



Gran Sasso Acqua S.p.A.



# GRAN SASSO ACQUA S.p.A.

Via Ettore Moschino, 23/B  
67100 L'AQUILA (AQ)

**PROGETTO  
ESECUTIVO**

**REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI  
DEPURAZIONE  
A SERVIZIO DELL'AGGLOMERATO DI  
SCOPPITO E PARTE DELL'AQUILA OVEST  
- L'Aquila (località Sassa) -**

Allegato n°

**2**

**Relazione geologica,  
idrogeologica, geotecnica e  
sismica**

## STUDIO

C. & S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI S.r.l.  
D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE  
Via Cavour, 45  
66010 Palombaro (Ch)  
Tel. 0871/895660 fax 0871/895218  
e-mail: info@c-sdigiuseppe.com



## PROGETTAZIONE



C. & S. DI GIUSEPPE  
INGEGNERI ASSOCIATI S.r.l.  
D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE

## SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO

### IL R.U.P.:

Ing. Aurelio MELARAGNI

### IL PRESIDENTE:

Dott. Americo DI BENEDETTO

PROGETTO: 564

COMMITTENTE: Gran Sasso Acqua S.p.A.

Numero:     REVISIONE

ELABORATO DA: data

VERIFICATO DA: data

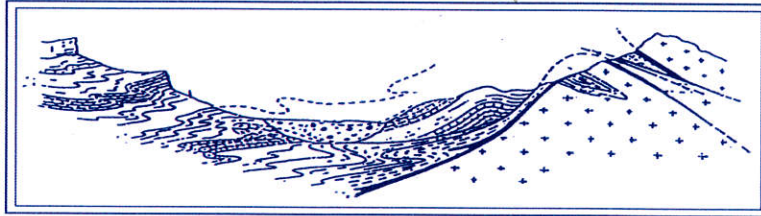
Risultato verifica 1 2 3

# GEOPROGETTI

Dott. Geol. Pellicciotta Domenico

- CONSULENZA GEOLOGICA
- SONDAGGI GEOGNOSTICI
- IDROGEOLOGIA
- INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO
- GEOTECNICA

Via Quadroni, 117 - 66040 PERANO (Chieti) - Tel. e Fax 0872 856019 - Cell. 347.9533083 - e-mail: [domenic.pellicciotta@virgilio.it](mailto:domenic.pellicciotta@virgilio.it)



## COMUNE DI L'AQUILA

(PROVINCIA DE L'AQUILA)

### **RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA-IDROGEOLOGICA- SISMICA** **- Progetto Esecutivo -**

**Progetto:**

**REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE A SERVIZIO  
DELL'AGGLOMERATO DI SCOPPITO E PARTE DELL'AQUILA OVEST.**

**COMMITTENTE: GRAN SASSO ACQUA S.p.A.**

Perano, giugno 2015

Geol. Domenico PELLICCIOTTA



## INDICE

CAP.1 – PREMESSE.....	pag.1
CAP.2 –CARATTERI GEOLOGICI GENERALI .....	pag.2
CAP.3 – UBICAZIONE E CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	pag.4
CAP.4 - VERIFICA PAI.....	pag.5
CAP.5 – CARATTERI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI.....	pag.7
5.1 – Caratteri idrografici.....	pag.7
5.2 – Caratteri idrogeologici.....	pag.7
CAP.6 – INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE.....	pag.8
6.1 – Scopo delle indagini.....	pag.8
6.2 – Mezzi d’indagine.....	pag.8
6.3 – Risultati delle indagini.....	pag.17
CAP.7 – CARATTERI SISMICI DEL SITO.....	pag.22
CAP.8 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	pag.25

## ALLEGATI

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO	Scala 1:25.000
CARTA GEOLOGICA	Scala 1:50.000
CARTA GEOLOGICA (MS 2009)	Scala 1:5.000
CARTA GEOMORFOLOGICA	Scala 1:25.000
CARTA DELLA PERICOLOSITA’IDROGEOLOGICA	Scala 1:25.000
CARTA DELLA PERICOLOSITA’IDRAULICA	Scala 1:5.000
CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MS 2009)	
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (MS 2009)	Scala 1:5.000
UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE	
TABULATI – DIAGRAFIE PROVE PENETROMETRICHE (PDSH)	
STRATIGRAFIE SONDAGGI GEOGNOSTICI	
CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO	
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	

## CAP.1 - PREMESSE

Per incarico della GRAN SASSO ACQUA S.p.A., via Ettore Moschino, 23/B -67100 L'Aquila, è stato eseguito uno studio geologico-idrogeologico-geotecnico per il progetto di ***“Realizzazione dell'impianto di depurazione a servizio dell'agglomerato di Scoppito e parte dell'Aquila Ovest”***.

Le opere consistono nella realizzazione di un impianto di depurazione a servizio della rete fognaria che serve i nuclei urbani a ovest del centro urbano dell'Aquila, tuttavia, per un miglior riferimento strutturale ed architettonico dell'opera, si rimanda agli elaborati tecnici approntati dal progettista incaricato, Ing. Sante Di Giuseppe.

Il presente studio, basato sul **rilevamento geologico e geomorfologico della zona, sull'analisi della letteratura specifica e su indagini geognostiche**, è teso alla comprensione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dal progetto, al fine di poter valutare le condizioni di stabilità dell'area e dare indicazioni sulle fondazioni più idonee e gli interventi tecnici atti alla risoluzione dei problemi incontrati.

Quanto eseguito risponde a:

- **L.R. n. 28 del 11 agosto 2011.**
- **Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003** della Presidenza del Consiglio dei Ministri.
- **Ordinanza n. 3519 del 28 aprile 2006** della Presidenza del Consiglio dei Ministri.
- **D.M. 14 gennaio 2008.**

## CAP.2 - CARATTERI GEOLOGICI GENERALI

L'area si colloca nella struttura geologica della dorsale subsidente abruzzese; tale unità strutturale confina ad ovest con la porzione meridionale della mio-geosinclinale umbra. La zona di transizione tra facies umbra e facies abruzzese si trova nel settore orientale dell'area in esame, con orientamento circa meridiano lungo i versanti sinistro e destro del T. Licenza a sud e del F. Turano a nord.

Dal punto di vista della serie stratigrafica le formazioni più antiche sono rappresentate da *Calciruditi a Rudiste*, *Marne a Fucoidi*, *Maiolica* risalenti al Cretaceo (*Titanico*, *Cenomaniano inf.* – *Appiano*) riscontrabili nelle sezioni più profonde dei principali rilievi appenninici. Prevalgono litotipi costituiti da calcari micritici bianchi con liste di selce nera, in strati sottili, alternati a calcareniti torbiditiche. Sono presenti calciruditi bioclastiche e calciruditi pseudosaccaroidi biancastre in grossi banchi, con frammenti di rudiste.

In successione stratigrafica affiorano formazioni del Paleogene (*Eocene* – *Oligocene*) rappresentate dalla *Scaglia equivalente*, costituita da calcari micritici con liste di selce rossa e *Scaglia cinerea equivalente*, costituita da marne calcaree frequentemente bioturbate, a noduli di selce, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche.

Localmente affiorano vaste porzioni della formazione *Messiniana* denominata *Flysch del Gran Sasso, di Tornimparte e di Rocca Pia*. Tale formazione è costituita dall'alternanza di argille marnose e di arenarie gradate in strati da 20 cm ad 1 m, talora con banchi fino a 3-4, con marne scure alla base. Lo spessore può assumere valori dell'ordine di 900-1000 m.

Successivamente al sollevamento dell'area e del ritiro del mare, si sono instaurati processi geomorfologici in ambiente continentale che hanno determinato il modellamento superficiale dell'area e la formazioni di vari depositi. Tra i più significativi sono presenti i *depositi lacustri e fluviali*, costituiti da sedimenti eterogenei dipendenti dalla natura litologica delle aree di alimentazione e dall'energia di trasporto dei corsi d'acqua.

Da menzionare i depositi *eluvio-colluviali di versante*, legati al disfacimento chimico-fisico dei principali rilievi appenninici, con lo sviluppo di coltri di alterazione di spessore variabile disposte lungo i versanti e, soprattutto alla base di questi, con una prevalente composizione detritica in matrice limo argillosa.

L'opera in progetto è ubicata sui depositi alluvionali recenti del Torrente Raio, depositi essenzialmente ghiaioso-sabbiosi con lenti e livelli limo-argillosi.

## CAP.3 - UBICAZIONE E CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'area in esame presenta la classica morfologia montana, tipica dell'Appennino Abruzzese. L'assetto geomorfologico è fortemente condizionato dalla natura litologica delle formazioni affioranti e dalla struttura tettonica dell'area.

Le formazioni a prevalente composizione calcarea originano, in genere, una elevata energia di rilievo legata alla loro resistenza all'azione dinamica, con forte condizionamento dell'assetto tettonico. I processi di sgretolamento dell'ammasso calcareo, per effetto di processi chimico-fisico, determinano lo sviluppo di falde detritiche presenti lungo i versanti.

La geomorfologia locale può essere distinta in 2 principali ambienti:

- area collinare-montana: caratterizzata da processi di versante, che si manifestano soprattutto in corrispondenza di litologie argilloso-sabbiose, che mostrano una maggiore vulnerabilità nei confronti della dinamica esogena. Le formazioni calcareo-marnose offrono una maggiore resistenza all'azione dinamica, pertanto le principali morfologie sono fortemente influenzate dall'assetto tettonico. Le maggiori manifestazioni geomorfologiche sono rappresentate da processi gravitativi di versante e da erosione fluviale concentrata, con sviluppo di conoidi alluvionali allo sbocco dei torrenti, lì dove la morfologia cambia di pendenza in modo significativo. Localmente sono presenti aree interessate da deformazioni superficiali lente allo stato per lo più quiescente, che non interferiscono con le opere in progetto.
- area alluvionale: costituita dalla piana alluvionale del T.Raio, in cui non si riscontrano particolari processi geomorfologici in atto. Infatti, lungo il corso d'acqua sono state rilevate numerose scarpate di erosione fluviale allo stato inattivo, probabilmente relative alle antiche fasi erosive dei torrenti che costituiscono il reticolo idrografico confluyente al T. Raio.

Dalla cartografia ufficiale e dai sopralluoghi effettuati in sito, si evince che l'area in cui verrà realizzato l'impianto non risulta coinvolto in particolari processi gravitativi.

## CAP.4 – VERIFICA PAI

La Legge n° 183/89 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”

introduce il concetto di Piano di Bacino il quale, oltre alla sicurezza del territorio contro le alluvioni, si prefigge l’obiettivo di assicurare la difesa contro le frane, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi. L’obiettivo generale dello studio riguarda la delimitazione delle aree di pertinenza fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, e direttive) il conseguimento di un assetto fisico del corso d’acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l’uso della risorsa idrica, l’uso del suolo (a fini insediativi, agricoli, industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali, sia per l’individuazione delle aree a rischio alluvionale e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misura di salvaguardia, nonché le misure medesime.

Il Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico perimetra le aree a rischio di frana e di erosione, all’interno delle aree a pericolosità idrogeologica, esclusivamente allo scopo di individuare ambiti ed ordini di priorità degli interventi di mitigazione del rischio nonché allo scopo di segnalare aree di interesse per i piani di protezione civile. Le tavole di perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico sono trasmesse a cura delle Regioni alle autorità regionali ed infra-regionali competenti in materia di protezione civile.

Tale Piano si compone di diversi *elaborati cartografici in scala 1:25.000*, tra cui la Carta Geomorfologica e la Carta della Pericolosità Idrogeologica (in allegato).

In tali carte, il territorio viene suddiviso in aree classificate come a diverso grado di pericolosità o rischio, all’interno delle quali sono stabilite delle norme per prevenire pericoli da dissesti di versante e danni, anche potenziali, a persone, beni e attività vulnerabili, nonché per prevenire la formazione di nuove condizioni di rischio.



L'analisi della **pericolosità idrogeologica** delle aree di progetto è stata condotta attraverso la consultazione dei fogli 358 e – 359 o della Tavola P del Piano Stralcio di Bacino.

Dalla cartografia ufficiale si evince che l'impianto in progetto non si colloca su nessuna area potenzialmente pericolosa, dal momento che non si evidenzia la presenza di alcun processo geomorfologico in atto o quiescente nelle immediate vicinanze del sito in esame; pertanto, l'opera in progetto non è soggetta a Studio di Compatibilità Idrogeologica.

Il PSDA (Piano Stralcio Difesa Alluvioni) individua e perimetra le aree di pericolosità idraulica (molto elevati, elevati, medi e moderati per esondazioni) mediante la valutazione dei livelli raggiungibili in condizioni di massima piena valutati con i principi teorici dell'idraulica. La perimetrazione adottata riguarda le aree limitrofe ai principali corsi d'acqua individuati tenendo conto sia le portate liquide che li attraversano sia delle criticità che le hanno interessate nel corso degli ultimi decenni.

L'area in studio, individuata dal punto di vista geologico nella fascia dei depositi alluvionali recenti, non rientra nella perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica e/o di rischio idraulico.

Da un punto di vista geomorfologico ed idraulico si può, pertanto, ritenere che l'area non è soggetta a verifica di compatibilità idraulica.

## **CAP.5 – CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDROGRAFICI**

### **5.1 - Caratteri idrografici**

Il bacino del T. Raio si sviluppa all'interno di rilievi Appenninici. L'impiuvio presenta una forma piuttosto stretta nelle aree sorgive, mentre, nel fondovalle si sviluppa un'ampia piana alluvionale con un andamento meandriforme del corso d'acqua principale. Il reticolo idrografico presenta un basso rapporto di biforcazione ed una bassa densità di drenaggio: ciò trova spiegazione nell'assetto geologico; infatti la presenza di un substrato rigido (arenarie) impedisce una diffusa ramificazione del reticolo idrografico limitando l'azione erosiva lineare ai depositi eluvio-colluviali di versante distinti da una maggiore vulnerabilità. Per tale motivo le ramificazioni si presentano rettilinee e con argini ad alto angolo. Il deflusso degli affluenti è di tipo stagionale e strettamente legato alle precipitazioni locali, mentre il T. Raio presenta un deflusso distinto da maggiore continuità.

### **5.2 - Caratteri idrogeologici**

Le caratteristiche idrogeologiche sono fortemente influenzate dalle caratteristiche stratigrafiche dell'area ed, in particolare, dal grado di permeabilità dei singoli orizzonti. In considerazione dell'estensione dell'area interessata dal progetto sono presenti diversi modelli idrogeologici.

L'impianto di depurazione si estende quasi completamente su un'area pianeggiante, sulla piana alluvionale. La presenza di falde è legata alla presenza di alluvioni ghiaioso-detritiche distinte da elevata permeabilità primaria; la struttura alluvionale favorisce lo sviluppo del sistema multifalda, ossia la presenza di falde disposte a diverse quote per l'alternarsi di livelli permeabili a quelli impermeabili (argille e limi).

## CAP.6 – INDAGINI GEOGNOSTICHE e GEOFISICHE

### 6.1 – Scopo delle indagini

Le indagini geognostiche sono state programmate al fine di verificare i dati di carattere geologico acquisiti dalla Letteratura specifica e dal rilevamento di campagna. Nella programmazione si è tenuto conto della tipologia delle opere previste in progetto e delle caratteristiche geomorfologiche dell'area. Le indagini in sito si propongono:

- di ricostruire la stratigrafia del sito;
- di valutare le caratteristiche geotecniche e geofisiche;
- di rilevare eventuali falde freatiche.

### 6.2 - Mezzi di indagine

Nella scelta dei mezzi di indagine si è tenuto conto della conoscenza preventiva dei terreni affioranti e delle opere previste in progetto; inoltre, si è tenuto conto delle indagini eseguite dal sottoscritto in aree limitrofe. In particolare sono state eseguite indagini in sito comprendenti:

- *n° 4 prove penetrometriche dinamiche (DPSH);*
- *n°3 sondaggi geognostici,*
- *n°6 prove S.P.T.,*
- *monitoraggio della falda con n°2 piezometri,*
- *n°1 prospezione sismica MASW*

inoltre sono state considerate prove di laboratorio (GEA) eseguite per un altro progetto vicino al sito in esame e sulle medesime formazioni.

### PROVE PENETROMETRICHE

Le prove penetrometriche dinamiche, spinte fino alla profondità massima di mt. 7.00 dall'attuale piano campagna, sono state eseguite con **Penetrometro Pagani TG63-100KN dinamico** (DPSH).

Di seguito si riportano delle tabelle in cui si evidenziano le principali caratteristiche dello strumento.

		DPL (light)	DPM (medium)	DPH (heavy)	DPSH (super heavy)
Maglio	Massa M (kg)	10	30	50	63,5
	Altezza di caduta H (mm)	500	500	500	750
Cono	Angolo di apertura (°)	90	90	90	90
	Area di base A (cm <sup>2</sup> )	10	10	15	20
	Diametro di base D (mm)	35,7	35,7	43,7	50,5
	Altezza cilindro di base cono (mm)	35,7	35,7	43,7	50,5
	Rastremazione (parte alta) (°)	11	11	11	11
	Altezza parte conica (mm)	17,9	17,9	21,9	25,3
Aste	Massa massima (kg/m)	3	6	6	6
	Diametro esterno massimo (mm)	22	32	32	32
	Lunghezza aste (mm)	1000	1000	1000	1000
Penetrazione	Numero colpi penetrazione	N <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	N <sub>20</sub>
	Campo di valori standard	3 ÷ 50	3 ÷ 50	3 ÷ 50	5 ÷ 100
Lavoro specifico per colpo M * g * H / A (kJ/m <sup>2</sup> )		49	147	164	234

Il penetrometro TG63-100/150 è un penetrometro dinamico automatico super pesante DPSH (Dynamic Probing Super Heavy).

### Certificazioni:

Documento certificato: VEC000029 come richiesto dalla normativa in vigore, direttiva 98/37/CE e 2006/42/CE;

Matricola strumento: P000955;

Dichiarazione di conformità: documento CON000086

Attestazione marchiatura CE: sullo strumento con matricola P000955 è presente la targhetta CE, come previsto dall'art. 10 della direttiva 98/37/CE e dall'art. 5 c.1 1.f e dall'art. 16 della direttiva 2006/42/CE;

Controlli per la sicurezza: verifica installazione di adesivi, targhette e dispositivi di sicurezza;

Dichiarazione fonometria: livello di potenza sonora  $L_{wa} = 104,7$  (dB), livello sonoro medio  $L_{pm} = 88,8$  (dB).

### CORRELAZIONE CON SPT.

Poiché le correlazioni empiriche esistenti in letteratura tra i risultati di una prova penetrometrica dinamica ed i principali parametri geotecnici del terreno fanno riferimento essenzialmente alle prove SPT, occorrerebbe in teoria applicare una correzione ai risultati delle prove SCPT, per tenere conto delle diverse modalità esecutive.

Ciò può essere fatto secondo due criteri differenti:

- correzione sulla base delle differenti modalità esecutive: penetrometri con caratteristiche differenti rispetto all' SPT (peso del maglio, volata, area della punta, ecc.) comportano energie di infissione ovviamente differenti; per rapportare il numero di colpi dell' SPT con quelli del dinamico continuo diversi Autori propongono l'applicazione del seguente fattore correttivo:

$$Cf = \frac{M1 \cdot H1 \cdot P11 \cdot Ap1}{M2 \cdot H2 \cdot P12 \cdot Ap2}$$

dove:

M2	=	peso del maglio SPT (63.5 kg);
H2	=	volata del maglio SPT (75 cm);
P12	=	passo di lettura SPT (15 cm);
Ap2	=	area della punta SPT (20.4 cmq);
M1	=	peso del maglio del dinamico continuo;
H1	=	volata del maglio del dinamico continuo;
P11	=	passo di lettura del dinamico continuo;
Ap1	=	area della punta del dinamico continuo.

Il numero di colpi da utilizzare nel calcolo dei parametri geotecnici sarà dato da:

$$N_{spt} = Cf N_{scpt}$$

- correzione sulla base delle litologie incontrate: si è dimostrato, nelle correlazioni SPT-SCPT, che generalmente il rapporto fra il numero dei colpi misurato con i due strumenti ( $N_{spt}/N_{scpt}$ ) tende a 1 per granulometrie grossolane, mentre tende a crescere per granulometrie più fini; si suggeriscono le seguenti correlazioni proposte in letteratura:

Correlazione			Litologia
$N_{SPT}$	=	1 x $N_{SCPT}$	Ghiaie e ghiaie sabbiose
$N_{SPT}$	=	1.25 x $N_{SCPT}$	Sabbie e ghiaie con fine plastico
$N_{SPT}$	=	1.5 x $N_{SCPT}$	Sabbie con molto fine
$N_{SPT}$	=	2 x $N_{SCPT}$	Limi
$N_{SPT}$	=	2.5 x $N_{SCPT}$	Argille limose/sabbiose
$N_{SPT}$	=	3 x $N_{SCPT}$	Argille

In ogni caso si tratta di correlazioni empiriche che vanno utilizzate con cautela. In particolare, per quanto riguarda la correzione in funzione della litologia, questa andrà calibrata sulla base delle caratteristiche litologiche locali.

Poiché esistono molti tipi di penetrometri dinamici con diverse caratteristiche, per poter utilizzare i metodi di interpretazione calibrati per la SPT è necessario apportare delle correzioni ai risultati ottenuti.

Muromachi e Kobayashi (1981) hanno presentato una correlazione fra  $N_{30}$  (colpi per 30 cm di penetrazione) ed  $N_{spt}$ . Il penetrometro usato è l'RTRI-HEAVY, giapponese, con maglio di 63,5 Kg, caduta 75 cm,  $d_{punta} = 5,08$  cm, il quale è simile al penetrometro italiano tipo **EMILIA-DPSH**. I due autori trovano che i dati, rilevati in materiali compresi in un'ampia gamma granulometrica e senza tenere conto dell'attrito laterale lungo la batteria delle aste, consentono la seguente relazione :

$$\frac{N_{30}}{N_{spt}} = 1.15$$

Tenendo invece conto dell'influenza dell'attrito laterale la relazione diventa :

$$\frac{N_{30}}{N_{spt}} = 1$$

i risultati quindi in questo caso possono essere utilizzati senza alcuna correzione.

Da alcune indagini italiane la relazione tra  $N_{30}$  e  $N_{spt}$  diventa :

$$\frac{N_{30}}{N_{spt}} = 0.57$$

#### DETERMINAZIONE DELLA LITOLOGIA E DELLA RESISTENZA DINAMICA.

##### ⇒ **Litologia**

Non esiste attualmente in letteratura una correlazione fra il numero di colpi misurato con il penetrometro dinamico e la litologia degli strati attraversati. Una correlazione può essere effettuata assimilando la procedura d'infissione delle aste e del rivestimento nella prova SCPT a quella di pali battuti di piccolo diametro. Per tali tipologie di palo esistono in letteratura delle indicazioni dei valori di resistenza laterale all'infissione in funzione delle diverse litologie. Sulla base di questi dati e di un'ampia casistica relativa all'esecuzione di prove SCPT in litologie differenti, vengono

proposte le seguenti correlazioni in funzione del rapporto n.colpi della punta / n.colpi del rivestimento:

Rapporto $N_{\text{punta}}/N_{\text{rivestimento}}$	Litologia
< 0,25	Argilla
0,25 - 0,40	Argilla con limo o sabbia
0,40 - 0,70	Limo
0,70 - 2,25	Sabbia con limo o limosa
2,25 - 4	Sabbia o ghiaia con matrice plastica
> 4	Ghiaia o ghiaia + sabbia

⇒ **Resistenza dinamica**

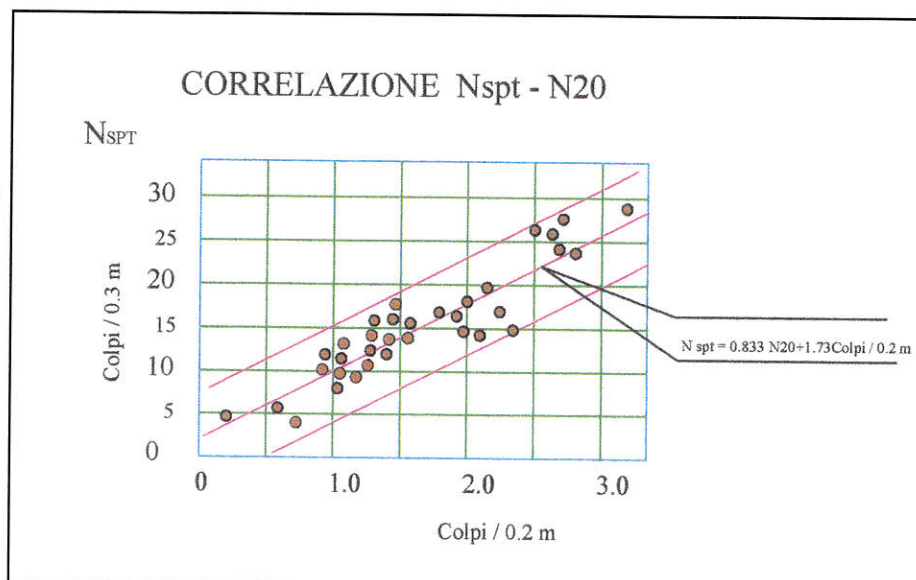
La resistenza dinamica viene calcolata con la seguente relazione :

$$Rd(Kg/cm^2) = \frac{P^2 H}{A_p R_f (P + P_a + P_t)}$$

dove:

P (kg) = peso del maglio;  
 H (cm) = volata del maglio;  
 A<sub>p</sub> (cm<sup>2</sup>) = area della punta;  
 R<sub>f</sub> (cm) = rifiuto medio, dato dal rapporto fra lunghezza del tratto d'avanzamento e numero di colpi per tratto d'avanzamento (30/N<sub>spt</sub>);  
 P<sub>a</sub> (kg) = peso della colonna di aste;  
 P<sub>t</sub> (kg) = Peso della testa di battuta.

Nella seguente Tavola si riporta relazione tra N<sub>SPT</sub> e N<sub>20</sub> ottenuta da Borowczyk e Frankowski (1981).



## **SONDAGGI GEOGNOSTICI**

I sondaggi sono stati eseguiti negli orizzonti superiori con il metodo a carotaggio continuo, mediante trivella idraulica polifunzionale, mentre all'interno del bancone ghiaioso si è proceduto con il metodo a distruzione. La profondità di indagine massima è stata di mt. 12.0 ed il diametro di perforazione è stato mm 101.

Il metodo del carotaggio continuo ha consentito la ricostruzione stratigrafica del sito e l'esecuzione, in corrispondenza delle carote indisturbate, di prove con pocket penetrometer per una prima e speditiva valutazione della consistenza dei terreni limosi. Le carote estratte sono state depositate in apposite cassette catalogatrici per consentire la documentazione fotografica.

## **PROVE S.P.T.**

Le prove S.P.T. sono state eseguite durante le perforazioni previa pulizia del fondo foro, nel rispetto di quanto previsto nelle "raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" dell'Associazione Geotecnica Italiana.

L'attrezzatura usata, secondo lo standard internazionale, presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

- maglio d'acciaio da 63.5 Kg con dispositivo di guida e di sganciamento automatico;
- corsa del maglio 76 cm;
- punta conica  $\Phi = 51$  mm, angolo di  $60^\circ$

Nella tavola n.1 sono sovrapposti i risultati di varie correlazioni N.s.p.t.--Qu, studiate da Hoston W.N. (1960), Flecher (1965), Terzaghi Peck (1948) e da Shio Fukui (1982), e relativi a litologie argillose (coesive), dove:

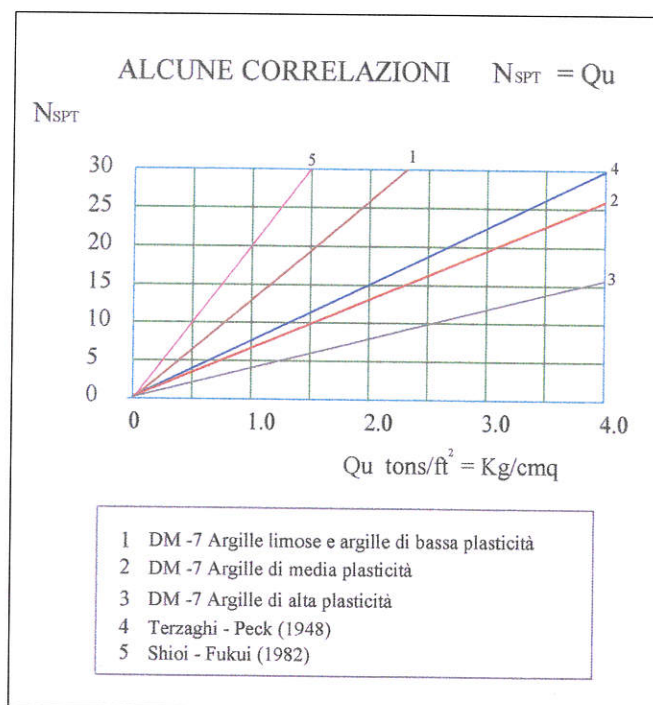
N s.p.t. = numero colpi prova S.P.T.;

Qu = resistenza alla compressione non confinata;

C = coesione.



Tavola N.1



Per la stima dei parametri geomeccanici dei terreni a prevalente comportamento granulare nella seguente tavola N.2 si riportano le principali correlazioni tra la densità relativa della sabbie ed i valori di  $N_{SPT}$ , in particolare si riportano le correlazioni proposte da Terzaghi - Peck (1948) e Gibbs - Holtz (1957).

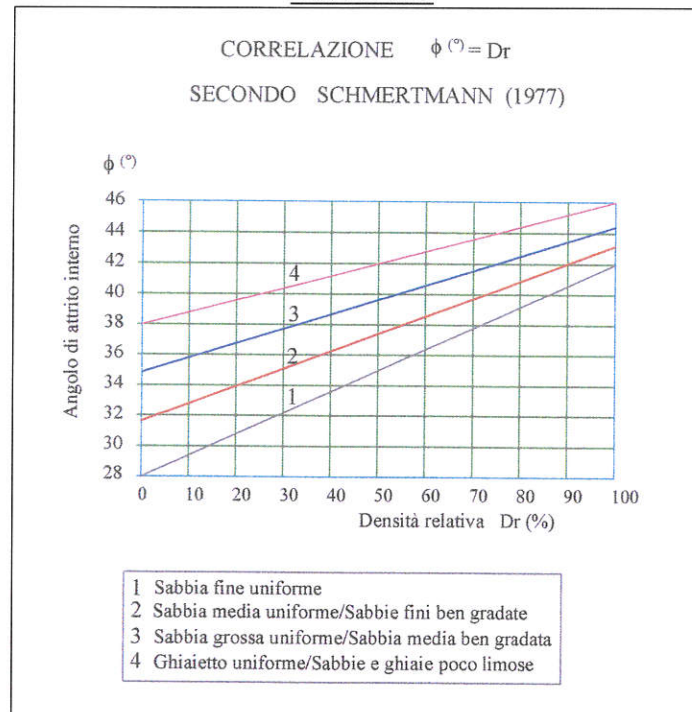
Tavola N.2

ASSOCIAZIONE TRA LA DENSITÀ RELATIVA  
DELLE SABBIE ED I VALORI DI  $N_{SPT}$

$N_{SPT}$ COLPI/30 cm	DENSITÀ RELATIVA	
	TERZAGHI - PECK (1948)	GIBBS - HOLTZ (1957)
0 - 4	MOLTO SCIOLTA	0 - 15 %
4 - 10	SCIOLTA	15 - 35 %
10 - 30	MEDIA	35 - 65 %
30 - 50	DENSA	65 - 85 %
OLTRE - 50	MOLTO DENSA	85 - 100 %

Sulla base dei valori della densità relativa  $D_r$  % si possono stimare (Tav.N.3) i valori dell'angolo di attrito  $\Phi$  secondo le correlazioni proposte da Schmertmann (1977).

Tavola N.3



## PROSPEZIONE MASW

L'indagine sismica MASW è stata eseguita al fine di definire la velocità delle onde sismiche di taglio (S) nei primi 30 metri di sottosuolo e, quindi, valutare il  $V_{s30}$ . Tale indagine è stata condotta dal Dott. Geol. Graziano Catenacci e i risultati sono di seguito riportati.

Il sistema di acquisizione utilizzato è il seguente:

Sistema di Acquisizione		
Nome	Caratteristiche	Metodologia di azione
Energizzatore	massa battente di 5 e 15 kg su piastra in duralluminio	generazione segnale
Geofoni verticali GEOSPACE	4.5 Hz – 4 kOhm	conversione segnale sismico in elettrico
Sismografo SARA – Do.Re.Mi.	digitalizzatori – 16 bit	conversione del segnale elettrico in digitale e registrazione
Interfaccia Do.Re.Mi. master		alimentazione, collegamento PC, erogazione del segnale start
Computer	Acer Aspire One	visualizzazione, memorizzazione, elaborazione dati

La tecnica MASW è una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della modalità di propagazione delle onde di superficie nel sottosuolo, permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio lungo un profilo verticale posizionato al centro dello stendimento. La media ponderata delle velocità calcolate per i singoli orizzonti sismici consente di determinare il parametro  $V_{S30}$  ovvero la velocità media di propagazione delle onde Sv nei primi 30 metri di profondità del terreno.

L'indagine geofisica con tecnica MASW viene realizzata mediante uno stendimento sismico costituito da 12 a 48 geofoni allineati e separati tra loro da una distanza intergeofonica costante. I geofoni registrano l'arrivo delle onde sismiche generate in corrispondenza di un punto di energizzazione posizionato esternamente allo stendimento (offset) ad una distanza compresa tra 4 e 10 mt dal primo geofono ed in allineamento con i geofoni stessi.

Ogni singolo geofono trasmette il segnale sismico rilevato tramite un cavo schermato alla stazione di ricezione, nella quale avviene la registrazione del treno d'onda su cui procedere per le successive elaborazioni ed interpretazioni.

La distanza intergeofonica viene valutata in funzione dello spessore minimo rilevabile del sismostrato a velocità costante; l'acquisizione prevede una o più energizzazioni con tempi di acquisizione compresi tra 1 e 4 sec e con frequenza di campionamento variabile tra 3000 e 5000 Hz.

Schema di Acquisizione	
Stendimento	MASW-1
N° Geofoni	24
Distanza intergeofonica	2,5 metri
N° punti di scoppio	1
Offset scoppi	5 metri
Tempi di acquisizione	1 secondo
Intervallo di campionamento	5000 Hz

La profondità massima di penetrazione è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e la sua frequenza. Tali caratteristiche quindi, non dipendono direttamente dalla geometria dello stendimento, ma dalle caratteristiche della successione litostratigrafica del terreno

attraversato. L'obiettivo della registrazione è l'individuazione del treno d'onde superficiali (onde di Rayleigh) che, attraversando il mezzo, subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate con la velocità di propagazione delle onde di taglio.

Dal sismogramma (elaborato mediante software Win MASW 4.3), nota la geometria di acquisizione, si ricava il diagramma “*velocità di fase - frequenza*” sul quale l'operatore individua la curva di dispersione. Quest'ultima viene sottoposta ad un processo di inversione basato su complessi algoritmi genetici che lavorano in un campo di variazione di velocità  $\Delta v$  e di variazione di spessore di terreno a velocità costante  $\Delta p$  assegnato dall'operatore. Il processo di inversione porta all'elaborazione di un modello del sottosuolo espresso nel grafico “*Profondità – Velocità delle onde SH*” con il relativo calcolo della  $V_{s30}$  (verificata attraverso uno schema stratigrafico da indagine diretta).

L'attendibilità e l'affidabilità del modello matematico viene espressa in termini di deviazione standard del valore di velocità delle onde S e del rispettivo spessore assegnato a ciascuno strato, ed in termini di “*misfit*”, indice di qualità del processo di elaborazione matematica.

### 6.3 – Risultati delle indagini

Le indagini condotte in sito hanno permesso di investigare i primi 10-15 mt di terreno, costituiti essenzialmente da un *deposito alluvionale* legato alle dinamiche fluviali del Torrente Raio.

Il substrato marino è ascrivibile all'Unità dei Monti d'Ocre, unità carbonatica e terrigena mesozoica non raggiunta dalle indagini in sito. La parte alta è rappresentata da un Flysch arenaceo-pelitico, mentre il substrato è di natura calcarea e si riscontra, in sito, a profondità > 30 mt dal p.c..

Di seguito si riportano i principali caratteri stratigrafici e geotecnici rilevati:

**CARATTERI STRATIGRAFICI****Orizzonte A (dal p.c. fino alla profondità di circa 4.40-5.00 mt)**

Terreno vegetale al tetto con uno spessore di circa mt. 0.6, seguito da colluvi e sedimenti alluvionali a prevalente composizione limo-sabbiosa con ciottoli sparsi. Consistenza medio-bassa, in funzione del contenuto di acqua.

**Orizzonte B (dall'orizzonte precedente fino alla profondità investigata)**

Ghiaie eterometriche con lenti e livelli limo-argillosi. Il bancone è distinto da una spiccata eterogeneità della densità relativa legata alle variazioni dell'energia di trasporto del T. Raio durante le fasi deposizionali.

**CARATTERI GEOTECNICI****Orizzonte A:**Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $C_u = 0.3 - 0.5 \text{ Kg/cmq}$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0.08 \text{ Kg/cmq}$

Angolo di attrito interno efficace..... $\phi = 20 - 23^\circ$

Peso di volume..... $\gamma = 1.8 \text{ T/mc}$

Peso di volume immerso..... $\gamma = 2.0 \text{ T/mc}$

Modulo edometrico .....  $E_d = 50 - 60 \text{ Kg/cmq}$

Modulo elastico..... $E_l = 65 - 75 \text{ Kg/cmq}$

Costante di Winkler..... $W_r = 1.5 - 2.8 \text{ Kg/cm}$

Densità relativa..... $D_r = 20 - 30\%$

Coefficiente di Poisson..... $\nu = 0.2$

Carico ammissibile (dalla f. degli Olandesi)..... $\sigma = 0.5 - 0.7 \text{ Kg/cmq}$

**Orizzonte B:**

Tale orizzonte presenta un comportamento prevalentemente granulare, per cui in fase di calcolo si assumerà un valore della  $C_u$  pari a 0 Kg/cm<sup>2</sup> considerando per il terreno solo le condizioni drenate.

Coesione.....	$C = 0.0$ Kg/cm <sup>2</sup>
Coesione drenata (riferita alla matrice).....	$c' = 0.08$ Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo di attrito interno.....	$\Phi = 30 - 32^\circ$
Peso di volume .....	$\gamma = 1.85$ T/mc
Peso di volume saturo.....	$\gamma_s = 2.0$ T/mc
Densità relativa.....	$D_r = 55 - 75\%$
Costante di Winckler.....	$W_r = 5.0 - 8.0$ Kg/cm <sup>2</sup>
Modulo edometrico.....	$E_d = 250 - 450$ Kg/cm <sup>2</sup>
Modulo elastico.....	$E_l = 300 - 500$ Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson.....	$\nu = 0.3-0.4$
Carico ammissibile (dalla f. degli Olandesi).....	$\sigma = 2.0$ Kg/cm <sup>2</sup>
Categoria sismica di suolo di fondazione .....	<b>C</b> ( $180 < v_{s30} < 360$ m/s)

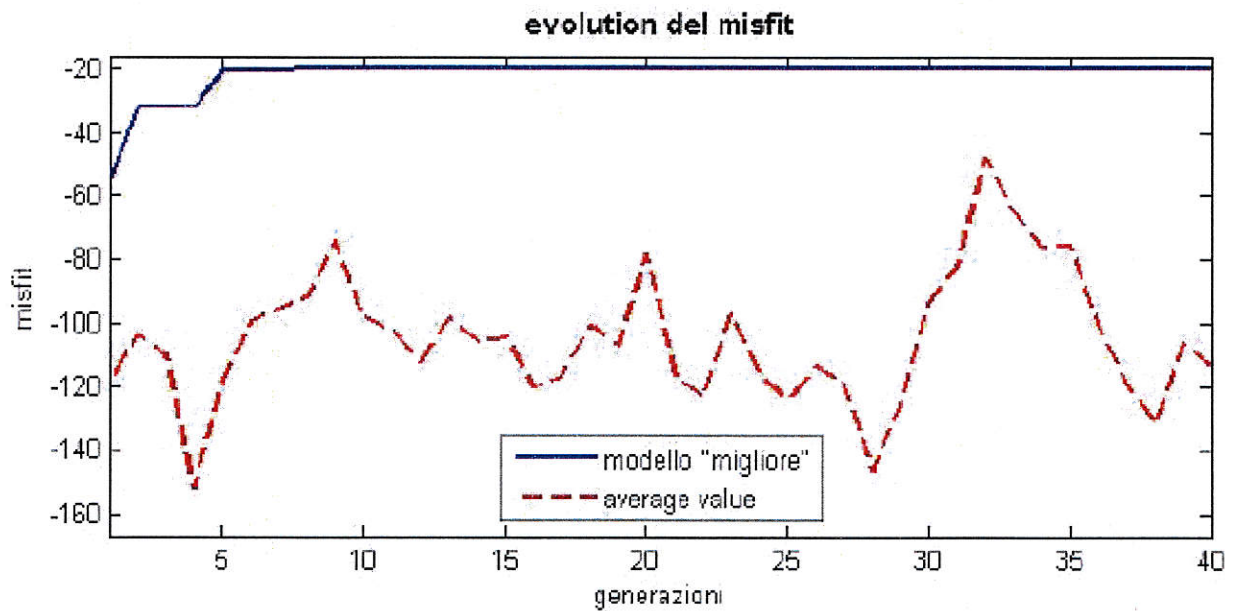
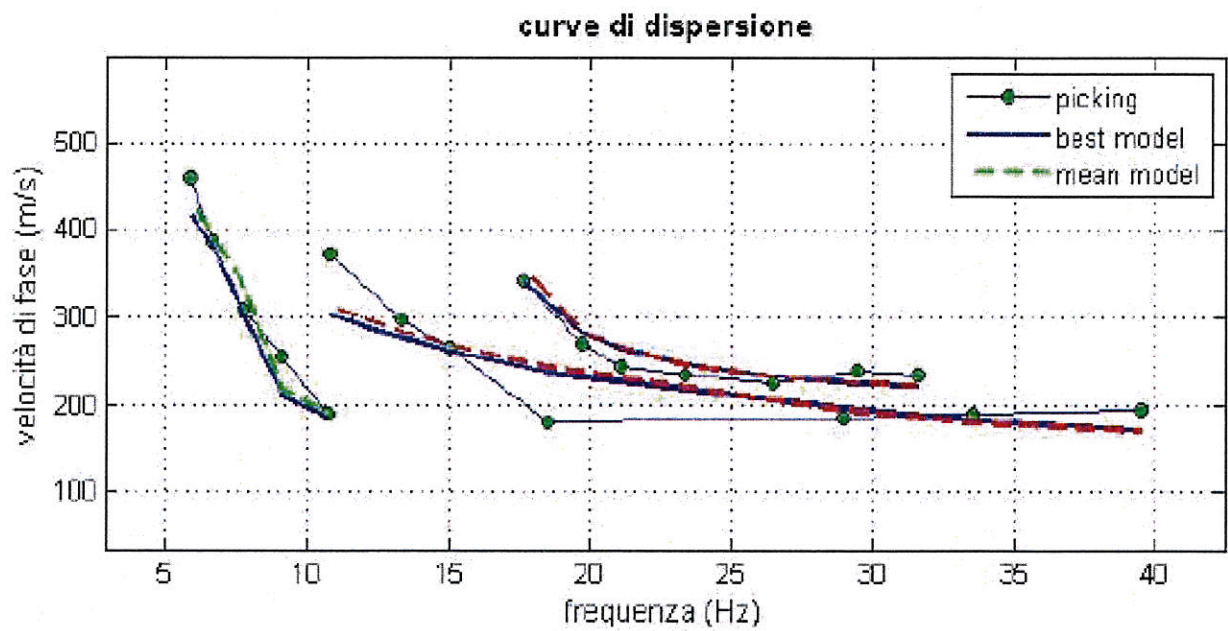
Per quanto riguarda le prove S.P.T., di seguito si riportano schematicamente i valori di  $N_{SPT}$  ottenuti in ciascun foro di sondaggio,

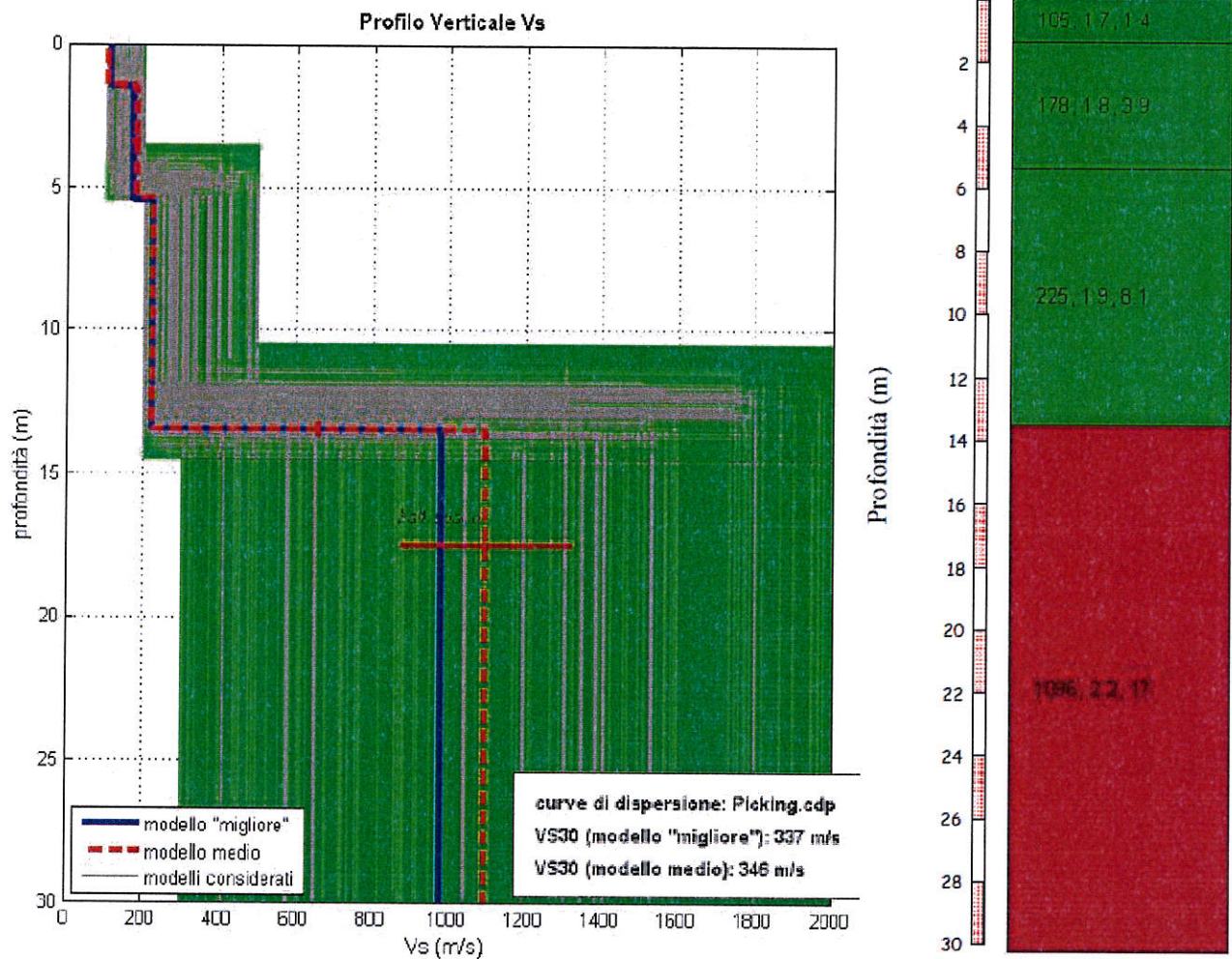
N° Sondaggio	Profondità (m)	$N_{SPT}$ (N2+N3)	Profondità (m)	$N_{SPT}$ (N2+N3)
<b>S1</b>	2.50 – 3.00	10	6.00 – 6.50	47
<b>S2</b>	3.00 - 3.50	9	5.50 – 6.00	57
<b>S3</b>	2.00 – 2.50	11	6.00 – 6.50	43

mentre le letture piezometriche, effettuate durante il periodo estivo-autunnale, evidenziano la seguente quota media della superficie di falda dal piano campagna:

N° Piezometro	Misurazione estiva (m)	Misurazione autunnale (m)
<b>Pz1</b>	---	8.20
<b>Pz2</b>	---	6.90

Per quanto riguarda la prospezione sismica, si riportano i grafici derivanti dall'elaborazione dei dati acquisiti:





Da cui si evincono i seguenti sismostrati, con le relative velocità delle onde di taglio,

Sismostrato	Spessore (m)	Vs (m/s)
1	1.80	105
2	3.40	178
3	8.40	255
4	16.40	1096

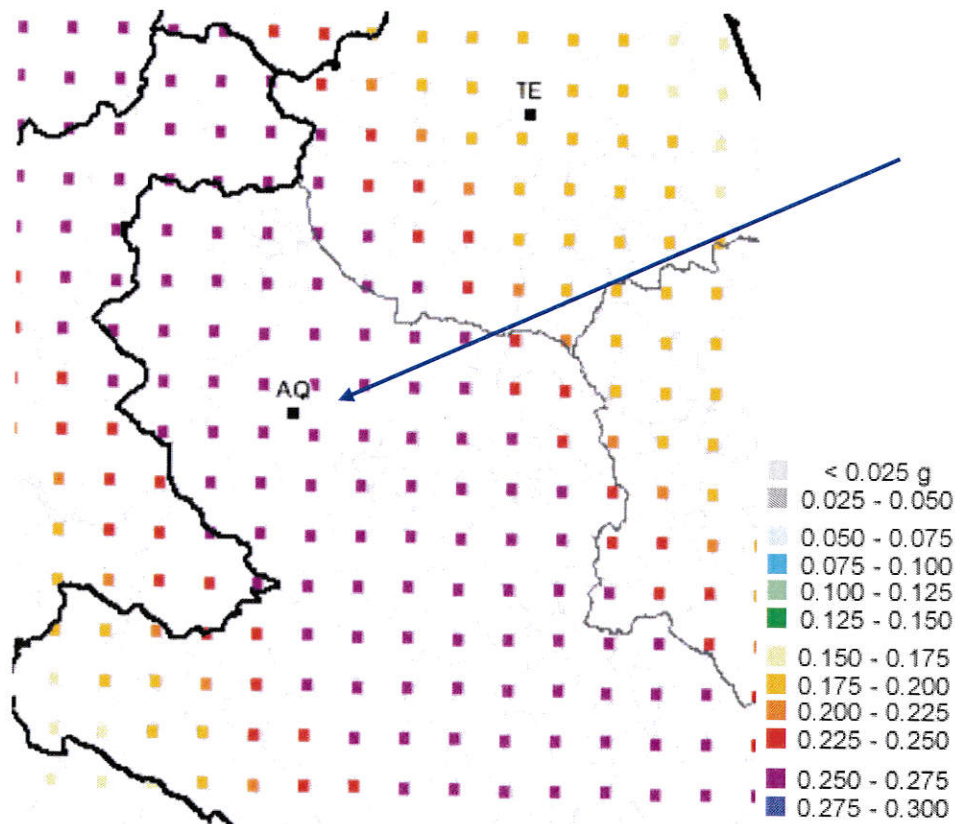
e il valore medio di  $V_{S30}$  stimato:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}} = 345 \text{ m/s}$$



## CAP. 7 – CARATTERI SISMICI DEL SITO

Il comune di L'Aquila, dal punto di vista della classificazione sismica, rientra nella zona 1, pericolosità sismica **alta** ( $PGA > 0.25g$ ) in base alla *Classificazione sismica indicata nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03, aggiornata al 16/01/2006 con le comunicazioni delle regioni.*



In ordine ai valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalle NTC del DM 14 gennaio 2008 si utilizzeranno i dati riportati nella Tabella seguente,

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0,079	2,400	0,272
50	0,104	2,332	0,281
72	0,122	2,318	0,289
101	0,142	2,304	0,296
140	0,164	2,301	0,309
201	0,191	2,315	0,318
475	0,261	2,364	0,347
975	0,334	2,400	0,364
2475	0,452	2,458	0,384

mentre la categoria sismica di cui al punto 3.2.2. è stata individuata mediante:

- il numero equivalente di colpi della prova S.P.T. ( $N_{SPT,30}$ );
- la resistenza non drenata equivalente ( $c_{u,30}$ ).

Di seguito verranno sintetizzate le principali classi sismiche, ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastica; ad una delle quali verrà poi associato il substrato del sito in esame.

Classe	Profilo
<b>A</b>	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{S30}$ superiori a 800 m/s comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 metri.
<b>B</b>	Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT} > 50$ o coesione non drenata $C_u > 250$ kPa).
<b>C</b>	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 $V_{S30}$ compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ o coesione non drenata $70 < C_u < 250$ kPa).
<b>D</b>	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s (ovvero $N_{SPT} < 15$ o coesione non drenata $C_u < 70$ kPa).
<b>E</b>	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di $V_{S30}$ simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s.

Alle cinque categorie descritte, se ne aggiungono altre 2 per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

Classe	Descrizione
<b>S1</b>	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $IP > 40$ ) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 100$ m/s ( $10 < C_u < 20$ kPa).
<b>S2</b>	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

L'orizzonte ghiaioso (Orizzonte B) è caratterizzato da uno spessore notevole, superiore ai 30 mt, non desunto da indagini in sito, ma attestato dagli studi di "Microzonazione Sismica per la

ricostruzione dell'area aquilana" redatti a seguito del terremoto del 6 aprile 2009 dal Gruppo di Lavoro MS-AQ (2010).

In riferimento a tale lavoro, in allegato si riportano degli stralci, in scala 1:5.000, della *Carta Geologica*, della *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica* e della *Carta di Microzonazione Sismica di 3 livello*, con l'ubicazione dell'area in esame.

Da tali elaborati, si desume che il deposito alluvionale su cui insiste il sito, come sopra esposto, presenta uno spessore superiore ai 30 mt, per cui i relativi parametri geomeccanici possono essere assunti per la caratterizzazione fino a mt. 30 ( $v_{s30}$ ); inoltre l'area in esame è ubicata su un'area sismicamente stabile ( $FA = 1$ ).

Per quanto riguarda il valore delle onde  $V_s$ , oltre alla natura stratigrafica del sito si è tenuto conto delle prove penetrometriche dinamiche (DPSH), delle prove SPT e della correlazione di Yoshida e Motonori (1988):

$$V_s = \beta \times (N_{SPT})^{0.25} \times \sigma_{v0}^{0.14}$$

e di Ohta e Goto (1978):

$$V_s = 54.33 \times (N_{SPT})^{0.173} \times \alpha \times \beta \times (Z/0.303)^{0.193}$$

da cui si desume la seguente categoria sismica prevalente, riferita ad uno spessore di mt. 30:

**Categoria di suolo di fondazione (punto 3.1 N.T. Ord. N. 3274).....C**  
 Terreno granulare molto addensato, valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 e 800 m/s

## CAP.9 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In questo studio sono state analizzate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e sismiche di un'area su cui si sta progettando un impianto di depurazione.

Dal punto di vista geologico e geomorfologico, il sito si colloca sui depositi alluvionali recenti e terrazzati del Torrente Raio, su un'area distinta da debole pendenza su cui non si rilevano dissesti in atto o potenziali. Inoltre, il sito di progetto non ricade all'interno di *aree a pericolosità idrogeologica* né in *aree a pericolosità idraulica* (PAI e PSDA).

Dalle indagini geognostiche eseguite in sito, si è potuto rilevare, al di sotto di uno spessore di circa 4.0-5.0 mt di colluvi limosi alterati, la presenza di un bancone alluvionale, costituito da litotipi ghiaioso-sabbiosi distinti da buoni parametri meccanici. Lo spessore di tale orizzonte non è stato investigato, ma, da letteratura e da indagini eseguite in aree limitrofe, si stima che esso sia superiore ai 30 mt.

A supporto di tali considerazioni intervengono gli studi di Microzonazione Sismica eseguiti dal *Gruppo di Lavoro MS – AQ (2010)*: infatti, se nella carta di MS di 1° livello l'area in esame veniva considerata come un'area stabile suscettibile di amplificazione locale, con gli studi di 3° livello viene definitivamente dichiarata stabile dal punto di vista sismico ( $FA = 1$ ).

La prospezione sismica in onde superficiali ha permesso di individuare i diversi sismostrati e i relativi parametri dinamici; in ausilio alle correlazioni indirette con i valori di  $N_{SPT}$  e della  $c_u$ , è stato possibile risalire alla stima della velocità delle onde di taglio nei primi 30 mt di terreno ( $V_{S30}$ ) e alla definizione della categoria sismica di fondazione, che risulta **B** ( $360 < V_{S30} < 800$  m/s).

Per quanto riguarda la progettazione delle fondazioni per le vasche di depurazione, si terrà conto della morfologia e della stratigrafia del sito, che comprende n.2 orizzonti principali:

Orizzonte A costituito da colluvi e sedimenti alluvionale a prevalente comportamento coesivo e distinto da una consistenza medio-bassa;

Orizzonte B costituito da ghiaie eterometriche in matrice limo-sabbiosa talora abbondante.

Sulla base delle quote di imposta delle vasche si valuterà l'opportunità di approfondire le fondazioni fino all'Orizzonte B, dotato di buone proprietà geomeccaniche, anche mediante bonifica locale.

Durante lo scavo, si avrà cura di adottare accorgimenti tecnici atti ad evitare franamenti mediante il ricorso a gradonature o alla realizzazione di opere di contenimento provvisorie, gli scavi dovranno essere sagomati secondo angoli inferiori a quello dell'attrito interno dei materiali, tale prescrizione vale anche per i materiali di accumulo, che dovranno essere prontamente allontanati dal sito e comunque non collocati in prossimità dei cigli di scarpata.


Infine, in considerazione della natura litologica del substrato, dotato di buona permeabilità, si consiglia di eseguire opportuni sistemi di drenaggio per la captazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e d'infiltrazione, al fine di evitare lo scadimento delle proprietà geomeccaniche dei terreni di fondazione e l'aumento delle pressioni neutre.

Si rimane a disposizione per eventuali chiarimenti.

Geol. Domenico PELLICCIOTTA

# INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Scala 1:25.000

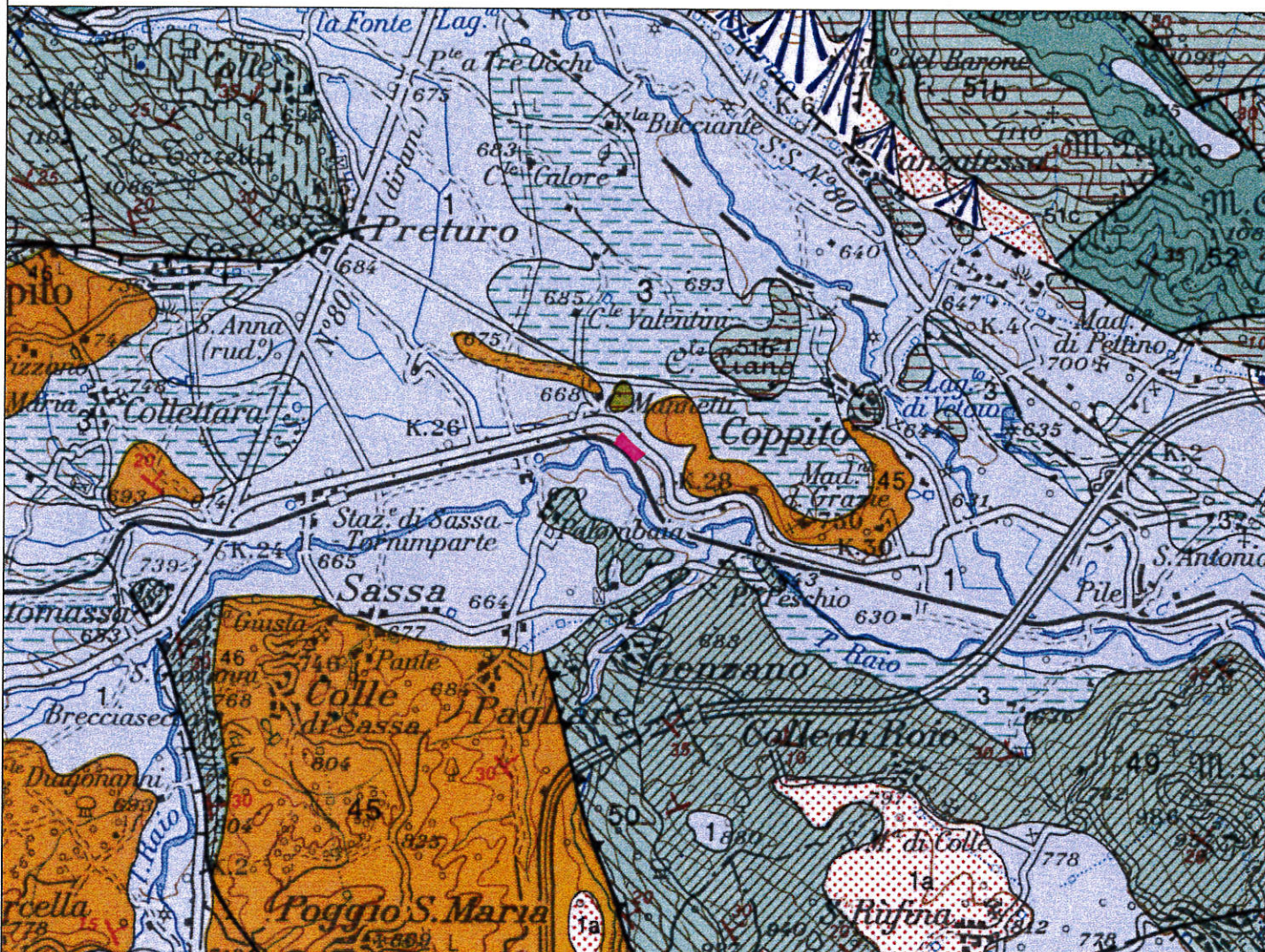
 Ubicazione impianto di depurazione



# CARTA GEOLOGICA

(dalla Carta Geologica d'Abruzzo, Ghisetti e Vezzani, scala 1:100.000)

Scala 1:50.000



Ubicazione impianto di depurazione


**a** Depositi lacustri argilloso-limoso-sabbiosi; depositi fluviali e fluvio-glaciali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi; travertini (1). Depositi sabbiosi delle pianie costiere (s). Depositi alluvionali terrazzati (t). Detriti di falda e coperture detritico-colluviali; depositi residuali; terre rosse (a). Sedimenti morenici (b). *Olocene - Pleistocene superiore.*

**45** **Flysch del Gran Sasso, di Tornimparte e di Rocca Pia.** Alternanza di argille marnose e di arenarie gradate in strati da 20 cm ad 1 m, talora con banchi fino a 3-4 m, con marne scure alla base (a). Microfaune generalmente assenti; solo localmente sono presenti livelli con associazioni oligotipiche a *Bulimina gr. aculeata* e piccoli Globigerinidi in cattivo stato di conservazione. Spessore fino a 900-1000 m. *Messiniano.*

**50** **Scaglia Cinerea equiv.** Marne calcaree frequentemente bioturbate, a noduli di selce, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche. Fauna a Foraminiferi planctonici e Macroforaminiferi. Spessore: 30-70 m. *Oligocene - Eocene superiore. Calcareniti a Nummuliti* (a). Calcareniti e calciruditi saccaroidi biancastre in alternanza con calcari micritici con selce, a Foraminiferi planctonici (M. Genzana, Toppe Vurgo, Vallone dei Romari presso Scanno, Villa Scontrone, Poggio di Roio, M. Luparo, M. Catini). Spessore: 100-150 m. *Eocene. Scaglia equiv.* Calcari micritici con liste di selce rossa, a Foraminiferi planctonici e micriti rosse con *hard grounds* e incrostazioni ferro-manganesifere, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche prevalenti nella parte alta della successione (Poggio Cavallo a SW di Popoli). Spessore: 20-400 m. *Eocene - Cretaceo superiore.*

**51** **Calciruditi a Rudiste, Marne a Fucoidi** (a). Calciruditi bioclastiche e calciruditi pseudosaccaroidi biancastre in grossi banchi, con frammenti di Rudiste, Orbitolinidi, talora in alternanza ed eterotipiche con marne e calcari marnosi verdastri a Foraminiferi planctonici. Fauna a *Rotalipora ticinensis*. Spessore fino a 600 m. *Cenomaniaco inferiore - Aptiano. Maiolica* (b). Calcari micritici bianchi con liste di selce nera, in strati sottili, alternati a calcareniti torbiditiche. Fauna a Calpionelle, Radiolari, spicole di Spugna, *Stomiosphaera moluccana*. Spessore: 250-450 m. *Barremiano - Titonico. Calcareniti ad Entrochi* (c). Calcareniti bioclastiche in banchi da 2 cm a 2-3 m, talora con struttura flussu-torbiditica, con resti di Coralli ed Ellipsactinie (Corno Piccolo). Localmente (Campo Pericoli) sono presenti filoni sedimentari riempiti da calcari marnosi rosati a Globotruncanidi e da Calcareniti a Nummuliti. Fauna con *Protopenneropsis striata*. Spessore: 150-400 m. *Malm - Dogger p.p.* Nella zona di M. Genzana-M. Greco ed a Nord dell'Aquila (Casalina, Cansassa, M. S. Onofrio) le Calcareniti ad Entrochi sono parzialmente sostituite da Diaspri con sporadiche intercalazioni calcarenitiche.

**CARTA GEOLOGICA**  
 (dal "Progetto di Microzonazione Sismica L'Aquila"  
 Maggio - Dicembre 2009  
 Macroarea 2 Pettino - Cansatessa,  
 scala 1:6.000, DPC e UNIVAQ)  
 Scala 1:5.000

 Ubicazione impianto di depurazione

**UNITA' QUATERNARIE**

**RIPORTI**

Terreno di riporto, di sottotondo e di risu a storici o attuali, massicciate e rilevati ferroviari, argini fluviali del T. Raio, discariche.

**Altre**

**DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI**

Insieme di detriti carbonatici e di selce subangolari minerali in una matrice a granulometria variabile ma prevalentemente sabbiosa-limosa con, ai luoghi, frustoli vegetali. Olocene.  
 Depositi argillosi, limosi e limo-sabbiosi pedogenizzati (seccamenti di paleosuolo) con probabile meccanismo di messa in posto per colata. Pleistocene superiore.  
 Depositi limoso-sabbiosi di colore bruno con minerali frammenti calcarei centimetri/decimetri e tephra r'nanogialli. Olocene - Pleistocene superiore.  
 Deposito ghiaioso-sabbioso massivo e coatto (corpo di paleotana?) presso S. Antonio. Olocene.  
 Pleistocene superiore.

**DETRITO DI FALDA**

Detriti sciolti costituiti da ciottoli calcarei e spigoli vivi limonosi in matrici sabbiose limose.

**Olocene**

**DEPOSITI ALLUVIONALI DEL FIUME ATERNO E DEL TORRENTE RAIO**

A tenerezze di ghiaie eterometriche parzialmente clasto-coesulte con elementi calcarei sia arrotondati che subangolari (area di Colle del Gallo) che, ai luoghi, presentano embricature e sabbie sottilmente stratificate (piano parallele e incrociate) con onf e livelli limoso-argillosi intercalati. Questi depositi affiorano tra una quota compresa tra 640 e 690 metri. Olocene

**DEPOSITI FLUVIALI ANTICHI**

Sabbie siliceo-silicee da grossolane a fini giallastre localmente con livelli limoso-argillosi grigi con laminazioni piano parallele e incrociate a cui si intercalano lenti di ghiaie poligeniche eterometriche con detriti ben arrotondati ed arrotondati provenienti dalle formazioni di piattaforma carbonatica mesozoica (Unità dei Monti d'Ocre) e di scarpata (Unità del Gran Sasso). Verso il basso questa formazione passa nettamente ai Depositi lacustri antichi. Nelle sabbie di passaggio sono stati rinvenuti in più siti resti di mammiferi del Pleistocene medio (si Bar Venti due difese, 4 molari e frammenti di cranio di Mammuthus trogontherii nel sito del progetto C.A.B.E. di Pignone di Bassa valle cui vorrebbe essere assegnato un sondaggio; la misura della placchetta magnetica sui campioni di questo ha evidenziato il limite Brunhes-Matuyama (730.000 anni) e l'evento normale Jaramillo (1.000.000 anni fa) nei limi dei Depositi lacustri antichi, poco al di sotto delle sabbie di questa formazione, datando così al Pleistocene medio il limite litologico tra i Depositi fluviali e lacustri antichi. Le quote degli affioramenti sono generalmente comprese tra i 660 e i 680 metri. Lo spessore dell'unità è di circa 20 metri. Pleistocene medio

**DEPOSITI LACUSTRI ANTICHI**

Limite sabbioso-argilloso sovrasaturato di grigiolioli sottili inerte stratificati (con spessore di qualche centimetro) contenenti carboni, molluschi di piccoli tipo Planorbis e frammenti di lignite debriciati, spesso alternati con sottili livelli di sabbie ghiaio-carosee e livelli e banchette anche metriche di lignite. Le quote degli affioramenti sono generalmente comprese tra i 600 e i 660 metri. Lo spessore dell'unità è di circa 90 metri (da dati sondaggi GEMINA). L'età è ascrivibile al Pleistocene inferiore in quanto presentano una polarità magnetica inversa (età compresa tra 0,78 e 1,77 Ma). Secondo Messina et alii, 2009, invece le sabbie e i limi stratificati di origine lacustre nei pressi di Piancia vengono essenti dall'interferenza al Pleistocene superiore in quanto presentano una polarità magnetica normale (ovvero età pre-1,77 Ma) e presentano vistose deformazioni e la cosa dell'alternanza Pleistocene inferiore

**UNITA' CARBONATICHE E TERRIGENE MESO-CENOZOICHE**

**UNITA' DEI MONTI D'OCRE**

**UNITA' TERRIGENA ARENACEA, FLYSCH Aust**

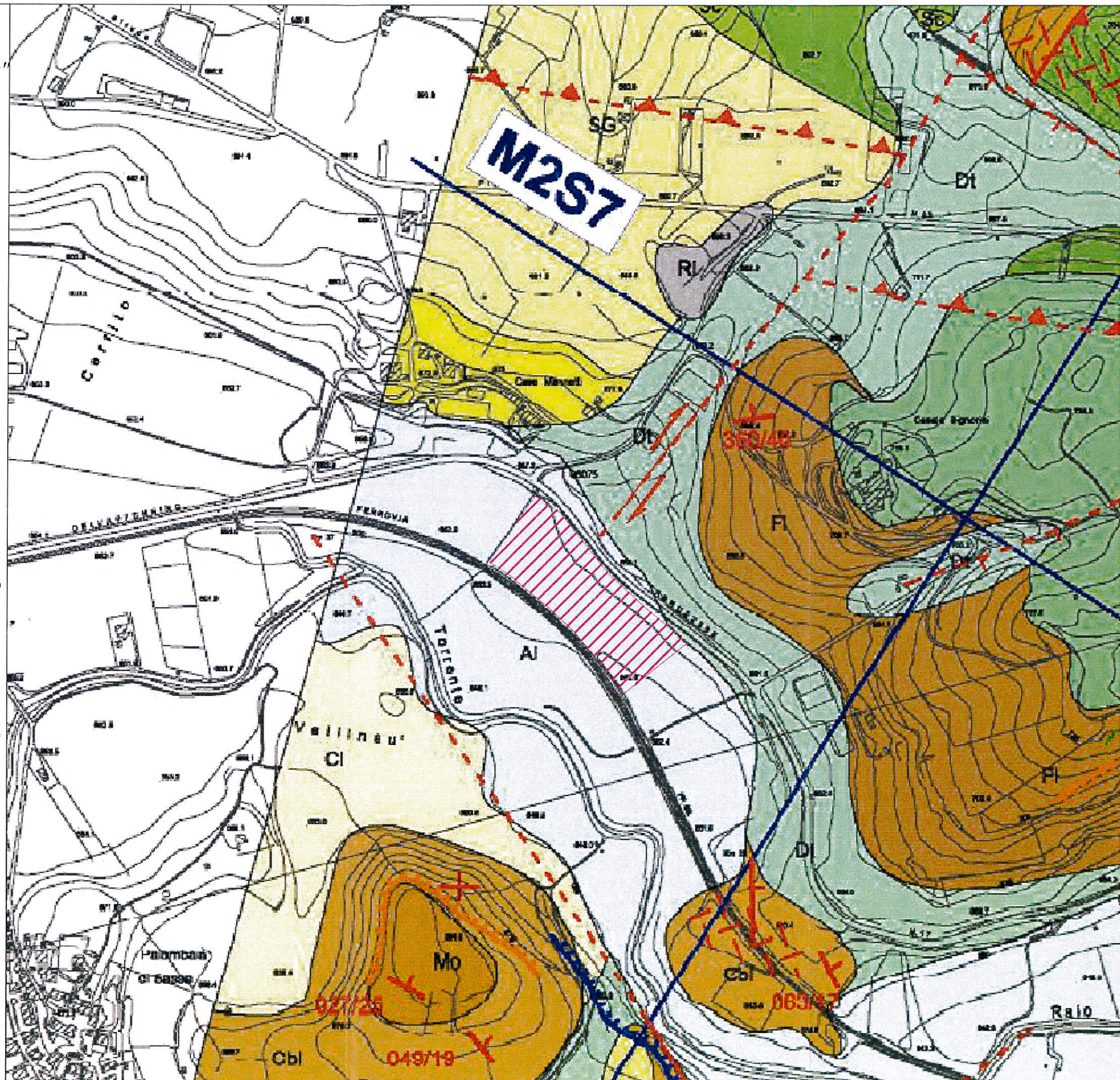
Arenarie torbiditiche in strati spessi (> di 50 cm) prevalentemente massive con interstizi perlitici. Massimamente inferiore-superiore

**UNITA' TERRIGENA MARNOSA**

Marna argillose e marna grigio scuro e grigio-azzurro ricche di orboline (Marna o Orbulina Auct.) che passano verso il basso a marna più o meno calcarea con giacimenti e tracce fossili in strati da sottili a medi (Marna o Cyndrius Auct.). Miocene medio

**UNITA' CALCAREA (senza foglio CARG L'Aquila e scala 1:50.000)**

Calcari granulo-coesulenti bi- o- e tri-elastici grigi e giallastri con frammenti di briccioli, litolomi, di bruci e pacchini Calcari e briccioli e litolomi Auct.). Calcariati tipicamente coesulenti più o meno grossolani bruno-rossicci con frequenti "punti rossi", rari a intercalazioni marnose (Calcariati e punti rossi Auct.). Calcariati fini, dolomitizzati verdognoli con giacimenti (Calcariati antichi Auct.). Per tutta la litologia strati da medi a spessi. Miocene inferiore

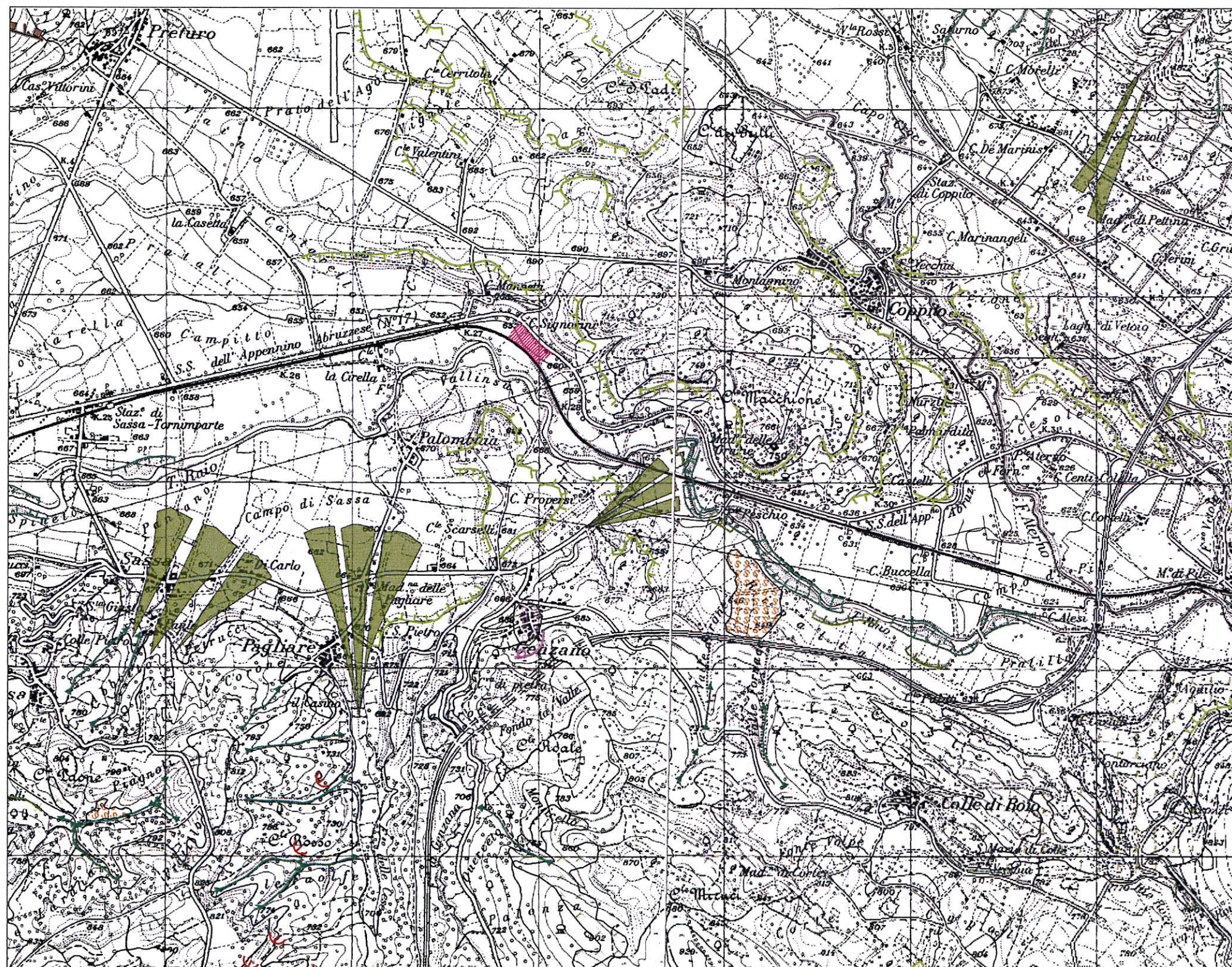





# CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1:25.000

Tavola GM - Fogli n° 358 e - 359 o



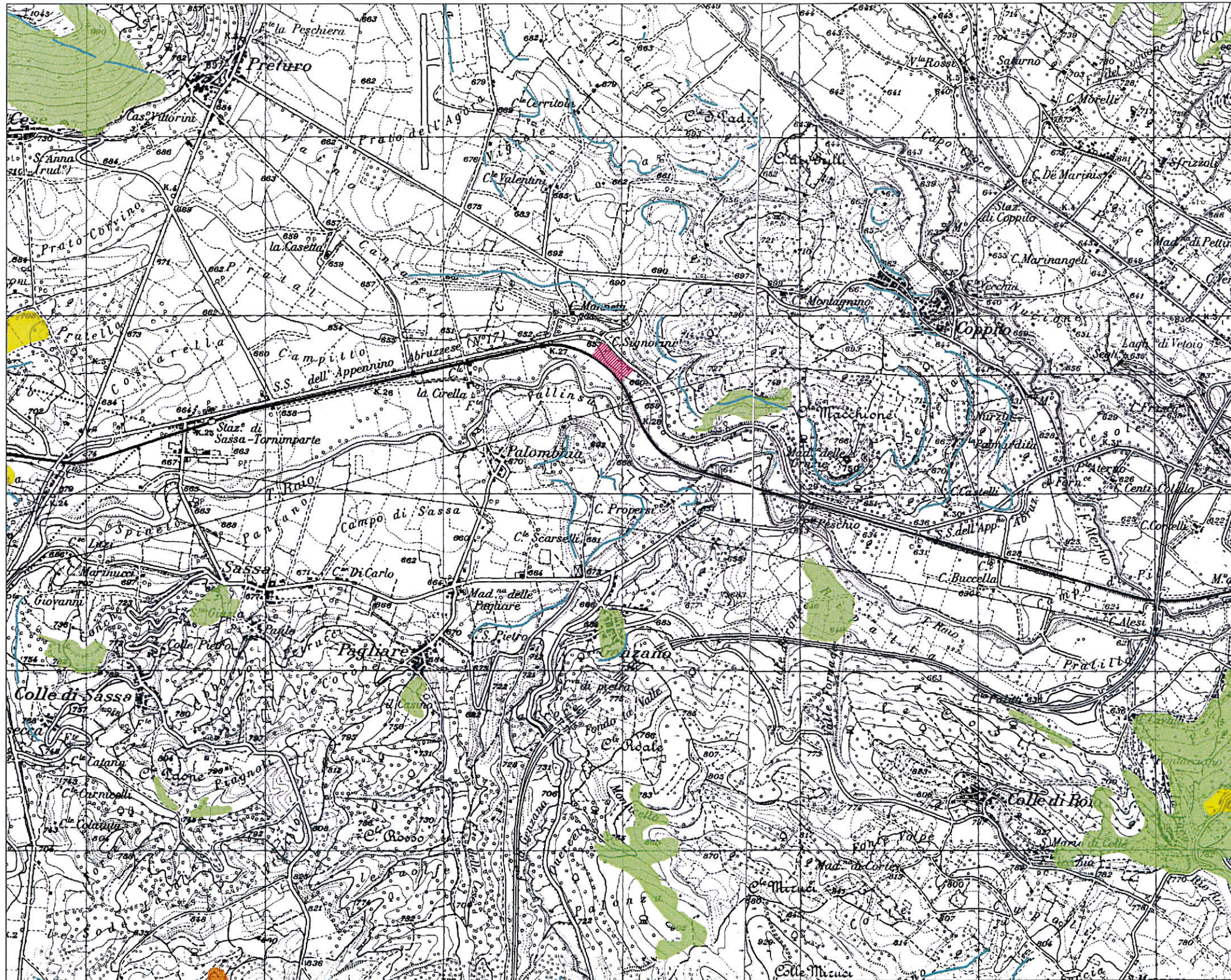
 Ubicazione impianto di depurazione


		STATO DI ATTIVITA'		
		ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRANITATIVI DI VERSANTE	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana			
	Trincea o fessura			
	Frattura di trazione			
	Versante interessato da deformazione profonda			
	Versante interessato da deformazioni superficiali lente			
	Corpo di frana di crollo e ribaltamento			
	Corpo di frana di scorrimento: (A) Tradimento (B) Rotazione			
	Corpo di frana di colamento			
	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto e di massa)			
	Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate			
	Contropendenza significativa nel corpo di frana			
	FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia		
Alveo con erosione laterale o sponda in erosione				
Alveo con tendenza all'approfondimento				
Solo da ruscellamento concentrato				
Superficie a calanchi e forme similari				
Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso				
Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato				
Concoide alluvionale				
Cono di origine mista				
Depressione palustre				


# CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA


Scala 1:25.000


Tavola P - Fogli n° 358 e - 359 o




 Ubicazione impianto di depurazione

 P3 - Pericolosità molto elevata  
(Aree interessate da dissesti in attività o riattivati stagionalmente)

 P2 - Pericolosità elevata  
(Aree interessate da dissesti con alta possibilità di riattivazione)

 P1 - Pericolosità moderata  
(Aree interessate da dissesti con bassa probabilità di riattivazione)

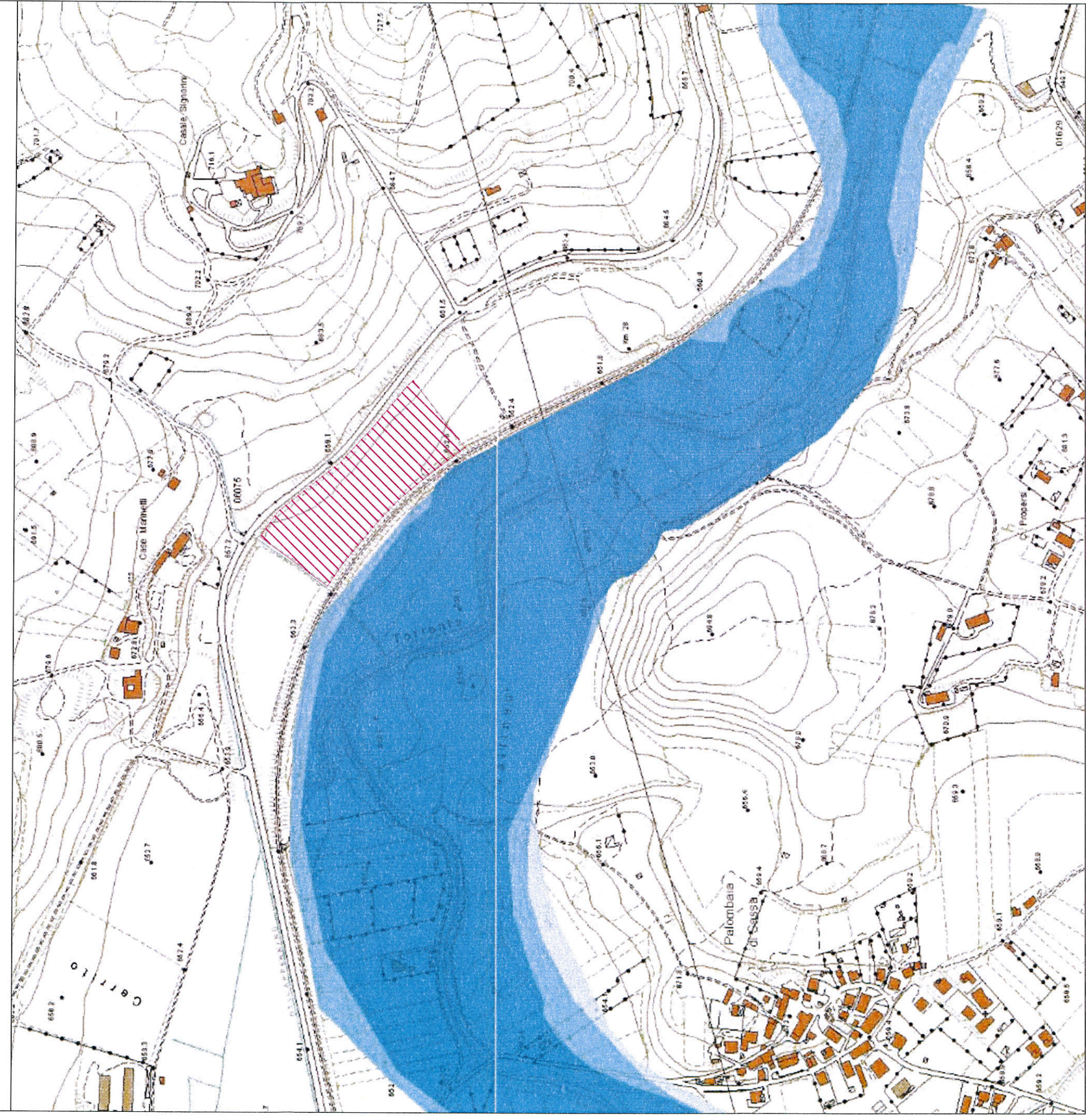
 P Scarpate  
(Aree interessate da dissesti di tipo scarpata)

# CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (PSDA)

Scala 1:5.000

- pericolosità moderata
- pericolosità media
- pericolosità elevata
- pericolosità molto elevata


Ubicazione impianto di depurazione



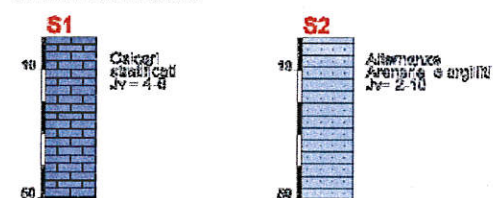
# CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (LIVELLO 1)

(dal "Progetto di Microzonazione Sismica L'Aquila", Maggio - Dicembre 2009  
Macroarea 2 Pettino - Cansatessa,  
scala 1:6.000, DPC e UNIVAQ)

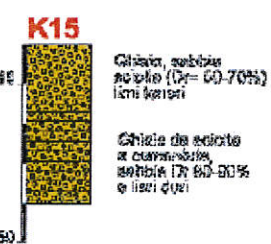
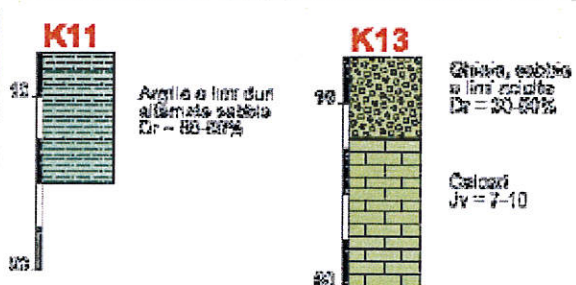
Scala 1:5.000

 Ubicazione impianto di depurazione

## ZONE STABILI




## ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI



 -420 Isobate bedrock carbonatico (quota m s.l.m.)

 Orlo di terrazzo fluviale

 Orlo di scarpata morfologica di altezza minore di 20 m

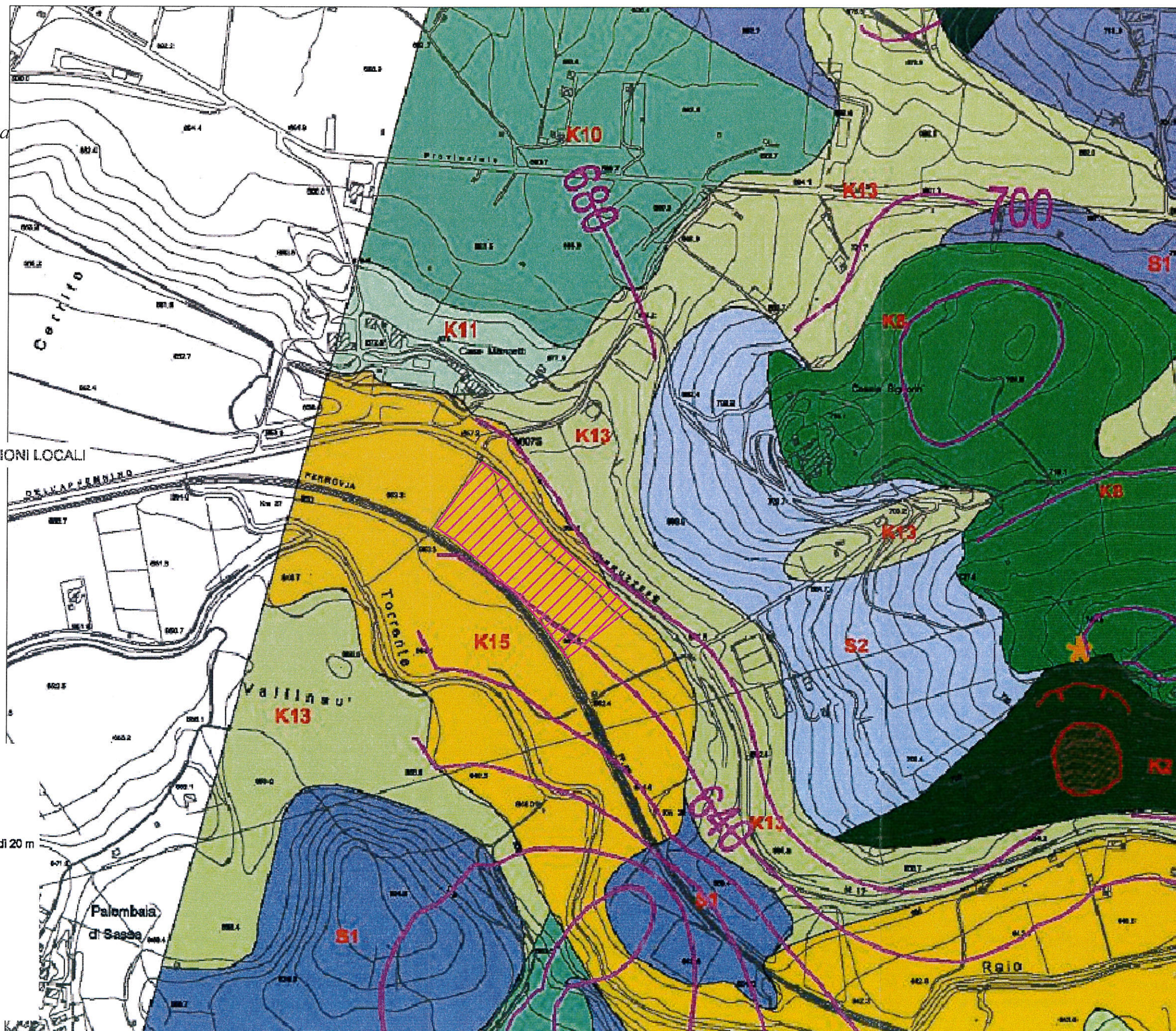
 Orlo di scarpata di frana

 Frana sismocindotta non cartografabile

 Cavità

 Grotta (volta crollata a seguito del sisma)


 Liquefazione




# CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (LIVELLO 3)

(dal "Progetto di Microzonazione Sismica L'Aquila",  
Maggio - Dicembre 2009  
Macroarea 2 Pettino - Cansatessa,  
scala 1:6.000, DPC e UNIVAQ)


Scala 1:5.000

 Ubicazione impianto di depurazione

## ZONE STABILI

 FA = 1

## ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

 In queste aree le analisi effettuate con le simulazioni numeriche indicano amplificazioni solo per frequenze basse (0,4-0,6 Hz). Sulle frequenze più alte, invece, non si riscontrano amplificazioni. I dati strumentali (registrati) confermano parzialmente questo andamento, registrando un'amplificazione per le frequenze più alte soltanto in alcuni siti della parte sud del centro storico.  
Si ricorda comunque che le stazioni accelerometriche dell'Aquila hanno registrato per il malinshock accelerazioni di picco circa uguali a 0,3 g

 FA = 1,2

 FA = 1,2

 FA = 1,8

 FA = 1,8

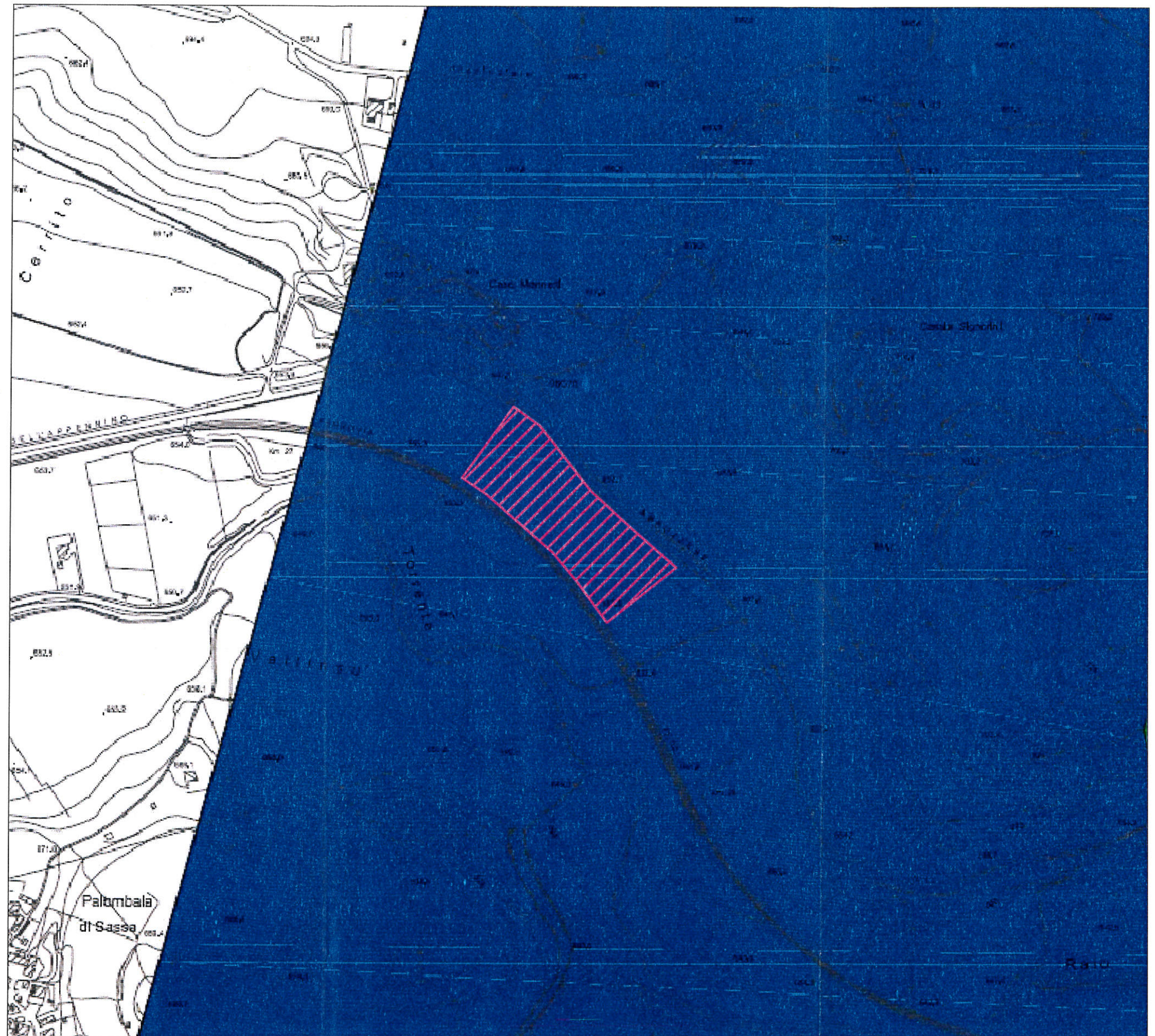
 FA = 1,9

 FA = 2,0

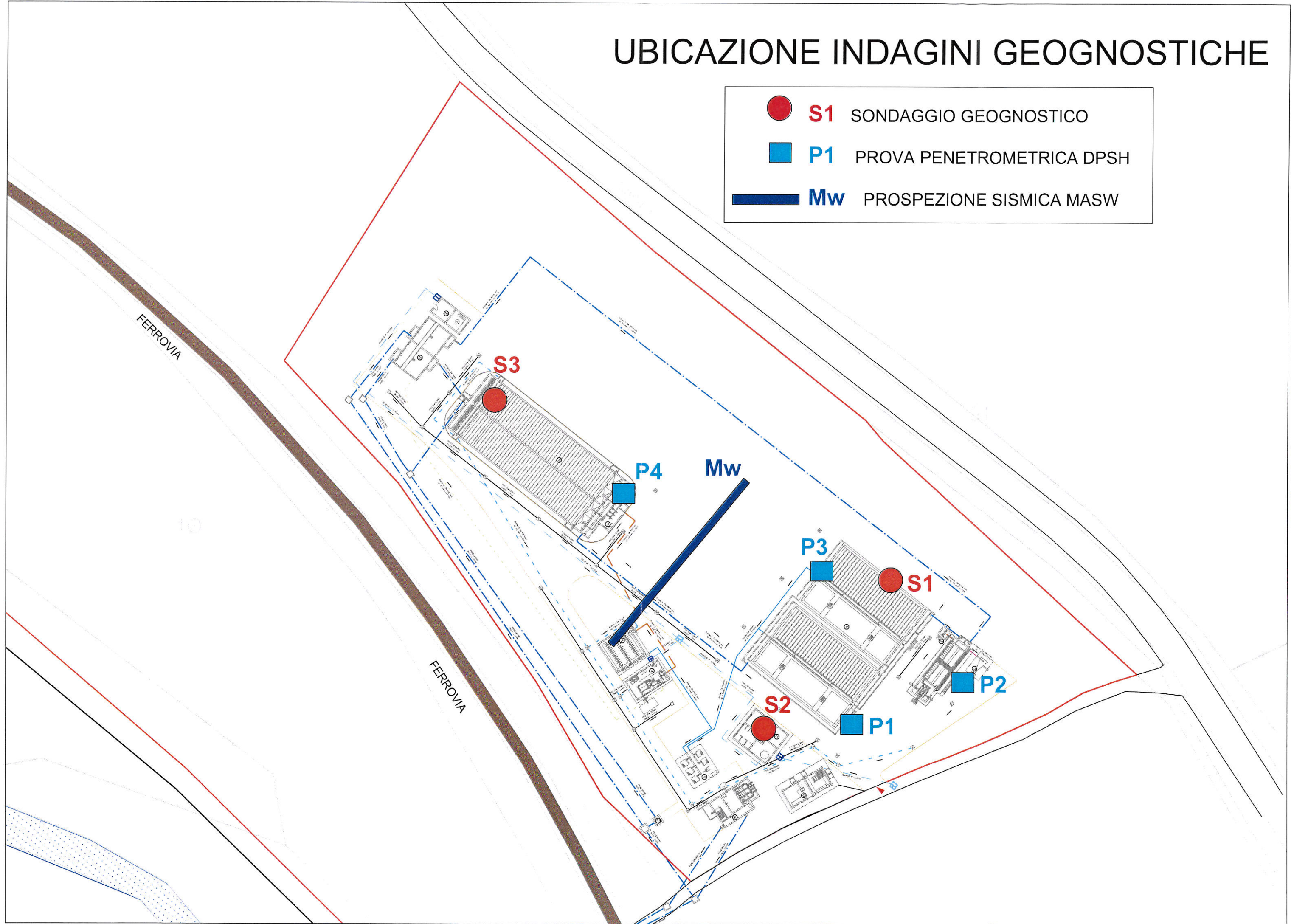
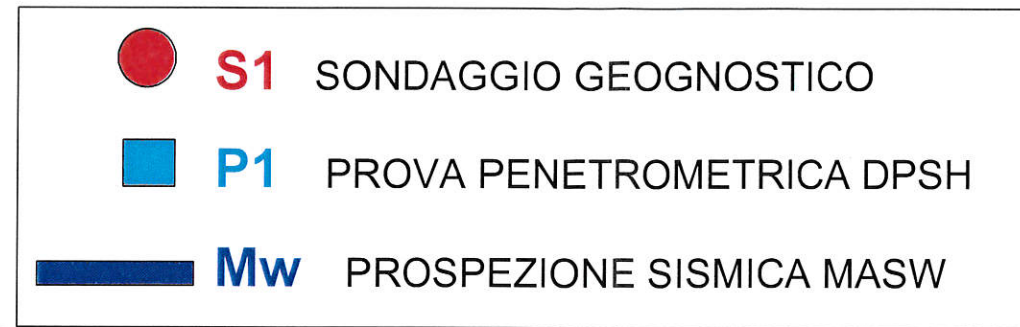
## ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

 FR

 FA



# UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : EMILIA (20)

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

## CARATTERISTICHE TECNICHE : EMILIA (20)

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 11,91 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t$ N )

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

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

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

### UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm <sup>2</sup> = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m <sup>2</sup> = 10.197 kg/cm <sup>2</sup>
1 bar = 1.0197 kg/cm <sup>2</sup> = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 1**

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r) asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r) asta
0,00 - 0,20	2	14,9	---	4,20 - 4,40	5	28,3	---
0,20 - 0,40	3	22,3	---	4,40 - 4,60	19	107,6	---
0,40 - 0,60	7	52,1	---	4,60 - 4,80	23	130,3	---
0,60 - 0,80	8	59,6	---	4,80 - 5,00	21	112,2	---
0,80 - 1,00	6	41,4	---	5,00 - 5,20	17	90,8	---
1,00 - 1,20	5	34,5	---	5,20 - 5,40	22	117,5	---
1,20 - 1,40	6	41,4	---	5,40 - 5,60	11	58,8	---
1,40 - 1,60	5	34,5	---	5,60 - 5,80	9	48,1	---
1,60 - 1,80	4	27,6	---	5,80 - 6,00	8	40,5	---
1,80 - 2,00	4	25,7	---	6,00 - 6,20	19	96,1	---
2,00 - 2,20	3	19,3	---	6,20 - 6,40	29	146,7	---
2,20 - 2,40	4	25,7	---	6,40 - 6,60	18	91,0	---
2,40 - 2,60	4	25,7	---	6,60 - 6,80	33	166,9	---
2,60 - 2,80	3	19,3	---	6,80 - 7,00	25	120,0	---
2,80 - 3,00	4	24,1	---	7,00 - 7,20	19	91,2	---
3,00 - 3,20	2	12,0	---	7,20 - 7,40	18	86,4	---
3,20 - 3,40	2	12,0	---	7,40 - 7,60	25	120,0	---
3,40 - 3,60	3	18,1	---	7,60 - 7,80	44	211,2	---
3,60 - 3,80	3	18,1	---	7,80 - 8,00	35	159,9	---
3,80 - 4,00	3	17,0	---	8,00 - 8,20	45	205,6	---
4,00 - 4,20	4	22,7	---	8,20 - 8,40	60	274,1	---

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **EMILIA (20)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**



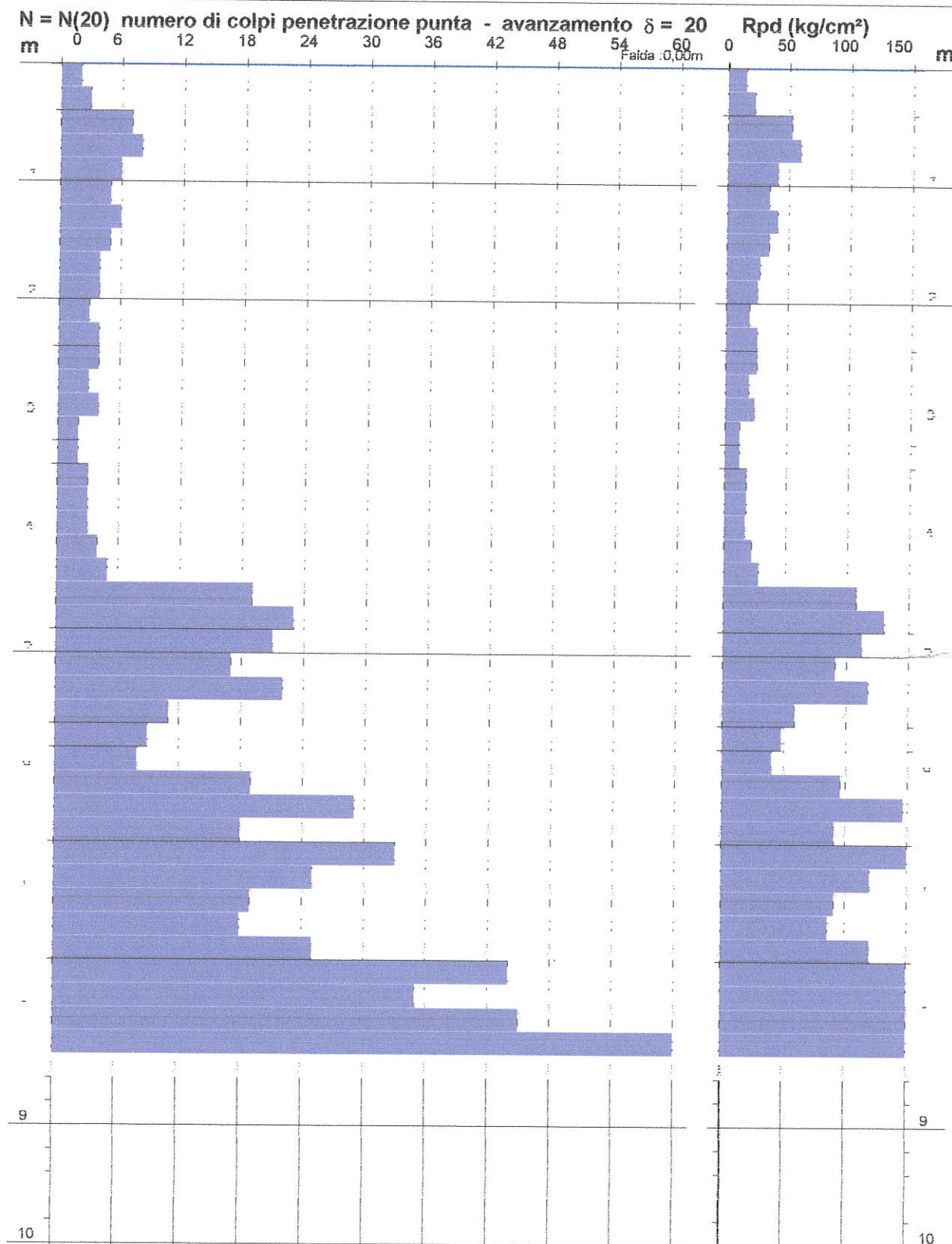
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 50

- committente : Regione Abruzzo
- lavoro : Impianto depuratore
- località : L'Aquila Coppito
- note :

- data : 14/11/2011
- quota inizio :
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- pagina : 1



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente : Regione Abruzzo	- data : 14/11/2011
- lavoro : Impianto depuratore	- quota inizio :
- località : L'Aquila Coppito	- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- note :	- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00	4,40	N	4,1	2	8	3,0	1,6	2,5	5,7	4	0,64	3
			Rpd	27,1	12	60	19,6	12,4	14,7	39,6			
2	4,40	8,40	N	25,0	8	60	16,5	13,0	12,0	38,0	25	0,64	16
			Rpd	123,7	41	274	82,1	57,8	66,0	181,5			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

Dr. Domenico Pellicciotta

Via Quadroni, 117  
66040 Chieti

Riferimento: 103-11

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : Regione Abruzzo	- data : 14/11/2011
- lavoro : Impianto depuratore	- quota inizio :
- località : L'Aquila Coppito	- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- note :	- pagina : 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	4.40		3	—	—	—	—	—	0.19	1.78	44	1.194
2	4.40	8.40		16	44.0	31.8	315	1.97	1.55	1.00	1.97	28	0.750

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

## DIN 2

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	----	1	3,40 - 3,60	7	42,2	----	4
0,20 - 0,40	3	22,3	----	1	3,60 - 3,80	6	36,1	----	4
0,40 - 0,60	3	22,3	----	1	3,80 - 4,00	5	28,3	----	5
0,60 - 0,80	7	52,1	----	1	4,00 - 4,20	4	22,7	----	5
0,80 - 1,00	5	34,5	----	2	4,20 - 4,40	5	28,3	----	5
1,00 - 1,20	8	55,2	----	2	4,40 - 4,60	5	28,3	----	5
1,20 - 1,40	7	48,3	----	2	4,60 - 4,80	5	28,3	----	5
1,40 - 1,60	7	48,3	----	2	4,80 - 5,00	5	26,7	----	6
1,60 - 1,80	6	41,4	----	2	5,00 - 5,20	9	48,1	----	6
1,80 - 2,00	8	51,5	----	3	5,20 - 5,40	10	53,4	----	6
2,00 - 2,20	7	45,0	----	3	5,40 - 5,60	15	80,1	----	6
2,20 - 2,40	8	51,5	----	3	5,60 - 5,80	16	85,5	----	6
2,40 - 2,60	6	38,6	----	3	5,80 - 6,00	48	242,7	----	7
2,60 - 2,80	6	38,6	----	3	6,00 - 6,20	34	171,9	----	7
2,80 - 3,00	6	36,1	----	4	6,20 - 6,40	23	116,3	----	7
3,00 - 3,20	7	42,2	----	4	6,40 - 6,60	19	96,1	----	7
3,20 - 3,40	7	42,2	----	4	6,60 - 6,80	60	303,4	----	7

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **EMILIA (20)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [  $\delta = 20$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

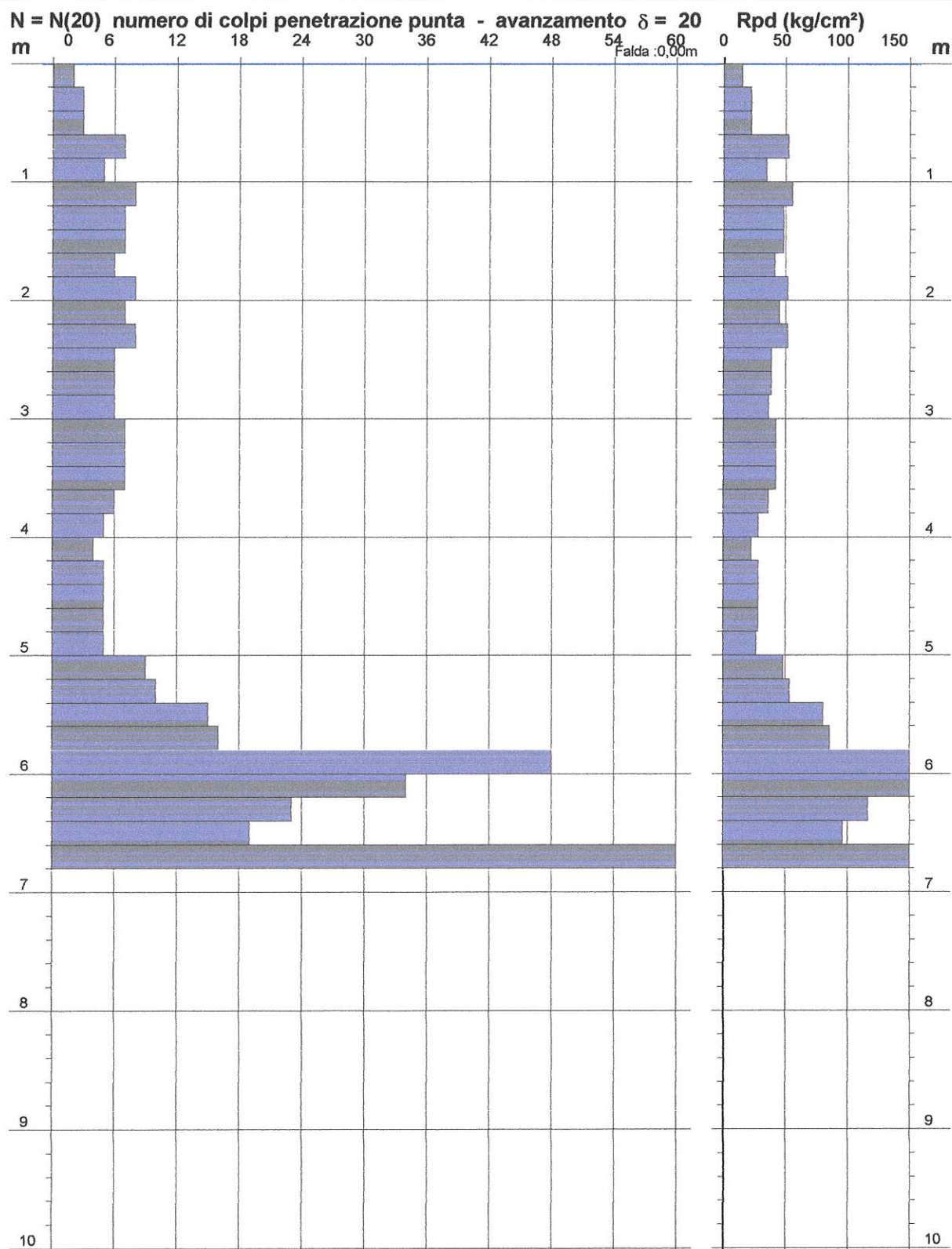
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

Scala 1: 50

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 2**

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 5,00	N	5,8	2	8	3,9	1,6	4,2	7,4	6	0,64	4
		Rpd	37,0	15	55	26,0	11,1	26,0	48,1			
2	5,00 6,80	N	26,0	9	60	17,5	17,8	8,2	43,8	26	0,64	17
		Rpd	133,1	48	303	90,6	88,6	44,4	221,7			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>) $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

Dr. Domenico Pellicciotta

Via Quadroni, 117  
66040 Chieti

Riferimento: 103-11

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 5.00		4	---	---	---	---	---	0.25	1.80	42	1.125
2	5.00 6.80		17	45.5	32.1	322	1.97	1.56	1.06	1.98	27	0.729

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficaceE' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato

W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenataYsat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- committente : Regione Abruzzo  
 - lavoro : Impianto depuratore  
 - località : L'Aquila Coppito  
 - note :

- data : 14/11/2011  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	---	1	3,80 - 4,00	6	34,0	---	5
0,20 - 0,40	3	22,3	---	1	4,00 - 4,20	10	56,6	---	5
0,40 - 0,60	7	52,1	---	1	4,20 - 4,40	27	152,9	---	5
0,60 - 0,80	6	44,7	---	1	4,40 - 4,60	55	311,5	---	5
0,80 - 1,00	6	41,4	---	2	4,60 - 4,80	43	243,5	---	5
1,00 - 1,20	8	55,2	---	2	4,80 - 5,00	34	181,7	---	6
1,20 - 1,40	7	48,3	---	2	5,00 - 5,20	22	117,5	---	6
1,40 - 1,60	8	55,2	---	2	5,20 - 5,40	23	122,9	---	6
1,60 - 1,80	7	48,3	---	2	5,40 - 5,60	21	112,2	---	6
1,80 - 2,00	7	45,0	---	3	5,60 - 5,80	17	90,8	---	6
2,00 - 2,20	7	45,0	---	3	5,80 - 6,00	33	166,9	---	7
2,20 - 2,40	7	45,0	---	3	6,00 - 6,20	44	222,5	---	7
2,40 - 2,60	7	45,0	---	3	6,20 - 6,40	36	182,1	---	7
2,60 - 2,80	5	32,2	---	3	6,40 - 6,60	23	116,3	---	7
2,80 - 3,00	5	30,1	---	4	6,60 - 6,80	25	126,4	---	7
3,00 - 3,20	5	30,1	---	4	6,80 - 7,00	19	91,2	---	8
3,20 - 3,40	5	30,1	---	4	7,00 - 7,20	43	206,4	---	8
3,40 - 3,60	6	36,1	---	4	7,20 - 7,40	60	288,0	---	8
3,60 - 3,80	6	36,1	---	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : EMILIA (20)

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,00 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 50,50 mm- Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

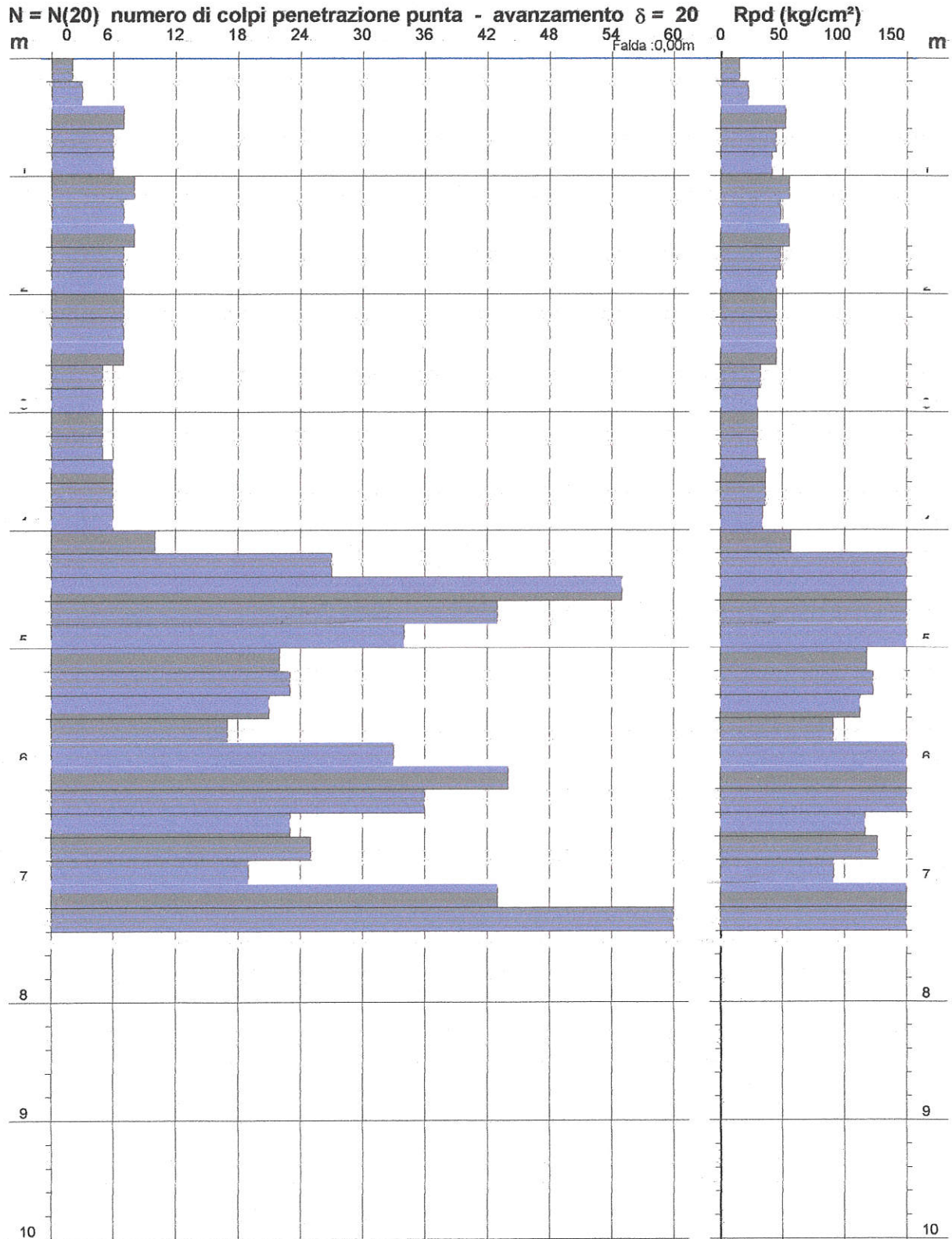
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 3**

Scala 1: 50

- committente : Regione Abruzzo  
 - lavoro : Impianto depuratore  
 - località : L'Aquila Coppito  
 - note :

- data : 14/11/2011  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
 - pagina : 1



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\text{min})$	s	M-s	M+s			
1	0,00	4,20	N	6,2	2	10	4,1	1,7	4,5	7,9	6	1,52	9
			Rpd	40,4	15	57	27,6	11,2	29,2	51,6			
2	4,20	7,40	N	32,8	17	60	24,9	13,1	19,7	45,9	33	1,52	50
			Rpd	170,8	91	312	130,8	68,1	102,7	238,9			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>) $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	4.20		9	---	---	---	---	---	0.56	1.89	34	0.918
2	4.20	7.40		50	85.0	41.0	577	2.15	1.85	3.13	2.38	09	0.229

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficaceE' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato

W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenataYsat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



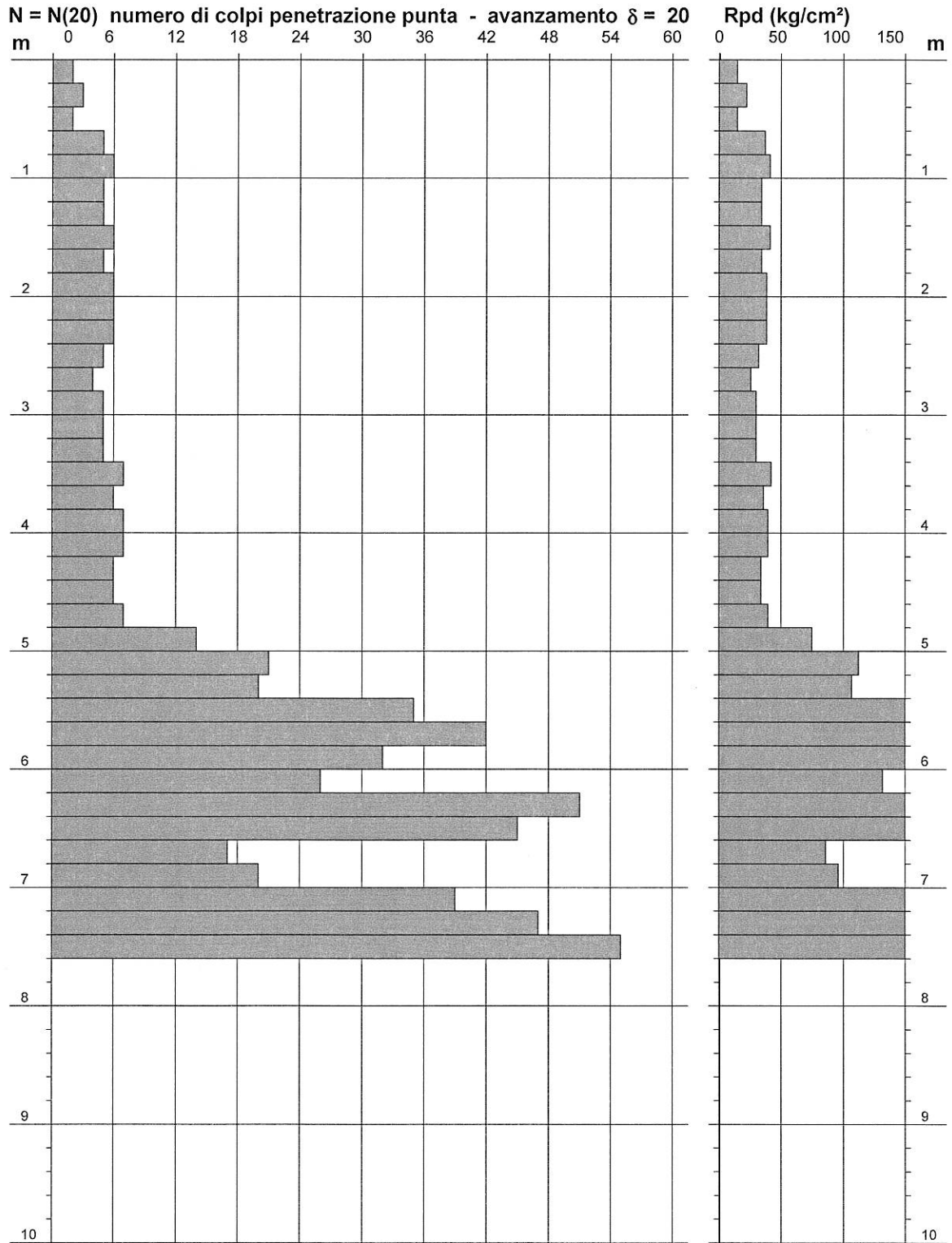
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 4

Scala 1: 50

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 4**

- committente : Regione Abruzzo - data : 14/11/2011  
- lavoro : Impianto depuratore - quota inizio :  
- località : L'Aquila Coppito - prof. falda : Falda non rilevata  
- note : - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00	4,80	N	5,3	2	7	3,6	1,4	3,9	6,7	5	1,52	8
			Rpd	33,5	15	42	24,2	7,6	25,9	41,1			
2	4,80	7,60	N	33,1	14	55	23,6	13,6	19,5	46,8	33	1,52	50
			Rpd	167,4	75	264	121,1	66,2	101,2	233,5			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

- committente : Regione Abruzzo - data : 14/11/2011  
- lavoro : Impianto depuratore - quota inizio :  
- località : L'Aquila Coppito - prof. falda : Falda non rilevata  
- note : - pagina : 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	4.80		8	----	----	----	----	----	0.50	1.87	35	0.945
2	4.80	7.60		50	85.0	41.0	577	2.15	1.85	3.13	2.38	09	0.229

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**Geoprogetti**


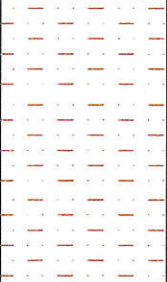
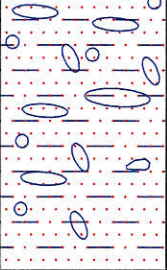
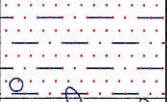
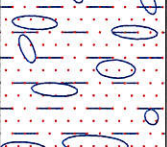

via Quadroni, 117

Perano

tel. 0872/856019

e-mail: geoprogetti@interfree.it

**Committente:** Regione Abruzzo**Località:** L'Aquila**Data inizio/fine:** 31/10/2011**Scala:** 1:100**Attrezzatura:** Trivella idraulica**Sigla:** S1**Lunghezza perforazione:** mt. 12.0

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Campione	S.P.T.	Falda
0,60	0,60		TERRENO VEGETALE			
3,60	4,20		COLLUVI ALTERATI LIMO-SABBIOSI CON NUCLEI TORBOSI SCURI. INCLUSIONI DETRITICHE. BASSA CONSISTENZA.		mt. 2,50 4-5-5	infiltrazioni mt. 3,60
3,40	7,60		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 65% - 75%		mt. 6,00 19-29-18	
1,60	9,20		LENTE LIMO-SABBIOSA, GHIAIE SCIOLTE. Dr = 35% - 40%	mt. 8,00 <b>S1 C1</b> mt. 8,50		ricchi mt. 8,20
2,10	11,30		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 68% - 80%			
0,70	12,00		LENTE LIMO-SABBIOSA, GHIAIE SCIOLTE. Dr = 25% - 38%			

**Geoprogetti**



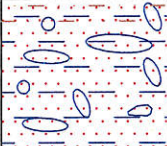
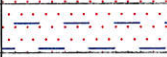
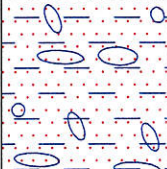
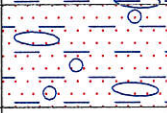
via Quadroni, 117

Perano

tel. 0872/856019

e-mail: geoprogetti@interfree.it

**Committente:** Regione Abruzzo**Località:** L'Aquila**Data inizio/fine:** 31/10/2011**Scala:** 1:100**Attrezzatura:** Trivella idraulica**Sigla:** S2**Lunghezza perforazione:** mt. 11.0

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Campione	S.P.T.	Falda
0,50	0,50		TERRENO VEGETALE, PRESENZA DI DETRITO ARENACEO			
4,50	5,00		COLLUVI ALTERATI LIMO-SABBIOSI CON NUCLEI TORBOSI SCURI. INCLUSIONI DETRITICHE. CONSISTENZA MEDIO-BASSA.	<i>mt. 4.00</i> S2 C1 <i>mt. 4.50</i>	<i>mt. 3.00</i> 6-4-5	<i>infiltrazioni</i> <i>mt. 4.50</i>
1,80	6,80		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 55% - 73%		<i>mt. 5.50</i> 20-33-24	<i>falda</i> <i>mt. 6.90</i>
0,70	7,50		LENTE LIMO-SABBIOSA, GHIAIE SCIOLTE. Dr = 35% - 40%			
2,20	9,70		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 68% - 80%			
1,30	11,00		ABBONDANTE MATRICE LIMO-SABBIOSA. CON SPARSE GHIAIE Dr = 30% - 45%			

**Geoprogetti**


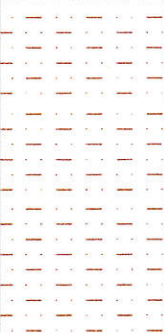
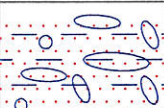

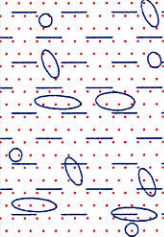
via Quadroni, 117

Perano

tel. 0872/856019

e-mail: geoprogetti@interfree.it

**Committente:** Regione Abruzzo**Località:** L'Aquila**Data inizio/fine:** 02/11/2011**Scala:** 1:100**Attrezzatura:** Trivella idraulica**Sigla:** S3**Lunghezza perforazione:** mt. 10.0

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Campione	S.P.T.	Falda
0,50	0,50		TERRENO VEGETALE, PRESENZA DI DETRITO ARENACEO			
4,30	4,80		COLLUVI ALTERATI LIMO-SABBIOSI CON NUCLEI TORBOSI SCURI. INCLUSIONI DETRITICHE. CONSISTENZA MEDIO-BASSA.		mt. 2.00 6-5-6	infiltrazione mt. 4.30
1,40	6,20		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 60% - 85%		mt. 6.00	
0,70	6,90		LENTE LIMO-SABBIOSA, GHIAIE SCIOLTE. Dr = 30% - 40%		29-19-24	falda mt. 7.40
3,10	10,00		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 68% - 80%			

DATA: 04/11/2011

CERTIFICATO: 1233

**ERPOOL s.r.l.**

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI

via Montemarcone 85, cap 66041 Atessa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S2

Campione: C1

Profondità: mt. 4,0/4,5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Sezione iniziale : 35,7 cmq

Altezza iniziale : 1,74 cm

Velocità di prova : 0,005 mm/min cmq

Volume iniziale : 65,24 cmc

PROV. N°	CARATTERISTICHE A FINE CONSOLIDAZIONE			CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Tempo di consolidamento (ore)	Pres. consol. $\sigma_v$ (Kg/cmq)	Def. verticale $\delta H$ (mm)	Pres. cella $\sigma_v$ (Kg/cmq)	Deformazione $\epsilon$ (mm)	Pres. di taglio (Kg/cmq)	Velocità di deformazione (mm/min)	$\delta T$ a rottura (ore)
1	24	1	0,42	1	2,4	0,63	0,0037	10,9
2	24	2	0,63	2	2,94	1,26	0,0035	14,4
3	24	3	1,03	3	3,2	1,81	0,0033	15,822

Coesione drenata .....(C') : 0,09 Kg/cmq

Angolo di attrito .....( $\Phi$ ) : 23,5°

# ERPOOL s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI  
 via Montemarcone 85, cap 66041 Atesa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

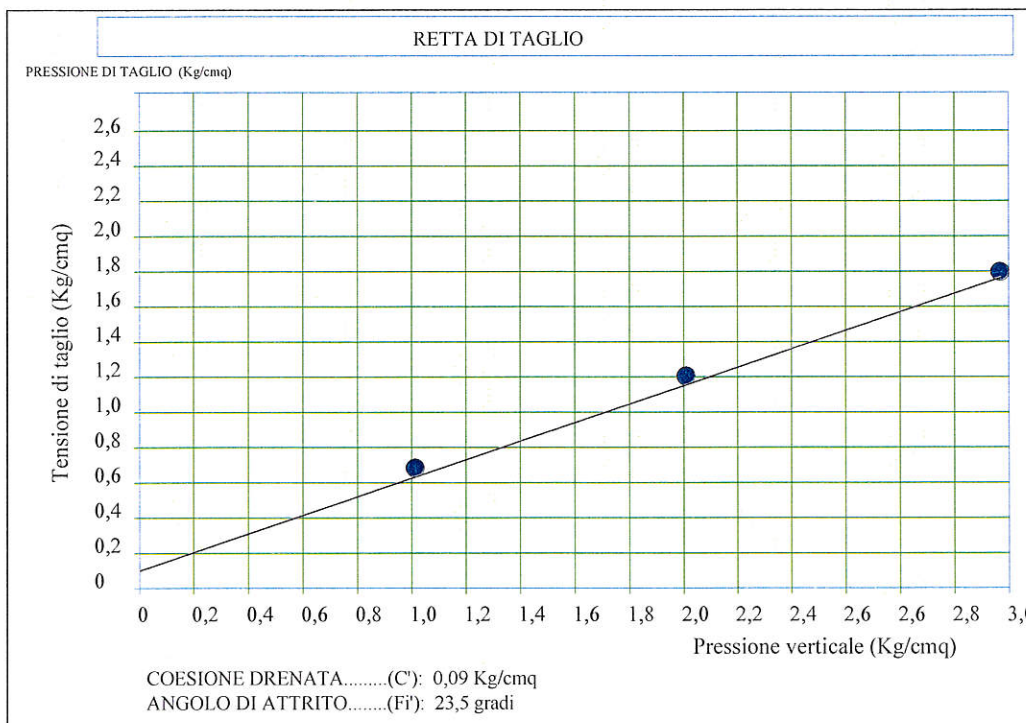
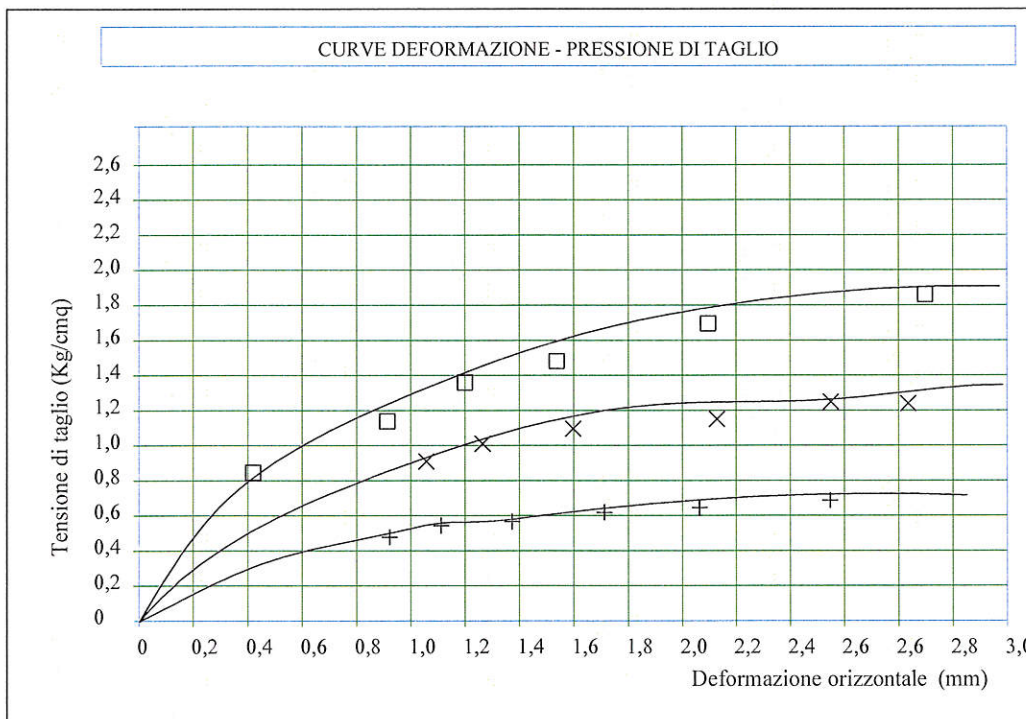
PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S2

Campione: C1

Profondità: mt. 4,0/4,5

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO



# ERPOOL s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI

via Montemarcone 85, cap 66041 Atesa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S2

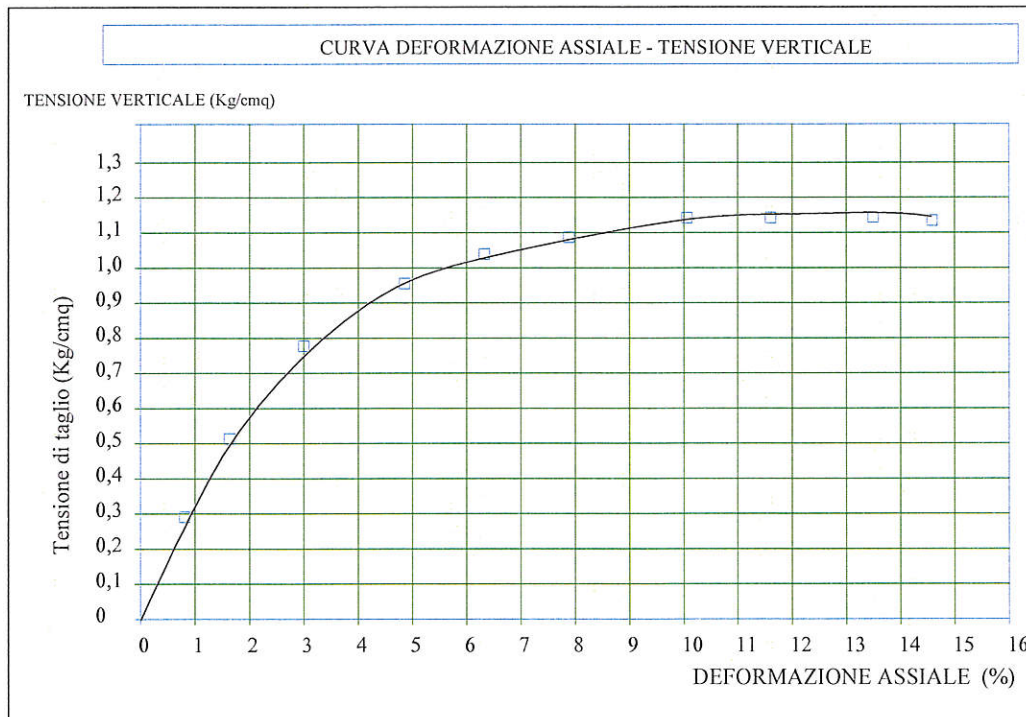
Campione: C1

Profondità: mt. 4,0/4,5

## PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Sezione iniziale.....: 11,401 cmq	Altezza iniziale.....: 7,55 cm
Velocità di prova.....: 1,5 mm/min	Volume iniziale.....: 86,873 cmc

Contenuto in acqua.. : 21,35%	Grado di saturazione..... : 92,808%
Densità naturale..... : 1,94 g/cm <sup>3</sup>	Densità secca.....: 1,58 g/cm <sup>3</sup>
Indice dei vuoti.....: 0,834	Porosità.....: 42,318 %
Densità satura.....: 1,972 g/cm <sup>3</sup>	Peso specifico.....: 2,254 g/cm <sup>3</sup>



PROV. N°	CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Resistenza Cu (Kg/cm <sup>3</sup> )	Deformazione ass. ε (%)	Pres. verticale σ <sub>v</sub> (Kg/cm <sup>3</sup> )	Velocità di deformazione (mm/min)	δT a rottura (ore)
1	0,57	10,864	1,15		

Resistenza al taglio non drenata (Cu) : 0,57 Kg/cm<sup>3</sup>

Sensibilità ..... : \_\_\_\_\_



DATA: 04/11/2011

CERTIFICATO: 1232

# ERPOOL s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI

via Montemarcone 85, cap 66041 Atesa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S1

Campione: C1

Profondità: mt. 8,0/8,5

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sezione iniziale : 33,9 cmq

Altezza iniziale : 1,86 cm

Velocità di prova : 0,084 mm/min cmq

Volume iniziale : 43,83 cmc

PROV. N°	CARATTERISTICHE A FINE CONSOLIDAZIONE			CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Tempo di consolidamento (ore)	Pres. consol. $\sigma_v$ (Kg/cmq)	Def. verticale $\delta H$ (mm)	Pres. cella $\sigma_v$ (Kg/cmq)	Deformazione $\epsilon$ (mm)	Pres. di taglio (Kg/cmq)	Velocità di deformazione (mm/min)	$\delta T$ a rottura (ore)
1	24	1	0,69	1	1,76	0,42	0,0015	12,16
2	24	2	0,96	2	2,36	0,89	0,0022	13,39
3	24	3	1,21	3	2,95	1,38	0,0084	14,26

Coesione drenata .....(C') : 0,08 Kg/cmq

Angolo di attrito .....( $\Phi$ ) : 22,5°

# ERPOOL s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI  
 via Montemarcone 85, cap 66041 Atesa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

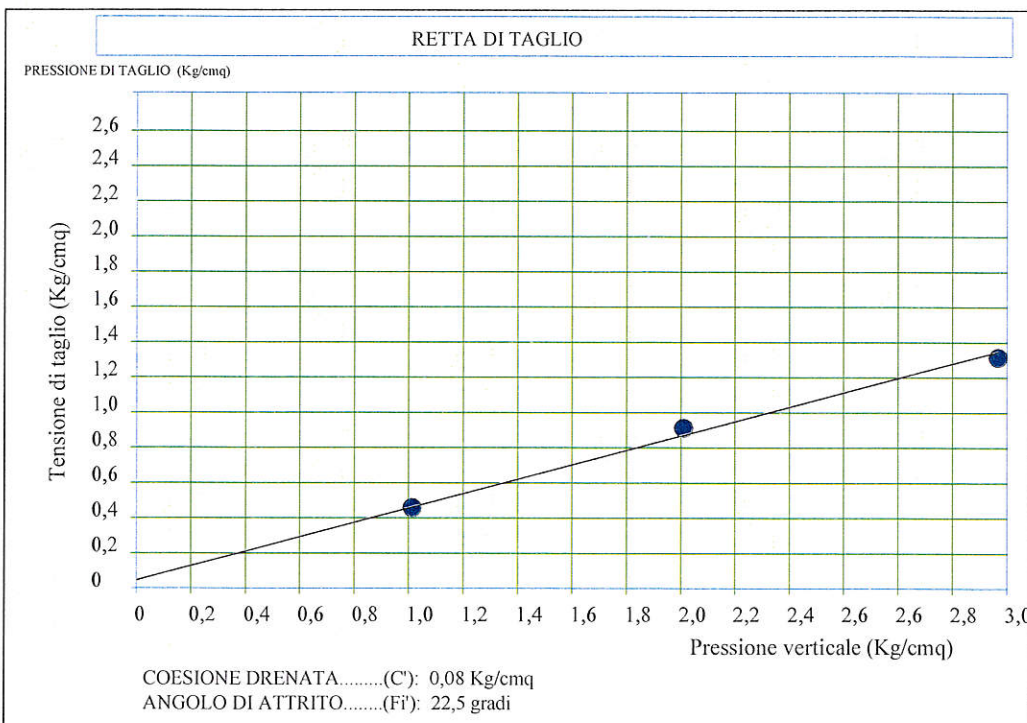
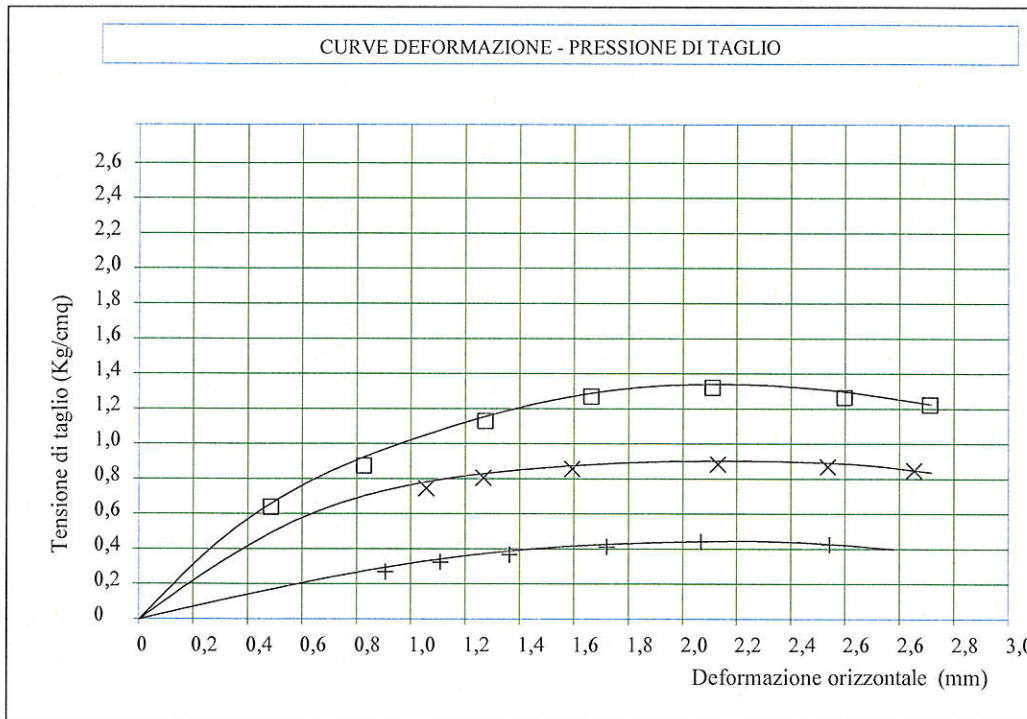
PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S1

Campione: C1

Profondità: mt. 8,0/8,5

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO



# ERPOOL s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI  
 via Montemarcone 85, cap 66041 Atessa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S1

Campione: C1

Profondità: mt. 8,0/8,5

## PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Sezione iniziale.....: 9,48 cmq

Altezza iniziale.....: 6,93 cm

Velocità di prova.....: 1,5 mm/min

Volume iniziale.....: 68,54 cmc

Contenuto in acqua.. : 45,26%

Grado di saturazione..... : 97,34%

Densità naturale..... : 2,21 g/cm<sup>3</sup>

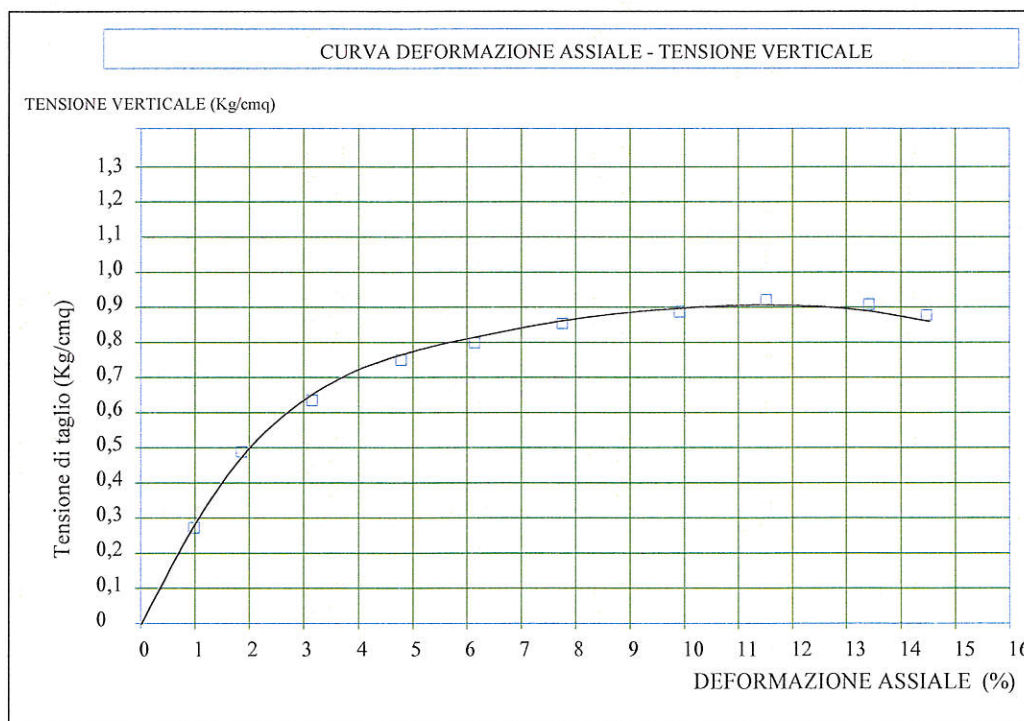
Densità secca.....: 1,64 g/cm<sup>3</sup>

Indice dei vuoti.....: 0,754

Porosità.....: 56,82 %

Densità satura.....: 2,25 g/cm<sup>3</sup>

Peso specifico.....: 2,11 g/cm<sup>3</sup>



PROV. N°	CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Resistenza Cu (Kg/cm <sup>3</sup> )	Deformazione ass. ε (%)	Pres. verticale σ <sub>v</sub> (Kg/cm <sup>3</sup> )	Velocità di deformazione (mm/min)	δT a rottura (ore)
1	0,46	11,52	0,92		

Resistenza al taglio non drenata (Cu) : 0,46 Kg/cm<sup>3</sup>

Sensibilità ..... : \_\_\_\_\_

**GEA s.n.c.**

LABORATORIO GEOTECNICO - PROVE IN SITO - IDROGEOLOGIA - INDAGINI GEONOSTICHE E GEOFISICHE

SEDE LEGALE: Via Nazionale, 165 - 64039 Penna S. Andrea (TE)  
SEDE OPERATIVA: Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)  
TEL: 085 4155618 FAX: 085 7993874  
EMAIL: gealaboratorio@gmail.comISO 9001  
Certificato n° 482343 QM08  
Autorizzazione Ministeriale n° 4536  
Prove Geotecniche su Terre**DATA: 21/3/2014****Certificato: 520314**

Il Richiedente <b>Codimar S.r.l.</b>	
Verbale di accettazione N°	<b>1460214</b>
Data	<b>26/02/14</b>
Rif. Ordine di acquisto/Offerta	
N°	-
Data	-

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO			
Sito potenzialmente contaminato	<input type="checkbox"/>	Anomalie di campionamento	<input type="checkbox"/>
Data prelievo	<b>21/02/14</b>		
Procedura di campionamento:	SHELBY	<input checked="" type="checkbox"/>	Note:
	MAZIER	<input type="checkbox"/>	
	OSTELBERG	<input type="checkbox"/>	

INTESTAZIONE DEI CERTIFICATI	
Commitente	<b>"Commissario Straordinario Delegato Per La Realizzazione Degli Interventi Di Mitigazione Del Rischio Idrogeologico Della Regione Abruzzo (D.P.C.M. 8/3/2011)"</b>
Cantiere	<b>Indagini Eseguite Sponde Fiume Aterno E Torrente Raio A Pile - L'Aquila</b>

				Profondità			
Sondaggio	<b>1</b>	Campione	<b>1</b>	da m:	<b>6.50</b>	a m:	<b>7.00</b>

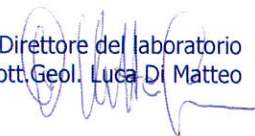
DATA	
Consegna campione	<b>26/02/2014</b>
Apertura	<b>03/03/2014</b>
Inizio prove	<b>03/03/2014</b>
Fine prove	<b>06/03/2014</b>

Esclusioni/anomalie/difformità
<b>Non riscontrate</b>

PROVE ESEGUITE	COD. PROVA	pag.	Normativa di riferimento
Descrizione macroscopica		<b>2</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Caratteristiche fisiche e meccaniche (*)		<b>3</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994. Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85, D 2488-84, D 3282-83.
Taglio diretto (**)		<b>4-5</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Espansione Laterale Libera E.L.L.		<b>6</b>	ASTM D2166.
	<b>Totale pag.</b>	<b>6</b>	

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

Il Direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Luca Di Matteo



DATA: 21/3/2014

Certificato: 520314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

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

COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz.del rischio idrogeol.della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11

CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 6.50 a mt: 7.00
--------------	-------------	-----------------------------------

DIMENSIONI DEL CAMPIONE: H= 36 cm.  $\phi$ = 8.5 cm.

CONDIZIONI DEL CAMPIONE: Indisturbato

### DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE

Limo argilloso marrone chiaro - nocciola con alcune sfumature grigio chiaro e venature nerastre e sparsi livelletti sabbiosi. Presenta sporadici clasti di piccole dimensioni subarrotondati.

cm.	Consistenza	Res. pock. pen.	Res. al vanetest	Coll.prov.P.M.
10	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		Taglio diretto
20	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		Taglio diretto
30	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		ELL
40				
50				
60				
70				
80				

Il Direttore del laboratorio

Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 21/3/2014

Certificato: 520314

# G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

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

COMMITTENTE: Commis. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz. del rischio idrogeol. della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 1                      Campione: 1                      Profondità da mt: 6.50 a mt: 7.00

## CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cont. naturale acqua : <u>9.79</u> %	Grado di saturazione...: <u>58.5</u> %
Densità naturale.....: <u>2.04</u> g/cmc.	Limite del ritiro.....: _____ %
Peso specifico.....: <u>2.7</u> g/cmc.	Limite liquido.....: _____ %
Densità secca.....: <u>1.86</u> g/cmc.	Limite plastico.....: _____ %
Densità satura.....: <u>2.17</u> g/cmc.	Coef. att. colloidale.: _____
Porosità.....: <u>31.12</u> %	Sensibilità.....: _____
Indice dei vuoti.....: <u>0.4519</u>	Coef. di permeabilità.: _____ cm/s

INDICE DI PLASTICITA'  
IP:

GRADO DI PLASTICITA'

INDICE DI CONSISTENZA  
IC:

STATO

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA (M.I.T.)

CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE

## CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CAMPIONE

Prova di taglio diretto .....:  $C' = 0.12 \text{ Kg/cm}^2$   $\phi' = 27.8^\circ$   
Prova di taglio residuo .....:  $C' = \text{_____ Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{_____}^\circ$   
Prova di espansione laterale libera .....:  $C_u = 3.33 \text{ Kg/cm}^2$   
Prova triass. non consolidata non drenata (UU):  $C_u = \text{_____ Kg/cm}^2$   
Prova triassiale consolidata non drenata (CU):  $C' = \text{_____ Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{_____}^\circ$   
Prova triassiale consolidata drenata (CD) ...:  $C' = \text{_____ Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{_____}^\circ$

DATA: 21/3/2014

Certificato: 520314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliariari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

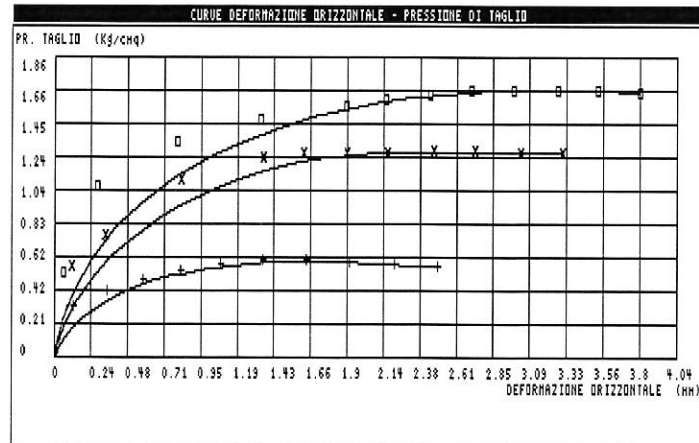
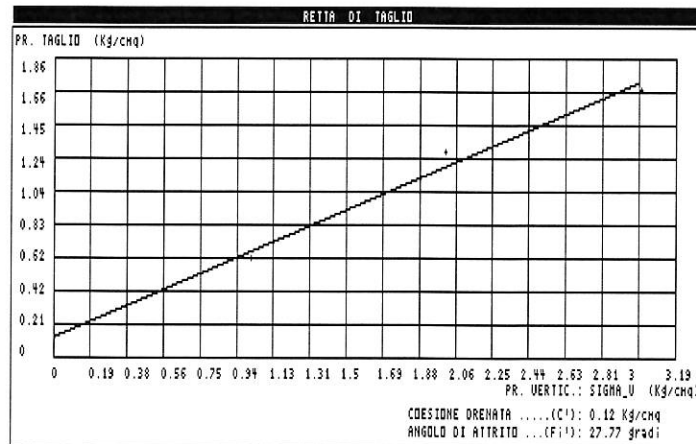
COMMITTENTE: Commis. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz. del rischio idrogeol. della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 1

Campione: 1

Profondità da mt: 6.50 a mt: 7.00

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO



DATA: 21/3/2014

Certificato: 520314

# G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

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

COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz. del rischio idrogeol. della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11

CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 1      Campione: 1      Profondità da mt: 6.50 a mt: 7.00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sezione iniziale .: 36.51 cm<sup>2</sup>      Altezza iniziale ..: 2 cm  
Velocità di prova : 0.004 mm/min      Volume iniziale ....: 73.02 cmc

PROV N °	CARATTERISTICHE A FINE CONSOLIDAZIONE			C A R A T T E R I S T I C H E A R O T T U R A				
	Tempo di consolid (ore)	Pr.cons. ov (Kg/cm <sup>2</sup> )	Def.vert δH (mm)	Pr.cella ov (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. ε (mm)	Pres.di taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1	<u>24</u>	<u>1</u>	<u>0.11</u>	<u>1</u>	<u>1.63</u>	<u>0.603</u>	<u>0.0039</u>	<u>7</u>
2	<u>24</u>	<u>2</u>	<u>0.37</u>	<u>2</u>	<u>2.46</u>	<u>1.274</u>	<u>0.0041</u>	<u>10</u>
3	<u>24</u>	<u>3</u>	<u>0.62</u>	<u>3</u>	<u>2.98</u>	<u>1.657</u>	<u>0.0041</u>	<u>12</u>

Coesione drenata ... (C'): 0.12 Kg/cm<sup>2</sup>

Angolo di attrito .. (Φ'): 27.77°



DATA: 21/3/2014

Certificato: 520314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

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

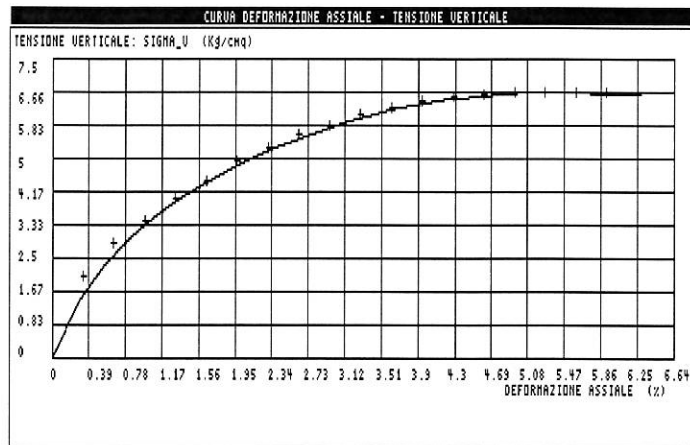
COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz.del rischio idrogeol.della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 1      Campione: 1      Profondità da mt: 6.50 a mt: 7.00

### PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Sezione iniziale .: 11.461 cm<sup>2</sup>      Altezza iniziale ...: 7.605 cm  
Velocità di prova : 1.5 mm/min      Volume iniziale ...: 87.159 cmc

Contenuto in acqua: 8.202 %      Peso specifico ....: 2.7 g/cmc  
Densità naturale .: 2.096 g/cmc      Densità secca .....: 1.937 g/cmc  
Indice dei vuoti .: 0.393      Porosità .....: 28.231 %  
Densità satura ...: 2.22 g/cmc      Grado di saturaz. .: 56.288 %



PROV N°	C A R A T T E R I S T I C H E A R O T T U R A				
	Resisten Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformaz ass. ε (%)	Pr.Vert. σ <sub>v</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1	<u>3.331</u>	<u>5.26</u>	<u>6.663</u>	_____	_____

Resistenza al taglio non drenata (Cu): **3.33 Kg/cm<sup>2</sup>**  
Sensibilità .....: \_\_\_\_\_



**GEA s.n.c.**

LABORATORIO GEOTECNICO - PROVE IN SITO - IDROGEOLOGIA - INDAGINI GEONOSTICHE E GEOFISICHE

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



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

**DATA: 21/3/2014**

**Certificato: 530314**

Il Richiedente <b>Codimar S.r.l.</b>	
Verbale di accettazione N°	<b>1460214</b>
Data	<b>26/02/14</b>
Rif. Ordine di acquisto/Offerta	
N°	-
Data	-

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO			
Sito potenzialmente contaminato	<input type="checkbox"/>	Anomalie di campionamento	<input type="checkbox"/>
Data prelievo	<b>21/02/14</b>		
Procedura di campionamento:	SHELBY	<input checked="" type="checkbox"/>	Note:
	MAZIER	<input type="checkbox"/>	
	OSTELBERG	<input type="checkbox"/>	

INTESTAZIONE DEI CERTIFICATI	
Commitente	<b>"Commissario Straordinario Delegato Per La Realizzazione Degli Interventi Di Mitigazione Del Rischio Idrogeologico Della Regione Abruzzo (D.P.C.M. 8/3/2011)"</b>
Cantiere	<b>Indagini Eseguite Sponde Fiume Aterno E Torrente Raio A Pile - L'Aquila</b>

Sondaggio		Campione		Profondità	
<b>2</b>	<b>1</b>	da m:	<b>7.00</b>	a m:	<b>7.50</b>

DATA	
Consegna campione	<b>26/02/2014</b>
Apertura	<b>03/03/2014</b>
Inizio prove	<b>03/03/2014</b>
Fine prove	<b>06/03/2014</b>

Esclusioni/anomalie/difformità
<b>Non riscontrate</b>

PROVE ESEGUITE	COD. PROVA	pag.	Normativa di riferimento
Descrizione macroscopica		<b>2</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Caratteristiche fisiche e meccaniche (*)		<b>3</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994. Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85, D 2488-84, D 3282-83.
Taglio diretto (**)		<b>4-5</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Espansione Laterale Libera E.L.L.		<b>6</b>	ASTM D2166.
	<b>Totale pag.</b>	<b>6</b>	

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

Il Direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 21/3/2014

Certificato: 530314

## G E A

### LABORATORIO GEOTECNICO

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

COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz.del rischio idrogeol.della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 7.00	a mt: 7.50
--------------	-------------	------------------------	------------

DIMENSIONI DEL CAMPIONE: H= 40 cm.  $\phi$ = 8.5 cm.

CONDIZIONI DEL CAMPIONE: Indisturbato

### DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE

Limo argilloso marrone chiaro - nocciola con sfumature grigio chiaro e venature nerastre con sporadici livelletti sabbiosi.

cm.	Consistenza	Res. pock. pen.	Res. al vanetest	Coll.prov.P.M.
10	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		Taglio diretto
20	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		Taglio diretto
30	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		ELL
40	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		
50				
60				
70				
80				

Il Direttore del laboratorio

Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 21/3/2014

Certificato: 530314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

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

COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz. del rischio idrogeol. della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 7.00 a mt: 7.50
--------------	-------------	-----------------------------------

### CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cont. naturale acqua : <u>19.91</u> %	Grado di saturazione...: <u>84.04</u> %
Densità naturale.....: <u>1.97</u> g/cmc.	Limite del ritiro.....: _____ %
Peso specifico.....: <u>2.7</u> g/cmc.	Limite liquido.....: _____ %
Densità secca.....: <u>1.65</u> g/cmc.	Limite plastico.....: _____ %
Densità satura.....: <u>2.04</u> g/cmc.	Coef. att. colloidale.: _____
Porosità.....: <u>39</u> %	Sensibilità.....: _____
Indice dei vuoti.....: <u>0.6394</u>	Coef. di permeabilità.: _____ cm/s

INDICE DI PLASTICITA' IP:	GRADO DI PLASTICITA'
------------------------------	----------------------

INDICE DI CONSISTENZA IC:	STATO
------------------------------	-------

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA (M.I.T.)
---

CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE
-------------------------------

### CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CAMPIONE

Prova di taglio diretto .....:  $C' = 0.09 \text{ Kg/cm}^2$   $\phi' = 25.5^\circ$   
Prova di taglio residuo .....:  $C' = \text{___} \text{ Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{___}^\circ$   
Prova di espansione laterale libera .....:  $C_u = 3.57 \text{ Kg/cm}^2$   
Prova triass. non consolidata non drenata (UU):  $C_u = \text{___} \text{ Kg/cm}^2$   
Prova triassiale consolidata non drenata (CU):  $C' = \text{___} \text{ Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{___}^\circ$   
Prova triassiale consolidata drenata (CD) ...:  $C' = \text{___} \text{ Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{___}^\circ$

DATA: 21/3/2014

Certificato: 530314

# G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

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

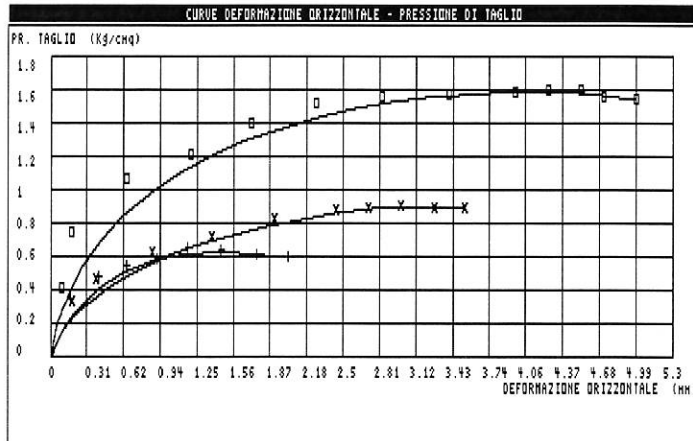
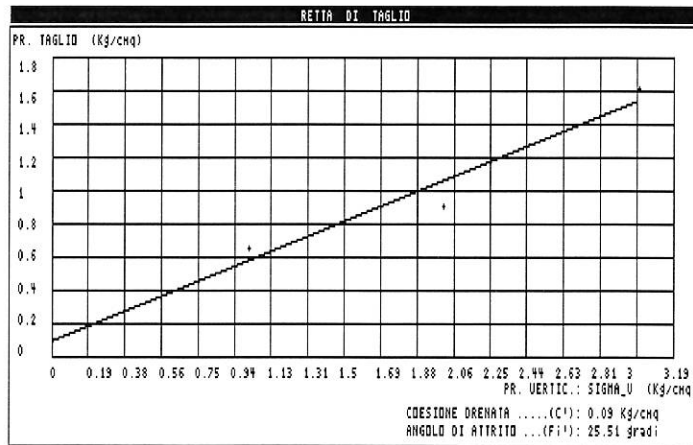
COMMITTENTE: Commis. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz. del rischio idrogeol. della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 2

Campione: 1

Profondità da mt: 7.00 a mt: 7.50

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO



DATA: 21/3/2014

Certificato: 530314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

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

COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz. del rischio idrogeol. della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11

CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 2      Campione: 1      Profondità da mt: 7.00 a mt: 7.50

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

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

PROV N °	CARATTERISTICHE A FINE CONSOLIDAZIONE			C A R A T T E R I S T I C H E A R O T T U R A				
	Tempo di consolid (ore)	Pr.cons. $\sigma_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Def.vert $\delta H$ (mm)	Pr.cella $\sigma_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. $\epsilon$ (mm)	Pres.di taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità deform. (mm/min)	$\delta T$ a rottura (Ore)
1	<u>24</u>	<u>1</u>	<u>0.17</u>	<u>1</u>	<u>1.17</u>	<u>0.641</u>	<u>0.0039</u>	<u>5</u>
2	<u>24</u>	<u>2</u>	<u>0.62</u>	<u>2</u>	<u>2.98</u>	<u>0.893</u>	<u>0.0042</u>	<u>12</u>
3	<u>24</u>	<u>3</u>	<u>0.66</u>	<u>3</u>	<u>4.52</u>	<u>1.595</u>	<u>0.0042</u>	<u>18</u>

Coesione drenata ... (C'): 0.09 Kg/cm<sup>2</sup>

Angolo di attrito .. ( $\phi'$ ): 25.51°

DATA: 21/3/2014

Certificato: 530314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

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

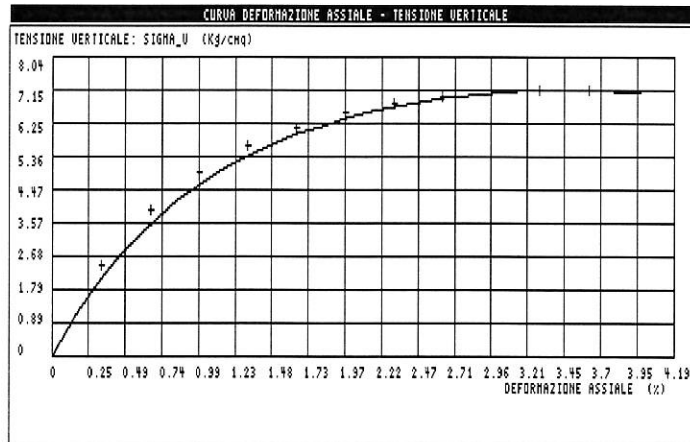
COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz.del rischio idrogeol.della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 2      Campione: 1      Profondità da mt: 7.00 a mt: 7.50

### PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Sezione iniziale .: 11.461 cm<sup>2</sup>      Altezza iniziale ...: 7.605 cm  
Velocità di prova : 1.5 mm/min      Volume iniziale ...: 87.159 cmc

Contenuto in acqua: 19.703 %      Peso specifico ....: 2.7 g/cmc  
Densità naturale .: 2.116 g/cmc      Densità secca .....: 1.768 g/cmc  
Indice dei vuoti .: 0.527      Porosità .....: 34.512 %  
Densità satura ...: 2.113 g/cmc      Grado di saturaz. .: 100.929 %



PROV N°	C A R A T T E R I S T I C H E R O T T U R A				
	Resisten Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformaz ass. ε (%)	Pr.Vert. ov (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1	<u>3.573</u>	<u>3.287</u>	<u>7.147</u>	_____	_____

Resistenza al taglio non drenata (Cu): 3.57 Kg/cm<sup>2</sup>  
Sensibilità .....: \_\_\_\_\_

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

---



Foto n°1 – Postazione prova penetrometrica P1.

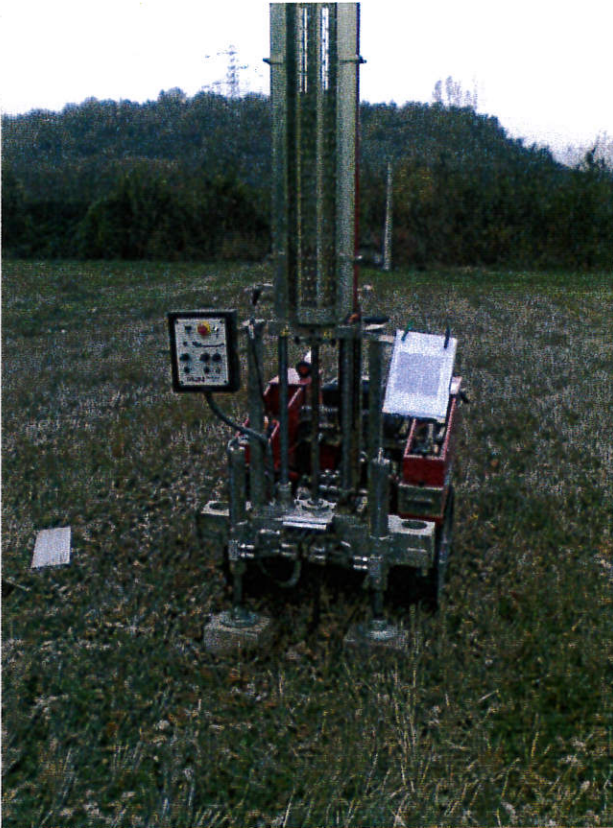


Foto n°2 – Postazione prova penetrometrica P2.

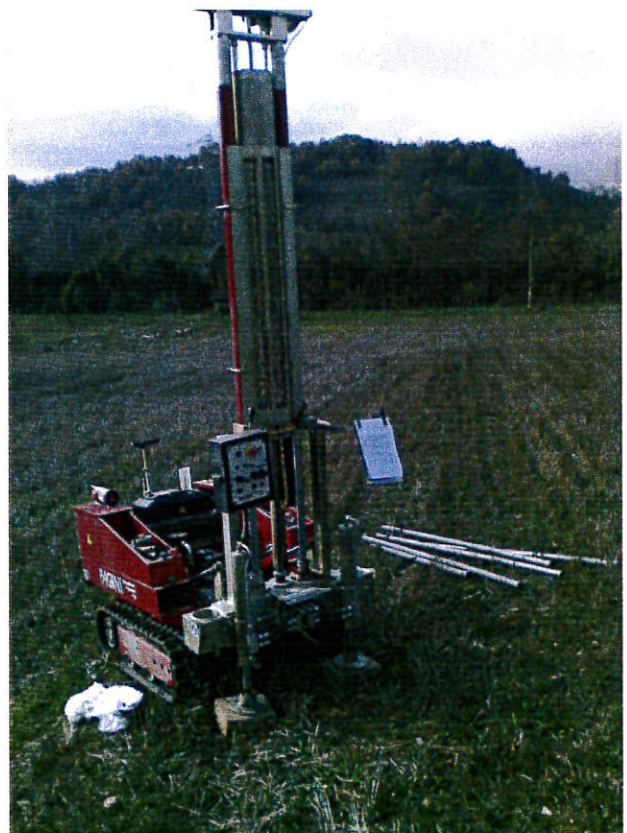


## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

---



*Foto n°3* – Postazione prova penetrometrica P3.



*Foto n°4* – Postazione prova penetrometrica P4.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

---



*Foto n°5* – Installazione piezometri.



*Foto n°6* – Postazione sondaggio geognostico S1.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

---



Foto n°7 – Postazione sondaggio geognostico S2.



Foto n°9 – Particolare del sondaggio geognostico S3.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

---

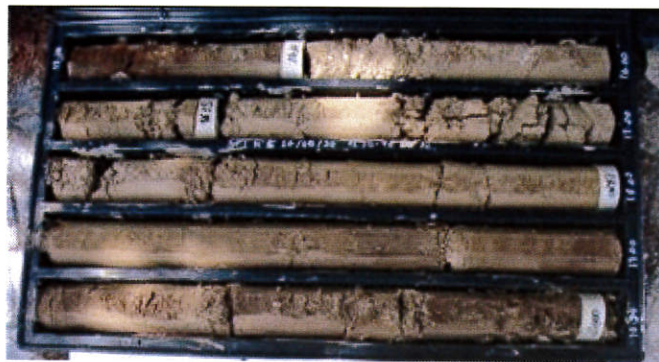


Foto n°10 – Carotaggio sondaggio S1