sabbia: 46.1 Limo: 33.5 Argilla: 17.5	$\phi' = 26.66$ $c' = 16.61$ $\phi'_r = 21.15$ $c'_r = 3.54$	Primi 30 cm: sabbia ghiaiosa debolmente limo argillosa; (A1-b) Parte più in prof.: sabbia con limo, argillosa, di colore nocciola, poco addensata (prove effettuate qui). (A6)
S4 C2 9.00 - 9.50	$\gamma = 20.69$ Wn = 23.13 Gs = 2.621	Non effettuabile: materiale "sabbioso".	Non effettuabile: materiale "sabbioso".	Ghiaia: 6.1 Sabbia: 68.4 Limo: 17.0 Argilla: 8.5	$\phi' = 30.77$ $c' = 19.07$ $\phi'_r = 23.70$ $c'_r = 5.72$	Sabbia limosa debolmente argillosa, colore nocciola, non addensata. (A2-4)
S4 C3 12.00 - 12.50	$\gamma = 19.36$ Wn = 18.64 Gs = 2.714	LL = 45.281 LP = 21.262 IP = 24.019	qu = 53.17	Ghiaia: 0.8 Sabbia: 73.2 Limo & Argilla: 26.0 Ghiaia: 0.0 Sabbia: 16.0 Limo: 39.0 Argilla: 44.5	$\phi' = 24.48$ $c' = 19.07$ $\phi'_r = 21.18$ $c'_r = 8.99$	Primi 15 cm: sabbia debolmente limo argillosa; (A2-4) Parte più in prof.: argilla con limo, sabbiosa, di colore grigio, (prove effettuate qui). (A7-6)

È stata effettuata una scelta tecnica nel considerare una unità geotecnica i cui parametri possano essere rappresentativi dei singoli livelli dove la consistenza geomeccanica è confrontabile e la variazione è legata solo ed esclusivamente alla granulometria (prevalenza della componente sabbiosa e/o argillosa).

Di seguito si riportano in modo schematico le caratteristiche geotecniche utilizzate per le verifiche delle opere di progetto:

Litologia	N SPT	$\phi$	C' KPa	$\gamma$ KN/m <sup>3</sup>
Sabbia Argillosa	35	24°-26°	20 - 30	19.0





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b

MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. C04E0012B

Relazione geologica,  
geotecnica e sismica

Pag. 32 di 33

## 10 VERIFICA A LIQUEFAZIONE TERRENI

La verifica a liquefazione viene omessa sulla base delle indicazioni contenute nel **D.M. 2018** dove si evince che la probabilità che si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica una delle seguenti condizioni:

- 1). eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
- 2). accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- 3). **profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;**
- 4). depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$ ;
- 5). distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Nel caso in oggetto ci troviamo nella condizione riportata al punto 3) con falda assente fino a 16 m.

## 11 CONCLUSIONI

Lo schema interpretativo proposto consente di affermare che l'area dissestata che necessita di interventi di mitigazione e di riduzione del rischio idrogeologico interessa i materiali di riporto e in parte i terreni plio-pleistocenici sottostanti.

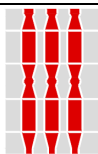
La tipologia degli interventi da realizzare tiene conto di diversi fattori:

- la presenza della importante via di comunicazione (Strada S.P. N. 419 di Casalalta);
- la litologia e lo spessore dei terreni interessati,
- anomalie relative alla circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Le opere di mitigazione del rischio idrogeologico previste sono state individuate sulla base dei rilievi e dei risultati dell'indagine geognostica e sismica.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU  
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b  
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. C04E0012B

**Relazione geologica,  
geotecnica e sismica**

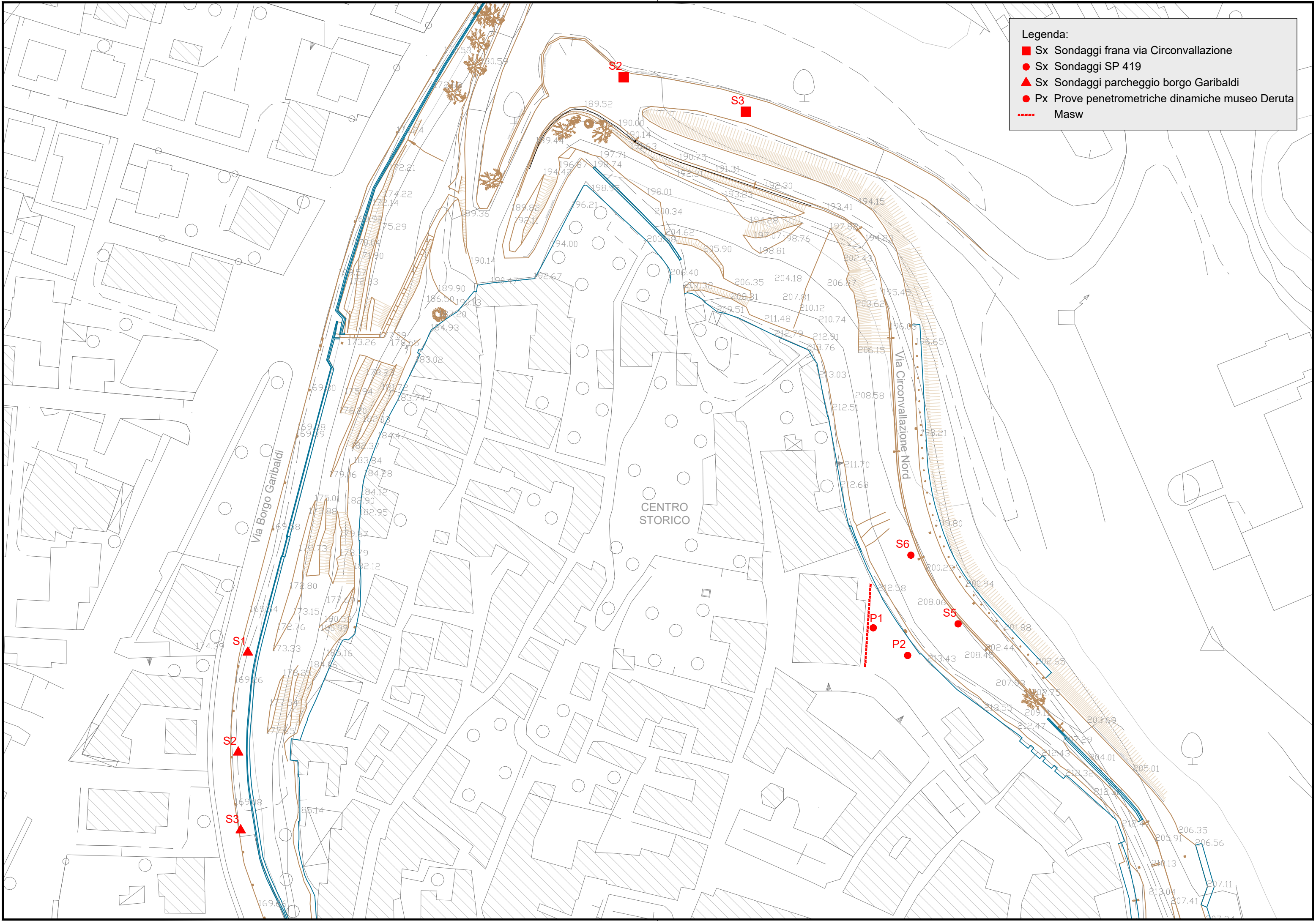
Pag. 33 di 33

Gli interventi previsti consisteranno:

- un sentiero sterrato che consenta la percorribilità agevole di tutto il perimetro di sommità della scarpata, a contatto con le edificato storico. Il sentiero in larghi tratti già esiste, va razionalizzato e integrato;
- un sistema di raccolta delle acque provenienti dal centro storico e, in quantità minore, delle acque di pioggia sulla scarpata. Anche questo sistema è in parte esistente ma va razionalizzato e integrato, secondo uno schema che preveda un collettore “anulare” in sommità della scarpata, nel sentiero, e delle discese “radiali” a ricalcare quelle esistenti comunque negli impluvi naturali;
- due brevi tratti di muri di contenimento, alti circa 2.0 m, al piede della scarpata, con la funzione di proteggere parti di questa particolarmente acclivi e soggetti ad erosione e piccoli scoscendimenti, non risolvibili con altre tecniche. Comunque tra queste opere, di base, ed il costruito storico, c'è sempre un'ampia fascia di scarpata verde che ne minimizza la relazione visiva.

**Legenda:**

- Sx Sondaggi frana via Circonvallazione
- Sx Sondaggi SP 419
- ▲ Sx Sondaggi parcheggio borgo Garibaldi
- Px Prove penetrometriche dinamiche museo Deruta
- Masw

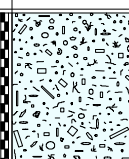
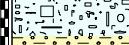


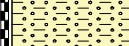


















Riferimento: Comune di Deruta	Sondaggio: 2
Località: Strada Circonvallazione, Deruta (PG)	Quota:
Impresa esecutrice: SO.GEO. S.a.s.	Data: 24-26/06/08
Coordinate:	Redattore: Dr. Giorgio Cerquiglini
Perforazione: carotaggio continuo	

ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	
									m	S.P.T.	N Pt				
				1	Terreno di riporto costituito da sabbie limose contenenti ciottoli e resti di laterizio; presenza di apparati radicali										
				2											
				3	Limo sabbioso argilloso compatto, di colore marrone giallastro chiaro				3.0	3-7-12	19 A	2.6	2.6		
				4	Sabbie limose gialle mediamente addensate							3.5	0.9		
				5											
				6	Ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa							5.0	1.5		
				7											
				8					8.2	4-8-30	38 C				
				9											
				10											
				11					10.8	16-R	Rif C				
				12											
				13					12.5	4-15-7	22 C				
				14											
				15					14.5	37-R	Rif C				
				16	Sabbie fini argillose, coerenti e ben addensate		2.0					15.9	10.9		
				17	Ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa		2.0					17.0	1.1		
				18											
				19											
101				20								20.0	3.0		



Riferimento: Comune di Deruta	Sondaggio: 3
Località: Strada Circonvallazione, Deruta (PG)	Quota:
Impresa esecutrice: SO.GEO. S.a.s.	Data: 30/06/08-01/07/08
Coordinate:	Redattore: Dr. Giorgio Cerquiglini
Perforazione: carotaggio continuo	

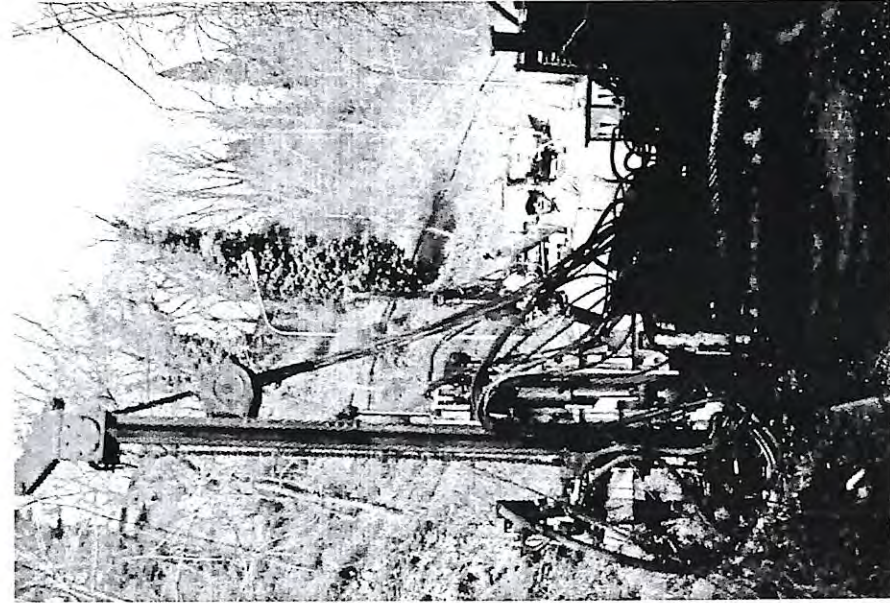
Profondità (m)	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	
					m	S.P.T.	N Pt				
1										Terreno di riporto limoso sabbioso di colore marrone giallastro chiaro	
2							2.0	2.0		Sabbie limose gialle, da medianete addensate a ben addensate, di colore variabile dal giallo al grigio oliva chiaro	
3					2.5	6-14-9	23	A			
4							4.1	2.1			
5			5.0				4.7	0.6		Limo argilloso grigio oliva chiaro, di consistenza molto compatta	
6					5.0	6-18-20	38	A		Sabbie fini limose di colore variabile dal marrone giallastro chiaro al giallo pallido, molto addensate	
7							6.4	1.7		Ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa	
8							8.0	1.6		Sabbie gialle a grana medio grossolana, debolmente limose, molto addensate	
9					8.8	12-16-24	40	C	8.8	0.8	Ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa
10											
11											
12					11.5	27-12-15	27	C			
13			3.1				12.4	3.6		Sabbie limose gialle con venature grigio chiare, ben addensate	
14			4.3				12.6	0.2		Argilla limosa grigia di consistenza dura	
15							13.3	0.7		Sabbie fini limose, di colore grigio, coerenti e ben addensate	
16											
17			5.7				15.7	2.4		Argilla limosa marrone scuro, di consistenza dura	
18							16.4	0.7		Sabbie fini argillose, di colore grigio chiaro, coerenti e ben addensate	
19							17.8	1.4		Sabbie fini limose, di colore giallo, coerenti e ben addensate	
20					19.0	36-R	Rif	C	18.3	0.5	Ghiaie eterometriche in matrice sabbioso limosa
101							20.0	1.7			









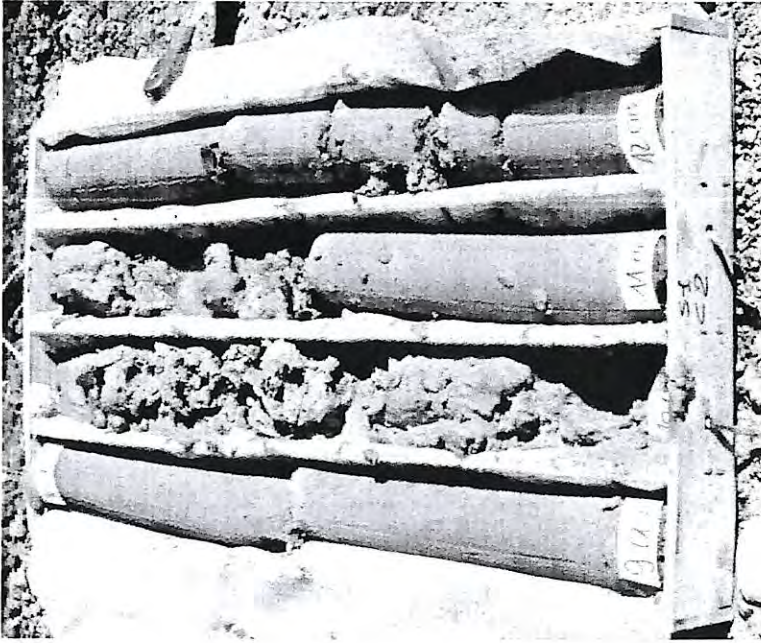


**PROVINCIA DI PERUGIA**  
**S.P. 419/1 di Casalalta (loc. Deruta) Km 0+500**  
**S5C1 da 0.00 m a 4.00 m**



**PROVINCIA DI PERUGIA**  
**S.P. 419/1 di Casalalta (loc. Deruta) Km 0+500**  
**S5C2 da 4.00 m a 8.00 m**

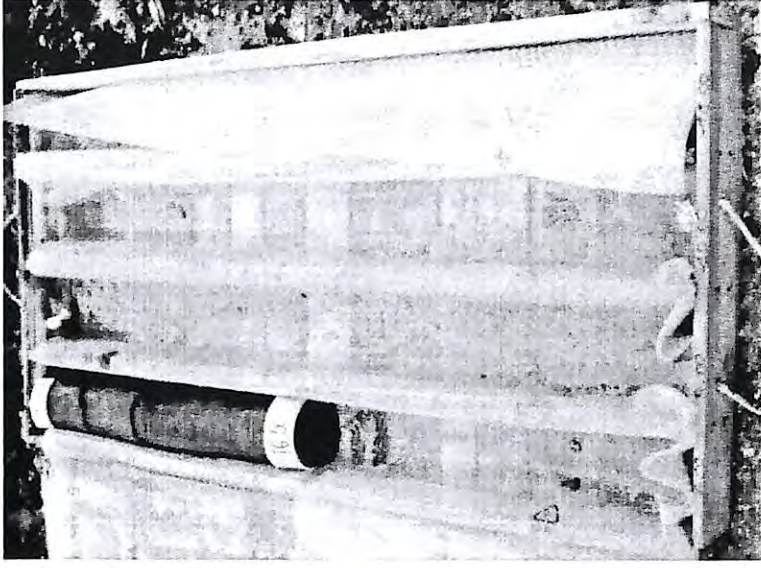




PROVINCIA DI PERUGIA  
S.P. 419/1 di Casalalta (loc. Deruta) Km 0+500  
S5C3 da 8.00 m a 12.00 m



PROVINCIA DI PERUGIA  
S.P. 419/1 di Casalalta (loc. Deruta) Km 0+500  
S5C4 da 12.00 m a 16.00 m



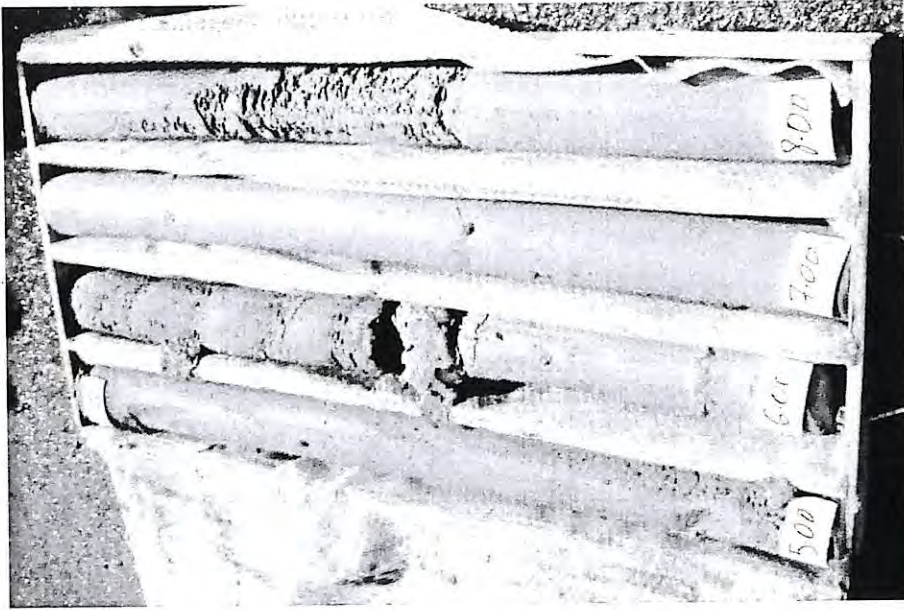
PROVINCIA DI PERUGIA  
S.P. 419/1 di Casalalta (loc. Deruta) Km 0+500  
S5C4 da 16.00 m a 16.50 m



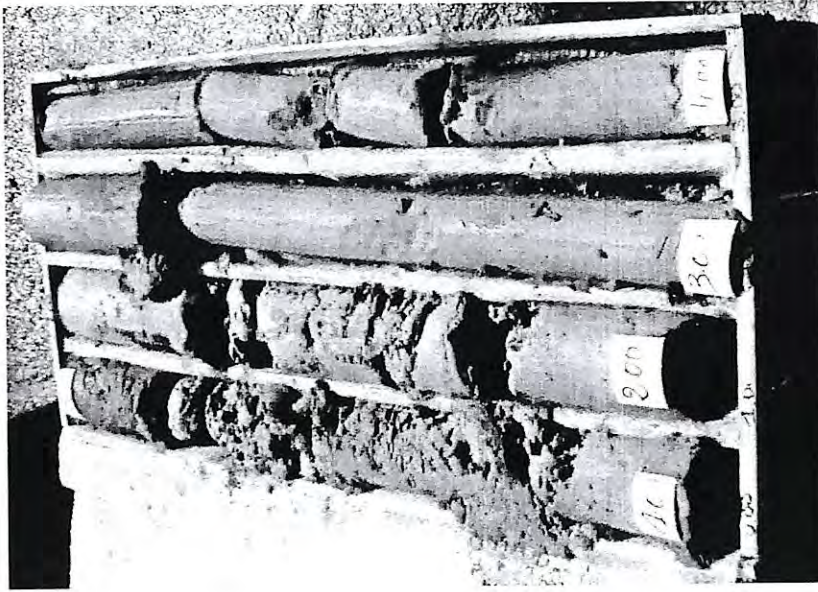




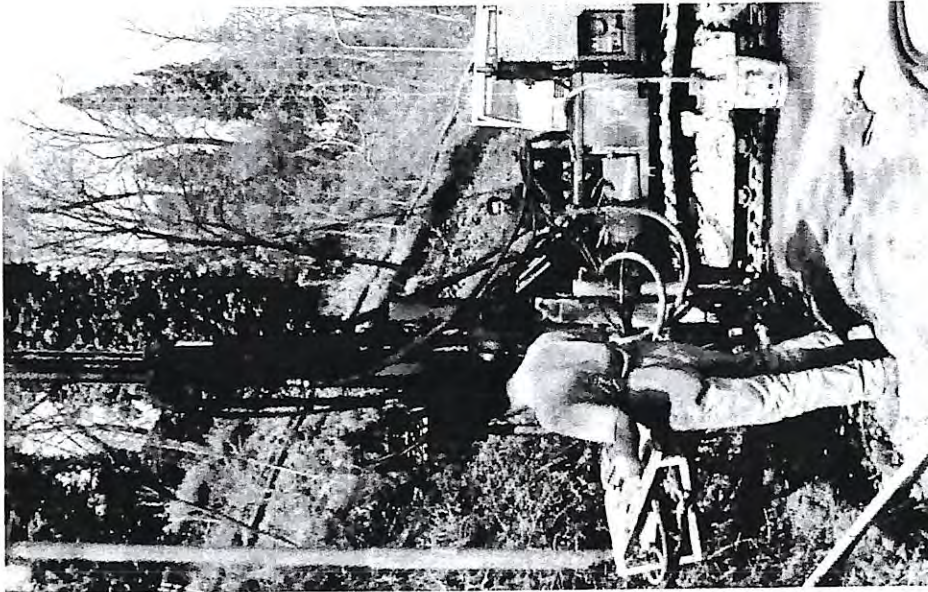




**PROVINCIA DI PERUGIA**  
**S.P. 419/1 di Casalalta (loc. Deruta) Km 0+500**  
**S6C2 da 4.00 m a 8.00 m**




**PROVINCIA DI PERUGIA**  
**S.P. 419/1 di Casalalta (loc. Deruta) Km 0+500**  
**S6C1 da 0.00 m a 4.00 m**





LOCALITA': Via Garibaldi  
 SITO : F° 21 - Part. 61 (Comune di Deruta)  
 SONDAGGIO S1

SCALA 1:50  
 DATA ESECUZIONE  
 aprile 2000

PROFONDITA' DAL PIANO CAMPANA	COLUMNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PRELIEVO CAMPIONI INVESTITI	LIVELLO STATICO FALDA E QUOTA RINVENIMENTO	PARAMETRI GEOTECNICI
1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0 10.0		<p>Terreno di riporto antico, costituito da resti di cotto eterometrici, in scarsa matrice limo-sabbiosa.</p> <p>Sabbie e sabbie limose alternate a sabbie ghiaiose e conglomerati in stato addensato.</p>		1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0 10.0	<p><math>y = 1.85</math>  <math>C' = 0.00</math>  <math>\phi' = 30^\circ</math></p> <p><math>y = 1.90</math>  <math>C' = 0.10</math>  <math>\phi' = 30^\circ</math></p>

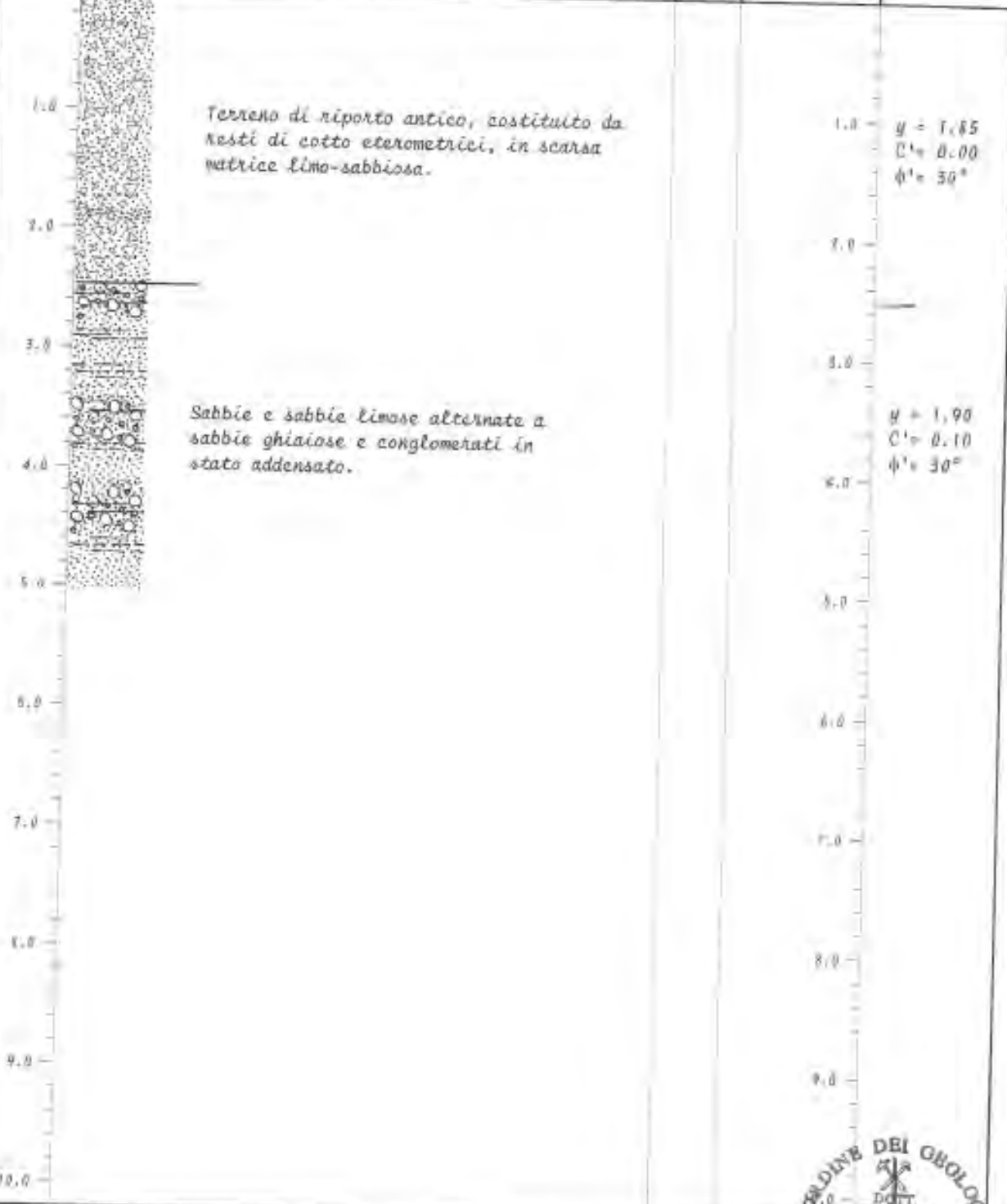


LOCALITA': Via Garibaldi  
 SITO : F<sup>o</sup> 21 - Part. 61 (Comune di Deruta)  
 SONDAGGIO S2

SCALA 1:50



DATA ESECUZIONE  
 aprile 2000

PROFONDITA' DAL PIANO CAMPANA	SILIZIO STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PILLOLE CARPONI (METERI)	LIVELLO STATICO FALDA E QUOTA RINVENIMENTO	PARAMETRI GEOTECNICI
-------------------------------	-----------------------	---------------------------	--------------------------	--	----------------------



LOCALITA': *Via Garibaldi*  
 SITO : *F° 21 - Part. 61 (Comune di Deruta)*  
 SONDAGGIO *S3*

SCALA 1:50  
 DATA ESECUZIONE *aprile 2000*

PROFONDITA' DAL PIANO CAMPAGNA	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PNEUMI CAMPAGNA (METER)	LIVELLO STATICO FALDA E QUOTA RINVENIMENTO	PARAMETRI GEOTECCNICI
1.0		<i>Terreno di riporto antico, costituito da resti di cotto eterometrici, in scarsa matrice limo-sabbiosa.</i>		1.0	$\gamma = 1.85$ $C' = 0.00$ $\phi' = 30^\circ$
2.0		<i>Sabbie e sabbie limose alternate a sabbie ghiaiose e conglomerati in stato addensato, a tratti prevalenti.</i>		2.0	$\gamma = 1.90$ $C' = 0.10$ $\phi' = 30^\circ$
3.0				3.0	
4.0				4.0	
5.0				5.0	
6.0				6.0	
7.0				7.0	
8.0				8.0	
9.0				9.0	
10.0				10.0	



## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Comune di Deruta Cantiere: Musealizzazione area archeologica Località: Deruta - Centro Storico	
---	--

Committente: Comune di Deruta Cantiere: Musealizzazione area archeologica Località: Deruta - Centro Storico	
---	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,761
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	60 °

Signature 1

Signature 2

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

**penetrometri in uso in Italia**

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica



( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 20 \text{ kg}$ , altezza di caduta  $H=0.20 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta = 10 \text{ cm}$ , punta conica  
( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 73 \text{ kg}$ , altezza di caduta  $H=0.75 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta=30 \text{ cm}$ , punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ),  
diametro  $D = 50.8 \text{ mm}$ , area base cono  $A=20.27 \text{ cm}^2$  rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
massa battente  $M=63.5 \text{ kg}$ , altezza caduta  $H=0.75 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta=20-30 \text{ cm}$ , punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5 \text{ mm}$ , area base cono  $A = 20 \text{ cm}^2$ , rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con $N_{spt}$

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di riportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{spt}$  è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

$M$  = peso massa battente;

$M'$  = peso aste;

$H$  = altezza di caduta;

$A$  = area base punta conica;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

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

$R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );

$e$  = infissione media per colpo ( $\delta/N$ );

$M$  = peso massa battente (altezza caduta  $H$ );

$P$  = peso totale aste e sistema battuta.

## **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

## **Valutazioni statistiche e correlazioni**

### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### **Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media + s**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media - s**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Distribuzione normale R.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove  $s_{N_{spt}}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

### **Distribuzione normale R.N.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di  $N_{spt}$  distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove  $n$  è il numero di letture.

### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione  $d = 1$  mt..

### **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

#### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

#### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda**

$N_{spt}$  corretto =  $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda) .

#### **Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38° ).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da  $D_r$  %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.

- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### **Densità relativa (%)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie  $D_r$  viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### **Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### **Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Peso di volume saturo**

- Terzaghi-Peck 1948-1967

#### **Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

#### **Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss 1978-1981. Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### **Velocità onde di taglio $V_s$ (m/sec)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

#### **Modulo di deformazione di taglio ( $G$ )**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

#### **Modulo di reazione ( $K_o$ )**

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

## Correlazioni geotecniche terreni coesivi

### *Coesione non drenata*

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$ , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max*.
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$ , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu- $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982, valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

### *Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )*

- Robertson 1983  $Q_c$

### *Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )*

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli ( $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt}=6-12$ ).

### *Modulo Di Young ( $E_\gamma$ )*

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

### *Stato di consistenza*

- Classificazione A.G.I. 1977

### *Peso di Volume*

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

### *Peso di volume saturo*

- Meyerhof ed altri.



## PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda non rilevata

DPM (DL030 10) (Medium)  
07/05/2009  
9,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	15	0	0,807	40,40	50,09	2,02	2,50
0,20	12	0	0,855	34,25	40,07	1,71	2,00
0,30	15	0	0,803	40,21	50,09	2,01	2,50
0,40	8	0	0,851	22,73	26,72	1,14	1,34
0,50	5	0	0,849	14,17	16,70	0,71	0,83
0,60	6	0	0,847	16,97	20,04	0,85	1,00
0,70	3	0	0,845	8,47	10,02	0,42	0,50
0,80	7	0	0,843	19,71	23,38	0,99	1,17
0,90	3	0	0,842	8,00	9,51	0,40	0,48
1,00	3	0	0,840	7,98	9,51	0,40	0,48
1,10	2	0	0,838	5,31	6,34	0,27	0,32
1,20	4	0	0,836	10,60	12,68	0,53	0,63
1,30	3	0	0,835	7,93	9,51	0,40	0,48
1,40	3	0	0,833	7,92	9,51	0,40	0,48
1,50	2	0	0,831	5,27	6,34	0,26	0,32
1,60	2	0	0,830	5,26	6,34	0,26	0,32
1,70	2	0	0,828	5,25	6,34	0,26	0,32
1,80	5	0	0,826	13,09	15,85	0,65	0,79
1,90	7	0	0,825	17,41	21,11	0,87	1,06
2,00	7	0	0,823	17,37	21,11	0,87	1,06
2,10	7	0	0,822	17,34	21,11	0,87	1,06
2,20	9	0	0,820	22,25	27,14	1,11	1,36
2,30	9	0	0,819	22,21	27,14	1,11	1,36
2,40	8	0	0,817	19,71	24,12	0,99	1,21
2,50	8	0	0,816	19,67	24,12	0,98	1,21
2,60	7	0	0,814	17,19	21,11	0,86	1,06
2,70	7	0	0,813	17,16	21,11	0,86	1,06
2,80	7	0	0,811	17,13	21,11	0,86	1,06
2,90	6	0	0,810	13,98	17,25	0,70	0,86
3,00	6	0	0,809	13,95	17,25	0,70	0,86
3,10	7	0	0,807	16,25	20,13	0,81	1,01
3,20	8	0	0,806	18,54	23,00	0,93	1,15
3,30	8	0	0,805	18,51	23,00	0,93	1,15
3,40	6	0	0,803	13,86	17,25	0,69	0,86
3,50	6	0	0,802	13,84	17,25	0,69	0,86
3,60	6	0	0,801	13,82	17,25	0,69	0,86
3,70	6	0	0,800	13,80	17,25	0,69	0,86
3,80	6	0	0,798	13,77	17,25	0,69	0,86
3,90	7	0	0,797	15,34	19,24	0,77	0,96
4,00	6	0	0,796	13,13	16,49	0,66	0,82
4,10	8	0	0,795	17,47	21,98	0,87	1,10
4,20	8	0	0,794	17,45	21,98	0,87	1,10
4,30	11	0	0,793	23,96	30,23	1,20	1,51
4,40	9	0	0,791	19,57	24,73	0,98	1,24
4,50	6	0	0,790	13,03	16,49	0,65	0,82
4,60	7	0	0,789	15,18	19,24	0,76	0,96
4,70	8	0	0,788	17,33	21,98	0,87	1,10
4,80	7	0	0,787	15,14	19,24	0,76	0,96
4,90	8	0	0,786	16,55	21,05	0,83	1,05
5,00	10	0	0,785	20,66	26,32	1,03	1,32
5,10	10	0	0,784	20,63	26,32	1,03	1,32
5,20	11	0	0,783	22,67	28,95	1,13	1,45
5,30	13	0	0,732	25,04	34,21	1,25	1,71

5,40	14	0	0,731	26,93	36,84	1,35	1,84
5,50	13	0	0,730	24,98	34,21	1,25	1,71
5,60	12	0	0,779	24,60	31,58	1,23	1,58
5,70	11	0	0,778	22,53	28,95	1,13	1,45
5,80	11	0	0,777	22,50	28,95	1,13	1,45
5,90	11	0	0,776	21,56	27,77	1,08	1,39
6,00	10	0	0,775	19,58	25,25	0,98	1,26
6,10	10	0	0,775	19,55	25,25	0,98	1,26
6,20	11	0	0,774	21,49	27,77	1,07	1,39
6,30	11	0	0,773	21,46	27,77	1,07	1,39
6,40	11	0	0,772	21,44	27,77	1,07	1,39
6,50	10	0	0,771	19,47	25,25	0,97	1,26
6,60	10	0	0,770	19,45	25,25	0,97	1,26
6,70	10	0	0,770	19,43	25,25	0,97	1,26
6,80	10	0	0,769	19,41	25,25	0,97	1,26
6,90	9	0	0,768	16,77	21,83	0,84	1,09
7,00	8	0	0,767	14,89	19,41	0,74	0,97
7,10	9	0	0,766	16,73	21,83	0,84	1,09
7,20	9	0	0,766	16,72	21,83	0,84	1,09
7,30	10	0	0,765	18,56	24,26	0,93	1,21
7,40	11	0	0,764	20,39	26,68	1,02	1,33
7,50	12	0	0,763	22,22	29,11	1,11	1,46
7,60	12	0	0,763	22,20	29,11	1,11	1,46
7,70	13	0	0,712	22,45	31,54	1,12	1,58
7,80	12	0	0,761	22,16	29,11	1,11	1,46
7,90	10	0	0,761	17,76	23,35	0,89	1,17
8,00	11	0	0,760	19,52	25,68	0,98	1,28
8,10	9	0	0,759	15,95	21,01	0,80	1,05
8,20	10	0	0,759	17,71	23,35	0,89	1,17
8,30	10	0	0,758	17,69	23,35	0,88	1,17
8,40	10	0	0,757	17,68	23,35	0,88	1,17
8,50	10	0	0,757	17,66	23,35	0,88	1,17
8,60	11	0	0,756	19,41	25,68	0,97	1,28
8,70	10	0	0,755	17,63	23,35	0,88	1,17
8,80	11	0	0,755	19,38	25,68	0,97	1,28
8,90	11	0	0,754	18,66	24,75	0,93	1,24
9,00	10	0	0,753	16,95	22,50	0,85	1,13

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - terreno di riporto	4,23	1,80	21,11	47,24	57,53	18,75
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	19,96	44,91	46,24	22,28
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	20,76	45,57	46,28	28,66

### 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	Owaski & Iwasaki
[1] - terreno di riporto	4,23	1,80	4,23	28,21	21,21	29,18	31,67	31,34	0	<30	22,97	28,27	31,07	24,2
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	5,55	28,59	21,59	29,55	29,22	31,9	0	<30	24,12	28,67	32,01	25,54
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	8,11	29,32	22,32	30,27	28,34	32,94	0	<30	26,03	29,43	33,39	27,74

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - terreno di riporto	4,23	1,80	4,23	---	33,84	---	---	---
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	5,55	---	44,40	---	---	---
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	8,11	---	64,88	96,40	---	---

**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	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] - terreno di riporto	4,23	1,80	4,23	---	36,15	30,03	56,87
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	5,55	---	38,86	39,41	62,75
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	8,11	---	44,12	57,58	74,17

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - terreno di riporto	4,23	1,80	4,23	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	5,55	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	8,11	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - terreno di riporto	4,23	1,80	4,23	Meyerhof ed altri	1,51
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	5,55	Meyerhof ed altri	1,56
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	8,11	Meyerhof ed altri	1,66

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - terreno di riporto	4,23	1,80	4,23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	5,55	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	8,11	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - terreno di riporto	4,23	1,80	4,23	(A.G.I.)	0,35
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	5,55	(A.G.I.)	0,34
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	8,11	(A.G.I.)	0,34

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - terreno di riporto	4,23	1,80	4,23	252,16	301,72
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	5,55	325,50	356,18
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	8,11	464,94	449,08

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - terreno di riporto	4,23	1,80	4,23	Ohta & Goto (1978) Limi	86,03
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	5,55	Ohta & Goto (1978) Limi	116,2
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	8,11	Ohta & Goto (1978) Limi	142,85

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - terreno di riporto	4,23	1,80	4,23	Navfac 1971-1982	0,81
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	5,55	Navfac 1971-1982	1,11
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	8,11	Navfac 1971-1982	1,69

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - terreno di riporto	4,23	1,80	4,23	Robertson 1983	8,46
[2] - sabbia limosa	5,55	4,90	5,55	Robertson 1983	11,10
[3] - sabbia grossolana	8,11	9,00	8,11	Robertson 1983	16,22

## PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

DPM (DL030 10) (Medium)  
 07/05/2009  
 8,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	2	0	0,857	5,72	6,68	0,29	0,33
0,20	5	0	0,855	14,27	16,70	0,71	0,83
0,30	5	0	0,853	14,24	16,70	0,71	0,83
0,40	4	0	0,851	11,36	13,36	0,57	0,67
0,50	5	0	0,849	14,17	16,70	0,71	0,83
0,60	3	0	0,847	8,49	10,02	0,42	0,50
0,70	3	0	0,845	8,47	10,02	0,42	0,50
0,80	2	0	0,843	5,63	6,68	0,28	0,33
0,90	3	0	0,842	8,00	9,51	0,40	0,48
1,00	2	0	0,840	5,32	6,34	0,27	0,32
1,10	4	0	0,838	10,62	12,68	0,53	0,63
1,20	9	0	0,836	23,85	28,52	1,19	1,43
1,30	5	0	0,835	13,22	15,85	0,66	0,79
1,40	5	0	0,833	13,20	15,85	0,66	0,79
1,50	4	0	0,831	10,54	12,68	0,53	0,63
1,60	3	0	0,830	7,89	9,51	0,39	0,48
1,70	5	0	0,828	13,12	15,85	0,66	0,79
1,80	3	0	0,826	7,86	9,51	0,39	0,48
1,90	3	0	0,825	7,46	9,05	0,37	0,45
2,00	3	0	0,823	7,45	9,05	0,37	0,45
2,10	4	0	0,822	9,91	12,06	0,50	0,60
2,20	4	0	0,820	9,89	12,06	0,49	0,60
2,30	5	0	0,819	12,34	15,08	0,62	0,75
2,40	4	0	0,817	9,86	12,06	0,49	0,60
2,50	3	0	0,816	7,38	9,05	0,37	0,45
2,60	3	0	0,814	7,37	9,05	0,37	0,45
2,70	3	0	0,813	7,35	9,05	0,37	0,45
2,80	3	0	0,811	7,34	9,05	0,37	0,45
2,90	3	0	0,810	6,99	8,63	0,35	0,43
3,00	3	0	0,809	6,98	8,63	0,35	0,43
3,10	4	0	0,807	9,29	11,50	0,46	0,58
3,20	5	0	0,806	11,59	14,38	0,58	0,72
3,30	4	0	0,805	9,26	11,50	0,46	0,58
3,40	4	0	0,803	9,24	11,50	0,46	0,58
3,50	4	0	0,802	9,23	11,50	0,46	0,58
3,60	5	0	0,801	11,51	14,38	0,58	0,72
3,70	6	0	0,800	13,80	17,25	0,69	0,86
3,80	6	0	0,798	13,77	17,25	0,69	0,86
3,90	8	0	0,797	17,53	21,98	0,88	1,10
4,00	8	0	0,796	17,50	21,98	0,88	1,10
4,10	6	0	0,795	13,11	16,49	0,66	0,82
4,20	9	0	0,794	19,63	24,73	0,98	1,24
4,30	7	0	0,793	15,25	19,24	0,76	0,96
4,40	8	0	0,791	17,40	21,98	0,87	1,10
4,50	11	0	0,790	23,89	30,23	1,19	1,51
4,60	9	0	0,789	19,52	24,73	0,98	1,24
4,70	7	0	0,788	15,16	19,24	0,76	0,96
4,80	9	0	0,787	19,47	24,73	0,97	1,24
4,90	8	0	0,786	16,55	21,05	0,83	1,05
5,00	7	0	0,785	14,46	18,42	0,72	0,92
5,10	7	0	0,784	14,44	18,42	0,72	0,92
5,20	8	0	0,783	16,48	21,05	0,82	1,05
5,30	9	0	0,782	18,52	23,68	0,93	1,18
5,40	7	0	0,781	14,39	18,42	0,72	0,92

5,50	7	0	0,780	14,37	18,42	0,72	0,92
5,60	7	0	0,779	14,35	18,42	0,72	0,92
5,70	7	0	0,778	14,34	18,42	0,72	0,92
5,80	9	0	0,777	18,41	23,68	0,92	1,18
5,90	9	0	0,776	17,64	22,72	0,88	1,14
6,00	8	0	0,775	15,66	20,20	0,78	1,01
6,10	7	0	0,775	13,69	17,67	0,68	0,88
6,20	8	0	0,774	15,63	20,20	0,78	1,01
6,30	8	0	0,773	15,61	20,20	0,78	1,01
6,40	8	0	0,772	15,59	20,20	0,78	1,01
6,50	8	0	0,771	15,58	20,20	0,78	1,01
6,60	8	0	0,770	15,56	20,20	0,78	1,01
6,70	9	0	0,770	17,48	22,72	0,87	1,14
6,80	10	0	0,769	19,41	25,25	0,97	1,26
6,90	9	0	0,768	16,77	21,83	0,84	1,09
7,00	9	0	0,767	16,75	21,83	0,84	1,09
7,10	9	0	0,766	16,73	21,83	0,84	1,09
7,20	9	0	0,766	16,72	21,83	0,84	1,09
7,30	10	0	0,765	18,56	24,26	0,93	1,21
7,40	9	0	0,764	16,68	21,83	0,83	1,09
7,50	10	0	0,763	18,52	24,26	0,93	1,21
7,60	11	0	0,763	20,35	26,68	1,02	1,33
7,70	10	0	0,762	18,48	24,26	0,92	1,21
7,80	11	0	0,761	20,31	26,68	1,02	1,33
7,90	9	0	0,761	15,98	21,01	0,80	1,05
8,00	10	0	0,760	17,74	23,35	0,89	1,17

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - terreno di riporto	2,94	3,60	12,8	36,73	40,75	15,13
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	18,65	43,09	43,9	23,04
[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	18,07	42,23	43,01	25,67

### 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	Owaski & Iwasaki
[1] - terreno di riporto	2,94	3,60	2,94	27,84	20,84	28,82	29,66	30,79	0	<30	21,64	27,88	27,42	22,67
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	5,84	28,67	21,67	29,64	28,67	32,02	0	<30	24,36	28,75	31,8	25,81
[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	6,88	28,97	21,97	29,93	28,12	32,45	0	<30	25,16	29,06	32,03	26,73

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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] - terreno di riporto	2,94	3,60	2,94	---	23,52	---	---	---
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	5,84	---	46,72	---	---	---
[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	6,88	---	55,04	---	---	---



**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	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] - terreno di riporto	2,94	3,60	2,94	---	33,50	20,87	51,11
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	5,84	---	39,46	41,46	64,05
[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	6,88	---	41,60	48,85	68,68

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - terreno di riporto	2,94	3,60	2,94	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	5,84	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	6,88	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - terreno di riporto	2,94	3,60	2,94	Meyerhof ed altri	1,45
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	5,84	Meyerhof ed altri	1,57
[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	6,88	Meyerhof ed altri	1,62

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - terreno di riporto	2,94	3,60	2,94	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	5,84	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	6,88	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - terreno di riporto	2,94	3,60	2,94	(A.G.I.)	0,35
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	5,84	(A.G.I.)	0,34
[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	6,88	(A.G.I.)	0,34

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - terreno di riporto	2,94	3,60	2,94	179,13	241,59
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	5,84	341,46	367,44
[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	6,88	398,33	406,14

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - terreno di riporto	2,94	3,60	2,94	Ohta & Goto (1978) Limi	92,34
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	5,84	Ohta & Goto (1978) Limi	124,89

[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	6,88	Ohta & Goto (1978) Limi	138,46
-------------------------	------	------	------	----------------------------	--------

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - terreno di riporto	2,94	3,60	2,94	Navfac 1971-1982	0,50
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	5,84	Navfac 1971-1982	1,18
[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	6,88	Navfac 1971-1982	1,42

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - terreno di riporto	2,94	3,60	2,94	Robertson 1983	5,88
[2] - sabbia limosa	5,84	5,70	5,84	Robertson 1983	11,68
[3] - sabbia grossolana	6,88	8,00	6,88	Robertson 1983	13,76

## 1.PREMESSA

Su incarico del Dott. Geologo Cerquiglini Giorgio è stata eseguita un'indagine sismica, con metodologia M.A.S.W., in Via Vittorio Emanuele, Comune di Deruta.

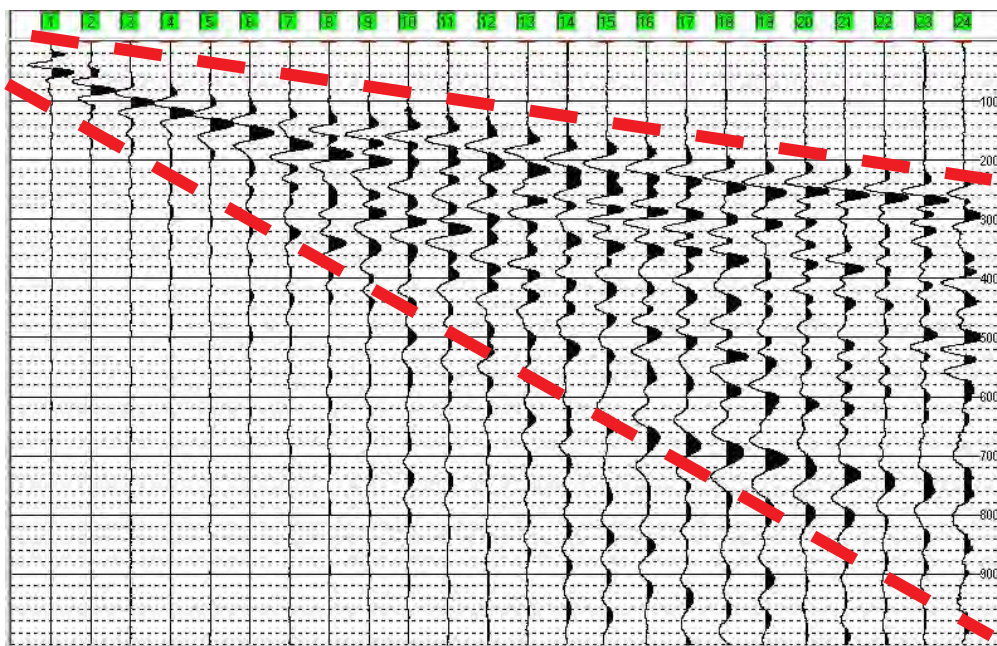
L'indagine è finalizzata alla ricostruzione del profilo verticale delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  e alla determinazione della velocità equivalente  $V_{s30}$  per la definizione del **sottosuolo tipo** ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 "NTC08 Norme Tecniche per le Costruzioni" e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n.617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

## 2. METODOLOGIA M.A.S.W. ( Multichannel Analysys of Surface Waves)

La metodologia sismica adottata è quella sintetizzata dall'acronimo M.A.S.W. ovvero "analisi multicanale delle onde superficiali".

Tale metodo di analisi dei dati sismici sfrutta alcune proprietà delle componenti superficiali (Rayleigh e di Love) delle onde generate; a differenza della classica sismica rifrazione, nella quale come noto si misurano i tempi di primo arrivo delle onde energizzate rifratte in compressione o di taglio  $V_p$  che  $V_s$ .

Le principali proprietà utilizzate sono le seguenti: la maggior parte dell'energia generata sia in compressione che di taglio è convertita in onde di superficie (circa il 90%); la propagazione delle onde di superficie è influenzata in misura minore dalle onde P e dalla densità del mezzo, mentre è funzione delle  $V_s$ ; ma la proprietà fondamentale delle onde superficiali è costituita dal fenomeno della dispersione nei mezzi stratificati.



Tracciato sismico a 24 canali in onde S, l'area racchiusa nel tratteggio evidenzia il fenomeno di dispersione con l'aumentare della profondità delle onde superficiali di Love in un mezzo stratificato

Dall'analisi delle curve di dispersione dei due tipi di onde; curve di dispersione ottenibili dalle variazioni della velocità di fase, in funzione delle lunghezze d'onda o delle frequenze (inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità, tramite l'adozione di processi analitici di inversione, consistenti nell'adozione di un modello teorico di partenza numero strati/velocità/spessori, e successiva ottimizzazione dei dati tramite processi di raffinamento).

### 3. METODO DI ACQUISIZIONE

L'indagine in oggetto è stata eseguita tramite l'acquisizione strumentale, lungo un profilo di misura lineare, della componente superficiale di onde generate in compressione (onde di Rayleigh) e della componente superficiale di onde generate di taglio (onde di Love).

Nel caso specifico è stato utilizzata una stesa di costituita da 12 geofoni orizzontali da 10 Hz, equidistanziati di 1 m, per una lunghezza complessiva di 11 m.

I geofoni sono stati posizionati parallelamente al profilo, nel corso dell'acquisizione delle onde di Rayleigh; ortogonali alla stesa nel corso dell'acquisizione delle onde di Love.

Sono stati effettuati tre tiri per ciascun tipo di acquisizione, in "compressione" con battuta di mazza su piastra, di "taglio" con battuta di mazza sulla faccia di un trave; i tiri sono stati posti a distanze crescenti dal geofono n.1, di 2 m, 5 m , 10 m.

#### **4. ELABORAZIONE DATI OTTENUTI**

I dati così ottenuti sono stati analizzati scegliendo la serie di curve più idonee e sottoponendola alla successive fasi di elaborazione:

- a) caricamento sismogrammi onde di Rayleigh e onde di Love
- b) Calcolo degli spettri di velocità Frequenza Hz – Velocità fase m/s
- c) Modellazione diretta della curve di dispersione del modo fondamentale e di quelli superiori, tramite assunzione di modelli Velocità/Spessori via via più soddisfacenti, attribuiti a partire da dati geologico stratigrafici dell'area e da valori di Vs degli strati più superficiali, questi ultimi calcolati tramite i risultati del profilo a rifrazione eseguito.
- d) Piccaggio delle curve di dispersione ottimizzate
- e) Inversione delle curve di dispersione
- f) Modello finale della variazione della velocità Vs con la profondità

#### **5. RISULTATI**

Dal calcolo degli spettri di velocità Frequenza (Hz) / Velocità di fase (m/s) (tavola 2), si rileva come la massima dispersione della velocità di fase risulta compresa nell' intervallo di frequenza tra i 10 e i 40 Hz, mentre la corrispondente velocità risulta compresa tra 1100 m/s e 200 m/s. Nella Tavola 3 viene presentato il modello teorico di partenza, assunto per

l'elaborazione nel processo di inversione, ricondotto a quattro sismostrati sovrastanti il semispazio, aventi i seguenti valori di velocità e spessore:

<b>Spessore ( m)</b>	<b>Vp (m/s)</b>	<b>Vs(m/s)</b>
3.00	333	160
10.00	624	300
8.00	833	400
8.00	1145	550
Semispazio	1665	800

Nella tavola 4 viene riportato il risultato finale del processo di inversione, nei grafici è evidente come la curva teorica calcolata attraverso l'inversione del modello di velocità è in buon accordo con la curva di dispersione sperimentale. Nella tavola 5 è riportato il grafico velocità onde S m/s / profondità m con la rappresentazione della distribuzione delle velocità. Le tabelle seguenti riportano tutti i valori di input e output del modello:

#### **Modello ricavato**

	<b>Vsv (m/s)</b>	<b>Vsh (m/s)</b>	<b>Spessore</b>	<b>Densità (gr/cm3)</b>	<b>Modulo di taglio (Mpa)</b>
<b>STRATO 1</b>	160	162	3.00	1.80	46
<b>STRATO 2</b>	300	298	10.00	1.94	175
<b>STRATO 3</b>	461	369	8.20	2.03	432
<b>STRATO 4</b>	550	628	8.40	2.10	636
<b>STRATO 5</b>	800	765	-	2.15	1377

#### **Valori stimati di Vp e dei moduli elastici**

	<b>Vp (m/s)</b>	<b>Poisson</b>	<b>Bulk (Mpa)</b>	<b>Young's (Mpa)</b>	<b>Lamè (Mpa)</b>
<b>STRATO 1</b>	355	0.37	166	127	135
<b>STRATO 2</b>	626	0.35	528	472	411
<b>STRATO 3</b>	916	0.33	1129	1149	841
<b>STRATO 4</b>	1216	0.37	2260	1744	1836
<b>STRATO 5</b>	1496	0.30	2979	3580	2061



## 6. DEFINIZIONE SOTTOSUOLO TIPO

Il modello restituisce un valore della  $V_{s30}$  equivalente, tramite il fitting effettuato sulla base della relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

$V_{s30}$  = velocità media di propagazione delle onde S entro 30 metri di profondità

$h_i$  = spessore dello strato i-esimo

$v_i$  = velocità delle onde S dello strato i-esimo

$N$  = numero di strati presenti entro i primi 30 metri

Nel caso specifico tale valore risulta pari a 351 m/s. In base alle normative vigenti O.P.C.M. 3274/2003 e alla normativa "NTC" 14 Gennaio 2008, deve essere definita l'azione sismica di progetto, sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria di suolo su cui sarà realizzata l'opera. Dal valore di  $V_{s30}$  equivalente restituito dal modello di calcolo, pari a 351 m/s, il sottosuolo di interesse progettuale ricade nella **categoria C**, come viene descritto nella tabella 2.

Stato	Descrizione geotecnica	Vs <sub>30</sub> (m/s)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 > 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alternazione superficiale di spessore massimo pari a 5m	> 800
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s	360-800 (N <sub>spt</sub> > 50) (C <sub>u</sub> < 250 kPa)
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s	180-360 (15 < N <sub>spt</sub> < 50) (70 < C <sub>u</sub> < 250 kPa)
D	Depositi di graniti da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s	< 180 (N <sub>spt</sub> < 15) (C <sub>u</sub> < 70 kPa)
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5m e 20m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs > 800 m/s	
S1	Depositi costituiti da o che includono uno strato spesso almeno 10m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (IP > 40) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s	< 100 (10 < C <sub>u</sub> < 20 kPa)
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti	

TAB 2 – Range di Vs30 da normativa O.P.C.M. 3274/03

## 7. CONCLUSIONI

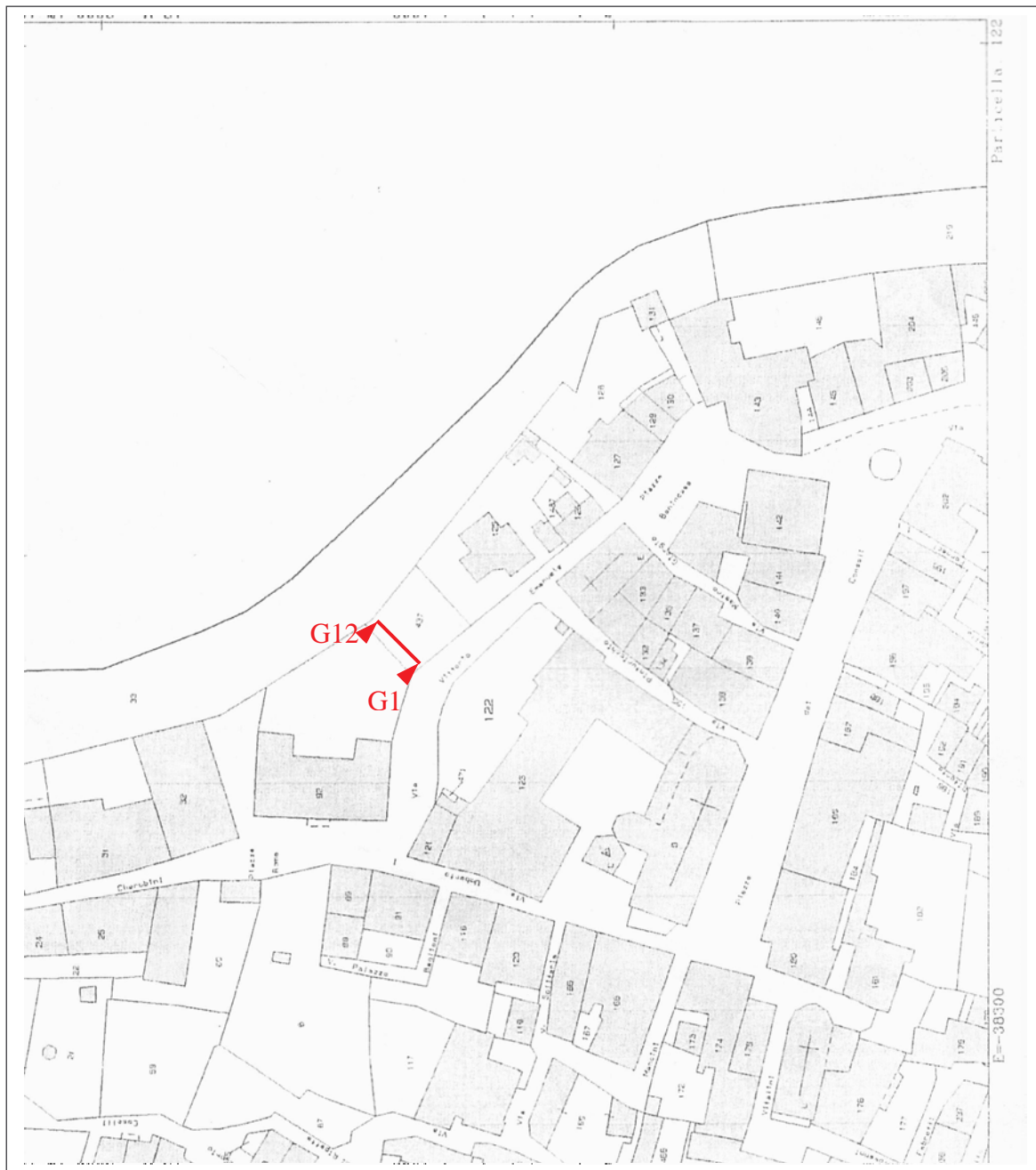
L'indagine sismica condotta con metodi di analisi M.A.S.W. ha permesso una ricostruzione sismostratigrafica dei terreni interessati dal progetto, evidenziando la presenza di una successione di strati a velocità Vs gradualmente crescente con la profondità.

L'inversione del modello restituisce un valore **Vs30 equivalente di 351 m/s**, che permettono di classificare in base alla normativa vigente, secondo l'approccio di tipo semplificato, i terreni in oggetto come **Sottosuolo di categoria C**.

Á

Dott. Paolo Boila

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Paolo Boila', written in a cursive style.



**TAVOLA 1 – Ubicazione profilo sismico**

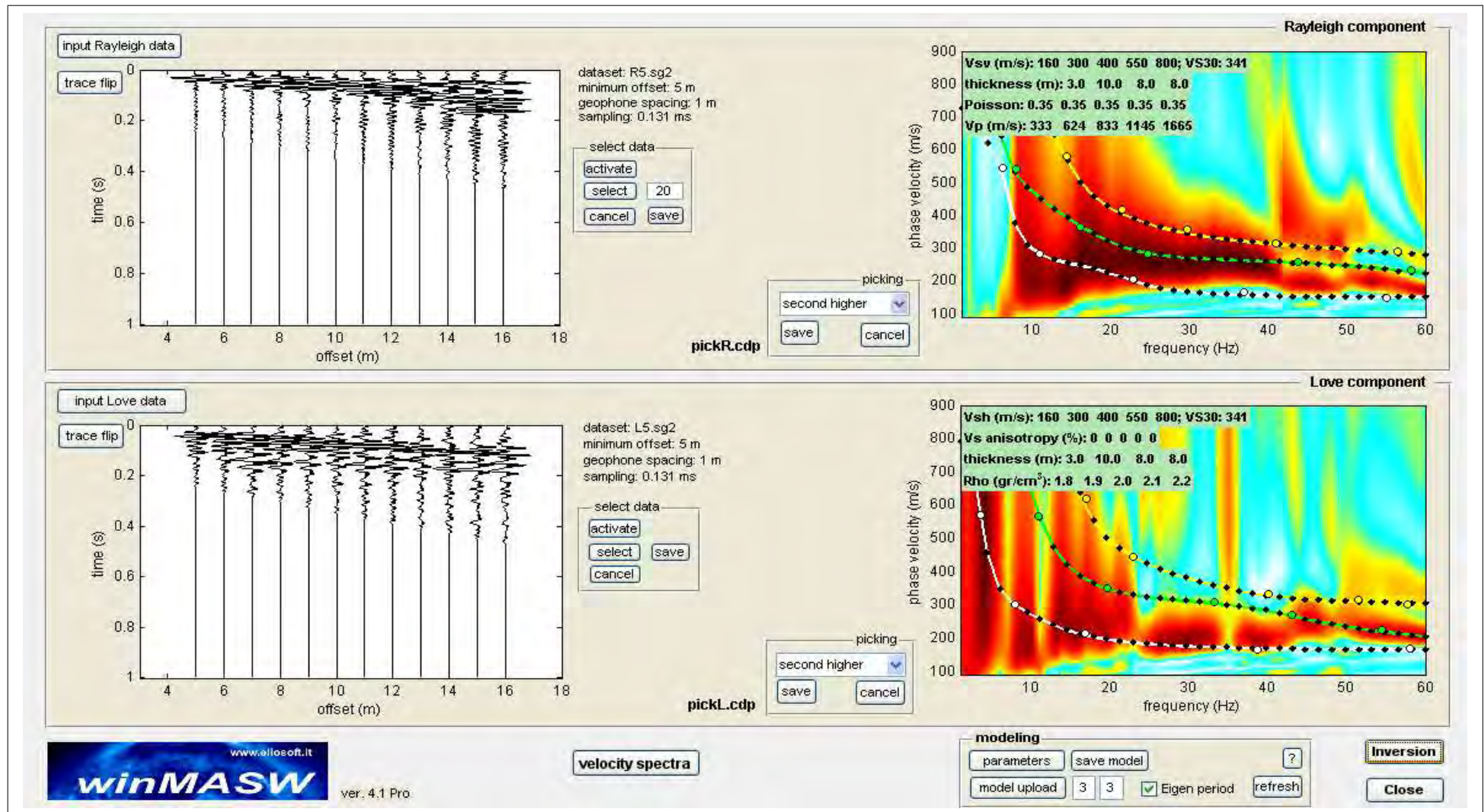
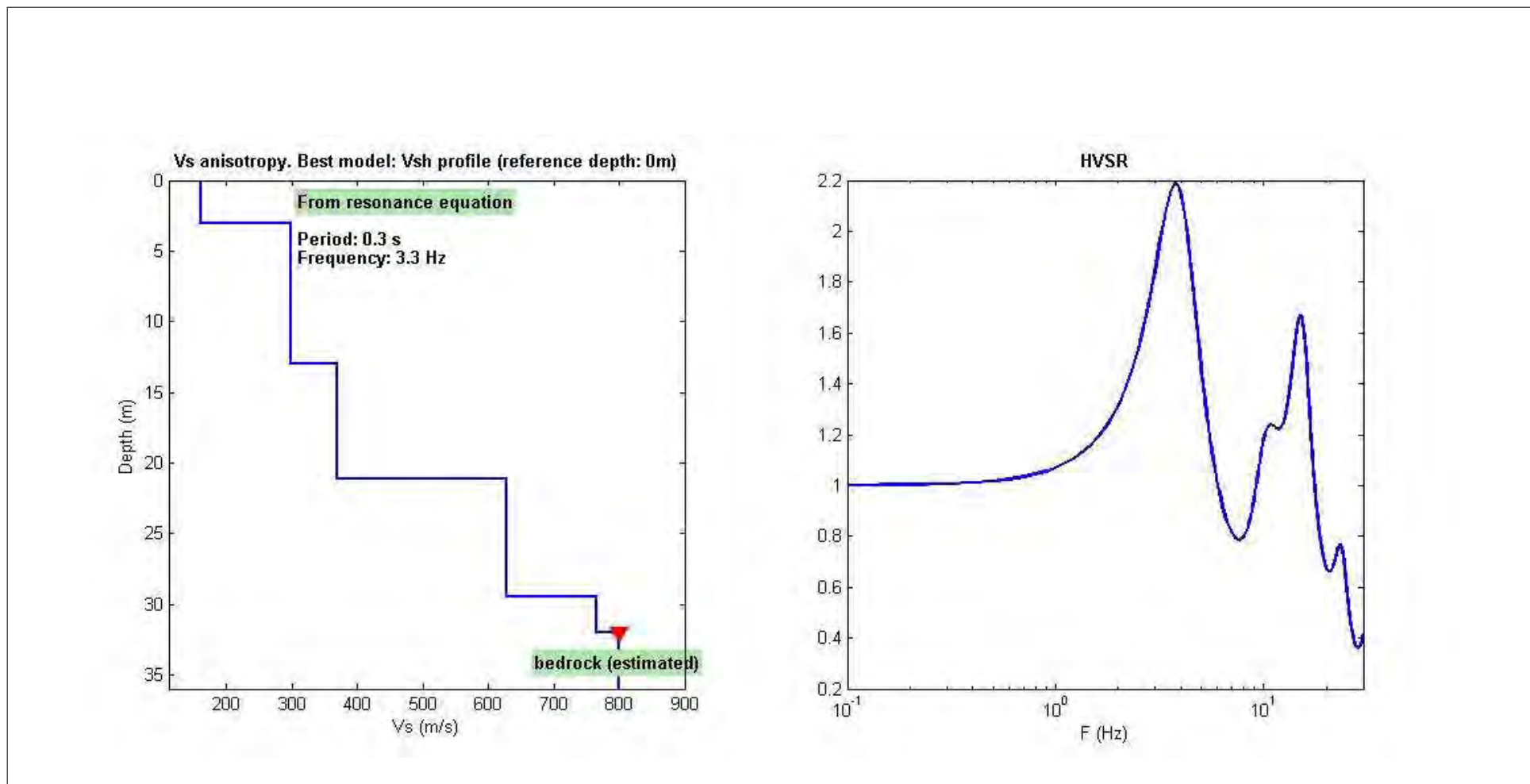
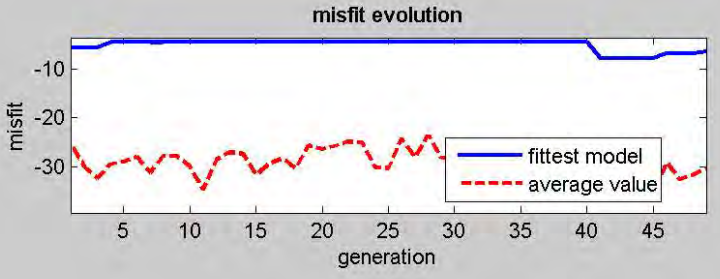
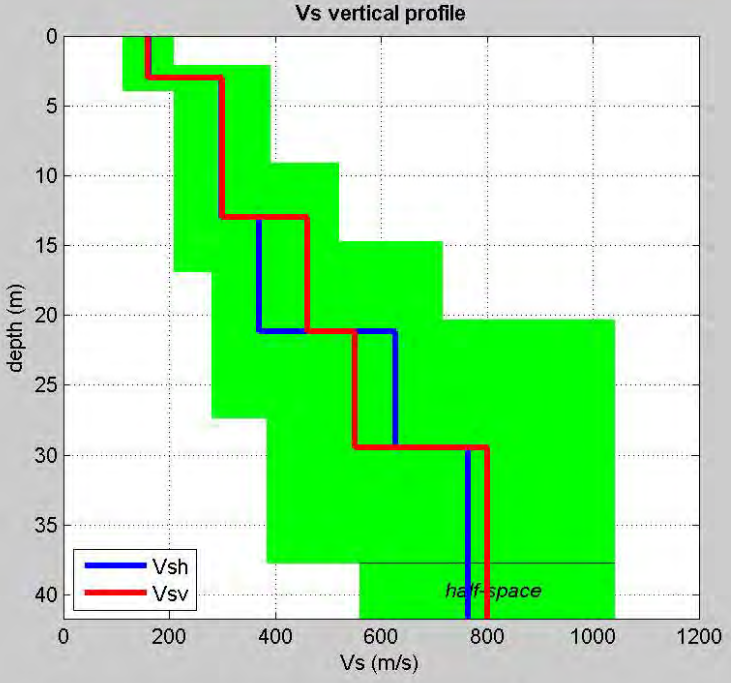
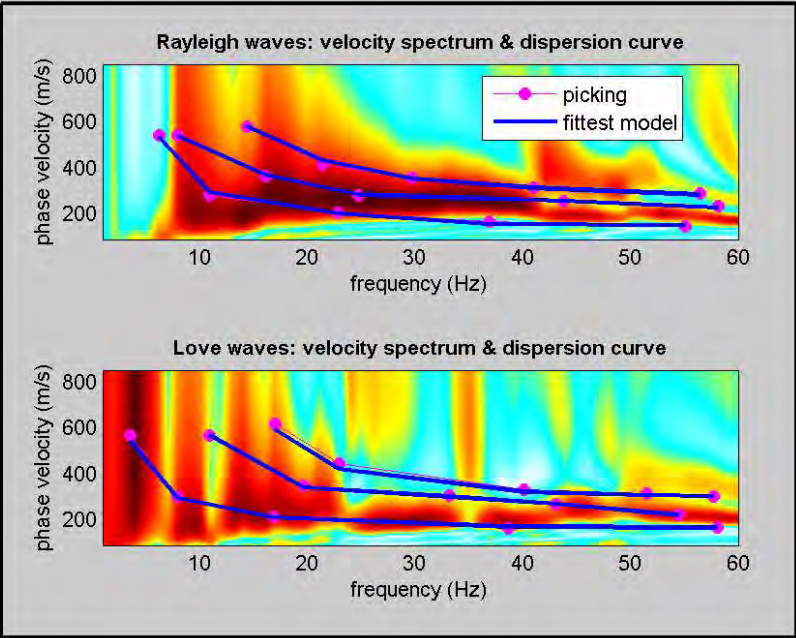


TAVOLA 2 – Sismogrammi acquisiti e analisi spettrale





**TAVOLA 3** – Modello di input e grafico delle frequenze

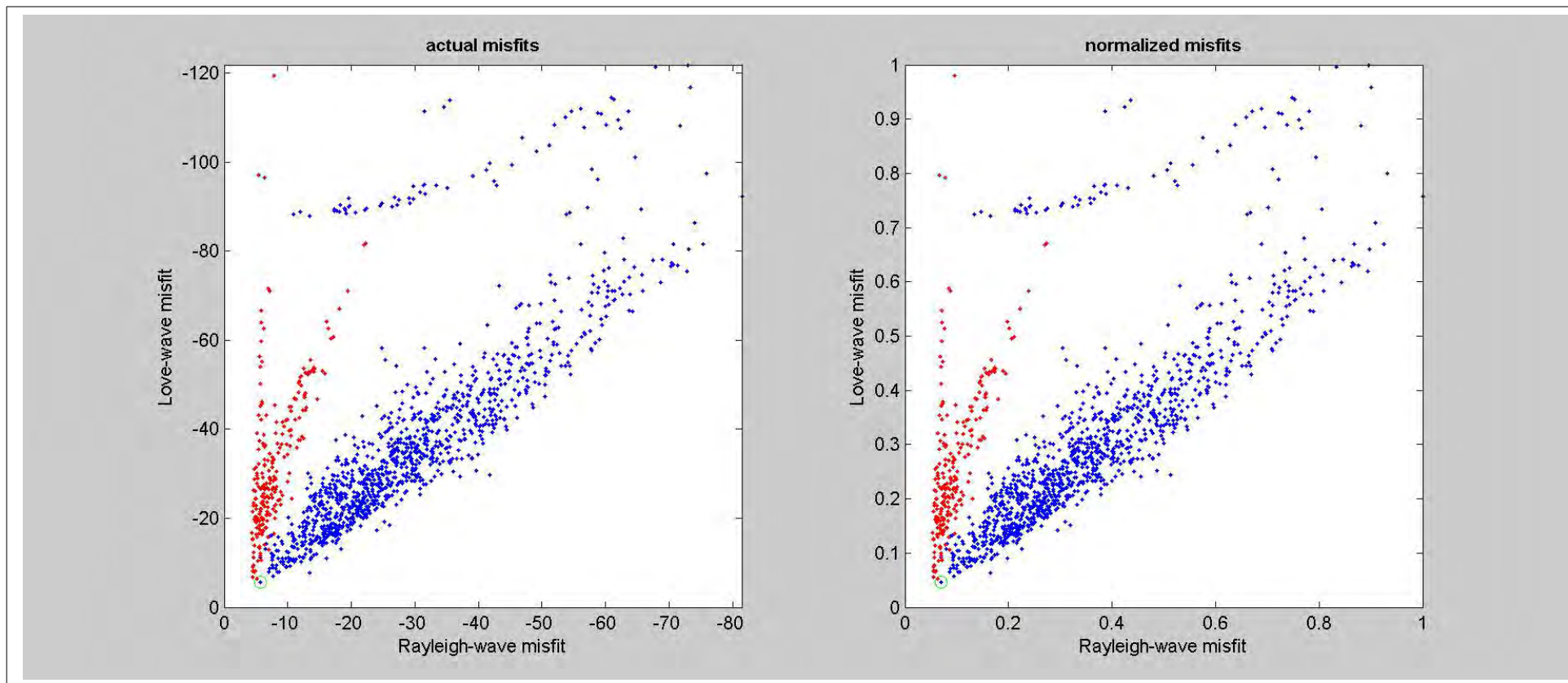


Rayleigh dataset: R5.sg2  
Love dataset: L5.sg2  
Rayleigh wave dispersion curve: pickR.cdp  
Love wave dispersion curve: pickL.cdp  
VS30 (fittest model): 351 m/s

TAVOLA 4 – Curve di dispersione e modello invertito



**TAVOLA 5 –** Suddivisione sismostrati



**TAVOLA 6** – Grafici di distribuzione dei modelli per la valutazione delle anisotropie

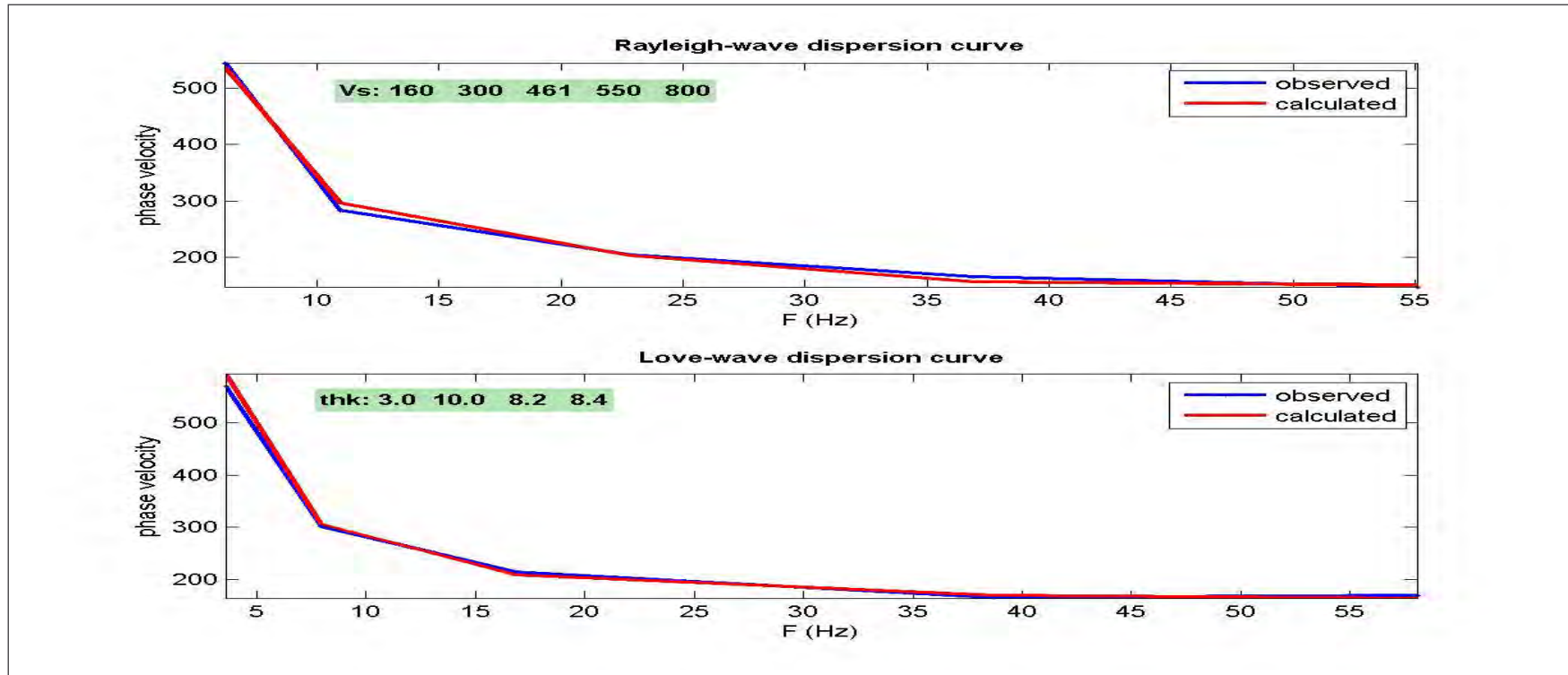


TAVOLA 7 – Piccaggio curve di dispersione





**Figura 1 Ubicazione indagine M.A.S.W.**



**Figura 2 Energizzazione**



LABORATORIO GEOTECNICO  
**TECNODRILL s.a.s.**

Località Corlo – Montone – Perugia  
Tel. 075/9306394 - Fax.075/9307012 - e-mail: tecnodrill@libero.it

ANALISI DI LABORATORIO

COMMITTENTE: Amministrazione Provinciale di Perugia  
CANTIERE: SP 419 Deruta (frana)  
DATA: 08 aprile 2005

IL PRESENTE LAVORO E' COMPOSTO DA N° 37 PAGINE

R. RESPONSABILE DEL LABORATORIO  
Dott. GIULIO FIORONI



# LABORATORIO GEOTECNICO TECNODRILL s.a.s.

località Corlo - Montone (PG) - Tel. 075/9306394 - Fax.075/9307012

## TABELLA DEI RISULTATI DELLE ANALISI DI LABORATORIO

COMMITTENTE: Amministrazione Provinciale di Perugia  
 CANTIERE: SP 419 Deruta (frana)  
 DATA: 08 aprile 2005

Sigla camp. Profondità (m)	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> ) Wn (%) Gs (g/cm <sup>3</sup> )	Limiti di Atterberg	E.L.L. (KN/m <sup>2</sup> )	granulometria	<u>Taglio C.D.</u> T. Residuo ( $^{\circ}$ - KN/m <sup>2</sup> )	Descrizione Campione (classif. CNR-UNI-10006)
S1 C1 5.50 - 6.00	$\gamma = 18.93$ Wn = 20.64 Gs = 2.640	LL = 24.092 LP = 16.436 IP = 7.656	Non effettuabile: materiale "sabbioso".	Ghiaia: 6.4 Sabbia: 52.1 Limo: 29.5 Argilla: 12.0	$\phi' = 31.75$ $c' = 25.89$ $\phi'_r = 22.79$ $c'_r = 7.09$	Sabbia con limo, argillosa, con clasti sparsi, colore nocciola, poco addensata. (A4)
S2 C1 5.50 - 6.20	$\gamma = 19.76$ Wn = 20.90 Gs = 2.673	LL = 33.273 LP = 17.303 IP = 15.970	Non effettuabile: materiale "sabbioso".	Ghiaia: 4.5 Sabbia: 40.5 Limo: 37.0 Argilla: 18.0	$\phi' = 26.21$ $c' = 27.10$ $\phi'_r = 20.56$ $c'_r = 6.54$	Sabbia con limo, argillosa, di colore avana e grigio con ossidi e sostanza organica. (A6)
S2 C2 12.00 - 12.70	$\gamma = 19.52$ Wn = 23.77 Gs = 2.691	LL = 45.928 LP = 22.812 IP = 23.116	qu = 265.53	Ghiaia: 0.6 Sabbia: 3.9 Limo: 56.5 Argilla: 39.0	$\phi' = 23.74$ $c' = 34.05$ $\phi'_r = 19.48$ $c'_r = 11.31$	Limo con argilla di colore grigio chiaro/avana, caotico. (A7-6)
S4 C1 5.00 - 5.50	$\gamma = 20.14$ Wn = 22.29 Gs = 2.658	LL = 35.995 LP = 17.163 IP = 18.832	Non effettuabile: materiale insufficiente	Ghiaia: 21.7 Sabbia: 54.8 Limo: 10.5 Argilla: 13.0 Ghiaia: 2.9 Sabbia: 46.1 Limo: 33.5 Argilla: 17.5	$\phi' = 26.66$ $c' = 16.61$ $\phi'_r = 21.15$ $c'_r = 3.54$	Primi 30 cm: sabbia ghiaiosa debolmente limo argillosa; (A1-b) Parte più in prof.: sabbia con limo, argillosa, di colore nocciola, poco addensata (prove effettuate qui). (A6)
S4 C2 9.00 - 9.50	$\gamma = 20.69$ Wn = 23.13 Gs = 2.621	Non effettuabile: materiale "sabbioso".	Non effettuabile: materiale "sabbioso".	Ghiaia: 6.1 Sabbia: 68.4 Limo: 17.0 Argilla: 8.5	$\phi' = 30.77$ $c' = 19.07$ $\phi'_r = 23.70$ $c'_r = 5.72$	Sabbia limosa debolmente argillosa, colore nocciola, non addensata. (A2-4)
S4 C3 12.00 - 12.50	$\gamma = 19.36$ Wn = 18.64 Gs = 2.714	LL = 45.281 LP = 21.262 IP = 24.019	qu = 53.17	Ghiaia: 0.8 Sabbia: 73.2 Limo & Argilla: 26.0 Ghiaia: 0.0 Sabbia: 16.0 Limo: 39.0 Argilla: 44.5	$\phi' = 24.48$ $c' = 19.07$ $\phi'_r = 21.18$ $c'_r = 8.99$	Primi 15 cm: sabbia debolmente limo argillosa; (A2-4) Parte più in prof.: argilla con limo, sabbiosa, di colore grigio. (prove effettuate qui). (A7-6)

LABORATORIO GEOTECNICO

TECNODRILL s.a.s.

località Corlo - Montone - PERUGIA

Tel.: 0759306394 - Fax: 0759307012

**ANALISI GRANULOMETRICA**

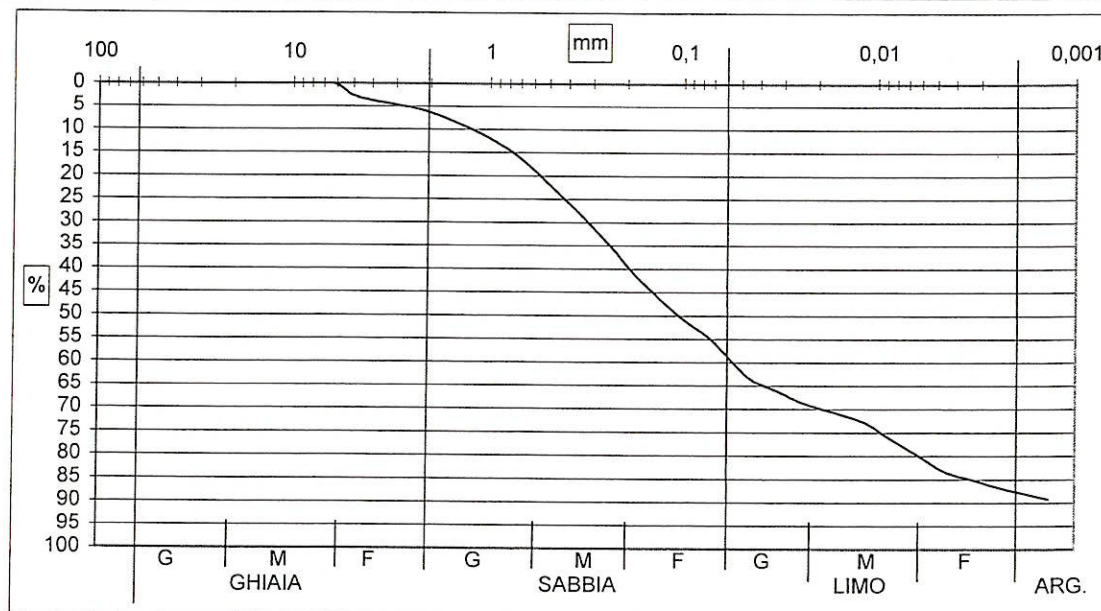
Committente: Provincia di Perugia	Commessa	013-2005
Cantiere: SP419 Deruta	Data	8 aprile 2005
Sondaggio: S1	Campione: C1	Profondità da 5,50 a 6,00 m

Descrizione campione al laboratorio (Norme AGI):	vedi tabella riassuntiva
--	--------------------------

analisi con VAGLI			
Setaccio	Diam. grani	trattenuto	t.cumulato
ASTM	mm	%	%
4"	101,6	0	<b>0</b>
2"	50,8	0	<b>0</b>
1"	25,4	0,00	<b>0,00</b>
1/2"	12,7	0,00	<b>0,00</b>
1/4"	6,35	0,00	<b>0,00</b>
4"	4,76	2,95	<b>2,95</b>
10"	2,00	3,49	<b>6,44</b>
20"	0,84	7,42	<b>13,86</b>
40"	0,42	11,14	<b>25,00</b>
60"	0,25	9,61	<b>34,61</b>
80"	0,177	7,21	<b>41,81</b>
140"	0,105	8,30	<b>50,11</b>
200"	0,074	4,48	<b>54,59</b>

analisi con AREOMETRO	
Diametro	%
mm	cumulato
0,0608	<b>58,13</b>
0,0445	<b>63,52</b>
0,0320	<b>66,21</b>
0,0230	<b>68,90</b>
0,0122	<b>72,49</b>
0,0088	<b>76,08</b>
0,0063	<b>79,68</b>
0,0046	<b>83,27</b>
0,0033	<b>85,06</b>
0,0023	<b>86,86</b>
0,0014	<b>89,14</b>

% ghiaia: $2 < d(\text{mm}) < 60$	% sabbia: $0,06 < d(\text{mm}) < 2$	% limo: $0,002 < d(\text{mm}) < 0,06$	% argilla: $d(\text{mm}) < 0,002$
<b>6,4</b>	<b>52,1</b>	<b>29,5</b>	<b>12,0</b>





**LABORATORIO GEOTECNICO TECNODRILL s.a.s.**

località Corlo - 06014 - Montone (PG)

Tel. 0759306394 Fax 0759307012 E-mail: tecnodrill@libero.it

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI - G<sub>s</sub> - SU PICNOMETRO**

Data: 08-04-2005

Sondaggio: S1

Cantiere: SP 419 - Deruta - (frana)

Campione: C1

Committ.: Provincia di Perugia

Profondità: 5,50 - 6,00

**DESCRIZIONE CAMPIONE al Laboratorio (Norme AGI):**

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
1- Peso lordo (Picnometro+Grani) p.e.	PI (gr.)	480,70	482,30	
2- Tara Picnometro	T (gr.)	283,80	283,80	
3- Peso Picnometro+Acqua+Grani d.e.	P(t+a)	991,20	992,00	
4- Temperatura misurata	T (°C)	27,00	28,00	
5- Peso Picnometro+Acqua alla temp. T	Pa (gr.)	868,85	868,72	
6- Peso netto dei Grani P <sub>n</sub>	Differenza Punto 1-2	196,90	198,50	
7- Somma Punto 5+6	A= P <sub>n</sub> +P <sub>a</sub>	1065,75	1067,22	
8- Differenza punto 7-3	V=A-P(t+a) Vol. grani (cmc)	74,55	75,22	
9- Peso specifico dei grani - G <sub>s</sub> -	(gr./cmc)	2,641	2,639	

Peso specifico medio dei grani calcolato (G <sub>s</sub> ) gr./cmc	2,640
--	-------

**LEGENDA:**

PI = Peso lordo picnometro+terra

T = Peso picnometro (tara)

P<sub>n</sub> = Peso netto P<sub>n</sub> = PI - TP<sub>a</sub> = Peso picnometro + acqua

P(t+a) = Peso picnometro+terra+acqua alla temp. T

A = P<sub>n</sub>+P<sub>a</sub>

V = A - P(t+a)

G<sub>s</sub> = P<sub>n</sub>/V

p.e. = prima dell'ebollizione

d.p. = dopo l'ebollizione

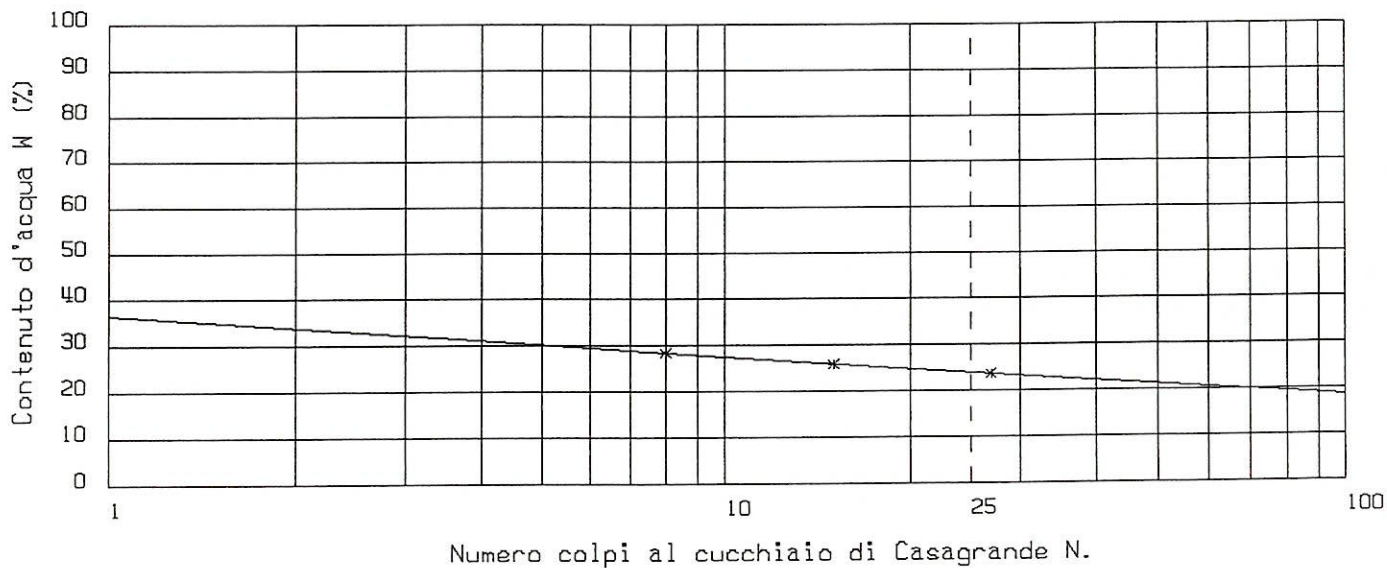
**TECNODRILL sas** Committente : Provincia di Perugia Commessa : 013-2005  
 Software Aquater S.p.a. Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 05-04-2005  
 settore Snamprogetti, Gruppo Eni

## LIMITI DI ATTERBERG

Sondaggio : S1 Campione : C1 Profondità : da 5.50 a 6.00 m

LIMITE LIQUIDO	prova n.	1	2	3	4	5
Numero colpi		27	15	8		
Contenuto d'acqua (%)		23.810	26.056	28.571		

LIMITE LIQUIDO LL = 24.092  
 LIMITE PLASTICO LP = 16.436  
 INDICE PLASTICO IP = 7.656



LIMITE PLASTICO	provà n.	1	2	3	4	5
Contenuto d'acqua (%)		16.267	16.604			

TECNODRILL sas

Software Aquater S.p.a  
settore Snamprogetti, Gruppo Eni

Committente : Provincia di Perugia Commessa : 013-2005

Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 01-04-2005

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sondaggio : S1

Campione : C1

Profondità : da 5.50 a 6.00 m

STATO DEL PROVINO : Q5

LATO (cm) : 6.0

TIPO DELLA PROVA : CONSOL.DREN.

ALTEZZA (cm) : 3.0

VELOCITA' DI DEF. (mm/min) : 0.005

AREA (cm<sup>2</sup>) : 36.00

PROVINO n.

1

2

3

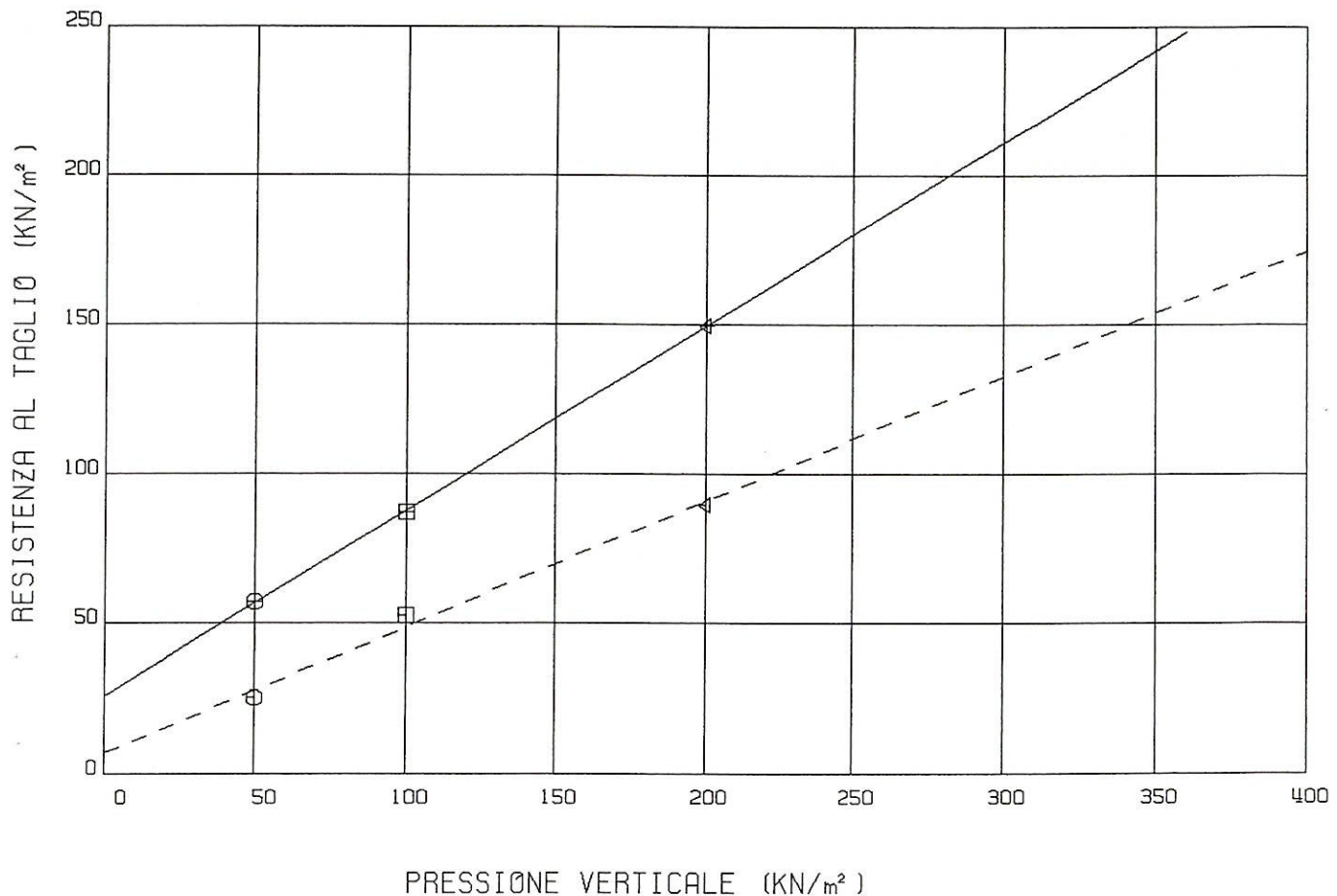
CONTENUTO D' ACQUA INIZIALE (%) : 20.64 20.64 20.64

PESO DI VOLUME INIZIALE (KN/M3) : 18.93 18.93 18.93

CONTENUTO D' ACQUA FINALE (%) :

PESO DI VOLUME FINALE (KN/M3) :

CONDIZIONI DI PROVA	PICCO	RESIDUO
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (gradi) :	31.75	22.79
COESIONE INTERCETTA (KN/m <sup>2</sup> ) :	25.89	7.09





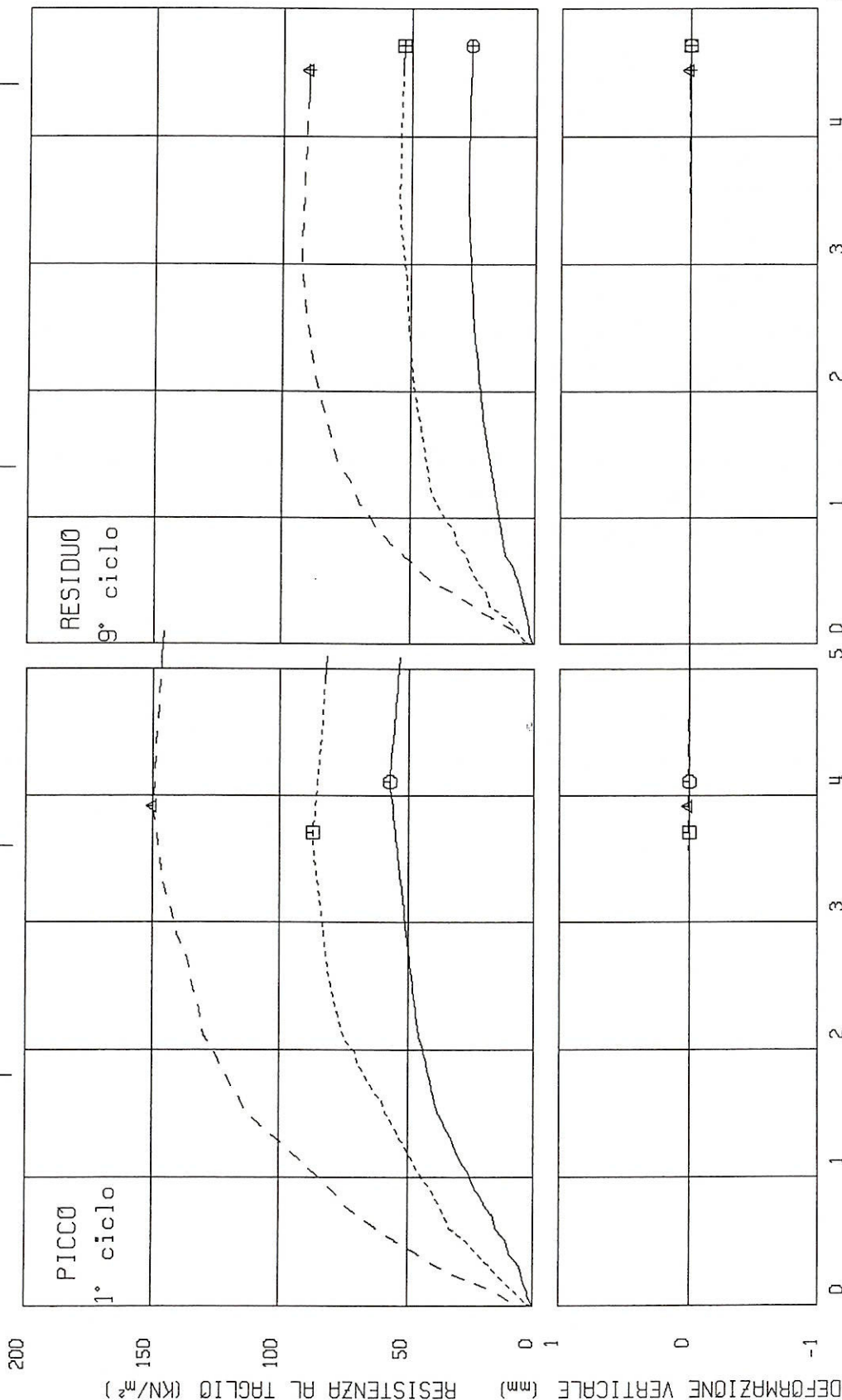
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Sondaggio : S1

Campione : C1

Profondità : da 5.50 a 6.00 m

PROVINO SIMBOLO n.	CONSOLIDAZIONE			VALORI DI PICCO			VALORI RESIDUI			
	SIGMA v KN/m <sup>2</sup>	CED f. mm	SIMBOLO	TRU P KN/m <sup>2</sup>	DEF h mm	DEF v mm	SIMBOLO	TRU r KN/m <sup>2</sup>	DEF h mm	DEF v mm
1 ———	50.0	0.26	⊙	57.21	4.11	0.00	⊕	25.61	4.71	0.00
2 - - - - -	100.0	0.54	⊠	87.17	3.71	0.00	⊞	52.85	4.71	0.00
3 - - - - -	200.0	1.16	△	149.82	3.92	0.01	⊣	89.89	4.52	0.01



DEFORMAZIONE ORIZZONTALE (mm)

LABORATORIO GEOTECNICO

TECNODRILL s.a.s.

località Corlo - Montone - PERUGIA

Tel.: 0759306394 - Fax: 0759307012

### ANALISI GRANULOMETRICA

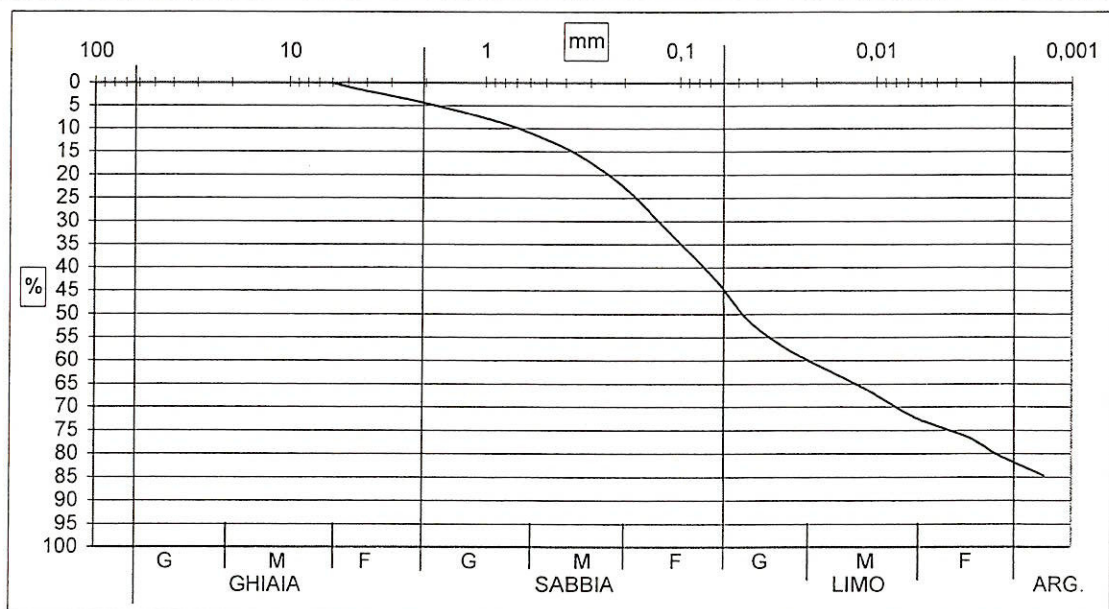
Committente: Provincia di Perugia	Commessa	013-2005
Cantiere: SP419 Deruta	Data	4 aprile 2005
Sondaggio: S2	Campione: C1	Profondità da 5,50 a 6,20 m

Descrizione campione al laboratorio (Norme AGI):	vedi tabella riassuntiva
--	--------------------------

analisi con VAGLI			
Setaccio	Diam. grani	trattenuto	t.cumulato
ASTM	mm	%	%
4"	101,6	0	0
2"	50,8	0	0
1"	25,4	0,00	0,00
1/2"	12,7	0,00	0,00
1/4"	6,35	0,00	0,00
4"	4,76	1,17	1,17
10"	2,00	3,29	4,47
20"	0,84	4,25	8,71
40"	0,42	5,12	13,84
60"	0,25	5,71	19,55
80"	0,177	5,12	24,67
140"	0,105	9,08	33,75
200"	0,074	6,52	40,26

analisi con AREOMETRO	
Diametro	%
mm	cumulato
0,0616	43,84
0,0452	50,92
0,0327	55,65
0,0235	59,19
0,0125	65,09
0,0090	68,64
0,0064	72,18
0,0046	74,54
0,0033	76,90
0,0023	80,45
0,0014	84,63

% ghiaia: 2<d(mm)<60	% sabbia: 0,06<d(mm)<2	% limo: 0,002<d(mm)<0,06	% argilla:d(mm)<0,002
4,5	40,5	37,0	18,0



**LABORATORIO GEOTECNICO TECNODRILL s.a.s.**

Località Corlo - 06014 - Montone (PG)

Tel. 0759306394 Fax 0759307012 E-mail: tecnodrill@libero.it

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI - Gs - SU PICNOMETRO**

Data: 08-04-2005

Sondaggio: S2

Cantiere: SP 419 - Deruta - (frana)

Campione: C1

Committ.: Provincia di Perugia

Profondità: 5,50 - 6,20

**DESCRIZIONE CAMPIONE al Laboratorio (Norme AGI):**

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
1- Peso lordo (Picnometro+Grani) p.e.	PI (gr.)	479,50	480,10	
2- Tara Picnometro	T (gr.)	283,80	283,80	
3- Peso Picnometro+Acqua+Grani d.e.	P(t+a)	990,90	991,10	
4- Temperatura misurata	T (°C)	30,00	31,50	
5- Peso Picnometro+Acqua alla temp. T	Pa (gr.)	868,44	868,20	
6- Peso netto dei Grani Pn	Differenza Punto 1-2	195,70	196,30	
7- Somma Punto 5+6	A= Pn+Pa	1064,14	1064,50	
8- Differenza punto 7-3	V=A-P(t+a) Vol. grani (cmc)	73,24	73,40	
9- Peso specifico dei grani - Gs -	(gr./cmc)	2,672	2,674	

Peso specifico medio dei grani calcolato (Gs) gr./cmc	2,673
---	-------

**LEGENDA:**

PI = Peso lordo picnometro+terra

T = Peso picnometro (tara)

Pn= Peso netto Pn=PI-T

Pa = Peso picnometro + acqua

P(t+a) = Peso picnometro+terra+acqua alla temp. T

A = Pn+Pa

V = A-P(t+a)

Gs = Pn/V

p.e. = prima dell'ebollizione

d.p. = dopo l'ebollizione

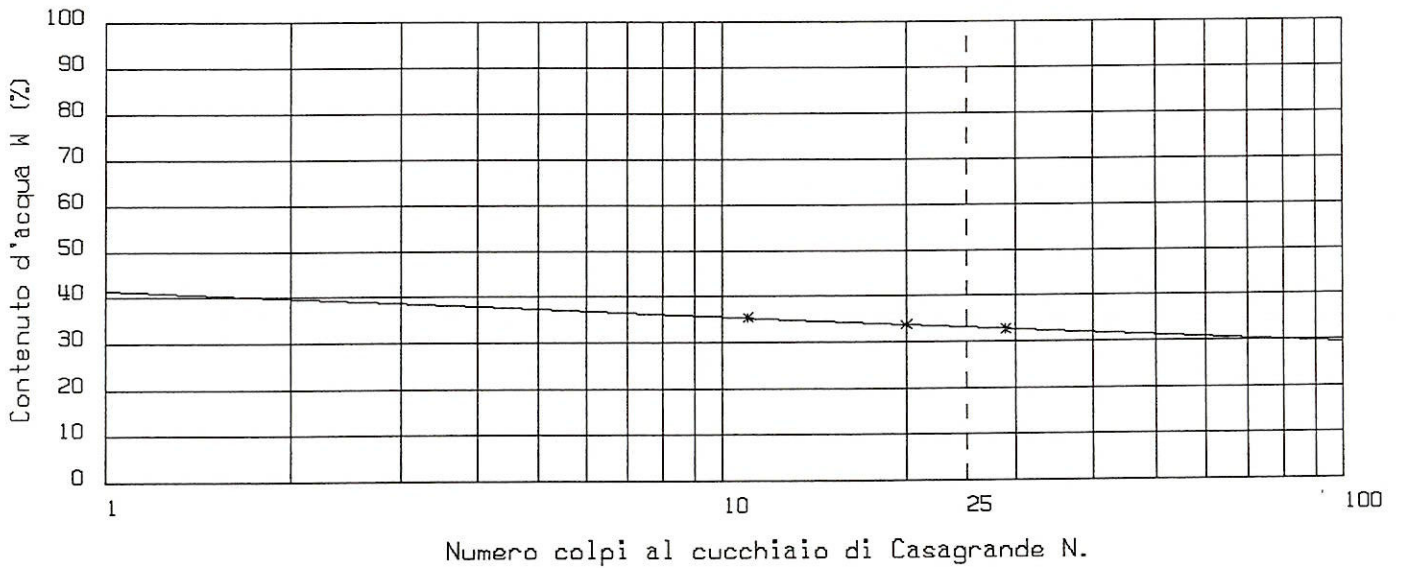
TECNODRILL sas Committente : Provincia di Perugia Commessa : 013-2005  
 Software Aquater S.p.a. Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 04-04-2005  
 settore Snamprogetti, Gruppo Eni

### LIMITI DI ATTERBERG

Sondaggio : S2 Campione : C1 Profondità : da 5.50 a 6.20 m

LIMITE LIQUIDO	prova n.	1	2	3	4	5
Numero colpi		29	20	11		
Contenuto d'acqua (%)		32.911	33.814	35.465		

LIMITE LIQUIDO LL = 33.273  
 LIMITE PLASTICO LP = 17.303  
 INDICE PLASTICO IP = 15.970



LIMITE PLASTICO	prova n.	1	2	3	4	5
Contenuto d'acqua (%)		17.269	17.336			



TECNODRILL sas

Software Aquater S.p.a  
settore Snamprogetti, Gruppo Eni

Committente : Provincia di Perugia Commessa : 013-2005

Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 30-03-2005

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sondaggio : S2

Campione : C1

Profondità : da 5.50 a 6.20 m

STATO DEL PROVINO : Q5

LATO (cm) : 6.0

TIPO DELLA PROVA : CONSOL.DREN.

ALTEZZA (cm) : 3.0

VELOCITA' DI DEF. (mm/min) : 0.005

AREA (cm<sup>2</sup>) : 36.0

PROVINO n.

1

2

3

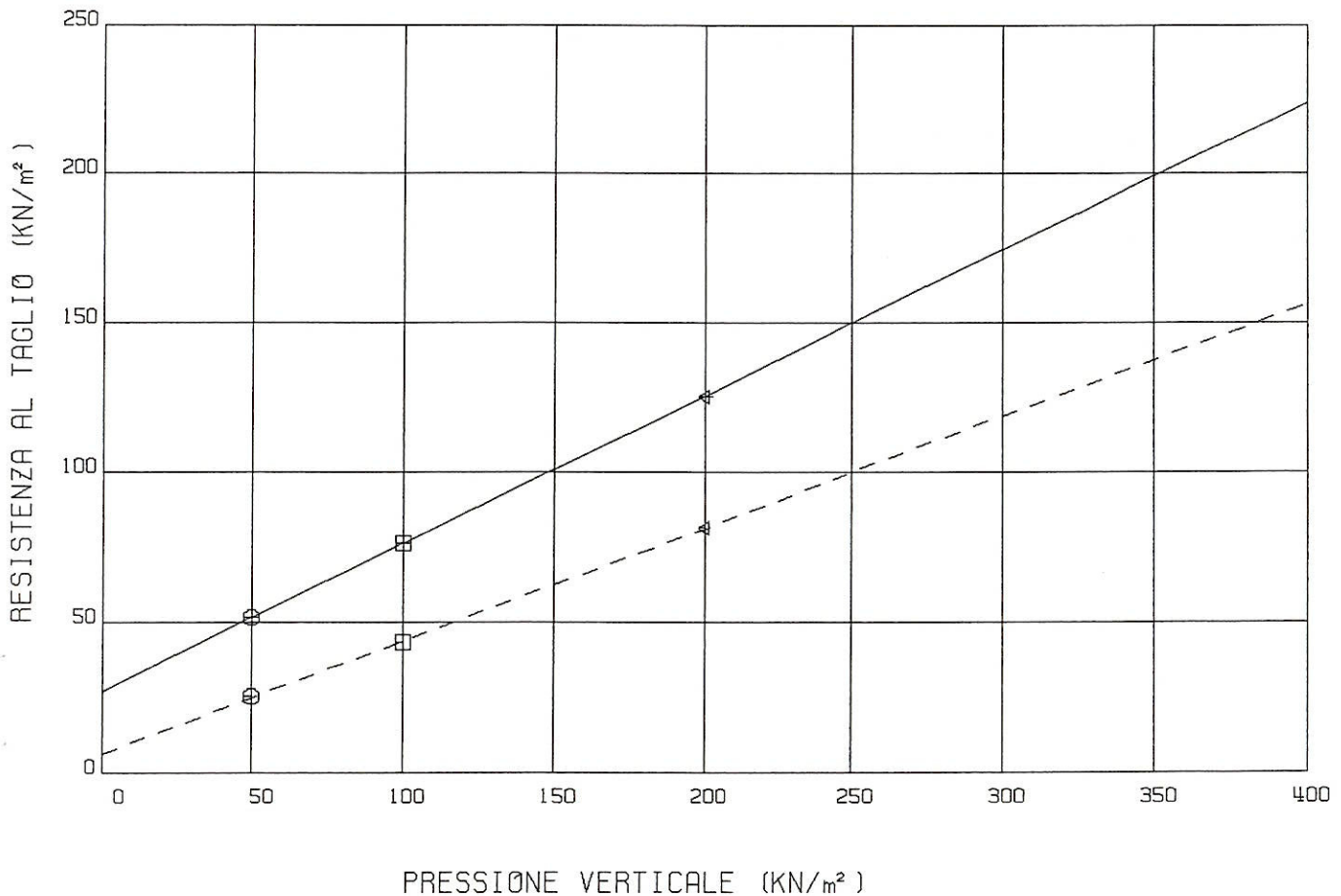
CONTENUTO D' ACQUA INIZIALE (%) : 20.90 20.90 20.90

PESO DI VOLUME INIZIALE (KN/M3) : 19.76 19.76 19.76

CONTENUTO D' ACQUA FINALE (%) :

PESO DI VOLUME FINALE (KN/M3) :

CONDIZIONI DI PROVA	PICCO	RESIDUO
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (gradi) :	26.21	20.56
COESIONE INTERCETTA (KN/m <sup>2</sup> ) :	27.10	6.54





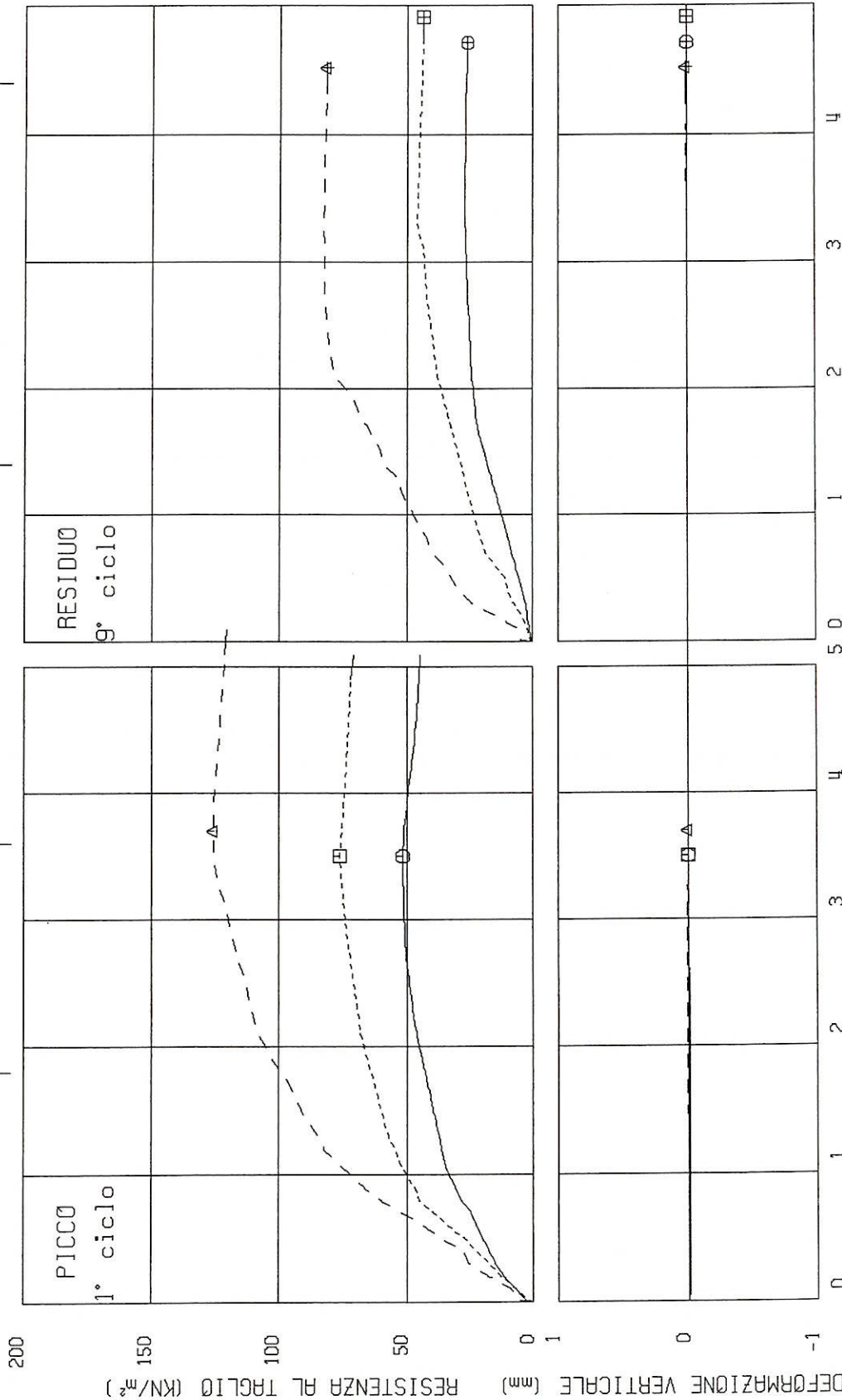
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Sondaggio : S2

Campione : C1

Profondità : da 5.50 a 6.20 m

PROVINO SIMBOLO n.	CONSOLIDAZIONE			VALORI DI PICCO			VALORI RESIDUI			
	SIGMA v KN/m <sup>2</sup>	CED f. mm	SIMBOLO	TRU P KN/m <sup>2</sup>	DEF h mm	DEF v mm	SIMBOLO	TRU r KN/m <sup>2</sup>	DEF h mm	DEF v mm
1	50.0	1.34	⊙	51.76	3.50	0.00	⊕	25.61	4.71	0.00
2	100.0	1.42	⊠	76.27	3.50	0.00	⊞	43.58	4.91	0.00
3	200.0	1.62	△	125.58	3.70	0.00	⊡	81.72	4.52	0.01



DEFORMAZIONE ORIZZONTALE (mm)

LABORATORIO GEOTECNICO

TECNODRILL s.a.s.

località Corlo - Montone - PERUGIA

Tel.: 0759306394 - Fax: 0759307012

### ANALISI GRANULOMETRICA

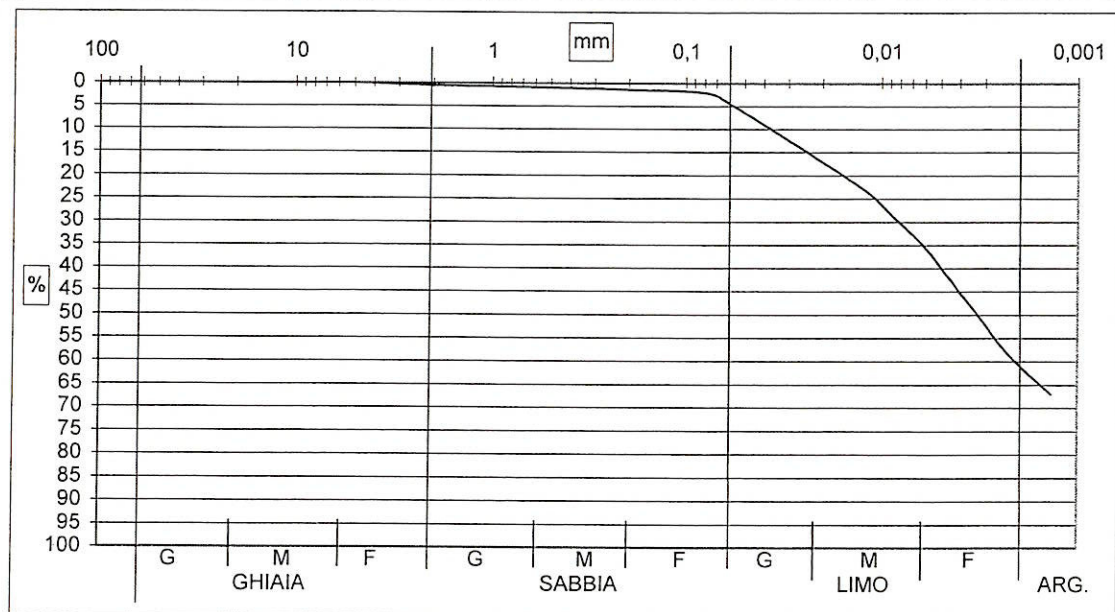
Committente: Provincia di Perugia	Commessa	013-2005
Cantiere: SP419 Deruta	Data	4 aprile 2005
Sondaggio: S2	Campione: C2	Profondità da 12,00 a 12,70 m

Descrizione campione al laboratorio (Norme AGI):	vedi tabella riassuntiva
--	--------------------------

analisi con VAGLI			
Setaccio	Diam. grani	trattenuto	t.cumulato
ASTM	mm	%	%
4"	101,6	0	0
2"	50,8	0	0
1"	25,4	0,00	0,00
1/2"	12,7	0,00	0,00
1/4"	6,35	0,00	0,00
4"	4,76	0,00	0,00
10"	2,00	0,56	0,56
20"	0,84	0,21	0,77
40"	0,42	0,28	1,05
60"	0,25	0,21	1,27
80"	0,177	0,21	1,48
140"	0,105	0,21	1,69
200"	0,074	0,56	2,25

analisi con AREOMETRO	
Diametro	%
mm	cumulato
0,0608	4,24
0,0435	8,10
0,0312	11,97
0,0223	15,83
0,0118	23,56
0,0085	29,36
0,0061	35,15
0,0044	42,88
0,0032	50,61
0,0023	58,34
0,0014	67,11

% ghiaia: $2 < d(\text{mm}) < 60$	% sabbia: $0,06 < d(\text{mm}) < 2$	% limo: $0,002 < d(\text{mm}) < 0,06$	% argilla: $d(\text{mm}) < 0,002$
0,6	3,9	56,5	39,0



**LABORATORIO GEOTECNICO TECNODRILL s.a.s.**

Località Corlo - 06014 - Montone (PG)

Tel. 0759306394 Fax 0759307012 E-mail: tecnodrill@libero.it

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI - G<sub>s</sub> - SU PICNOMETRO**

Data: 08-04-2005

Sondaggio: S2

Cantiere: SP 419 - Deruta - (frana)

Campione: C2

Committ.: Provincia di Perugia

Profondità: 12,00 - 12,70

**DESCRIZIONE CAMPIONE al Laboratorio (Norme AGI):**

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
1- Peso lordo (Picnometro+Grani) p.e.	PI (gr.)	483,30	481,40	
2- Tara Picnometro	T (gr.)	283,80	283,80	
3- Peso Picnometro+Acqua+Grani d.e.	P(t+a)	993,80	993,00	
4- Temperatura misurata	T (°C)	29,50	28,00	
5- Peso Picnometro+Acqua alla temp. T	Pa (gr.)	868,52	868,72	
6- Peso netto dei Grani P <sub>n</sub>	Differenza Punto 1-2	199,50	197,60	
7- Somma Punto 5+6	A= P <sub>n</sub> +P <sub>a</sub>	1068,02	1066,32	
8- Differenza punto 7-3	V=A-P(t+a) Vol. grani (cmc)	74,22	73,32	
9- Peso specifico dei grani - G <sub>s</sub> -	(gr./cmc)	2,688	2,695	
<b>Peso specifico medio dei grani calcolato (G<sub>s</sub>) gr./cmc</b>		<b>2,691</b>		

**LEGENDA:**

PI = Peso lordo picnometro+terra

T = Peso picnometro (tara)

P<sub>n</sub> = Peso netto P<sub>n</sub> = PI - TP<sub>a</sub> = Peso picnometro + acqua

P(t+a) = Peso picnometro+terra+acqua alla temp. T

A = P<sub>n</sub> + P<sub>a</sub>

V = A - P(t+a)

G<sub>s</sub> = P<sub>n</sub> / V

p.e. = prima dell'ebollizione

d.p. = dopo l'ebollizione

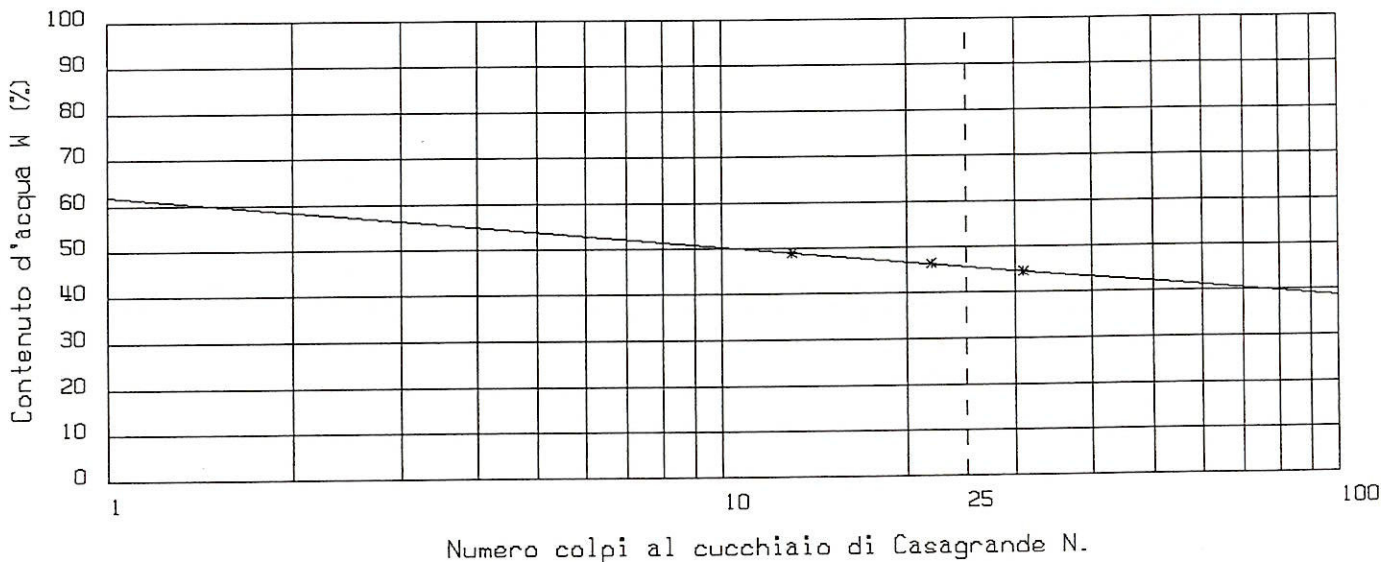
TECNODRILL sas Committente : Provincia di Perugia Commessa : 013-2005  
 Software Aquater S.p.a. Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 04-04-2005  
 settore Snamprogetti, Gruppo Eni

### LIMITI DI ATTERBERG

Sondaggio : S2 Campione : C2 Profondità : da 12.00 a 12.70 m

LIMITE LIQUIDO	prova n.	1	2	3	4	5
Numero colpi		31	22	13		
Contenuto d'acqua (%)		44.828	46.581	49.279		

LIMITE LIQUIDO LL = 45.928  
 LIMITE PLASTICO LP = 22.812  
 INDICE PLASTICO IP = 23.116



LIMITE PLASTICO	prova n.	1	2	3	4	5
Contenuto d'acqua (%)		23.026	22.597			



TECNODRILL sas

Software Aquater S.p.a  
settore Snamprogetti, Gruppo Eni

Committente : Provincia di Perugia Commessa : 013-2005

Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 30-03-2005

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sondaggio : S2

Campione : C2

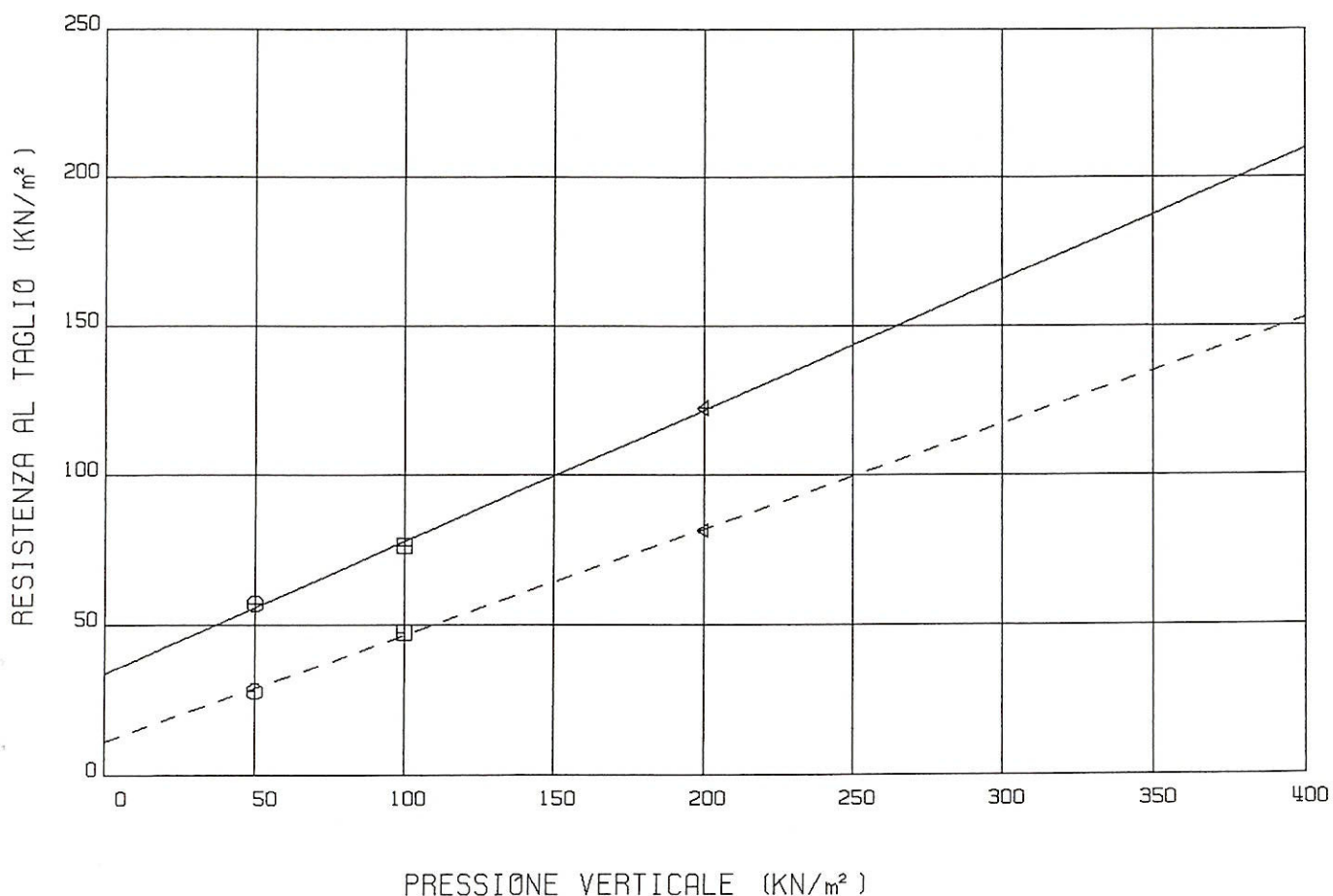
Profondità : da 12.00 a 12.70 m

STATO DEL PROVINO : Q5  
TIPO DELLA PROVA : CONSOL.DREN.  
VELOCITA' DI DEF. (mm/min) : 0.005

LATO (cm) : 6.0  
ALTEZZA (cm) : 3.0  
AREA (cm<sup>2</sup>) : 36.0

PROVINO n.	1	2	3
CONTENUTO D' ACQUA INIZIALE (%) :	23.77	23.77	23.77
PESO DI VOLUME INIZIALE (KN/M3) :	19.52	19.52	19.52
CONTENUTO D' ACQUA FINALE (%) :			
PESO DI VOLUME FINALE (KN/M3) :			

CONDIZIONI DI PROVA	PICCO	RESIDUO
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (gradi) :	23.74	19.48
COESIONE INTERCETTA (KN/m <sup>2</sup> ) :	34.05	11.31



TECNODRILL sas

Software Aquater S.p.a  
settore Snamprogetti, Gruppo Eni

Committente : Provincia di Perugia Commessa : 013-2005

Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 05-04-2005

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sondaggio : S4

Campione : C2

Profondità : da 9.00 a 9.50 m

STATO DEL PROVINO : Q5

TIPO DELLA PROVA : CONSOL.DREN.

VELOCITA' DI DEF. (mm/min) : 0.005

LATO (cm) : 6.0

ALTEZZA (cm) : 3.0

AREA (cm<sup>2</sup>) : 36.0

PROVINO n.

1

2

3

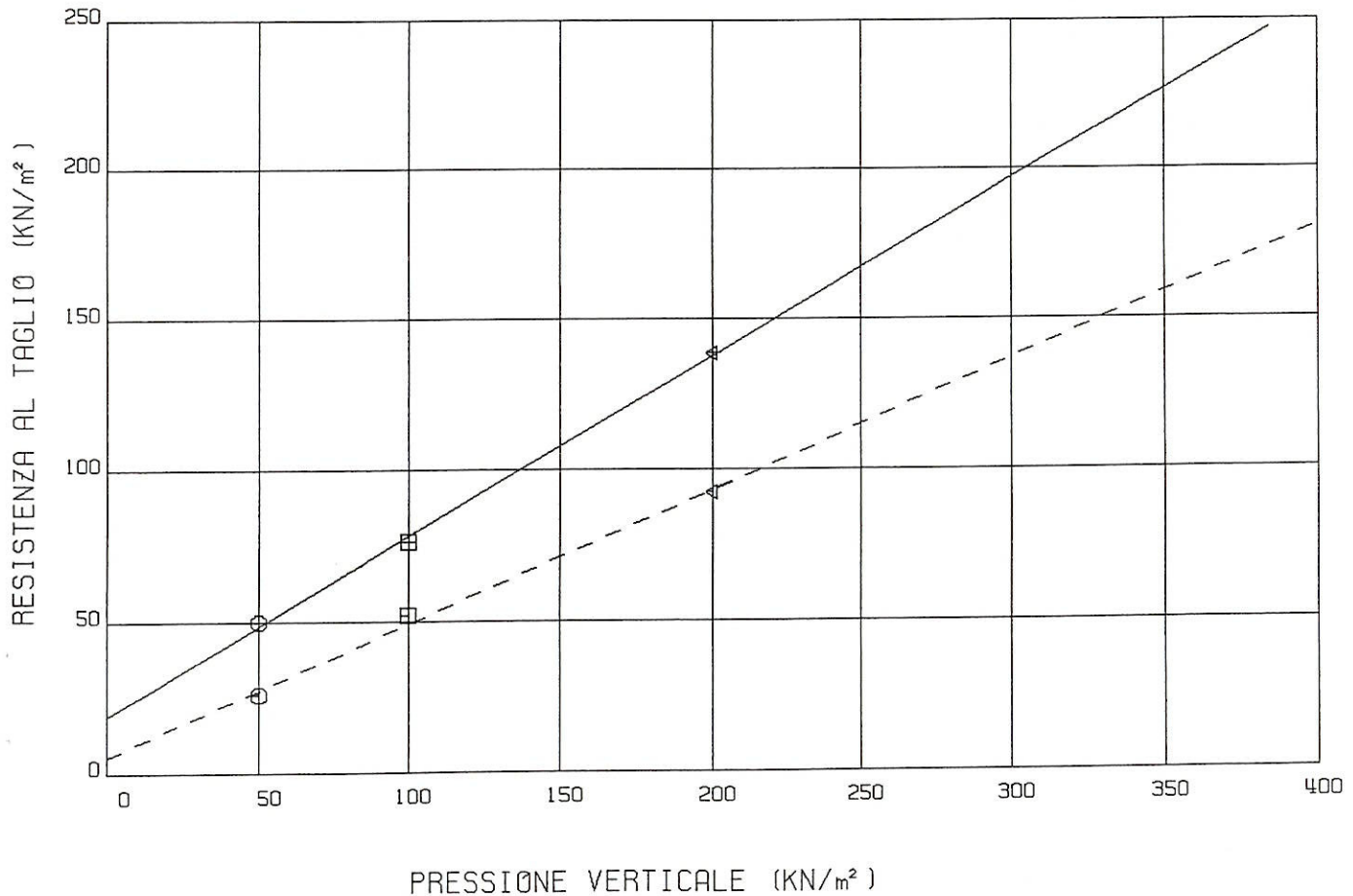
CONTENUTO D' ACQUA INIZIALE (%) : 23.13 23.13 23.13

PESO DI VOLUME INIZIALE (KN/M3) : 20.69 20.69 20.69

CONTENUTO D' ACQUA FINALE (%) :

PESO DI VOLUME FINALE (KN/M3) :

CONDIZIONI DI PROVA	PICCO	RESIDUO
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (gradi) :	30.77	23.70
COESIONE INTERCETTA (KN/m <sup>2</sup> ) :	19.07	5.72



# TECNODRILL sas

Software Aquater S.p.a  
settore Snamprogetti, Gruppo Eni

Committente : Provincia di Perugia Commessa : 013-2005

Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 05-04-2005

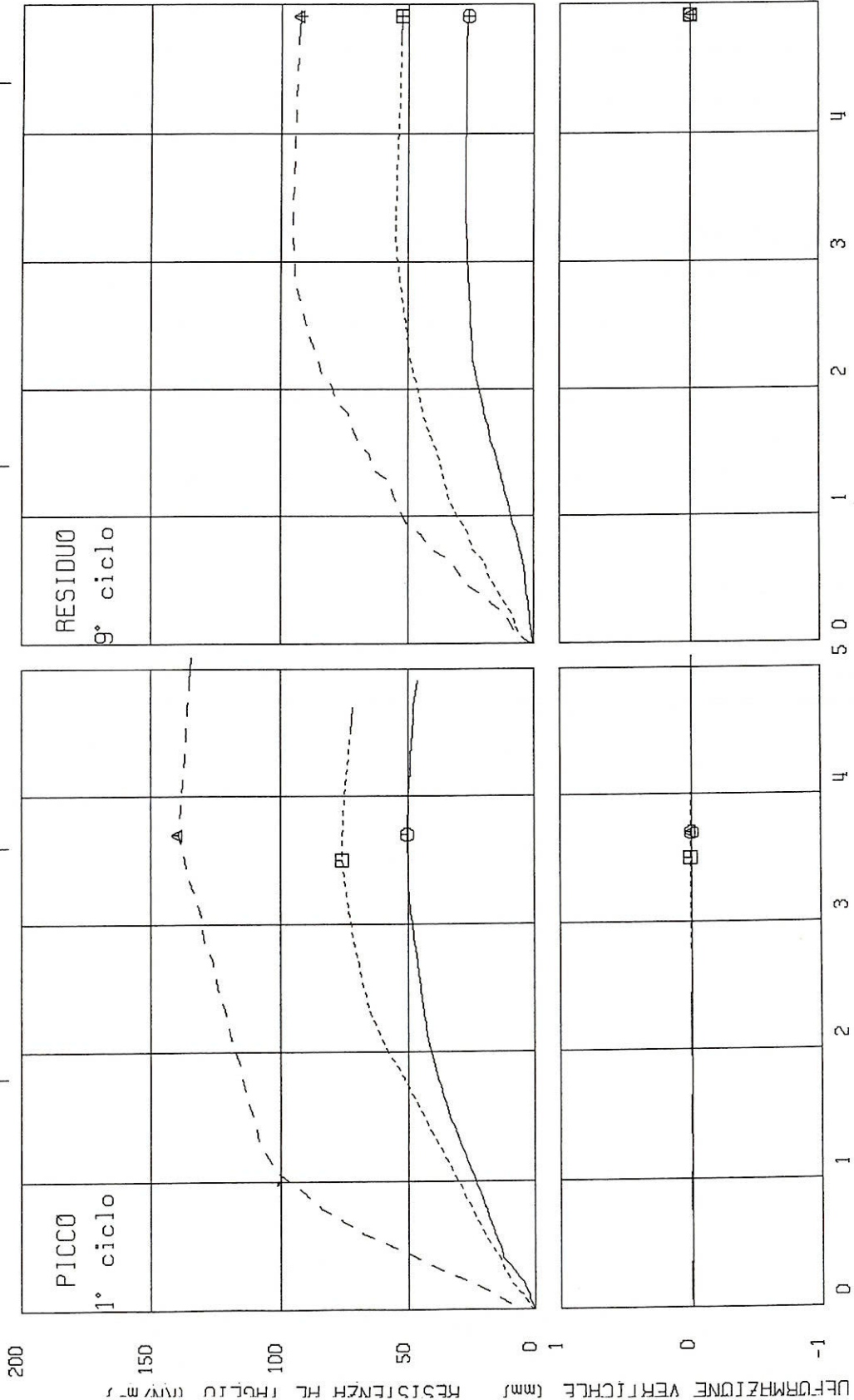
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sondaggio : S4

Campione : C2

Profondità : da 9.00 a 9.50 m

PROVINO	CONSOLIDAZIONE			VALORI DI PICCO			VALORI RESIDUI				
	SIMBOLO	SIGMA v KN/m <sup>2</sup>	CEDE f. mm	SIMBOLO	TAU P KN/m <sup>2</sup>	DEF h mm	DEF v mm	SIMBOLO	TAU r KN/m <sup>2</sup>	DEF h mm	DEF v mm
1	—	50.0	0.39	○	50.40	3.70	0.00	⊕	25.88	4.91	0.00
2	---	100.0	0.85	□	76.27	3.50	0.01	⊞	52.30	4.91	0.00
3	- - -	200.0	1.31	△	138.93	3.70	0.00	⊚	92.62	4.91	0.00



DEFORMAZIONE ORIZZONTALE (mm)





LABORATORIO GEOTECNICO  
**TECNODRILL s.a.s.**  
 località Corlo - Montone - PERUGIA  
 Tel.: 0759306394 - Fax: 0759307012

### ANALISI GRANULOMETRICA

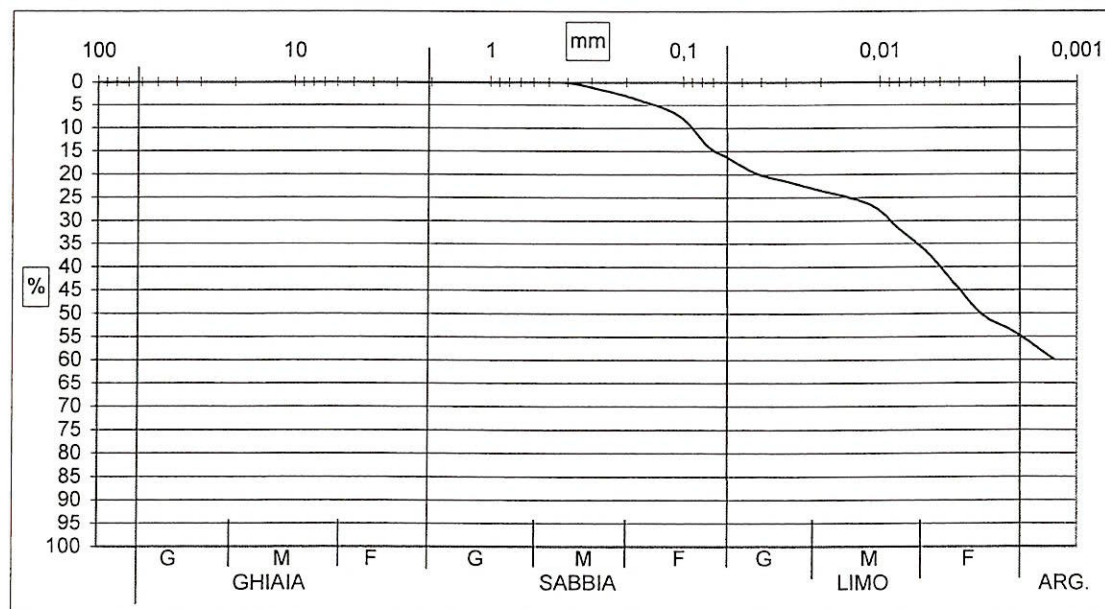
Committente: Provincia di Perugia	Commessa 013-2005
Cantiere: SP419 Deruta	Data 8 aprile 2005
Sondaggio: S4      Campione: C3b	Profondità da 12,00 a 12,50 m

Descrizione campione al laboratorio (Norme AGI):	vedi tabella riassuntiva parte più in basso
--	---

analisi con VAGLI			
Setaccio	Diam. grani	trattenuto	t.cumulato
ASTM	mm	%	%
4"	101,6	0	<b>0</b>
2"	50,8	0	<b>0</b>
1"	25,4	0,00	<b>0,00</b>
1/2"	12,7	0,00	<b>0,00</b>
1/4"	6,35	0,00	<b>0,00</b>
4"	4,76	0,00	<b>0,00</b>
10"	2,00	0,00	<b>0,00</b>
20"	0,84	0,00	<b>0,00</b>
40"	0,42	0,00	<b>0,00</b>
60"	0,25	1,83	<b>1,83</b>
80"	0,177	1,83	<b>3,66</b>
140"	0,105	3,66	<b>7,33</b>
200"	0,074	6,59	<b>13,92</b>

analisi con AREOMETRO	
Diametro	%
mm	cumulato
0,0593	<b>16,32</b>
0,0424	<b>19,72</b>
0,0302	<b>21,42</b>
0,0215	<b>23,12</b>
0,0112	<b>26,53</b>
0,0081	<b>31,63</b>
0,0058	<b>36,73</b>
0,0042	<b>43,54</b>
0,0030	<b>50,35</b>
0,0022	<b>53,75</b>
0,0013	<b>59,91</b>

% ghiaia: 2<d(mm)<60	% sabbia: 0,06<d(mm)<2	% limo: 0,002<d(mm)<0,06	% argilla: d(mm)<0,002
<b>0,0</b>	<b>16,5</b>	<b>39,0</b>	<b>44,5</b>



**LABORATORIO GEOTECNICO TECNODRILL s.a.s.**

località Corlo - 06014 - Montone (PG)

Tel. 0759306394 Fax 0759307012 E-mail: tecnodrill@libero.it

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI - G<sub>s</sub> - SU PICNOMETRO**

Data: 08-04-2005

Sondaggio: S4

Cantiere: SP 419 - Deruta - (frana)

Campione: C3

Committ.: Provincia di Perugia

Profondità: 12,00 - 12,50

**DESCRIZIONE CAMPIONE al Laboratorio (Norme AGI):**

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
1- Peso lordo (Picnometro+Grani) p.e.	PI (gr.)	483,60	481,50	
2- Tara Picnometro	T (gr.)	283,80	283,80	
3- Peso Picnometro+Acqua+Grani d.e.	P(t+a)	994,00	992,20	
4- Temperatura misurata	T (°C)	34,00	35,50	
5- Peso Picnometro+Acqua alla temp. T	Pa (gr.)	867,74	867,43	
6- Peso netto dei Grani Pn	Differenza Punto 1-2	199,80	197,70	
7- Somma Punto 5+6	A= Pn+Pa	1067,54	1065,13	
8- Differenza punto 7-3	V=A-P(t+a) Vol. grani (cmc)	73,54	72,93	
9- Peso specifico dei grani - G <sub>s</sub> -	(gr./cmc)	2,717	2,711	

Peso specifico medio dei grani calcolato (G <sub>s</sub> ) gr./cmc	2,714
--	-------

**LEGENDA:**

PI = Peso lordo picnometro+terra

T = Peso picnometro (tara)

Pn= Peso netto Pn=PI-T

Pa = Peso picnometro + acqua

P(t+a) = Peso picnometro+terra+acqua alla temp. T

A = Pn+Pa

V = A-P(t+a)

G<sub>s</sub> = Pn/V

p.e. = prima dell'ebollizione

d.p. = dopo l'ebollizione

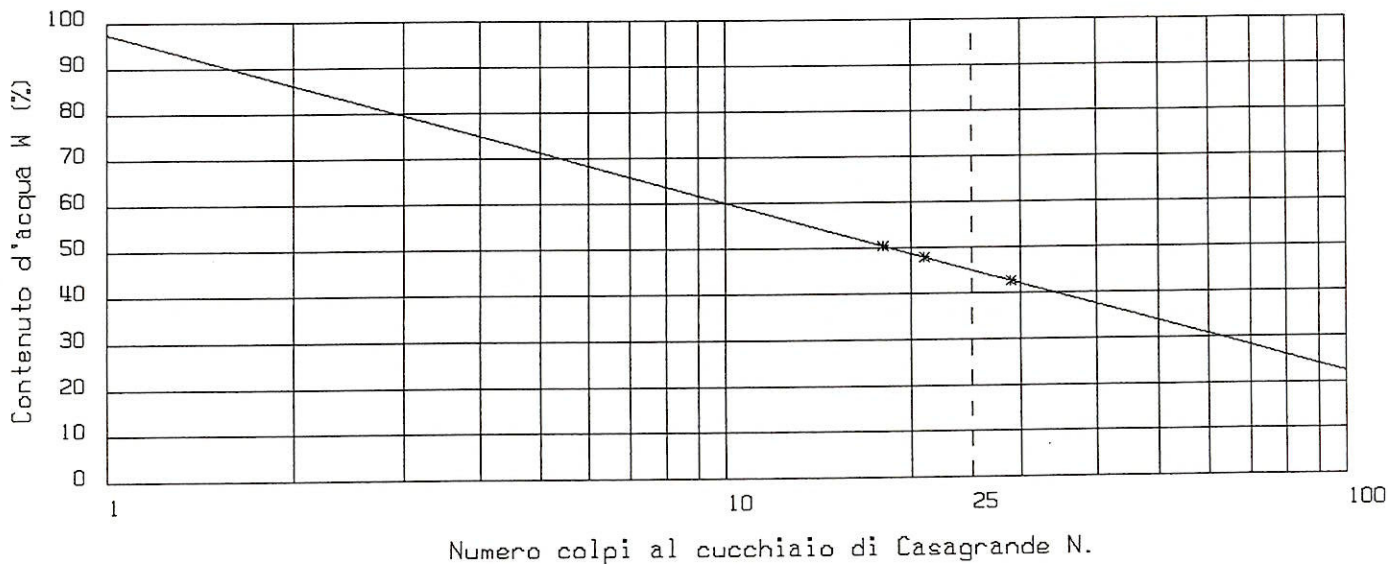
**TECNODRILL sas** Committente : Provincia di Perugia Commessa : 013-2005  
 Software Aquater S.p.a. Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 05-04-2005  
 settore Snamprogetti, Gruppo Eni

## LIMITI DI ATTERBERG

Sondaggio : S4 Campione : C3 Profondità : da 12.00 a 12.50 m

LIMITE LIQUIDO	prova n.	1	2	3	4	5
Numero colpi		29	21	18		
Contenuto d'acqua (%)		42.857	48.140	50.620		

LIMITE LIQUIDO LL = 45.281  
 LIMITE PLASTICO LP = 21.262  
 INDICE PLASTICO IP = 24.019



LIMITE PLASTICO	prova n.	1	2	3	4	5
Contenuto d'acqua (%)		20.974	21.550			

TECNODRILL sas

Software Aquater S.p.a  
settore Snamprogetti, Gruppo Eni

Committente : Provincia di Perugia Commessa : 013-2005

Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 05-04-2005

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sondaggio : S4

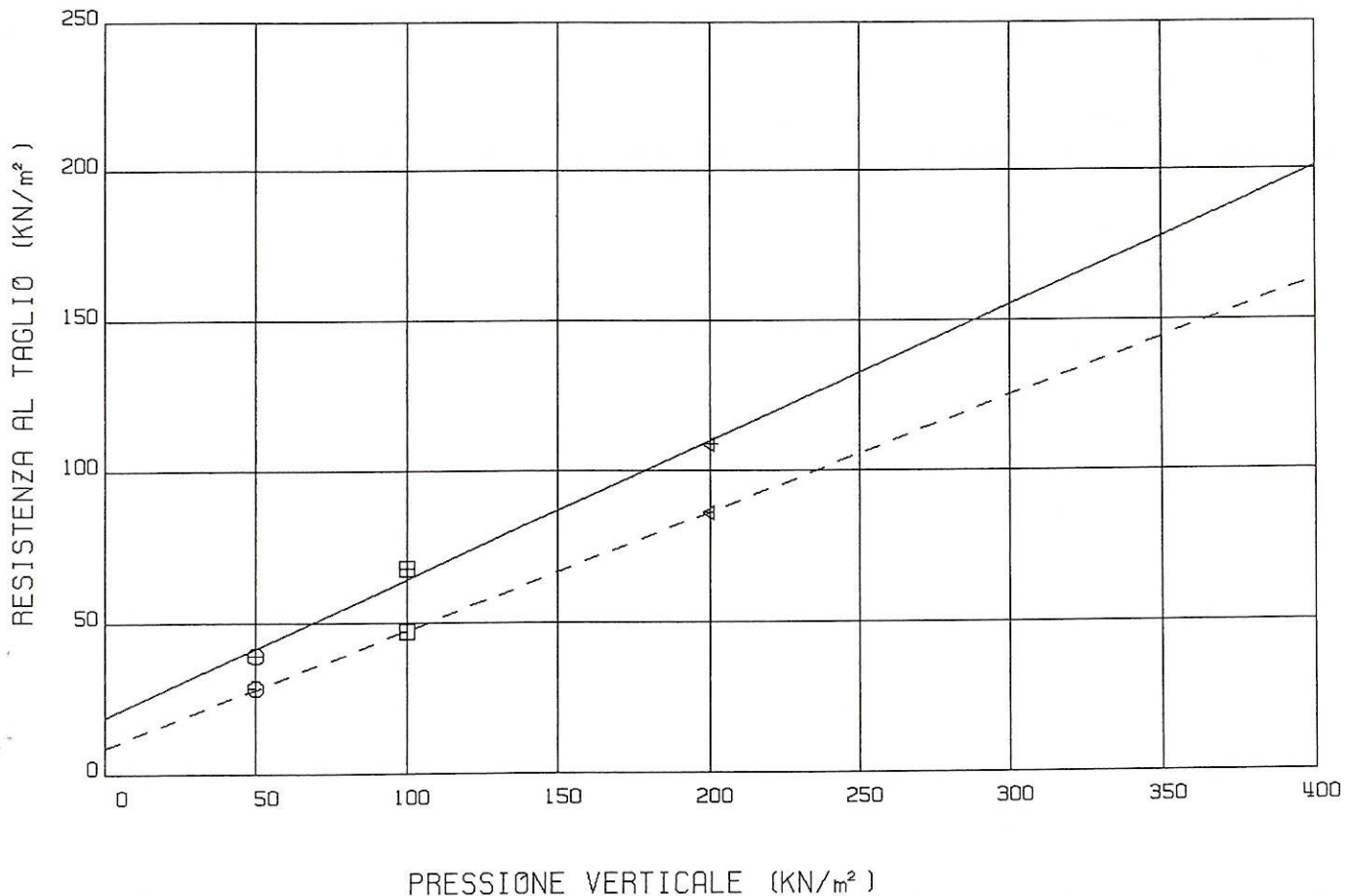
Campione : C3

Profondità : da 12.00 a 12.50 m

STATO DEL PROVINO : Q5  
TIPO DELLA PROVA : CONSOL.DREN.  
VELOCITA' DI DEF. (mm/min) : 0.005  
LATO (cm) : 6.0  
ALTEZZA (cm) : 3.0  
AREA (cm<sup>2</sup>) : 36.0

PROVINO n.	1	2	3
CONTENUTO D' ACQUA INIZIALE (%) :	18.64	18.64	18.64
PESO DI VOLUME INIZIALE (KN/M3) :	19.36	19.36	19.36
CONTENUTO D' ACQUA FINALE (%) :			
PESO DI VOLUME FINALE (KN/M3) :			

CONDIZIONI DI PROVA	PICCO	RESIDUO
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (gradi) :	24.48	21.18
COESIONE INTERCETTA (KN/m <sup>2</sup> ) :	19.07	8.99





# TECNODRILL sas

Software Aquater S.p.a  
settore Snamprogetti, Gruppo Eni

Committente : Provincia di Perugia Comessa : 013-2005

Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 05-04-2005

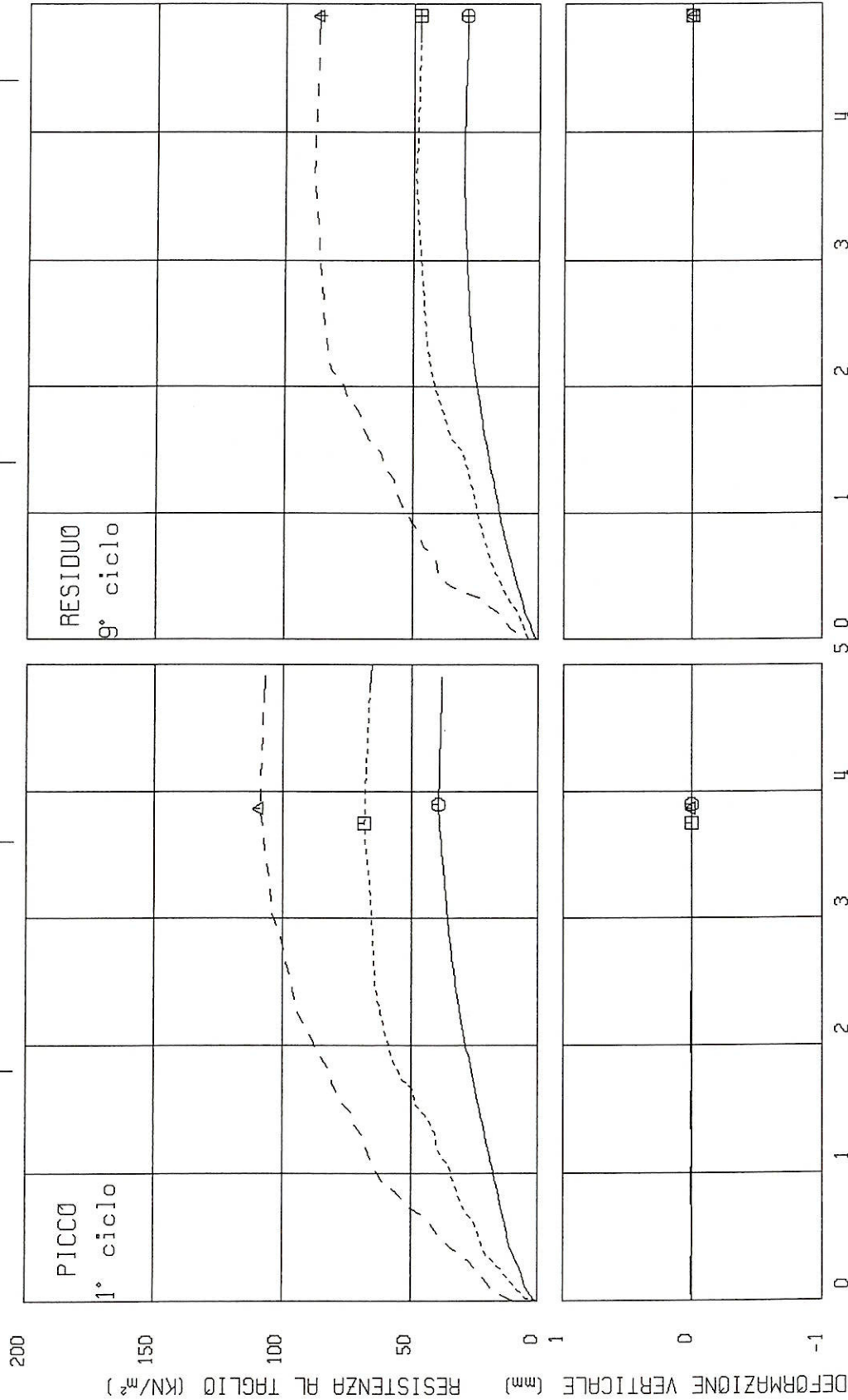
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sondaggio : S4

Campione : C3

Profondità : da 12.00 a 12.50 m

PROVINO SIMBOLO n°	CONSOLIDAZIONE			VALORI DI PICCO			VALORI RESIDUI			
	SIGMA v KN/m <sup>2</sup>	CED f. mm	SIMBOLO	TAU P KN/m <sup>2</sup>	DEF h mm	DEF v mm	SIMBOLO	TAU r KN/m <sup>2</sup>	DEF h mm	DEF v mm
1 ———	50.0	0.15	⊙	39.50	3.90	0.00	⊕	28.60	4.91	0.00
2 - - - - -	100.0	0.37	⊠	68.10	3.75	0.00	⊞	47.40	4.91	0.00
3 - - - - -	200.0	0.94	△	108.96	3.87	0.00	⊚	86.62	4.91	0.00



DEFORMAZIONE ORIZZONTALE (mm)

**TECNODRILL sas**

Software Aquater S.p.a  
settore Snamprogetti, Gruppo Eni

Committente : Provincia di Perugia Commessa : 013-2005

Cantiere : SP419 Deruta (frana) Data : 05-04-2005

**PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA**

Sondaggio : S4

Campione : C3

Profondità : da 12.00 a 12.50 m

PROVINO SIMBOLO n.	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		CARATTERISTICHE FISICHE		DATI DI PROVA		
	DIAMETRO mm	ALTEZZA mm	CONTENUTO DI ACQUA %	PESO DI VOLUME KN/m <sup>3</sup>	PRESS.r KN/m <sup>2</sup>	DEF.r %	VELOCITA* mm/min
01	38.00	76.00	18.64	19.36	53.17	6.58	0.50

