



COMUNE DI CANCELLO ED ARNONE
(Provincia di Caserta)



PIANO URBANISTICO COMUNALE
(L.R. n°16 del 22/12/2004)

committente:
Comune di Cannello ed Arnone

arch. Giuseppe Peluso
via Roma 52 - 81030 Cannello ed Arnone CE
tel 0823 85 62 65 cell 339 23 155 93 fax 06 233 202 899
E-mail architettospeluso@gmail.com PEC giuseppe.peluso@archiworldpec.it

progettista:
arch. Giuseppe Peluso

titolo del disegno:
Indagine geologica

**RELAZIONE GEOLOGICA
ILLUSTRATIVA**

progettista responsabile: arch. Giuseppe Peluso

collaboratori:
arch. Angela Di Bello (progettazione urbanistica)
arch. Serena Sanvitale (progettazione urbanistica)
arch. Antonella Puccio (progettazione urbanistica)
geol. Raffaele Formicola (integrazione geologica)
agron. Luigi Zagaria (carta dell'uso agricolo)
arch. Vittorio Picillo (VAS - VINCA)

codice progetto:
376 - PUC Cannello ed Arnone

tavola n.:

GEO 01

progettista:
arch. Giuseppe Peluso

revisioni:

scala:
data:
luglio 2016

disegnato: controllato:

INDICE

1	PREMESSA	.....	pag. 02
1.1	Riferimenti Normativi	.....	pag. 05
2	DATI FISICI DEL TERRITORIO DI CANCELLO ED ARNONE	.....	pag. 06
2.1	Inquadramento geografico	.....	pag. 06
2.2	Inquadramento geologico strutturale	.....	pag. 07
2.3	Inquadramento morfologico	.....	pag. 10
2.4	Assetto geolitologico dell'area comunale	.....	pag. 12
2.5	Idrogeologia del territorio	.....	pag. 14
2.6	Cartografia tematica di tipo Idrogeologico e Geomorfologico	.....	pag. 17
3	PROGRAMMA D'INDAGINE	.....	pag. 18
3.1	Modalità di effettuazione delle indagini geognostiche	.....	pag. 22
3.2	Analisi di laboratorio	.....	pag. 30
3.3	Modalità di effettuazione delle indagini geofisiche	.....	pag. 33
4	CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI	.....	pag. 36
4.1	Stratigrafia locale	.....	pag. 36
4.2	Caratterizzazione geotecnica	.....	pag. 38
4.3	Terreni suscettibili a liquefazione	.....	pag. 40
4.4	Determinazione dei coefficienti di uniformità	.....	pag. 44
4.5	Determinazione del potenziale di liquefazione	.....	pag. 47
5	PREVENZIONE DAL RISCHIO SIMICO	.....	pag. 50
5.1	Genesi ed effetti di un terremoto	.....	pag. 50
5.2	Microzonazione sismica	.....	pag. 54
5.3	Sismicità di riferimento	.....	pag. 54
5.4	Parametri geofisici per il progetto in zona sismica	.....	pag. 60
5.5	Criteri e metodologie di analisi del rischio	.....	pag. 62
5.6	Caratterizzazione sismica del substrato	.....	pag. 67
6	CONCLUSIONI	.....	pag. 69

ALLEGATI :

PARAMETRI DINAMICI E STATICI DELLE PROSPEZIONI SISMICHE *fine testo*

INDAGINI GEOGNOSTICHE:

(sondaggi, prove penetrometriche, analisi di laboratorio, indagini sismiche, indagini del PRG) *in allegato*

CARTE TEMATICHE :

Tavola 1. Carta Geolitologica
Tavola 2. Carta Geomorfologica e della Stabilità
Tavola 3. Carta Idrogeologica
Tavola 4. Carta dell'ubicazione delle Indagini
Tavola 5. Carta della Microzonazione Sismica

1. - PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Cancellò ed Arnone nel giorno 14 del mese di dicembre 2004, conferiva (cfr Verbale di aggiudicazione con Avviso pubblico n°506 del 03/12/2004 e successiva Determina del R.U.P. n°403 del 20/12/2004) ai sottoscritti dott. geologo Lucio Girardi iscritto all'Ordine dei Geologi della Campania con numero 286 e dott. geologo Giuseppe Claudio Girardi iscritto all'Ordine dei Geologi della Campania con numero 1963, l'incarico per la "Redazione della relazione geologico-tecnica, di cui alla L.R. 9/83 art. 11, 12 e 13, per l'adeguamento del Piano Regolatore Generale alle nuove norme in materia sismica ai sensi del DPR 21.12.1999 e s.m.i."

Successivamente, con l'entrata in vigore della **Legge Regionale n. 16 del 22/12/2004**, si è provveduto ad aggiornarlo al **Piano Urbanistico Comunale**, per ragioni di aderenza ai nuovi assetti territoriali conseguiti dal territorio attraverso l'urbanizzazione e l'imposizione di regime vincolistico previsto dal Piano Straordinario della Difesa alle Alluvioni, attraverso la riformulazione delle cartografie tematiche che appresso si specificano.

Il lavoro svolto, e la campagna di indagine geologica, geotecnica e sismica, si è sviluppata, per i fini predetti in più fasi secondo il seguente schema:

A) **Ricerca bibliografica**: *in questa fase, durante la quale è stata effettuata una analisi critica della letteratura scientifica esistente, al fine di avere un quadro geologico - geomorfologico e geotecnico conoscitivo generale dell'intero territorio comunale, si sono consultate:*

- ✉ *Carta Geologica d'Italia – Foglio n° 172 – Caserta;*
- ✉ *Carta topografica CTPR Foglio n° 16;*
- ✉ *Cartografia tematica a corredo del PRG di Cancellò ed Arnone;*
- ✉ *Elaborati geognostici, e di laboratorio a corredo del PRG comunale.*

1.1 - Riferimenti Normativi

Il presente lavoro è stilato per lo studio del **Piano Urbanistico Comunale** ai sensi della **Legge Regionale 16** del 22/12/2004 “Norme per il Governo del Territorio”, ed elaborato anche ai sensi della Deliberazione di G.R. n° 5447 del 07 novembre 2002 riguardante l’Aggiornamento della Classificazione Sismica dei Comuni della Regione Campania, ed ai sensi della Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003.

Inoltre, la stesura della relazione tecnica conclusiva, la campagna d’indagini geognostiche, e gli elaborati tematici prodotti, sono stati eseguiti in ottemperanza a quanto prescritto dai seguenti dettami legislativi vigenti in materia :

- Legge Regionale del 7 gennaio 1983 n° 9, recante “Norme per l’esercizio delle funzioni in materia di difesa del territorio dal Rischio Sismico” e successive integrazioni;
- Legge del 02 febbraio 1974, n. 64;
- Legge del 10 dicembre 1981, n. 741;
- D.M. 21/01/81 e D.M. 12/12/85;
- Decreto Min. LL.PP. 11 marzo 1988 e Circolare Min. LL.PP. 24 / 09 / 1988, N° 30483;
- Deliberazione n°248 del 24/11/2003 della G. R. della Campania: “Circolare applicativa dell’Aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Campania”.
- Delibera di Giunta Regionale n°5447 del 07/11/2002 “Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania”;
- Decreto Dirigenziale n. 2200 del 14/10/2003 - A.G.C. Ecologia Tutela dell’Ambiente Disinquinamento Protezione Civile Settore e Tutela dell’Ambiente;
- Autorità di Bacino dei Fiumi Liri Garigliano e Volturno: “Progetto di Piano per l’Assetto Idrogeologico” (Legge 183/89);
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003;

2. - DATI FISICI DEL TERRITORIO DI CANCELLO ED ARNONE

2.1 - Inquadramento Geografico

Il Comune di Canello Ed Arnone (CE) è inserito ad Ovest del comprensorio territoriale del casertano presentando una estensione areale di circa 49,22 Km².

Confina ad Ovest con il Comune di Castelvoturno (Ce), a Nord con Falciano del Massico (Ce) a Est con Grazzanise (Ce) e Mondragone (Ce), a Sud con il territorio di Villa Literno (CE) e Casal di Principe (Ce) (*cf. figura 1*).

L'area del tenimento comunale ricade nella **foglio n°16** riferito al rilievo fotogrammetrico pubblicato nel 1987 alla scala 1: 25.000 della *Carta Programmatica Regionale* (*cf. figura 1*).

- Figura 1 - Stralcio della Carta Programmatica Regionale

2.2 - Inquadramento Geologico-strutturale

Il territorio di Cancellò ed Arnone, ricade nel contesto della vasta *Pianura Campana*, nell'area di bonifica del Fiume Volturno - Regi Lagni.

Eredita, pertanto, le facies geologiche connesse con la formazione del predetto morfotipo e, nello specifico, svolge *litotipi associati alle facies sedimentarie ed alle vulcaniti (da piroclastiche a laviche)* collegate con l'attività del Vulcano di Roccamonfina ed in seguito con quella dei Campi Flegrei/Vesuvio. Essi riempiono una *paleofossa individuata* strutturalmente da un *graben* a forma all'incirca quadrilatera (*Cfr figura 2*).

- Figura 2 - Schema strutturale della Piana Campana

Ciascuno dei lati di detta figura rappresenta l'emergenza di una faglia.

In particolare la zona è delimitata a Nord Ovest dall'apparato vulcanico di Roccamonfina e dal Monte Massico, a Sud Est dai Campi Flegrei e dal Somma Vesuvio, a Nord Est dai Massicci carbonatici di Pignataro Maggiore e di Monte Tifata e a Sud Ovest dal Mar Tirreno.

Come detto, la Piana Campana, da un punto di vista strutturale, rappresenta un *graben* delimitatosi durante il Pliocene superiore e successivamente ribassato.

Tale *graben* è stato colmato per circa 3.000 metri, da depositi alluvionali con frequenti episodi marini e palustri e da depositi quaternari prevalentemente piroclastici, come accertato da sondaggi profondi eseguiti per ricerche di idrocarburi.

I sedimenti alluvionali si presentano in successioni di livelli di diversa natura litologica e granulometrica con alternanze di limi sabbiosi e argille limose in prevalenza e con andamento spesso lenticolare.

Per quel che riguarda i rilievi carbonatici che bordano il lato orientale della Piana Campana, essi fanno parte di una successione stratigrafica continua di età compresa tra il Trias superiore e il Cretacico superiore.

In particolare i termini più antichi si rinvengono solo nelle propaggini occidentali dei rilievi dove affiorano in massima parte dolomie e calcari dolomitici, calcari avana e grigi di età compresa tra il Trias Superiore e il Malm Superiore. I rimanenti rilievi sono invece costituiti interamente da calcari cretacei.

Lungo il bordo occidentale delle dorsali carbonatiche si sviluppano una serie di faglie dirette che hanno prodotto l'approfondimento progressivo verso Ovest di zolle carbonatiche su cui si è venuto ad instaurare un dominio prevalentemente marino che ha determinato nel Pliocene una lunga fase di sedimentazione compensata da una parallela progressiva subsidenza.

Con l'esaurirsi della fase distensiva e subsidente, nel Pleistocene si è sviluppata una intensa attività vulcanica di natura prevalentemente esplosiva (Vesuvio, Campi Flegrei e Roccamonfina) che ha portato alla deposizione di enormi quantità di materiali piroclastici con il passaggio dal dominio *marino* ad uno *fluvio-lacustre* e quindi a quello *sub-aereo*.

I prodotti piroclastici che afferiscono alle attività vulcaniche degli apparati vulcanici sopraccitati sono caratterizzati prevalentemente da ceneri, pozzolane, lapilli e **ignimbriti** e in subordine da colate laviche.

Tra i prodotti vulcanici maggiormente presenti in affioramento nella Piana Campana, si individua l'ignimbrite campana (Pleistocene) che si presenta sia in facies di tufo giallo che in facies di tufo grigio talora con fessurazioni prismatico colonnari.

Il grado di cementazione di questo materiale è elevato nella parte alta, dove sono presenti pomice e scorie nere anche di grosse dimensioni, e più ridotto in profondità ove il litotipo assume le caratteristiche di una sabbia compatta.

Verso Sud, in prossimità dei Regi Lagni l'ignimbrite campana passa a depositi alluvionali dell'Olocene, costituiti da sabbie e limi inglobanti lenti di ciottoli fluviali e di lapilli, oltre che pomice rimaneggiate e livelli di torba.

2.3 - Inquadramento morfologico

L'area dell'intero territorio comunale è localizzata nel settore nord-occidentale dell'unità *morfologica* della Piana Campana, in una zona completamente pianeggiante e priva di qualsivoglia segno di disequilibrio passato in atto o potenziale, riferibile a processi morfoevolutivi a rapido decorso.

La morfologia univocamente rinvenibile su scala comunale ma anche molto oltre di essa, si rifà ad un tipo sub-pianeggiante secondo un piano lievemente immergente a Sud, in direzione dell'alveo dei *Regi Lagni*.

Dall'esame della cartografia esistente e dallo studio del rilievo aerofotogrammetrico, la morfologia dell'area comunale si presenta all'incirca pianeggiante con quote altimetriche variabili da 12/13 metri a Sud (Masseria Cirio e Stazione Ferroviaria), a 2 metri sul livello medio del mare a in corrispondenza del canale dei *Regi Lagni* e nelle prossimità del *Canale Agnena* verso Nord.

Modestissimi, quindi, sono i valori di pendenza che non superano mai il 2-3 %, sicchè, per fatti puramente morfologici si contragga del territorio l'idea della stabilità evidenziata dall'assenza di segni morfologici particolari dai quali derivare cause per processi a rapida evoluzione.

La soluzione morfologica di tale assetto è realizzato molto a distanza dalle aree studiate e riguarda le forme più aspre dei primi contrafforti preappenninici che bordano ad oriente la Piana Casertana.

Il corso d'acqua dei *Regi Lagni*, che segna il minimo morfologico del territorio investigato, segna il confine sud dall'area comunale di Cannello Ed Arnone (Ce) con quella di Casal di Principe (Ce) e Villa Literno (Ce).

Il Canale dei Regi Lagni, nella zona di interesse realizza il proprio alveo attraverso

un'opera di regimazione in cemento, atta a contenerne le piene, ad evitare esondazioni.

La bassa quota media sul livello del mare rende conto del rilievo che essa ha sul contesto morfologico circostante, interamente inserito nella piatta scultura raggiunta attraverso il riempimento di paleodepressioni tettoniche con materiali provenienti dall'azione alluvionale del **Fiume Volturno** e delle deposizioni piroclastiche dei Campi Flegrei e del Vulcano di Roccamonfina.

Il modello morfotettonico nel quale si ritrova l'area indicata è quello della struttura della Conca Campana, lobo Casertano.

Faglie di tipo diretto e con rigetti potentissimi hanno determinato la *subsidenza* geologica della vasta pianura aperta fra il Monte Massico (Fiume Garigliano) ed i Campi Flegrei.

Dette faglie approfondendo i pezzi di piattaforma carbonatica preesistente, hanno determinato un "graben" a rapido approfondimento, approfondimento compensato da una sedimentazione marina, pure di tipo carbonatico, interrotta, a fase parossistica conclusa, da altro tipo di sedimentazione avvenuta a carico dei distretti vulcanici di zona (Vesuvio – Campi Flegrei – Roccamonfina).

Lo specchio d'acqua, via via meno profondo, consentì l'instaurarsi di un dominio più terrigeno marcato da una sedimentazione di tipo fluvio-lacustre e, quindi, palustre, oggi resa evidente dalla presenza del basso tratto del *Fiume Volturno*, oltre che dei numerosissimi collettori secondari, naturali ed artificiali, di cui tutta la Piana è ricca.

2.4 - Assetto geolitologico dell'area comunale

I terreni superficiali affioranti nell'area in esame (*Cfr figura 3*) comprendono essenzialmente i termini stratigrafici della **serie fluvio-palustre** olocenica, caratterizzata da argille, limi e sabbie, distribuiti spesso in rapide successioni ed in discontinuità laterali, con sabbie talvolta in lenti.

- **Figura 3** - Stralcio della carta geologica d'Italia - Foglio 172 - Caserta

Nella facies sottostante i suoli agrari prevalgono le granulometrie sottili ed i colori tendenti all'azzurro ed al grigiastro, e terreni umiferi scuri e di colmata della bonifica del basso Volturno: terreni argillosi e limoso-argillosi della pianura, con intercalazioni di lenti torbose, limose e talvolta francamente sabbiose.

Al di sotto, si rinvencono facies litologiche effusive che presentano un esordio policromo fatto di una matrice a grana fine con rari inclusi scoriacei nerastri dispersi nella matrice in modo casuale.

In definitiva le condizioni geolitologiche descritte delineano il quadro della paleogeografia di un'area costituita a grandi linee, dall'asse drenante del *Fiume Volturno* le cui acque, ostacolate dalle masse piroclastiche depositatesi in tutta la **Piana Campana**, scorrevano con una pendenza molto bassa, tale da formare piccoli specchi palustri, tra i quali il corso d'acqua erodeva, trasportava e depositava lungo un tracciato molto variabile nel tempo.

I **terreni alluvionali** di superficie che costituiscono in zona un unico banco variabile, ma che è rinvenibile anche al di sotto dei **20 m.** dal piano di campagna attuale, sono sovrapposti alle **facies vulcaniche effusive**, costituiti da sabbie piroclastiche e da cineriti grigie hanno una potenza elevata che supera anche i 150-200 m.

Il passaggio successivo, a varie profondità, comunque elevatissime, avviene con le facies flyshoidi di un miocene probabilmente arenaceo del tipo di quello rinvenibile in alcune plaghe deposto sui carbonati di piattaforma medio cretacea ovvero fluitati da tali versanti o, ancora alla base di essi, in conseguenza delle singolari storie tettoniche associate all'evoluzione delle singole unità rinvenibili lungo la dorsale preappenninica ed appenninica limitanti da Nord Ovest a Sud Est l'intera Pianura Casertana. Per meglio visualizzare quanto finora descritto, si rimanda all'allegata Carta Geolitologica.

2.5 - Idrogeologia del territorio

Le presenti note sono rese possibili dalle emergenze del dettagliato rilevamento geologico effettuato nella zona e dalle notevoli evidenze idrogeologiche rinvenibili dal P.R.G. locale; inoltre il connotato del bacino idrologico è stato, anche ampiamente determinato da numerosi studi condotti dall'Università di Napoli, e dalla bibliografia tecnica come quella riportata dai vari Autori: Civita, de' Medici, de Riso, Nicotera, Nota d'Elogio, Corniello, Basile, Celico.

La sequenza stratigrafica più classica ascrivibile al sito in esame evidenzia l'appartenenza di esso all'unità idrogeologica della Piana Campana, nella sua parte occidentale, anche detta di "*fossa subsidente*" (Cfr figura 4, Corniello, 1988).

Data la posizione altimetrica del sito e la particolare conformazione stratigrafica del sottosuolo, l'acquifero di zona può essere definito come un acquifero alluvionale, caratterizzato dalla giustapposizione disordinata di termini litologici di varia granulometria, aggregati in lenti allungate parallelamente alla direzione della corrente che le ha depositate.

I sedimenti di origine sedimentaria e piroclastica presenti con notevoli spessori nella Piana Campana, sono costituiti da alternanze di livelli di diversa natura litologica e granulometrica, con andamento spesso lenticolare.

Tale configurazione ha favorito l'instaurarsi di una circolazione idrica per falde sovrapposte, con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa (livelli più sabbiosi).

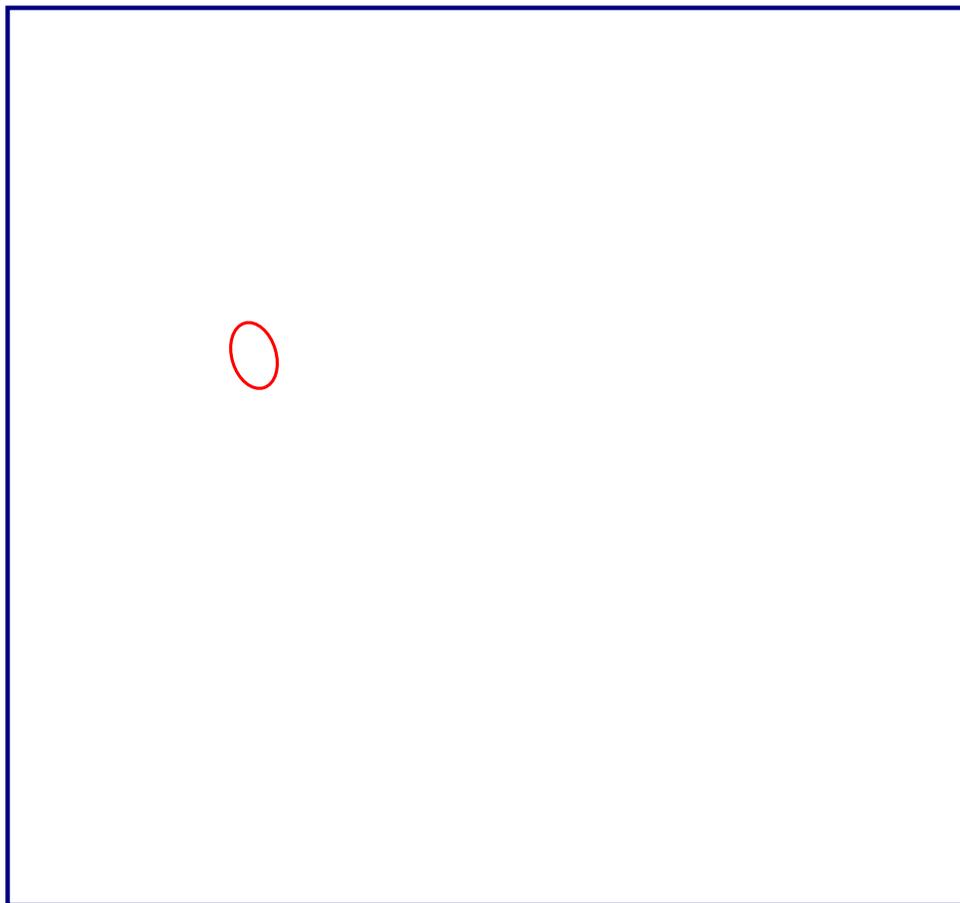
Localmente, le formazioni che presentano prevalenza di materiali limo-argilloso conferiscono bassa permeabilità ovvero impermeabilità assoluta, mentre nella frazione granulometrica fortemente argillosa e/o argillo-limosa si riscontrano permeabilità nulle.

La falda più superficiale, alimentata dalle acque meteoriche, risulta poco consistente per la presenza in affioramento di materiali limosi e argillosi.

La falda più profonda risulta al contrario più produttiva, a volte in pressione e caratterizzata da una salinità generalmente alta.

Dall'osservazione delle curve isopiezometriche, risulta che la falda profonda riceve alimentazione dai rilievi del gruppo vulcanico di Roccamonfina e dai rilievi del gruppo carbonatico di Pignataro Maggiore e di Francolise - Sparanise.

In generale nell'area della Piana Regi Lagni - Volturno, le falde, contenute principalmente negli strati sabbiosi, presentano una direzione di flusso Est-Ovest (*cfr fig. 4*) con valori di massima escursione della superficie piezometrica nei mesi di marzo e aprile e valori di minima nei mesi di ottobre e novembre.



- **Figura 4** - Schema Idrogeologico della Piana Campana -

In direzione orientale invece tali falde ammettono ricariche sempre più continentali d'acqua dolce e vanno a costituire un acquifero, pure alluvionale, assai caratteristico dell'intera **piana del basso Volturno**.

Mentre le falde **episuperficiali** hanno prevalente deflusso in direzione Ovest-Sud-Ovest (Tirreno), i deflussi delle acque superficiali rimettono gran parte dei propri carichi liquidi in collettori diversamente orientati a seconda che i singoli appezzamenti di terreno siano conformati verso uno o più segmenti della rete fittissima dei canali di bonifica che interessano la zona del vicino **Fiume Volturno**, fino ai **Regi Lagni**.

Il recapito delle falde superficiali contenute nell'acquifero è rappresentato in questo caso da una superficie di acqua libera (**Fiume Volturno**).

Le **falde** rinvenibili (*anche a poca profondità dal p.c.*) possono ospitare in corpi recettori lenticolari, non in pressione e sono intercomunicanti in modo che il recapito idrico, complessivamente aumenti in portata con la profondità.

Nel caso specifico sono osservabili condizioni simili a quelle descritte, capaci di rendere plausibili ciascuna delle condizioni predette, ed una prima falda si rinviene alle profondità di circa 0.80 m / 2.00 m dal piano campagna.

Tale situazione è stata evidenziata dall'indicazione della presenza di falde sospese nelle alluvioni.

A profondità variabile ma superiore ai 85 m. di profondità, si rinviene una falda basale, confinata a tetto ed a letto, attraverso materiali geneticamente diversi ma ugualmente impermeabili, quali sono il **complesso alluvionale** (a tetto) ed il **complesso miocenico** (a letto).

Le variazioni granulometriche della parte superiore dell'acquifero in senso areale e lungo la verticale, lo rendono fortemente anisotropo; come si è detto, la falda tende a digitarsi in più livelli anche se tende a conservare le caratteristiche di corpo unico, sia pure circolante in **rami anastomizzati**, localmente confinati o semiconfinati dalla presenza di **livelli impermeabili**.

2.6 - Cartografia Tematica di tipo Idrogeologico e Geomorfologico

Il rivelamento di campagna, le indagini effettuate, e l'ausilio della cartografia a corredo del P.R.G. esistente, sono stati i principali elementi che hanno portato alla redazione di una "**Carta Idrogeologica**" sulla quale si sono riportati i punti d'acqua censiti od ottenuti attraverso le perforazioni geognostiche.

Si sono poi ricostruite le linee di **deflusso superficiale e profondo**, per fornire una visione esaustiva delle caratteristiche di drenaggio dell'area studiata.

È stata poi realizzata una "**Carta Geomorfologica e della Stabilità**", ottenuta attraverso la descrizione geomorfologia dei lineamenti territoriali sulla quale è stato sovrapposto il vincolo discendente dall'applicazione della Legge 183/89, delimitando, così aree a rischio di alluvione. La Carta è stata suddivisa in fasce, tenendo in considerazione le Aree sottoposte al vincolo regolamentato dal PSAI.

Una prima fascia denominata *Fascia Arginale*, una seconda denominata *Fascia di Retroargine*, e un'ultima denominata *Fascia Bianca*.

La prima Fascia, perimetra le unità morfologiche dei depositi golenali, estesi fino ai lembi degli argini maestri, o degli orli di terrazzo rinvenuti dalla campagna d'indagine, ed assume una particolare significatività dal punto di vista della stabilità.

La seconda Fascia, individua le aree di retroargine, assumendo un connotato di potenziale instabilità. La terza invece (Fascia Bianca), esclude evenienze legate ad eventuali fenomeni di instabilità.

Dette aree sono sottoposte ai vincoli regolamentati dal Piano Stralcio Difesa Alluvioni e dalle relative Norme di Attuazione cui qui si rimanda per ogni considerazione significativa ai fini urbanistici.

In questa sede si deve evidenziare come, tranne ciò che sarà detto a proposito di rischio sismico del quale si parlerà in seguito, il territorio non presenti, tra suolo e sottosuolo, altri elementi predisponenti al dissesto territoriale.

Per meglio visualizzare quanto finora descritto, si rimanda alle allegate carte tematiche.

3. - PROGRAMMA D'INDAGINE

Sulla base del rilevamento geologico di superficie preliminarmente effettuato dagli scriventi ed esteso all'intero territorio comunale e di tutti i dati conseguiti attraverso le fonti citate in premessa, si sono tratti gli elementi di giudizio propedeutici per confrontare la realtà geologica del territorio Comunale a quella così delineata.

Negli ambiti di indagine indicati dal contenuto della Legge regionale n. 9/83 Titolo II, si sono individuate le linee di seguito descritte che hanno consentito di valutare i parametri fisici, fisico-meccanici, idrologici e sismici idonei ad esprimere il parere di fattibilità previsto dalla norma predetta.

L'indagine prevista ha compreso le seguenti fasi:

1. **SONDAGGI GEOGNOSTICI**
2. **PROVE PENETROMETRICHE**
3. **PROSPEZIONI SISMICHE**
4. **ANALISI DI LABORATORIO**

Le indagini di cui alla **fase 1** si sono rese necessarie per delineare e/o confermare gli esiti del rilevamento geologico espresso in termini stratigrafici ed idrologici.

La tecnica di perforazione privilegiata è stata quella del carotaggio continuo per la possibilità che essa offre di disporre di campionamento integro, utilizzabile in situ per determinare, per via breve, le caratteristiche granulometriche ed altri parametri rilevabili con semplici apparecchiature di campagna.

Mentre gli ultimi 1-2 metri di perforazione sono stati eseguiti con la tecnica del sondaggio a distruzione di nucleo, per permettere la successiva opera di condizionamento per le indagini sismiche (down-hole),

Inoltre, con la stessa tecnica è stato possibile prelevare campioni indisturbati di terreno che sono serviti per la corretta esecuzione di analisi di laboratorio altrimenti fallaci.

Le profondità di circa 32/33 m dal piano di campagna sono state più che sufficienti a dare risposta in termini stratigrafici alle problematiche geotecniche e sismiche connesse con la risposta statica e dinamica attesa dal substrato.

Le indagini della **fase 2**, hanno integrato le precedenti, poiché, attraverso di esse, è stato possibile, intanto, tramite opportune correlazioni, pervenire a determinazioni stratigrafiche (in termini granulometrici) certamente paragonabili a quelle ottenute attraverso i sondaggi.

Inoltre, con la metodologia adottata che ha impiegato un penetrometro statico del tipo olandese, le cui prestazioni sono state affidabili per il gran numero di esperienze che in campo nazionale ed internazionale è stato possibile conseguire, si sono determinate le varie caratteristiche a rottura e la deformabilità dei mezzi attraversati, pervenendo ad un quadro attendibile dell'evoluzione in verticale dei più salienti connotati geotecnici posseduti dal substrato, nei volumi d'interesse.

D'altra parte, nel corso dei sondaggi, alle profondità indicate dalla D.L., sono state eseguite altre prove penetrometriche del tipo S.P.T. (Standard Penetration Test).

Di seguito sono poi state eseguite n°10 prove penetrometriche del tipo C.P.T. (cone penetration test), anch'esse, alla fine hanno dato utilissime informazioni sulla meccanica dei vari strati costituenti il sottosuolo.

Le indagini di cui alla **fase 3** hanno avuto carattere di fondamentale importanza per la valutazione del rischio sismico associabile alle varie zone del territorio comunale.

Opportunamente impiegate, potranno suggerire soluzioni in termini progettuali circa l'impiego di parametri quali l'accelerazione al suolo attesa in corrispondenza di un sisma, ponendo alternative ai valori di questo ed altri parametri dinamici comunemente (e ciecamente) indicati in normative nazionali prodotte, più che su basi sperimentali, su basi statistiche le quali nulla hanno a che vedere con le peculiari e puntuali risposte che siti specifici danno se sollecitati da un sisma.

La tecnica impiegata ha fatto riferimento a metodologie di tipo "misto".

Per quanto riguarda la taratura dei litotipi di riferimento per il calcolo delle impedenze, ciascuno dei fori di sondaggio è stato attrezzato a "down hole" per permettere il rilievo per profondità prefissate della misura della velocità delle onde sismiche di taglio (o Onde "S" o Onde "Seconde").

I *ranges* energetici e la polarizzazione delle sollecitazioni tipici delle perturbazioni provocate dalle onde di taglio rappresentano la più verosimile caratteristica risposta dei terreni in regime dinamico.

Pertanto a queste velocità si è fatto riferimento nella valutazione e nella discriminazione in zone omogenee da un punto di vista del rischio sismico.

Per confrontare gli esiti contratti attraverso la tecnica di prospezione denominata "down hole" relativi ai soli punti di indagine prefissati per i sondaggi, con le caratteristiche sismiche di un più ampio territorio, sono state eseguite prospezioni di superficie con la tecnica della sismica a rifrazione.

Data la buona omogeneità stratigrafica, dette prove, con buona approssimazione, hanno reso evidente il modello sismico del substrato.

Attraverso questa parte di indagine si sono discretizzati orizzonti ad analogo comportamento dinamico, fino alle profondità relativamente significative, in dipendenza della lunghezza assegnata a ciascuno degli stendimenti effettuati.

L'apparecchiatura, disposta di sufficiente energia, ha indotto al suolo sollecitazioni capaci di eccitare più punti di rilevazione contemporaneamente e disposti sulla linea prescelta per lo stendimento.

Le indagini di cui alla **fase 4** hanno dato ulteriori informazioni sulle caratteristiche fisiche dei terreni, consentendo una valutazione delle stesse in un ambito di tensioni predeterminato e diverso da quello in situ o da quello nel quale esse vengono determinate nel corso di prove penetrometriche o sismiche.

Particolare attenzione è stata data alla determinazione dei pesi volume apparenti ed alla saturazione dei campioni, giacché da detti parametri dipendono, in larga misura, i reali comportamenti dei terreni sottoposti alle sollecitazioni di un sisma.

Per uno studio di dettaglio delle caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale si è poi provveduto ad eseguire rilievi freaticometrici.

Salvo quanto riportato finora, afferente l'intero novero delle indagini in situ e di laboratorio sulle quali è fondata la presente relazione tecnica, si sono sfruttate conoscenze rese disponibili dall'Amministrazione Comunale e quanto altro è stato possibile conseguire attraverso l'escussione della letteratura di settore, che fanno riferimento al Piano Regolatore Generale.

3.1 - Modalità di effettuazione delle indagini geognostiche:

Nel rispetto della L. 64/74, della L.R. 9/83 e del DD.LL.PP. dell'11/03/88, per la progettazione delle opere di cui all'oggetto, si sono eseguite:

n° 5 Sondaggi a carotaggio continuo:

La "ditta I.Geo s.a.s", ha così eseguito **n° 05 sondaggi a carotaggio continuo**, che hanno avuto lo scopo di ricostruire il profilo stratigrafico mediante l'esame delle *carote* estratte ed, inoltre, gli stessi sono stati utilizzati per effettuare indagini geotecniche in foro, al fine di ottenere i principali parametri geotecnici dei volumi investigati.

Per l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo è stata utilizzata una attrezzatura di perforazione costituita da una sonda a rotazione del tipo Macchina operatrice **CMV MK** (foto 1) aventi le seguenti caratteristiche :



- ◆ Attrezzatura a testa di rotazione idraulica;
- ◆ Velocità di rotazione da 0 a 480 giri/min.:
- ◆ Coppia max 420 kgm;
- ◆ Motore di lavoro diesel;
- ◆ Spinta sulla testa di rotazione kg 3000;
- ◆ Avanzamento idraulico a testa di rotazione;
- ◆ Carro cingolato;
- ◆ Argano idraulico;

- ◆ Freno blocca aste;
- ◆ Tubazione metallica di rivestimento provvisorio con diametro Ø 140 mm;
- ◆ Carotieri semplici azionati a secco mediante batteria di aste di diametro Ø 101, 113 mm , e di lunghezza pari a 2.60 m;

Le **carote** estratte, utilizzate per la ricostruzione stratigrafica delle verticali investigate sono state sistemate nelle apposite cassette catalogatrici a sfoglia di legno, munite di scomparti divisori e coperchio apribile.

I certificati relativi alle stratigrafie sono riportati in allegato e contengono le seguenti informazioni:

- ↪ indicazioni sul cantiere e committente;
- ↪ numero progressivo e quota boccaforo;
- ↪ lunghezza del sondaggio;
- ↪ la scala grafica;
- ↪ profondità dal p.c. dei litotipi rinvenuti e descrizione litologica;
- ↪ il diametro del foro, il metodo di perforazione e il metodo di stabilizzazione.

I sondaggi denominati **S1, S2, S3, S4** e **S5**, hanno raggiunto tutti la profondità di **32.50 m** dal piano campagna, in ottemperanza alle nuove norme in materia sismica.

n° 14 Test penetrometrici del tipo SPT:

Nel corso delle perforazioni sono state eseguite nei fori di sondaggio **n°14 Standard**

Penetration Test “SPT”, standardizzate dalle seguenti norme:

❖ **A.G.I. – Associazione Geotecnica Italiana**

Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

❖ **A.S.T.M. – D1586-67(74); D1586-84:**

Standard method for penetration test and Split-Barrel Sampling of Soils.

❖ **ISSMFE Techn. Committee (1988):**

Standard Penetration Test (SPT): International Reference Test.

Procedure :

Dopo la pulizia del foro sono state svolte le seguenti operazioni: impiego di un dispositivo per lo sganciamento del maglio con peso di 63.5 kg ed altezza pari a cm 76; la massa battente corre lungo le aste di collegamento al terminale di infissione; viene infisso un campionatore Raymond con superfici lisce apribili longitudinalmente avente:

- ◆ diametro esterno = 51 mm; diametro interno = 35 mm
- ◆ lunghezza L = 457 mm; lunghezza scarpa l = 76 mm
- ◆ angolo scarpa a = 16° – 23 °

L'esecuzione della prova ha seguito le seguenti fasi:

- ◆ controllo con scandaglio della quota del fondo raggiunta;
- ◆ calo a fondo foro dell'attrezzatura di prova;
- ◆ infissione preliminare dei primi 15 cm e dei successivi 30 cm contando separatamente il numero di colpi per ogni tratto da 15 cm;

I test delle **SPT** che sono stati effettuati nei fori di sondaggio, si riportano nella successiva tabella con le relative quote dal piano campagna :

sondaggio	S.P.T.	Profondità	
		da metri	a metri
S 1	SPT 1	03.50	03.95
S 1	SPT 2	08.00	08.45
S 1	SPT 3	15.00	15.45
S 2	SPT 1	04.00	04.45
S 2	SPT 2	10.50	10.95
S 2	SPT 3	22.50	22.95
S 3	SPT 1	03.50	03.95
S 3	SPT 2	09.00	09.45
S 4	SPT 1	03.50	03.95
S 4	SPT 2	12.50	12.95
S 4	SPT 3	28.00	28.45
S 5	SPT 1	03.50	03.95
S 5	SPT 2	15.50	15.95
S 5	SPT 3	26.00	26.45

n° 09 prelievi di campioni indisturbati :

Nell'ambito delle indagini sono stati estratti **n° 09 campioni di tipo indisturbato**, prelevati con un campionatore a pressione a pareti sottili aperto (Schelby).

Il tubo d'infissione che contiene il campione di terreno è costituito da un tubo in acciaio levigato internamente, in modo da minimizzare il disturbo del terreno per effetto delle operazioni di prelievo.

Appena estratte e distaccate dal campionatore, le *fustelle* contenenti i campioni sono state sigillate con un velo di paraffina al fine di una migliore conservazione nel trasporto al laboratorio geotecnico.

Nella seguente tabella si riporta un quadro sintetico sul tipo, numero e profondità dei campioni prelevati nei rispettivi sondaggi :

sondaggio	campione	profondità	
		da metri	a metri
S 1	C 1	07.50	08.00
S 2	C 1	10.50	11.00
S 2	C 2	19.00	19.50
S 3	C 1	03.50	04.00
S 3	C 2	09.00	09.50
S 4	C 1	03.00	12.00
S 4	C 2	12.00	12.50
S 5	C 1	03.00	03.50
S 5	C 2	15.00	15.50

n° 10 Prove Penetrometriche Statiche continue (CPT) :

Le prove denominate sono state eseguite con apparecchiatura a spinta idraulica, con *penetrometro statico Pagani TG 63/200KN* (foto 2), capace di sviluppare una potenza di 20 tons. che ha consentito l'infissione nel terreno a velocità costante, di una punta conica, di dimensioni e caratteristiche standard, a mezzo di batterie di aste cave della lunghezza di 1.00 metro.

Questo tipo di prova, consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica infissa a velocità costante

nel terreno, secondo le norme **A.S.T.M.**. L'infissione avviene per mezzo di un dispositivo di spinta che agisce su di una batteria di aste alla cui estremità è collegata la punta.

È stata utilizzata una punta di tipo **BEGEMANN** standardizzata, munita di manicotto nella parte superiore per la misura dell'attrito laterale.

Le dimensioni della punta e del manicotto sono:

- ◆ **diametro di base del cono = 35.7 mm ;**
- ◆ **friction jacket = 150 cm² ;**
- ◆ **angolo di apertura del cono = 60° ;**
- ◆ **diametro esterno delle aste = 36 mm ;**
- ◆ **area punta = 10 cm² ;**
- ◆ **costante di trasformazione (CT) = 10;**

Le prove CPT con la punta meccanica Begemann, le grandezze **qc** (resistenza di punta) ed **fs** (attrito laterale) vengono misurate per mezzo di una cella di carico e visualizzate sul display della scheda elettronica di acquisizione.

Per poter comandare i movimenti della punta Begemann, le aste di infissione sono costituite da una parte interna e da una esterna che agiscono sui vari componenti della punta. La cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità



rimovibile, chiamata "**selettore**" (foto 3), che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna. La prova è avanzata in profondità con una velocità d'infissione della punta di **2.00 cm/s** (+/- 0.5 cm/s) indipendentemente dalla natura e dalle caratteristiche tecniche del terreno. Il controllo delle pressioni esplicitate da **qc** ed **fs** o del carico esplicitato per **R_t** è avvenuto con l'impiego di manometri la cui taratura è certificata da un istituto riconosciuto.

Le prove, sono state sospese alle profondità di metri 30.00 dal piano campagna, o a profondità minori per rifiuto strumentale.

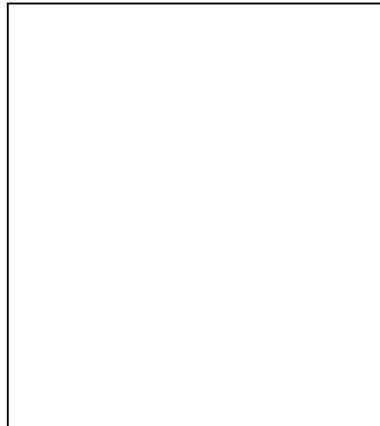
L'appaltatore ha fornito l'elaborazione delle resistenze alle seguenti scale:

- Per la profondità : 1cm = 1 m (in ordinate)
- Per la resistenza alla punta (**qc**) : 1cm = 0.5 kg/cmq (50 kN/mq)
- Per la resistenza totale (**fs**) : 1 cm = 500 kg/cmq (5 k/N)
- Per il rapporto **qc / fs** : 1cm = 20 unità del rapporto.

Tale elaborazione è accompagnata dalla copia delle letture ai manometri, che sono state effettuate ogni 20 cm di avanzamento, ed hanno riguardato le grandezze **qc, fs, qc/fs**. Sono stati rimessi a questa D.L. i seguenti grafici :

- Grafici continuo della resistenza alla punta (**qc**) con la profondità
- Grafici continuo della resistenza laterale (**fs**) con la profondità
- Tabella parametri geotecnici desunti.

Nella campagna di indagine sono stati inoltre eseguiti sia nei fori di sondaggio, e sia alla fine dell'esecuzione delle prove penetrometriche statiche, dei rilevamenti idrogeologico utilizzando un **freatimetro** della **PASI s.r.l.**, modello BFK T100, riportato nella *foto 4*. Sono stati effettuati **15** rilievi diretti del livello di falda distribuiti sulle verticali investigate. Il rilievo è stato effettuato misurando la profondità del livello di falda all'interno dei pozzi o fori.



Successivamente la profondità di falda è stata convertita in altezza sul livello del mare sottraendo alla quota topografica locale, individuata dalla cartografia.

I certificati relativi alle stratigrafie e le prove penetrometriche statiche, sono stati forniti dalla ditta esecutrice, e si riportano in copia in allegato alla presente.

L'ubicazione delle prove penetrometriche e dei sondaggi eseguiti si riporta nella cartografia tematica in allegato al presente studio (cfr Carta dell'ubicazione delle terebrazioni).

3.2 - Analisi di laboratorio

Lo scopo delle analisi geotecniche di laboratorio è quello di conoscere in dettaglio i valori delle **proprietà indice** e **fisico- volumetriche** del terreno.

Infatti, si sono effettuate analisi quali :

peso specifico dei grani (g/cm^3)

peso secco (g/cm^3)

indice dei vuoti

peso dell'unità di volume (g/cm^3)

contenuto in acqua (%)

porosità e gradoni di saturazione (%)

Un elemento di terreno può essere considerato come un sistema multifase, costituito da uno scheletro di particelle solide, che comprende dei vuoti riempiti di liquido (generalmente acqua) e gas.

Di seguito si riporta schematicamente (cfr *figg. 5 e 6*) come è costituito un elemento di terreno e come si possono rappresentare le singole fasi :

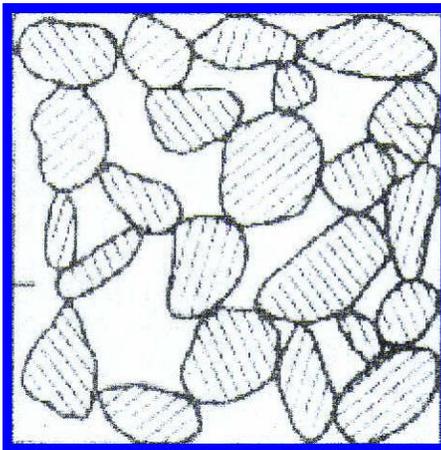


Fig. 5 : sezione schematica di un elemento di terreno

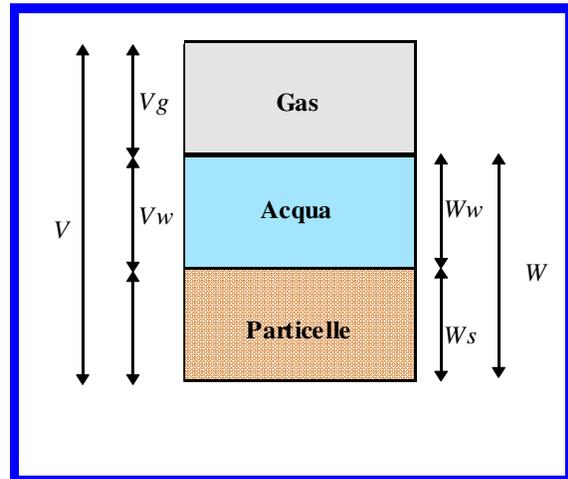


Fig. 6 : fasi costituenti un elemento di terreno

La porosità n è pari al rapporto tra il volume dei vuoti $V_v = V_g + V_w$ e il volume totale : $n = V_v / V \cdot 100$; L'indice dei vuoti e è definito invece come rapporto tra il volume dei vuoti e il volume della fase solida: $e = V_v / V_s$;

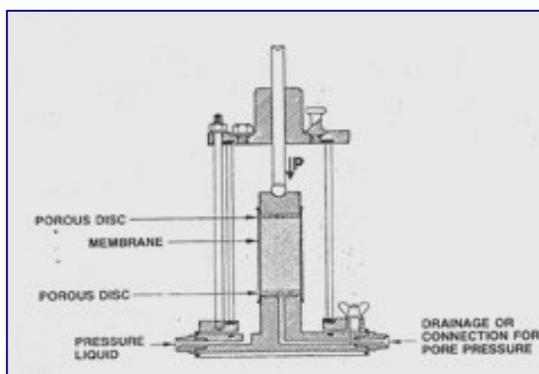
Il grado di saturazione S è pari al rapporto tra il volume occupato dall'acqua V_w e il volume dei vuoti V_v ($S = 100\%$ corrisponde ad un terreno saturo, mentre $S = 0\%$ corrisponde ad un terreno asciutto): $S = V_w / V_v \cdot 100$ (%) ;

Il contenuto in acqua w è definito come rapporto tra il peso dell'acqua e quello delle particelle: $w = W_w / W_s \cdot 100$ (%) .

n° 09 prove triassiali :

Inoltre, i **campioni estratti** sono stati sottoposti ad analisi granulometriche per setacciatura e sedimentazione, e sono stati tutti sottoposti a prove triassiali.

Nella prova triassiale classica (*cf. figura 7*) il campione è ritagliato o ricostruito in forma cilindrica, rivestito da una membrana impermeabile, confinato mediante pressione idraulica entro un'apposita cella e sottoposto infine ad un carico assiale, tale da provocare la rottura del campione stesso.



- Figura 7- Schema di prova triassiale

Lo scopo della prova consiste nel misurare la resistenza al taglio del materiale e i rapporti intercorrenti tra sforzi e deformazioni.

I vantaggi offerti dalla prova triassiale, rispetto a quella di taglio diretto, consistono principalmente in una modellazione più rigorosa del fenomeno: il piano di rottura, non più imposto dalla geometria dell'apparecchio, si sviluppa lungo le direttrici di minor resistenza; il controllo del drenaggio e delle pressioni interstiziali consente di determinare il ruolo della fase fluida nel comportamento meccanico di quella solida.

Le prove di compressione Triassiale sono di tipo *Consolidate non drenate*, *Consolidate drenate* e *Non consolidate non drenate*. Possono essere impostate le caratteristiche dell'attrezzatura e della prova, una volta inserite le letture, è possibile elaborare i grafici.

- ↳ Grafico Tensione - Deformazione (CU-CD-UU)
- ↳ Grafico Tensioni Totali (CU-CD-UU)
- ↳ Grafico Tensioni Efficaci (CU)
- ↳ Grafico Pressione interstiziale - Deformazione (CU-UU)
- ↳ Grafico Variazione di volume - Deformazione (CD)
- ↳ Grafico Pressione interstiziale / Tensioni totali - Deformazione (CU)

Dall'elaborazione è possibile ottenere i valori di coesione e di angolo di attrito interno, totali e/o efficaci a seconda della prova.

Inoltre può essere elaborata anche la fase di consolidazione in modo da determinare la corretta velocità di taglio. La geometria triassiale implica inoltre la dilatazione radiale del campione sotto carico, contrariamente a quanto avviene nell'edometro, pertanto la prova può essere di utilità nella descrizione di quei fenomeni deformativi dove ha rilevanza il rapporto di Poisson caratteristico del materiale.

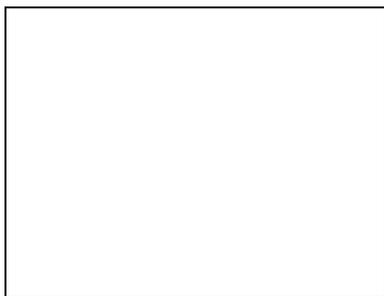
3.3 - modalità di effettuazione delle indagini geofisiche

I metodi geofisici, usati per la determinazione della velocità delle onde di volume, si basano sulla registrazione del tempo di propagazione delle onde tra 2 punti, superficiali o profondi e a distanza nota tra loro, in uno dei quali è collocato un generatore di impulsi e nell'altro un ricevitore. Sono state eseguite, quindi:

n° 05 sismiche in foro con la tecnica Down-Hole

(sorgente in superficie e ricevitore in profondità);

Il metodo *down-hole* utilizza le *onde S* a polarizzazione orizzontale (SH) che si propagano verso il basso a partire da una sorgente costituita, generalmente, da una tavola di



legno posta in prossimità del foro e percorsa orizzontalmente ad una estremità da una mazza, così da simulare l'applicazione al terreno di una pura forza orizzontale. La vibrazione del terreno, indotta dal blocco percorso, raggiunge dei trasduttori acustici (1 geofono

verticale e 2 orizzontali), fissati alle pareti del foro alla profondità prescelta mediante un particolare dispositivo gonfiabile, che inviano segnali elettrici ad uno strumento di registrazione (oscilloscopio) (*foto 5*). Ciò permette una più facile e sicura individuazione del tempo di arrivo delle onde di taglio: mettendo a confronto le registrazioni del segnale relative allo stesso geofono orizzontale e agli impatti alle due estremità opposte alla tavola, il tempo di arrivo si leggerà in corrispondenza delle due tracce che presentano chiaramente un'inversione di fase.

Dall'analisi dei tempi di arrivo, in funzione della profondità dei ricevitori, si ricavano le velocità delle onde nei mezzi attraversati. I risultati così ottenuti non rappresentano propriamente le velocità dei singoli litotipi incontrati. Le 5 sismiche in foro, sono state eseguite rispettivamente nei 5 fori di sondaggio.

n° 05 sismiche di superficie con la tecnica a rifrazione

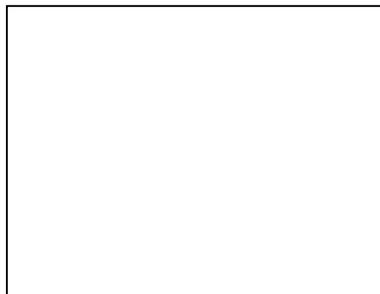
(sorgente e ricevitore in superficie);

Questo metodo, permette di effettuare misure in sito della velocità senza dover necessariamente ricorrere all'esecuzione di perforazioni, si basa sull'assunzione che la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità.

Energizzando la superficie della coltre superficiale (solitamente, si percuote una piastra metallica poggiata sul terreno con un martello di 10 kg), si creano delle onde sismiche che si propagano nei terreni con una velocità che dipende dalle caratteristiche di elasticità dei terreni stessi.

Per il fenomeno della rifrazione, tali onde tornano in superficie, per cui se sono noti i tempi di percorrenza fra sorgente e i ricevitori, è possibile calcolare con l'ausilio di un *sismografo (foto 6)*, la velocità delle onde medesime in ciascun strato attraversato, i loro spessori, e ricavare la geometria del substrato.

L'analisi delle velocità di propagazione delle onde sismiche ha permesso di definire la geometria e gli spessori dei terreni costituenti il sottosuolo di interesse geotecnico e, nel contempo, ha fornito informazioni circa la natura litologica degli stessi ed il loro stato di allentamento.



Per il calcolo degli spessori è stato adottato il metodo di *Gardner* denominato **GRM** (Generalized Reciprocal Methods). Il GRM è una tecnica adottate per delineare rifrattori ondulati a qualsiasi profondità, partendo da dati di sismica a rifrazione che consistono in tempi di percorso diretti ed inversi. I tempi di arrivo ai *geofoni (foto 7)*, dislocati ad una distanza variabile XY, vengono impiegati per l'analisi X delle velocità del rifrattore e per i calcoli della funzione

tempo profondità. Alla distanza ottimale XY, i raggi indirizzati a ciascun geofono emergono più o meno dallo stesso punto sul rifrattore e l'analisi della velocità del rifrattore e dei rapporti tempo/profondità risulta la più dettagliata.

Le sezioni perpendicolari si calcolano in base ai rapporti tempo/profondità ed al fattore di conversione della profondità.

Vengono determinati luoghi geometrici piuttosto che punti di profondità veri e propri e la superficie del rifrattore viene assimilata ad un involucro di tali luoghi.

La distanza ottimale XY può essere usata per produrre una velocità media che permetta i calcoli di profondità precisi, anche in presenza di contrasti di velocità comunemente riscontrabili.

Nell'interpretazione dei profili sismici ci si è avvalsi, per la taratura, delle stratigrafie ottenute dai sondaggi eseguiti nell'area in esame, i quali hanno consentito di acquisire anche i valori delle densità dei vari litotipi (γ) attraverso le prove di laboratorio.

I risultati di campagna e la loro interpretazione in chiave sismica sono riportati in allegato alla presente relazione.

Per ogni profilo sono allegate le dromocrone, la rappresentazione schematica del profilo sismostratigrafico, ed un tabulato riepilogativo.

I valori di velocità e di spessori desunti rappresentano, valori medi nel percorso effettuato dal raggio sismico tra sorgente e ricevitori. Gli stendimenti sismici realizzati denominati **R1**, **R2**, **R3**, **R4** ed **R5** sono riportati in allegato grafico e fotografico.

Le linee sismiche hanno raggiunto una lunghezza di mt. 120 (posizionando i trasduttori a distanza di mt. 10.00, offset mt. 5.00).

4. - CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI

4.1 - Stratigrafia locale

Allo scopo di avere elementi utili per la descrizione della stratigrafia dei litotipi costituenti il substrato del territorio comunale, sono stati esaminati i sondaggi eseguiti durante la campagna d'indagine oltre quelli disponibili in letteratura tecnica e di cui si sono citate le fonti.

Le varie terebrazioni hanno permesso di particolareggiare il dato geologico inerente le formazioni affioranti e costituenti le profondità significative, di conoscere l'assetto idrogeologico dell'acquifero locale oltre che caratterizzare geotecnicamente i terreni. Tramite l'analisi dei dati provenienti dalle prove di laboratorio effettuate a valle del campionamento in forma indisturbato sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi.

In linea generale i sondaggi hanno evidenziato l'esistenza nel substrato di componenti litotipiche diverse, comunque associabili alla strutture complessa della facies alluvionale caratteristica della zona.

Per questa ragione terreni a grana media o medio fine e terreni a grana fine o finissima si susseguono in verticale ed in orizzontale secondo geometrie non definibili per spessore ed estensione dei vari strati.

Ed, in effetti, almeno fino alle profondità ove la facies superficiale evolve verso fasi vulcaniche, la struttura tipicamente embriata delle alluvioni, determina condizioni giaciture per le quale la marcata disomogeneità trova una logica spiegazione genetica.

A profondità variabili fra i 13 ed i 20 metri dal piano di campagna, le alluvioni ricoprono una deposizione francamente vulcanica riferibile all'attività effusiva dei Campi Flegrei e del Roccamonfina. La situazione descritta è testimoniata dalle successioni stratigrafiche dei sondaggi spinti fino alla profondità di 32/33 mt., e le indagini dirette

(prove penetrometriche del tipo SPT e del tipo CPT) che hanno messo in evidenza la presenza di terreni con caratteristiche molto variabili costituiti da alternanze di depositi limo-argillosi e limo-sabbiosi con presenza di inclusi di natura piroclastica a spigoli arrotondati, e materiali limosi e limo-argillosi, mentre al di sotto di tali orizzonti sono riscontrabili anche elevati spessori di materiali argillosi con buona consistenza e a luoghi plastici.

All'interno della formazione limo-argillosa di colore grigio-azzurrognola, sono spesso presenti inclusi lapillici a spigoli arrotondati a luoghi di dimensioni centimetriche con evidenti fenomeni di dissoluzione.

Inoltre, ritrovansi vere e proprie lenti di argilla compatta di colore grigio-azzurra con rari inclusi di origine piroclastica rimaneggiati intercalati a piccolissimi clasti calcarei, intervallati a livelli francamente sabbiosi.

La parte terminale dei sondaggi (29-32 mt) presenta nuovamente alternanze di sabbie e sabbie limose di colore verde.

I sondaggi S1, S2 ed S4 sono quelli che hanno mostrato i maggiori spessori di prodotti piroclastici, aventi una colorazione marrone rossastra, con presenza di litici e scorie nerastre di dimensioni fino ai 2/3 cm, probabilmente addebitabili al II° Periodo di emissione Flegrea.

Al di sotto di tali depositi vulcanici effusivi, seguono (S1, S2, S3 ed S4) prodotti cineritico in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio scuro, con presenza di microlivelli pomicei biancastri di piccolo diametro frammisti a lapilli e scorie di colore nero di dimensioni anche centimetriche, mentre per il sondaggio S5 non è stata rinvenuta presenza di tali depositi piroclastici.

Da un punto di vista idrologico ed idrogeologico, i dati stratigrafici confermano quanto a tale livello è stato espresso nell'apposito paragrafo precedente.

4.2 - Caratterizzazione geotecnica

L'insieme dei dati disponibili per le indagini in situ e di laboratorio realizzate ha permesso di definire un modello geomeccanico per il sottosuolo indagato, tenendo conto della sua genesi geologica e delle caratteristiche giaciturelle delle quali si è reso conto in precedenza.

Nel modello, quasi costantemente, il substrato può considerarsi suddiviso in due parti.

La prima di esse annovera termini geotecnicamente annoverabili fra i mezzi coesivi, composti da terreni granulometricamente compresi fra le argille ed limi.

A profondità variabili tali coperture (di spessore minimo mai inferiore ai 15 metri) poggiano su terreni a grana mediamente più grossa e dal comportamento ascrivibile ai mezzi incoerenti.

Per semplificare al meglio la situazione riscontrabile, si è ritenuto di dover presentare i parametri a rottura e di compressibilità dei mezzi investigati, attraverso la schematizzazione degli esiti delle varie prove effettuate e delle correlazioni possibili, in modo da fornire, verticale per verticale investigata, l'evoluzione in profondità delle caratteristiche geotecniche più significative.

Trattasi di una prima schematizzazione che non esime dagli approfondimenti puntuali da eseguire per la verifica delle risultanze disponibili fin d'ora attraverso la presente stesura.

Delle componenti stratigrafiche discriminate per fatti geotecnici, la prima di esse (delle argille e dei limi) è stata modellizzata attraverso la determinazione dei parametri a rottura valutati nei termini delle tensioni totali (prove in situ) ed effettive (prove di laboratorio).

Infatti, sui campioni prelevati sono state eseguite prove di laboratorio tendenti a definirne le caratteristiche generali e granulometriche ma anche le caratteristiche a rottura valutate attraverso prove triassiali del tipo C.D.

Tutti i campioni analizzati sono rappresentativi dei terreni limo-argillosi che caratterizzano la parte alta della stratigrafia locale, a tetto delle formazioni di origine piroclastica.

*In particolare le analisi granulometriche dei campioni prelevati hanno restituito quasi sempre i fusi granulometrici ascrivibili a termini limosi e limo-argillosi, con un valore del **peso di volume naturale** compreso tra $1,52 \div 1,64 \text{ g/cm}^3$; il **grado di saturazione** tra il **67%** fino al **100%** in funzione della fase granulometrica più o meno dominante; l'**indice dei vuoti** con valori di $1,08 \div 1,87$ e la **porosità** con valori di $52 \% \div 65 \%$ circa.*

I valori di resistenza, valutati nei termini delle tensioni effettive, **coesione** e **angolo di attrito interno** sono stati ricavati su tali materiali con le prove di taglio triassiale del tipo CD (consolidata–drenata), che hanno fornito i seguenti parametri:

$S1 \ C1 \Rightarrow$	$\varphi' = 23.9^\circ$	$c' = 30.75 \text{ kPa}$
$S2 \ C1 \Rightarrow$	$\varphi' = 21.5^\circ$	$c' = 58.49 \text{ kPa}$
$S2 \ C2 \Rightarrow$	$\varphi' = 27.3^\circ$	$c' = 51.91 \text{ kPa}$
$S3 \ C1 \Rightarrow$	$\varphi' = 23.2^\circ$	$c' = 38.36 \text{ kPa}$
$S3 \ C2 \Rightarrow$	$\varphi' = 22.9^\circ$	$c' = 73.52 \text{ kPa}$
$S4 \ C1 \Rightarrow$	$\varphi' = 20.5^\circ$	$c' = 123.8 \text{ kPa}$
$S4 \ C2 \Rightarrow$	$\varphi' = 23.9^\circ$	$c' = 48.78 \text{ kPa}$
$S5 \ C1 \Rightarrow$	$\varphi' = 26.4^\circ$	$c' = 61.52 \text{ kPa}$
$S5 \ C2 \Rightarrow$	$\varphi' = 26.9^\circ$	$c' = 53.07 \text{ kPa}$

Per i terreni attraversati dalle perforazioni stratigrafiche, seguendo il programma di indagine geotecnica sviluppato attraverso prove penetrometriche dinamiche (SPT), date le caratteristiche granulometriche e litologiche, per correlazione con N, si sono ricavati i valori significativi dei più salienti parametri a rottura e di deformabilità, pervenendo ai risultati presentati nella seguente tabella:

Sondaggio	SPT	G	N	D	S	Cu	ϕ	Eed
S 1	SPT 1	Argilla	11	Duro	---	0.81	--	85
	SPT 2	Argilla	5	Plastico	---	0.20	--	40
	SPT 3	sabbia	84	---	Molto denso	---	> 45 °	280
S 2	SPT 1	Argilla	11	Duro	---	1.37	--	85
	SPT 2	Argilla	10	Duro	---	1.25	--	85
	SPT 3	Sabbia	92	---	Molto denso	---	> 45 °	300
S 3	SPT 1	Argilla	4	Plastico	---	0.15	--	40
	SPT 2	Argilla	10	Duro	---	0.74	--	85
S 4	SPT 1	Argilla	4	Plastico	---	0.15	--	40
	SPT 2	Argilla	4	Plastico	---	0.15	--	40
	SPT 3	Argilla	13	Duro	---	0.92	--	85
S 5	SPT 1	Argilla	6	Plastico	---	0.15	--	40
	SPT 2	Argilla	4	Plastico	---	0.22	--	45
	SPT 3	Sabbia	13	---	medio	---	34 °	120

Legenda	
G	Granulometria prevalente
N	Numero di colpi SPT
D	Definizione di consistenza
S	Stato di addensamento
Cu	Coesione non drenata (kg/cmq)
ϕ	Angolo d'attrito interno (°)
Eed	Modulo edometrico (kg/cmq)

Utilizzando, poi i dati raccolti attraverso l'esecuzione delle prove penetrometriche statiche (CPT), altre relazioni fra i valori di resistenza alla punta ed all'attrito laterale locale, hanno permesso di definire grandezze diverse caratterizzanti, nel loro complesso i mezzi attraversati e costituenti il substrato di comune interesse geotecnico.

Nella seguente tabella sono presentati gli esiti di tali operazioni di correlazione.

Prova CPT	Strato	spessore		definizione	Cu	ϕ	Eed
CPT 1	1	0	30	Argille e limi con orizzonti sabbiosi	0.07	--	45
CPT 2	1	0	16	Argille e limi	0.50	--	40
	2	16	30	Limi e sabbie limose	1.25	29 °	190
CPT 3	1	0	17	Argille e limi	0.60		35
	2	17	30	Sabbie limose	--	28 °	150
CPT 4	1	0	12	Argille e limi	0.50	--	35
	2	12	19	Sabbie limose	--	33 °	250
CPT 5	1	0	16	Argille e limi	0.40	--	30
	2	16	24.2	Sabbie	--	29 °	170
CPT 6	1	0	17	Argille e limi	0.70	--	60
	2	17	23	Sabbie	--	31 °	221
CPT 7	1	0	16	Argille e limi	0.60	--	50
	2	16	24.4	Sabbie	--	30 °	180
CPT 8	1	0	7	Argille e limi	1.2	--	90
	2	7	30	Argille e limi	3.5	--	250
CPT 9	1	0	20	Limi e sabbie limose	0.60	--	90
	2	20	30	Sabbie e sabbie limose	--	27 °	145
CPT 10	1	0	6	Argille e limi	0.50	--	40
	2	6	12	Argille	0.70	--	60
	3	12	24.4	Limi e sabbie	--	31 °	220

Legenda	
Cu	Coesione non drenata (kg/cmq)
ϕ	Angolo d'attrito interno (°)
Eed	Modulo edometrico (kg/cmq)

La comparazione degli esiti riportati nelle tabelle presentate, conferma la validità di un modello geomeccanico a due strati del quale si è detto in precedenza e che, in buona sostanza sembra essere quello più plausibile per i terreni investigati.

4.3 - Terreni suscettibili di liquefazione

Il lavoro svolto è stato finalizzato anche allo studio della suscettibilità dei terreni al fenomeno della liquefazione.

Ai fini delle norme vigenti in materia sismica, il termine "**liquefazione**" denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Il fenomeno della liquefazione assume una particolare pericolosità in presenza di materiali granulari poco addensati saturi.

Il terremoto può infatti determinare una **densificazione** del materiale, per collasso della struttura aperta e, di conseguenza, generare elevati valori di pressione interstiziale che possono dar luogo a fenomeni di liquefazione.

In tali situazioni si ha la totale perdita di resistenza al taglio del materiale che può quindi colare come un fluido anche su pendenze molto modeste. Il meccanismo della liquefazione dipende sia dalle caratteristiche relative al sisma che da quelle del terreno.

Generalmente risultano maggiormente suscettibili di liquefazione i terreni mono-granulari (cioè con buona classazione del sedimento), aventi dimensioni comprese fra **1 mm e 0.01 mm**, con coefficiente di uniformità compreso tra **2 e 10**, bassa densità relativa e bassa resistenza penetrometrica.

I terreni superficiali risultano maggiormente vulnerabili; generalmente, per tensioni geostatiche di confinamento superiori ai 2 kg/cm^2 , non si ritiene vi sia pericolo di liquefazione.

Secondo l'Eurocodice n°8 (parte 5, novembre 1994) la verifica della suscettibilità a liquefazione può essere omessa per terreni sabbiosi con contenuto limoso superiore al 10%, caratterizzati da un numero di colpi alla prova penetrometrica superiore a 20.

I metodi proposti per la valutazione della previsione della pericolosità di liquefazione si basano, oltre che sui parametri del sisma atteso, anche sulla stima di un "potenziale di liquefazione" del terreno, che dipende dalla distribuzione granulometrica del terreno, indice di plasticità, densità relativa, saturazione e profondità.

Tra i vari criteri rappresentati alcuni risultano particolarmente attenti al prerequisito "granulometrico" del mezzo potenzialmente liquefattivo, altri pongono l'accento sulla necessità di considerare lo stato di addensamento dei mezzi oltre che la particolare saturazione che essi devono avere perché il fenomeno avvenga.

Nel caso di specie si può facilmente verificare che, i prerequisiti minimi perché la liquefazione sia un fenomeno possibile in regime dinamico, spesso sono negati dall'oggettività delle prove effettuate dalle quali principalmente emerge che i terreni costituenti il substrato sono granulometricamente assortiti in misura superiore rispetto a quella che caratterizza i mezzi definibili come "monogranulari".

Prevalgono invece granulometrie principalmente imperniate su componenti più francamente limose se non addirittura argillose, piuttosto che sabbiose o sabbioso-limose.

Ne il loro stato di addensamento, mediamente può dirsi da "sabbie sciolte", tranne casi particolari che comunque, date le condizioni geologiche del territorio comunale non è possibile a priori non considerare possibili.

D'altra parte il substrato è costantemente interessato da una notevole saturazione indotta dall'abbondanza della falda superficiale ed episuperficiale. In tali condizioni sui è considerata necessaria una verifica che meglio interpretasse la reologia locale.

Preliminarmente si sono analizzate le curve granulometriche per determinarne il **Coefficiente di Uniformità "U"** definito come rapporto D_{60}/D_{10} ove D_{60} indica il diametro dei grani corrispondente al passante $P = 60\%$ e D_{10} indica il diametro efficace dei grani corrispondente al passante $P = 10\%$.

Di seguito, si è poi usato il metodo di Seed, Mori & Chan, per verificare analiticamente le verticali studiate attraverso il parametro rappresentativo che è dato dal rapporto τ_{av} / σ_0 dove :

σ_0 = tensione efficace agente sul sito alla profondità z ;

τ_{av} = tensione di taglio orizzontale media indotta dal sisma, determinato dall'espressione:

$$\tau_{av} = 0,65 \cdot \gamma \cdot a_{max} / g \cdot r_d$$

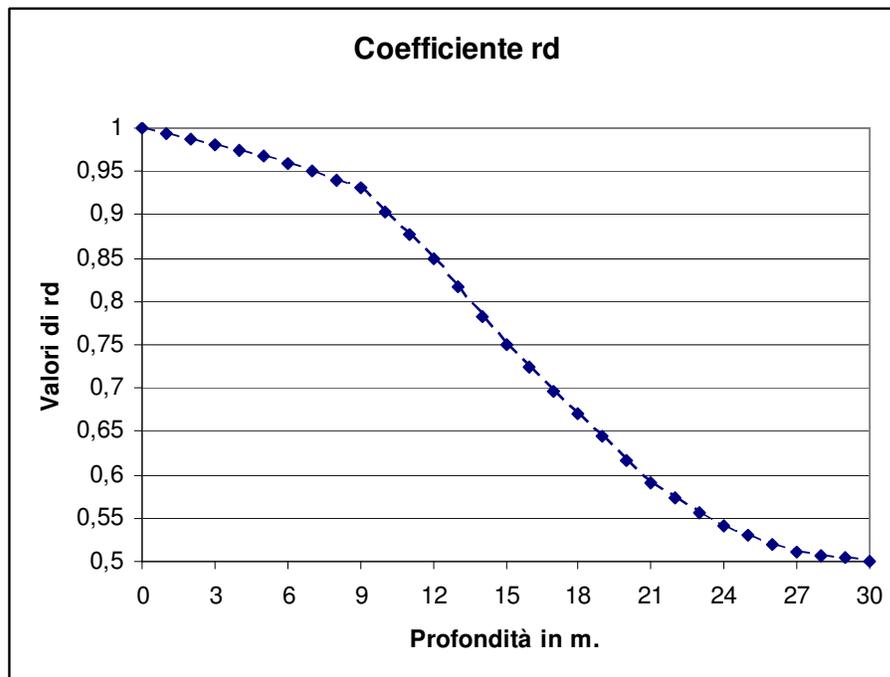
a_{max} = massima accelerazione orizzontale della superficie del terreno;

γ = peso di volume naturale del terreno;

g = accelerazione di gravità;

r_d = fattore riduttivo di profondità, con i valori medi riassunti nel seguente grafico ricavato

da Seed e Idriss (1971):

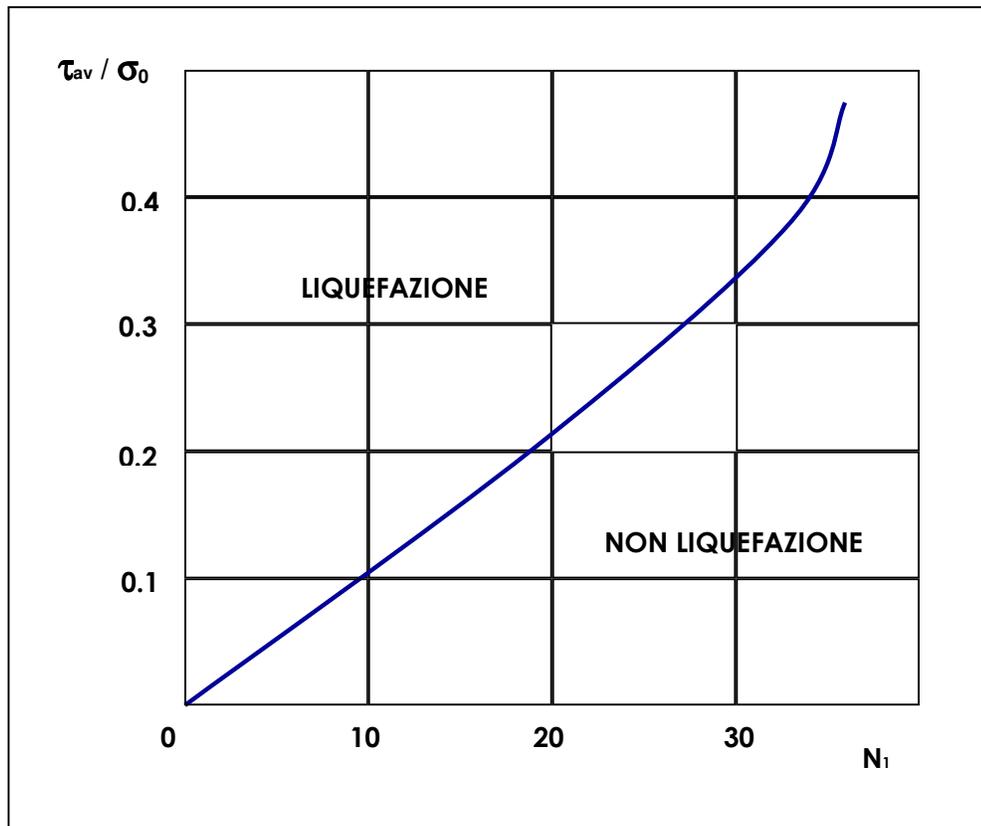


Il fattore **0.65** indica la sollecitazione di taglio equivalente al 65 % della massima sollecitazione reale. Per il terreno, il parametro è la resistenza alla penetrazione dinamica N_{spt} corretto con un fattore di correzione C_N dell'influenza delle pressioni in sito posto nel caso specifico pari a 0.75.

L'espressione (Gibbs & Hotz 1957) è :

$$N_1 = N_{spt} C_N$$

Nel diagramma della figura successiva è rappresentata la correlazione tra la resistenza dinamica N_{spt} ed i rapporti τ_{av} / σ_0 ed il limite liquefazione/stabilità:



- **Figura 8** - Correlazione tra N_{spt} e rapporti di sollecitazione per la previsione della liquefazione (Mori & Chan 1975)

4.4 - Determinazione dei coefficienti di uniformità

Per tutti i campioni analizzati, compresi quelli disponibili dalla precedente indagine effettuata a corredo del PRG locale, tramite il grafico di dispersione della curva granulometrica di ognuno di essi, è stato determinato il coefficiente di uniformità “U” come in precedenza indicato.

Campione	D ₆₀	D ₁₀	U
S1 C1	0.24	0.0017	141
S2 C1	0.0082	0.0014	6
S2 C2	0.55	0.0075	73
S3 C1	0.0061	<< 0.001	n. d.
S3 C2	0.0062	<< 0.001	n. d.
S4 C1	0.0017	<< 0.001	n. d.
S4 C2	0.0048	~ 0.001	4.8
S5 C1	0.0047	<< 0.001	n. d.
S5 C2	0.0078	<< 0.001	n. d.

Campioni prelevati per la presente indagine

Campione PRG	D ₆₀	D ₁₀	U
S1 1a	0.0205	<< 0.001	n. d.
S1 1b	0.175	0.006	29
S2 2a	n. d.	n. d.	n. d.
S2 2b	n. d.	n. d.	n. d.
S3 3b	n. d.	n. d.	n. d.
S4 4a	0.048	<< 0.001	n. d.
S5 5a	0.012	<< 0.001	n. d.
S5 5b	0.25	0.0015	166

Campioni preesistenti del PRG

Campione PRG	D ₆₀	D ₁₀	U
S6 6a	n. d.	n. d.	n. d.
S6 6b	0.42	0.0066	63
S7 7a	0.28	<< 0.001	n. d.
S7 7b	n. d.	n. d.	n. d.
S8 8a	0.018	<< 0.001	n. d.
S9 9a	0.0067	<< 0.001	n. d.
S10 10a	0.0011	<< 0.001	n. d.
S11 11a	0.0150	<< 0.001	n. d.
S12 12a	0.0103	<< 0.001	n. d.
S13 13a	n. d.	n. d.	n. d.
S13 13b	0.0240	<< 0.001	n. d.
S14 14a	n. d.	n. d.	n. d.
S14 14b	n. d.	n. d.	n. d.
S15 15a	0.065	<< 0.001	n. d.
S16 16a	n. d.	n. d.	n. d.
S17 17a	0.045	<< 0.001	n. d.
S17 17b	0.16	0.0015	106
S18 18a	n. d.	n. d.	n. d.
S18 18b	0.38	0.0051	74
S19 19a	0.0015	<< 0.001	n. d.
S19 19b	0.0095	<< 0.001	n. d.
S20 20a	0.023	<< 0.001	n. d.
S20 20b	0.023	<< 0.001	n. d.
S21 21a	n. d.	n. d.	n. d.

Campioni preesistenti del PRG

Le analisi granulometriche dei campioni, tutte condotte per sola setacciatura hanno consentito di determinare la dispersione granulometrica dei materiali per quanto attiene le componenti grosse medie e medio-fini.

Non è stato invece possibile graduare le percentuali di “finissimo” determinato solo per differenza con le percentuali precedenti.

Ciò significa che non sempre è stato possibile fissare i parametri D_{60} e D_{10} cosa che ovviamente ha reso impossibile la determinazione di “U”.

Tuttavia, per le stesse ragioni è possibile affermare che il valore ricercato non poteva che essere largamente superiore a quello di soglia per determinare un “potenziale di liquefazione”. Si è trattato infatti, in ogni caso di campioni granulometricamente definiti nel campo dei limi, dei limi argillosi e delle argille con sfondi medi o medio-grossi largamente subordinati.

Per mezzi di questo genere come detto, la liquefazione è un fenomeno che il linea teorica non è in nessun caso preventivabile.

Dei campioni nei quali si è invece potuto determinare “U”, si sono evidenziati in rosso quelli cui detto valore è di soglia o prossimo a quello di soglia per procedere ad una verifica più accurata del potenziale liquefattivo.

Di detta verifica si dirà appresso.

Sembra interessante qui rimarcare che la numerosità del campionamento del quale si sono sfruttati i dati porta a definire, seppur in linea empirica, una probabilità di accadimento di un fenomeno liquefattivo in regime dinamico interessante il substrato del territorio investigato.

Su ben 41 campioni esaminati, in soli **2** casi i valori di “U” hanno meritato attenzione.

In termini percentuali, in modo statistico la probabilità di accadimento è attestata attorno al 5%.

4.5 - Determinazione del potenziale di liquefazione

Secondo quanto descritto in precedenza, dopo aver valutato la portata della dispersione granulometrica dei litotipi rinvenibili nel substrato del territorio comunale, si è proceduto al computo numerico dei parametri rappresentativi del terremoto e del terreno così come definiti nel metodo di Seed, Mori & Chan.

Il calcolo del rapporto τ_{av}/σ_0 è stato reiterato sfruttando i dati disponibili provenienti dall'analisi dei complessivi 41 campioni raccolti nel corso delle indagini geologiche presenti e passate effettuate per il PRG.

Dopo aver computato il rapporto predetto, rappresentativo del parametro "terremoto di progetto" si è valutato per ciascuno dei campioni il numero N_1 corretto a partire dal competente numero N_{spt} tramite un coefficiente di correzione che, dalla letteratura ed in sicurezza si è posto pari a 0.75.

Nell'impostare la routine di calcolo non si è ovviamente tenuto conto della granulometria dei mezzi semplicemente perché di ciò ci si è già occupati in precedenza.

Le conclusioni cui si perverrà, tuttavia, non potranno non sovrapporre gli esiti di ciascuno degli aspetti trattati per giungere ad una conclusione che individui, attraverso tale metodo il più probabile comportamento del substrato in prospettiva sismica nei confronti del fenomeno liquefattivo.

Tanto premesso, qui di seguito vengono presentati, campione per campione prospetti di impostazione e calcolo dei parametri predetti:

campione	N_1	τ/σ_0
S1 C1	3,75	0,092
S2 C1	7,5	0,088
S2 C2	69	0,096
S3 C1	7,5	0,096
S3 C2	7,5	0,091
S4 C1	3	0,096
S4 C2	3	0,083
S5 C1	3	0,096
S5 C2	4,5	0,073
S1 1a	1,5	0,095
S1 1b	36,75	0,003
S2 2a	5,25	0,095
S3 3a	14,25	0,096
S3 3b	20,25	0,093

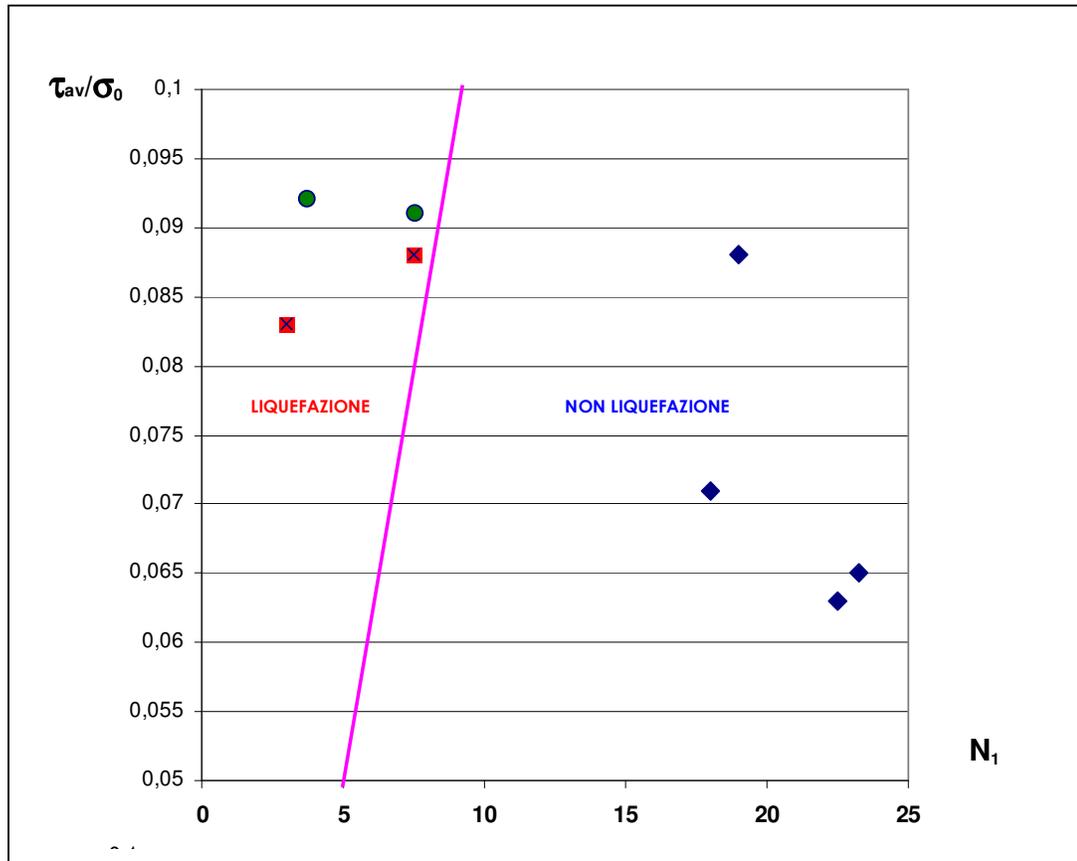
campione	N₁	τ / σ_0
S4 4a	12,75	0,092
S5 5a	8,25	0,095
S5 5b	23,25	0,065
S6 6a	13,5	0,083
S6 6b	22,5	0,063
S7 7a	5,25	0,094
S7 7b	3,75	0,093
S8 8a	19,5	0,096
S9 9a	9,75	0,096
S10 10a	14,25	0,096
S11 11a	4,5	0,095
S12 12a	9,75	0,096
S13 13a	9,75	0,096
S13 13b	8,25	0,091
S14 14a	6	0,095
S14 14b	15	0,063
S15 15a	3,75	0,095
S16 16a	12	0,095
S17 17a	6	0,095
S17 17b	18	0,071
S18 18a	4,5	0,094
S18 18b	19,5	0,088
S19 19a	18	0,094
S19 19b	15	0,083
S20 20a	15,75	0,088
S20 20b	9	0,088
S21 21a	7,5	0,094

Secondo quanto è presentato nelle tabelle esposte, ai fini della valutazione del reale potenziale di liquefazione, non sono stati considerati tutti i campioni provenienti dalle profondità in cui i terreni, sia pure soggetti allo stress indotto dal sisma di progetto, presentano una granulometria estremamente fine per la quale non è stato addirittura possibile definire il parametro “U”.

Di tutti gli altri per i quali invece si disponeva dello stesso parametro si sono considerate le posizioni definite nel grafico riportato in figura 8 (Mori & Chan 1975).

In questo modo si sono enucleate le posizioni di 8 campioni che per condizioni granulometriche, di saturazione e per fatti legati allo stress indotto dal terremoto di progetto, consentono un loro posizionamento all'interno del suddetto grafico.

Occupando di esso una parte ben definita, si è con il grafico seguente realizzato lo zoom che ha permesso di definire per ciascuno dei punti il reale potenziale di liquefazione.



- Figura 8a - Correlazione tra N_1 e τ_{av}/σ_0 per la previsione della liquefazione

In “rosso” sono riportati gli unici 2 punti (di 41) per i quali sono verificate le condizioni per un concreto potenziale liquefattivo.

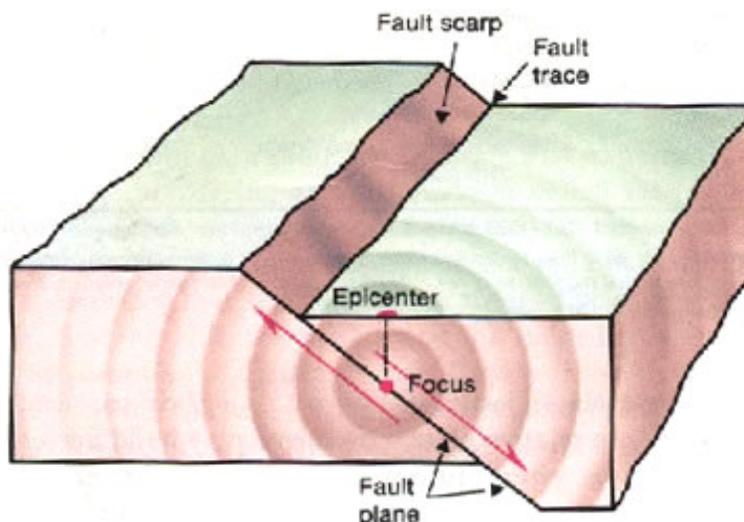
In “verde” si riportano invece i punti che sia pure in precarie condizioni di rigidità e sospette condizioni di imbibizione sono immagine di litotipi la cui granulometria allontana ogni dubbio sulla possibilità di innesco del fenomeno liquefattivo.

In “azzurro” sono riportati punti che riflettono condizioni di rigidità e granulometriche assolutamente estranee al verificarsi del detto fenomeno.

5. - PREVENZIONE DAL RISCHIO SISMICO

5.1 - Genesi ed effetti di un terremoto

Il terremoto è causato dall'accumulo di deformazione dovuto allo sforzo tettonico applicato. Quando lo sforzo applicato supera la soglia critica di frattura del materiale, si ha il cedimento della roccia che comincia ad oscillare elasticamente al momento della rottura (cfr figura 8). Con la teoria del **rimbalzo elastico** (*elastic rebound*) (Reid H.F.,1906), riportata di seguito, è stato proposto un modello di meccanismo che sembra accettabile almeno nella gran parte dei casi.



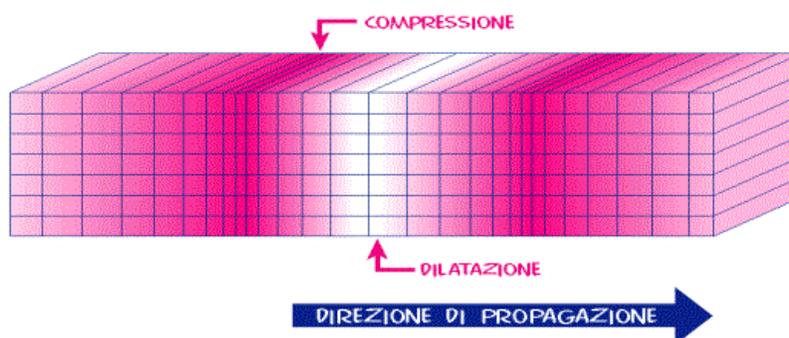
- Figura 8 - deformazione a causa di uno sforzo tettonico.

Il globo terrestre è continuamente sottoposto a deformazioni provocate dalle tensioni che si sviluppano al suo interno, ad opera dei movimenti in atto nella crosta e nel mantello superiore, ed al suo esterno, ad opera di maree, variazioni della pressione atmosferica ed altro. Le rocce sottoposte a sforzo si deformano progressivamente; se tali tensioni, accumulate per un lungo tempo, superano il coefficiente d'attrito interno della massa rocciosa, dipendente dalla sua natura e dalle condizioni fisiche in cui si trova

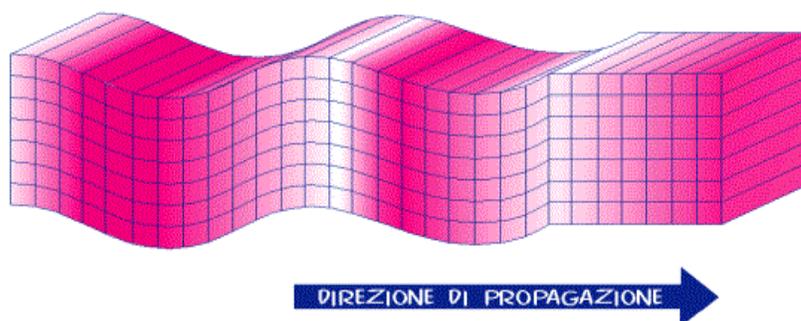
(temperatura, pressione, presenza di fluidi), si produce una lacerazione a partire dal punto più debole che dà luogo ad una frattura, di una certa ampiezza e variamente orientata lungo il cui piano le rocce possono scorrere le une contro le altre in direzioni opposte. Se nella massa rocciosa esiste già una faglia, è il forte attrito tra le due 'labbra' della frattura a impedire all'inizio di ogni movimento.

Le rocce si deformano e quando la tensione accumulata supera la resistenza dovuta all'attrito, la faglia, che in tal caso è il punto più debole, si riattiva e il movimento avviene lungo di essa (o parte di essa).

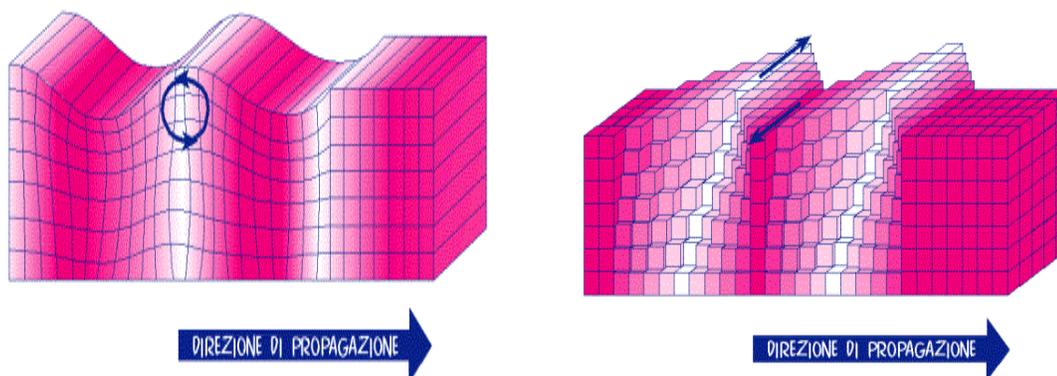
La rottura delle rocce comporta un'improvvisa liberazione di energia, in parte sotto forma di calore, in parte (dall'1% al 10%) sotto forma di onde elastiche che si propagano in tutte le direzioni, mettendo in vibrazione la terra al loro passaggio. Il meccanismo di un sisma, ovviamente, può essere ben più complesso di quanto appena descritto. Il terremoto che sconvolse l'Alaska nel 1964, per esempio, fu caratterizzato da una rottura principale seguita, dopo circa sessanta secondi, da altre sei rotture principali. Dalla sorgente s'irradiano onde *longitudinali* o prime **P** (cfr figura 9), le *trasversali* o seconde **S** (cfr figura 10) che, giunte in superficie, producono onde *superficiali* : onde di Rayleigh e onde di Love (cfr figura 11).



- **Figura 9** - Il movimento del terreno per l'arrivo delle onde longitudinali "P" (onde prime)



- **Figura 10** - Il movimento del terreno per l'arrivo delle onde trasversali "S" (onde seconde)



- **Figura 11** - Il movimento del terreno per l'arrivo delle onde Rayleigh e Love (onde di superficie)

All'aumentare della distanza dalla sorgente, i fronti d'onda interessano porzioni di terreno crescenti e l'energia, e di conseguenza anche l'ampiezza per ciascun tipo d'onda, diminuisce a causa dei fenomeni di attenuazione geometrica e di dissipazione.

Le onde si propagano più velocemente ed a distanze maggiori nei terreni meno deformabili come quelli che costituiscono il substrato roccioso.

Le sollecitazioni, ivi indotte dal passaggio delle onde sismiche, sono trasmesse attraverso la superficie di contatto ai termini più deformabili della coltre superficiale e si propagano verso l'alto.

La conseguenza fondamentale dell'arrivo dell'energia sismica in superficie è l'oscillazione complessa del suolo che si trasmette ai manufatti sovrastanti.

Nell'analisi dei problemi terreno-struttura, indotti dai carichi dinamici, intervengono molteplici fattori relativi alla geometria del sistema, alla distribuzione dei carichi applicati, alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno e del manufatto, a cui si aggiunge la difficoltà di descrivere il comportamento dei materiali in presenza di azioni sismiche.

La natura geologica del terreno su cui poggiano gli edifici è capace di modificare il contenuto in frequenza ed ampiezza del segnale sismico d'origine, creando situazioni di pericolo quando il periodo dominante del moto del terreno è prossimo al modo principale di vibrazione della struttura (*fenomeno di risonanza*) e la durata dell'evento consente il raggiungimento delle condizioni di regime.

La presenza di una struttura altera il ***moto sismico*** che si avrebbe in un determinato punto della superficie se la struttura non fosse presente (moto in campo libero o *free-field*).

La variazione del movimento tellurico è funzione della geometria delle fondazioni e del peso della struttura.

A tal proposito, i risultati di numerose ricerche hanno mostrato, che gli incrementi di tensione e deformazione indotti nel terreno ad opera di azioni sismiche, non si modificano in misura apprezzabile per la presenza di edifici civili o industriali.

5.2 - Macrozonazione Sismica

Tra gli scopi delle indagini della “macrozonazione sismica” è quello di valutare le grandezze numeriche che rendano conto complessivamente di tutta l’attività sismica all’interno di territori a scala regionale, i cui effetti siano stati risentiti in essa.

Per poter confrontare la pericolosità sismica in due zone di due centri abitati distanti fra loro è quindi necessario conoscere la sismicità o la “scuotibilità” delle due aree in cui i due centri si trovano.

È questa, secondo l’accezione del **PFG** (Progetto Finalizzato Geodinamica), l’intensità dei moti del terreno corrispondente ad una data probabilità di occorrenza entro un intervallo di tempo prestabilito, riferita ad un terreno rigido standard, in modo che i suoi valori non risentano di effetti locali di amplificazione od attenuazione.

Per questo motivo è utile valutare la sismicità di riferimento in termini di misure fisiche del moto (accelerazione, velocità massima, ordinate dello spettro di risposta, ecc..) su terreno standard, in piano.

5.3 - Sismicità di riferimento

La sismicità di riferimento è un concetto fisico e per definirla ci si basa prevalentemente sulle informazioni quali: **ipocentri**, magnitudo ed intensità dei terremoti avvenuti in passato, in epoca *prestrumentale*; **dati strumentali sismografici** riguardanti terremoti registrati all’incirca dall’inizio del 1900 ad oggi; **dati strumentali registrati da accelerografi**, registrati solo per eventi più recenti, che rivestono particolare interesse per le applicazioni di Ingegneria Sismica; dati sull’**attività sismica** in atto; dati sull’**evoluzione tettonica** e sull’**assetto strutturale** della regione.

Per le correlazioni tra potenziale sismogenetico e indizi geologici non si dispone ancora di criteri guida univoci. Tra l'altro, nel nostro Paese spesso l'attività sismica non è direttamente correlabile con la presenza di ben individuate strutture geologiche.

Gli studi che mirano alla definizione quantitativa di questa sismicità di riferimento si chiamano anche di "macrozonazione sismica".

Lo studio del comportamento meccanico del sistema suolo struttura in presenza di azioni sismiche comporta, preliminarmente, la definizione delle strutture che descrivono il fenomeno della propagazione delle onde sismiche nella formazione di base o *bedrock* (termine convenzionale utilizzato, che indica una formazione nella quale, per la ridotta deformabilità del terreno, le onde di taglio si propagano con velocità $V_s > 800$ m/s) e nei terreni superficiali.

A tal fine si determinano dapprima l'accelerogramma al tetto della formazione di base, in corrispondenza della struttura, per effetto di un sisma generato da una prefissata sorgente e, successivamente, le accelerazioni nel terreno alla base della struttura. Le accelerazioni al tetto del bedrock sono indicate comunemente con il termine "terremoto di riferimento".

Gli studi macrosismici, i dati storici e strumentali a disposizione consentono di definire le caratteristiche del terremoto di riferimento di una determinata area.

Localizzate le sorgenti di eventi sismici prossime all'area in esame, si valuta la magnitudo dei terremoti che possono essere generati entro un prefissato arco di tempo (tempo di ritorno).

Il tempo di ritorno può essere limitato o particolarmente esteso a seconda che rappresenti, per esempio, il periodo di esercizio di un'opera provvisoria oppure l'intera vita di una struttura.

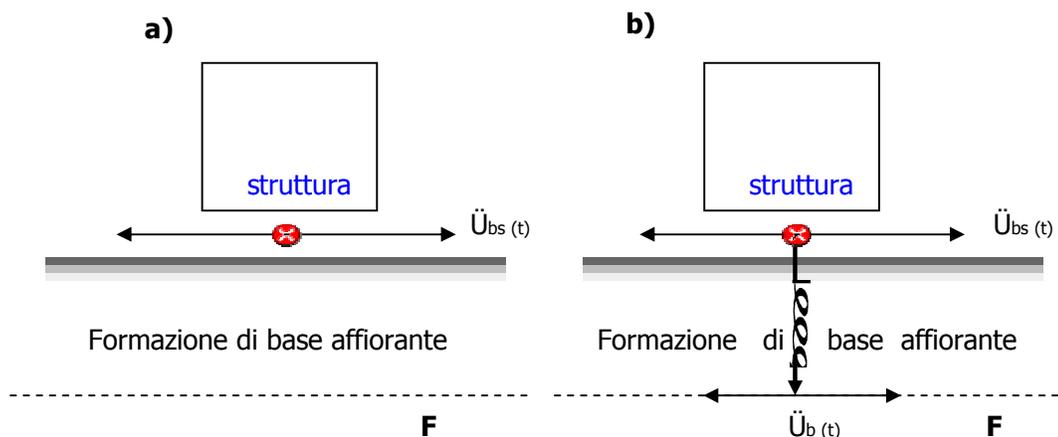
In funzione della magnitudo **M** del sisma e della distanza della struttura dalla sorgente sismogenetica si determinano, successivamente, l'accelerazione massima **Am** ed il periodo predominante **Tp** dell'accelerogramma $\ddot{u}_{bs(t)}$ che si registrerebbe al piano campagna con bedrock affiorante, in corrispondenza della struttura, per effetto di tale sisma.

A tal fine si può far riferimento alle relazioni riportate nella letteratura geotecnica, ricavate da studiosi che hanno analizzato numerose registrazioni di eventi sismici avvenuti in diverse zone (Krinitzsky E.L., Chang F.K.,1987; Seed H.B., Idriss I.M., Kiefer F.W., 1969; Trifunac M.D., Brady A.G.,1976).

Per poter definire quantitativamente il terremoto di riferimento si utilizzano uno o più accelerogrammi $\ddot{u}_{(t)}$, registrati in passato e ritenuti rappresentativi dell'evento che ha la maggiore probabilità di verificarsi, di eventi sismici generati dalla medesima sorgente S o da sorgenti localizzate in aree con caratteristiche sismotettoniche simili a quelle dell'area in esame. Tali registrazioni dovranno provenire da stazioni poggianti su formazione di base affiorante, visto che le relazioni utilizzate per ottenere l'accelerazione massima ed il periodo predominante, in funzione della distanza dalla sorgente e della magnitudo del sisma, si basano sull'analisi di accelerogrammi registrati su bedrock o depurati dagli effetti locali di sito.

La registrazione $\ddot{u}_{(t)}$ prescelta dovrà essere modificata opportunamente allo scopo di ottenere un accelerogramma caratterizzato da accelerazione massima pari ad A_m e periodo predominante pari a T_p , cioè tale da rappresentare l'andamento nel tempo dell'accelerazione in superficie in corrispondenza della struttura supposta poggiante sulla formazione di base. Per determinare il moto input \ddot{u}_b alla profondità del tetto della formazione di base, si dovrà analizzare a 'ritroso' (deconvoluzione) mediante il

procedimento eseguito con il programma SHAKE (Schnabel et al.,1972), il fenomeno della propagazione delle onde sismiche, dalla superficie del terreno al tetto della formazione di base per ricavare la $\ddot{u}_b(t)$ dalla $\ddot{u}_{bs}(t)$, (cfr figura 11).



- **Figura 11-** Schema fisico per la determinazione del terremoto di riferimento;
a) accelerogramma $u_{bs}(t)$ della superficie del terreno sulla formazione di base;
b) accelerogramma $u_b(t)$ alla profondità del tetto della formazione di base;

Nelle applicazioni pratiche, il terremoto di riferimento e le accelerazioni nei terreni della coltre superficiale non sono definiti come accelerogramma o spettro di Fourier, che fornisce le accelerazioni massime del suolo (più previste) per ogni componente in frequenza dello scuotimento, ma come spettri di risposta dell'insieme suolo-struttura.

Difatti una struttura, intesa come sistema vibrante, possiede propri modi di vibrazione e i suoi gradi di assorbimento dell'energia meccanica, per cui l'effetto interazione suolo-struttura è tale che il moto $x(t)$ e quindi l'accelerazione $\ddot{x}(t)$ della struttura, sotto l'effetto del moto del terreno $u(t)$, sia ben diverso da quello semplicemente previsto dallo spettro di Fourier.

Dall'analisi dello spettro di risposta si possono trarre delle conclusioni indicative sul comportamento di una struttura, in presenza di sollecitazioni sismiche, in relazione alle caratteristiche del substrato.

5.4 - Parametri geofisici per il progetto in zona sismica

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la nuova normativa sismica, semplificando la molteplicità delle situazioni geologiche possibili su un generico sito, tende alla modellizzazione sintetica del sottosuolo dettando le seguenti definizioni per le varie categorie di profilo stratigrafico per il suolo di fondazione:

A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5 metri.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti , con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza , con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzate da valori di V_{s30} compresi tra 180m/s e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
D	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 ($N_{spt} < 15$, $c_u < 70$ kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali , con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie per le quali vengono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due :

S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Il presente studio, a partire dai parametri evinti dalla campagna d'indagine effettuata in sito e in laboratorio, tende a caratterizzare ciascuno dei punti indagati attraverso l'inquadramento di essi all'interno delle categorie di suolo presentate nella precedente tabella ai fini della elaborazione di una carta tematica di sintesi ove verranno chiaramente indicati i punti a diversa risposta sismica, cioè caratterizzati dalla relativa categoria di profilo stratigrafico tenendo conto delle velocità medie di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio (onde S), attraverso la seguente relazione :

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

La scala è estesa necessariamente all'intero territorio comunale per tener conto della diversità tipologica possibile anche ai fini della valutazione delle reali condizioni di sito espresse nei termini di una modellazione geofisica del territorio ma anche di fenomeni connessi quali la liquefazione, fenomeni da portare in conto in prospettiva per l'esecuzione di analisi di fattibilità talvolta esiziali rispetto agli intendi progettuali.

5.5 - Criteri e metodologie di analisi del rischio

La vecchia normativa (D.M. 16/01/1996) suddivideva il territorio nazionale in 3 aree sismiche, alle quali si assegna un "grado di Sismicità" **S**, pari, rispettivamente, a 12, 9 e 6.

Il grado di sismicità consentiva di calcolare il "coefficiente d'intensità sismica **c**", con la semplice relazione:

$$c = (S - 2) / 100$$

Questo coefficiente rappresentava la massima accelerazione (espressa in termini di accelerazione di gravità "**g**": $c = (a/g) \text{ cm/sec}^2$) alla quale si vuole che i manufatti rispondano elasticamente (cfr tabella successiva).

Categoria	Sismicità	valore di A (g)	valore di S	Coeff. Sismico C
I.	Forte	0.35	12	0.10
II.	Moderata	0.25	9	0.07
III.	Bassa	0.15	6	0.04

Valori efficaci dell'accelerazione orizzontale massima (A) del terreno in base alla sismicità

La normativa suddetta, esprimeva lo spettro di risposta elastico del terreno attraverso

la relazione :

$$a_g = c \cdot I \cdot \beta \cdot \epsilon \cdot R$$

dove

- c** = coefficiente di intensità sismico
- I** = coefficiente di protezione sismica (variabile tra 1 ed 1.4)
- β** = coefficiente di struttura
- ε** = coefficiente di fondazione (variabile tra 1 ed 1.3)
- R** = coefficiente di risposta sismica

Le nuove norme tecniche (O.P.C.M. n. 3274), indicano **4** valori di accelerazioni orizzontali **ag/g** di ancoraggio dello spettro di risposta elastico; pertanto, il numero delle **zone** è fissato in **4**.

I Comuni in precedenza indicati come appartenenti alla **I, II e III** Categoria Sismica, devono essere intesi come rispettivamente appartenenti alle zone 1, 2 e 3.

Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema successivo:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni valore di a_g / g	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico valore di a_g / g
1	> 0.25	0.35
2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Ciascuna zona sismica viene contrassegnata da un valore del parametro **ag max**.

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di risposta elastico, il quale è costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato), moltiplicato per il valore dell'accelerazione massima **agS** (variabile tra **1.0** ed **1.35**) del terreno che caratterizza il sito.

L'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo.

Inoltre, tale Ordinanza propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante le cinque tipologie di suoli (più altri due speciali) descritte in precedenza, da individuare in relazione ai parametri di velocità delle **onde di taglio** mediate, sui primi 30 metri di terreno (**V_{s30}**).

Per le diverse categorie di sedime, il livello di sismicità di una specifica area viene caratterizzato attraverso il valore dell'accelerazione massima **agS** e vengono anche definiti i periodi **T_B** – **T_C** – **T_D** che individuano la forma della componente orizzontale e verticale dell'azione sismica.

Categoria suolo	S	T _B	T _C	T _D
A	1,00	0.15	0.40	2.0
B, C, E	1,25	0.15	0.50	2.0
D	1,35	0.20	0.80	2.0

Valori dei parametri dello spettro di risposta elastica della componente verticale

Categoria suolo	S	T _B	T _C	T _D
A, B, C, D, E	1,00	0.05	0.15	1.0

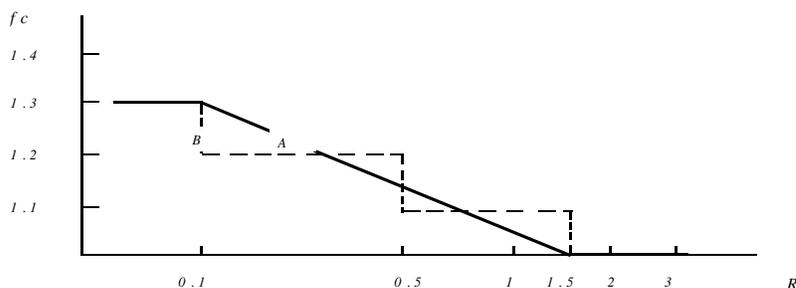
Valori dei parametri dello spettro di risposta elastica della componente orizzontale

La campagna d'indagine svolta per l'acquisizione dei dati permette la determinazione diretta delle onde di taglio, anche se nel nostro caso, inoltre, sono disponibili i sondaggi effettuati per la stesura del PRG comunale, e stendimenti sismici a rifrazione con determinazione della sola velocità delle onde di compressione; quindi si determinano sperimentalmente (per ognuna delle indagini di superficie e per i litotipi di interesse) tutte le relazioni che legano le onde di taglio con quelle di compressione attraverso:

1. misure dirette di V_S (da prove down-hole del PRG e quelle effettuate per l'adeguamento sismico commissionato);
2. misure indirette di V_S (mediante la V_P di indagini sismiche di superficie, previa conoscenza del Modulo di Poisson per gli strati investigati, ciò al fine di determinare la V_S);

Per la stesura della carta tematica, si è suddiviso il territorio comunale, in sottozone rappresentate da un parametro che, nella fattispecie risultava estremamente significativo per la normativa precedente (D.M. 11/01/96) che definiva le caratteristiche del terreno ai fini del rischio sismico, rappresentato dalla "rigidità" R , o "impedenza sismica".

In realtà viene qui proposta la relazione empirica tra la "rigidità sismica" R dei terreni superficiali, e il "coefficiente di intensità sismica" ϵ (di cui alla legge), o meglio, al suo fattore d'incremento f_c (Carrara E., Rapolla A., 1987). Sperimentalmente è stata stabilita una legge di dipendenza logaritmica tra f_c e R , il cui andamento è graficato in figura, dove le velocità sono espresse in km/s ed i pesi specifici in T/m^3 .



- **Figura 12** - A (linea continua): relazione empirica tra la rigidità sismica R e il fattore di incremento f_c del coefficiente d'intensità sismica c ; B (linea tratteggiata): intervalli di valori di rigidità per i quali sono applicabili i fattori f_c costanti. (Rapolla, Carrara, 1987).

Individuato il valore di f_c , il coefficiente d'intensità sismica c_c , che caratterizza ogni microzona è dato dal prodotto tra il fattore d'incremento f_c ed il coefficiente c , stabilito dalla legge per la relativa macrozona : $c_c = f_c c$.

In corrispondenza dei valori estremi di rigidità sismica, relativi ai terreni e alle rocce più comunemente ritrovati nella pratica, e cioè da un lato quelli considerabili come rigidi, per i quali R può assumere valori superiori a 1.5 ($V_s \geq 0.8$ Km/sec; $\gamma \geq 2.0$ T/m³) e dall'altro quelli estremamente sciolti, per i quali può aversi R minore di 0.2 ($V_s \geq 0.160$ Km/sec; $\gamma \leq 1.25$ T/m³).

Si possono considerare incrementi del coefficiente di intensità sismica c (ovvero delle azioni sismiche di progetto F), esprimibili attraverso un fattore moltiplicativo di incremento variabile fino ad un massimo del 30 % .

Tale limite corrisponde al massimo fattore di incremento del “coefficiente di fondazione” $\epsilon \equiv f_c$ che, come già detto, entra con il “coefficiente di intensità sismica” c , nella valutazione del “coefficiente sismico” K e che rappresentava l'unico parametro previsto dalla legge mediante il quale si poteva, in sede di microzonazione, caratterizzare il comportamento dei terreni sottoposti a sollecitazione sismica.

Accettando il valore massimo del 30% per l'incremento, la relazione tra la rigidità R ed il “coefficiente d'intensità sismica” c può essere linearizzata.

Pertanto, per valori di R inferiori a 0.2 si adotterà sempre il valore $f_c = 1.3$; mentre per valori di R superiori a 1.5 si adotterà sempre il valore $f_c = 1.0$.

La rigidità viene calcolata come media ponderata delle rigidità sismiche dei vari sismostrati costituenti lo spessore di terreno considerato :

$$R = V_s \gamma = \sum V_{s_i} \gamma_i h_i / \sum h_i$$

È da sottolineare che questa procedura, lega direttamente gli incrementi del “coefficiente di intensità sismica”, alla rigidità sismica, sperimentalmente determinata, relativa alle onde S , in considerazione del maggiore potenziale distruttivo di queste rispetto alle onde di P .

5.6 - Caratterizzazione sismica del substrato

Seguendo i criteri accennati nei paragrafi precedenti, il novero complessivo delle indagini effettuate in situ ed in laboratorio, è stato utilizzato per estrarne i valori stratigrafici, geotecnici e geosismici, per ciascuna verticale investigata e parametrizzata.

Essi sono stati associati a valori desunti dall'interazione dei risultati inerenti i parametri finali " V_{s30} ", la **categoria di Suolo**, il parametro "**R**", con il relativo fattore "**f_c**" associabile, ottenuti nei modi predetti, considerando una profondità degli strati investigati di **30.00 metri** a partire dalla quota di - **2.00** metri di profondità dal p.c. attuale.

Nella tabella indicata nella pagina successiva, si riportano i parametri suddetti discriminati tra vecchia e nuova normativa, per le prospezioni eseguite per il presente lavoro, ovvero le 5 sismiche in foro (down-hole) e le prospezioni sismiche di superficie denominate rispettivamente D1, D2, D3, D4 e D5, ed R1, R2, R3, R4 e R5.

Inoltre sono state considerate anche le linee sismiche di superficie effettuate in occasione del PRG locale denominate per il presente studio: L1, L2, L3, L4 e L5.

Le verticali analizzate ove non riferite ai punti di perforazione, sono virtualmente riferibili al punto medio di ciascuna delle linee sismiche dalle quali sono stati desunti i relativi parametri di calcolo.

In ultimo, si sono considerati i Down Hole del PRG locale, i quali sono stati approfonditi ai metri 10.00 dal piano di campagna. Pertanto questi ultimi verranno solo presi in considerazione per la sola definizione della Rigidità dei primi 10/12 metri.

I Down Hole furono effettuati nei fori di Sondaggio seguenti :

Sondaggio 01 = Down Hole 1; Sondaggio 07 = Down Hole 2;

Sondaggio 14 = Down Hole 3; Sondaggio 17 = Down Hole 4;

Sondaggio 20 = Down Hole 5;

Profilo sismico	Normativa : O.P.C.M. n°3274		Normativa : D.M. 16/01/1996	
	Categoria Suolo	Valore di Vs30	R (Rigidità sismica)	$\epsilon \equiv f_c$
D1	Suolo B	426 m/sec	0.546 Kg / m ² s	1.12
D2	Suolo B	403 m/sec	0.502 Kg / m ² s	1.13
D3	Suolo B	448 m/sec	0.592 Kg / m ² s	1.11
D4	Suolo B	413 m/sec	0.436 Kg / m ² s	1.14
D5	Suolo C	300 m/sec	0.349 Kg / m ² s	1.17
R1	Suolo C	292 m/sec	0.392 Kg / m ² s	1.15
R2	Suolo B	399 m/sec	0.588 Kg / m ² s	1.11
R3	Suolo B	422 m/sec	0.559 Kg / m ² s	1.11
R4	Suolo C	357 m/sec	0.441 Kg / m ² s	1.14
R5	Suolo B	459 m/sec	0.685 Kg / m ² s	1.09
L1	Suolo B	398 m/sec	0.467 Kg / m ² s	1.13
L2	Suolo B	407 m/sec	0.494 Kg / m ² s	1.13
L3	Suolo B	390 m/sec	0.742 Kg / m ² s	1.14
L4	Suolo B	419 m/sec	0.860 Kg / m ² s	1.12
L5	Suolo B	431 m/sec	0.885 Kg / m ² s	1.11
Dh 1	Suolo B	360 m/sec	0.719 Kg / m ² s	1.09
Dh 2	Suolo B	363 m/sec	0.671 Kg / m ² s	1.09
Dh 3	Suolo C	322 m/sec	0.595 Kg / m ² s	1.11
Dh 4	Suolo C	431 m/sec	0.712 Kg / m ² s	1.09
Dh 5	Suolo B	431 m/sec	0.622 Kg / m ² s	1.10

In allegato al presente studio, si riportano attraverso elaborati di sintesi, i parametri dinamici e statici di ognuna delle prospezioni sismiche analizzate.

La carta della **Microzonazione Sismica**, cui qui si rimanda, è stata costruita in modo da evidenziare la situazione emersa, in cui i punti del territorio comunale analizzati in chiave dinamica sono visualizzati essendo affetti ciascuno dai valori competenti di **R** ed **f_c**, associando ad essi i valori delle **Vs30** e della **categoria di suolo** di appartenenza (O.P.C.M. 3274).

6. - CONCLUSIONI

Con lo studio presentato il Comune di **Cancello Ed Arnone** (Ce) adegua la propria programmazione urbanistica al dettato delle norme di riferimento più volte citate, e più precisamente alle **nuove** norme in materia di prevenzione dal rischio sismico (**O.P.C.M. 3274**) e alla normativa regionale della **Legge 16/2004**.

Emerge una condizione geologica e sismica del territorio che, ovviamente confermata circa gli esiti cui a suo tempo pervennero il Dr. Geol. Giovanni Tavano ed il Dr. Geol. Egidio Grasso (estensori rispettivamente della relazione e della cartografia a corredo del P.R.G. e della campagna d'indagine geognostica), propone un modello geotecnico e sismico per il territorio comunale, formalizzato nel rispetto della nuova normativa di settore.

Come si è avuto modo di affermare, a prescindere dal rispetto di quanto stabilito da altre norme a salvaguardia dell'ambiente e del suo patrimonio, in questa sede si rimarca quanto segue:

- *La programmazione urbanistica territoriale esistente, nei suoi aspetti generali riportati nelle documentazioni del locale P.R.G., non confligge con le determinazioni del presente studio, risultando gli intenti e le previsioni di piano compatibili con le locali condizioni geologiche, idrogeologiche e sismiche;*
- *La particolare costituzione del sottosuolo, inerentemente la sua rigidità, compressibilità e potenzialità alla liquefazione in regime dinamico, impongono strumenti di attenta valutazione puntuale delle condizioni di sicurezza cui tendono le norme per le quali è stato svolto il presente studio;*

- *Per le considerazioni svolte nei precedenti punti appare opportuno corredare la singola progettazione, in modo preventivo, di valutazione geologica di fattibilità (a livello cioè di studio preliminare rispetto già al solo intento progettuale) la cui stesura indichi e confermi le conclusioni cui qui si è pervenuto e che valuti, puntualmente, l'entità dei parametri geotecnici e sismici che l'odierna normativa pone come base per una valutazione del rischio sismico e delle misure strutturali per una sua mitigazione .*

Tanto si doveva in evasione dell'incarico affidato.

Santa Maria Capua Vetere, gennaio 2006

I geologi incaricati

Dr. Lucio GIRARDI

Dr. Giuseppe Claudio GIRARDI

Certificato n.: 1

Data.: 17/01/05

PROVA PENETROMETRICA STATICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

CANTIERE: Canello Arnone (CE)

PENETROMETRO: Pagani tg 63-200 kn

COMUNE: Canello Arnone (CE)

LOCALITA': Via Resurrezione

PICCHETTO: 1

PROVA N.: 1

del: 17/01/05

INIZIO A ML: 0.60

FINE A ML: 30.00

Q. TA PIANO CAMPAGNA: 0.00

COMMENTI:

Tecnico:

Laboratorio:

Prova penetrometrica statica n.: 1

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	δ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	δ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	δ	Cu	Eed
60	11	55.7	0.0	0.55	28	960	8	< 5	0.0	0.33	20	1860	10	< 5	0.0	0.37	25
80	13	54.6	0.0	0.64	33	980	10	< 5	21.9	0.43	38	1880	10	< 5	18.6	0.37	25
100	16	56.3	0.0	0.79	40	1000	10	< 5	21.8	0.43	25	1900	10	< 5	0.0	0.37	25
120	17	54.0	0.0	0.84	43	1020	9	< 5	0.0	0.38	23	1920	11	< 5	19.0	0.42	28
140	11	35.4	0.0	0.54	28	1040	11	< 5	22.0	0.48	28	1940	10	< 5	0.0	0.36	25
160	8	21.2	0.0	0.39	20	1060	9	< 5	0.0	0.38	23	1960	11	< 5	0.0	0.41	28
180	17	44.3	32.9	0.84	64	1080	10	< 5	0.0	0.42	25	1980	17	< 5	21.0	0.71	43
200	12	29.8	0.0	0.59	30	1100	11	< 5	21.8	0.47	28	2000	12	< 5	0.0	0.46	30
220	12	27.5	0.0	0.58	30	1120	10	< 5	0.0	0.42	25	2020	12	< 5	0.0	0.46	30
240	15	33.1	30.8	0.73	56	1140	10	< 5	0.0	0.42	25	2040	13	< 5	19.5	0.51	33
260	11	20.5	0.0	0.53	28	1160	10	< 5	0.0	0.42	25	2060	13	< 5	19.5	0.51	33
280	15	29.3	30.1	0.73	56	1180	9	< 5	0.0	0.37	23	2080	12	< 5	0.0	0.45	30
300	17	32.0	30.4	0.83	64	1200	10	< 5	20.8	0.42	25	2100	20	< 5	0.0	0.85	50
320	18	32.4	30.3	0.88	45	1220	10	< 5	20.8	0.41	25	2120	10	< 5	18.0	0.35	25
340	40	58.4	0.0	1.98	100	1240	9	< 5	0.0	0.36	23	2140	16	< 5	0.0	0.65	40
360	182	>100	41.2	0.00	910	1260	10	< 5	20.6	0.41	25	2160	15	< 5	19.9	0.60	38
380	101	87.5	38.0	>4.0	253	1280	10	< 5	20.5	0.41	25	2180	15	< 5	0.0	0.60	38
400	15	20.8	0.0	0.72	38	1300	10	< 5	20.5	0.41	25	2200	15	< 5	0.0	0.60	38
420	20	29.5	0.0	0.97	50	1320	12	< 5	21.3	0.51	30	2220	12	< 5	0.0	0.44	30
440	26	37.4	30.6	1.27	65	1340	12	< 5	0.0	0.51	30	2240	12	< 5	0.0	0.44	30
460	19	25.5	0.0	0.92	48	1360	10	< 5	0.0	0.40	25	2260	17	< 5	20.3	0.69	43
480	21	27.9	29.1	1.02	53	1380	10	< 5	0.0	0.40	25	2280	11	< 5	0.0	0.39	28
500	20	25.3	28.6	0.97	50	1400	11	< 5	0.0	0.45	28	2300	12	< 5	0.0	0.44	30
520	18	20.7	27.9	0.86	45	1420	11	< 5	20.5	0.45	28	2320	11	< 5	0.0	0.39	28
540	10	< 5	0.0	0.46	25	1440	10	< 5	0.0	0.40	25	2340	11	< 5	0.0	0.39	28
560	10	< 5	24.6	0.46	25	1460	11	< 5	20.3	0.45	28	2360	22	< 5	0.0	0.93	55
580	14	9.5	26.1	0.66	53	1480	10	< 5	0.0	0.40	25	2380	23	< 5	0.0	0.98	58
600	12	< 5	25.2	0.56	30	1500	10	< 5	19.7	0.40	25	2400	20	< 5	20.8	0.83	50
620	35	39.3	30.3	1.71	131	1520	8	< 5	0.0	0.29	20	2420	12	< 5	0.0	0.43	30
640	23	24.1	28.1	1.11	86	1540	10	< 5	19.6	0.39	25	2440	14	< 5	19.0	0.53	35
660	12	< 5	0.0	0.55	30	1560	10	< 5	19.5	0.39	25	2460	24	< 5	21.6	1.03	90
680	17	12.3	26.3	0.80	64	1580	10	< 5	19.5	0.39	25	2480	25	< 5	0.0	1.08	63
700	17	11.6	26.2	0.80	43	1600	12	< 5	20.3	0.49	30	2500	24	< 5	0.0	1.03	60
720	16	8.8	0.0	0.75	40	1620	11	< 5	0.0	0.44	28	2520	26	< 5	21.9	1.12	65
740	18	12.2	26.2	0.85	45	1640	9	< 5	0.0	0.34	23	2540	28	< 5	22.2	1.22	70
760	19	13.4	26.3	0.90	48	1660	11	< 5	0.0	0.43	28	2560	26	< 5	21.8	1.12	65
780	18	11.0	0.0	0.85	45	1680	10	< 5	0.0	0.38	25	2580	29	< 5	22.3	1.27	73
800	16	6.3	0.0	0.74	40	1700	10	< 5	0.0	0.38	25	2600	29	< 5	0.0	1.27	73
820	12	< 5	0.0	0.54	30	1720	19	< 5	22.2	0.83	48	2620	28	< 5	0.0	1.22	70
840	13	< 5	23.9	0.59	33	1740	13	< 5	0.0	0.53	33	2640	27	< 5	0.0	1.17	68
860	13	< 5	0.0	0.59	33	1760	14	< 5	20.6	0.58	35	2660	16	< 5	19.2	0.61	40
880	15	< 5	24.4	0.69	38	1780	13	< 5	0.0	0.53	33	2680	25	< 5	0.0	1.06	63
900	12	< 5	0.0	0.54	30	1800	10	< 5	0.0	0.37	25	2700	25	< 5	0.0	1.06	63
920	9	< 5	0.0	0.39	23	1820	10	< 5	0.0	0.37	25	2720	14	< 5	0.0	0.51	35
940	9	< 5	21.5	0.38	23	1840	10	< 5	0.0	0.37	25	2740	28	< 5	0.0	1.21	70

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

Cu = coesione non drenata [kg/cmq]

D.R. = densità relativa [%]

δ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 1

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed
2760	27	< 5	0.0	1.16	68												
2780	26	< 5	0.0	1.11	65												
2800	27	< 5	0.0	1.15	68												
2820	25	< 5	0.0	1.05	63												
2840	27	< 5	0.0	1.15	68												
2860	30	< 5	0.0	1.30	75												
2880	33	< 5	0.0	1.45	83												
2900	29	< 5	0.0	1.25	73												
2920	27	< 5	0.0	1.15	68												
2940	29	< 5	0.0	1.24	73												
2960	28	< 5	0.0	1.19	70												
2980	28	< 5	0.0	1.19	70												
3000	30	< 5	0.0	1.29	75												

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cm²]

Cu = coesione non drenata [kg/cm²]

D.R. = densità relativa [%]

ϕ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cm²]

Prova penetrometrica statica n.: 1

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
60	11	-0.40	-27.50	5	960	8	0.47	17.14	15	1860	10	0.53	18.75	18
80	13	1.07	12.19	29	980	10	0.33	30.00	15	1880	10	0.47	21.43	17
100	16	1.53	10.43	39	1000	10	0.47	21.43	17	1900	10	0.60	16.67	19
120	17	1.20	14.17	35	1020	9	0.47	19.29	16	1920	11	0.40	27.50	17
140	11	1.40	7.86	32	1040	11	0.40	27.50	17	1940	10	0.53	18.75	18
160	8	1.07	7.50	24	1060	9	0.53	16.88	17	1960	11	0.73	15.00	22
180	17	0.53	31.88	25	1080	10	0.53	18.75	18	1980	17	0.73	23.18	28
200	12	0.73	16.36	23	1100	11	0.40	27.50	17	2000	12	1.07	11.25	28
220	12	0.93	12.86	26	1120	10	0.53	18.75	18	2020	12	0.67	18.00	22
240	15	0.47	32.14	22	1140	10	0.53	18.75	18	2040	13	0.53	24.38	21
260	11	0.73	15.00	22	1160	10	0.60	16.67	19	2060	13	0.60	21.67	22
280	15	0.47	32.14	22	1180	9	0.60	15.00	18	2080	12	0.73	16.36	23
300	17	0.53	31.88	25	1200	10	0.40	25.00	16	2100	20	1.00	20.00	35
320	18	0.73	24.55	29	1220	10	0.40	25.00	16	2120	10	0.47	21.43	17
340	40	2.40	16.67	76	1240	9	0.60	15.00	18	2140	16	0.80	20.00	28
360	182	2.40	75.83	218	1260	10	0.47	21.43	17	2160	15	0.67	22.50	25
380	101	3.93	25.68	160	1280	10	0.40	25.00	16	2180	15	1.20	12.50	33
400	15	6.80	2.21	117	1300	10	0.47	21.43	17	2200	15	0.87	17.31	28
420	20	1.00	20.00	35	1320	12	0.47	25.71	19	2220	12	1.13	10.59	29
440	26	1.27	20.53	45	1340	12	0.60	20.00	21	2240	12	0.67	18.00	22
460	19	1.20	15.83	37	1360	10	0.60	16.67	19	2260	17	0.60	28.33	26
480	21	0.93	22.50	35	1380	10	0.53	18.75	18	2280	11	0.93	11.79	25
500	20	0.87	23.08	33	1400	11	1.00	11.00	26	2300	12	0.67	18.00	22
520	18	0.80	22.50	30	1420	11	0.53	20.63	19	2320	11	0.73	15.00	22
540	10	0.80	12.50	22	1440	10	0.53	18.75	18	2340	11	0.73	15.00	22
560	10	0.47	21.43	17	1460	11	0.53	20.63	19	2360	22	1.20	18.33	40
580	14	0.40	35.00	20	1480	10	0.67	15.00	20	2380	23	1.40	16.43	44
600	12	0.53	22.50	20	1500	10	0.40	25.00	16	2400	20	0.73	27.27	31
620	35	0.87	40.38	48	1520	8	0.67	12.00	18	2420	12	0.87	13.85	25
640	23	0.53	43.13	31	1540	10	0.40	25.00	16	2440	14	0.67	21.00	24
660	12	0.87	13.85	25	1560	10	0.40	25.00	16	2460	24	0.80	30.00	36
680	17	0.40	42.50	23	1580	10	0.40	25.00	16	2480	25	1.47	17.05	47
700	17	0.80	21.25	29	1600	12	0.53	22.50	20	2500	24	1.73	13.85	50
720	16	0.87	18.46	29	1620	11	0.67	16.50	21	2520	26	1.27	20.53	45
740	18	0.80	22.50	30	1640	9	0.67	13.50	19	2540	28	1.27	22.11	47
760	19	0.87	21.92	32	1660	11	0.73	15.00	22	2560	26	1.20	21.67	44
780	18	1.00	18.00	33	1680	10	0.80	12.50	22	2580	29	1.20	24.17	47
800	16	0.87	18.46	29	1700	10	0.67	15.00	20	2600	29	2.40	12.08	65
820	12	0.87	13.85	25	1720	19	0.73	25.91	30	2620	28	1.87	15.00	56
840	13	0.60	21.67	22	1740	13	0.93	13.93	27	2640	27	1.80	15.00	54
860	13	0.67	19.50	23	1760	14	0.53	26.25	22	2660	16	0.60	26.67	25
880	15	0.73	20.45	26	1780	13	0.73	17.73	24	2680	25	2.47	10.14	62
900	12	0.73	16.36	23	1800	10	0.87	11.54	23	2700	25	2.33	10.71	60
920	9	0.53	16.88	17	1820	10	0.67	15.00	20	2720	14	4.73	2.96	85
940	9	0.40	22.50	15	1840	10	0.60	16.67	19	2740	28	1.93	14.48	57

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 1

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
2760	27	2.20	12.27	60										
2780	26	1.40	18.57	47										
2800	27	3.40	7.94	78										
2820	25	1.93	12.93	54										
2840	27	2.20	12.27	60										
2860	30	3.00	10.00	75										
2880	33	1.80	18.33	60										
2900	29	2.00	14.50	59										
2920	27	1.93	13.97	56										
2940	29	1.93	15.00	58										
2960	28	1.93	14.48	57										
2980	28	1.93	14.48	57										
3000	30	2.07	14.52	61										

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 1

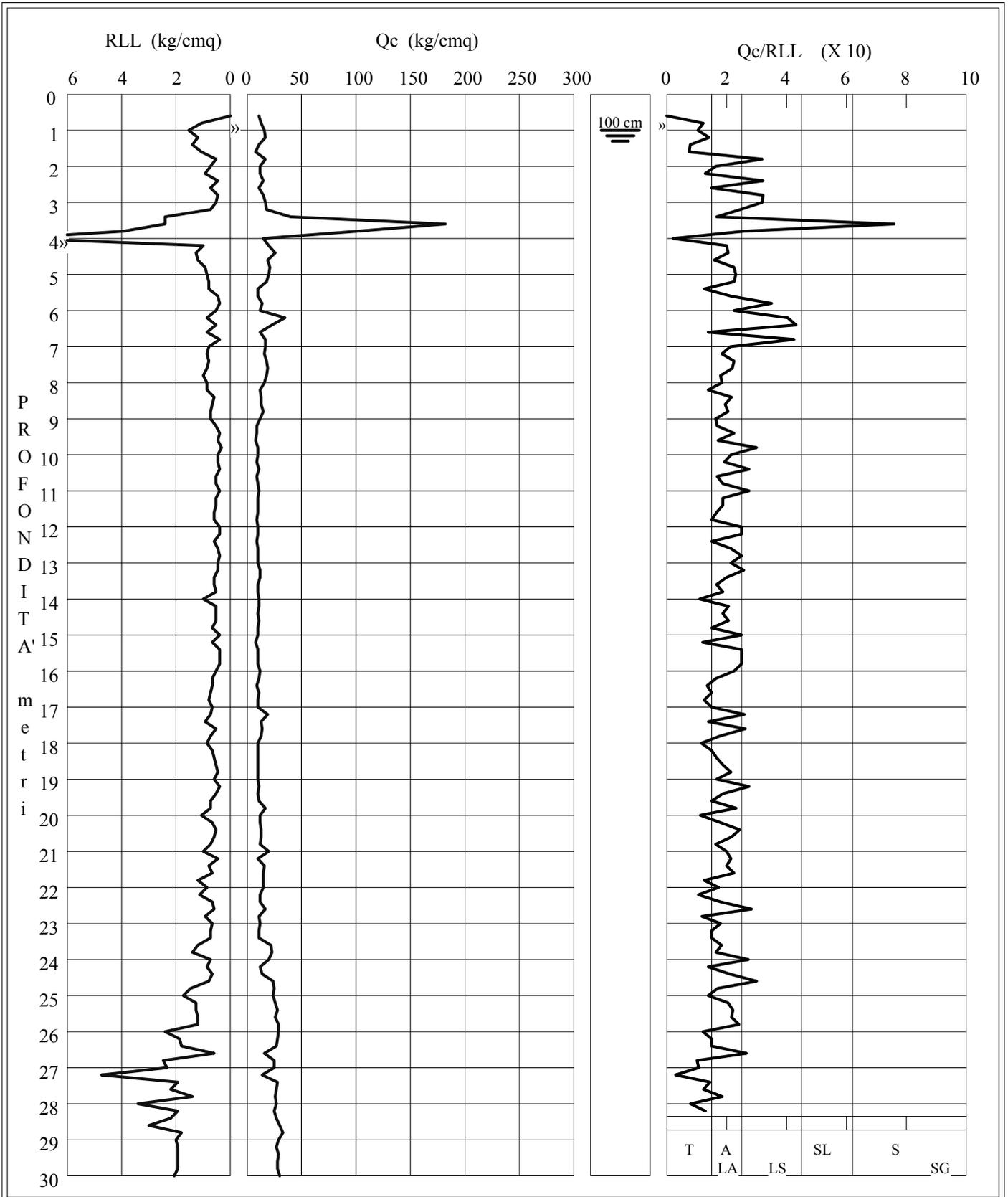
Picchetto n.: 1 - Prova n.: 1

Cantiere: Canello Arnone (CE)

Committente: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

Certif. n.: 1

del 17/01/05



LITOLOGIA: T=Torbe

A=Argille

SL=Sabbie Limose

S = Sabbie

LA=Limi Argillosi

LS=Limi Sabbiosi

SG = Sabbie e Ghiaie

AG = Copertura Superficiale

Certificato n.: 2

Data.: 17/01/05

PROVA PENETROMETRICA STATICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

CANTIERE: Canello Arnone (CE)

PENETROMETRO: Pagani tg 63-200 kn

COMUNE: Canello Arnone (CE)

LOCALITA': Grotticelle

PICCHETTO: 2

PROVA N.: 2

del: 17/01/05

INIZIO A ML: 0.60

FINE A ML: 29.60

Q. TA PIANO CAMPAGNA: 0.00

COMMENTI:

Tecnico:

Laboratorio:

Prova penetrometrica statica n.: 2

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed
60	13	61.5	0.0	0.00	33	960	11	< 5	22.4	0.00	28	1860	33	10.9	24.6	0.00	165
80	14	57.1	35.9	0.00	70	980	11	< 5	22.3	0.00	28	1880	41	18.1	25.6	0.00	205
100	20	64.0	36.6	0.00	50	1000	12	< 5	22.7	0.00	30	1900	39	16.1	0.0	0.00	98
120	21	61.3	0.0	0.00	53	1020	10	< 5	21.7	0.00	25	1920	61	31.2	27.5	0.00	305
140	24	62.2	35.8	0.00	60	1040	10	< 5	21.6	0.00	25	1940	67	34.2	27.9	0.00	335
160	13	37.9	0.0	0.00	33	1060	9	< 5	0.0	0.00	23	1960	65	32.9	27.7	0.00	325
180	18	46.2	33.2	0.00	90	1080	9	< 5	20.8	0.00	23	1980	67	33.7	27.8	0.00	335
200	15	37.4	31.7	0.00	56	1100	9	< 5	20.8	0.00	34	2000	68	34.0	27.8	0.00	340
220	9	17.6	0.0	0.00	23	1120	12	< 5	22.1	0.00	45	2020	40	15.5	25.1	0.00	100
240	13	28.1	30.1	0.00	65	1140	12	< 5	22.0	0.00	45	2040	51	23.6	26.3	0.00	255
260	18	37.4	31.3	0.00	68	1160	14	< 5	22.7	0.00	70	2060	49	22.0	26.0	0.00	245
280	13	24.4	29.4	0.00	33	1180	10	< 5	0.0	0.00	25	2080	47	20.4	25.8	0.00	235
300	16	29.9	30.1	0.00	60	1200	9	< 5	0.0	0.00	23	2100	61	29.1	27.0	0.00	305
320	20	36.0	30.8	0.00	50	1220	11	< 5	0.0	0.00	28	2120	50	22.0	26.0	0.00	188
340	8	< 5	26.0	0.00	30	1240	11	< 5	0.0	0.00	28	2140	47	19.7	25.7	0.00	235
360	9	5.7	0.0	0.00	23	1260	13	< 5	21.9	0.00	33	2160	69	32.6	27.5	0.00	345
380	12	14.3	0.0	0.00	30	1280	12	< 5	21.4	0.00	30	2180	78	36.6	28.1	0.00	390
400	9	< 5	25.8	0.00	23	1300	11	< 5	0.0	0.00	28	2200	77	36.0	28.0	0.00	385
420	15	19.6	0.0	0.00	38	1320	12	< 5	0.0	0.00	30	2220	71	33.0	27.5	0.00	355
440	14	16.1	0.0	0.00	35	1340	10	< 5	0.0	0.00	25	2240	68	31.3	27.3	0.00	255
460	13	12.5	26.9	0.00	33	1360	12	< 5	0.0	0.00	30	2260	95	42.5	0.0	0.00	238
480	13	11.5	0.0	0.00	33	1380	11	< 5	20.6	0.00	41	2280	95	42.3	28.8	0.00	475
500	11	< 5	0.0	0.00	28	1400	10	< 5	20.1	0.00	25	2300	78	35.3	27.8	0.00	390
520	14	12.1	26.7	0.00	53	1420	11	< 5	20.5	0.00	28	2320	77	34.7	27.7	0.00	385
540	16	15.8	0.0	0.00	40	1440	9	< 5	0.0	0.00	23	2340	81	36.2	27.9	0.00	405
560	20	22.6	28.1	0.00	75	1460	10	< 5	19.9	0.00	38	2360	86	38.1	28.2	0.00	430
580	16	14.0	26.8	0.00	40	1480	12	< 5	20.7	0.00	30	2380	79	35.0	27.7	0.00	296
600	15	11.0	26.3	0.00	38	1500	13	< 5	21.0	0.00	33	2400	76	33.4	27.5	0.00	380
620	7	< 5	0.0	0.00	18	1520	14	< 5	21.3	0.00	35	2420	98	42.0	28.7	0.00	490
640	12	< 5	24.9	0.00	45	1540	13	< 5	0.0	0.00	33	2440	97	41.4	28.6	0.00	485
660	9	< 5	0.0	0.00	23	1560	8	< 5	0.0	0.00	20	2460	92	39.4	28.3	0.00	460
680	9	< 5	0.0	0.00	23	1580	15	< 5	21.5	0.00	38	2480	109	45.0	29.1	0.00	545
700	9	< 5	0.0	0.00	23	1600	26	6.3	0.0	0.00	65	2500	104	43.2	28.8	0.00	520
720	10	< 5	23.4	0.00	38	1620	38	19.1	26.0	0.00	95	2520	111	45.3	29.1	0.00	555
740	10	< 5	23.2	0.00	38	1640	25	< 5	23.8	0.00	63	2540	98	40.8	28.4	0.00	490
760	9	< 5	22.6	0.00	23	1660	16	< 5	0.0	0.00	40	2560	89	37.3	27.9	0.00	445
780	8	< 5	21.9	0.00	30	1680	21	< 5	22.9	0.00	53	2580	96	39.7	28.3	0.00	480
800	11	< 5	23.3	0.00	55	1700	20	< 5	22.6	0.00	75	2600	104	42.3	28.6	0.00	390
820	12	< 5	0.0	0.00	30	1720	18	< 5	22.0	0.00	68	2620	97	39.7	28.2	0.00	485
840	11	< 5	23.1	0.00	28	1740	21	< 5	22.7	0.00	79	2640	101	40.9	28.4	0.00	505
860	9	< 5	0.0	0.00	23	1760	17	< 5	0.0	0.00	43	2660	101	40.7	28.4	0.00	505
880	9	< 5	0.0	0.00	23	1780	18	< 5	21.8	0.00	45	2680	109	43.2	28.7	0.00	409
900	11	< 5	22.7	0.00	41	1800	20	< 5	22.3	0.00	50	2700	110	43.3	28.7	0.00	550
920	13	< 5	23.5	0.00	49	1820	20	< 5	22.2	0.00	75	2720	107	42.2	28.5	0.00	535
940	12	< 5	0.0	0.00	30	1840	31	9.0	24.3	0.00	155	2740	122	46.5	29.2	0.00	610

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cm²]

Cu = coesione non drenata [kg/cm²]

D.R. = densità relativa [%]

θ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cm²]

Prova penetrometrica statica n.: 2

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed
2760	121	46.0	29.1	0.00	454												
2780	120	45.6	29.0	0.00	450												
2800	109	42.1	28.5	0.00	409												
2820	110	42.3	28.5	0.00	550												
2840	113	43.0	28.6	0.00	565												
2860	119	44.6	28.8	0.00	595												
2880	115	43.3	28.6	0.00	575												
2900	131	47.6	29.2	0.00	491												
2920	127	46.3	29.0	0.00	318												
2940	125	45.6	28.9	0.00	625												
2960	122	44.6	28.8	0.00	610												

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

Cu = coesione non drenata [kg/cmq]

D.R. = densità relativa [%]

ϕ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 2

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
60	13	1.60	8.13	37	960	11	0.47	23.57	18	1860	33	0.60	55.00	42
80	14	0.13	105.00	16	980	11	0.40	27.50	17	1880	41	0.67	61.50	51
100	20	0.80	25.00	32	1000	12	0.47	25.71	19	1900	39	2.07	18.87	70
120	21	1.13	18.53	38	1020	10	0.40	25.00	16	1920	61	0.80	76.25	73
140	24	1.00	24.00	39	1040	10	0.47	21.43	17	1940	67	0.47	143.57	74
160	13	1.60	8.13	37	1060	9	0.60	15.00	18	1960	65	0.67	97.50	75
180	18	0.27	67.50	22	1080	9	0.40	22.50	15	1980	67	0.27	251.25	71
200	15	0.40	37.50	21	1100	9	0.27	33.75	13	2000	68	0.20	340.00	71
220	9	0.67	13.50	19	1120	12	0.40	30.00	18	2020	40	1.60	25.00	64
240	13	0.20	65.00	16	1140	12	0.27	45.00	16	2040	51	0.40	127.50	57
260	18	0.40	45.00	24	1160	14	0.13	105.00	16	2060	49	0.47	105.00	56
280	13	0.60	21.67	22	1180	10	0.73	13.64	21	2080	47	0.60	78.33	56
300	16	0.47	34.29	23	1200	9	0.67	13.50	19	2100	61	0.53	114.38	69
320	20	0.73	27.27	31	1220	11	0.60	18.33	20	2120	50	1.20	41.67	68
340	8	0.27	30.00	12	1240	11	0.60	18.33	20	2140	47	0.60	78.33	56
360	9	0.67	13.50	19	1260	13	0.60	21.67	22	2160	69	0.60	115.00	78
380	12	0.67	18.00	22	1280	12	0.53	22.50	20	2180	78	1.07	73.13	94
400	9	0.40	22.50	15	1300	11	0.87	12.69	24	2200	77	0.80	96.25	89
420	15	0.87	17.31	28	1320	12	0.60	20.00	21	2220	71	1.13	62.65	88
440	14	0.73	19.09	25	1340	10	0.73	13.64	21	2240	68	1.67	40.80	93
460	13	0.60	21.67	22	1360	12	0.67	18.00	22	2260	95	5.47	17.38	177
480	13	1.07	12.19	29	1380	11	0.27	41.25	15	2280	95	1.60	59.38	119
500	11	0.73	15.00	22	1400	10	0.40	25.00	16	2300	78	1.07	73.13	94
520	14	0.40	35.00	20	1420	11	0.53	20.63	19	2320	77	0.73	105.00	88
540	16	1.20	13.33	34	1440	9	0.47	19.29	16	2340	81	1.07	75.94	97
560	20	0.53	37.50	28	1460	10	0.27	37.50	14	2360	86	0.33	258.00	91
580	16	0.73	21.82	27	1480	12	0.47	25.71	19	2380	79	2.00	39.50	109
600	15	0.67	22.50	25	1500	13	0.53	24.38	21	2400	76	1.07	71.25	92
620	7	0.60	11.67	16	1520	14	0.53	26.25	22	2420	98	1.13	86.47	115
640	12	0.27	45.00	16	1540	13	0.67	19.50	23	2440	97	1.07	90.94	113
660	9	0.47	19.29	16	1560	8	0.47	17.14	15	2460	92	1.13	81.18	109
680	9	0.47	19.29	16	1580	15	0.53	28.13	23	2480	109	1.47	74.32	131
700	9	0.53	16.88	17	1600	26	1.40	18.57	47	2500	104	1.07	97.50	120
720	10	0.27	37.50	14	1620	38	1.47	25.91	60	2520	111	2.27	48.97	145
740	10	0.33	30.00	15	1640	25	1.00	25.00	40	2540	98	0.73	133.64	109
760	9	0.33	27.00	14	1660	16	1.20	13.33	34	2560	89	1.00	89.00	104
780	8	0.20	40.00	11	1680	21	0.73	28.64	32	2580	96	1.27	75.79	115
800	11	0.13	82.50	13	1700	20	0.53	37.50	28	2600	104	2.47	42.16	141
820	12	0.67	18.00	22	1720	18	0.60	30.00	27	2620	97	1.13	85.59	114
840	11	0.40	27.50	17	1740	21	0.67	31.50	31	2640	101	1.60	63.13	125
860	9	0.53	16.88	17	1760	17	0.93	18.21	31	2660	101	2.20	45.91	134
880	9	0.60	15.00	18	1780	18	0.67	27.00	28	2680	109	2.53	43.03	147
900	11	0.33	33.00	16	1800	20	0.73	27.27	31	2700	110	0.87	126.92	123
920	13	0.40	32.50	19	1820	20	0.53	37.50	28	2720	107	1.40	76.43	128
940	12	0.60	20.00	21	1840	31	0.60	51.67	40	2740	122	2.40	50.83	158

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 2

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
2760	121	3.73	32.41	177										
2780	120	3.53	33.96	173										
2800	109	3.13	34.79	156										
2820	110	2.27	48.53	144										
2840	113	1.00	113.00	128										
2860	119	1.20	99.17	137										
2880	115	1.13	101.47	132										
2900	131	3.80	34.47	188										
2920	127	4.27	29.77	191										
2940	125	2.73	45.73	166										
2960	122	1.80	67.78	149										

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 2

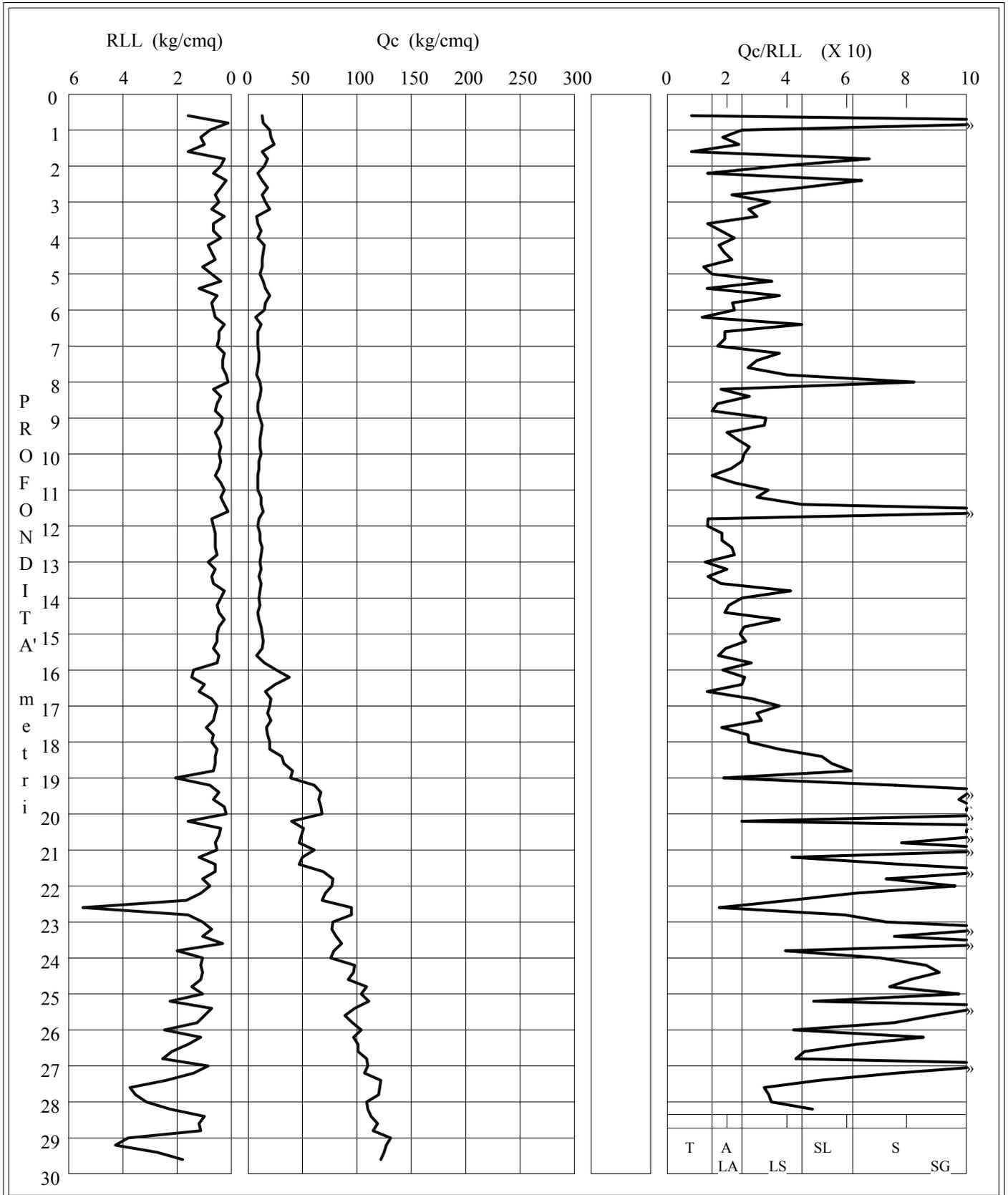
Picchetto n.: 2 - Prova n.: 2

Cantiere: Cancellò Arnone (CE)

Committente: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

Certif. n.: 2

del 17/01/05



LITOLOGIA: T=Torbe

LA=Limi Argillosi

A=Argille

LS=Limi Sabbiosi

SL=Sabbie Limose

SG = Sabbie e Ghiaie

S = Sabbie

AG = Copertura Superficiale

Certificato n.: 3

Data.: 17/01/05

PROVA PENETROMETRICA STATICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

CANTIERE: Canello Arnone (CE)

PENETROMETRO: Pagani tg 63-200 kn

COMUNE: Canello Arnone (CE)

LOCALITA': Via Diaz

PICCHETTO: 3

PROVA N.: 3

del: 17/01/05

INIZIO A ML: 0.60

FINE A ML: 30.00

Q. TA PIANO CAMPAGNA: 0.00

COMMENTI:

Tecnico:

Laboratorio:

Prova penetrometrica statica n.: 3

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	ø	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ø	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ø	Cu	Eed
60	10	52.5	0.0	0.50	25	960	8	< 5	0.0	0.33	20	1860	61	32.0	27.6	0.00	305
80	14	57.1	0.0	0.69	35	980	10	< 5	21.9	0.43	38	1880	66	34.5	28.0	0.00	330
100	11	43.5	0.0	0.54	28	1000	8	< 5	20.6	0.33	30	1900	67	34.7	28.0	0.00	335
120	11	39.1	0.0	0.54	28	1020	6	< 5	0.0	0.23	15	1920	77	39.2	28.6	0.00	385
140	12	38.3	0.0	0.59	30	1040	6	< 5	19.0	0.23	15	1940	87	43.2	29.2	0.00	435
160	10	28.9	0.0	0.49	25	1060	8	< 5	20.4	0.33	30	1960	93	45.2	29.5	0.00	465
180	15	40.0	0.0	0.74	38	1080	11	< 5	21.8	0.47	41	1980	98	46.8	29.7	0.00	490
200	13	32.5	0.0	0.64	33	1100	9	< 5	20.8	0.37	23	2000	89	43.2	29.2	0.00	445
220	12	27.5	0.0	0.58	30	1120	8	< 5	0.0	0.32	20	2020	110	50.3	30.2	0.00	550
240	13	28.1	0.0	0.63	33	1140	9	< 5	0.0	0.37	23	2040	89	42.8	29.1	0.00	445
260	13	26.2	0.0	0.63	33	1160	10	< 5	0.0	0.42	25	2060	92	43.7	29.2	0.00	460
280	12	21.7	0.0	0.58	30	1180	11	< 5	21.4	0.47	28	2080	109	49.3	30.0	0.00	545
300	14	25.3	29.4	0.68	35	1200	9	< 5	0.0	0.37	23	2100	130	55.1	30.8	0.00	650
320	15	26.1	29.4	0.73	38	1220	10	< 5	20.8	0.41	25	2120	85	40.3	28.6	0.00	425
340	20	34.6	0.0	0.98	50	1240	11	< 5	0.0	0.46	28	2140	81	38.4	28.4	0.00	405
360	41	57.8	33.8	0.00	205	1260	12	< 5	0.0	0.51	30	2160	112	49.3	29.9	0.00	560
380	42	57.4	33.7	2.07	158	1280	14	< 5	22.2	0.61	35	2180	90	41.5	28.8	0.00	450
400	15	20.8	0.0	0.72	38	1300	12	< 5	0.0	0.51	30	2200	105	46.6	29.5	0.00	525
420	21	31.2	29.7	1.02	79	1320	12	< 5	0.0	0.51	30	2220	87	39.9	28.5	0.00	435
440	20	28.4	29.3	0.97	75	1340	13	< 5	21.6	0.56	33	2240	65	29.7	27.0	3.09	325
460	19	25.5	28.8	0.92	48	1360	12	< 5	21.1	0.50	30	2260	78	35.8	27.9	0.00	390
480	21	27.9	0.0	1.02	53	1380	12	< 5	21.1	0.50	45	2280	72	32.8	27.5	0.00	360
500	23	30.1	0.0	1.12	58	1400	9	< 5	19.6	0.35	23	2300	97	42.8	28.9	0.00	485
520	21	26.0	0.0	1.01	53	1420	10	< 5	20.0	0.40	38	2320	107	46.0	29.3	>4.0	401
540	20	23.4	0.0	0.96	50	1440	11	< 5	20.4	0.45	41	2340	87	38.7	28.3	0.00	435
560	20	22.6	0.0	0.96	50	1460	11	< 5	20.3	0.45	41	2360	89	39.3	28.3	>4.0	334
580	21	23.4	0.0	1.01	53	1480	11	< 5	20.3	0.45	28	2380	96	41.7	28.7	0.00	480
600	20	20.9	0.0	0.96	50	1500	12	< 5	20.6	0.50	45	2400	83	36.5	27.9	3.98	311
620	20	20.1	0.0	0.96	50	1520	12	< 5	20.6	0.49	45	2420	63	26.8	26.5	2.98	315
640	19	17.6	0.0	0.91	48	1540	12	< 5	20.5	0.49	45	2440	107	44.8	29.1	0.00	535
660	17	13.0	0.0	0.80	43	1560	14	< 5	21.2	0.59	35	2460	99	41.9	28.7	0.00	495
680	12	< 5	0.0	0.55	30	1580	18	< 5	0.0	0.79	45	2480	127	50.3	29.9	0.00	635
700	10	< 5	23.5	0.45	25	1600	89	48.6	30.3	0.00	445	2500	82	35.1	27.6	3.93	308
720	12	< 5	24.3	0.55	45	1620	14	< 5	0.0	0.59	35	2520	52	19.2	25.3	2.42	130
740	12	< 5	24.1	0.55	45	1640	19	< 5	22.5	0.84	48	2540	108	44.1	28.9	0.00	540
760	14	< 5	24.8	0.65	53	1660	20	< 5	22.7	0.00	100	2560	101	41.6	28.6	0.00	505
780	19	12.8	26.2	0.00	95	1680	18	< 5	22.1	0.78	45	2580	107	43.4	28.8	0.00	535
800	14	< 5	24.5	0.64	53	1700	13	< 5	0.0	0.53	33	2600	99	40.6	28.4	0.00	495
820	10	< 5	22.7	0.44	38	1720	30	9.5	24.5	1.38	113	2620	98	40.1	28.3	0.00	490
840	10	< 5	22.6	0.44	38	1740	47	24.6	26.7	0.00	235	2640	102	41.2	28.5	0.00	510
860	7	< 5	20.7	0.29	18	1760	79	42.2	29.2	0.00	395	2660	109	43.3	28.7	0.00	545
880	6	< 5	0.0	0.24	15	1780	93	47.5	30.0	0.00	465	2680	104	41.5	28.5	0.00	520
900	6	< 5	0.0	0.24	15	1800	71	38.0	28.6	0.00	355	2700	97	39.0	28.1	0.00	485
920	6	< 5	0.0	0.24	15	1820	54	28.3	27.1	0.00	270	2720	98	39.1	28.1	0.00	490
940	7	< 5	20.3	0.28	18	1840	66	35.0	28.1	0.00	330	2740	103	40.7	28.3	0.00	515

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cm²]

Cu = coesione non drenata [kg/cm²]

D.R. = densità relativa [%]

ø = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cm²]

Prova penetrometrica statica n.: 3

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed
2760	112	43.4	28.7	0.00	560												
2780	108	42.0	28.5	0.00	540												
2800	111	42.7	28.6	>4.0	555												
2820	109	41.9	28.5	>4.0	409												
2840	99	38.5	27.9	0.00	495												
2860	101	39.0	28.0	0.00	505												
2880	108	41.1	28.3	0.00	540												
2900	97	37.3	27.7	0.00	485												
2920	98	37.4	27.8	0.00	490												
2940	106	40.0	28.1	0.00	530												
2960	110	41.1	28.3	0.00	550												
2980	114	42.2	28.4	0.00	570												
3000	109	40.4	28.2	0.00	545												

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cm²]

Cu = coesione non drenata [kg/cm²]

D.R. = densità relativa [%]

ϕ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cm²]

Prova penetrometrica statica n.: 3

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
60	10	0.73	13.64	21	960	8	0.47	17.14	15	1860	61	0.53	114.38	69
80	14	1.07	13.13	30	980	10	0.33	30.00	15	1880	66	0.53	123.75	74
100	11	1.13	9.71	28	1000	8	0.27	30.00	12	1900	67	0.93	71.79	81
120	11	1.07	10.31	27	1020	6	0.33	18.00	11	1920	77	0.80	96.25	89
140	12	0.87	13.85	25	1040	6	0.27	22.50	10	1940	87	0.47	186.43	94
160	10	1.07	9.38	26	1060	8	0.27	30.00	12	1960	93	0.60	155.00	102
180	15	0.93	16.07	29	1080	11	0.27	41.25	15	1980	98	0.73	133.64	109
200	13	1.00	13.00	28	1100	9	0.40	22.50	15	2000	89	1.00	89.00	104
220	12	0.93	12.86	26	1120	8	0.40	20.00	14	2020	110	0.93	117.86	124
240	13	0.80	16.25	25	1140	9	0.47	19.29	16	2040	89	1.00	89.00	104
260	13	0.80	16.25	25	1160	10	0.53	18.75	18	2060	92	1.40	65.71	113
280	12	0.73	16.36	23	1180	11	0.53	20.63	19	2080	109	0.73	148.64	120
300	14	0.67	21.00	24	1200	9	0.53	16.88	17	2100	130	0.73	177.27	141
320	15	0.67	22.50	25	1220	10	0.47	21.43	17	2120	85	1.20	70.83	103
340	20	1.13	17.65	37	1240	11	0.60	18.33	20	2140	81	1.20	67.50	99
360	41	0.40	102.50	47	1260	12	0.60	20.00	21	2160	112	0.67	168.00	122
380	42	1.40	30.00	63	1280	14	0.53	26.25	22	2180	90	0.73	122.73	101
400	15	1.27	11.84	34	1300	12	0.67	18.00	22	2200	105	1.67	63.00	130
420	21	0.67	31.50	31	1320	12	0.60	20.00	21	2220	87	1.00	87.00	102
440	20	0.67	30.00	30	1340	13	0.47	27.86	20	2240	65	1.33	48.75	85
460	19	0.87	21.92	32	1360	12	0.47	25.71	19	2260	78	0.73	106.36	89
480	21	1.20	17.50	39	1380	12	0.27	45.00	16	2280	72	0.73	98.18	83
500	23	1.33	17.25	43	1400	9	0.33	27.00	14	2300	97	1.07	90.94	113
520	21	1.20	17.50	39	1420	10	0.27	37.50	14	2320	107	3.20	33.44	155
540	20	1.07	18.75	36	1440	11	0.33	33.00	16	2340	87	1.40	62.14	108
560	20	1.07	18.75	36	1460	11	0.33	33.00	16	2360	89	2.47	36.08	126
580	21	1.07	19.69	37	1480	11	0.40	27.50	17	2380	96	1.27	75.79	115
600	20	1.27	15.79	39	1500	12	0.33	36.00	17	2400	83	1.93	42.93	112
620	20	1.40	14.29	41	1520	12	0.40	30.00	18	2420	63	1.33	47.25	83
640	19	1.27	15.00	38	1540	12	0.33	36.00	17	2440	107	1.13	94.41	124
660	17	1.13	15.00	34	1560	14	0.67	21.00	24	2460	99	1.80	55.00	126
680	12	0.73	16.36	23	1580	18	1.00	18.00	33	2480	127	1.27	100.26	146
700	10	0.40	25.00	16	1600	89	0.80	111.25	101	2500	82	2.47	33.24	119
720	12	0.33	36.00	17	1620	14	1.47	9.55	36	2520	52	2.33	22.29	87
740	12	0.40	30.00	18	1640	19	0.73	25.91	30	2540	108	1.13	95.29	125
760	14	0.47	30.00	21	1660	20	0.40	50.00	26	2560	101	1.80	56.11	128
780	19	0.33	57.00	24	1680	18	0.80	22.50	30	2580	107	1.53	69.78	130
800	14	0.40	35.00	20	1700	13	1.07	12.19	29	2600	99	1.87	53.04	127
820	10	0.33	30.00	15	1720	30	0.93	32.14	44	2620	98	1.47	66.82	120
840	10	0.27	37.50	14	1740	47	0.87	54.23	60	2640	102	1.73	58.85	128
860	7	0.33	21.00	12	1760	79	1.07	74.06	95	2660	109	1.87	58.39	137
880	6	0.33	18.00	11	1780	93	1.33	69.75	113	2680	104	1.80	57.78	131
900	6	0.47	12.86	13	1800	71	1.07	66.56	87	2700	97	1.13	85.59	114
920	6	0.40	15.00	12	1820	54	1.07	50.63	70	2720	98	1.27	77.37	117
940	7	0.33	21.00	12	1840	66	0.53	123.75	74	2740	103	1.07	96.56	119

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 3

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
2760	112	1.60	70.00	136										
2780	108	1.27	85.26	127										
2800	111	2.27	48.97	145										
2820	109	2.93	37.16	153										
2840	99	0.67	148.50	109										
2860	101	1.40	72.14	122										
2880	108	1.07	101.25	124										
2900	97	1.27	76.58	116										
2920	98	1.40	70.00	119										
2940	106	1.33	79.50	126										
2960	110	1.40	78.57	131										
2980	114	0.60	190.00	123										
3000	109	0.60	181.67	118										

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 3

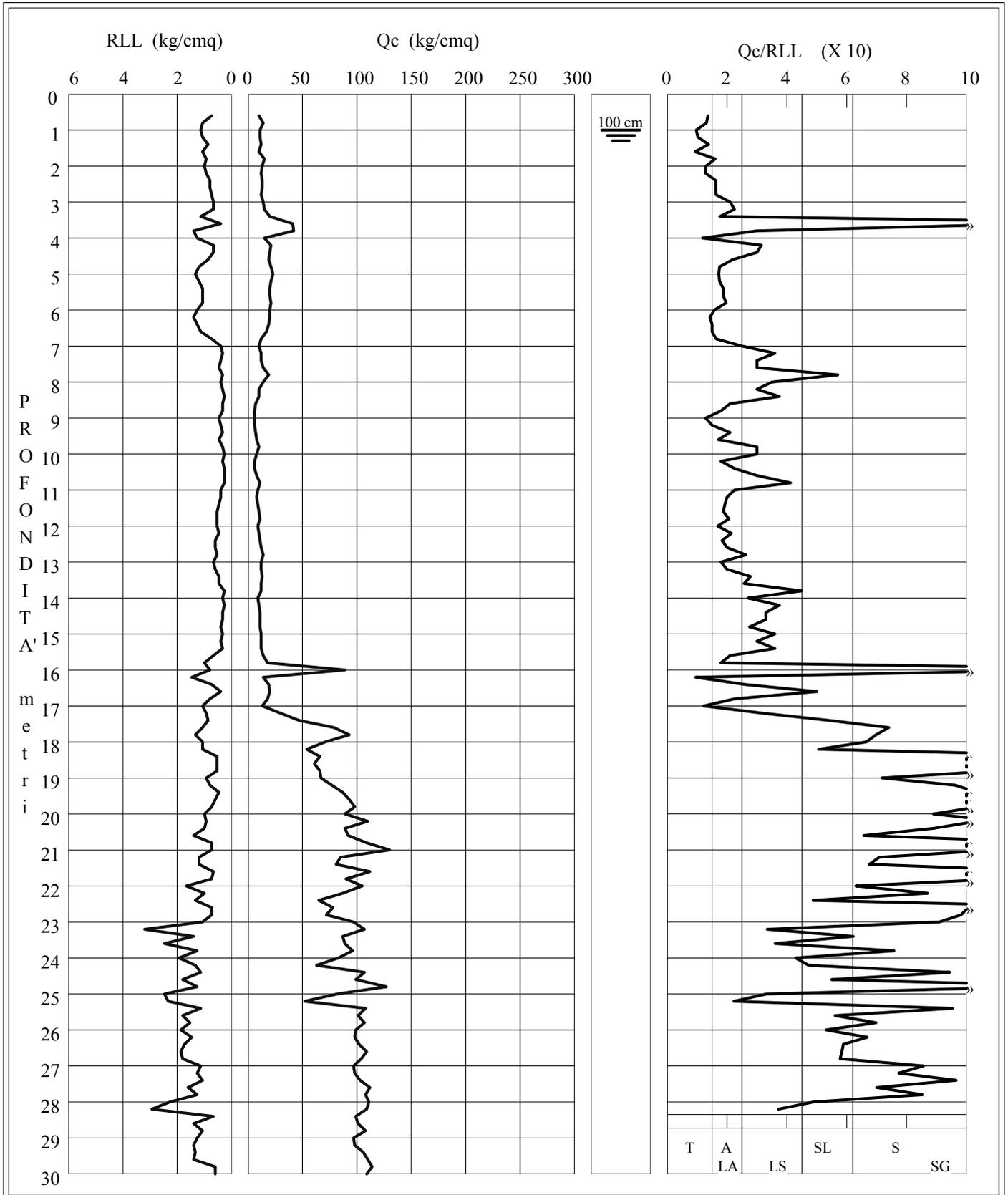
Picchetto n.: 3 - Prova n.: 3

Cantiere: Cancellò Arnone (CE)

Committente: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

Certif. n.: 3

del 17/01/05



LITOLOGIA: T=Torbe

LA=Limi Argillosi

A=Argille

LS=Limi Sabbiosi

SL=Sabbie Limose

SG = Sabbie e Ghiaie

S = Sabbie

AG = Copertura Superficiale

Certificato n.: 4

Data.: 18/01/05

PROVA PENETROMETRICA STATICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

CANTIERE: Canello Arnone (CE)

PENETROMETRO: Pagani tg 63-200 kn

COMUNE: Canello Arnone (CE)

LOCALITA': Via A. Diaz

PICCHETTO: 4

PROVA N.: 4

del: 18/01/05

INIZIO A ML: 0.60

FINE A ML: 19.20

Q. TA PIANO CAMPAGNA: 0.00

COMMENTI:

Tecnico:

Laboratorio:

Prova penetrometrica statica n.: 4

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	σ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	σ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	σ	Cu	Eed
60	12	58.7	0.0	0.00	30	960	5	< 5	0.0	0.00	13	1860	75	39.1	28.7	0.00	375
80	10	45.5	0.0	0.00	25	980	5	< 5	0.0	0.00	13	1880	90	45.1	29.5	0.00	450
100	14	51.7	0.0	0.00	35	1000	5	< 5	0.0	0.00	13	1900	268	82.3	34.9	0.00	670
120	14	47.4	33.9	0.00	35	1020	8	< 5	20.5	0.00	20	1920	500	>100	37.9	0.00	1875
140	18	52.3	34.4	0.00	45	1040	9	< 5	21.0	0.00	23						
160	17	47.1	0.0	0.00	43	1060	7	< 5	0.0	0.00	18						
180	17	44.3	32.9	0.00	43	1080	8	< 5	20.3	0.00	30						
200	16	39.7	32.1	0.00	40	1100	6	< 5	0.0	0.00	15						
220	17	39.4	31.9	0.00	43	1120	10	< 5	21.2	0.00	50						
240	19	41.2	32.0	0.00	48	1140	16	< 5	0.0	0.00	40						
260	43	67.3	35.7	0.00	215	1160	11	< 5	0.0	0.00	28						
280	98	93.8	39.4	0.00	368	1180	18	< 5	23.8	0.00	68						
300	70	80.6	37.4	0.00	175	1200	17	< 5	23.5	0.00	64						
320	52	68.8	0.0	0.00	130	1220	18	< 5	23.7	0.00	68						
340	11	14.0	0.0	0.00	28	1240	20	< 5	24.1	0.00	75						
360	17	27.6	29.5	0.00	64	1260	73	47.5	30.5	0.00	365						
380	27	42.2	31.5	0.00	101	1280	58	39.3	29.2	0.00	218						
400	14	18.4	28.0	0.00	35	1300	58	38.9	29.2	0.00	290						
420	16	21.8	28.4	0.00	40	1320	77	48.3	30.5	0.00	385						
440	28	39.9	0.0	0.00	70	1340	64	41.5	29.5	0.00	320						
460	19	25.5	28.8	0.00	48	1360	59	38.4	29.0	0.00	295						
480	16	18.6	0.0	0.00	40	1380	45	28.7	27.6	0.00	225						
500	14	13.0	0.0	0.00	35	1400	45	28.4	27.5	0.00	225						
520	16	16.7	0.0	0.00	40	1420	46	28.8	27.6	0.00	230						
540	18	19.8	0.0	0.00	45	1440	42	25.3	27.1	0.00	210						
560	18	18.9	0.0	0.00	45	1460	44	26.6	27.2	0.00	220						
580	19	20.0	0.0	0.00	48	1480	56	34.6	28.4	0.00	280						
600	15	11.0	0.0	0.00	38	1500	79	46.1	30.0	0.00	395						
620	16	12.4	26.5	0.00	40	1520	58	35.1	28.4	0.00	218						
640	10	< 5	0.0	0.00	25	1540	74	43.2	29.5	0.00	370						
660	10	< 5	0.0	0.00	25	1560	75	43.3	29.5	0.00	375						
680	12	< 5	0.0	0.00	30	1580	70	40.7	29.1	0.00	350						
700	14	< 5	25.2	0.00	35	1600	77	43.6	29.5	0.00	385						
720	11	< 5	0.0	0.00	28	1620	82	45.5	29.8	0.00	410						
740	10	< 5	0.0	0.00	25	1640	72	40.7	29.1	0.00	360						
760	12	< 5	24.0	0.00	30	1660	69	39.0	28.8	0.00	173						
780	11	< 5	23.5	0.00	28	1680	76	42.0	29.2	0.00	285						
800	15	< 5	0.0	0.00	38	1700	80	43.5	29.4	0.00	400						
820	8	< 5	0.0	0.00	20	1720	78	42.3	29.3	0.00	390						
840	9	< 5	22.1	0.00	23	1740	97	49.5	30.3	0.00	485						
860	8	< 5	21.4	0.00	30	1760	87	45.5	29.7	0.00	435						
880	9	< 5	21.9	0.00	34	1780	82	43.2	29.3	0.00	410						
900	10	< 5	22.3	0.00	25	1800	87	45.0	29.6	0.00	435						
920	6	< 5	0.0	0.00	15	1820	81	42.3	29.2	0.00	405						
940	5	< 5	0.0	0.00	13	1840	67	35.5	28.2	0.00	335						

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

Cu = coesione non drenata [kg/cmq]

D.R. = densità relativa [%]

σ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 4

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
60	12	1.20	10.00	30	960	5	0.27	18.75	9	1860	75	0.60	125.00	84
80	10	0.67	15.00	20	980	5	0.33	15.00	10	1880	90	1.87	48.21	118
100	14	0.93	15.00	28	1000	5	0.27	18.75	9	1900	268	10.13	26.45	420
120	14	0.60	23.33	23	1020	8	0.33	24.00	13	1920	500	13.33	37.50	700
140	18	0.80	22.50	30	1040	9	0.33	27.00	14					
160	17	0.87	19.62	30	1060	7	0.40	17.50	13					
180	17	0.60	28.33	26	1080	8	0.27	30.00	12					
200	16	0.67	24.00	26	1100	6	0.53	11.25	14					
220	17	0.73	23.18	28	1120	10	0.13	75.00	12					
240	19	0.67	28.50	29	1140	16	0.80	20.00	28					
260	43	0.47	92.14	50	1160	11	1.00	11.00	26					
280	98	2.60	37.69	137	1180	18	0.60	30.00	27					
300	70	3.20	21.88	118	1200	17	0.47	36.43	24					
320	52	2.67	19.50	92	1220	18	0.53	33.75	26					
340	11	3.40	3.24	62	1240	20	0.60	33.33	29					
360	17	0.47	36.43	24	1260	73	0.87	84.23	86					
380	27	0.80	33.75	39	1280	58	1.33	43.50	78					
400	14	0.60	23.33	23	1300	58	0.60	96.67	67					
420	16	0.60	26.67	25	1320	77	0.47	165.00	84					
440	28	-0.13	-210.00	26	1340	64	0.40	160.00	70					
460	19	0.80	23.75	31	1360	59	0.33	177.00	64					
480	16	1.27	12.63	35	1380	45	0.67	67.50	55					
500	14	1.07	13.13	30	1400	45	0.53	84.38	53					
520	16	1.00	16.00	31	1420	46	0.40	115.00	52					
540	18	1.00	18.00	33	1440	42	0.53	78.75	50					
560	18	1.07	16.88	34	1460	44	0.53	82.50	52					
580	19	1.07	17.81	35	1480	56	1.00	56.00	71					
600	15	1.07	14.06	31	1500	79	1.27	62.37	98					
620	16	0.73	21.82	27	1520	58	1.33	43.50	78					
640	10	0.73	13.64	21	1540	74	1.47	50.45	96					
660	10	0.67	15.00	20	1560	75	0.33	225.00	80					
680	12	1.13	10.59	29	1580	70	0.67	105.00	80					
700	14	0.67	21.00	24	1600	77	1.07	72.19	93					
720	11	0.60	18.33	20	1620	82	0.53	153.75	90					
740	10	0.53	18.75	18	1640	72	0.93	77.14	86					
760	12	0.53	22.50	20	1660	69	2.60	26.54	108					
780	11	0.53	20.63	19	1680	76	2.00	38.00	106					
800	15	1.00	15.00	30	1700	80	0.33	240.00	85					
820	8	0.60	13.33	17	1720	78	1.20	65.00	96					
840	9	0.40	22.50	15	1740	97	0.67	145.50	107					
860	8	0.27	30.00	12	1760	87	0.60	145.00	96					
880	9	0.20	45.00	12	1780	82	0.67	123.00	92					
900	10	0.40	25.00	16	1800	87	1.20	72.50	105					
920	6	0.33	18.00	11	1820	81	0.53	151.88	89					
940	5	0.47	10.71	12	1840	67	0.53	125.63	75					

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 4

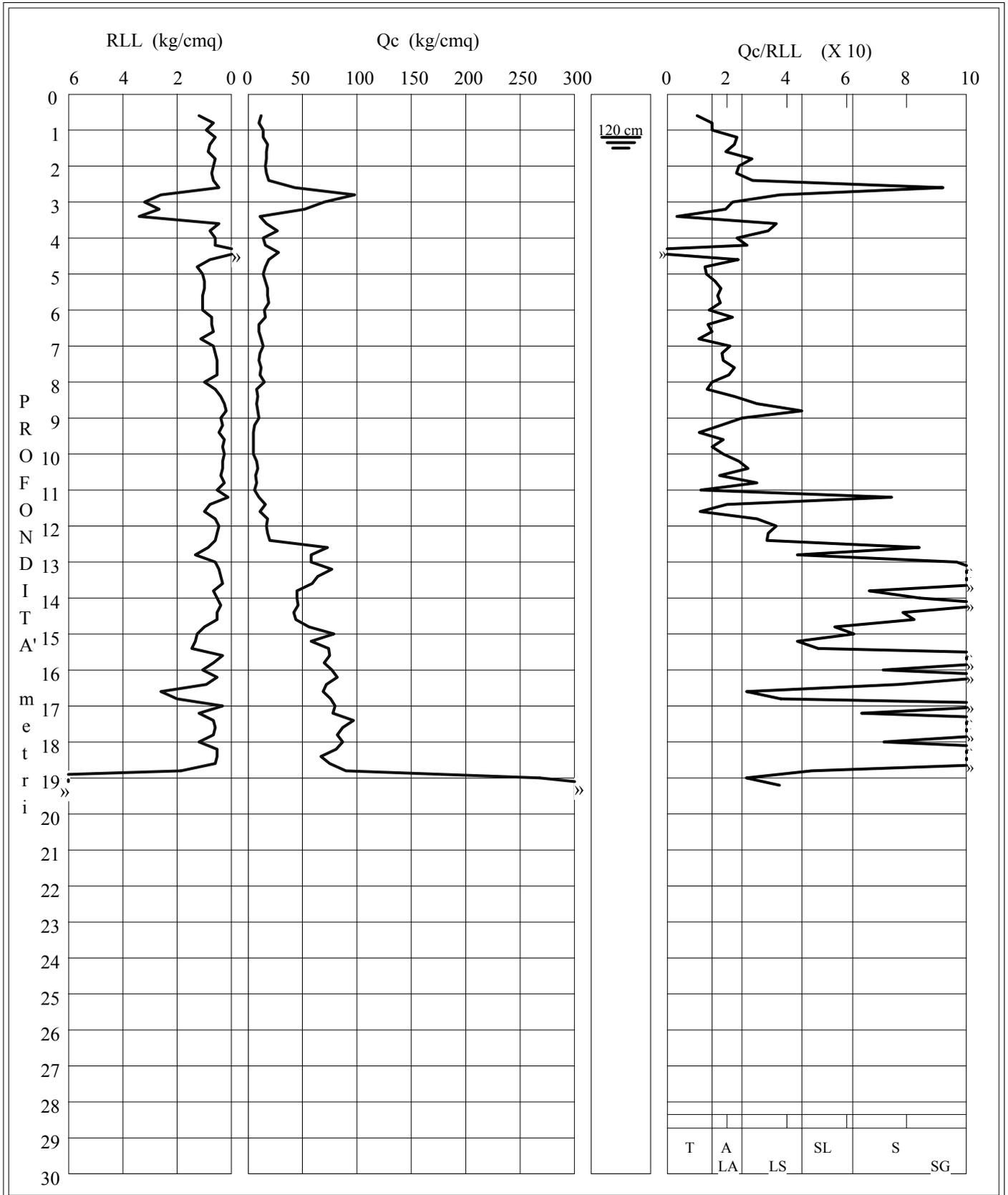
Picchetto n.: 4 - Prova n.: 4

Cantiere: Cancellò Arnòne (CE)

Committente: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

Certif. n.: 4

del 18/01/05



LITOLOGIA: T=Torbe

A=Argille

SL=Sabbie Limose

S = Sabbie

LA=Limi Argillosi

LS=Limi Sabbiosi

SG = Sabbie e Ghiaie

AG = Copertura Superficiale

Certificato n.: 5

Data.: 18/01/05

PROVA PENETROMETRICA STATICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

CANTIERE: Canello Arnone (CE)

PENETROMETRO: Pagani tg 63-200 kn

COMUNE: Canello Arnone (CE)

LOCALITA': Via A. Diaz

PICCHETTO: 5

PROVA N.: 5

del: 18/01/05

INIZIO A ML: 0.60

FINE A ML: 24.20

Q. TA PIANO CAMPAGNA: 0.00

COMMENTI:

Tecnico:

Laboratorio:

Prova penetrometrica statica n.: 5

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed
60	9	48.8	0.0	0.00	23	960	11	< 5	22.4	0.00	28	1860	56	29.1	27.2	0.00	280
80	18	65.7	37.2	0.00	45	980	9	< 5	0.0	0.00	23	1880	58	30.0	27.3	0.00	145
100	20	64.0	36.6	0.00	75	1000	7	< 5	0.0	0.00	18	1900	81	41.2	28.9	0.00	203
120	19	57.8	0.0	0.00	48	1020	10	< 5	0.0	0.00	25	1920	75	38.3	28.5	0.00	188
140	15	46.0	0.0	0.00	38	1040	10	< 5	21.6	0.00	38	1940	95	46.2	29.6	0.00	356
160	18	49.1	33.8	0.00	90	1060	11	< 5	21.9	0.00	28	1960	69	35.0	28.0	0.00	259
180	21	51.5	33.9	0.00	53	1080	9	< 5	0.0	0.00	23	1980	49	23.0	0.0	0.00	123
200	28	58.9	34.8	0.00	140	1100	9	< 5	0.0	0.00	23	2000	81	40.0	28.7	0.00	405
220	20	45.0	32.7	0.00	100	1120	12	< 5	22.1	0.00	30	2020	93	44.5	29.3	0.00	465
240	19	41.2	32.0	0.00	71	1140	13	< 5	22.4	0.00	33	2040	108	49.4	30.0	0.00	540
260	18	37.4	31.3	0.00	68	1160	15	< 5	23.0	0.00	38	2060	112	50.4	30.2	0.00	560
280	22	42.5	32.0	0.00	83	1180	15	< 5	0.0	0.00	38	2080	166	63.7	32.1	0.00	830
300	25	45.2	32.3	0.00	94	1200	12	< 5	0.0	0.00	30	2100	128	54.5	30.7	0.00	320
320	22	39.3	31.3	0.00	83	1220	10	< 5	0.0	0.00	25	2120	122	52.7	30.4	0.00	610
340	46	63.2	34.7	0.00	230	1240	12	< 5	0.0	0.00	30	2140	133	55.4	30.8	0.00	665
360	37	54.3	33.3	0.00	185	1260	11	< 5	0.0	0.00	28	2160	150	59.3	31.4	0.00	750
380	67	73.4	36.0	0.00	251	1280	13	< 5	0.0	0.00	33	2180	95	43.4	29.1	0.00	475
400	44	57.7	33.6	0.00	165	1300	14	< 5	0.0	0.00	35	2200	126	52.9	30.4	0.00	630
420	29	42.2	0.0	0.00	73	1320	14	< 5	0.0	0.00	35	2220	196	67.9	32.6	0.00	980
440	28	39.9	30.9	0.00	105	1340	15	< 5	22.3	0.00	38	2240	249	75.9	33.7	0.00	1245
460	20	27.3	29.0	0.00	100	1360	8	< 5	0.0	0.00	20	2260	169	62.3	31.7	0.00	845
480	13	11.5	26.7	0.00	33	1380	8	< 5	0.0	0.00	20	2280	178	63.9	31.9	0.00	890
500	14	13.0	0.0	0.00	35	1400	10	< 5	20.1	0.00	38	2300	206	68.7	32.6	0.00	1030
520	14	12.1	26.7	0.00	35	1420	11	< 5	0.0	0.00	28	2320	186	65.0	32.1	0.00	930
540	9	< 5	0.0	0.00	23	1440	12	< 5	0.0	0.00	30	2340	170	61.7	31.6	0.00	638
560	12	5.0	25.5	0.00	30	1460	14	< 5	0.0	0.00	35	2360	224	71.0	32.9	0.00	1120
580	8	< 5	23.3	0.00	20	1480	13	< 5	0.0	0.00	33	2380	278	78.2	33.9	0.00	1390
600	9	< 5	23.8	0.00	34	1500	14	< 5	21.4	0.00	35	2400	296	80.1	34.2	0.00	1110
620	22	23.4	28.0	0.00	110	1520	14	< 5	21.3	0.00	53	2420	500	98.0	36.8	0.00	1875
640	26	28.4	28.7	0.00	130	1540	21	< 5	23.3	0.00	105						
660	15	8.7	0.0	0.00	38	1560	20	< 5	23.0	0.00	75						
680	25	25.6	28.2	0.00	125	1580	20	< 5	22.9	0.00	100						
700	26	26.2	28.3	0.00	130	1600	57	33.3	28.1	0.00	143						
720	17	10.9	26.0	0.00	43	1620	106	54.3	31.1	0.00	530						
740	16	8.2	25.6	0.00	60	1640	97	51.0	30.6	0.00	485						
760	19	13.4	26.3	0.00	95	1660	66	37.4	28.6	0.00	330						
780	20	14.6	26.4	0.00	75	1680	60	33.9	28.1	0.00	300						
800	25	21.6	27.4	0.00	94	1700	94	49.0	30.2	0.00	470						
820	32	29.5	28.5	0.00	120	1720	52	28.4	27.2	0.00	195						
840	30	26.7	28.1	0.00	113	1740	81	43.3	29.4	0.00	203						
860	17	6.7	0.0	0.00	43	1760	53	28.5	0.0	0.00	133						
880	17	6.1	25.0	0.00	43	1780	75	40.2	28.9	0.00	188						
900	16	< 5	0.0	0.00	40	1800	52	27.3	0.0	0.00	130						
920	13	< 5	23.5	0.00	33	1820	75	39.6	28.8	0.00	281						
940	11	< 5	22.5	0.00	28	1840	59	31.1	27.5	0.00	221						

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

Cu = coesione non drenata [kg/cmq]

D.R. = densità relativa [%]

θ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 5

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
60	9	1.00	9.00	24	960	11	0.53	20.63	19	1860	56	1.07	52.50	72
80	18	0.67	27.00	28	980	9	0.67	13.50	19	1880	58	2.13	27.19	90
100	20	0.60	33.33	29	1000	7	0.53	13.13	15	1900	81	3.13	25.85	128
120	19	1.00	19.00	34	1020	10	0.53	18.75	18	1920	75	3.47	21.63	127
140	15	0.93	16.07	29	1040	10	0.27	37.50	14	1940	95	2.20	43.18	128
160	18	0.33	54.00	23	1060	11	0.40	27.50	17	1960	69	1.60	43.13	93
180	21	0.73	28.64	32	1080	9	0.47	19.29	16	1980	49	2.60	18.85	88
200	28	0.40	70.00	34	1100	9	0.53	16.88	17	2000	81	1.33	60.75	101
220	20	0.40	50.00	26	1120	12	0.47	25.71	19	2020	93	2.00	46.50	123
240	19	0.53	35.63	27	1140	13	0.53	24.38	21	2040	108	1.80	60.00	135
260	18	0.53	33.75	26	1160	15	0.53	28.13	23	2060	112	0.40	280.00	118
280	22	0.67	33.00	32	1180	15	0.80	18.75	27	2080	166	1.67	99.60	191
300	25	0.67	37.50	35	1200	12	0.80	15.00	24	2100	128	5.73	22.33	214
320	22	0.67	33.00	32	1220	10	0.73	13.64	21	2120	122	2.33	52.29	157
340	46	0.67	69.00	56	1240	12	0.67	18.00	22	2140	133	2.40	55.42	169
360	37	0.73	50.45	48	1260	11	0.67	16.50	21	2160	150	0.67	225.00	160
380	67	1.73	38.65	93	1280	13	0.67	19.50	23	2180	95	1.80	52.78	122
400	44	1.13	38.82	61	1300	14	0.73	19.09	25	2200	126	2.33	54.00	161
420	29	2.00	14.50	59	1320	14	0.73	19.09	25	2220	196	2.80	70.00	238
440	28	0.73	38.18	39	1340	15	0.60	25.00	24	2240	249	1.67	149.40	274
460	20	0.33	60.00	25	1360	8	0.67	12.00	18	2260	169	3.60	46.94	223
480	13	0.53	24.38	21	1380	8	0.40	20.00	14	2280	178	3.93	45.25	237
500	14	0.87	16.15	27	1400	10	0.33	30.00	15	2300	206	2.20	93.64	239
520	14	0.53	26.25	22	1420	11	0.80	13.75	23	2320	186	2.33	79.71	221
540	9	0.67	13.50	19	1440	12	0.67	18.00	22	2340	170	4.00	42.50	230
560	12	0.47	25.71	19	1460	14	1.13	12.35	31	2360	224	3.33	67.20	274
580	8	0.33	24.00	13	1480	13	1.33	9.75	33	2380	278	5.20	53.46	356
600	9	0.20	45.00	12	1500	14	0.67	21.00	24	2400	296	8.27	35.81	420
620	22	0.20	110.00	25	1520	14	0.40	35.00	20	2420	500	13.33	37.50	700
640	26	0.20	130.00	29	1540	21	0.27	78.75	25					
660	15	1.27	11.84	34	1560	20	0.47	42.86	27					
680	25	0.47	53.57	32	1580	20	0.27	75.00	24					
700	26	0.53	48.75	34	1600	57	1.93	29.48	86					
720	17	0.67	25.50	27	1620	106	0.47	227.14	113					
740	16	0.40	40.00	22	1640	97	0.33	291.00	102					
760	19	0.40	47.50	25	1660	66	0.80	82.50	78					
780	20	0.67	30.00	30	1680	60	1.07	56.25	76					
800	25	0.80	31.25	37	1700	94	0.87	108.46	107					
820	32	0.73	43.64	43	1720	52	1.20	43.33	70					
840	30	1.00	30.00	45	1740	81	2.87	28.26	124					
860	17	1.20	14.17	35	1760	53	2.73	19.39	94					
880	17	0.67	25.50	27	1780	75	3.13	23.94	122					
900	16	0.80	20.00	28	1800	52	3.40	15.29	103					
920	13	0.53	24.38	21	1820	75	1.73	43.27	101					
940	11	0.53	20.63	19	1840	59	1.40	42.14	80					

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 5

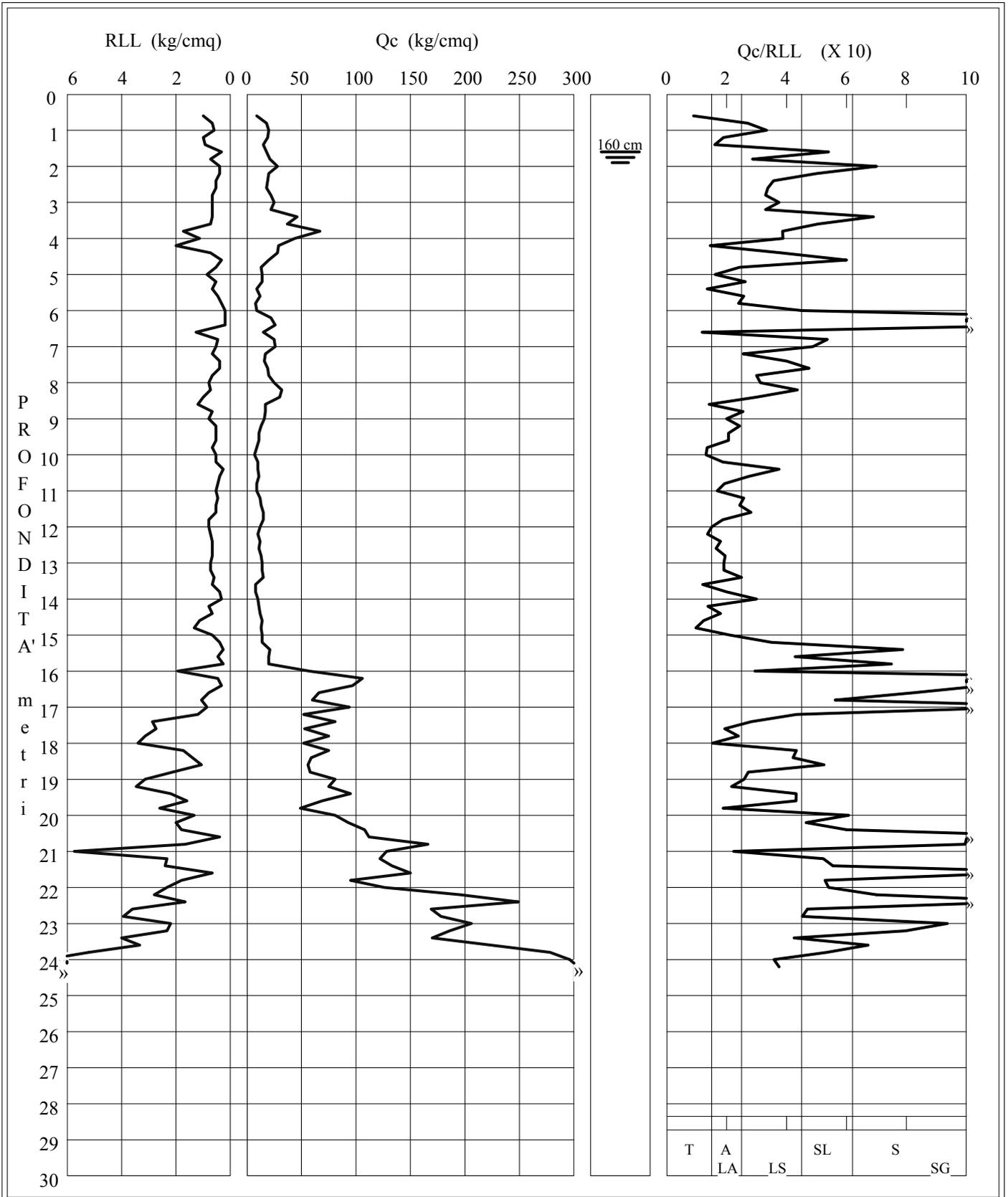
Picchetto n.: 5 - Prova n.: 5

Cantiere: Cancellò Arnone (CE)

Committente: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

Certif. n.: 5

del 18/01/05



LITOLOGIA: T=Torbe

LA=Limi Argillosi

A=Argille

LS=Limi Sabbiosi

SL=Sabbie Limose

SG = Sabbie e Ghiaie

S = Sabbie

AG = Copertura Superficiale

Certificato n.: 6

Data.: 18/01/05

PROVA PENETROMETRICA STATICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

CANTIERE: Canello Arnone (CE)

PENETROMETRO: Pagani tg 63-200 kn

COMUNE: Canello Arnone (CE)

LOCALITA': Via A. Diaz

PICCHETTO: 6

PROVA N.: 6

del: 18/01/05

INIZIO A ML: 0.60

FINE A ML: 23.20

Q. TA PIANO CAMPAGNA: 0.00

COMMENTI:

Tecnico:

Laboratorio:

Prova penetrometrica statica n.: 6

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed
60	10	52.5	0.0	0.50	25	960	17	< 5	0.0	0.78	43	1860	55	28.4	27.1	0.00	275
80	22	72.6	0.0	1.09	55	980	11	< 5	0.0	0.48	28	1880	53	26.9	26.9	0.00	265
100	22	67.3	37.1	1.09	55	1000	13	< 5	0.0	0.58	33	1900	51	25.3	26.6	0.00	255
120	19	57.8	35.5	0.94	48	1020	10	< 5	0.0	0.43	25	1920	32	9.1	24.3	0.00	160
140	20	55.9	34.9	0.99	50	1040	10	< 5	0.0	0.43	25	1940	39	15.6	25.2	0.00	195
160	39	75.6	37.6	0.00	195	1060	12	< 5	22.4	0.53	30	1960	42	17.9	25.5	1.96	158
180	28	61.4	35.4	1.39	105	1080	12	< 5	0.0	0.52	30	1980	49	23.0	26.2	2.31	123
200	43	73.6	37.0	2.14	161	1100	11	< 5	0.0	0.47	28	2000	80	39.6	28.6	0.00	400
220	41	69.7	36.3	2.03	154	1120	14	< 5	22.9	0.62	35	2020	90	43.4	29.2	0.00	450
240	56	78.3	37.4	2.78	210	1140	16	< 5	0.0	0.72	40	2040	104	48.1	29.8	0.00	520
260	19	39.2	0.0	0.93	48	1160	17	< 5	0.0	0.77	43	2060	134	56.6	31.0	0.00	670
280	14	27.0	0.0	0.68	35	1180	13	< 5	0.0	0.57	33	2080	126	54.2	30.7	0.00	630
300	14	25.3	29.4	0.68	35	1200	11	< 5	0.0	0.47	28	2100	143	58.4	31.3	0.00	715
320	20	36.0	30.8	0.98	75	1220	12	< 5	0.0	0.51	30	2120	152	60.2	31.5	0.00	760
340	21	36.2	30.8	1.03	53	1240	15	< 5	22.7	0.66	38	2140	82	38.8	28.4	3.95	410
360	22	36.5	30.7	1.07	55	1260	17	< 5	23.2	0.76	43	2160	127	53.6	30.5	0.00	635
380	22	35.2	0.0	1.07	55	1280	15	< 5	0.0	0.66	38	2180	122	52.0	30.3	0.00	610
400	24	36.9	30.6	1.17	60	1300	17	< 5	0.0	0.76	43	2200	164	61.9	31.7	0.00	820
420	23	34.3	30.2	1.12	58	1320	14	< 5	0.0	0.61	35	2220	163	61.5	31.6	0.00	815
440	25	36.0	0.0	1.22	63	1340	13	< 5	0.0	0.56	33	2240	159	60.4	31.5	0.00	795
460	19	25.5	0.0	0.92	48	1360	12	< 5	21.1	0.50	30	2260	215	70.6	32.9	0.00	1075
480	22	29.5	29.3	1.07	83	1380	10	< 5	0.0	0.40	25	2280	247	75.2	33.6	0.00	1235
500	13	10.5	0.0	0.62	33	1400	9	< 5	0.0	0.35	23	2300	290	80.5	34.3	0.00	1450
520	19	22.6	28.2	0.00	95	1420	14	< 5	21.7	0.60	35	2320	324	84.1	34.8	>4.0	1620
540	21	25.1	28.5	1.01	53	1440	13	< 5	0.0	0.55	33						
560	18	18.9	27.5	0.86	68	1460	24	5.8	24.2	1.10	60						
580	22	25.0	28.4	0.00	110	1480	22	< 5	23.7	1.00	55						
600	14	8.6	26.0	0.66	53	1500	7	< 5	0.0	0.25	18						
620	11	< 5	0.0	0.51	28	1520	28	10.1	24.8	1.29	70						
640	13	< 5	0.0	0.61	33	1540	16	< 5	21.9	0.69	60						
660	12	< 5	0.0	0.55	30	1560	14	< 5	21.2	0.59	35						
680	45	45.8	31.1	0.00	225	1580	18	< 5	0.0	0.79	45						
700	19	15.4	0.0	0.90	48	1600	18	< 5	22.3	0.79	45						
720	18	12.9	26.3	0.85	45	1620	17	< 5	22.0	0.74	64						
740	27	26.2	28.2	1.30	101	1640	15	< 5	21.3	0.64	38						
760	25	22.9	27.7	1.20	63	1660	20	< 5	22.7	0.88	75						
780	24	20.9	27.3	1.15	60	1680	22	< 5	0.0	0.98	55						
800	31	29.0	0.0	1.49	78	1700	60	33.6	28.0	2.88	150						
820	32	29.5	28.5	1.54	80	1720	68	37.6	28.6	0.00	340						
840	25	20.5	0.0	1.19	63	1740	45	23.2	26.5	0.00	225						
860	23	17.0	0.0	1.09	58	1760	63	34.4	28.1	0.00	315						
880	24	17.9	26.7	1.14	60	1780	60	32.5	27.8	0.00	300						
900	17	5.6	0.0	0.79	43	1800	23	< 5	23.0	1.02	58						
920	15	< 5	0.0	0.69	38	1820	71	37.7	28.5	0.00	355						
940	14	< 5	0.0	0.63	35	1840	54	28.1	27.1	0.00	270						

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cm²]

Cu = coesione non drenata [kg/cm²]

D.R. = densità relativa [%]

θ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cm²]

Prova penetrometrica statica n.: 6

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
60	10	0.53	18.75	18	960	17	1.00	17.00	32	1860	55	0.67	82.50	65
80	22	1.27	17.37	41	980	11	0.67	16.50	21	1880	53	0.60	88.33	62
100	22	0.80	27.50	34	1000	13	0.73	17.73	24	1900	51	0.87	58.85	64
120	19	0.73	25.91	30	1020	10	0.73	13.64	21	1920	32	0.53	60.00	40
140	20	0.73	27.27	31	1040	10	0.60	16.67	19	1940	39	0.60	65.00	48
160	39	0.73	53.18	50	1060	12	0.53	22.50	20	1960	42	0.93	45.00	56
180	28	0.93	30.00	42	1080	12	0.73	16.36	23	1980	49	2.13	22.97	81
200	43	1.00	43.00	58	1100	11	0.80	13.75	23	2000	80	0.67	120.00	90
220	41	1.00	41.00	56	1120	14	0.67	21.00	24	2020	90	0.67	135.00	100
240	56	1.53	36.52	79	1140	16	0.87	18.46	29	2040	104	1.33	78.00	124
260	19	2.07	9.19	50	1160	17	0.87	19.62	30	2060	134	1.87	71.79	162
280	14	0.80	17.50	26	1180	13	0.93	13.93	27	2080	126	0.93	135.00	140
300	14	0.53	26.25	22	1200	11	1.07	10.31	27	2100	143	0.60	238.33	152
320	20	0.60	33.33	29	1220	12	0.60	20.00	21	2120	152	1.60	95.00	176
340	21	0.93	22.50	35	1240	15	0.67	22.50	25	2140	82	1.73	47.31	108
360	22	1.00	22.00	37	1260	17	0.73	23.18	28	2160	127	1.53	82.83	150
380	22	1.27	17.37	41	1280	15	1.07	14.06	31	2180	122	1.87	65.36	150
400	24	1.07	22.50	40	1300	17	1.00	17.00	32	2200	164	1.73	94.62	190
420	23	1.13	20.29	40	1320	14	0.93	15.00	28	2220	163	2.60	62.69	202
440	25	1.87	13.39	53	1340	13	0.87	15.00	26	2240	159	2.53	62.76	197
460	19	1.07	17.81	35	1360	12	0.53	22.50	20	2260	215	3.47	62.02	267
480	22	0.53	41.25	30	1380	10	0.60	16.67	19	2280	247	3.27	75.61	296
500	13	0.80	16.25	25	1400	9	0.47	19.29	16	2300	290	2.47	117.57	327
520	19	0.33	57.00	24	1420	14	0.53	26.25	22	2320	324	6.87	47.18	427
540	21	0.73	28.64	32	1440	13	1.07	12.19	29					
560	18	0.60	30.00	27	1460	24	1.00	24.00	39					
580	22	0.27	82.50	26	1480	22	0.80	27.50	34					
600	14	0.40	35.00	20	1500	7	0.67	10.50	17					
620	11	0.60	18.33	20	1520	28	1.27	22.11	47					
640	13	0.67	19.50	23	1540	16	0.53	30.00	24					
660	12	0.60	20.00	21	1560	14	0.60	23.33	23					
680	45	0.33	135.00	50	1580	18	1.33	13.50	38					
700	19	1.40	13.57	40	1600	18	0.73	24.55	29					
720	18	0.73	24.55	29	1620	17	0.47	36.43	24					
740	27	0.87	31.15	40	1640	15	0.53	28.13	23					
760	25	1.13	22.06	42	1660	20	0.60	33.33	29					
780	24	1.13	21.18	41	1680	22	1.67	13.20	47					
800	31	1.80	17.22	58	1700	60	2.13	28.13	92					
820	32	1.33	24.00	52	1720	68	0.33	204.00	73					
840	25	2.07	12.10	56	1740	45	0.80	56.25	57					
860	23	1.60	14.38	47	1760	63	0.47	135.00	70					
880	24	1.13	21.18	41	1780	60	0.93	64.29	74					
900	17	1.07	15.94	33	1800	23	1.13	20.29	40					
920	15	0.87	17.31	28	1820	71	0.20	355.00	74					
940	14	0.87	16.15	27	1840	54	0.80	67.50	66					

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 6

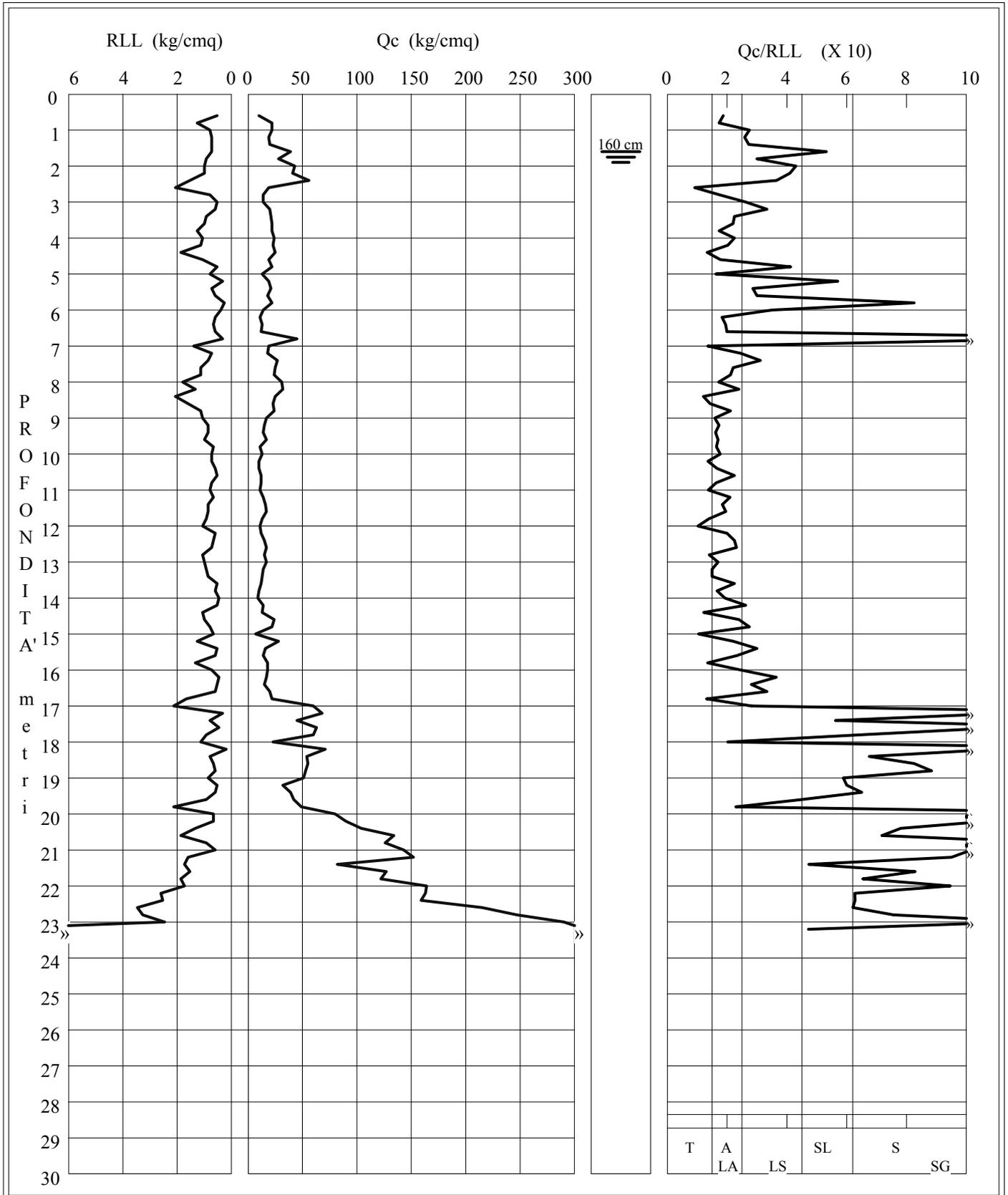
Picchetto n.: 6 - Prova n.: 6

Cantiere: Cancellò Arnone (CE)

Committente: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

Certif. n.: 6

del 18/01/05



LITOLOGIA: T=Torbe

A=Argille

SL=Sabbie Limose

S = Sabbie

LA=Limi Argillosi

LS=Limi Sabbiosi

SG = Sabbie e Ghiaie

AG = Copertura Superficiale

Certificato n.: 7

Data.: 18/01/05

PROVA PENETROMETRICA STATICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

CANTIERE: Canello Arnone (CE)

PENETROMETRO: Pagani tg 63-200 kn

COMUNE: Canello Arnone (CE)

LOCALITA': Via A. Diaz

PICCHETTO: 7

PROVA N.: 7

del: 18/01/05

INIZIO A ML: 0.60

FINE A ML: 24.40

Q. TA PIANO CAMPAGNA: 0.00

COMMENTI:

Tecnico:

Laboratorio:

Prova penetrometrica statica n.: 7

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed
60	15	66.4	0.0	0.00	38	960	18	6.0	24.9	0.00	68	1860	63	33.1	27.8	0.00	315
80	19	67.6	0.0	0.00	48	980	20	9.1	0.0	0.00	50	1880	50	24.9	26.6	0.00	250
100	24	70.3	0.0	0.00	60	1000	20	8.6	0.0	0.00	50	1900	64	33.1	27.8	0.00	320
120	26	68.6	0.0	0.00	65	1020	18	< 5	0.0	0.00	45	1920	49	23.7	26.4	0.00	245
140	30	69.8	0.0	0.00	75	1040	16	< 5	0.0	0.00	40	1940	34	10.9	24.5	0.00	128
160	15	42.8	0.0	0.00	38	1060	15	< 5	0.0	0.00	38	1960	35	11.7	24.6	0.00	175
180	16	42.2	0.0	0.00	40	1080	16	< 5	0.0	0.00	40	1980	30	6.1	23.8	0.00	150
200	20	47.3	33.2	0.00	50	1100	16	< 5	0.0	0.00	40	2000	33	9.1	24.2	0.00	165
220	16	37.4	0.0	0.00	40	1120	18	< 5	0.0	0.00	45	2020	65	32.2	27.5	0.00	325
240	19	41.2	0.0	0.00	48	1140	22	8.7	0.0	0.00	55	2040	50	22.9	26.2	0.00	250
260	18	37.4	0.0	0.00	45	1160	17	< 5	0.0	0.00	43	2060	49	22.0	26.0	0.00	245
280	19	37.5	31.2	0.00	48	1180	20	< 5	0.0	0.00	50	2080	56	26.4	26.7	0.00	210
300	12	20.0	0.0	0.00	30	1200	18	< 5	0.0	0.00	45	2100	76	36.6	28.1	0.00	380
320	13	21.2	0.0	0.00	33	1220	26	12.8	25.5	0.00	98	2120	73	35.0	27.9	0.00	365
340	19	32.8	30.3	0.00	95	1240	17	< 5	0.0	0.00	43	2140	110	48.9	29.9	0.00	550
360	12	15.6	0.0	0.00	30	1260	18	< 5	0.0	0.00	45	2160	89	41.4	28.8	0.00	445
380	18	28.3	29.5	0.00	45	1280	14	< 5	0.0	0.00	35	2180	61	28.2	26.9	0.00	229
400	22	33.9	30.2	0.00	55	1300	19	< 5	23.6	0.00	95	2200	60	27.4	26.7	0.00	225
420	20	29.5	0.0	0.00	50	1320	19	< 5	23.6	0.00	95	2220	89	40.7	28.6	0.00	334
440	24	34.6	0.0	0.00	60	1340	11	< 5	0.0	0.00	28	2240	70	32.3	27.4	0.00	263
460	22	30.6	0.0	0.00	55	1360	9	< 5	0.0	0.00	23	2260	73	33.5	27.6	0.00	365
480	20	26.3	0.0	0.00	50	1380	20	< 5	23.6	0.00	50	2280	72	32.8	27.5	0.00	360
500	18	21.7	0.0	0.00	45	1400	24	6.8	0.0	0.00	60	2300	49	19.4	25.5	0.00	245
520	11	< 5	0.0	0.00	28	1420	69	42.7	29.6	0.00	345	2320	80	36.0	27.9	0.00	400
540	25	31.1	29.4	0.00	94	1440	20	< 5	0.0	0.00	50	2340	99	43.1	28.9	0.00	495
560	19	20.8	27.8	0.00	71	1460	22	< 5	23.8	0.00	55	2360	118	48.9	29.7	0.00	590
580	34	39.9	30.5	0.00	85	1480	25	6.8	24.4	0.00	94	2380	155	58.1	31.0	0.00	775
600	39	43.8	31.0	0.00	195	1500	23	< 5	23.9	0.00	86	2400	258	75.4	33.5	0.00	1290
620	79	67.3	34.4	0.00	395	1520	24	< 5	24.0	0.00	90	2420	328	83.5	34.7	0.00	1640
640	79	66.5	34.2	0.00	395	1540	19	< 5	22.8	0.00	48	2440	309	81.2	34.3	0.00	1545
660	80	66.2	34.1	0.00	200	1560	17	< 5	22.2	0.00	64						
680	110	76.5	35.6	0.00	550	1580	47	27.0	27.2	0.00	176						
700	116	77.6	35.7	0.00	435	1600	50	28.8	27.4	0.00	250						
720	111	75.4	35.3	0.00	555	1620	66	38.0	28.7	0.00	330						
740	34	34.1	0.0	0.00	85	1640	68	38.8	28.8	0.00	340						
760	9	< 5	0.0	0.00	23	1660	64	36.4	28.4	0.00	320						
780	7	< 5	0.0	0.00	18	1680	55	30.9	27.6	0.00	275						
800	8	< 5	0.0	0.00	20	1700	45	23.7	26.6	0.00	225						
820	9	< 5	0.0	0.00	23	1720	44	22.7	26.4	0.00	220						
840	8	< 5	0.0	0.00	20	1740	33	12.5	24.9	0.00	165						
860	8	< 5	0.0	0.00	20	1760	27	5.3	23.9	0.00	101						
880	18	8.1	25.3	0.00	68	1780	101	50.4	30.4	0.00	379						
900	14	< 5	0.0	0.00	35	1800	55	29.2	27.3	0.00	138						
920	15	< 5	0.0	0.00	38	1820	62	33.1	27.8	0.00	310						
940	16	< 5	24.4	0.00	40	1840	61	32.3	27.7	0.00	305						

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cm²]

Cu = coesione non drenata [kg/cm²]

D.R. = densità relativa [%]

θ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cm²]

Prova penetrometrica statica n.: 7

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
60	15	1.20	12.50	33	960	18	0.40	45.00	24	1860	63	0.67	94.50	73
80	19	1.07	17.81	35	980	20	1.40	14.29	41	1880	50	0.80	62.50	62
100	24	1.20	20.00	42	1000	20	1.20	16.67	38	1900	64	0.47	137.14	71
120	26	1.73	15.00	52	1020	18	1.20	15.00	36	1920	49	0.73	66.82	60
140	30	2.00	15.00	60	1040	16	0.93	17.14	30	1940	34	0.93	36.43	48
160	15	2.40	6.25	51	1060	15	0.93	16.07	29	1960	35	0.47	75.00	42
180	16	1.13	14.12	33	1080	16	1.07	15.00	32	1980	30	0.60	50.00	39
200	20	0.73	27.27	31	1100	16	1.07	15.00	32	2000	33	0.40	82.50	39
220	16	1.07	15.00	32	1120	18	1.13	15.88	35	2020	65	0.73	88.64	76
240	19	1.00	19.00	34	1140	22	1.13	19.41	39	2040	50	0.53	93.75	58
260	18	0.93	19.29	32	1160	17	1.47	11.59	39	2060	49	0.73	66.82	60
280	19	0.87	21.92	32	1180	20	1.33	15.00	40	2080	56	1.33	42.00	76
300	12	0.73	16.36	23	1200	18	1.27	14.21	37	2100	76	0.53	142.50	84
320	13	0.67	19.50	23	1220	26	0.87	30.00	39	2120	73	0.93	78.21	87
340	19	0.27	71.25	23	1240	17	1.47	11.59	39	2140	110	1.73	63.46	136
360	12	0.60	20.00	21	1260	18	1.13	15.88	35	2160	89	1.33	66.75	109
380	18	0.67	27.00	28	1280	14	1.07	13.13	30	2180	61	1.67	36.60	86
400	22	0.93	23.57	36	1300	19	0.13	142.50	21	2200	60	1.53	39.13	83
420	20	1.07	18.75	36	1320	19	0.13	142.50	21	2220	89	2.13	41.72	121
440	24	1.20	20.00	42	1340	11	0.60	18.33	20	2240	70	1.80	38.89	97
460	22	1.27	17.37	41	1360	9	0.60	15.00	18	2260	73	1.07	68.44	89
480	20	1.20	16.67	38	1380	20	0.73	27.27	31	2280	72	1.27	56.84	91
500	18	1.00	18.00	33	1400	24	1.87	12.86	52	2300	49	0.87	56.54	62
520	11	0.93	11.79	25	1420	69	0.60	115.00	78	2320	80	1.53	52.17	103
540	25	0.73	34.09	36	1440	20	1.07	18.75	36	2340	99	1.93	51.21	128
560	19	0.47	40.71	26	1460	22	0.80	27.50	34	2360	118	1.53	76.96	141
580	34	1.20	28.33	52	1480	25	0.60	41.67	34	2380	155	0.33	465.00	160
600	39	0.67	58.50	49	1500	23	0.73	31.36	34	2400	258	3.47	74.42	310
620	79	1.27	62.37	98	1520	24	0.60	40.00	33	2420	328	2.67	123.00	368
640	79	1.53	51.52	102	1540	19	0.73	25.91	30	2440	309	4.20	73.57	372
660	80	3.20	25.00	128	1560	17	0.47	36.43	24					
680	110	0.73	150.00	121	1580	47	1.20	39.17	65					
700	116	2.93	39.55	160	1600	50	0.87	57.69	63					
720	111	2.20	50.45	144	1620	66	0.53	123.75	74					
740	34	2.60	13.08	73	1640	68	0.93	72.86	82					
760	9	1.80	5.00	36	1660	64	0.47	137.14	71					
780	7	0.93	7.50	21	1680	55	0.87	63.46	68					
800	8	0.60	13.33	17	1700	45	0.33	135.00	50					
820	9	0.47	19.29	16	1720	44	0.60	73.33	53					
840	8	0.53	15.00	16	1740	33	0.40	82.50	39					
860	8	0.60	13.33	17	1760	27	0.60	45.00	36					
880	18	0.40	45.00	24	1780	101	3.07	32.93	147					
900	14	0.87	16.15	27	1800	55	2.20	25.00	88					
920	15	1.00	15.00	30	1820	62	0.53	116.25	70					
940	16	0.60	26.67	25	1840	61	0.80	76.25	73					

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 7

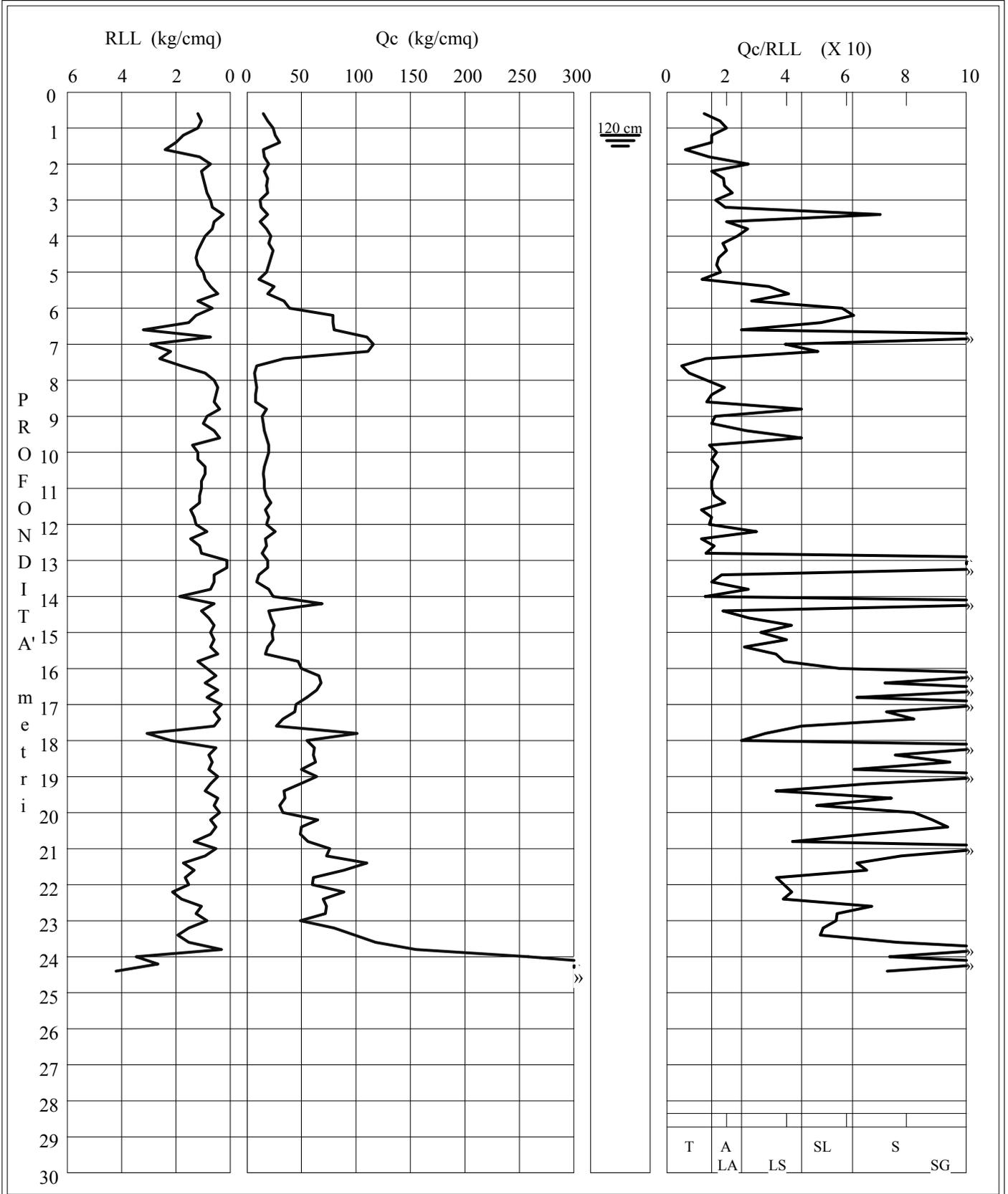
Picchetto n.: 7 - Prova n.: 7

Cantiere: Cancellò Arnone (CE)

Committente: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

Certif. n.: 7

del 18/01/05



LITOLOGIA: T=Torbe

LA=Limi Argillosi

A=Argille

LS=Limi Sabbiosi

SL=Sabbie Limose

SG = Sabbie e Ghiaie

S = Sabbie

AG = Copertura Superficiale

Certificato n.: 8

Data.: 19/01/05

PROVA PENETROMETRICA STATICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

CANTIERE: Canello Arnone (CE)

PENETROMETRO: Pagani tg 63-200 kn

COMUNE: Canello Arnone (CE)

LOCALITA': Adiacenze azienda Cacciapuoti

PICCHETTO: 8

PROVA N.: 8

del: 19/01/05

INIZIO A ML: 0.60

FINE A ML: 30.00

Q. TA PIANO CAMPAGNA: 0.00

COMMENTI:

Tecnico:

Laboratorio:

Prova penetrometrica statica n.: 8

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	ø	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ø	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ø	Cu	Eed
60	12	58.7	36.6	0.60	30	960	99	64.5	0.0	>4.0	248	1860	177	68.6	32.9	0.00	885
80	15	59.5	0.0	0.74	38	980	105	66.1	0.0	>4.0	263	1880	114	53.2	0.0	>4.0	285
100	14	51.7	34.8	0.69	53	1000	98	63.2	33.1	>4.0	245	1900	135	58.8	31.5	>4.0	338
120	17	54.0	34.9	0.84	43	1020	99	63.1	0.0	>4.0	248	1920	116	53.3	0.0	>4.0	290
140	19	54.1	34.7	0.94	71	1040	101	63.3	0.0	>4.0	253	1940	103	49.0	30.0	>4.0	258
160	21	54.4	34.5	1.04	79	1060	97	61.5	0.0	>4.0	243	1960	86	42.5	0.0	>4.0	215
180	20	49.9	33.7	0.99	50	1080	94	59.9	0.0	>4.0	235	1980	85	41.9	29.0	>4.0	213
200	24	53.6	34.1	1.19	90	1100	95	59.9	0.0	>4.0	238	2000	98	46.5	29.6	>4.0	368
220	24	51.3	33.6	1.18	90	1120	93	58.7	0.0	>4.0	233	2020	98	46.3	29.6	>4.0	368
240	27	53.2	33.8	1.33	101	1140	100	60.8	0.0	>4.0	250	2040	80	39.1	28.5	3.86	200
260	29	53.8	33.7	1.43	73	1160	101	60.7	0.0	>4.0	253	2060	86	41.3	28.8	>4.0	215
280	31	54.3	33.7	1.53	116	1180	106	61.9	0.0	>4.0	265	2080	78	37.8	0.0	3.75	195
300	30	51.5	33.2	1.48	113	1200	98	58.8	0.0	>4.0	245	2100	80	38.4	28.4	3.85	200
320	31	51.1	33.0	1.53	116	1220	94	57.0	31.9	>4.0	235	2120	88	41.4	28.8	>4.0	220
340	33	51.8	0.0	1.63	83	1240	88	54.3	0.0	>4.0	220	2140	92	42.7	29.0	>4.0	230
360	32	49.3	0.0	1.57	80	1260	89	54.3	0.0	>4.0	223	2160	77	36.4	0.0	3.70	193
380	37	53.0	0.0	1.82	93	1280	86	52.8	0.0	>4.0	215	2180	79	37.1	28.1	3.80	198
400	35	49.9	32.5	1.72	88	1300	91	54.4	0.0	>4.0	228	2200	96	43.5	29.1	>4.0	240
420	41	54.1	33.1	2.02	103	1320	90	53.6	0.0	>4.0	225	2220	68	31.5	0.0	3.24	170
440	42	53.8	32.9	2.07	105	1340	96	55.5	0.0	>4.0	240	2240	98	43.8	29.1	>4.0	245
460	48	57.4	0.0	2.37	120	1360	101	56.9	0.0	>4.0	253	2260	80	36.6	0.0	3.84	200
480	46	54.9	0.0	2.27	115	1380	97	55.1	0.0	>4.0	243	2280	92	41.2	28.7	>4.0	230
500	51	57.4	0.0	2.52	128	1400	101	56.2	0.0	>4.0	253	2300	77	34.9	0.0	3.69	193
520	47	53.7	0.0	2.31	118	1420	108	58.1	0.0	>4.0	270	2320	79	35.6	27.8	3.79	198
540	53	56.9	0.0	2.61	133	1440	110	58.4	0.0	>4.0	275	2340	96	42.1	28.8	>4.0	240
560	56	57.9	0.0	2.76	140	1460	111	58.4	0.0	>4.0	278	2360	69	30.5	0.0	3.28	173
580	59	58.9	33.3	2.91	148	1480	109	57.4	0.0	>4.0	273	2380	98	42.4	28.8	>4.0	245
600	61	59.2	33.3	3.01	153	1500	109	57.1	0.0	>4.0	273	2400	80	35.2	0.0	3.83	200
620	64	60.1	33.3	3.16	160	1520	110	57.1	0.0	>4.0	275	2420	104	44.0	0.0	>4.0	260
640	72	63.4	33.8	3.56	180	1540	107	55.9	0.0	>4.0	268	2440	138	53.5	30.3	>4.0	345
660	76	64.5	33.9	3.75	190	1560	110	56.5	0.0	>4.0	275	2460	86	37.1	0.0	>4.0	215
680	80	65.5	0.0	3.95	200	1580	68	39.7	29.0	3.29	255	2480	175	61.3	31.4	>4.0	656
700	85	66.9	0.0	>4.0	213	1600	95	50.8	30.6	>4.0	356	2500	234	71.1	32.8	>4.0	878
720	91	68.6	0.0	>4.0	228	1620	92	49.4	30.4	>4.0	230	2520	184	62.6	0.0	>4.0	460
740	83	64.8	0.0	>4.0	208	1640	166	69.4	33.2	>4.0	623	2540	177	61.1	31.4	>4.0	443
760	79	62.4	0.0	3.90	198	1660	158	67.4	32.9	>4.0	395	2560	185	62.4	31.6	>4.0	463
780	85	64.3	0.0	>4.0	213	1680	121	58.0	0.0	>4.0	303	2580	207	66.1	32.1	>4.0	518
800	101	69.6	0.0	>4.0	253	1700	157	66.6	32.8	>4.0	393	2600	184	61.9	31.5	0.00	920
820	90	65.1	0.0	>4.0	225	1720	118	56.6	0.0	>4.0	295	2620	178	60.6	31.3	>4.0	668
840	86	62.9	0.0	>4.0	215	1740	136	61.2	32.0	>4.0	340	2640	185	61.7	31.4	>4.0	463
860	87	62.8	33.2	>4.0	218	1760	145	63.1	32.2	>4.0	363	2660	207	65.4	31.9	>4.0	518
880	89	63.0	0.0	>4.0	223	1780	155	65.1	32.5	>4.0	388	2680	199	63.8	31.7	>4.0	498
900	91	63.2	0.0	>4.0	228	1800	133	59.6	0.0	>4.0	333	2700	197	63.3	31.6	>4.0	493
920	85	60.3	0.0	>4.0	213	1820	124	56.9	31.3	>4.0	310	2720	165	57.1	0.0	>4.0	413
940	92	62.5	0.0	>4.0	230	1840	97	48.2	0.0	>4.0	243	2740	189	61.5	31.3	>4.0	473

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

Cu = coesione non drenata [kg/cmq]

D.R. = densità relativa [%]

ø = angolo di attrito [gradi]

Eed= modulo edometrico [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 8

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed
2760	112	43.4	0.0	>4.0	280												
2780	183	60.1	31.1	>4.0	458												
2800	138	50.2	0.0	>4.0	345												
2820	144	51.5	0.0	>4.0	360												
2840	169	56.8	30.6	>4.0	423												
2860	170	56.9	30.6	>4.0	425												
2880	186	59.8	31.0	>4.0	465												
2900	197	61.6	31.3	>4.0	493												
2920	220	65.2	31.8	>4.0	550												
2940	219	64.9	31.7	>4.0	548												
2960	241	68.0	32.2	>4.0	904												
2980	219	64.6	31.6	>4.0	821												
3000	286	73.6	32.9	0.00	1430												

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cm²]

Cu = coesione non drenata [kg/cm²]

D.R. = densità relativa [%]

ϕ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cm²]

Prova penetrometrica statica n.: 8

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
60	12	0.47	25.71	19	960	99	5.93	16.69	188	1860	177	2.93	60.34	221
80	15	0.80	18.75	27	980	105	6.07	17.31	196	1880	114	7.73	14.74	230
100	14	0.47	30.00	21	1000	98	4.67	21.00	168	1900	135	6.73	20.05	236
120	17	0.73	23.18	28	1020	99	5.33	18.56	179	1920	116	6.00	19.33	206
140	19	0.47	40.71	26	1040	101	6.60	15.30	200	1940	103	5.13	20.06	180
160	21	0.67	31.50	31	1060	97	4.93	19.66	171	1960	86	4.60	18.70	155
180	20	0.80	25.00	32	1080	94	5.67	16.59	179	1980	85	3.40	25.00	136
200	24	0.73	32.73	35	1100	95	4.87	19.52	168	2000	98	3.13	31.28	145
220	24	0.60	40.00	33	1120	93	5.80	16.03	180	2020	98	3.00	32.67	143
240	27	0.73	36.82	38	1140	100	6.47	15.46	197	2040	80	3.47	23.08	132
260	29	1.07	27.19	45	1160	101	5.80	17.41	188	2060	86	3.87	22.24	144
280	31	0.80	38.75	43	1180	106	6.40	16.56	202	2080	78	4.13	18.87	140
300	30	0.93	32.14	44	1200	98	5.33	18.38	178	2100	80	3.60	22.22	134
320	31	1.00	31.00	46	1220	94	4.40	21.36	160	2120	88	4.00	22.00	148
340	33	1.73	19.04	59	1240	88	4.67	18.86	158	2140	92	4.00	23.00	152
360	32	1.87	17.14	60	1260	89	5.20	17.12	167	2160	77	4.27	18.05	141
380	37	1.87	19.82	65	1280	86	5.60	15.36	170	2180	79	3.73	21.16	135
400	35	1.73	20.19	61	1300	91	5.87	15.51	179	2200	96	4.13	23.23	158
420	41	2.00	20.50	71	1320	90	5.67	15.88	175	2220	68	4.00	17.00	128
440	42	1.80	23.33	69	1340	96	5.60	17.14	180	2240	98	4.53	21.62	166
460	48	2.87	16.74	91	1360	101	5.80	17.41	188	2260	80	4.53	17.65	148
480	46	2.60	17.69	85	1380	97	6.47	15.00	194	2280	92	4.00	23.00	152
500	51	3.00	17.00	96	1400	101	6.40	15.78	197	2300	77	4.27	18.05	141
520	47	2.87	16.40	90	1420	108	6.27	17.23	202	2320	79	3.67	21.55	134
540	53	3.00	17.67	98	1440	110	5.80	18.97	197	2340	96	4.20	22.86	159
560	56	3.00	18.67	101	1460	111	6.87	16.17	214	2360	69	3.93	17.54	128
580	59	2.73	21.59	100	1480	109	6.33	17.21	204	2380	98	4.47	21.94	165
600	61	2.40	25.42	97	1500	109	6.73	16.19	210	2400	80	4.53	17.65	148
620	64	2.73	23.41	105	1520	110	6.73	16.34	211	2420	104	5.47	19.02	186
640	72	3.47	20.77	124	1540	107	6.27	17.07	201	2440	138	4.87	28.36	211
660	76	3.47	21.92	128	1560	110	5.93	18.54	199	2460	86	6.13	14.02	178
680	80	4.40	18.18	146	1580	68	1.80	37.78	95	2480	175	4.33	40.38	240
700	85	4.87	17.47	158	1600	95	2.93	32.39	139	2500	234	6.13	38.15	326
720	91	5.73	15.87	177	1620	92	3.13	29.36	139	2520	184	10.13	18.16	336
740	83	5.20	15.96	161	1640	166	5.53	30.00	249	2540	177	7.87	22.50	295
760	79	4.80	16.46	151	1660	158	5.60	28.21	242	2560	185	6.80	27.21	287
780	85	5.40	15.74	166	1680	121	6.73	17.97	222	2580	207	7.67	27.00	322
800	101	6.53	15.46	199	1700	157	5.73	27.38	243	2600	184	2.80	65.71	226
820	90	5.73	15.70	176	1720	118	6.13	19.24	210	2620	178	5.80	30.69	265
840	86	4.60	18.70	155	1740	136	5.73	23.72	222	2640	185	7.60	24.34	299
860	87	4.13	21.05	149	1760	145	6.27	23.14	239	2660	207	8.53	24.26	335
880	89	6.13	14.51	181	1780	155	6.60	23.48	254	2680	199	8.07	24.67	320
900	91	5.80	15.69	178	1800	133	8.20	16.22	256	2700	197	8.27	23.83	321
920	85	5.40	15.74	166	1820	124	4.80	25.83	196	2720	165	9.20	17.93	303
940	92	5.60	16.43	176	1840	97	6.13	15.82	189	2740	189	6.33	29.84	284

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 8

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
2760	112	9.20	12.17	250										
2780	183	7.40	24.73	294										
2800	138	8.00	17.25	258										
2820	144	8.53	16.88	272										
2840	169	5.73	29.48	255										
2860	170	6.33	26.84	265										
2880	186	7.67	24.26	301										
2900	197	7.53	26.15	310										
2920	220	8.00	27.50	340										
2940	219	7.60	28.82	333										
2960	241	7.00	34.43	346										
2980	219	6.07	36.10	310										
3000	286	3.87	73.97	344										

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 8

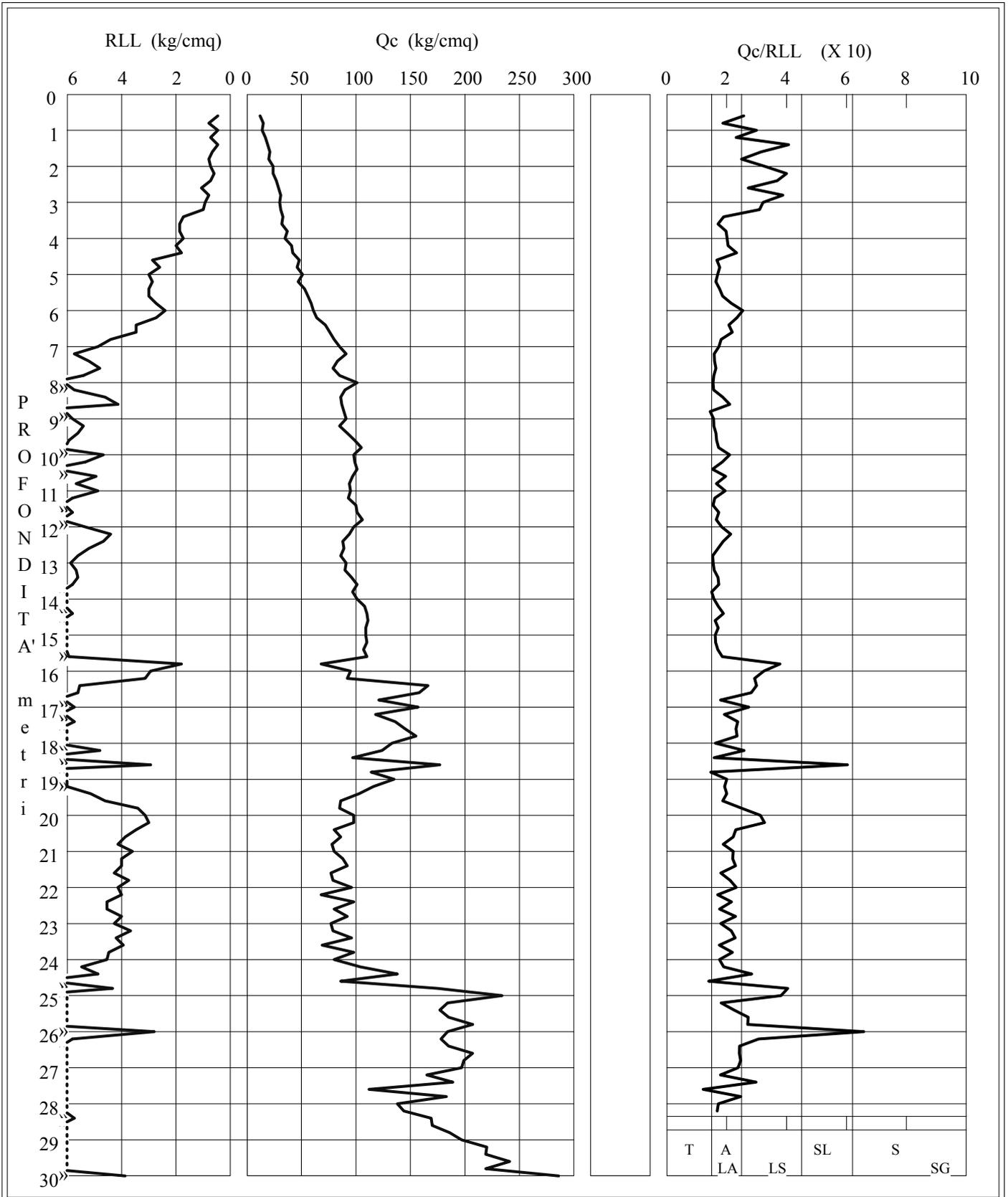
Picchetto n.: 8 - Prova n.: 8

Cantiere: Canello Arnone (CE)

Committente: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

Certif. n.: 8

del 19/01/05



LITOLOGIA: T=Torbe

LA=Limi Argillosi

A=Argille

LS=Limi Sabbiosi

SL=Sabbie Limose

SG = Sabbie e Ghiaie

S = Sabbie

AG = Copertura Superficiale

Certificato n.: 9

Data.: 19/01/05

PROVA PENETROMETRICA STATICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

CANTIERE: Canello Arnone (CE)

PENETROMETRO: Pagani tg 63-200 kn

COMUNE: Canello Arnone (CE)

LOCALITA': Zona Fiera

PICCHETTO: 9

PROVA N.: 9

del: 19/01/05

INIZIO A ML: 0.60

FINE A ML: 29.60

Q. TA PIANO CAMPAGNA: 0.00

COMMENTI:

Tecnico:

Laboratorio:

Prova penetrometrica statica n.: 9

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed
60	18	72.7	38.6	0.00	45	960	18	6.0	24.9	0.00	90	1860	22	< 5	22.6	0.00	110
80	17	63.8	0.0	0.00	43	980	13	< 5	23.2	0.00	49	1880	19	< 5	21.8	0.00	95
100	19	62.2	36.4	0.00	48	1000	15	< 5	0.0	0.00	38	1900	24	< 5	22.9	0.00	120
120	21	61.3	35.9	0.00	53	1020	16	< 5	24.0	0.00	80	1920	17	< 5	21.1	0.00	64
140	27	66.2	36.4	0.00	135	1040	7	< 5	0.0	0.00	18	1940	17	< 5	21.1	0.00	43
160	16	45.0	0.0	0.00	40	1060	8	< 5	20.4	0.00	30	1960	18	< 5	21.3	0.00	90
180	15	40.0	32.3	0.00	56	1080	11	< 5	21.8	0.00	55	1980	17	< 5	21.0	0.00	64
200	14	35.1	31.4	0.00	70	1100	11	< 5	21.8	0.00	55	2000	14	< 5	20.0	0.00	53
220	17	39.4	31.9	0.00	85	1120	10	< 5	21.2	0.00	38	2020	18	< 5	21.2	0.00	68
240	11	22.4	0.0	0.00	28	1140	9	< 5	20.6	0.00	23	2040	20	< 5	0.0	0.00	50
260	12	23.5	0.0	0.00	30	1160	9	< 5	0.0	0.00	23	2060	21	< 5	0.0	0.00	53
280	20	39.2	31.5	0.00	100	1180	10	< 5	20.9	0.00	38	2080	22	< 5	0.0	0.00	55
300	16	29.9	30.1	0.00	80	1200	9	< 5	20.3	0.00	23	2100	20	< 5	0.0	0.00	50
320	11	15.5	27.9	0.00	41	1220	7	< 5	19.0	0.00	18	2120	28	< 5	0.0	0.00	70
340	9	7.1	26.6	0.00	34	1240	9	< 5	20.2	0.00	34	2140	31	5.4	0.0	0.00	78
360	9	5.7	26.3	0.00	23	1260	8	< 5	19.5	0.00	30	2160	41	14.8	24.9	0.00	103
380	10	8.1	26.6	0.00	25	1280	8	< 5	19.4	0.00	40	2180	58	26.4	26.6	0.00	290
400	7	< 5	0.0	0.00	18	1300	9	< 5	19.9	0.00	23	2200	55	24.4	26.3	0.00	275
420	12	11.9	27.0	0.00	45	1320	12	< 5	21.3	0.00	60	2220	66	30.5	27.2	0.00	330
440	18	24.7	28.7	0.00	90	1340	9	< 5	19.8	0.00	34	2240	51	21.4	25.8	0.00	255
460	14	15.0	27.3	0.00	70	1360	13	< 5	21.5	0.00	65	2260	49	19.8	25.6	0.00	245
480	10	< 5	25.4	0.00	25	1380	9	< 5	19.6	0.00	34	2280	62	27.7	26.7	0.00	310
500	13	10.5	26.5	0.00	65	1400	8	< 5	19.0	0.00	30	2300	47	17.9	25.3	0.00	235
520	14	12.1	26.7	0.00	53	1420	7	< 5	18.2	0.00	26	2320	67	29.9	27.0	0.00	335
540	16	15.8	27.1	0.00	80	1440	9	< 5	19.4	0.00	34	2340	79	35.4	27.8	0.00	296
560	14	10.3	26.3	0.00	53	1460	10	< 5	19.9	0.00	25	2360	76	33.8	27.6	0.00	380
580	20	21.7	27.9	0.00	50	1480	11	< 5	20.3	0.00	28	2380	75	33.2	27.4	0.00	375
600	11	< 5	24.8	0.00	55	1500	10	< 5	19.7	0.00	25	2400	81	35.6	27.8	0.00	405
620	16	12.4	26.5	0.00	80	1520	11	< 5	20.1	0.00	28	2420	80	35.0	27.7	0.00	400
640	13	< 5	25.3	0.00	33	1540	12	< 5	20.5	0.00	60	2440	82	35.6	27.8	0.00	410
660	18	15.0	26.7	0.00	45	1560	11	< 5	20.0	0.00	55	2460	88	37.9	28.1	0.00	440
680	20	17.9	27.1	0.00	75	1580	10	< 5	19.5	0.00	38	2480	93	39.6	0.0	0.00	233
700	20	17.2	27.0	0.00	50	1600	12	< 5	20.3	0.00	30	2500	98	41.2	28.5	0.00	490
720	22	19.8	27.3	0.00	55	1620	11	< 5	19.8	0.00	55	2520	96	40.3	28.4	0.00	480
740	23	20.7	27.4	0.00	58	1640	11	< 5	19.8	0.00	28	2540	92	38.6	28.1	0.00	460
760	19	13.4	26.3	0.00	71	1660	11	< 5	19.7	0.00	28	2560	98	40.6	28.4	0.00	490
780	18	11.0	25.9	0.00	90	1680	15	< 5	21.2	0.00	56	2580	88	36.7	27.8	0.00	440
800	14	< 5	24.5	0.00	53	1700	7	< 5	0.0	0.00	18	2600	87	36.1	27.7	0.00	435
820	15	< 5	24.7	0.00	56	1720	9	< 5	18.5	0.00	34	2620	93	38.3	28.0	0.00	465
840	15	< 5	24.6	0.00	38	1740	8	< 5	0.0	0.00	20	2640	98	39.9	28.3	0.00	490
860	11	< 5	23.0	0.00	41	1760	11	< 5	19.4	0.00	28	2660	99	40.0	28.3	0.00	495
880	10	< 5	22.4	0.00	38	1780	15	< 5	20.9	0.00	56	2680	100	40.2	28.3	0.00	500
900	13	< 5	23.6	0.00	65	1800	14	< 5	20.5	0.00	53	2700	97	39.0	28.1	0.00	485
920	22	13.9	26.1	0.00	83	1820	8	< 5	0.0	0.00	20	2720	106	41.8	28.5	0.00	398
940	19	8.3	25.2	0.00	95	1840	21	< 5	22.4	0.00	79	2740	109	42.6	28.6	0.00	545

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cm²]

Cu = coesione non drenata [kg/cm²]

D.R. = densità relativa [%]

θ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cm²]

Prova penetrometrica statica n.: 9

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	ϕ	Cu	Eed
2760	107	41.8	28.5	0.00	535												
2780	114	43.8	28.8	0.00	570												
2800	109	42.1	28.5	0.00	545												
2820	108	41.6	28.4	0.00	540												
2840	112	42.7	28.6	0.00	560												
2860	118	44.3	28.8	0.00	590												
2880	121	45.0	28.9	0.00	454												
2900	124	45.7	29.0	0.00	620												
2920	122	45.0	28.8	0.00	610												
2940	119	44.0	28.7	0.00	595												
2960	116	42.9	28.5	0.00	580												

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cm²]

Cu = coesione non drenata [kg/cm²]

D.R. = densità relativa [%]

ϕ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cm²]

Prova penetrometrica statica n.: 9

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
60	18	0.87	20.77	31	960	18	0.27	67.50	22	1860	22	0.33	66.00	27
80	17	1.20	14.17	35	980	13	0.40	32.50	19	1880	19	0.13	142.50	21
100	19	0.73	25.91	30	1000	15	0.87	17.31	28	1900	24	0.13	180.00	26
120	21	0.80	26.25	33	1020	16	0.20	80.00	19	1920	17	0.53	31.88	25
140	27	0.20	135.00	30	1040	7	0.40	17.50	13	1940	17	0.73	23.18	28
160	16	0.80	20.00	28	1060	8	0.27	30.00	12	1960	18	0.33	54.00	23
180	15	0.47	32.14	22	1080	11	0.07	165.00	12	1980	17	0.47	36.43	24
200	14	0.20	70.00	17	1100	11	0.20	55.00	14	2000	14	0.40	35.00	20
220	17	0.13	127.50	19	1120	10	0.33	30.00	15	2020	18	0.40	45.00	24
240	11	0.60	18.33	20	1140	9	0.33	27.00	14	2040	20	1.40	14.29	41
260	12	0.87	13.85	25	1160	9	0.47	19.29	16	2060	21	1.40	15.00	42
280	20	0.27	75.00	24	1180	10	0.33	30.00	15	2080	22	1.80	12.22	49
300	16	0.33	48.00	21	1200	9	0.40	22.50	15	2100	20	1.67	12.00	45
320	11	0.33	33.00	16	1220	7	0.27	26.25	11	2120	28	2.00	14.00	58
340	9	0.20	45.00	12	1240	9	0.20	45.00	12	2140	31	2.07	15.00	62
360	9	0.40	22.50	15	1260	8	0.20	40.00	11	2160	41	1.60	25.63	65
380	10	0.47	21.43	17	1280	8	0.13	60.00	10	2180	58	0.87	66.92	71
400	7	0.40	17.50	13	1300	9	0.33	27.00	14	2200	55	0.60	91.67	64
420	12	0.27	45.00	16	1320	12	0.20	60.00	15	2220	66	0.27	247.50	70
440	18	0.33	54.00	23	1340	9	0.20	45.00	12	2240	51	0.47	109.29	58
460	14	0.20	70.00	17	1360	13	0.20	65.00	16	2260	49	0.53	91.88	57
480	10	0.40	25.00	16	1380	9	0.27	33.75	13	2280	62	1.07	58.13	78
500	13	0.13	97.50	15	1400	8	0.20	40.00	11	2300	47	0.80	58.75	59
520	14	0.47	30.00	21	1420	7	0.20	35.00	10	2320	67	0.47	143.57	74
540	16	0.20	80.00	19	1440	9	0.20	45.00	12	2340	79	1.93	40.86	108
560	14	0.33	42.00	19	1460	10	0.47	21.43	17	2360	76	1.07	71.25	92
580	20	0.87	23.08	33	1480	11	0.47	23.57	18	2380	75	0.93	80.36	89
600	11	0.20	55.00	14	1500	10	0.40	25.00	16	2400	81	1.07	75.94	97
620	16	0.33	48.00	21	1520	11	0.47	23.57	18	2420	80	1.47	54.55	102
640	13	0.60	21.67	22	1540	12	0.20	60.00	15	2440	82	0.87	94.62	95
660	18	0.67	27.00	28	1560	11	0.20	55.00	14	2460	88	1.07	82.50	104
680	20	0.60	33.33	29	1580	10	0.27	37.50	14	2480	93	5.40	17.22	174
700	20	0.73	27.27	31	1600	12	0.47	25.71	19	2500	98	1.67	58.80	123
720	22	1.00	22.00	37	1620	11	0.13	82.50	13	2520	96	1.27	75.79	115
740	23	0.87	26.54	36	1640	11	0.47	23.57	18	2540	92	1.80	51.11	119
760	19	0.60	31.67	28	1660	11	0.40	27.50	17	2560	98	1.13	86.47	115
780	18	0.33	54.00	23	1680	15	0.33	45.00	20	2580	88	0.73	120.00	99
800	14	0.33	42.00	19	1700	7	0.60	11.67	16	2600	87	0.53	163.13	95
820	15	0.47	32.14	22	1720	9	0.20	45.00	12	2620	93	1.67	55.80	118
840	15	0.60	25.00	24	1740	8	0.47	17.14	15	2640	98	1.27	77.37	117
860	11	0.33	33.00	16	1760	11	0.40	27.50	17	2660	99	0.67	148.50	109
880	10	0.33	30.00	15	1780	15	0.40	37.50	21	2680	100	1.40	71.43	121
900	13	0.27	48.75	17	1800	14	0.33	42.00	19	2700	97	1.27	76.58	116
920	22	0.53	41.25	30	1820	8	0.67	12.00	18	2720	106	2.60	40.77	145
940	19	0.27	71.25	23	1840	21	0.53	39.38	29	2740	109	1.60	68.13	133

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 9

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
2760	107	1.53	69.78	130										
2780	114	1.47	77.73	136										
2800	109	1.07	102.19	125										
2820	108	0.20	540.00	111										
2840	112	1.40	80.00	133										
2860	118	2.47	47.84	155										
2880	121	3.73	32.41	177										
2900	124	1.80	68.89	151										
2920	122	2.27	53.82	156										
2940	119	1.53	77.61	142										
2960	116	2.07	56.13	147										

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 9

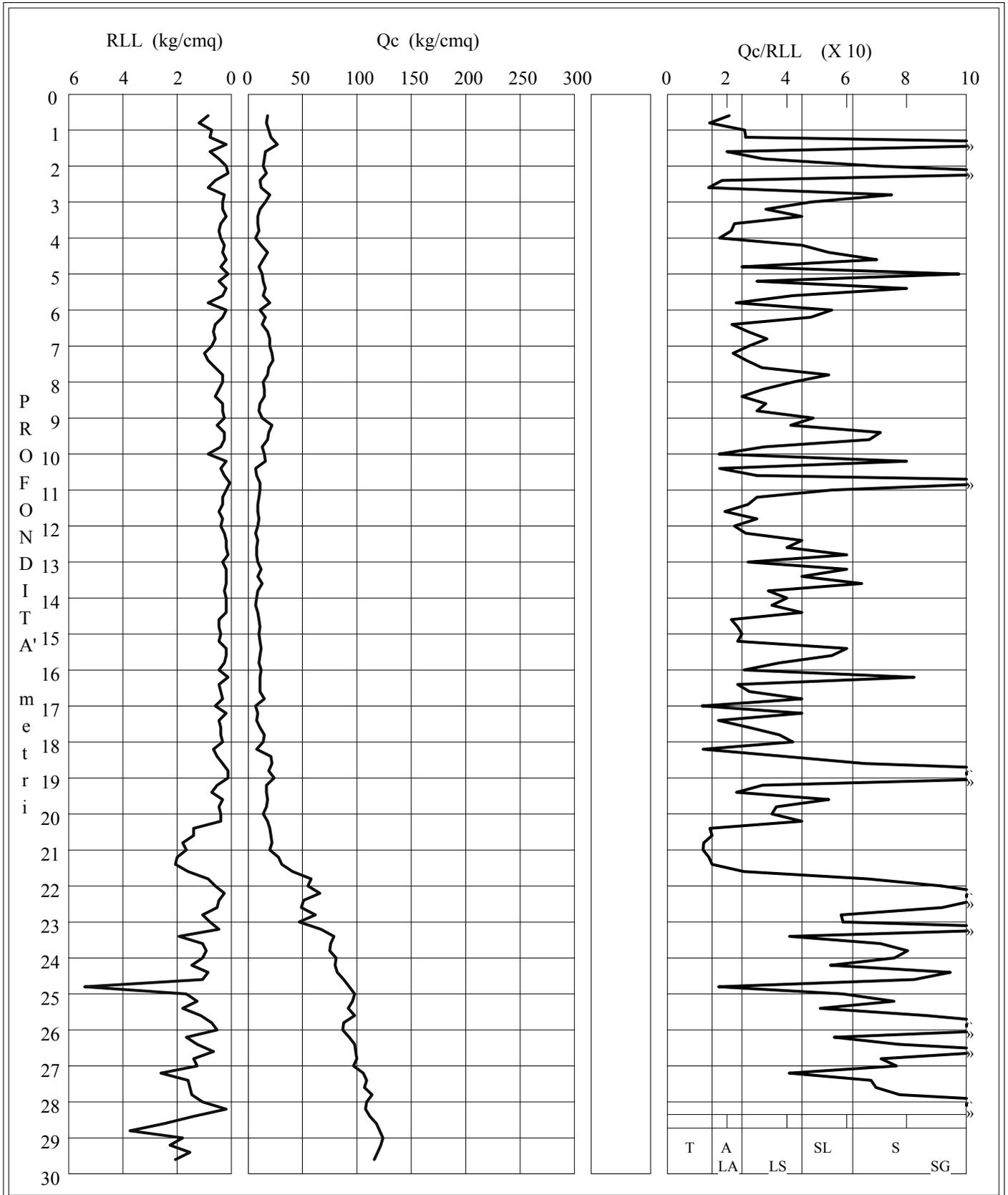
Picchetto n.: 9 - Prova n.: 9

Cantiere: Canello Arnone (CE)

Committente: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

Certif. n.: 9

del 19/01/05



LITOLOGIA: T=Torbe

LA=Limi Argillosi

A=Argille

LS=Limi Sabbiosi

SL=Sabbie Limose

SG = Sabbie e Ghiaie

S = Sabbie

AG = Copertura Superficiale

Certificato n.: 10

Data.: 19/01/05

PROVA PENETROMETRICA STATICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

CANTIERE: Canello Arnone (CE)

PENETROMETRO: Pagani tg 63-200 kn

COMUNE: Canello Arnone (CE)

LOCALITA': Via A. Diaz

PICCHETTO: 10

PROVA N.: 10

del: 19/01/05

INIZIO A ML: 0.60

FINE A ML: 24.40

Q. TA PIANO CAMPAGNA: 0.00

COMMENTI:

Tecnico:

Laboratorio:

Prova penetrometrica statica n.: 10

***** INTERPRETAZIONE *****

***** GEOMECCANICA *****

P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed	P	Qc	D.R.	θ	Cu	Eed
60	14	64.0	0.0	0.00	35	960	19	7.8	25.1	0.00	71	1860	63	33.1	27.8	0.00	315
80	19	67.6	0.0	0.00	48	980	20	9.1	0.0	0.00	50	1880	50	24.9	26.6	0.00	250
100	24	70.3	0.0	0.00	60	1000	20	8.6	0.0	0.00	50	1900	64	33.1	27.8	0.00	320
120	25	67.3	0.0	0.00	63	1020	17	< 5	0.0	0.00	43	1920	49	23.7	26.4	0.00	245
140	30	69.8	0.0	0.00	75	1040	16	< 5	0.0	0.00	40	1940	35	11.9	24.7	0.00	88
160	15	42.8	0.0	0.00	38	1060	14	< 5	0.0	0.00	35	1960	39	15.4	25.2	0.00	195
180	14	37.6	0.0	0.00	35	1080	13	< 5	0.0	0.00	33	1980	30	6.1	23.8	0.00	150
200	19	45.6	32.9	0.00	71	1100	18	< 5	0.0	0.00	45	2000	32	8.1	24.1	0.00	160
220	16	37.4	0.0	0.00	40	1120	19	< 5	24.4	0.00	48	2020	65	32.2	27.5	0.00	325
240	19	41.2	0.0	0.00	48	1140	22	8.7	0.0	0.00	55	2040	52	24.3	26.4	0.00	260
260	19	39.2	0.0	0.00	48	1160	17	< 5	0.0	0.00	43	2060	49	22.0	26.0	0.00	245
280	20	39.2	31.5	0.00	50	1180	20	< 5	0.0	0.00	50	2080	55	25.8	26.6	0.00	206
300	12	20.0	0.0	0.00	30	1200	19	< 5	0.0	0.00	48	2100	76	36.6	28.1	0.00	380
320	14	23.8	0.0	0.00	35	1220	26	12.8	25.5	0.00	130	2120	73	35.0	27.9	0.00	365
340	21	36.2	30.8	0.00	105	1240	19	< 5	0.0	0.00	48	2140	111	49.2	29.9	0.00	555
360	11	12.6	0.0	0.00	28	1260	19	< 5	0.0	0.00	48	2160	89	41.4	28.8	0.00	445
380	18	28.3	29.5	0.00	45	1280	14	< 5	0.0	0.00	35	2180	63	29.3	27.0	0.00	236
400	22	33.9	30.2	0.00	55	1300	19	< 5	23.6	0.00	95	2200	61	28.0	26.8	0.00	229
420	21	31.2	0.0	0.00	53	1320	19	< 5	23.6	0.00	95	2220	89	40.7	28.6	0.00	334
440	24	34.6	0.0	0.00	60	1340	11	< 5	0.0	0.00	28	2240	70	32.3	27.4	0.00	263
460	20	27.3	0.0	0.00	50	1360	9	< 5	0.0	0.00	23	2260	77	35.3	27.8	0.00	385
480	20	26.3	0.0	0.00	50	1380	20	< 5	23.6	0.00	50	2280	72	32.8	27.5	0.00	270
500	18	21.7	0.0	0.00	45	1400	24	6.8	0.0	0.00	60	2300	49	19.4	25.5	0.00	245
520	15	14.5	27.0	0.00	38	1420	71	43.7	29.7	0.00	355	2320	81	36.4	28.0	0.00	304
540	25	31.1	29.4	0.00	94	1440	22	< 5	23.9	0.00	55	2340	99	43.1	28.9	0.00	495
560	20	22.6	28.1	0.00	100	1460	22	< 5	23.8	0.00	55	2360	120	49.5	29.8	0.00	600
580	34	39.9	30.5	0.00	128	1480	25	6.8	24.4	0.00	94	2380	155	58.1	31.0	0.00	775
600	39	43.8	31.0	0.00	195	1500	23	< 5	23.9	0.00	86	2400	268	76.7	33.7	0.00	1340
620	77	66.4	34.2	0.00	385	1520	24	< 5	24.0	0.00	120	2420	338	84.5	34.8	0.00	1690
640	77	65.7	34.1	0.00	385	1540	20	< 5	23.0	0.00	50	2440	309	81.2	34.3	0.00	1545
660	80	66.2	34.1	0.00	200	1560	18	< 5	22.5	0.00	68						
680	110	76.5	35.6	0.00	550	1580	42	23.1	26.6	0.00	105						
700	119	78.5	35.8	0.00	446	1600	50	28.8	27.4	0.00	250						
720	111	75.4	35.3	0.00	555	1620	66	38.0	28.7	0.00	330						
740	34	34.1	0.0	0.00	85	1640	68	38.8	28.8	0.00	340						
760	9	< 5	0.0	0.00	23	1660	66	37.4	28.6	0.00	330						
780	9	< 5	0.0	0.00	23	1680	56	31.5	27.7	0.00	210						
800	9	< 5	0.0	0.00	23	1700	45	23.7	26.6	0.00	225						
820	9	< 5	0.0	0.00	23	1720	41	20.2	26.1	0.00	154						
840	8	< 5	0.0	0.00	20	1740	33	12.5	24.9	0.00	165						
860	8	< 5	0.0	0.00	20	1760	27	5.3	23.9	0.00	101						
880	20	11.7	25.8	0.00	50	1780	100	50.0	30.3	0.00	250						
900	16	< 5	24.6	0.00	40	1800	54	28.6	27.2	0.00	135						
920	16	< 5	0.0	0.00	40	1820	62	33.1	27.8	0.00	310						
940	18	6.5	25.0	0.00	68	1840	60	31.7	27.6	0.00	300						

P = profondità di infissione [cm]

Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

Cu = coesione non drenata [kg/cmq]

D.R. = densità relativa [%]

θ = angolo di attrito [gradi]

Eed = modulo edometrico [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 10

P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL	P	Qc	RLL	X	RL
60	14	1.13	12.35	31	960	19	0.47	40.71	26	1860	63	0.67	94.50	73
80	19	1.07	17.81	35	980	20	1.40	14.29	41	1880	50	0.80	62.50	62
100	24	1.20	20.00	42	1000	20	1.20	16.67	38	1900	64	0.73	87.27	75
120	25	1.60	15.63	49	1020	17	1.13	15.00	34	1920	49	0.73	66.82	60
140	30	1.93	15.52	59	1040	16	0.93	17.14	30	1940	35	1.33	26.25	55
160	15	2.33	6.43	50	1060	14	1.00	14.00	29	1960	39	0.20	195.00	42
180	14	1.13	12.35	31	1080	13	1.27	10.26	32	1980	30	0.60	50.00	39
200	19	0.60	31.67	28	1100	18	1.00	18.00	33	2000	32	0.60	53.33	41
220	16	1.07	15.00	32	1120	19	0.93	20.36	33	2020	65	0.73	88.64	76
240	19	1.00	19.00	34	1140	22	1.13	19.41	39	2040	52	0.60	86.67	61
260	19	1.00	19.00	34	1160	17	1.47	11.59	39	2060	49	0.73	66.82	60
280	20	0.87	23.08	33	1180	20	1.33	15.00	40	2080	55	1.40	39.29	76
300	12	0.73	16.36	23	1200	19	1.33	14.25	39	2100	76	0.80	95.00	88
320	14	0.87	16.15	27	1220	26	0.33	78.00	31	2120	73	0.93	78.21	87
340	21	0.20	105.00	24	1240	19	1.47	12.95	41	2140	111	2.20	50.45	144
360	11	0.73	15.00	22	1260	19	1.20	15.83	37	2160	89	1.33	66.75	109
380	18	0.67	27.00	28	1280	14	1.07	13.13	30	2180	63	1.53	41.09	86
400	22	0.93	23.57	36	1300	19	0.13	142.50	21	2200	61	1.80	33.89	88
420	21	1.07	19.69	37	1320	19	0.13	142.50	21	2220	89	2.13	41.72	121
440	24	1.20	20.00	42	1340	11	0.73	15.00	22	2240	70	1.73	40.38	96
460	20	1.27	15.79	39	1360	9	0.60	15.00	18	2260	77	0.80	96.25	89
480	20	1.20	16.67	38	1380	20	0.87	23.08	33	2280	72	1.60	45.00	96
500	18	1.00	18.00	33	1400	24	1.87	12.86	52	2300	49	0.87	56.54	62
520	15	0.73	20.45	26	1420	71	0.47	152.14	78	2320	81	2.00	40.50	111
540	25	0.73	34.09	36	1440	22	1.07	20.63	38	2340	99	1.93	51.21	128
560	20	0.40	50.00	26	1460	22	0.80	27.50	34	2360	120	1.33	90.00	140
580	34	1.00	34.00	49	1480	25	0.60	41.67	34	2380	155	0.33	465.00	160
600	39	0.67	58.50	49	1500	23	0.53	43.13	31	2400	268	2.80	95.71	310
620	77	1.60	48.13	101	1520	24	0.47	51.43	31	2420	338	2.00	169.00	368
640	77	1.60	48.13	101	1540	20	0.73	27.27	31	2440	309	4.80	64.38	381
660	80	3.20	25.00	128	1560	18	0.40	45.00	24					
680	110	0.80	137.50	122	1580	42	1.60	26.25	66					
700	119	3.00	39.67	164	1600	50	0.87	57.69	63					
720	111	2.20	50.45	144	1620	66	0.73	90.00	77					
740	34	2.60	13.08	73	1640	68	0.80	85.00	80					
760	9	1.93	4.66	38	1660	66	0.73	90.00	77					
780	9	0.80	11.25	21	1680	56	1.47	38.18	78					
800	9	0.60	15.00	18	1700	45	0.33	135.00	50					
820	9	0.47	19.29	16	1720	41	1.00	41.00	56					
840	8	0.40	20.00	14	1740	33	0.40	82.50	39					
860	8	0.60	13.33	17	1760	27	0.60	45.00	36					
880	20	0.93	21.43	34	1780	100	3.60	27.78	154					
900	16	0.73	21.82	27	1800	54	2.20	24.55	87					
920	16	0.93	17.14	30	1820	62	0.53	116.25	70					
940	18	0.47	38.57	25	1840	60	0.73	81.82	71					

P = profondità di infissione [cm]
 Qc = resistenza specifica alla punta [kg/cmq]

RLL = resistenza laterale locale [kg/cmq]
 X = rapporto Qc/RLL (GRANULOMETRIA)
 RL = resistenza laterale [kg/cmq]

Prova penetrometrica statica n.: 10

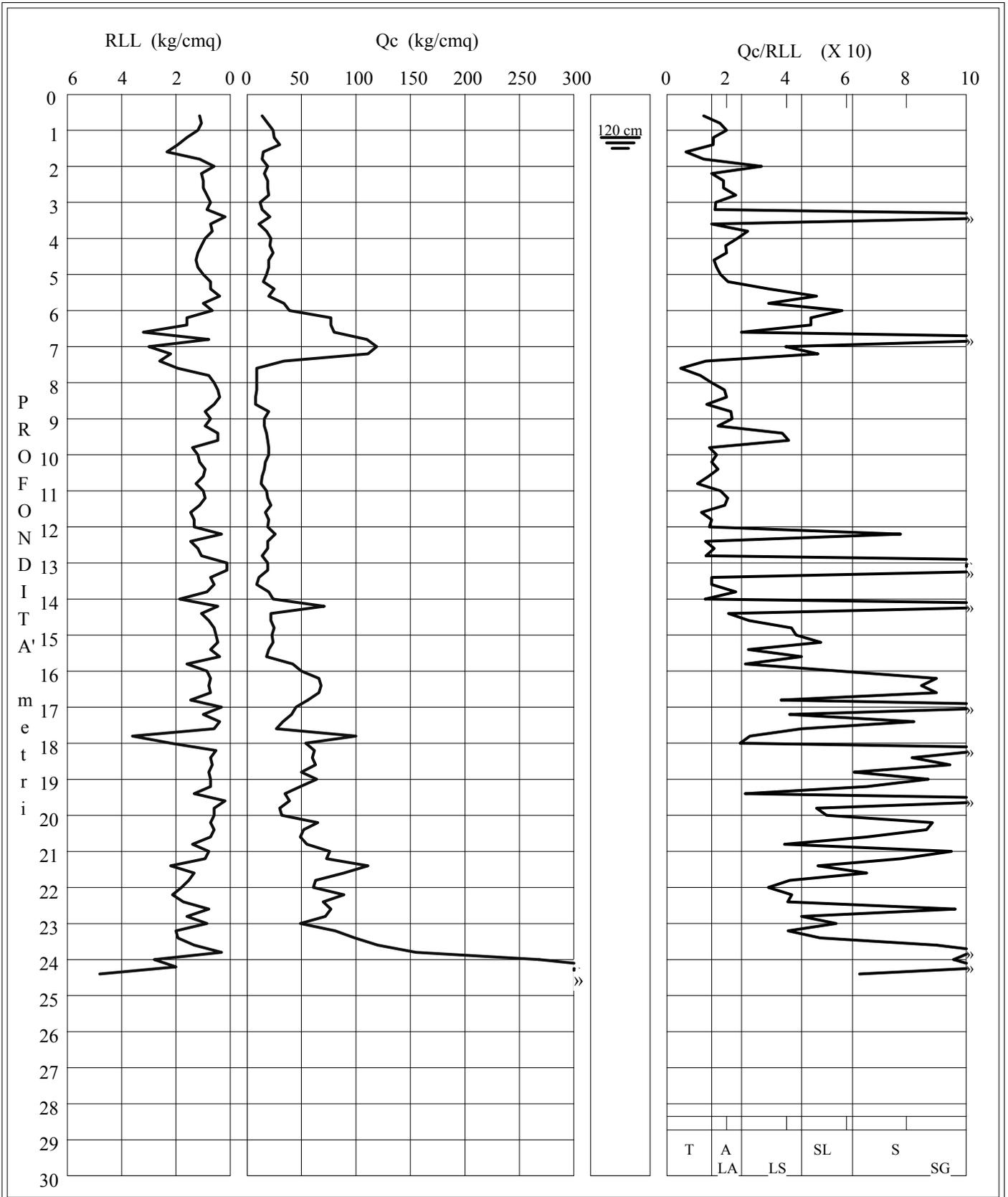
Picchetto n.: 10 - Prova n.: 10

Cantiere: Cancellò Arnone (CE)

Committente: Dott. Geol. Giuseppe Girardi

Certif. n.: 10

del 19/01/05



LITOLOGIA: T=Torbe

A=Argille

SL=Sabbie Limose

S = Sabbie

LA=Limi Argillosi

LS=Limi Sabbiosi

SG = Sabbie e Ghiaie

AG = Copertura Superficiale

Secondo quanto richiesto ad integrazione delle indagini geognostiche finalizzate alla stesura del nuovo P.U.C. del Comune di Canello ed Arnone, il sottoscritto geologo Raffaele Formicola, dietro incarico conferito dall'Arch. Giuseppe Peluso, ha elaborato la Sezione Geologica allegata al presente lavoro, sulla scorta delle indagini geognostiche a propria disposizione.

Il sottoscritto ha ritenuto opportuno elaborare una sola sezione geologica, che taglia interamente il territorio comunale di Canello ed Arnone da Nord-Ovest a Sud-Est, in quanto una seconda sezione geologica doveva essere elaborata su una traccia di sezione con direzione orientativamente Nord-Sud, cioè molto prossima alla prima traccia.

Per la stesura della presente Sezione Geologica, il sottoscritto ha analizzato le indagini in sito effettuate sul territorio e a disposizione dell'Amministrazione Comunale.

Laddove il territorio è risultato carente di indagini in sito, il sottoscritto ha ritenuto opportuno effettuare ulteriori 4 sondaggi a carotaggio continuo al fine di avere una più precisa e dettagliata stratigrafia geolitologica.

I quattro sondaggi effettuati, le cui stratigrafie sono di seguito riportate, sono stati spinti fino alla profondità di circa 33 metri dal piano campagna e sono stati realizzati con una perforatrice tipo TEREDO MN 900, con un carotiere dal diametro di 101 mm.

Le indagini in sito preesistenti prese in considerazione e quelle effettuate ex-novo, sono riportate nella allegata carta delle ubicazione delle indagini in sito.

I nuovi sondaggi sono stati riportati sulla carta Ubicazione delle Indagini in colore verde e identificati con le sigle S'1, S'2, S'3 e S'4.

Bellona, lì 10/09/2016

IL GEOLOGO

Dott. Raffaele FORMICOLA



A circular blue ink stamp from the "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA Regione Campania". The stamp contains the text: "GEOLOGO", "dr. Raffaele Formicola", and "Albo N. 1137". A handwritten signature in blue ink is written over the stamp and extends to the right.

I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche-geofisiche-idrogeologiche
 Via Aldo Moro n. 2 - 81050 Pastorano (CE)
 Tel-fax: 0823/879116
 Attestazione SOA n. 1666/63/01
 Cat. OS21 Class.I valida fino al 26/01/2013

Committente : Arch. Peluso Giuseppe

Localita: Canello ed Arnone – Integrazione P.U.C.

Sond.
n°1

Perforatrice: TEREDO MN 900 Lunghezza carotiere: 3.00 mt diametro carotiere : 101 mm

Data
Gen/11

Redattore della stratigrafia: Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio

Prof. (m)	Pot. (m)	Stratig.	Descrizione Litologica	Falde (m)	camp. ind.	S.P.T.					% di carotaggio 25 50 75	
						Prof		n. colpi				
1.20	1.20		Terreno vegetale	1.50								
4.50	3.30		Limo sabbioso di colore marrone			3.00	3.45	2	3	5		
12.00	7.50		Sabbia limosa di colore grigio scuro			7.50	7.95	4	4	6		
14.30	2.30		Cinerite sabbioso-limosa di colore marrone-rossastro			12.50	12.95	6	7	9		
33.00	20.70		Cinerite sabbiosa da beige a grigio scuro con pomici, frammenti lavici e piccoli livelli tufacei									

Note :

I. Geo. s.a.s.
 di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C
 Via Aldo Moro n. 2 - Pastorano (CE)
 Part. IVA n. Ctd. Fisci 01956710618

I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche-geofisiche-idrogeologiche
Via Aldo Moro n. 2 - 81050 Pastorano (CE)
Tel-fax: 0823/879116
Attestazione SOA n. 1666/63/01
Cat. OS21 Class.I valida fino al 26/01/2013

Committente : Arch. Peluso Giuseppe

Località: Cancellò ed Arnone – Integrazione P.U.C.

Perforatrice: TEREDO MN 900 Lunghezza carotiere: 3.00 mt diametro carotiere : 101 mm

Redattore della stratigrafia: Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio

Sond.
n°2Data
Gen/11

Prof. (m)	Pot. (m)	Stratig.	Descrizione Litologica	Falde (m)	camp. ind.	S.P.T.			% di carotaggio						
						Prof	n. colpi		25	50	75				
1.00	1.00		Terreno di vegetale	1.00											
			Limo argilloso di colore dal marrone al grigio scuro. Verso il basso presenza di lenti torbose di piccole dimensioni			3.00	3.45	2	2	3					
						7.50	7.95	3	4	5					
						12.50	12.95	5	6	6					
14.30	13.30														
			Piroclastiti sabbiose di colore dal marrone al grigio scuro, con presenza di scorie e frammenti lavici nerastrì												
24.80	10.50														
			Sabbia-limosa di colore marrone-rossastro												
29.00	4.20														
			Sabbia fine di colore verde con piccoli fossili marini												
33.00	4.00														

Note :

I. Geo. s.a.s.
di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C
Via Aldo Moro n. 2 - Pastorano (CE)
Part. IVA e C.C.I.A.A. n. 01956710618

I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche-geofisiche-idrogeologiche
Via Aldo Moro n. 2 - 81050 Pastorano (CE)
Tel-fax: 0823/879116
Attestazione SOA n. 1666/63/01
Cat. OS21 Class.I valida fino al 26/01/2013

Committente : Arch. Peluso Giuseppe

Località: Canello ed Arnone – Integrazione P.U.C.

Sond.
n°3

Perforatrice: TEREDO MN 900

Lunghezza carotiere: 3.00 mt

diametro carotiere : 101 mm

Data
Gen/11**Redattore della stratigrafia: Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio**

Prof. (m)	Pot. (m)	Stratig.	Descrizione Litologica	Falde (m)	camp. ind.	S.P.T.					% di carotaggio						
						Prof	n. colpi	25	50	75							
1.20	1.20		Terreno di vegetale	1.00													
			Limo argilloso di colore dal marrone al grigio scuro. Verso il basso presenza di lenti torbose di piccole dimensioni			3.00	3.45	2	2	3							
						7.50	7.95	3	4	5							
						12.50	12.95	5	6	6							
16.20	15.00																
18.70	2.50		Piroclastiti sabbiose di colore molto scuro, con presenza di scorie e frammenti lavici nerastri														
30.70	12.00		Piroclastiti di colore marrone-rossiccio con pomici e inclusi lavici														
33.00	2.30		Sabbia fine di colore verde con piccoli fossili marini														

I. GEO. S.a.s.
di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C
Via Aldo Moro n. 2 - Pastorano (CE)
Part. IVA e Cov. Fisc. 01955710618

Note :

I.Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche-geofisiche-idrogeologiche
Via Aldo Moro n. 2 - 81050 Pastorano (CE)
Tel-fax: 0823/879116
Attestazione SOA n. 1666/63/01
Cat. OS21 Class.I valida fino al 26/01/2013

Committente : Arch. Peluso Giuseppe

Localita: Canello ed Arnone – Integrazione P.U.C.

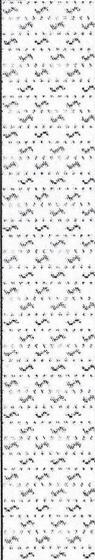
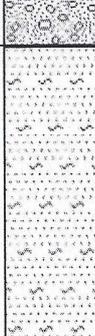
Perforatrice: TEREDO MN 900

Lunghezza carotiere: 3.00 mt

diametro carotiere : 101 mm

Sond.
n°4Data
Gen/11

Redattore della stratigrafia: Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio

Prof. (m)	Pot. (m)	Stratig.	Descrizione Litologica	Falde (m)	camp. ind.	S.P.T.					% di carotaggio						
						Prof	n. colpi	25	50	75							
1.20	1.20		Terreno di vegetale	1.20													
			Limo sabbioso e limo argilloso di colore dal marrone al grigio. Verso il basso passa ad argilla limosa di colore grigio			3.00	3.45	2	2	3							
12.80	11.60					12.50	12.95	5	6	6							
			Piroclastiti sabbiose di colore scuro, con presenza di scorie e frammenti lavici nerastri														
			Sabbia ghiaiosa e sabbia argillosa di colore da marrone a verdastro, con piccoli fossili marini														
33.00	7.80																

I. GEO. S.A.S.
di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.
Via Aldo Moro 2 - Pastorano (CE)
Part. IVA e C.C. - Isc. 015/67/0813

Note :