



Comune di Castelnovo ne' Monti,
piazza Gramsci n.1 - 42035 Castelnovo ne' Monti (RE)

Comune
Castelnovo ne' Monti _ R.E.

NUOVA STRUTTURA PER ANZIANI: casa protetta con 60 posti

Committente:

Comune di Castelnovo ne' Monti

responsabile del procedimento

ing. Chiara Cantini - responsabile del Settore Lavori Pubblici, Patrimonio,
Ambiente, Comune di Castelnovo ne' Monti

responsabile del progetto

ing. Chiara Cantini - responsabile del Settore Lavori Pubblici, Patrimonio,
Ambiente, Comune di Castelnovo ne' Monti

gruppo di progetto

revisione

1
2
3
4
5
6

fase di progetto

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

elaborazione

11_2017

Titolo

Indagine geologica e geotecnica

P.ar.2.07

**Dott. Geol.
PAOLO BERETTI**

Geologia Applicata e Geotecnica
Consulenze e Controlli Ambientali

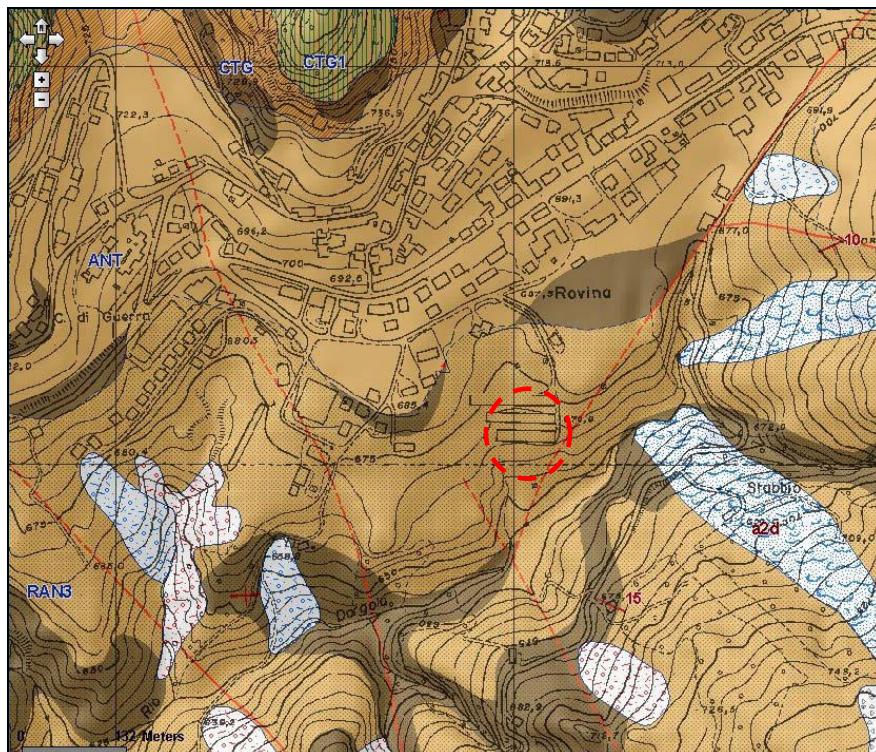
Via De Gasperi 2/1, 42020 Quattro Castella (RE)

Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667 e-mail: beretti.paolo@libero.it; studio.beretti@gmail.com

COMMITTENTE

Amministrazione Comunale di Castelnovo nè Monti (RE)

**Provincia di Reggio Emilia
Comune di Castelnovo nè Monti**



**Realizzazione di nuova struttura per anziani:
casa protetta con 60 posti in area "ex Rabotti"**

**RELAZIONE GEOLOGICA, MODELLAZIONE GEOTECNICA
E ANALISI SISMICA APPROFONDITA**

Revisione	Descrizione	Data	Redazione
0	GGS	Aprile 2013	Dott. Geol. Paolo Beretti

INDICE

Indice.....	1
Introduzione	3
Programma e Metodologia di Indagine.....	3
Inquadramenti territoriali.....	4
Ubicazione topografica	4
P.A.I. – Carta Inventario del Dissesto	5
Inquadramento geologico e tettonico.....	6
Inquadramento geomorfologico	8
Inquadramento idrogeologico	9
Inquadramento idraulico	10
Analisi di microzonazione sismica.....	11
Storia sismica del sito.....	11
Inquadramento topografico.....	13
Prospezioni sismiche a rifrazione	13
Identificazione categoria suolo di fondazione.....	14
Analisi sismica secondo D.M. 14/01/2008 (II livello)	15
Azione sismica di progetto	15
Fattori di amplificazione	16
Fattore di amplificazione litologico (D.M. 14/01/2008).....	16
Fattore di amplificazione topografico (D.M. 14/01/2008)	16
Coeffienti di accelerazione sismica.....	16
Analisi Sismica secondo di III livello (DAL 112/2007)	16
Definizione dei coefficienti di amplificazione sismica.....	20
Coeffiente di amplificazione topografico.....	21
Parametri di sollecitazione sismica derivanti dallo studio di III Livello.....	21
Analisi Suscettibilità alla Liquefazione.....	21
Frequenza primaria terreni di fondazione	21
Analisi Geologico – Geotecnica.....	23
Caratteri geomeccanici dell'area di intervento.....	23
Analisi di laboratorio geotecnico.....	24
Descrizione geotecnica del campione (ASTM D2488).....	25
Analisi Granulometrica (ASTM D 422)	25
Proprietà indice e Limiti di atterberg (CNR-UNI 10014)	25
Parametri di resistenza al taglio (ASTM D 4767).....	25

Caratteristiche di deformabilità	26
Analisi geomeccanica dei terreni.....	26
verifica di stabilità del pendio	29
Indicazioni su tipologia fondale	32
Conclusioni	34
Parametri di sollecitazione sismica.....	36
Allegati.....	42

INTRODUZIONE

Nell'ambito progettuale relativo alla realizzazione di una nuova struttura per anziani, in località Castelnovo ne' Monti (RE), si è effettuata l'indagine geologico geotecnica e sismica oggetto della presente relazione.

Lo studio, svolto su commissione dell'**Amministrazione Comunale di Castelnovo ne' Monti**, con sede in Via 25 Aprile, Castelnovo ne' Monti (RE), si è redatto in ottemperanza ai dettati del D.M. 11/03/88 e circ. LL.PP. N° 30483 del 24/09/88 ed in riferimento alle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni, DM 14/01/2008, alla D.A.L 112/2007 e al D.P.R. 207/2010.

Le analisi eseguite hanno evidenziato caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche e parametri geomeccanici del sottosuolo di idonea fattibilità geologico tecnica e sismica per l'uso del sito a fini progettuali.

PROGRAMMA E METODOLOGIA DI INDAGINE

Indagine geognostica

Per la caratterizzazione fisico meccanica del sottosuolo sono state eseguite le seguenti prove geognostiche:

- **n°5 Prove penetrometriche statiche:** conformi allo standard europeo (cfr. *Indicazioni ISSMFE - AGI*); le prove sono state svolte utilizzando un penetrometro statico-dinamico, mod. PAGANI TG63-200. (cfr. *Indicazioni ISSMFE - AGI*), utilizzando cella di pressione idraulica a lettura digitale e prima asta con punta meccanica *Begemann (Friction Sleeve Cone)*.
- **n°4 Prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH:** massa battente da 63,5 kgf, altezza di caduta costante: h = 75 cm, prima asta dotata di punta conica a sezione trasversale max di 20 cmq ed angolo di apertura alla punta $\beta = 90^\circ$.
- **n° 2 Sondaggi meccanici a carotaggio continuo,** protratti sino a profondità pari a - 13,5 m e -18,5 m dal piano campagna; eseguiti con strumentazione MDT 80V, con prelievo di due campioni indisturbati, esecuzione di prove SPT in foro di sondaggio e prove di taglio *Tor Vane* e di penetrazione *Pocket Penetrometer* sulle carote recuperate a prevalente componente coesiva prelevati durante le fasi di esecuzione del carotaggio continuo.
- **Analisi di laboratorio geotecnico:** su campioni indisturbati, effettuati presso la struttura certificata *SINERGEA SRL – Via Badini 6/6 – Granarolo Emilia (BO)*.

Indagine geofisica

Al fine di determinare la categoria del suolo di fondazione, valutare lo schema sismo-stratigrafico e ricavare i parametri di microzonazione sismica dell'area in oggetto, in riferimento ai

dettati sia del D.M. 14/01/2008 che della D.A.L. 112/2007, è stata eseguita la seguente indagine geofisica, utilizzando un sismografo a 24 canali ad incrementi di segnale dinamica M.A.E., attrezzato con 24 geofoni di ricezione, dotati di preamplificatori di segnale:

- **Stendimento sismico a rifrazione con elaborazione in tomografia sismica**, utilizzando un sismografo a 24 canali ad incrementi di segnale dinamica M.A.E., attrezzato con 24 geofoni di ricezione, dotati di preamplificatori di segnale. Nello specifico, per la base sismica BS1 i geofoni sono stati disposti ad interasse di 3,0 m, eseguendo uno stendimento di lunghezza equivalente a 75,0 m. L'energizzazione nel terreno si è attuata in entrambi i casi mediante mazza battente di kg 10, eseguendo 9 tiri con battute anche all'esterno dello stendimento.
- **Stendimento sismico integrato Remi – MASW**, di lunghezza equivalente a 46 m, con geofoni disposti ad interasse pari a 2 m, per la rilevazione della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs; la prova sismica attiva restituisce elevato grado di dettaglio relativamente ai depositi superficiali; la prova sismica passiva Re.Mi, invece, presenta maggior grado di dettaglio in profondità. L'energizzazione nel terreno per la prova MASW si è attuata mediante mazza battente di kg 10, eseguendo 7 tiri con battute all'esterno dello stendimento.

Inoltre, al fine di poter analizzare, nel suo insieme, il versante in oggetto sono state valutate ed analizzate ulteriori prove geognostiche ed indagini geofisiche, realizzate dallo Scrivente, nei due lotti adiacenti all'area in esame, rispettivamente a monte e a valle dell'area di sedime del fabbricato "Casa Protetta". Nello specifico:

- **Analisi di fattibilità geologica e sismica del comparto di monte:** n°4 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, n°4 prove penetrometriche statiche CPT ed uno stendimento sismico integrato Re.Mi. – MASW di lunghezza equivalente pari a 46m.
- **Analisi di fattibilità geologica e sismica del comparto di valle:** n°3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH

Nel loro insieme, tutte le indagini effettuate, hanno permesso di determinare le caratteristiche geologiche, geotecniche, sismiche e idrogeologiche del versante oggetto d'intervento, nonché definire le condizioni di stabilità.

INQUADRAMENTI TERRITORIALI

UBICAZIONE TOPOGRAFICA

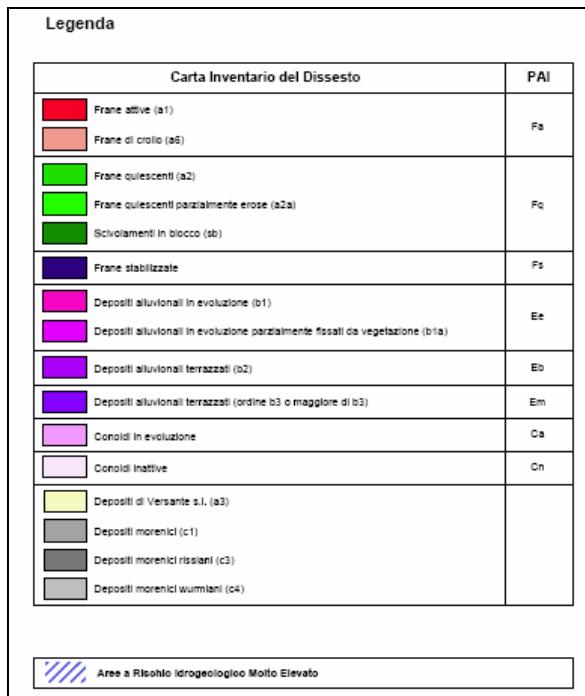
Dal punto di vista morfologico il sito si colloca nel comparto sud orientale dell'abitato di Castelnovo nei Monti, in corrispondenza della porzione mediana di un versante, mediamente acclive e declinante in direttrice sud - sud est, caratterizzato da quote topografiche corrispondenti a 675,0 ÷ 680,0 m s.l.m.

Cartografia di riferimento:

Foglio 1:50000	218	Castelnovo ne' Monti
Tavola 1:25000	218SO	Castelnovo ne' Monti
Sezione 1:10000	218130	Castelnovo ne' Monti
Elemento 1:5000	218131	Castelnovo ne' Monti

P.A.I. – CARTA INVENTARIO DEL DISSESTO

Le perimetrazioni della “*Carta Inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire (L445/1908), allegato P6 - sez 218130*”, non individuano, in corrispondenza dell’area di impronta dell’intervento edificatorio, alcun fenomeno di dissesto idrogeologico, sia esso in stato di attività o di quiescenza.



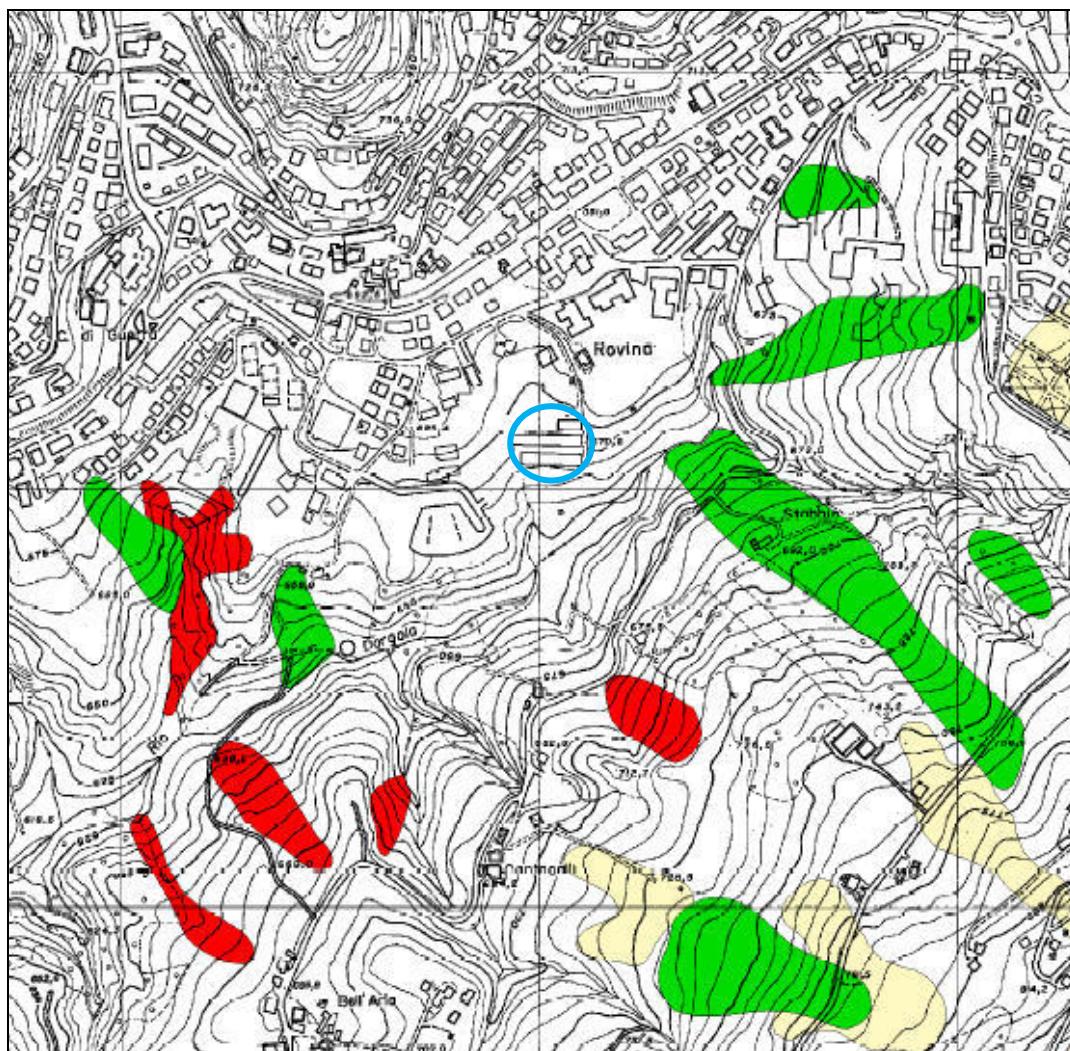


Fig. 1: Carta del dissesto - PTCP - allegato P6 - sezione 218130.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO

Le caratteristiche geologiche generali dell'area di studio, sono tipiche di uno stile di ricoprimento, con unità tettoniche sovrapposte. L'area di studio è caratterizzata dall'affioramento delle unità epiliguri eo-oligo-mioceniche Ranzano-Bismantova "semiautoctono", che comprende le Formazioni di Monte Piano, Ranzano, Antognola e Bismantova.

L'assetto strutturale di queste ultime è complesso e scompaginato; localmente sono presenti sinclinali più o meno asimmetriche, ad orientazione circa ovest est e generalmente coricate verso ovest – nord ovest (sinclinale di Vetto - Carpineti).

L'area in analisi e buona parte del territorio di Castelnovo Né Monti, appartiene all'ala meridionale e sud orientale di detta sinclinale. Quest'ultima si raccorda alle altre unità tettoniche tramite anticinali, strizzate e profondamente erose, al cui nucleo affiorano estesamente le formazioni argillose del substrato ligure.

Dal punto di vista strutturale nella fascia dell'appennino reggiano in oggetto, le principali linee tettoniche sono orientate in direzione appenninica (NW-SE), e sono ubicate in prevalenza immediatamente a sud ed a nord del bacino epiligure di Vetto - Carpineti.

Detta conformazione rappresenta la parte attualmente affiorante del sistema di *thrust* che durante il Miocene ed il Pliocene ha permesso l'embricazione dell'appennino.

Un altro importante sistema di linee tettoniche è quello trasversale a direttrice generalmente nord est – sud ovest. A questo ultimo sistema dislocativo appartengono i principali elementi tettonici lineari che interessano il territorio all'intorno del sito di intervento:

- *linea del Secchia* circa in corrispondenza del confine comunale meridionale di Castelnovo Né Monti e quello settentrionale di Villa Minozzo,
- *linea della Val d'Enza* che contraddistingue la porzione mediana dell'omonima valle ed assume orientamento NNE-SSW.

Secondo la nuova denominazione CARG della Regione Emilia Romagna, i terreni dell'area in esame sono ascrivibili all'unità **RAN3** (Formazione di Ranzano – Membro di Varano de Melegari), costituita prevalentemente da litoareniti ben cementate di colore grigio piombo.

La giacitura degli strati, in corrispondenza dell'area in oggetto, risulta prevalentemente a traverpoggio con una componente a franapoggio, caratterizzata da inclinazione compresa tra 10° e 15°, quindi a basso angolo.

La successione delle rocce sedimentarie e dei depositi quaternari affioranti nella zona in analisi (Tav. 2) è rappresentata dagli orizzonti di seguito descritti, dall'alto in basso in senso stratigrafico.

Si riporta di seguito la successione litostratigrafica inerente all'allegata *Tav. 2 Carta geologica*.

A) DEPOSITI QUATERNARI

DEPOSITI GRAVITATIVI IN MASSA, FRANE (OLOCENE ATTUALE E NON ATTUALE).

Presentano forme ed estensioni diverse e sono costituiti da materiali eterometrici non classati e non stratificati. I rapporti materiale fine/materiale grossolano sono estremamente variabili in relazione al tipo di accumulo. Occupano posizioni di fondovalle e/o rivestono fianchi dei pendii assumendo forme sia attive che non in evoluzione palese. I fenomeni fransosi sia attivi che quiescenti relativamente prossimi al sito di intervento sono di estensione non rilevante, e si rilevano 0,2 ÷ 0,3 km a sud est dell'area in analisi e non interessano e non potranno interessare in futuro la stessa.

B) SUCCESSIONE DEL SUBSTRATO – DOMINIO EPIILIGURE

Gruppo di Bismantova

FORMAZIONE DI CONTIGNACO (CTG) (ACQUITANIANO TERMINALE – BURDIGALIANO P.P)

Marne a contenuto siliceo, in strati sottili e medi, di colore grigio – verdognolo con patine manganesifere di alterazione, a frattura scheggiosa. Selce generalmente diffusa, localmente in noduli e liste; locali sottili livelli vulcoclastici. Parzialmente suddivisa nei membri eteropici di Carpineti (CTG2) e Villaprara (CTG1). Potenza variabile sa qualche decina di metri a 300 m. Passaggio inferiore graduale ad ANT.

MEMBRO DI VILLAPRARA (CTG1)

Pacchi di strati medio-sottili, gradati, arenaceo-pelitici (A/P>1) separati da spessori anche metrici di marne silicifere. Spessore variabile da poche decine di metri a 250 m. Contatto inferiore netto e passaggio superiore graduale con le peliti di CTG; eteropico nella parte basale e media con il precedente. Sedimentazione da correnti di torbidità.

FORMAZIONE DI ANTOGNOLA (ANT) (RUPELIANO TERMINALE - ACQUITANIANO)

Peliti e marne verdognole con patine manganesifere, a stratificazione mal distinta; locali sottili orizzonti vulcanoclastici. Vi sono intercalate le Brecce di Canossa (MVT), i Membri di Fola (ANT6) e di Iatica (ANT5) e lo Strato di Cà di Lama (cl).

Potenza variabile da pochi metri a qualche centinaio di metri. Contatto su RAN generalmente discontinuo, localmente in discordanza angolare. Ambiente di scarpata e di base scarpata.

FORMAZIONE DI RANZANO (RAN) (PRIABONIANO SUP. – RUPELIANO SUP.)

Data da più corpi sedimentari con geometria da lenticolare a tabulare e con facies deposizionali molto variabili da arenaceo.-conglomeratiche a pelitico arenaceo, con prevalenza delle facies grossolane nella parte inferiore e delle facies fini nella parte superiore e nel settore sud orientale. Limite inferiore netto, talora erosivo, con MMP, marcato dalla comparsa di livelli arenacei; localmente poggia direttamente sul substrato ligure. Limite superiore netto, talora discordante, con ANT, marcato dalla scomparsa dei livelli arenacei. Potenza variabile da qualche metro ad oltre 1500 m. è interamente distinta in sottounità. Origine prevalentemente torbitica; ambiente di scarpata e di bacino, con intercalazione di frane sottomarine.

MEMBRO DI VARANO DE' MELEGARI (RAN3) (RUPELIANO MEDIO – SUP.)

Unità prevalentemente pelitico arenacea: litoareniti ben cementate di colore grigio piombo, particolarmente ricche di frammenti di rocce carbonatiche, in strati da molto sottili a spessi, talora molto spessi, con geometria sia tabulare che lenticolare. Presentano frequenti intervalli caotici. Sono presenti anche livelli ricchi di frammenti di serpentinoscisti ed altre metamorfiti di alta pressione e strati sottili di vulcano areniti feldspatiche. Potenza complessiva da pochi metri a circa 600 m. Limite netto, talora discordante su RAN2; limite superiore talora discordante con ANT.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il sito in oggetto è stato interessato, in epoche passate, da azioni modellatrici che hanno inciso e profondamente modificato le originarie morfologie. Gli agenti modellanti di maggior influenza sono stati le acque di scorrimento e la gravità e non da ultimo l'uomo che, sia in periodi storici che attualmente, ha profondamente variato le forme naturali proprie del territorio in analisi.

Quest'ultimo, durante il Wurm era sito al di sotto del limite delle nevi persistenti nella fascia a valle del margine dei ghiacciai che scendevano dal crinale appenninico (M.te Cusna e Alpe di Succiso). L'aspetto tipico del paesaggio era quindi in parte di prateria alpina ed in parte a vegetazione praticamente assente, caratteristico di ambiente morfoclimatico periglaciale.

I depositi caratteristici di detto ambito, sono attualmente rappresentati dai relitti di una estesa superficie topografica di glacis, che si estendeva radialmente a partire dalla Pietra di Bismantova. Successivamente al Wurm e durante l'Olocene antico le condizioni climatiche sono progressivamente mutate verso condizioni dapprima Boreali e poi Atlantiche, con conseguente scioglimento dei ghiacci e formazione di corsi d'acqua sempre più imponenti. Questi ultimi hanno progressivamente inciso i depositi wurmiani, separando in lembi il glacis precedentemente formatosi che risultava sempre più terrazzato.

Nell'Olocene antico, in condizioni climatiche diverse dalle attuali, si sono sviluppati imponenti fenomeni gravitativi, generati da fenomeni di rammollimento e plasticizzazione di litotipi essenzialmente argilosi - argilloso limosi. Detti processi, influenzati con tutta probabilità anche da eventi sismici, hanno interessato anche l'area in oggetto (denominata non a caso "La Rovina"), anche se attualmente non si hanno indizi esplicativi della presenza di fenomeni gravitativi e gli strumenti programmatici territoriali non individuano processi attivi o quiescenti.

Nel recente passato, il sito in oggetto è stato, inoltre, interessato da un intervento edilizio finalizzato ad attività di allevamento (Z.A.I. - La Rovina); le opere suddette hanno profondamente modificato l'assetto morfologico dell'area: infatti, attualmente la superficie topografica risulta

caratterizzata dalla presenza di terrazzamenti antropici i quali presentano sia orizzonti di riporto che superfici profondamente sbancate.

In ragione degli effetti indotti dall'attività antropica, il primo sottosuolo è interessato da sensibili variazioni laterali del grado di consistenza dei materiali. Infatti, il comparto centro occidentale del versante in analisi (casa di cura: DPSH2 – CPT14 – CPT15 – CPT16; area di monte: CPT18 – CPT19 – CPT20) presenta materiali a minor grado di consistenza dovuti alla presenza di un modesto fenomeno gravitativo o, più probabilmente, al colmamento di un'antica vallecola fluviale. Tale ipotesi trova riscontro sia dalla disamina della cartografia CTR, ove è segnalata la presenza di un solco vallivo secondario legato all'azione del Rio Dorgola, sia dall'analisi delle sezioni geologiche, che individuano un classico profilo a V degli orizzonti a minor consistenza meccanica.

In questa fascia il substrato roccioso si riscontra a profondità variabili tra -6,0 ÷ -8,0 m da p.c., e soggiace a termini argillosi e argilloso limosi a bassa consistenza meccanica, al cui interno sono presenti materiali trovanti di natura litoide.

Procedendo verso il limite orientale dei siti in analisi il substrato roccioso tende a risalire, sino a profondità pari a -2,5 ÷ -4,0 m da p.c., e con esso si registra anche un miglioramento delle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti.

All'interno dei fori penetrometrici, si è provveduto alla misurazione della profondità del battente idrico sotterraneo, ottenendo i seguenti dati:

DPSH1	Foro chiuso -2,80 m p.c.
DPSH2	Battente idrico sotterraneo -2,70 m p.c.
CPT3	Foro chiuso -4,70 m p.c.
CPT4	Foro chiuso -4,70 m p.c.
DPSH5	Battente idrico sotterraneo -3,20 m p.c.
DPSH6	Foro chiuso -3,25 m p.c.
CPT14	Foro vuoto
CPT15	Foro chiuso -2,75 m p.c.
CPT16	Battente idrico sotterraneo -0,35 m p.c. (da infiltrazioni superficiali)

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico, l'area in esame risulta costituita per la maggior parte da complessi flyschoidi, in gran parte alloctoni, in cui la componente argilloso marnosa domina su quella lapidea.

Lo scenario che emerge è una serie di bacini idrogeologici di modeste dimensioni e potenzialità su scala regionale, che si traduce in un carattere estremamente locale dei medesimi.

Per quanto concerne l'estensione limitata di suddetti serbatoi è la conseguenza di un assetto strutturale estremamente scompaginato del medesimo Appennino. Infatti, si può facilmente osservare come Formazioni permeabili si trovino a contatto con materiali impermeabili, limitando o impedendo la circolazione dell'acqua nel sottosuolo.

Il secondo aspetto limitante della capacità idrica delle formazioni geologiche costituenti l'arco appenninico è legata ad una netta dominanza dei litotipi a bassa permeabilità; e di come questa sia legata alla componente minoritaria della stessa struttura idrogeologica. Nonostante tutto, le componenti litoidi presentano una buona permeabilità secondaria, in quanto estremamente fessurate e fratturate.

I depositi eluvio – colluviali, derivanti da processi geomorfologici e/o antropici, caratterizzanti il primo sottosuolo, costituiscono potenziali serbatoi idrogeologici ad elevata permeabilità, la cui ricarica e capacità sono direttamente proporzionali alle condizioni meteoriche.

INQUADRAMENTO IDRAULICO

L'area in oggetto si ubica in adiacenza del Rio Dorgola, il cui alveo attualmente dista circa un centinaio di metri dall'area in progetto.

Il Rio Dorgola si origina e nasce circa trecento metri più ad est del toponimo Rovina, intorno a quota 675 m s.l.m., e si sviluppa in direttrice nord est – sud ovest, sino in località Bocedre. In corrispondenza di quest'ultima, assume un andamento con orientazione nord nord est – sud sud ovest, sino al toponimo Parisola, ove si biforca ed in sinistra idrografica il corso d'acqua aumenta le dimensioni del suo letto ordinario, aumenta di portata, e si tramuta in Torrente Dorgola.

Dalla disamina della cartografia tecnica regionale, CTR, si evince come un modesto affluente, in destra idrografica, sia presente pochi metri più a valle del comparto di valle del versante in analisi.

Nell'ambito di studio, il *pattern* fluviale assume andamento subdentrítico. La portata degli assi fluviali risulta, solitamente, assai limitata e legata a fenomeni di eccezionale carattere meteorologico.

Nell'area in oggetto, non sono mai stati verificati fenomeni di esondazione e/o allagamento per piogge critiche.

ANALISI DI MICROZONAZIONE SISMICA

STORIA SISMICA DEL SITO

Nell'ambito territoriale a cui appartiene Castelnovo nei Monti, *Parametrico dei terremoti di area italiana NT4.1* (Camassi e Stucchi, 2004) documenta eventi sismici giungenti al 7° - 8° grado della Scala *Mercalli - Cancani - Sieberg*, con intensità compresa tra $M = 4,7 \div 5,4$.

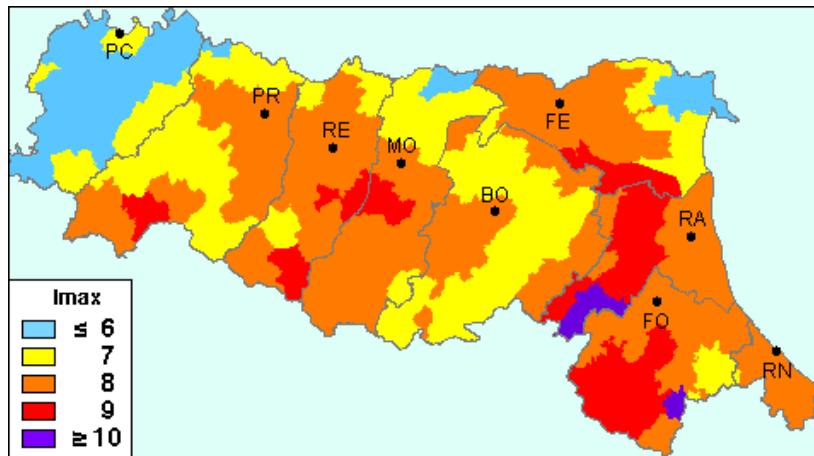


Fig. 2: Zonazione sismica della RER sulla base della scala MCS.

Nell'ambito a cui appartiene il territorio comunale di Castelnovo nei Monti, il Database Macroscismico DBMI04, utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 (Gruppo di lavoro CPTI, 2004 – INGV, Bologna) sono documentati gli eventi sismici di seguito riportati:

Storia sismica di Castelnovo nei Monti (RE) [44.435, 10.400]

Osservazioni disponibili: 17

Effetti		In occasione del terremoto del:							
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
F	1885	02	26	20	48	SCANDIANO	78	6	5.22
6	1898	03	04			CALESTANO	260	7	5.07
NF	1899	06	26	23	17	Valle del Bisenzio	134	7	5.09
3	1904	11	17	05	02	PISTOIESE	204	7	5.18
5	1914	10	27	09	22	GARFAGNANA	618	7	5.79
6	1920	09	07	05	55	Garfagnana	638	10	6.48
3	1936	10	18	03	10	BOSCO CANSIGLIO	267	9	5.90
5-6	1939	10	15	14	05	GARFAGNANA	62	7	5.20
5	1965	11	09	15	35	ALTA V. SECCHIA	32	5	5.01
3-4	1971	07	15	01	33	Parmense	228	8	5.61
4	1972	10	25	21	56	PASSO CISA	198	5	4.95
NF	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
4	1983	11	09	16	29	Parmense	835	7	5.10
NF	1987	05	02	20	43	REGGIANO	802	6	5.05
3-4	1995	08	24	17	27	APPENNINO BOLOGNESE	56	6	4.67
4	1995	10	10	06	54	LUNIGIANA	341	7	5.04
5-6	1996	10	15	09	55	CORREGGIO	135	7	5.44

Fig. 3: Storia sismica del comune di Castelnovo nei Monti.

A detti dati vanno aggiunti quelli relativi ai recenti eventi sismici, datati 20/05/2012 e 29/05/2012 che hanno presentato intensità pari a $MW = 5.8 \div 5.9$, la cui distribuzione areale è presentata nella figura seguente.

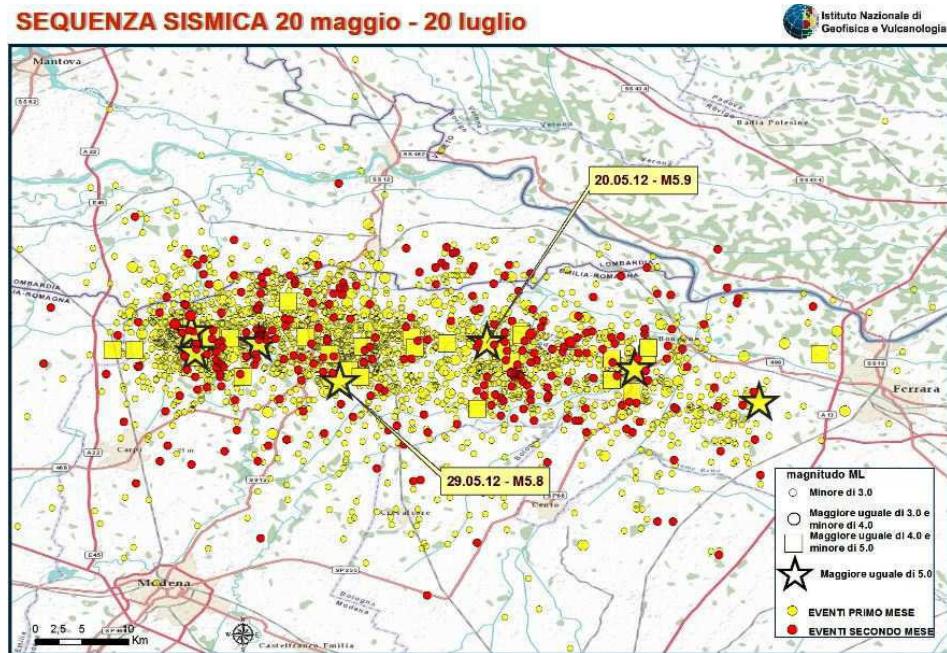
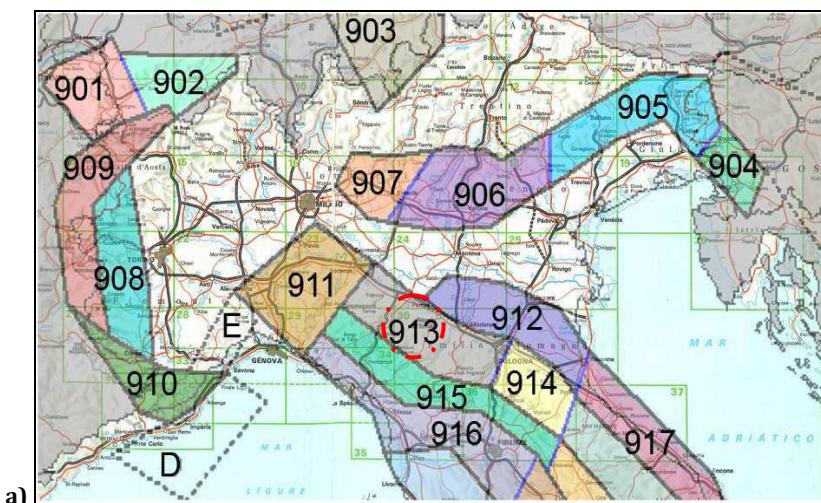


Fig. 4: Distribuzione degli epicentri dei terremoti che hanno colpito la bassa Pianura Padana

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio in analisi hanno origine, per la quasi totalità, nei primi 15 \div 25 km del sottosuolo evidenziando la prevalenza di un'attività sismogenetica di tipo superficiale. La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), attribuisce l'ambito territoriale in oggetto alla zona sismogenetica 913. La componente cinematica principale che regola la distribuzione degli sforzi all'interno di suddetta fascia è di tipo compressivo (prevalentemente *thrust*) legata all'accavallamento delle propaggini del fronte appenninico.



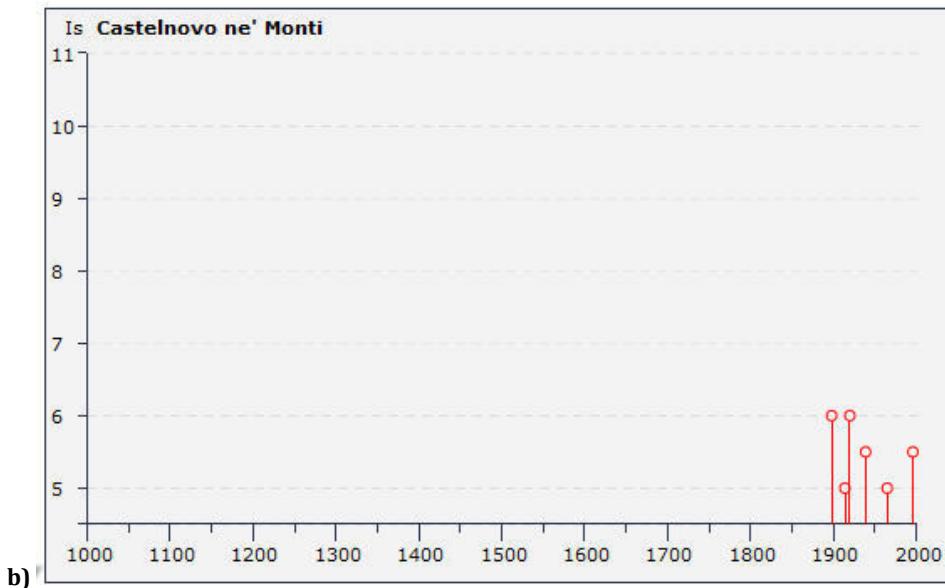


Fig.5a - b: Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Le coordinate geografiche (**ellissoide ED50**) relative circa al centro dell'area di intervento corrispondono a:

10,40178 \div 44,43077

(utilizzate per il calcolo dell'azione sismica - DM 14-01-08)

PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE

L'analisi dei parametri sismici dalla prospezioni sismiche a rifrazione (vedesi allegato "BS1") ha consentito di identificare le caratteristiche volumetriche dei differenti orizzonti del sottosuolo e di correlare le velocità di propagazione delle onde sismiche di compressione Vp con le caratteristiche geotecniche delle varie unità individuate, attraverso l'esecuzione di prove penetrometriche statiche e dinamiche e sondaggi a carotaggio continuo.

Dall'alto in basso rispetto alla quota del piano campagna, è stata riconosciuta la seguente successione litosismica, di seguito descritta.

Profondità	Descrizione
Da piano campagna a -3,5 \div - 5,0 m da p.c.	Superato l'orizzonte superficiale costituito da materiali decompressi e detensionati dello spessore medio di 0,3 \div 0,4 m, si registra la presenza di un orizzonte sismico contraddistinto da velocità medie delle onde di compressione pari a $400 < Vp < 800$ m/s.
Da -3,5 \div - 5,0 m a -4,5 \div - 7,0 m da p.c.	Sismo unità, di modeste dimensioni, contraddistinta da un aumento della velocità di propagazione delle onde p. Le velocità medie oscillano tra $800 < Vp < 1400$ m/s.
Da -4,5 \div - 7,0 m a -5,0 \div - 12,0 m da p.c.	Corpo lapideo caratterizzato da velocità medie delle onde di compressione comprese tra $1400 < Vp < 2400$ m/s. In corrispondenza della porzione più a valle si registra un locale incremento delle onde di compressione, attribuibile, con tutta probabilità, da un innalzamento del bedrock roccioso
Oltre a -5,0 \div -12,0 m da p.c.	Porzione sommitale del bedrock roccioso, in cui le onde di compressione presentano velocità medie pari a $2400 < Vp < 3800$ m/s.

La valutazione integrata delle informazioni tecniche derivanti dalle basi sismiche a rifrazione e dalla prove penetrometriche dinamiche ha, quindi, consentito di elaborare i modelli presentati negli allegati *"Sezioni geologiche interpretative"*.

IDENTIFICAZIONE CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE

I dati acquisiti dalle rilevazioni effettuate, denotano che i primi 30 m del sottosuolo, sottostanti la probabile quota di incastro delle fondazioni, sono contraddistinti da velocità di propagazione delle onde di taglio Vs, profondità e spessori, come riportato nella seguente tabella:

Orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. m	Spessore medio	Vs m/sec
1	3,0 ÷ 5,0	2	276
2	5,0 ÷ 8,6	3,6	391
3	8,6 ÷ 12,9	4,3	389
4	12,9 ÷ 17,9	5	387
5	17,9 ÷ 23,6	5,7	398
6	23,6 ÷ 33,0	9,4	407

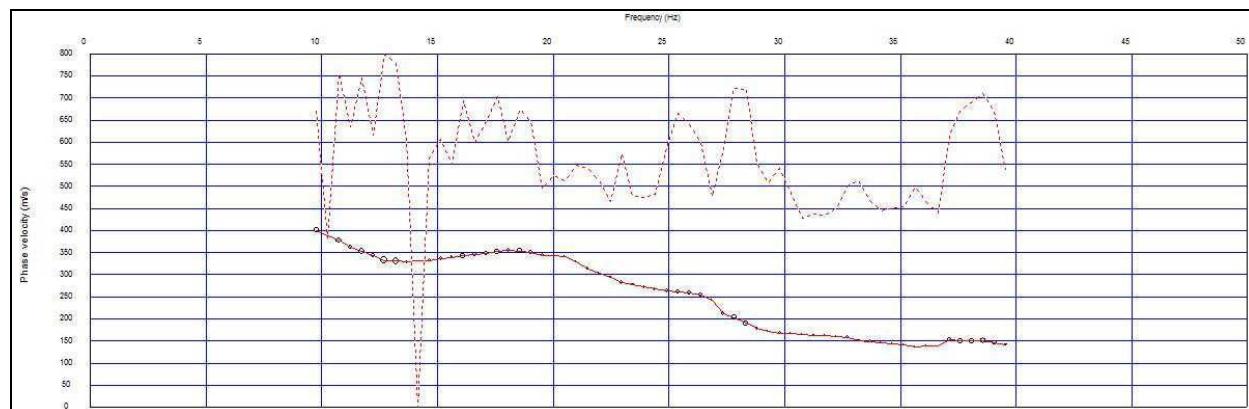


Fig.6: Curva di picking - elaborazione integrata delle curve di interpretazione Re.Mi e MASW

La definizione del valore Vs₃₀, velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, si è determinata mediante la relazione:

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato iesimo, m

v_i = velocità onde di taglio strato iesimo, m/sec,

ottenendo, per i metodi di acquisizione sopra descritti, i seguenti valori di velocità Vs₃₀:

$$Vs30 = 385 \text{ m/sec}$$

Dai parametri sopra esposti e delle caratteristiche geotecniche delle verticali delle prove DPSH, delle prove CPT e dei sondaggi meccanici a carotaggio continuo risulta che i litotipi che formano i primi 30 m del sottosuolo, soggiacenti la quota di incastro delle fondazioni, sono attribuibili a:

Categoria B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

ANALISI SISMICA SECONDO D.M. 14/01/2008 (II LIVELLO)

AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Sulla base delle indicazioni contenute delle NTC di cui al D.M. 14/01/08, per l'area in esame, considerando strutture di classe III (vita nominale $V_n = 50$ anni, coefficiente d'uso $C_u = 1,5$: $V_r = 75$ anni), risultano i seguenti valori di accelerazione di riferimento al suolo e parametri per il calcolo degli spettri di risposta di riferimento, in funzione dei diversi stati limite considerati:

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_{c^*} (s)
SLO	45	0.069	2.469	0.256
SLD	75	0.085	2.475	0.266
SLV	712	0.186	2.536	0.297
SLC	1462	0.231	2.559	0.308

dove:

SLO = Stato limite di operatività; $P_{vr} = 81\%$

SLD = Stato limite di danno; $P_{vr} = 63\%$

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita; $P_{vr} = 10\%$

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso; $P_{vr} = 5\%$

a_g = accelerazione massima di riferimento al suolo

F_0 = fattore di amplificazione

T_c^* = inizio del tratto orizzontale dello spettro di risposta

FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

Le caratteristiche geologiche dell'area oggetto di variante sono definibili nell'insieme, dal punto di vista sismostratigrafico, come un ammasso omogeneo. In funzione di quanto esposto, si può assumere che le sollecitazioni correlate agli effetti sismici inducano velocità di propagazione delle onde di taglio praticamente di tipo costante.

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE LITOLOGICO (D.M. 14/01/2008)

Secondo i dettami del D.M. 14/01/2008, l'area è caratterizzata dal seguente coefficiente di amplificazione stratigrafica:

$$S_s = 1,2$$

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICO (D.M. 14/01/2008)

L'area in oggetto si ubica in corrispondenza di un'area mediamente acclive; in relazione a quanto asserito dal D.M. 14/01/2008, si potrà quindi considerare un coefficiente di amplificazione topografica pari a:

$$S_t = 1,2$$

COEFFICIENTI DI ACCELERAZIONE SISMICA

Alla luce degli studi effettuati nella presente relazione, i terreni di fondazione saranno sottoposti ad un'accelerazione sismica quantificabile secondo i seguenti parametri:

	D.M. 14/01/2008 ($\beta = 0,24$)
Latitudine (ED50)	44.43077
Longitudine (ED50)	10.40178
Vita nominale struttura	50 anni
Classe struttura opera	III
Coefficiente d'uso	1,5
Vita di riferimento struttura	75 anni
Vs30	385 m/sec
Categoria suolo di fondazione	B
Pga di riferimento (SLV)	0,186
Coefficiente di amplificazione stratigrafico (SLV)	1,2
Coefficiente di amplificazione topografico:	1,2
F_{SLV}	2,536
T_{CSLV}	0,297
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = 0,064$
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0,032$
a_{max}/g	0,268

ANALISI SISMICA SECONDO DI III LIVELLO (DAL 112/2007)

L'analisi della risposta sismica locale è quindi stata sviluppata attraverso l'impiego del codice di calcolo EERA (Equivalent-linear Earthquake Response Analysis, Bardet *et al.*, 2000), utilizzando, quale moto di input, gli accelerogrammi assegnati al Comune di Castelnovo ne' Monti nell'ambito

degli Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica della Regione.

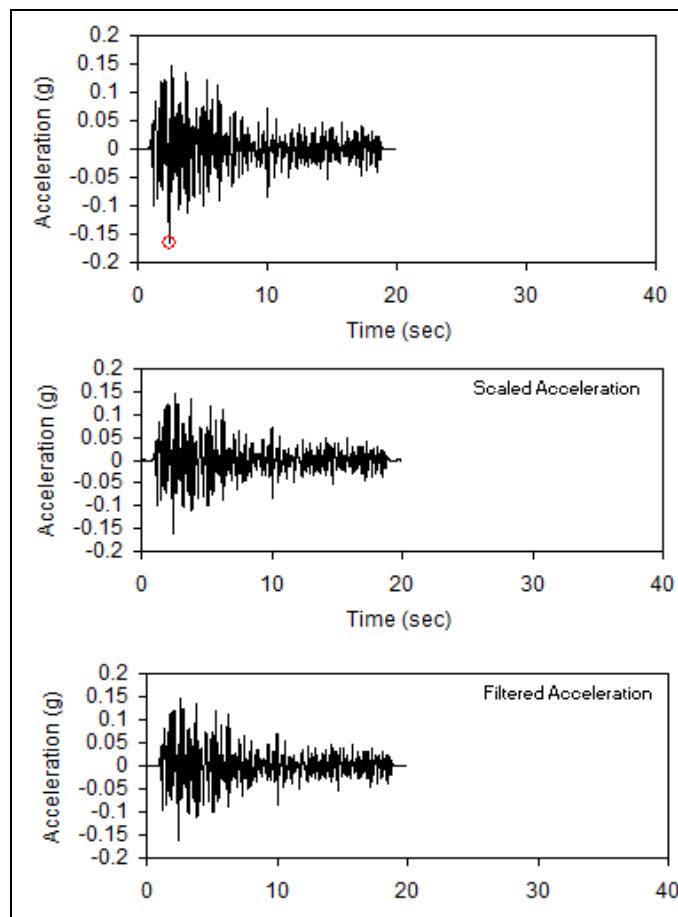
La stratigrafia del sottosuolo e le sue caratteristiche litostratigrafiche e sismiche sono state desunte da due prove penetrometriche statiche CPT, quattro prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH, due sondaggi a carotaggio continuo, da due stendimenti sismici a rifrazione con elaborazione in tomografia sismica e da uno stendimento sismico integrato Re.Mi. – MASW.

Qui di seguito si riporta la stratigrafia ed i parametri di input adottati per il foglio di calcolo EERA:

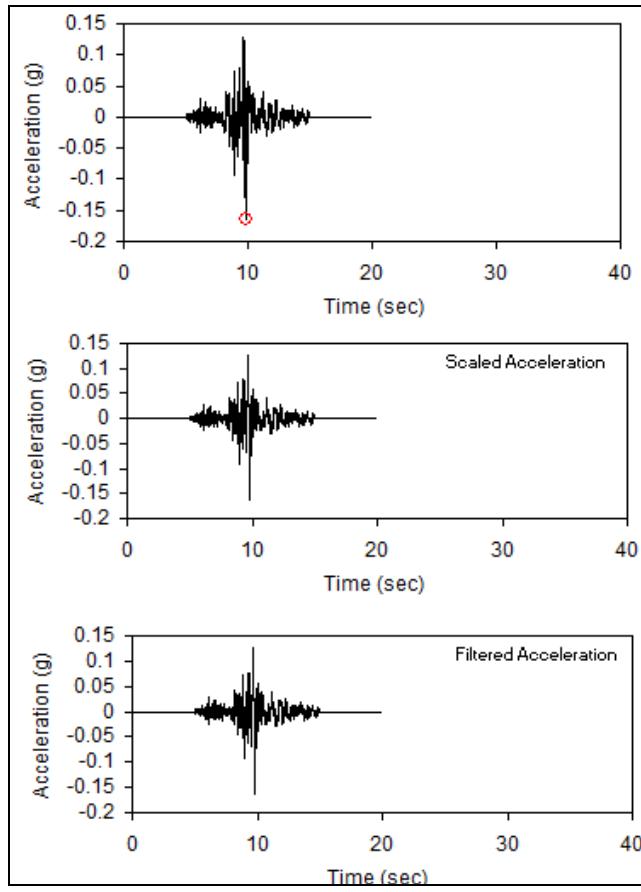
Layer Number	Soil Material Type	Number of sublayers in layer	Thickness of layer (m)	Maximum shear modulus G_{max} (MPa)	Initial critical damping ratio (%)	Total unit weight (kN/m ³)	Shear wave velocity (m/sec)	Location and type of earthquake input motion
Surface	1	6	2.1	39.65		18.50	145	
	2	7	2.9	147.54		19.00	276	
	3	8	3.6	288.31		18.50	391	
	4	7	4.3	300.79		19.50	389	
	5	8	5.0	302.29		19.80	387	
	6	3	5.7	322.94		20.00	398	
	7	3	10.3	346.16		20.50	407	
	8	3	16.1	351.28		20.50	410	
	9	3	15.0	925.97		21.50	650	
	10	0		1402.65	0.5	21.50	800	Outcrop

Non essendo stato raggiunto il bedrock con l'indagine sismica, il profilo di Vs è stato estrapolato in profondità fino a valori di Vs = 800 m/s, mantenendo lo stesso gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale.

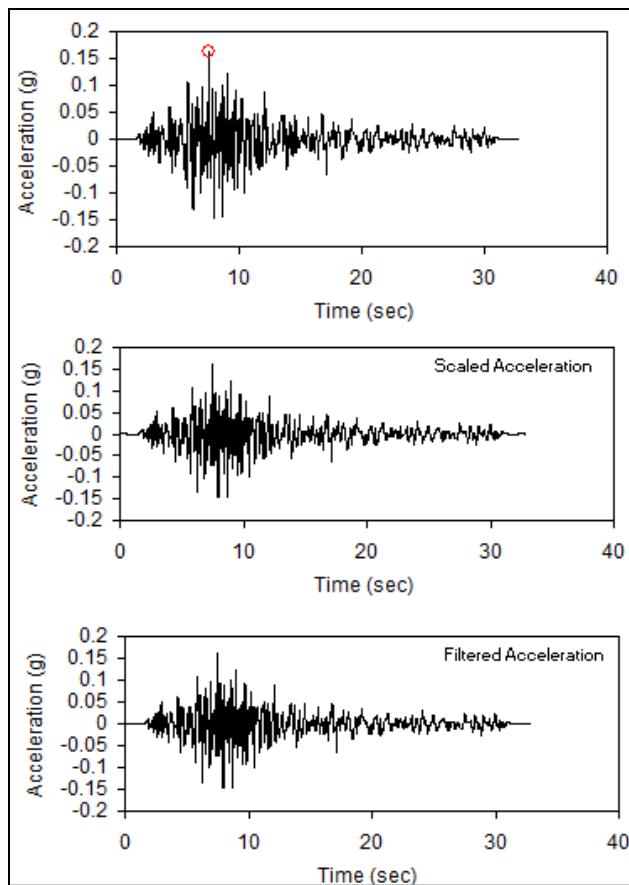
La definizione degli input sismici utilizzati per le simulazioni di scuotimento in superficie è stata effettuata confrontando lo spettro di risposta degli accelerogrammi selezionati, opportunamente scalati, con qualla dello spettro a probabilità uniforme determinato con la relazione di *Ambraseys*, avendo cura di ottenere una congruenza rientrante nella forma normalizzata \pm la deviazione standard. Tale procedura ha portato alla selezione di 3 diversi accelerogrammi per un periodo di ritorno di 475 anni (10% di probabilità di superamento in 50 anni), ottenuto moltiplicando lo spettro di risposta normalizzato previsto per l'Emilia-Romagna per 0.163g, valore che corrisponde al valore di accelerazione massima orizzontale di picco atteso per il comune di Castelnovo nei Monti.



000046xa_CastelnovoneMonti035016.xy

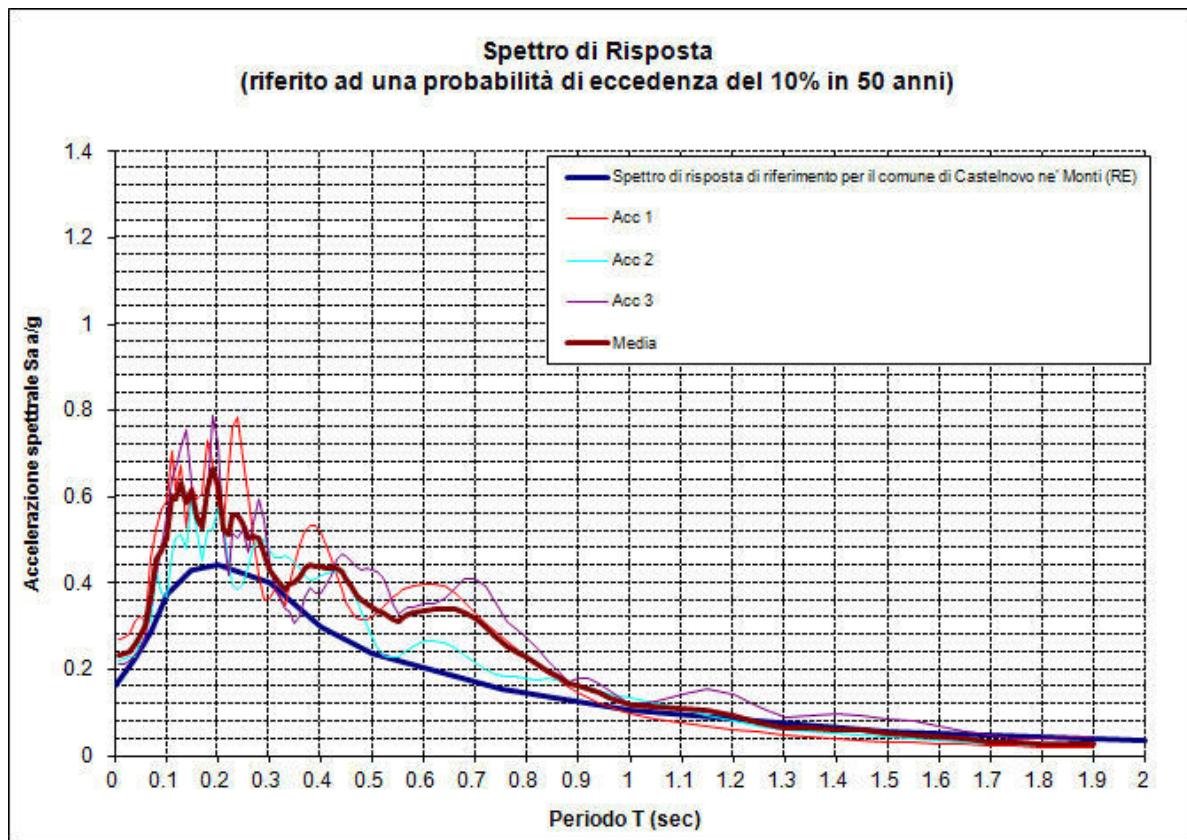


000126xa_CastelnovoneMonti035016.xy



000354xa_CastelnovoneMonti035016.xy

L'elaborazione ha consentito di ricavare i seguenti spettri di accelerazione, presentati unitamente alla funzione media (opportunamente ricavata) e allo spettro di riferimento per il Comune di Castelnovo nei Monti.



Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.

DEFINIZIONE DEI COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA

La definizione dell'amplificazione del moto sismico tra bedrock sismico e superficie per ognuna delle zone identificate dai modelli precedentemente illustrati, è stata effettuata sia con la determinazione del rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA₀) che mediante la determinazione dell'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) SI/SI₀, è definita come:

$$SI = \int_{T1}^{T2} PSV(T, \xi) dt$$

Il parametro risultante evidenzia la severità del moto sismico in correlazione al danno potenziale atteso per effetto dei terremoti in esame. Gli estremi dei periodi di integrazione sono in genere funzione dei periodi strutturali della tipologia di edifici presenti nell'area in esame.

Lo studio originale condotto da Housner, definisce il fattore di amplificazione, tra T = 0,1 e 2,5 sec.

Nel contesto del presente studio, l'approccio per la determinazione dei periodi di integrazione, è stato effettuato considerando le caratteristiche delle tipologie strutturali previste in progetto ed analizzando le variazioni dei fattori di amplificazione in funzione dei diversi periodi esaminati.

Sulla base di queste considerazioni sono stati definiti gli intervalli di periodi per la determinazione dei valori di intensità spettrale, presentati nella tabella seguente.

Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	1,436	
FA IS 0,1 ÷ 0,2	1,425	0,52 ÷ 0,66
FA IS 0,2 ÷ 0,3	1,231	0,44 ÷ 0,56
FA IS 0,3 ÷ 0,4	1,223	0,41 ÷ 0,44
FA IS 0,4 ÷ 0,5	1,496	0,34 ÷ 0,44
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,554	0,12 ÷ 0,34

Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per i vari intervalli di periodo.

COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICO

Sulla base delle indicazioni della D.A.L. 112/2007, si potrà considerare un coefficiente di amplificazione topografica pari a:

$$S_T = 1,200$$

PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI III LIVELLO

D.A.L. 112/2007 (Approfondimento III livello)

Categoria suolo di fondazione	B
Pga di riferimento	0,163
Coefficiente di amplificazione litologica (a T=0)	1,436 (III livello)
Coefficienti di amplificazione topografico:	1,200
a_{max}/g	0,281
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = 0,0674$
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0,0337$

ANALISI SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

L'analisi della sequenza litomeccanica evidenzia che i terreni, riscontrati nel primo sottosuolo, sono costituiti da litotipi argilloso limosi e limoso argilosi, con intercalazioni clastiche, a medio-elevata consistenza, seguiti da litotipi litoidi, ad elevata consistenza.

Nei litotipi superficiali, la percentuale in componenti fini (diametri minori di 0,005 mm) è superiore al 20%; inoltre il grado di addensamento dei materiali litoidi risulta notevolmente elevato.

Dette caratteristiche evidenziano che i terreni che formano il primo sottosuolo non sono suscettibili a rischio di liquefazione in occasione di sollecitazione sismica.

FREQUENZA PRIMARIA TERRENI DI FONDAZIONE

In riferimento alle caratteristiche della verticale sismostratigrafica che evidenzia un netto contrasto di impedenza sismica tra gli orizzonti litologici meno rigidi formanti i primi 5 m ($V_{sh} = 200$ m/s) dal piano di campagna e quelli presenti da dette quote a - 30 m p.c e quindi a

comportamento più rigido, si è determinata la frequenza fondamentale propria dei terreni mediante la relazione:

$$f = \frac{V_s}{4H}$$

dove:

f_0 = frequenza propria dei terreni

V_s = velocità onde sismiche di taglio, m/sec

H = spessore terreni relativamente meno rigidi, m

ottenendo

$$f = \frac{200}{20} = 10,00 \text{ Hz}$$

equivalente ad un periodo fondamentale dei terreni

$$T_0 = 0,10 \text{ sec}$$

In fase esecutiva, partendo da tale dato, risulterà necessario determinare che non si verifichino effetti di doppia risonanza tra terreni di sottofondazione e strutture in progetto.

ANALISI GEOLOGICO – GEOTECNICA

CARATTERI GEOMECCANICI DELL'AREA DI INTERVENTO

Per l'individuazione delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni che formano i primi 20 m del sottosuolo dell'area di intervento, sono stati eseguiti due sondaggi meccanici a carotaggio continuo, utilizzando una sonda autocarrata tipo MDT 80V, a funzionamento oleodinamico ad avanzamento flottante per rotazione e pressione; sulle carote recuperate, ove possibile (visto la forte resistenza a compressione dei materiali attraversati) sono state eseguite prove di taglio *tor vane* e di penetrazione *pocket penetrometer*.

Si è, inoltre, predisposta l'esecuzione di prove in foro SPT e il prelievo di campioni indisturbati.

Il carotaggio si è effettuato con avanzamento per pressione a secco e l'infissione del rivestimento a circolazione di acqua in assenza di additivazione con bentonite o fanghi tixotropici.

Le classificazioni litologiche sono descritte nelle allegata scheda "Sondaggi geognostici" che riportano anche i parametri geomeccanici ricavati durante l'analisi stratigrafica.

Ad integrazione del sondaggio meccanico, sono state eseguite cinque prove penetrometriche statiche CPT e quattro prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, utilizzando un penetrometro statico-dinamico, mod. Pagani Tg63-200.

Le verticali indagate sono ubicate come nella *Planimetria Ubicazione indagini – Tav.3*.

In base all'analisi granulometrica diretta sulle carote recuperate, al rapporto di Begemann ottenuto dall'esecuzione delle penetrometrie statiche CPT e al grado di consistenza ottenuto dalle penetrometrie dinamiche DPSH, si sono riconosciute, dall'alto in basso rispetto alla quota del piano campagna, le successioni litostratigrafico - meccaniche di seguito descritte:

Successione litomeccanica (DPSH1 – DPSH 2 – CPT3 – CPT 4 – DPSH 5 – DPSH6 – S1 – S2)

Profondità	Descrizione Litomeccanica
UNITA' A Da p.c. a - 0,8 ÷ - 1,2 m p.c.	Superato i primi 0,3 ÷ 0,4 m di materiale rimaneggiato e/o interessato da processi di alterazione pedogenetica, si incontrano termini prevalentemente argilloso limosi e limoso argillosi, caratterizzati da un grado di consistenza estremamente basso. Al penetrometro dinamico superpesante si registra un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm pari a $N_{20m} = 0,1 \div 0,5$; mentre al penetrometro statico si registrano valori medi di resistenza alla punta compresi tra $q_{cm} = 11 \div 15 \text{ kgf/cm}^2$ e valori medi di resistenza ad attrito laterale locale oscillanti tra $f_{sm} = 0,5 \div 1,1 \text{ kgf/cm}^2$. Dall'esame sulle carote, si evidenziano valori di lettura al <i>pocket penetrometer</i> di $R_p = 2,0 \div 3,25 \text{ kgf/cm}^2$ e al <i>tor vane</i> di $C_u = 0,7 \div 0,80 \text{ kgf/cm}^2$.
UNITA' B Da - 0,8 ÷ - 1,2 a - 1,8 ÷ - 4,4 m p.c..	Orizzonte a medio - medio basso grado di consistenza, costituito da litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, al cui interno sono presenti materiali litoidi di modeste dimensioni, più consistente. Al penetrometro statico si registrano valori medi di resistenza alla punta compresi tra $q_{cm} = 12 \div 18 \text{ kgf/cm}^2$, con valori medio massimi in corrispondenza degli orizzonti a maggior contenuto litoide pari a $q_{cm} = 70 \div 85 \text{ kgf/cm}^2$; i valori di resistenza ad attrito laterale locale sono compresi tra $f_{sm} = 1,0 \div 1,8 \text{ kgf/cm}^2$. Al penetrometro dinamico si registra un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm pari a $N_{20m} = 3 \div 5$. Al P.P. si rilevano valori pari a $R_p = 1,75 \div 3,25 \text{ kgf/cm}^2$, al T.V si registrano valori di $C_u = 0,8 \div 0,90 \text{ kgf/cm}^2$.

UNITA' C Da - 1,8 ÷ - 4,4 a - 2,6 ÷ - 5,6 m p.c..	Unità contraddistinta da un grado di consistenza basso - estremamente basso, costituita da litotipi argilloso limosi e limoso argillosi con inclusi litoidi millimetrici e centimetrici. Al penetrometro statico si registrano valori medi di resistenza alla punta compresi tra $qcm = 10 \div 22 \text{ kgf/cm}^2$, i valori di resistenza ad attrito laterale locale sono compresi tra $fsm = 1,0 \div 1,6 \text{ kgf/cm}^2$. Al penetrometro dinamico si registra un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm pari a $N_{20m} = 2 \div 4$; tuttavia in corrispondenza di DPSH2 si registra la presenza di un orizzonte scarsamente consistente dello spessore di circa $0,8 \div 1,0 \text{ m}$, in cui si denota un numero di colpi per avanzamento compreso tra $N_{20m} = 0,2 \div 0,5$. Dall'esame sulle carote, si evidenziano valori di lettura al pocket penetrometer di $Rp = 0,5 \div 2,25 \text{ kgf/cm}^2$, al T.V. si registrano valori di $Cu = 0,35 \div 0,5 \text{ kgf/cm}^2$.
UNITA' D Da - 2,6 ÷ - 5,6 a - 3,4 ÷ - 5,6 m p.c..	Orizzonte a medio grado di consistenza, caratterizzato al penetrometro dinamico da un numero medio di colpi per avanzamento pari a $N_{20m} = 5 \div 7$, con valori medio massimi pari a $N_{20m} = 11 \div 16$. Al P.P. si rilevano valori pari a $Rp = 1,75 \div 3,25 \text{ kgf/cm}^2$, al T.V. si registrano valori di $Cu = 0,8 \div 0,90 \text{ kgf/cm}^2$.
UNITA' R Oltre a - 3,4 ÷ - 5,6 m p.c.	Litotipi ad elevato grado di consistenza meccanica che costituiscono l'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso ivi rappresentato dalla Formazione di Ranzano - Membro di Varano de' Melegari (RAN3). Al penetrometro dinamico superpesante si registra un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm pari a $N_{20m} = 10 \div >40$. Alla prova penetrometrica standard in foro di sondaggio si registrano valori di $N_{SPT1} = >50$ portando a rifiuto l'esecuzione della prova.

ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO

I campioni indisturbati prelevati durante l'esecuzione del sondaggi a carotaggio continuo sono stati conferiti presso la struttura *SINERGEA SRL - Via Badini 6/6 - Granarolo Emilia (BO)* ove si è proceduto all'esecuzione delle prove geotecniche di laboratorio geotecnico di seguito descritte:

- Descrizione geotecnica dei campioni (2 campioni).
- Caratteristiche naturali: umidità naturale, peso di volume (2 campioni).
- Curve granulometriche per vagliatura e sedimentazione (2 campioni).
- Limiti di Atterberg (2 campioni).
- Prove di compressione triassiale isotopica con misura delle pressioni neutrali CIU, per l'individuazione del valore della coesione e dell'angolo d'attrito interno sia in condizioni non drenate, tensioni totali, che in condizioni drenate, tensioni efficaci (1 campione).
- Prova di taglio diretta in condizioni drenate con scatola di Casagrande, eseguita in sostituzione della prova di compressione triassiale isotropica CIU, a seguito delle condizioni del campione (1 campione).
- Prove di deformabilità in cella edometrica: determinazione del valore del modulo edometrico e del valore del coefficiente di consolidazione (2 campioni).

I campioni indisturbati come visualizzato nell'allegata scheda "Sondaggio geognostico", sono stati recuperati a profondità variabili per analizzare in modo statisticamente significativo la successione litomeccanica presente nei primi 20 m del sottosuolo, preliminarmente analizzata mediante campagna penetrometrica.

Occorre precisare che, a seguito delle condizioni col quale si presentava il campione S1C2 al momento di apertura della fustella, i tecnici abilitati del Laboratorio *SINERGEA SRL* sono stati impossibilitati ad eseguire le prove di compressione triassali isotropiche CIU sia le prove edometriche. A tale proposito, in alternativa, si è deciso di realizzare una prova di taglio diretto in condizioni drenate, mediante Scatola di Casagrande, che ha consentito la determinazione dei valori

di coesione drenata c' ed angolo di attrito interno, ϕ' , in termini di tensioni efficaci. Successivamente, sul medesimo, sono stati calcolati i parametri di consolidazione.

I certificati sono visibili nell'allegato "Prove geotecniche di laboratorio".

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE (ASTM D2488)

I campioni analizzati risultano caratterizzati dalla seguente descrizione geotecnica:

Campione n°	Profondità (m p.c.)	Descrizione geotecnica
S1 C1	1,5 - 2,2	Limo argilloso debolmente sabbioso
S1 C2	4,0 - 4,4	Ghiaia limoso sabbiosa debolmente argillosa

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422)

Al fine di definire la distribuzione granulometrica dei terreni, sono state effettuate due analisi granulometriche per vagliatura e sedimentazione.

Campione n°	Profondità (m p.c.)	Contenuto granulometrico			
		% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
S1 C1	1,79 - 2,00	2,32	9,73	62,41	25,54
S1 C2	4,26 - 4,40	42,80	20,30	26,30	10,60

PROPRIETÀ INDICE E LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

Per definire le proprietà indice dei terreni sono stati determinati i Limiti di Atterberg su 4 campioni; sono stati ricavati, inoltre, i seguenti parametri fisici:

- Contenuto in acqua (w),
- Peso di volume (γ).

Campione	S1 C1	S1 C2
Profondità (m p.c.)	1,79 - 2,00	4,26 - 4,40
LL	45	43
LP	21	22
IP	24	21
w (%)	22,53	21,60
γ (g/cmc)	19,78	20,25

PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO (ASTM D 4767)

Sulle carote recuperate sono state eseguite prove di resistenza all'infissione con *pocket penetrometer* dotato di punta da 6 mm e prove di taglio con *tor vane* da campo; i risultati ottenuti sono restituiti nelle stratigrafie indicate.

I campioni indisturbati, d'altra parte, sono stati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

Per quanto concerne il campione denominato S1C1, dette analisi si sono articolate nell'esecuzione di una prova di compressione triassiale con consolidazione isotropica con misura

pag.25

delle pressioni interstiziali: CIU, che ha consentito l'individuazione dei valori di coesione non drenata ed angolo di attrito interno in termini di tensioni totali e coesione drenata c' ed angolo di attrito interno, ϕ' , in termini di tensioni efficaci.

Campione n°	Profondità (m p.c.)	Tensioni efficaci		Tensioni totali	
		c' (kN/mq)	ϕ' (°)	c_u (kN/mq)	ϕ_u (°)
S1 C1	1,5 - 2,2	19,08	26,43	62,03	16,00

Campione n°	Profondità (m p.c.)	Tensioni efficaci	
		c' (kN/mq)	ϕ' (°)
S1 C2	1,5 - 2,2	4,48	37,13

A causa della bassa consistenza degli orizzonti geotecnicamente più deficitari, non è stato possibile, nonostante i numerosi tentativi, procedere al campionamento del terreno costituente l'unità Cbis (presentate scarse caratteristiche geotecniche). I campioni prelevati sono rappresentativi dell'unità Bbis (S1C1) e C (S1C2). Gli elevati valori di resistenza meccanica di quest'ultimo campione sono dovuti alla presenza di numerosi inclusi litici millimetrici e centrimetrici.

CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ

Per identificare le caratteristiche di deformabilità e determinare i coefficienti di consolidazione, sono state effettuate prove di compressione edometrica sul campione denominato S1C1 registrando le variazioni e gli assestamenti che il provino subisce, in funzione della variazione di carico verticale sia in compressione che in fase di scarico, e la restituzione delle curve cedimenti/tempi per due gradini di carico.

Camp. n°	Modulo edom. Mo (kg/cmq)	Coefficiente di consolidazione Cv (m ² /s)
S1 C1	51,33	2,23·10 ⁻⁷
S1 C2	54,64	7,54·10 ⁻⁷

ANALISI GEOMECCANICA DEI TERRENI

Dati da carotaggio continuo

I dati ricavati dall'indagine geognostica a carotaggio continuo, sono riportati i termini di resistenza di punta al *pocket penetrometer* rp e coesione non drenata al *tor vane* cu; inoltre sono presentati i valori di Nspt ottenuti mediante l'esecuzione di prove penetrometriche standard in foro di sondaggio.

Dati da prove penetrometriche

Dall'analisi geomeccanica dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche statiche si sono ricavati i valori della coesione non drenata, cu, dalla relazione di Begemann, l'angolo d'attrito interno, in

termini di tensioni efficaci, ϕ' , da quella di L'Herminier, il grado di consolidazione dalla relazione di Ladd e il modulo edometrico dalla relazione di Mitchell e Gardner.

Il coefficiente di Poisson, v , si è ricavato da correlazioni empiriche tra velocità di propagazione delle onde sismiche e valori di resistenza penetrometrica, il modulo elastico da correlazioni tra E_d , E e v , il coefficiente di Winkler, k , dalle equazioni di Bowles, modificate da evidenze sperimentali direttamente ricavate.

Per quanto concerne invece l'analisi geomeccanica dei parametri ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche è stata eseguita sia trasformando il numero colpi N in valori di resistenza alla punta dinamica, q_d , che in valori di resistenza alla punta statica, utilizzando il N colpi statisticamente significativo per orizzonti a caratteri meccanici simili. Il calcolo della resistenza alla punta dinamica, q_d , si è effettuato mediante la relazione energetica degli olandesi:

$$q_d = \frac{q^2 \cdot h \cdot g}{a[(q + P) \cdot g]e}$$

dove:

- q_d = resistenza alla punta, kgf/cm^2
- q = peso della massa battente, kgf
- a = area della punta di infissione, cm^2
- P = peso massa aste e piano di battuta, kgf
- e = avanzamento unitario, cm
- g = accelerazione di gravità (m/sec^2) $\cdot 10^{-2}$

I parametri geomeccanici sono stati ricavati trasformando i valori di N_{20} in N_{spt} equivalenti e quindi considerando le principali relazioni presenti in letteratura.

Per i termini prevalentemente coesivi sono state utilizzate le relazioni di Terzaghi o Sanglerat per la determinazione della coesione non drenata, di Stroud & Butter per la determinazione del modulo edometrico, il metodo di Righi con il qc equivalente per la definizione dell'angolo di attrito; per i termini incoerenti la definizione dell'angolo di attrito risulta dall'utilizzo comparato delle relazioni di De Mello, Sowers e Meyerohf e la determinazione del modulo edometrico dalle formule di Farrent o Menzelbach & Malcev.

L'analisi è stata effettuata in termini statistici secondo il D.M. 14/01/2008 (si veda allegato "Analisi statistica dati penetrometrici"), ricavando i valori caratteristici di resistenza alla punta (qc), di attrito laterale locale (fs) e del numero di colpi N_{20} per ognuna delle unità individuate e quindi estrapolando i parametri geotecnici di seguito evidenziati.

Dati da laboratorio geotecnico

I parametri geotecnici ricavati in laboratorio sono altamente condizionati dalla casualità di prelievo in un contesto di estrema variabilità litologica laterale e verticale e quindi a volte non completamente rappresentativi dell'unità geotecnica a cui appartengono in senso generale.

Ove questo accada, in corrispondenza di detti dati, si precisa il carattere distintivo del livello a cui il campione appartiene.

Le profondità e gli spessori delle varie unità dei vari orizzonti sono definiti, con maggiore grado di dettaglio, nelle allegate sezioni geologiche interpretative.

Unità geotecnica	Dati ricavati da analisi geognostiche	Parametri fisico meccanici da laboratorio	Parametri caratteristici degli orizzonti individuati
Unità A: Da p.c. ÷ -0,5 a - 0,5 ÷ - 1,0 m p.c. Argille limose e limi argillosi, scarsamente consistenti. Grado di compressibilità elevato.	CPT $q_{ck} = 10,74 \text{ kgf/cm}^2$ $f_{sk} = 0,65 \text{ kgf/cm}^2$ DPSH $N_{20k} = 0,20$ Sondaggi meccanici $rp = 2 \div 3$; $cu = //$ $Nspt = 0,33$		$c'_k = 0,00 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,15 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi'_k = 16^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00190 \text{ kgf/cm}^2$ $E_{dk} = 26 \text{ kgf/cm}^2$ $v_k = 0,40$ $k_k = 0,53 \text{ kgf/cm}^2$
Unità B: Da - 0,5 ÷ - 1,0 A - 2,0 ÷ - 4,5 m p.c. Argille limose e limi argillosi, al cui interno sono presenti materiali litoidi più consistenti.	CPT $q_{ck} = 16,65 \text{ kgf/cm}^2$ $f_{sk} = 1,04 \text{ kgf/cm}^2$ DPSH $N_{20k} = 2,98$ Sondaggi meccanici $rp = 2,25 \div 3,25$ $cu = 0,8 \div 0,9$ $Nspt = 4,92$		$c'_k = 0,05 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,45 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi'_k = 22^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cm}^2$ $E_{dk} = 48 \text{ kgf/cm}^2$ $v_k = 0,39$ $k_k = 1,04 \text{ kgf/cm}^2$
Unità Bbis: Da - 1,5 ÷ - 2,5 m p.c. Argille limose e limi argillosi a maggior contenuto di materiali litoidi.	CPT $q_{ck} = 34,57 \text{ kgf/cm}^2$ $f_{sk} = 1,90 \text{ kgf/cm}^2$ DPSH $N_{20k} = 5,05$ Sondaggi meccanici $rp = 4 \div 5$; $cu = > 10$ $Nspt = 8,33$	$LL = 45$, $LP = 21$, $IP = 24$ $w = 22,53 \%$ $\gamma = 19,78 \text{ g/cm}^3$ $c' = 19,08 \text{ kN/m}^2$ $\phi' = 26,45^\circ$ $cu = 62,03 \text{ kN/m}^2$ $\phi_u = 16,00^\circ$ $Mo = 51,33 \text{ kg/cm}^2$ $Cv = 2,23 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$	$c'_k = 0,19 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 1,08 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi'_k = 26^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00200 \text{ kgf/cm}^2$ $E_{dk} = 61 \text{ kgf/cm}^2$ $v_k = 0,38$ $k_k = 1,41 \text{ kgf/cm}^2$
Unità C: Da - 2,0 ÷ - 4,5 a - 2,5 ÷ - 5,5 m p.c. Argille limose e limi argillosi a medio basso grado di consistenza.	CPT $q_{ck} = 12,28 \text{ kgf/cm}^2$ $f_{sk} = 0,81 \text{ kgf/cm}^2$ DPSH $N_{20k} = 1,89$ Sondaggi meccanici $rp = 0,75 \div 2,25$ $cu = 0,35 \div 0,85$ $Nspt = 3,12$	<i>Orizzonte con numerosi inclusi litici</i> $LL = 43$, $LP = 22$, $IP = 21$ $w = 21,60 \%$ $\gamma = 20,25 \text{ g/cm}^3$ $c' = 4,48 \text{ kN/m}^2$ $\phi' = 37,13^\circ$ $Mo = 54,64 \text{ kg/cm}^2$ $Cv = 7,54 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$	$c'_k = 0,03 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,32 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi'_k = 21^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cm}^2$ $E_{dk} = 48 \text{ kgf/cm}^2$ $v_k = 0,38$ $k_k = 1,11 \text{ kgf/cm}^2$
Unità Cbis: DPSH2: da -4,0 a -5,0 m p.c. Argille limose e limi argillosi scarsamente consistenti e fortemente compressibili	DPSH $N_{20k} = 0,20$ Sondaggi meccanici $rp = 1,0 \div 1,5 \text{ kgf/cm}^2$ $cu = 0,35 \text{ kgf/cm}^2$ $Nspt = 0,33$		$c'_k = 0,00 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,15 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi'_k = 14^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00190 \text{ kgf/cm}^2$ $E_{dk} = 28 \text{ kgf/cm}^2$ $v_k = 0,37$ $k_k = 0,57 \text{ kgf/cm}^2$
Unità D: Da - 2,5 ÷ - 5,5 a - 3,5 ÷ - 5,5 m p.c. Orizzonte alterato e fratturato di passaggio all'orizzonte regolitico.	CPT $q_{ck} = 28,38 \text{ kgf/cm}^2$ $f_{sk} = 1,33 \text{ kgf/cm}^2$ DPSH $N_{20k} = 5,80$ Sondaggi meccanici $Nspt = 9,57$		$c'_k = 0,14 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,80 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi'_k = 28^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cm}^2$ $E_{dk} = 48 \text{ kgf/cm}^2$ $v_k = 0,42$ $k_k = 1,11 \text{ kgf/cm}^2$
Unità Dbis :	DPSH $N_{20k} = 5,80$		$c'_k = 0,20 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 1,10 \text{ kgf/cm}^2$

DPSH12: da - 1,0 ÷ - 3,0 m p.c. Orizzonte a minor grado di alterazione e fratturazione di passaggio all'orizzonte regolitico.	Sondaggio meccanico Nspt= 19,14		$\phi'_k = 28^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cm}^2$ $E_{dk} = 65 \text{ kgf/cm}^2$ $v_k = 0,37$ $k_k = 1,49 \text{ kgf/cm}^2$
Unità R: Oltre a - 3,5 ÷ - 5,5 m p.c. Orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso ivi rappresentato dalla Formazione di Ranzano - Membro di Varano de' Melegari (RAN3)	CPT $q_{ck} = 150,62 \text{ kgf/cm}^2$; $f_{sk} = 4,28 \text{ kgf/cm}^2$ DPSH $N_{20k} = 31,67$ Sondaggio meccanico Nspt = > 50 (R)		$c'_k = 0,36 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 1,90 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi'_k = 31^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00215 \text{ kgf/cm}^2$ $E_{dk} = 250 \text{ kgf/cm}^2$ $v_k = 0,31$ $k_k = 7,81 \text{ kgf/cm}^2$

Ove: Cu = coesione non drenata, c' = coesione drenata; ϕ' = angolo di attrito efficace, γ_n = peso dell'unità di volume; Ed = modulo edometrico, v = modulo di Poisson, k = modulo di reazione.

Valore del coefficiente di Winkler mediato su tutta la verticale d'indagine

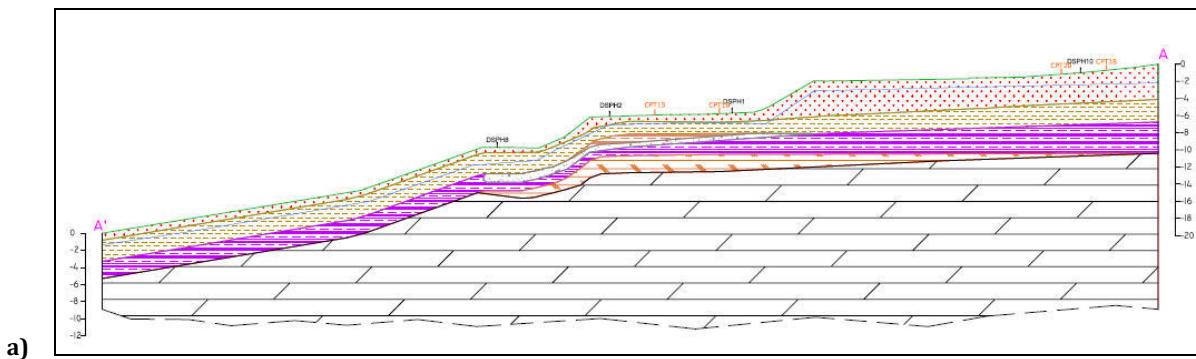
In relazione alla stratigrafia evidenziata e ai parametri geomecanici ricavati mediante l'indagine geognostica precedentemente descritta, si può utilizzare un valore del coefficiente di Winkler, mediato sulla verticale sino a - 10 m p.c., pari a:

k = 3,68 kgf/cm²

VERIFICA DI STABILITÀ DEL PENDIO

Le verifiche di stabilità si sono svolte mediante l'utilizzo del programma AZTEC STAP 11, con il metodo di Sarma (1973), che ricerca il valore critico della stabilità del pendio, in riferimento ad un'accelerazione orizzontale uniforme oltre la quale si verifica la rottura ed il conseguente cedimento del versante.

Le superfici di potenziale scivolamento, sono state identificate alle fasce di passaggio tra i litotipi meno addensati e quelli più consistenti, ricercando le condizioni di potenziale instabilità; dette superficie sono state definite in relazione alla geometria del versante e alle evidenze geomorfologiche da rilevamento diretto.



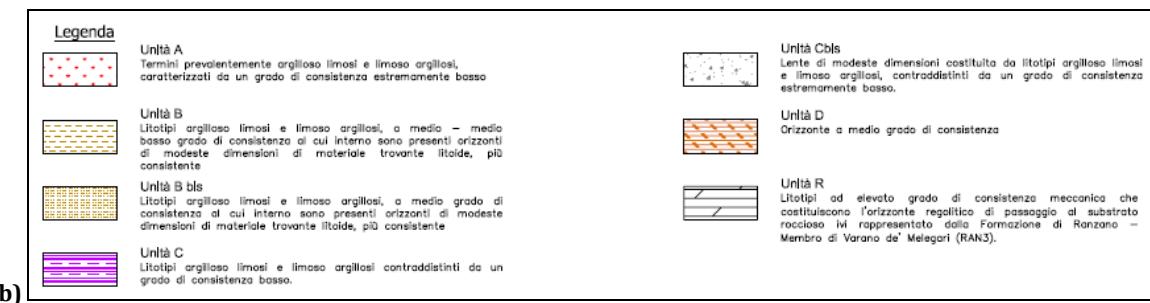


Fig 7a ,b: sezione geologica del versante studiato e relativa legenda

Per quanto riguarda i parametri geotecnici utilizzati, si è fatto riferimento ai parametri presentati nel precedente paragrafo *"Analisi geomeccanici dei terreni"*. Le analisi di stabilità del pendio sono state effettuate, in relazione alle evidenze di carattere geologico e geomorfologico, seguendo l'approccio A2+M2+R2 del D.M. 14/01/2008, nelle seguenti condizioni:

- **condizioni drenate**: in termini di tensioni efficaci
- **condizioni non drenate**: in termini di tensioni totali, in presenza di sollecitazione sismica

Dette verifiche sono state condotte simulando la presenza di superficie idrica a quote come rilevate durante l'esecuzione delle prove geognostiche (battente idrico circa a -2,5 ÷ -3,0 m da p.c.).

Condizioni drenate

Coeffienti di sicurezza minimi	
Superfici ipotizzate	
	<u>No sisma</u>
	<u>Presenza battente idrico</u>
Sup1	1,69
Sup2	1,02
tan 1	1,23
tan 2	1,22 (0,55)
tan 3	1,63

Si osservano condizioni di stabilità generale relativamente alle superfici di scivolamento superficiali e profonde ipotizzate; si registrano, d'altra parte, condizioni di stabilità, ma non in sicurezza, per la superficie di scivolamento profonda impostata in corrispondenza dell'orizzonte detensionato.

Condizioni di instabilità locale sono riscontrabili esclusivamente per quelle superfici di scivolamento che intercettano esclusivamente la prima la prima unità, interessata da litotipi detensionati e decompressi caratterizzanti la scarpata antropica.

Condizioni non drenate

Coeffienti di sicurezza minimi

<u>Superfici ipotizzate</u>	<u>Sisma</u>
	<u>Presenza battente idrico</u>
Sup1	1,13
Sup2	1,23
tan 1	1,51
tan 2	1,02 (2,55)
tan 3	1,42

Si osservano condizioni di stabilità generale relativamente a tutte le superfici di scivolamento superficiali ipotizzate (sia superficiali che profonde); si registrano, d'altra parte, condizioni di stabilità, ma non in sicurezza, solo per alcune delle superfici di scivolamento impostate in corrispondenza dell'orizzonte detensionato.

Nelle verifiche in cui non è stata soddisfatta la condizione di stabilità e sicurezza, si è proceduto al calcolo della forza reagente necessaria a sostenere il cuneo di terra potenzialmente instabile.

<u>Superfici ipotizzate</u>	Forza Reagente (kN/ml)	
	<u>No sisma</u>	<u>Sisma</u>
Sup2 (cd)	65	-
tan 2 (cu)	-	87

Le opere in progetto dovranno, quindi, fornire una forza reagente necessaria alla stabilità pari a:

$$\mathbf{FR = 87 \text{ kN/ml}}$$

OPERE DI CAPTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE E INTERVENTI CONSIGLIATI

La stabilità del comparto è inversamente proporzionale alla saturazione del pendio: sull'area in oggetto dovrà essere prevista la realizzazione di un adeguato sistema di drenaggio, in grado di raccogliere ed allontanare le corrievanti sul pendio e quelle di infiltrazione meteorica che satureranno il materiale a monte del sito in esame.

In corrispondenza dei pendii antropici tra un terrazzamento e l'altro, si consiglia la messa in posa di idonei sistemi di incremento della resistenza al taglio dei materiali costituenti le scarpate, quali quelle proposte dall'ingegneria naturalistica, al fine di aumentare la stabilità delle stesse.

ALTEZZE CRITICHE DI SCAVO

Poiché il piano progettuale prevede l'esecuzione di un piano interrato, si è svolta la verifica dell'altezza critica dei fronti di scavo.

Considerando che questi ultimi potranno interessare i primi 3,0 m in sopraelevazione rispetto l'attuale piano di calpestio, l'analisi è stata effettuata in condizioni non drenate, dette anche a breve termine, ipotizzando che all'interno di un comparto (seppur limitato) della superficie scavata, si possano intersecare i livelli a minor consistenza relativa. Si è utilizzata la seguente relazione:

$$H_{\text{crit}} = \frac{4 \cdot c_u}{\gamma}$$

dove:

H_{crit} = altezza critica;

c_u = coesione in termini di tensioni totali (media ponderata: 1,5 ton/mq)

γ = peso di volume del terreno (1,95 ton/mc);

da cui, **nella combinazione A2 + M2 +R2:**

$$h_{\text{crit}} = 2,198 \text{ m}$$

Pertanto, adottando un coefficiente di sicurezza:

$$\eta = 1,1$$

risulta un'altezza di scavo, in parete sub verticale, utilizzabile, corrispondente a:

$$h = 2,198/1,1 = 1,998 \text{ m}$$

In relazione alle condizioni geomorfologiche del sito, per altezze di scavo oltre 2,0 m dal piano di campagna, risulta necessario prevedere l'esecuzione di armature di rinforzo oppure, in alternativa, di gradonature o adeguate riprofilature degli scavi.

Tale considerazione risulta ancora più significativa sul lato orientale, ove è presente una scarpata antropica, che aumenta i profili verticali dello scavo.

Anche per profondità inferiori a quelle indicate, si consiglia, comunque, di prevedere una adeguata protezione dei fronti di scavo da eventuali precipitazioni meteorologiche e verificare sugli stessi l'eventuale presenza di livelli detensionati che potrebbero alterare la stabilità generale degli scavi stessi.

INDICAZIONI SU TIPOLOGIA FONDALE

In funzione delle caratteristiche della successione litologico - geotecnica riscontrata nel primo sottosuolo, ovvero la presenza di orizzonti detensionati e/o rimaneggiati contraddistinti da caratteristiche geotecniche scadenti, imputabili a fenomeni gravitativi pregressi o a riempimenti di antiche incisioni fluviali, è consigliabile prevedere la realizzazione di fondazioni profonde, quali pali, armati per tutto il fusto.

La geometria dei pali e l'interasse tra i medesimi dovranno essere definite con precisione dallo studio tecnico incaricato della progettazione, in relazione ai carichi effettivamente trasmessi al suolo, alle varie scelte progettuali relative alle strutture in elevazione, alle forze reagenti necessarie al comparto in esame e, in ultima ma importante analisi, ai dati geotecnici e sismici presentati in detto documento.

In funzione delle peculiarità dei terreni presenti nel primo sottosuolo, i pali dovranno essere attestati alla profondità di:

-8,0 ÷ - 9,0 m dal piano di campagna attuale

almeno in corrispondenza del comparto centro occidentale: DPSH2 – CPT14 – CPT15 – CPT16 (quello a caratteristiche geotecniche più scadenti)

I valori e le caratteristiche delle opere di sottofondazione saranno comunque da verificarsi con maggior dettaglio, nel contesto delle progettazioni esecutive e della stessa esecuzione.

CONCLUSIONI

Nell'ambito progettuale relativo alla realizzazione di una nuova struttura per anziani in località Castelnovo ne' Monti (RE), si è effettuata l'indagine geologico geotecnica e sismica oggetto della presente relazione.

Lo studio, svolto su commissione dell'**Amministrazione Comunale di Castelnovo ne' Monti**, con sede legale in Via 25 Aprile, si è redatto in ottemperanza ai dettati del D.M. 11/03/88 e circ. LL.PP. N° 30483 del 24/09/88 ed in riferimento alle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni, DM 14/01/2008, alla D.A.L 112/2007 e al D.P.R. 207/2010.

INQUADRAMENTI TERRITORIALI

Dal punto di vista morfologico, il sito si colloca nel comparto sud orientale dell'abitato di Castelnovo nei Monti, in corrispondenza della porzione mediana di un versante, mediamente acclive e declinante in direttrice sud - sud est, caratterizzato da quote topografiche corrispondenti a 675,0 ÷ 680,0 m s.l.m.

Secondo la nuova denominazione CARG della Regione Emilia Romagna, i terreni dell'area in esame sono ascrivibili all'unità **RAN3** (Formazione di Ranzano – Membro di Varano de Melegari), costituita prevalentemente da litoareniti ben cementate di colore grigio piombo.

La giacitura degli strati, in corrispondenza dell'area in oggetto, risulta prevalentemente a traverspoggio con una componente a franapoggio, caratterizzata da inclinazione compresa tra 10° e 15°, quindi a basso angolo.

Il sito in oggetto è stato interessato, in epoche passate, da azioni modellatrici che hanno inciso e profondamente modificato le originarie morfologie. Gli agenti modellanti di maggior influenza sono stati le acque di scorrimento e la gravità e non da ultimo l'uomo che, sia in periodi storici che attualmente, ha profondamente variato le forme naturali proprie del territorio in analisi.

Nell'Olocene antico, in condizioni climatiche diverse dalle attuali, si sono sviluppati, nel territorio del capoluogo comunale, imponenti fenomeni gravitativi, generati da fenomeni di rammollimento e plasticizzazione di litotipi essenzialmente argilosi - argilloso limosi, nelle zone di sorgenza per contatto. Detti processi, influenzati con tutta probabilità anche da eventi sismici, hanno interessato anche l'area in oggetto (denominata non a caso "La Rovina"), anche se attualmente non si hanno indizi esplicativi della presenza di fenomeni gravitativi e gli strumenti programmatici territoriali non individuano processi attivi o quiescenti.

Nel recente passato, il sito in oggetto è stato, inoltre, interessato da un intervento edilizio finalizzato ad attività di allevamento (Z.A.I. - La Rovina); le opere suddette hanno profondamente modificato l'assetto morfologico dell'area: infatti, attualmente la superficie topografica risulta caratterizzata dalla presenza di terrazzamenti antropici che presentano sia orizzonti di riporto che superfici profondamente sbancate.

Oltre agli effetti indotti dall'attività antropica, il primo sottosuolo è interessato da sensibili variazioni laterali del grado di consistenza dei materiali. Infatti, il comparto centro occidentale del versante in analisi (casa di cura: DPSH2 – CPT14 – CPT15 – CPT16; area di monte: CPT18 – CPT19 – CPT20) presenta materiali a minor grado di consistenza dovuti a modesti fenomeni gravitativi o, più probabilmente, al colmamento di un'antica vallecola fluviale. Tale ipotesi, trova riscontro sia dalla disamina della cartografia CTR, ove è segnalata la presenza di un solco vallivo secondario legato all'azione del Rio Dorgola, sia dall'analisi delle sezioni geologiche, che individuano un classico profilo a V degli orizzonti a minor consistenza meccanica.

In questa fascia il substrato roccioso si riscontra a profondità variabili tra -6,0 ÷ -8,0 m da p.c., e soggiace a termini argillosi e argilloso limosi, al cui interno sono presenti materiali trovanti di natura litoide, contraddistinti da basso grado di consistenza meccanica.

Procedendo verso il limite orientale dei siti in analisi il substrato roccioso tende a risalire, sino a profondità pari a -2,5 ÷ -4,0 m da p.c., e con esso si registra anche un miglioramento delle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti.

All'interno dei fori penetrometrici, si è provveduto alla misurazione della profondità del battente idrico sotterraneo, ottenendo i seguenti dati:

DPSH1	Foro chiuso -2,80 m p.c.
DPSH2	Battente idrico sotterraneo -2,70 m p.c.
CPT3	Foro chiuso -4,70 m p.c.
CPT4	Foro chiuso -4,70 m p.c.
DPSH5	Battente idrico sotterraneo -3,20 m p.c.
DPSH6	Foro chiuso -3,25 m p.c.
CPT14	Foro vuoto
CPT15	Foro chiuso -2,75 m p.c.
CPT16	Battente idrico sotterraneo -0,35 m p.c. (da infiltrazioni superficiali)

ANALISI SISMICA DEL SITO

La determinazione della categoria del suolo di fondazione dell'area in esame, secondo i dettami del D.M. 14/01/2008 e della DAL 112/2007, si è attuata l'esecuzione di uno stendimento sismico integrato Re.Mi. - MASW; dai valori ottenuti, il sottosuolo di fondazione corrisponde a:

Categoria B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_s,30$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT,30 > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu,30 > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

L'analisi di microzonazione sismica ha permesso di ricavare le azioni di progetto relative al sito in esame, i fattori di amplificazione litologica e topografica sia secondo i dettami del D.M. 14/01/2008 sia secondo le indicazioni della D.A.L. 112/2007 e i coefficienti di accelerazione sismica propri del terreno di fondazione.

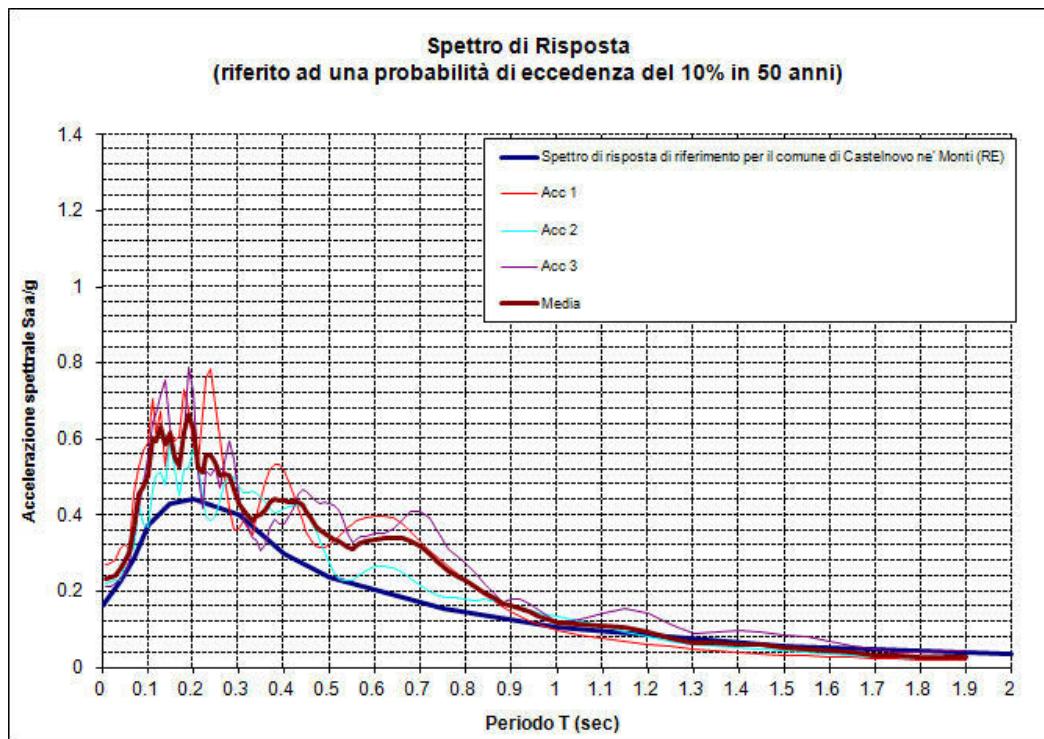
PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE SISMICA

SECONDO D.M. 14/01/2008 (APPROFONDIMENTO II LIVELLO)

		D.M. 14/01/2008 ($\beta = 0,24$)
Latitudine (ED50)		44.43077
Longitudine (ED50)		10.40178
Vita nominale struttura		50 anni
Classe struttura opera		III
Coefficiente d'uso		1,5
Vita di riferimento struttura		75 anni
Vs30		385 m/sec
Categoria suolo di fondazione		B
Pga di riferimento (SLV)		0,186
Coefficiente di amplificazione stratigrafico (SLV)		1,2
Coefficienti di amplificazione topografico:		1,2
F_{OSLV}		2,536
T_{CSLV}		0,297
coefficiente sismico orizzontale		$k_h = 0,064$
coefficiente sismico verticale		$k_v = \pm 0,032$
a_{max}/g		0,268

SECONDO D.A.L. 112/2007 (APPROFONDIMENTO III LIVELLO)

Categoria suolo di fondazione	B
Pga di riferimento	0,163
Coefficiente di amplificazione litologica (a T=0)	1,436 (III livello)
Coefficienti di amplificazione topografico:	1,200
a_{max}/g	0,281
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = 0,0674$
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0,0337$



Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	1,436	

FA IS 0,1 ÷ 0,2	1,425	0,52 ÷ 0,66
FA IS 0,2 ÷ 0,3	1,231	0,44 ÷ 0,56
FA IS 0,3 ÷ 0,4	1,223	0,41 ÷ 0,44
FA IS 0,4 ÷ 0,5	1,496	0,34 ÷ 0,44
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,554	0,12 ÷ 0,34

Le caratteristiche litotecniche dei materiali rilevati evidenziano, inoltre, che i terreni che formano il primo sottosuolo non sono suscettibili a rischio di liquefazione in occasione di sollecitazione sismica.

Dalle analisi effettuate, risulta, inoltre, come in fase di progettazione esecutiva sia consigliabile accertare che non si possano verificare effetti di risonanza tra la struttura ed il terreno per un periodo pari a:

$$T_0 = 0,10 \text{ sec}$$

ANALISI GEOTECNICA

Allo scopo di determinare le caratteristiche fisico meccaniche del sottosuolo, sono state eseguite cinque prove penetrometriche statiche e quattro prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, utilizzando un penetrometro statico-dinamico, mod. Pagani Tg63-200, due sondaggi a carotaggio continuo e analisi di laboratorio geotecnico; dette prove, unitamente ad altre eseguite nelle aree immediatamente a valle e a monte, hanno permesso la ricostruzione litomeccanica del sottosuolo.

Unità geotecnica	Dati ricavati da analisi geognostiche	Parametri fisico meccanici da laboratorio	Parametri caratteristici degli orizzonti individuati
Unità A: Da p.c. ÷ -0,5 a - 0,5 ÷ - 1,0 m p.c. Argille limose e limi argillosi, scarsamente consistenti. Grado di compressibilità elevato.	CPT $q_{ck} = 10,74 \text{ kgf/cm}^2$ $f_{sk} = 0,65 \text{ kgf/cm}^2$ DPSH $N_{20k} = 0,20$ Sondaggi meccanici $rp = 2 \div 3$; $cu = //$ $Nspt = 0,33$		$c'k = 0,00 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,15 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi'k = 16^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00190 \text{ kgf/cm}^2$ $Edk = 26 \text{ kgf/cm}^2$ $v_k = 0,40$ $k_k = 0,53 \text{ kgf/cmc}$
Unità B: Da - 0,5 ÷ - 1,0 A - 2,0 ÷ - 4,5 m p.c. Argille limose e limi argillosi, al cui interno sono presenti materiali litoidi più consistenti.	CPT $q_{ck} = 16,65 \text{ kgf/cm}^2$ $f_{sk} = 1,04 \text{ kgf/cm}^2$ DPSH $N_{20k} = 2,98$ Sondaggi meccanici $rp = 2,25 \div 3,25$ $cu = 0,8 \div 0,9$ $Nspt = 4,92$		$c'k = 0,05 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,45 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi'k = 22^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cmc}$ $Edk = 48 \text{ kgf/cm}^2$ $v_k = 0,39$ $k_k = 1,04 \text{ kgf/cmc}$
Unità Bbis: Da - 1,5 ÷ - 2,5 m p.c. Argille limose e limi argillosi a maggior contenuto di materiali litoidi.	CPT $q_{ck} = 34,57 \text{ kgf/cm}^2$ $f_{sk} = 1,90 \text{ kgf/cm}^2$ DPSH $N_{20k} = 5,05$ Sondaggi meccanici $rp = 4 \div 5$; $cu = > 10$ $Nspt = 8,33$	$LL = 45$, $LP = 21$, $IP = 24$ $w = 22,53 \%$ $\gamma = 19,78 \text{ g/cm}^3$ $c' = 19,08 \text{ kN/m}^2$ $\phi' = 26,45^\circ$ $cu = 62,03 \text{ kN/m}^2$ $\phi_u = 16,00^\circ$ $Mo = 51,33 \text{ kg/cm}^2$ $Cv = 2,23 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$	$c'k = 0,19 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 1,08 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi'k = 26^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00200 \text{ kgf/cmc}$ $Edk = 61 \text{ kgf/cm}^2$ $v_k = 0,38$ $k_k = 1,41 \text{ kgf/cmc}$
Unità C:	CPT $q_{ck} = 12,28 \text{ kgf/cm}^2$	Orizzonte con numerosi	$c'k = 0,03 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,32 \text{ kgf/cm}^2$

pag.37

Da - 2,0 ÷ - 4,5 a - 2,5 ÷ - 5,5 m p.c. Argille limose e limi argillosi a medio basso grado di consistenza.	$f_{sk} = 0,81 \text{ kgf/cmq}$ DPSH $N_{20k} = 1,89$ Sondaggi meccanici $rp = 0,75 \div 2,25;$ $cu = 0,35 \div 0,85$ $Nspt = 3,12$	<i>inclusi litici</i> $LL = 43, LP = 22, IP = 21$ $w = 21,60 \%$ $\gamma = 20,25 \text{ g/cmc}$ $c' = 4,48 \text{ kN/mq}$ $\phi' = 37,13^\circ$ $Mo = 54,64 \text{ kg/cmq}$ $Cv = 7,54 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$	$\phi'k = 21^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cmc}$ $E_{dk} = 48 \text{ kgf/cmq}$ $\nu_k = 0,38$ $k_k = 1,11 \text{ kgf/cmc}$
Unità Cbis: DPSH2: da -4,0 a -5,0 m p.c. Argille limose e limi argillosi scarsamente consistenti e fortemente compressibili	DPSH $N_{20k} = 0,20$ Sondaggi meccanici $rp = 1,0 \div 1,5 \text{ kgf/cmq};$ $cu = 0,35 \text{ kgf/cmq}$ $Nspt = 0,33$		$c'k = 0,00 \text{ kgf/cmq.}$ $c_{uk} = 0,15 \text{ kgf/cmq.}$ $\phi'k = 14^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00190 \text{ kgf/cmc}$ $E_{dk} = 28 \text{ kgf/cmq}$ $\nu_k = 0,37$ $k_k = 0,57 \text{ kgf/cmc}$
Unità D: Da - 2,5 ÷ - 5,5 a - 3,5 ÷ - 5,5 m p.c. Orizzonte alterato e fratturato di passaggio all'orizzonte regolitico.	CPT $q_{ck} = 28,38 \text{ kgf/cmq}$ $f_{sk} = 1,33 \text{ kgf/cmq}$ DPSH $N_{20k} = 5,80$ Sondaggi meccanici $rp = //; cu = //$ $Nspt = 9,57$		$c'k = 0,14 \text{ kgf/cmq.}$ $c_{uk} = 0,80 \text{ kgf/cmq.}$ $\phi'k = 28^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cmc}$ $E_{dk} = 48 \text{ kgf/cmq}$ $\nu_k = 0,42$ $k_k = 1,11 \text{ kgf/cmc}$
Unità Dbis : DPSH12: da - 1,0 ÷ - 3,0 m p.c. Orizzonte a minor grado di alterazione e fratturazione di passaggio all'orizzonte regolitico.	DPSH $N_{20k} = 5,80$ Sondaggio meccanico $Nspt = 19,14$		$c'k = 0,20 \text{ kgf/cmq.}$ $c_{uk} = 1,10 \text{ kgf/cmq.}$ $\phi'k = 28^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cmc}$ $E_{dk} = 65 \text{ kgf/cmq}$ $\nu_k = 0,37$ $k_k = 1,49 \text{ kgf/cmc}$
Unità R: Oltre a - 3,5 ÷ - 5,5 m p.c. Orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso ivi rappresentato dalla Formazione di Ranzano - Membro di Varano de' Melegari (RAN3)	CPT $q_{ck} = 150,62 \text{ kgf/cmq};$ $f_{sk} = 4,28 \text{ kgf/cmq}$ DPSH $N_{20k} = 31,67$ Sondaggio meccanico $Nspt = > 50 \text{ (R)}$		$c'k = 0,36 \text{ kgf/cmq.}$ $c_{uk} = 1,90 \text{ kgf/cmq.}$ $\phi'k = 31^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00215 \text{ kgf/cmc}$ $E_{dk} = 250 \text{ kgf/cmq}$ $\nu_k = 0,31$ $k_k = 7,81 \text{ kgf/cmc}$

Ove: Cu = coesione non drenata, c' = coesione drenata; ϕ' = angolo di attrito efficace, γ_n = peso dell'unità di volume; Ed = modulo edometrico, ν = modulo di Poisson, k = modulo di reazione .

VERIFICHE DI STABILITÀ DEL PENDIO

In relazione alle evidenze di carattere geologico e geomorfologico, sono state svolte verifiche di stabilità, seguendo l'approccio A2+M2+R2 del D.M. 14/01/2008, nelle seguenti condizioni:

- **condizioni drenate:** in termini di tensioni efficaci
- **condizioni non drenate:** in termini di tensioni totali, in presenza di sollecitazione sismica

Dette verifiche sono state condotte simulando la presenza di superficie idrica a quote come rilevate durante l'esecuzione delle prove geognostiche (battente idrico circa a -2,5 ÷ -3,0 m da p.c.).

Si osservano condizioni di stabilità generale relativamente alle superfici di scivolamento superficiali e profonde ipotizzate; si registrano, d'altra parte, condizioni di stabilità, ma non in sicurezza, per la superficie di scivolamento profonda imposta in corrispondenza dell'orizzonte detensionato.

Si evidenziano condizioni di instabilità locale solo per quelle superfici di scivolamento che intercettano esclusivamente la prima la prima unità, interessata da litotipi detensionati e decompressi caratterizzanti la scarpata antropica.

Le opere in progetto, il cui dimensionamento spetta allo studio incaricato della progettazione, dovranno, quindi, fornire una forza reagente necessaria alla stabilità pari a:

$$FR = 87 \text{ kN/ml}$$

OPERE DI CAPTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE E INTERVENTI CONSIGLIATI

La stabilità del comparto è inversamente proporzionale alla saturazione del pendio: sull'area in oggetto dovrà essere prevista la realizzazione di un adeguato sistema di drenaggio, in grado di raccogliere ed allontanare le correnti sul pendio e quelle di infiltrazione meteorica che satureranno il materiale a monte del sito in esame.

In corrispondenza delle scarpate antropiche tra un terrazzamento e l'altro, si consiglia la messa in posa di idonei sistemi di incremento della resistenza al taglio dei materiali costituenti le scarpate, quali quelle proposte dall'ingegneria naturalistica, al fine di incrementare la stabilità delle stesse.

ALTEZZE CRITICHE DI SCAVO

Poiché il piano progettuale prevede l'esecuzione di un piano interrato, si è svolta la verifica dell'altezza critica dei fronti di scavo. Considerando che questi ultimi potranno interessare i primi 3,0 m in sopraelevazione rispetto l'attuale piano di calpestio, l'analisi è stata effettuata in condizioni in condizioni non drenate, dette anche a breve termine, ipotizzando che all'interno di un comparto (seppur limitato) della superficie scavata, si possano intersecare i livelli a minor consistenza relativa.

$$H_{crit} = 2,00 \text{ m}$$

In relazione alle condizioni geomorfologiche del sito, per le altezze di scavo oltre 2,0 m dal piano di campagna, risulta necessario prevedere l'esecuzione di armature di rinforzo oppure, in alternativa, di gradonature o adeguate riprofilature degli scavi.

Tale considerazione risulta ancora più significativa sul lato orientale, ove è presente una scarpata antropica, che aumenta i profili verticali dello scavo.

Anche per profondità inferiori a quelle indicate, si consiglia comunque di prevedere una adeguata protezione dei fronti di scavo da eventuali precipitazioni meteorologiche e verificare sugli stessi l'eventuale presenza di livelli detensionati che potrebbero alterare la stabilità generale degli scavi stessi.

In funzione delle caratteristiche della successione litologico - geotecnica riscontrata nel primo sottosuolo, ovvero la presenza di orizzonti detensionati e/o rimaneggiati contraddistinti da caratteristiche geotecniche scadenti, imputabili a fenomeni gravitativi pregressi e/o riempimenti di

antiche incisioni fluviali, è consigliabile prevedere la realizzazione di fondazioni profonde, quali pali, armati per tutto il fusto.

TIPOLOGIA FONDALE UTILIZZABILI

La geometria dei pali e l'interasse tra i medesimi dovranno essere definite con precisione dallo studio tecnico incaricato della progettazione, in relazione ai carichi effettivamente trasmessi al suolo, alle varie scelte progettuali relative alle strutture in elevazione, alle forze reagenti necessarie al comparto in esame e, in ultima ma importante analisi, ai dati geotecnici e sismici presentati in detto documento.

In funzione delle peculiarità dei terreni presenti nel primo sottosuolo, i pali dovranno essere attestati alla profondità di:

-8,0 ÷ - 9,0 m dal piano di campagna attuale

almeno in corrispondenza del comparto centro occidentale: DPSH2 – CPT14 – CPT15 – CPT16 (quello a caratteristiche geotecniche più scadenti)

I valori e le caratteristiche delle opere di sottofondazione saranno comunque da verificarsi con maggior dettaglio, nel contesto delle eventuali progettazioni esecutive e della stessa esecuzione.

Accorgimenti da adottarsi in fase esecutiva:

- In caso di affioramento di terreni deficitari quali livelli particolarmente alterati, anche se non rilevati nel corso delle analisi in situ, si dovranno asportare gli stessi sino al raggiungimento del substrato consistente e riportarsi alla quota di progetto con getti di conglomerato magro.
- In relazione alle particolari caratteristiche del primo sottosuolo, contraddistinto sovente da sensibile variabilità litologica laterale, è consigliabile la presenza di un tecnico abilitato, in fase di scavo e messa alla luce dei piani di posa fondali, al fine di verificare le caratteristiche litologiche e geomeccaniche dei materiali affioranti e di certificare l'analogia di queste ai dati presentati in tale documento.
- In fase progettuale, in relazione alle reali tensioni applicate al suolo, sarà necessario provvedere alla verifica dettagliata dei valori dei sedimenti (verifica di cui lo Scrivente si rende disponibile) e alla corretta scelta delle dimensioni fondali da adottare, al fine di ottenere sedimenti differenziali e valori di distorsione angolare rientranti nell'ambito della tollerabilità.

In relazione a quanto presentato nel seguente documento, agli studi e alle analisi eseguite, il sito ha evidenziato caratteristiche di idonea fattibilità geologico tecnica e sismica per l'uso dello stesso ai fini progettuali.

Quattro Castella, Aprile 2013

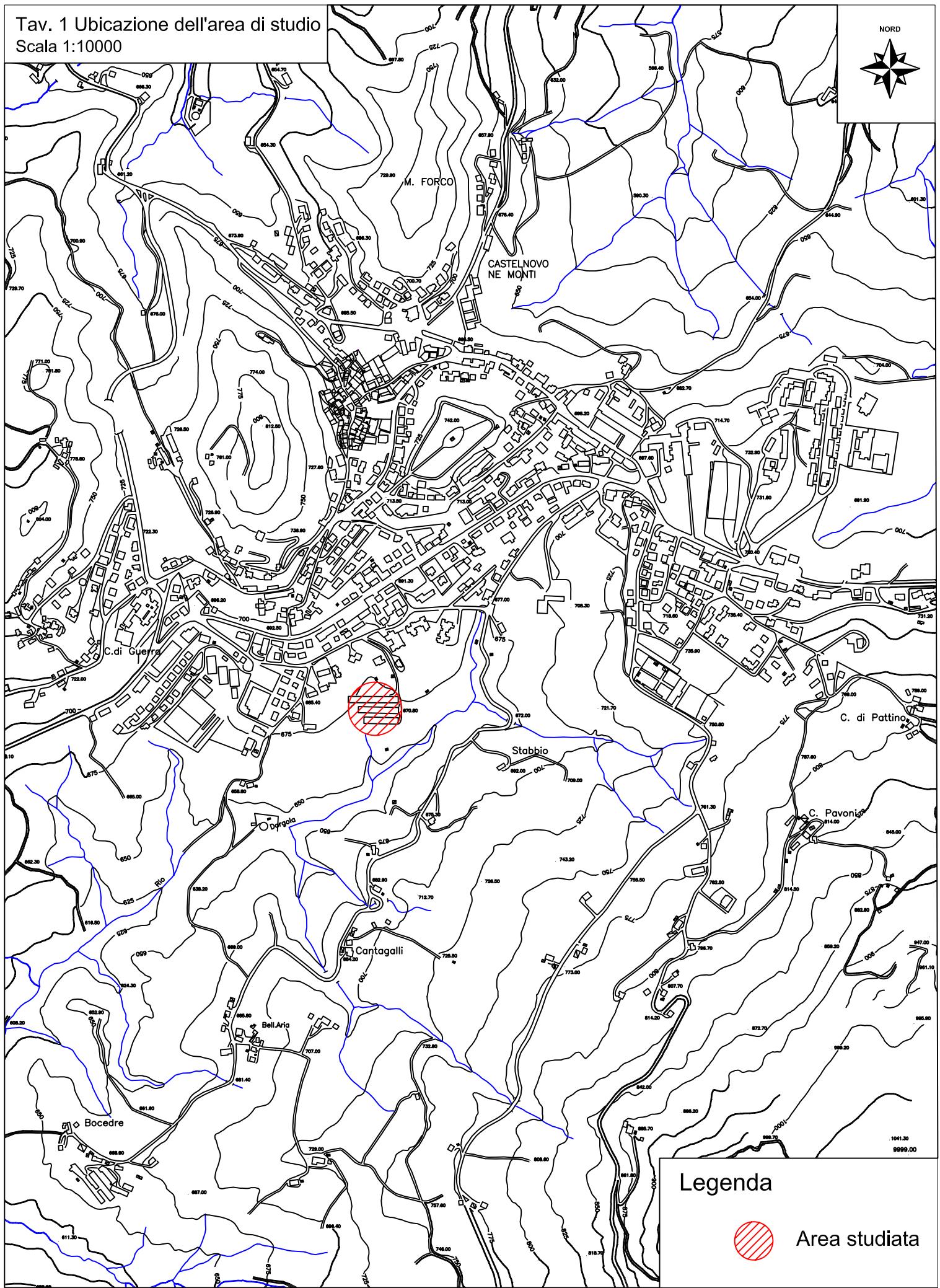
Dott. Geol. Paolo Beretti

pag.40

ALLEGATI

- Tav. 1. Inquadramento territoriale
- Tav. 2. Carta geologica
- Tav. 3. Ubicazione indagini in situ
- Sezioni geologiche: modello interpretativo dell'area studiata
 - Sezione longitudinale A - A'
 - Sezione trasversale B - B'
 - Sezione trasversale C - C'
 - Sezione trasversale D - D'
- Indagini geofisiche:
 - Base sismica a rifrazione lungo sezione longitudinale A - A'
 - Stendimento sismico integrato Re.Mi. – MASW (stendimento 1)
- Indagini geognostiche:
 - Sondaggi a carotaggio meccanico continuo S1 e S2
 - Prove penetrometriche dinamiche DPSH.
 - Prove penetrometriche statiche CPT
 - Analisi statistiche prove penetrometriche dinamiche
 - Analisi statistiche prove penetrometriche statiche
- Analisi di laboratorio geotecnico
 - Rapporto tecnico sulle analisi svolte
- Verifiche di stabilità del pedio
 - Svolte lungo la sezione longitudinale A - A'

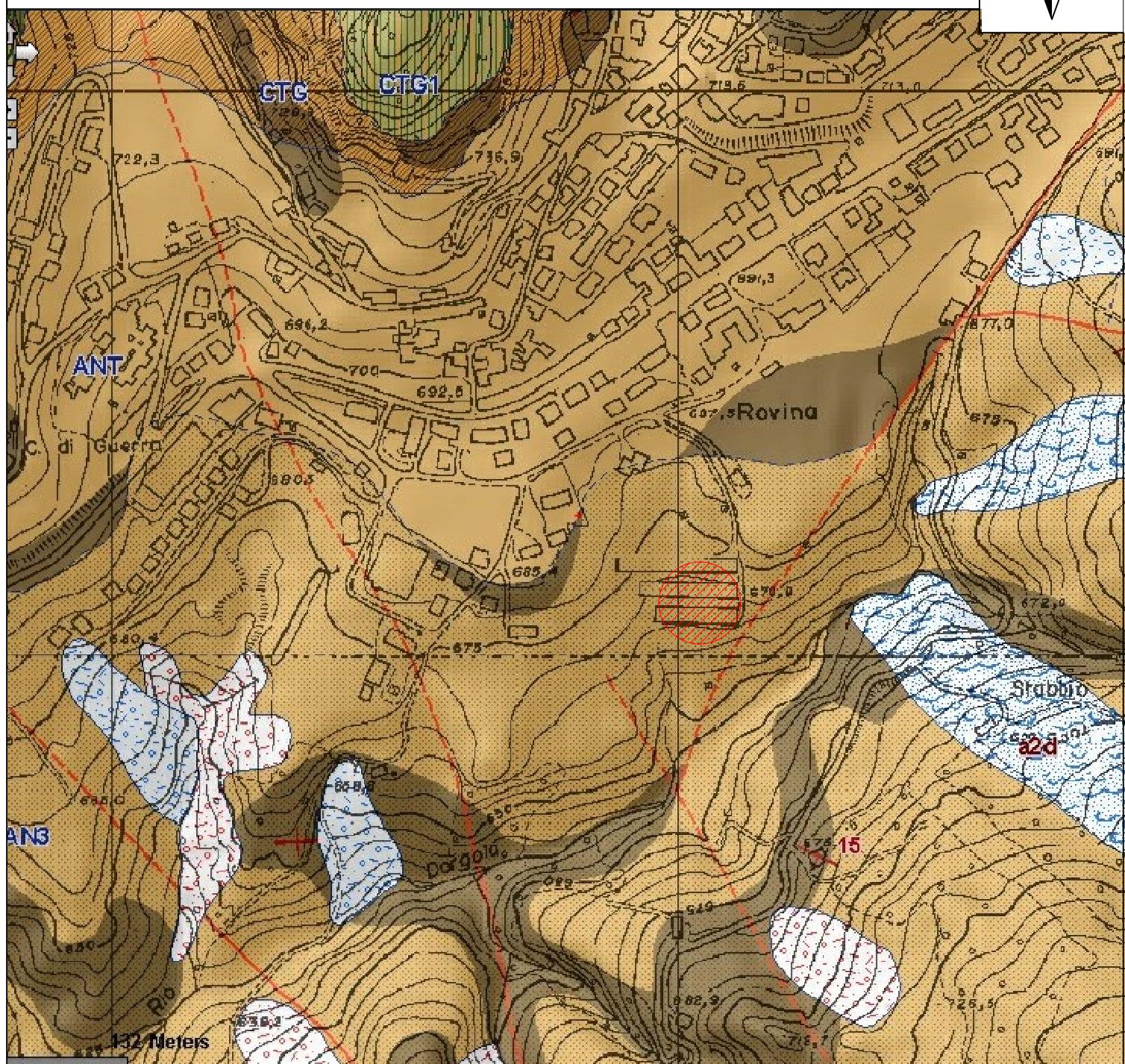
Tav. 1 Ubicazione dell'area di studio
Scala 1:10000



Tav.2 - Carta geologica regionale

Scala 1:5000

NORD



LEGENDA

Depositi quaternari

a2d deposito di frana quiescente per colamento lento

Depositi pre-quaternari: Gruppo di Bismantova

CTG Formazione di Contignaco

CTG1 Membro di Villaprara

ANT Formazione di Antognola

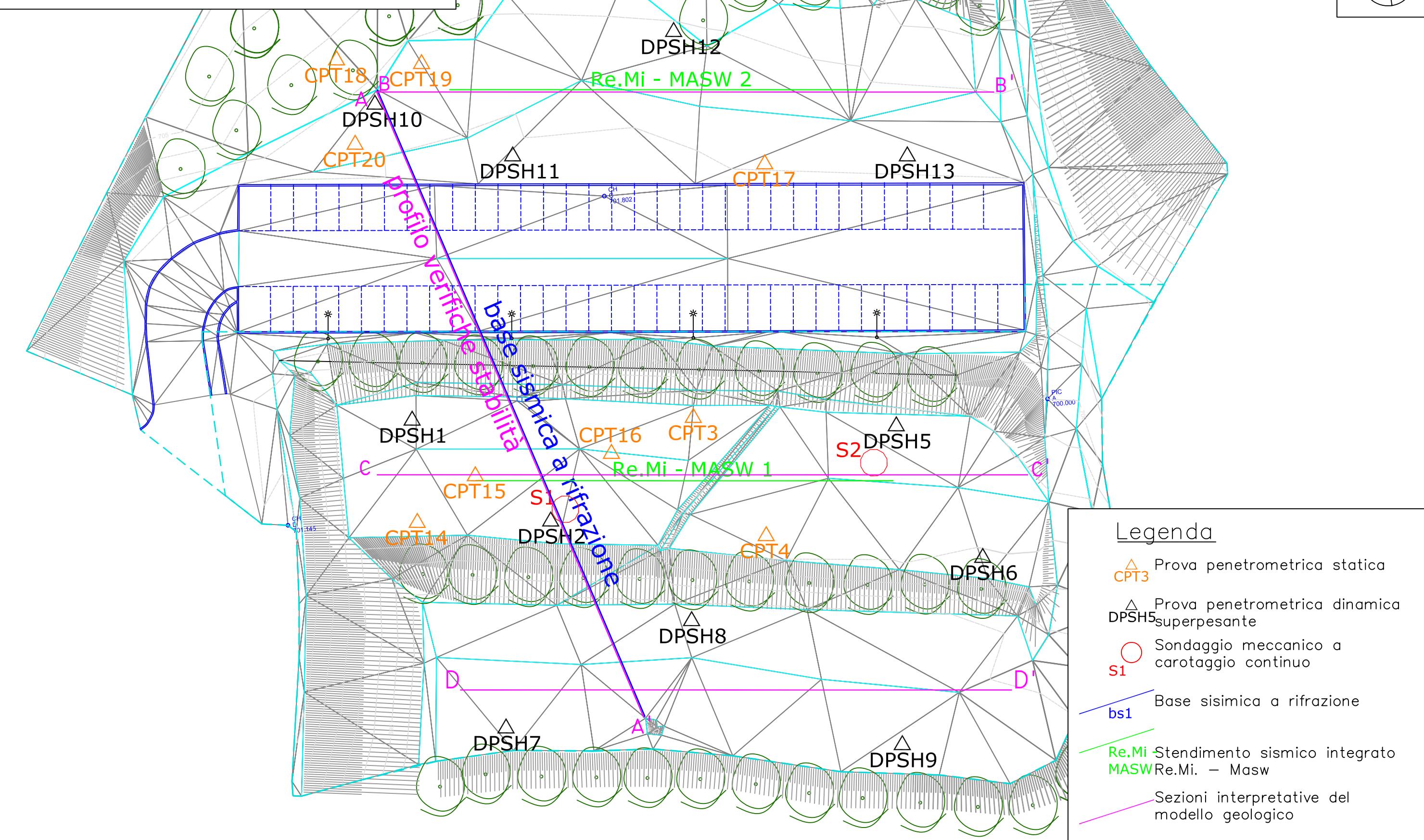
RAN Formazione di Ranzano

RAN3 Membro di Varano de Melegari



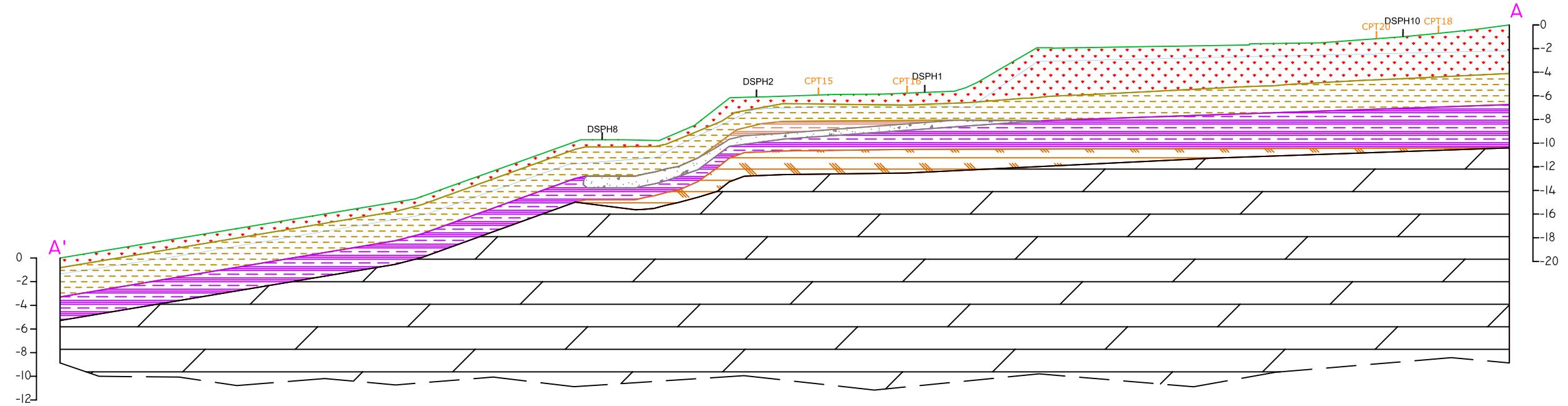
Area studiata

Tav.3 Ubicazione indagini in situ
Scala 1: 400

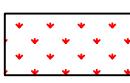


SEZIONI GEOLOGICHE

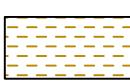
ALLEGATO: MODELLO GEOLOGICO INTERPRETATIVO DELL'AREA STUDIATA
 SEZIONE LONGITUDINALE A - A'
 SCALA 1:400



Legenda



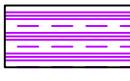
Unità A
 Termini prevalentemente argilloso limosi e limoso argilosì, caratterizzati da un grado di consistenza estremamente basso



Unità B
 Litotipi argilloso limosi e limoso argilosì, a medio - medio basso grado di consistenza al cui interno sono presenti orizzonti di modeste dimensioni di materiale trovante litoide, più consistente



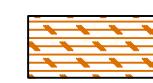
Unità B bis
 Litotipi argilloso limosi e limoso argilosì, a medio grado di consistenza al cui interno sono presenti orizzonti di modeste dimensioni di materiale trovante litoide, più consistente



Unità C
 Litotipi argilloso limosi e limoso argilosì contraddistinti da un grado di consistenza basso.



Unità Cbis
 Lente di modeste dimensioni costituita da litotipi argilloso limosi e limoso argilosì, contraddistinti da un grado di consistenza estremamente basso.

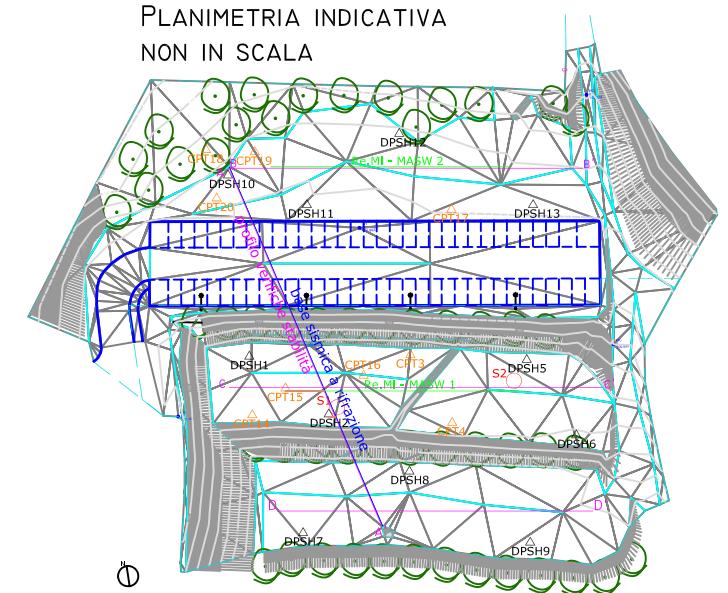


Unità D
 Orizzonte a medio grado di consistenza



Unità R
 Litotipi ad elevato grado di consistenza meccanica che costituiscono l'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso ivi rappresentato dalla Formazione di Ranzano - Membro di Varano de' Melegari (RAN3).

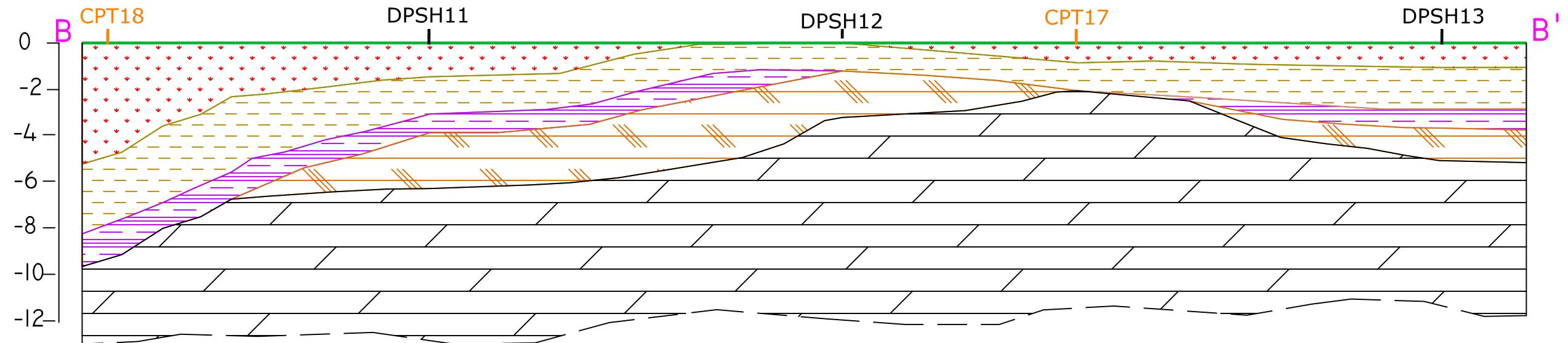
PLANIMETRIA INDICATIVA
 NON IN SCALA



ALLEGATO: MODELLO GEOLOGICO INTERPRETATIVO DELL'AREA STUDIATA

SEZIONE TRASVERSALE B - B'

SCALA 1:200



0
-2
-4
-6
-8
-10
-12

Legenda



Unità A

Termini prevalentemente argilloso limosi e limoso argillosi, caratterizzati da un grado di consistenza estremamente basso



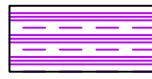
Unità B

Litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, a medio - medio basso grado di consistenza al cui interno sono presenti orizzonti di modeste dimensioni di materiale trovante litoide, più consistente



Unità B bis

Litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, a medio grado di consistenza al cui interno sono presenti orizzonti di modeste dimensioni di materiale trovante litoide, più consistente



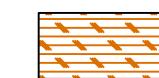
Unità C

Litotipi argilloso limosi e limoso argillosi contraddistinti da un grado di consistenza basso.



Unità Cbis

Lente di modeste dimensioni costituita da litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, contraddistinti da un grado di consistenza estremamente basso.



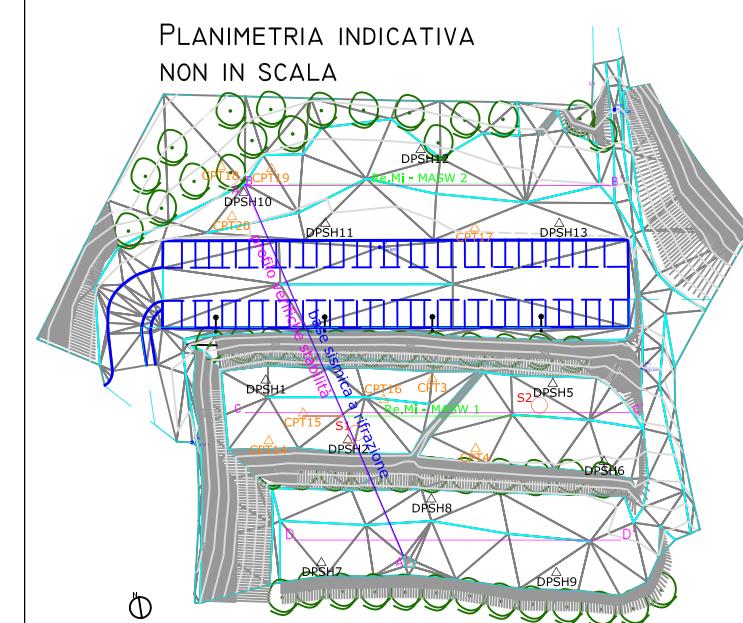
Unità D

Orizzonte a medio grado di consistenza

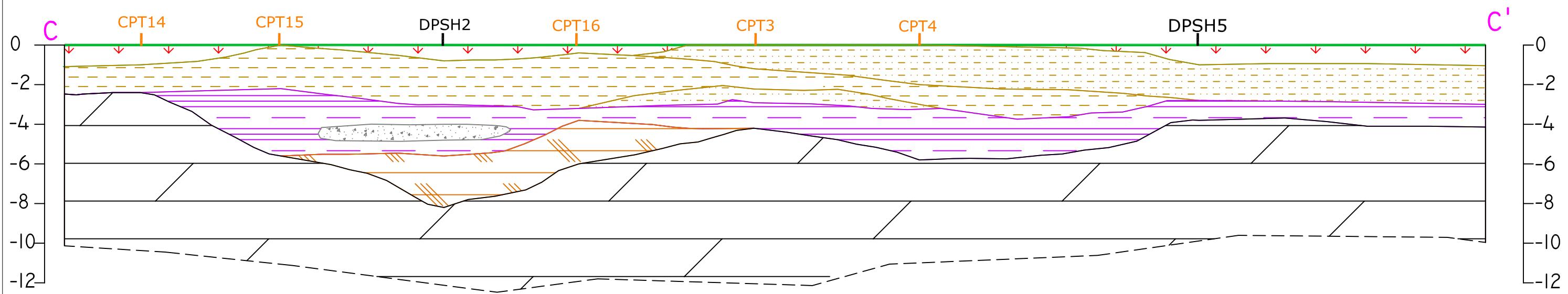


Unità R

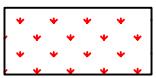
Litotipi ad elevato grado di consistenza meccanica che costituiscono l'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso ivi rappresentato dalla Formazione di Ranzano - Membro di Varano de' Melegari (RAN3).



ALLEGATO: MODELLO GEOLOGICO INTERPRETATIVO DELL'AREA STUDIATA
 SEZIONE TRASVERSALE C - C'
 SCALA 1:200



Legenda



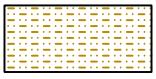
Unità A

Termini prevalentemente argilloso limosi e limoso argillosi, caratterizzati da un grado di consistenza estremamente basso



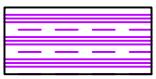
Unità B

Litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, a medio – medio basso grado di consistenza al cui interno sono presenti orizzonti di modeste dimensioni di materiale trovante litoide, più consistente



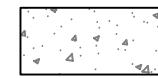
Unità B bis

Litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, a medio grado di consistenza al cui interno sono presenti orizzonti di modeste dimensioni di materiale trovante litoide, più consistente



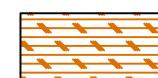
Unità C

Litotipi argilloso limosi e limoso argillosi contraddistinti da un grado di consistenza basso.



Unità Cbis

Lente di modeste dimensioni costituita da litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, contraddistinti da un grado di consistenza estremamente basso.



Unità D

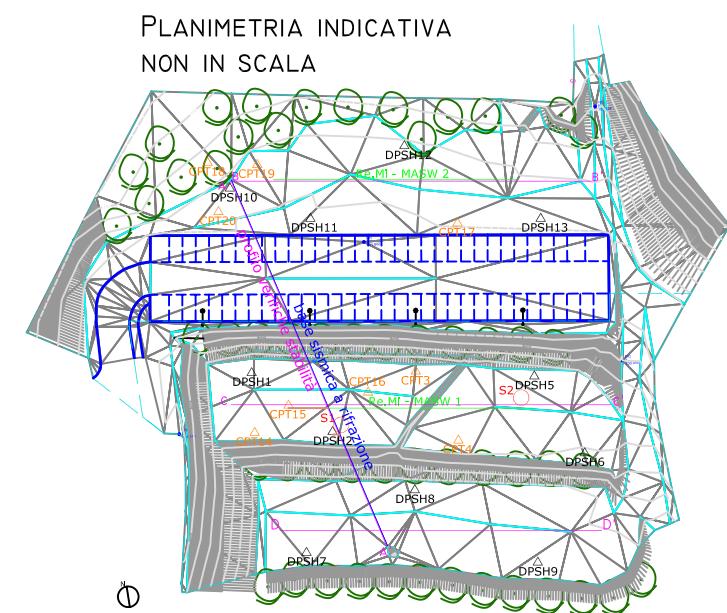
Orizzonte a medio grado di consistenza



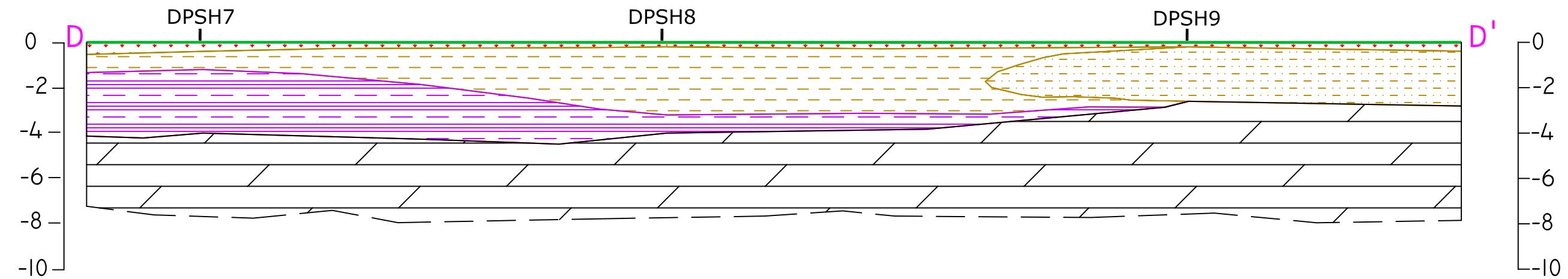
Unità R

Litotipi ad elevato grado di consistenza meccanica che costituiscono l'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso ivi rappresentato dalla Formazione di Ranzano – Membro di Varano de' Melegari (RAN3).

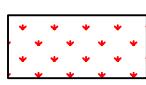
PLANIMETRIA INDICATIVA
 NON IN SCALA



ALLEGATO: MODELLO GEOLOGICO INTERPRETATIVO DELL'AREA STUDIATA
 SEZIONE TRASVERSALE D - D'
 SCALA 1:200



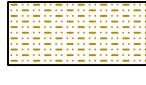
Legenda



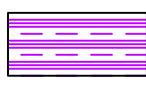
Unità A
 Termini prevalentemente argilloso limosi e limoso argilosì, caratterizzati da un grado di consistenza estremamente basso



Unità B
 Litotipi argilloso limosi e limoso argilosì, a medio - medio basso grado di consistenza al cui interno sono presenti orizzonti di modeste dimensioni di materiale trovante litoide, più consistente



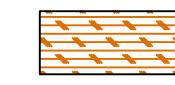
Unità B bis
 Litotipi argilloso limosi e limoso argilosì, a medio grado di consistenza al cui interno sono presenti orizzonti di modeste dimensioni di materiale trovante litoide, più consistente



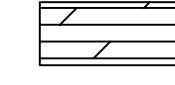
Unità C
 Litotipi argilloso limosi e limoso argilosì contraddistinti da un grado di consistenza basso.



Unità Cbis
 Lente di modeste dimensioni costituita da litotipi argilloso limosi e limoso argilosì, contraddistinti da un grado di consistenza estremamente basso.

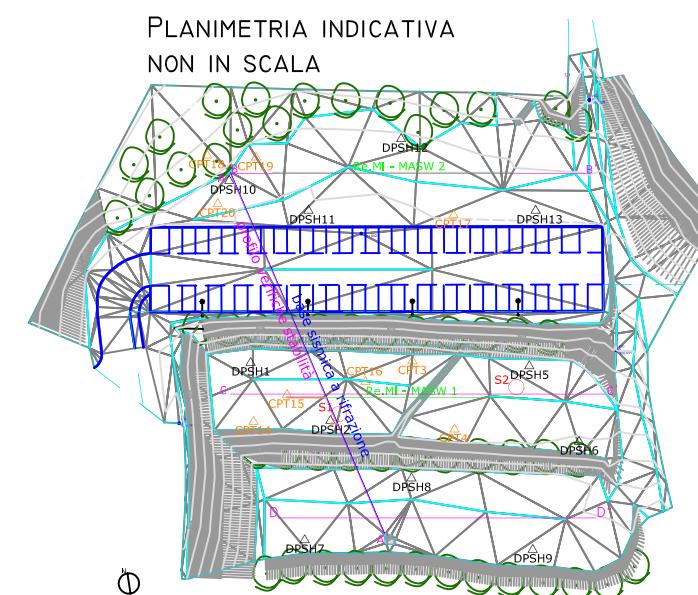


Unità D
 Orizzonte a medio grado di consistenza



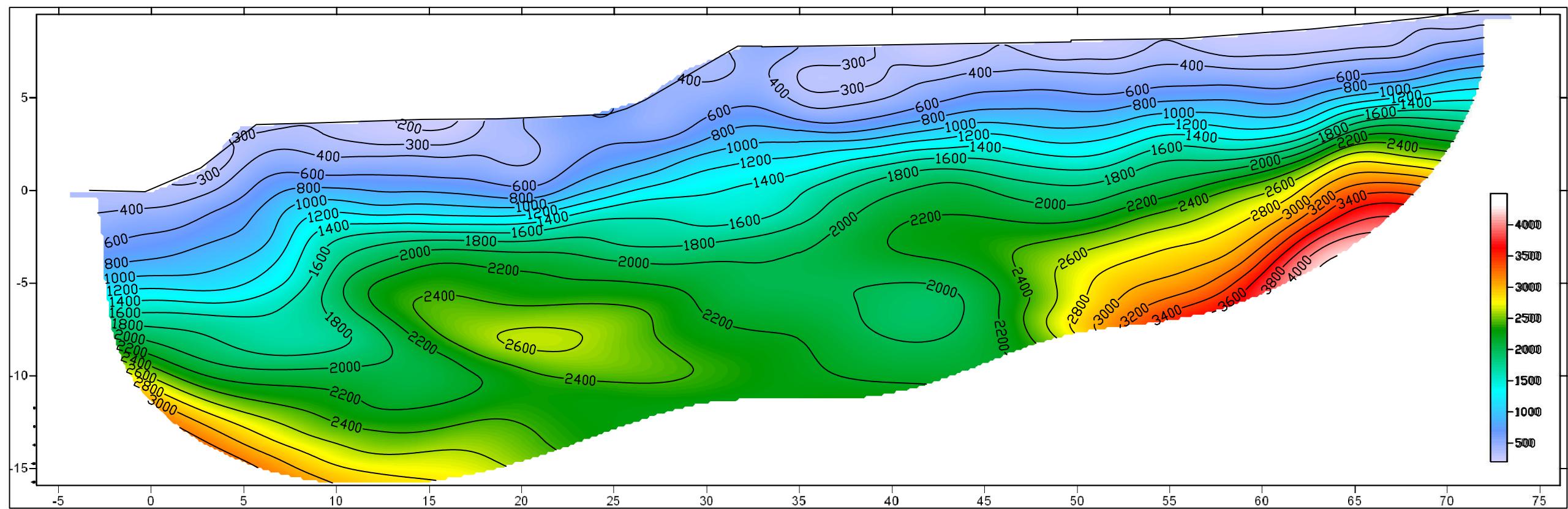
Unità R
 Litotipi ad elevato grado di consistenza meccanica che costituiscono l'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso ivi rappresentato dalla Formazione di Ranzano - Membro di Varano de' Melegari (RAN3).

PLANIMETRIA INDICATIVA
 NON IN SCALA



INDAGINI GEOFISICHE

Base sismica a rifrazione
Scala 1:250



Dott. Geol. Paolo Beretti

Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella Tel. 0522 1695098; fax 0522 1691413, Cell: 348 6902667

Indagine integrata Re.Mi. - MASW

Località: Castelnovo ne' Monti

Committente: Amm. Comunale Castelnovo ne' Monti

Cantiere: Nuova casa di cura

Data: 26/10/2012

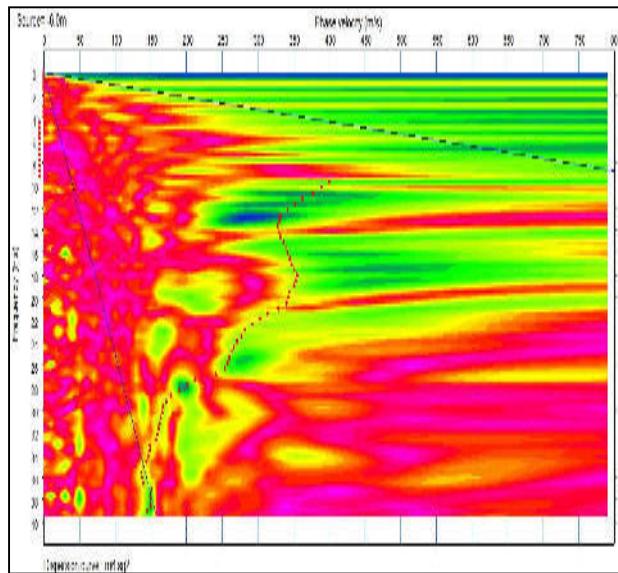


Fig. 1: Dispersione MASW

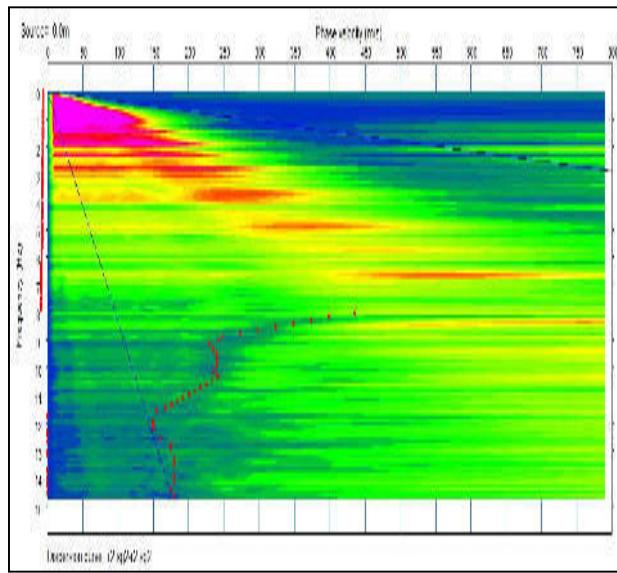


Fig. 2: Dispersione Re.Mi.

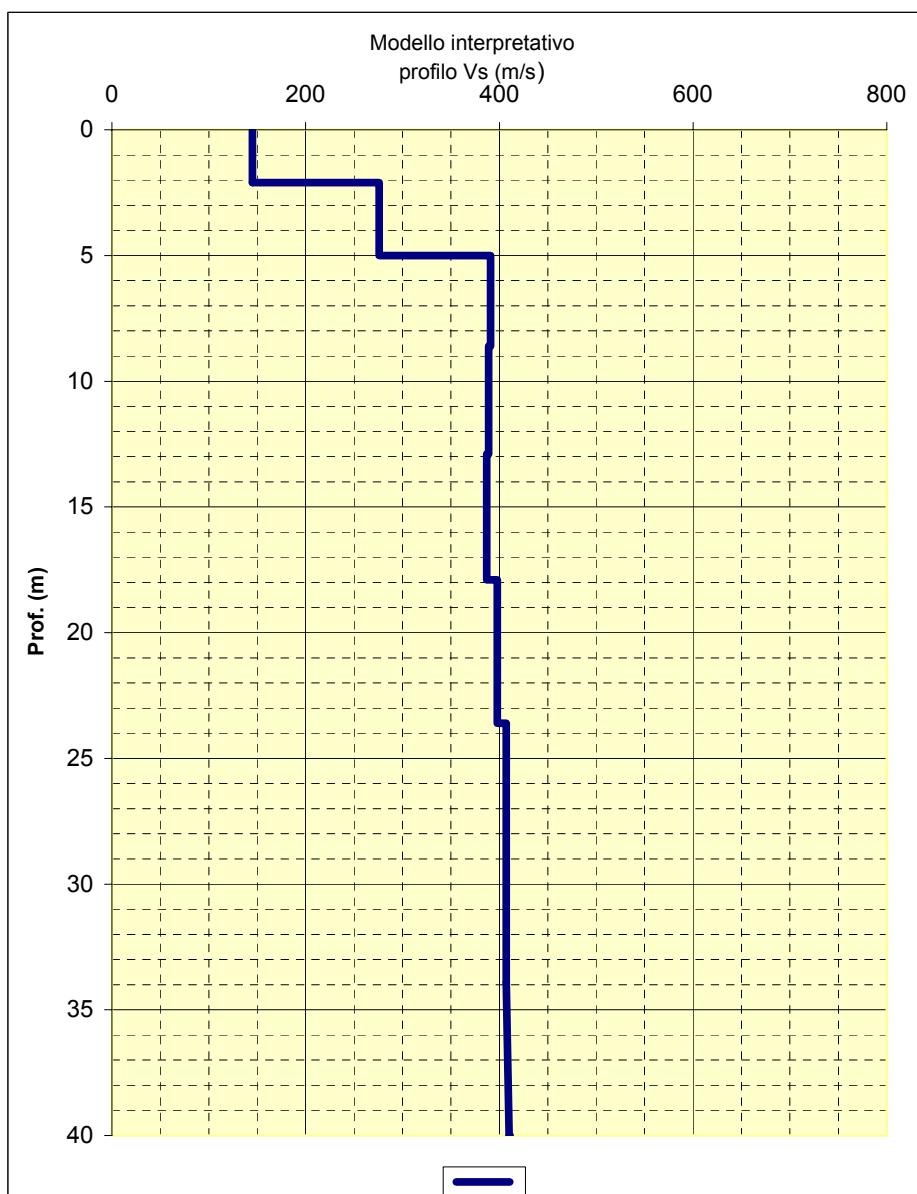
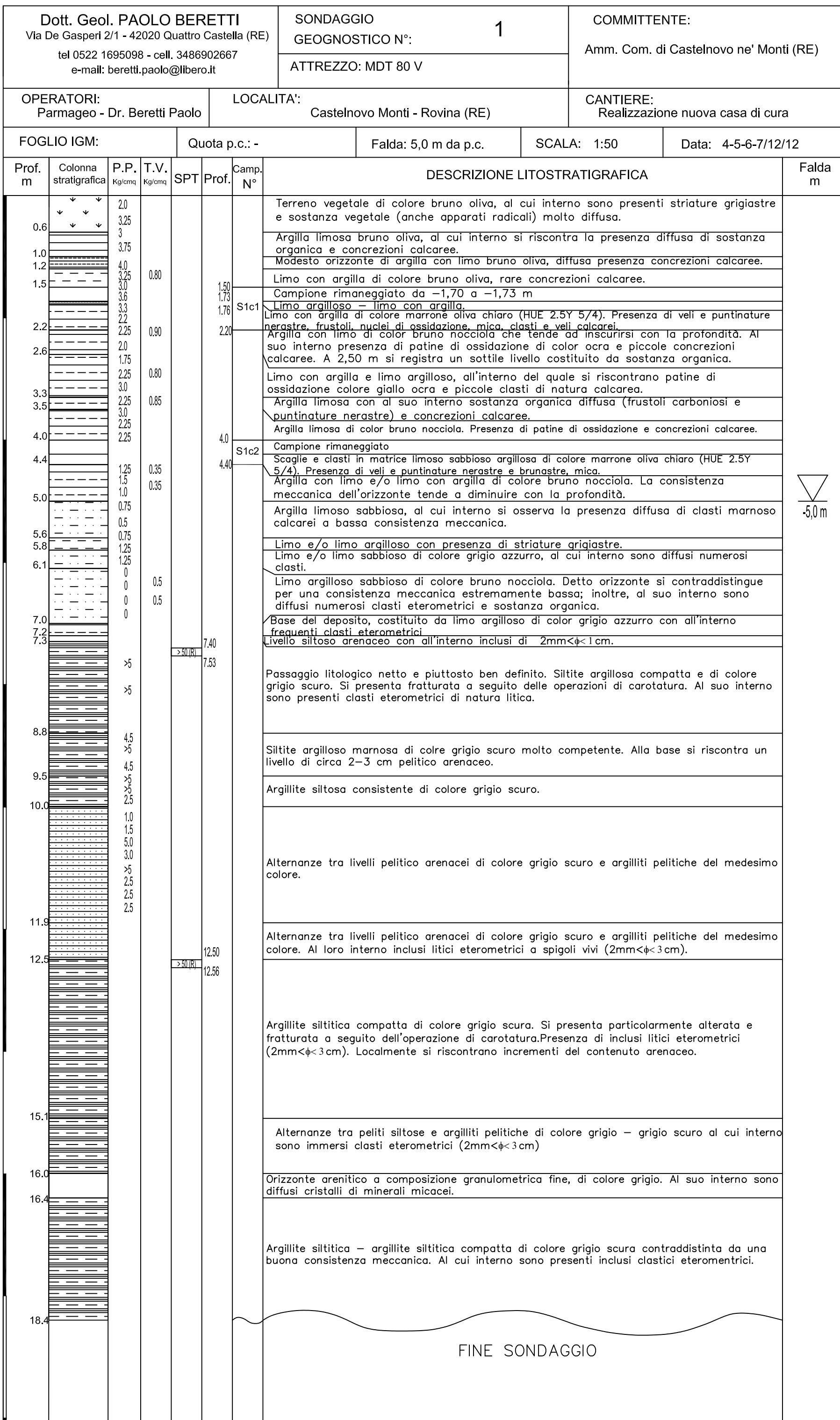


Fig. 3: Profilo onde VS

INDAGINI GEOGNOSTICHE



Dott. Geol. PAOLO BERETTI Via De Gasperi 2/1 - 42020 Quattro Castella (RE) tel 0522 1695098 - cell. 3486902667 e-mail: beretti.paolo@libero.it					SONDAGGIO GEOGNOSTICO N°: 2 ATTREZZO: MDT 80 V				COMMITTENTE: Amm. Com. di Castelnovo ne' Monti (RE)				
OPERATORI: Pamageo - Dr. Beretti Paolo					LOCALITA': Castelnovo Monti - Rovina (RE)								
FOGLIO IGM:			Quota p.c.: -			Falda: 5,0 m da p.c.		SCALA: 1:50	Data: 4-5-6-7/12/12				
Prof. m	Colonna stratigrafica	P.P. Kg/cmq	T.V. Kg/cmq	SPT	Prof. Camp. N°	DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA					Falda m		
0.2	▼ ▼ * *.....	3.25				Terreno vegetale di colore bruno oliva, al cui interno sono presenti striature grigiastre e sostanza vegetale (compresi anche apparati radicali) molto diffusa.							
0.9	4				Argilla - argilla limosa grigio - grigio azzurro molto consistente, presenza diffusa di patine di ossidazione di colore ocra, apparati radicali, frustoli carboniosi e puntinature nerastre. Localmente si registra un aumento del contenuto di materiale limoso.							
1.1	5				Limo e argilla limosa di colore grigio - grigio scuro. Presenza diffusa di patine di d'ossidazione ocra e concrezioni calcaree.							
1.3	2				Limo - limo argilloso di colore grigio.							
2.0	>5				Silt - silt arenitico di colore grigio - grigio chiaro con cementazione calcarea. Contraddistinto da una elevata consistenza meccanica ma dall'aspetto fortemente rimaneggiato.							
2.3					Silt pelitico arenaceo di color grigio nocciola. Numerose superfici di alterazione.							
2.8					Siltite marnosa di colore grigio, con microlivelli arenitici. Diffusi microlivelli in cui si registra un aumento in percentuale del contenuto di ossido di calcio.							
3.3					Arenite siltitica, con microlivelli arenitici							
4.3					Siltite - siltite argillitica e/o marnosa di colore grigio							
5.8	5.00				Alternanze tra siltiti argillitiche e argilliti siltose di colore grigio.							
8.0					Siltite arenitica di colore grigio. Diffusi microlivelli in cui si registra un aumento in percentuale del contenuto di ossido di calcio.							
10.0	9.30				Argillite siltosa di colore grigio							
13.5	>50 (R)				Siltite argillosa di colore grigio.							
						FINE SONDAGGIO							

Dott. Geol. Paolo Beretti
Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali
Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)
Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

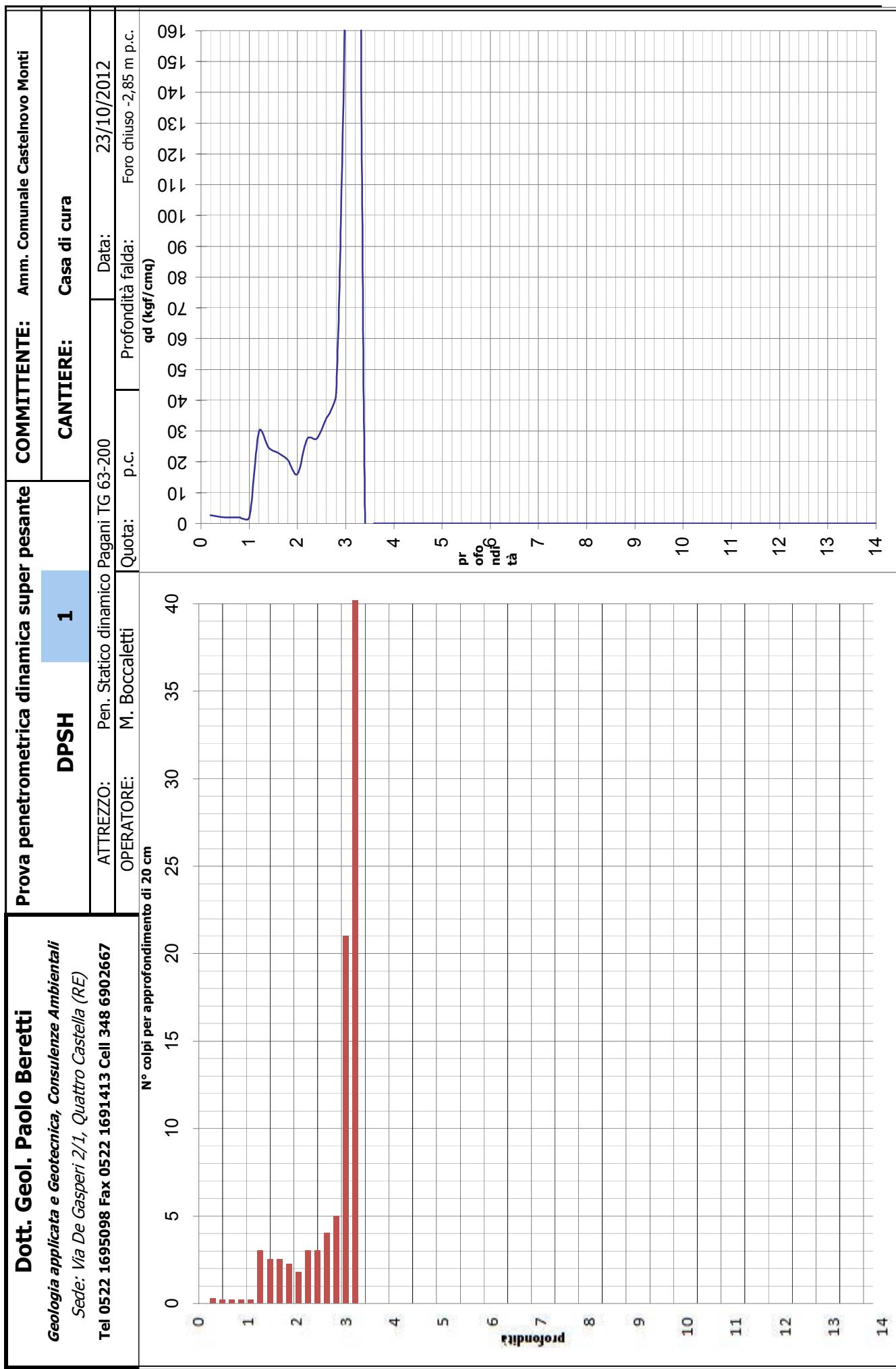
Prova penetrometrica dinamica super pesante
DPSH
1

COMMITTENTE: Amm. Comunale Castelnovo Monti
CANTIERE: Casa di cura

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200
OPERATORE: M. Boccaletti
Quota: p.c.
Data: 23/10/2012
Profondità falda: Foro chiuso -2,85 m p.c.

Lettura di campagna e elaborazioni

Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Astta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Caratteristiche strumentali	
												Peso Maglio (kg)	Volata (cm)
1	0,2	0,25	2,69	6	5,2			11	10,2			63,5	
1	0,4	0,2	2,15	6	5,4			11	10,4				
2	0,6	0,2	1,98	7	5,6			12	10,6				
2	0,8	0,2	1,98	7	5,8			12	10,8				
2	1	0,2	1,98	7	6			12	11				
2	1,2	3	29,69	7	6,2			12	11,2				
2	1,4	2,5	24,74	7	6,4			12	11,4				
3	1,6	2,5	22,88	8	6,6			12	11,6				
3	1,8	2,25	20,59	8	6,8			12	11,8				
3	2	1,75	16,02	8	7			12	12				
3	2,2	3	27,46	8	7,2			13	12,2				
3	2,4	3	27,46	8	7,4			13	12,4				
4	2,6	4	34,06	9	7,6			13	12,6				
4	2,8	5	42,57	9	7,8			13	12,8				
4	3	21	178,79	9	8			13	13				
4	3,2	45	383,13	9	8,2			14	13,2				
4	3,4			9	8,4			14	13,4				
5	3,6			10	8,6			14	13,6				
5	3,8			10	8,8			14	13,8				
5	4			10	9			14	14				
5	4,2			10	9,2			15	14,2				
5	4,4			10	9,4			15	14,4				
6	4,6			11	9,6			15	14,6				
6	4,8			11	9,8			15	14,8				
6	5			11	10			15	15				



Dott. Geol. Paolo Beretti		Prova penetrometrica dinamica super pesante		COMMITTENTE: Amm. Comunale Castelnovo Monti	
<i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)		DPSH		CANTIERE: Casa di cura	
Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667		ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200		Data: 23/10/2012	
OPERATORE: M. Boccaletti		Quota: p.c.		Profondità fida: -2,70 m p.c.	

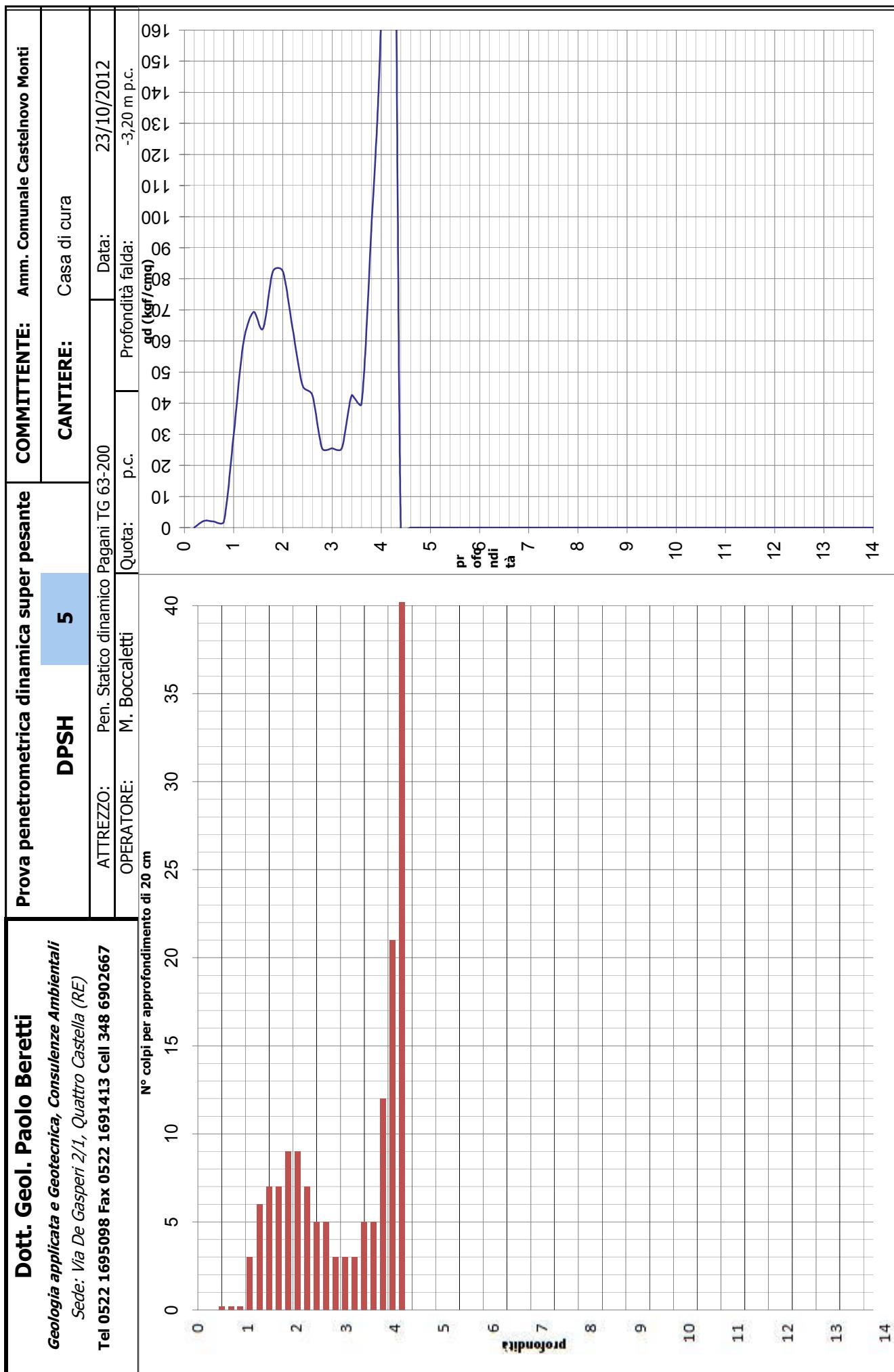
Lettura di campagna e elaborazioni

Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Astta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Caratteristiche strumentali	
										colpi	kgf/cmq
1	0,2	0,2	2,15	6	5,2	3,5	26,15	11	10,2		
1	0,4	0,2	2,15	6	5,4	3,5	26,15	11	10,4		
2	0,6	0,2	1,98	7	5,6	4	28,16	12	10,6		
2	0,8	2	19,79	7	5,8	5	35,20	12	10,8		
2	1	3	29,69	7	6	6	42,24	12	11		
2	1,2	4	39,58	7	6,2	6	42,24	12	11,2		
2	1,4	4	39,58	7	6,4	6	42,24	12	11,4		
3	1,6	3	27,46	8	6,6	7	46,59	12	11,6		
3	1,8	4	36,61	8	6,8	6	39,93	12	11,8		
3	2	4	36,61	8	7	6	39,93	12	12		
3	2,2	5	45,77	8	7,2	6	39,93	13	12,2		
3	2,4	5	45,77	8	7,4	6	39,93	13	12,4		
4	2,6	5	42,57	9	7,6	7	44,18	13	12,6		
4	2,8	4	34,06	9	7,8	6	37,87	13	12,8		
4	3	3	25,54	9	8	12	75,73	13	13		
4	3,2	2,5	21,29	9	8,2	36	227,19	14	13,2		
4	3,4	1,5	12,77	9	8,4	50	315,55	14	13,4		
5	3,6	1,5	11,94	10	8,6			14	13,6		
5	3,8	1	7,96	10	8,8			14	13,8		
5	4	0,2	1,59	10	9			14	14		
5	4,2	0,2	1,59	10	9,2			15	14,2		
5	4,4	0,2	1,59	10	9,4			15	14,4		
6	4,6	0,2	1,49	11	9,6			15	14,6		
6	4,8	2	14,94	11	9,8			15	14,8		
6	5	3	22,41	11	10			15	15		

Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667	Prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH 5	COMMITTENTE: Amm. Comunale Castelnovo Monti
		CANTIERE: Casa di cura
ATTREZZO:	Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200	Data: 23/10/2012
OPERATORE:	M. Boccaletti	Quota: p.c.
		Profondità fida: -3,20 m p.c.

Lettura di campagna e elaborazioni

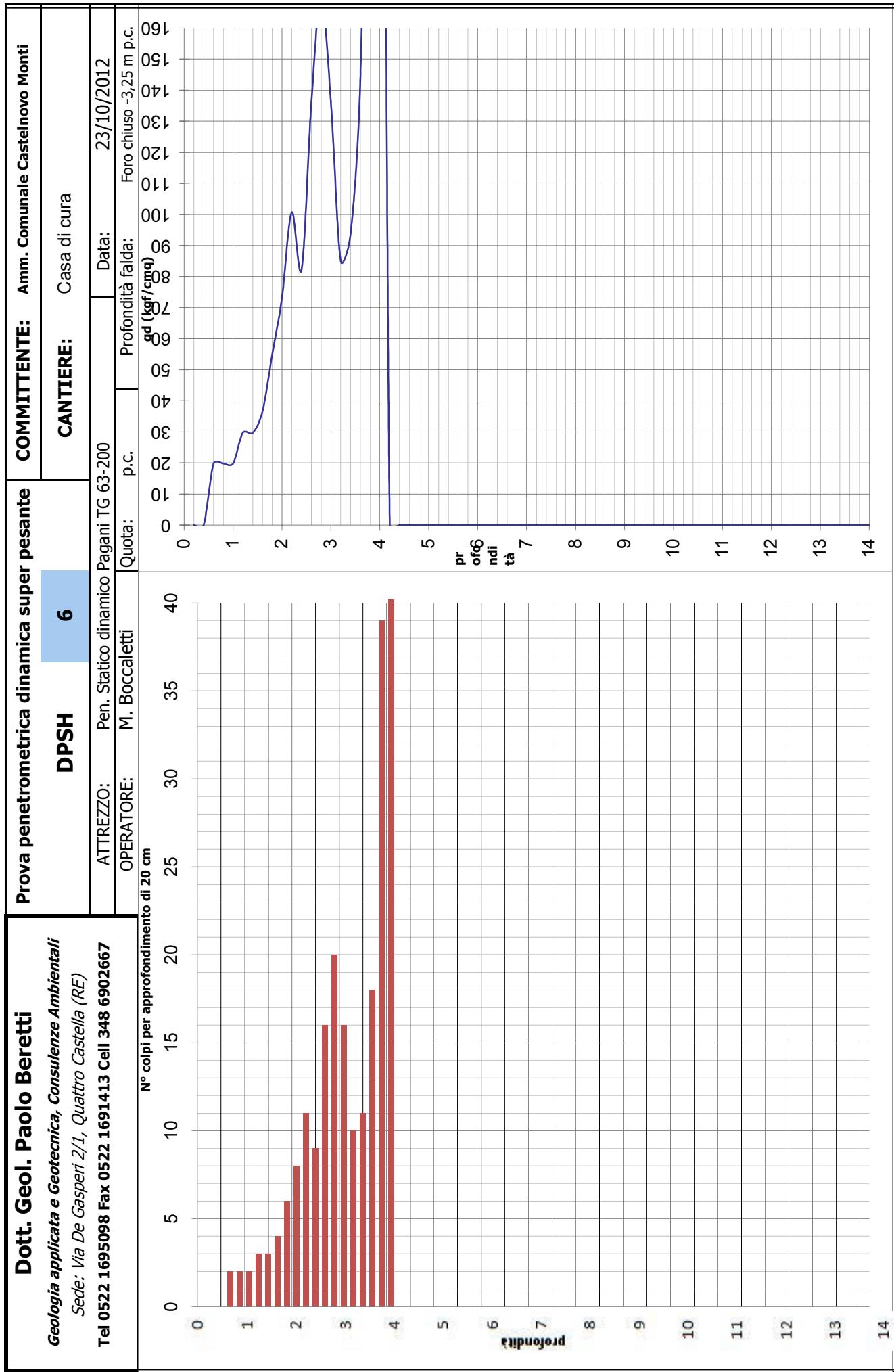
Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Astta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Caratteristiche strumentali	
												Peso Maglio (kg)	Volata (cm)
1	0,2			6	5,2			11	10,2			63,5	
1	0,4	0,2	2,15	6	5,4			11	10,4				
2	0,6	0,2	1,98	7	5,6			12	10,6				
2	0,8	0,2	1,98	7	5,8			12	10,8				
2	1	3	29,69	7	6			12	11				
2	1,2	6	59,38	7	6,2			12	11,2				
2	1,4	7	69,27	7	6,4			12	11,4				
3	1,6	7	64,07	8	6,6			12	11,6				
3	1,8	9	82,38	8	6,8			12	11,8				
3	2	9	82,38	8	7			12	12				
3	2,2	7	64,07	8	7,2			13	12,2				
3	2,4	5	45,77	8	7,4			13	12,4				
4	2,6	5	42,57	9	7,6			13	12,6				
4	2,8	3	25,54	9	7,8			13	12,8				
4	3	3	25,54	9	8			13	13				
4	3,2	3	25,54	9	8,2			14	13,2				
4	3,4	5	42,57	9	8,4			14	13,4				
5	3,6	5	39,79	10	8,6			14	13,6				
5	3,8	12	95,50	10	8,8			14	13,8				
5	4	21	167,13	10	9			14	14				
5	4,2	45	358,13	10	9,2			15	14,2				
5	4,4			10	9,4			15	14,4				
6	4,6			11	9,6			15	14,6				
6	4,8			11	9,8			15	14,8				
6	5			11	10			15	15				



Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667	Prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH 6	COMMITTENTE: Amm. Comunale Castelnovo Monti CANTIERE: Casa di cura
ATTREZZO:	Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200	Data: 23/10/2012
OPERATORE:	M. Boccaletti	Quota: p.c.
		Profondità fida: Foro chiuso -3,25 m p.c.

Lettura di campagna e elaborazioni

Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Astta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Caratteristiche strumentali	
												Peso Maglio (kg)	Volata (cm)
1	0,2			6	5,2			11	10,2			63,5	
1	0,4			6	5,4			11	10,4				
2	0,6	2	19,79	7	5,6			12	10,6				
2	0,8	2	19,79	7	5,8			12	10,8				
2	1	2	19,79	7	6			12	11				
2	1,2	3	29,69	7	6,2			12	11,2			6,2	
2	1,4	3	29,69	7	6,4			12	11,4				
3	1,6	4	36,61	8	6,6			12	11,6				
3	1,8	6	54,92	8	6,8			12	11,8				
3	2	8	73,22	8	7			12	12			0,5	
3	2,2	11	100,68	8	7,2			13	12,2				
3	2,4	9	82,38	8	7,4			13	12,4				
4	2,6	16	136,22	9	7,6			13	12,6				
4	2,8	20	170,28	9	7,8			13	12,8				
4	3	16	136,22	9	8			13	13				
4	3,2	10	85,14	9	8,2			14	13,2				
4	3,4	11	93,65	9	8,4			14	13,4				
5	3,6	18	143,25	10	8,6			14	13,6				
5	3,8	39	310,38	10	8,8			14	13,8				
5	4	60	477,50	10	9			14	14				
5	4,2			10	9,2			15	14,2				
5	4,4			10	9,4			15	14,4				
6	4,6			11	9,6			15	14,6				
6	4,8			11	9,8			15	14,8				
6	5			11	10			15	15				

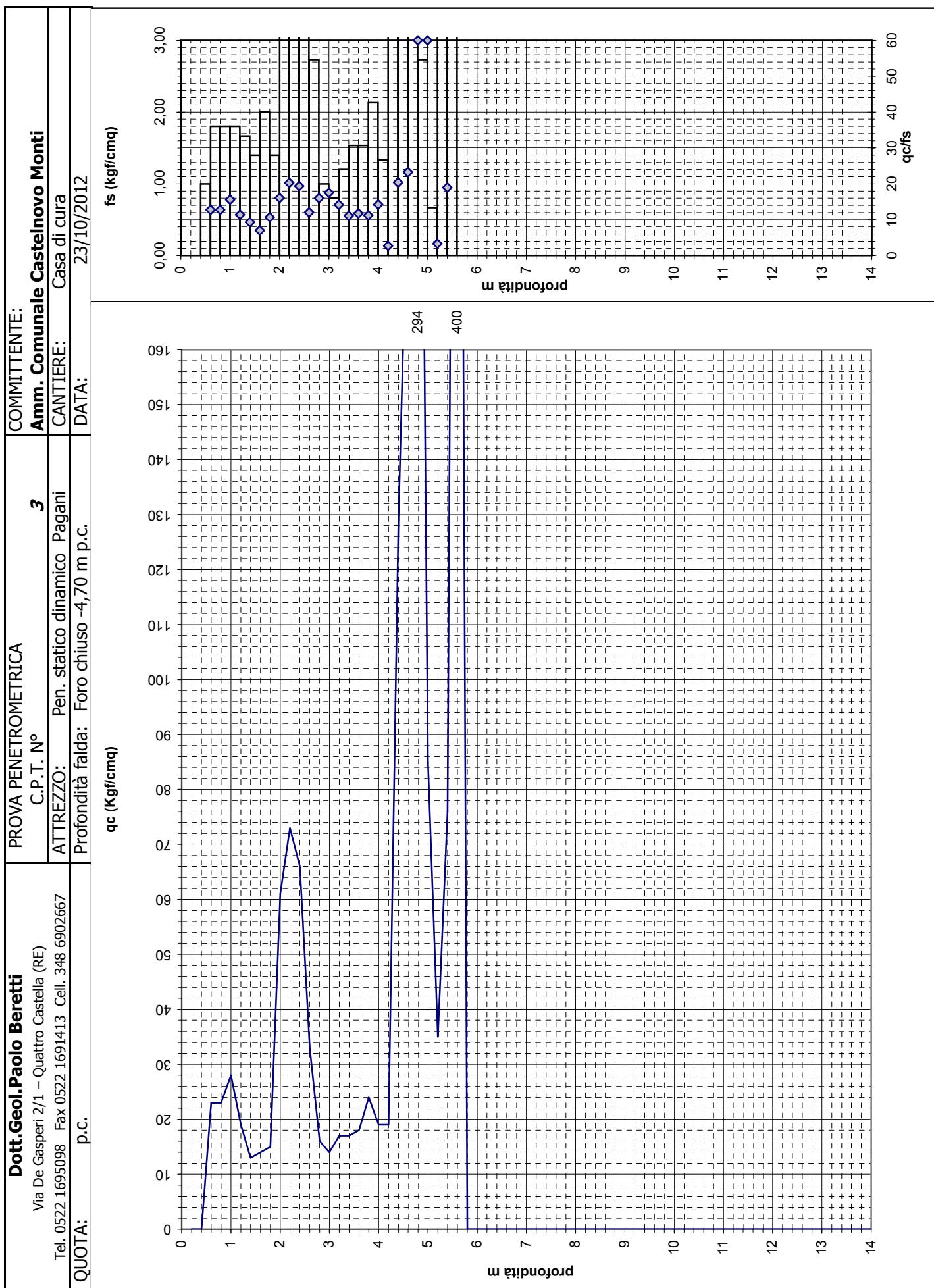


Dott. Geol. Paolo Beretti	Prova penetrometrica statica	COMMITTENTE: Amm. Comunale Castelnovo Monti
<i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i>	CPT	CANTIERE: Casa di cura
Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE)	ATTRERZO: Pen. Statico dinamico Paganí TG 63-200	Data: 23/10/2012
Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	OPERATORE: Dr.Beretti	Profondità falda: Foro chiuso -4,70 m p.c.

Lettura di campagna e elaborazioni

PROF.	qc kgf/cmq	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	qc kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	qc kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	qc kgf/cmq	qc/fs
0,2						5,2	35	45	10,67	3,3	10,2				
0,4				1,00		5,4	76	236	4,00	19,0	10,4				
0,6	23	38	1,80	12,8		5,6	400	460			10,6				
0,8	23	50	1,80	12,8	5,8						10,8				
1,0	28	55	1,80	15,6	6,0							11,0			
1,2	19	46	1,67	11,4	6,2							11,2			
1,4	13	38	1,40	9,3	6,4							11,4			
1,6	14	35	2,00	7,0	6,6							11,6			
1,8	15	45	1,40	10,7	6,8							11,8			
2,0	61	82	3,80	16,1	7,0							12,0			
2,2	73	130	3,60	20,3	7,2							12,2			
2,4	66	120	3,40	19,4	7,4							12,4			
2,6	33	84	2,73	12,1	7,6							12,6			
2,8	16	57	1,00	16,0	7,8							12,8			
3,0	14	29	0,80	17,5	8,0							13,0			
3,2	17	29	1,20	14,2	8,2							13,2			
3,4	17	35	1,53	11,1	8,4							13,4			
3,6	18	41	1,53	11,7	8,6							13,6			
3,8	24	47	2,13	11,3	8,8							13,8			
4,0	19	51	1,33	14,3	9,0							14,0			
4,2	19	39	7,07	2,7	9,2							14,2			
4,4	129	235	6,33	20,4	9,4							14,4			
4,6	195	290	8,40	23,2	9,6							14,6			
4,8	294	420	2,73	107,6	9,8							14,8			
5,0	85	126	0,67	127,5	10,0							15,0			

LEGENDA: qc = resistenza alla punta; RI = resistenza laterale; fs = resistenza ad attrito laterale locale; qc/fs = rapporto di Begemann



Dott. Geol. Paolo Beretti	Prova penetrometrica statica	COMMITTENTE: Amm. Comunale Castelnovo Monti
<i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i>	CPT	CANTIERE: Casa di cura
Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE)	ATTRERZO: Pen. Statico dinamico Paganì TG 63-200	Data: 23/10/2012
Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	OPERATORE: Dr.Beretti	Profondità falda: Foro chiuso -4,70 m p.c.

Lettura di campagna e elaborazioni

PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs
0,2					5,2	9	1,3	1,20	7,5	10,2				
0,4			0,20		5,4	20	38	0,53	37,5	10,4				
0,6	9	12	2,40	3,8	5,6	12	20	7,80	1,5	10,6				
0,8	41	77	4,93	8,3	5,8	243	360			10,8				
1,0	100	174	1,93	51,7	6,0					11,0				
1,2	13	42	0,67	19,5	6,2					11,2				
1,4	25	35	0,60	41,7	6,4					11,4				
1,6	40	49	1,47	27,3	6,6					11,6				
1,8	38	60	2,13	17,8	6,8					11,8				
2,0	24	56	2,00	12,0	7,0					12,0				
2,2	19	49	1,73	11,0	7,2					12,2				
2,4	17	43	1,33	12,8	7,4					12,4				
2,6	15	35	1,27	11,8	7,6					12,6				
2,8	11	30	1,07	10,3	7,8					12,8				
3,0	9	25	0,87	10,4	8,0					13,0				
3,2	11	24	0,73	15,0	8,2					13,2				
3,4	15	26	0,80	18,8	8,4					13,4				
3,6	13	25	1,07	12,2	8,6					13,6				
3,8	16	32	1,07	15,0	8,8					13,8				
4,0	17	33	1,20	14,2	9,0					14,0				
4,2	14	32	1,00	14,0	9,2					14,2				
4,4	19	34	1,33	14,3	9,4					14,4				
4,6	9	29	0,60	15,0	9,6					14,6				
4,8	15	24	0,87	17,3	9,8					14,8				
5,0	8	21	0,27	30,0	10,0					15,0				

LEGENDA: qc = resistenza alla punta; RI = resistenza laterale; fs = resistenza ad attrito laterale locale; qc/fs = rapporto di Begemann

Dott. Geol. Paolo Beretti

Via De Gasperi 2/1 - Quattro Castella (RE)

Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667

QUOTA: p.c.

PROVA PENETROMETRICA

C.P.T. N°

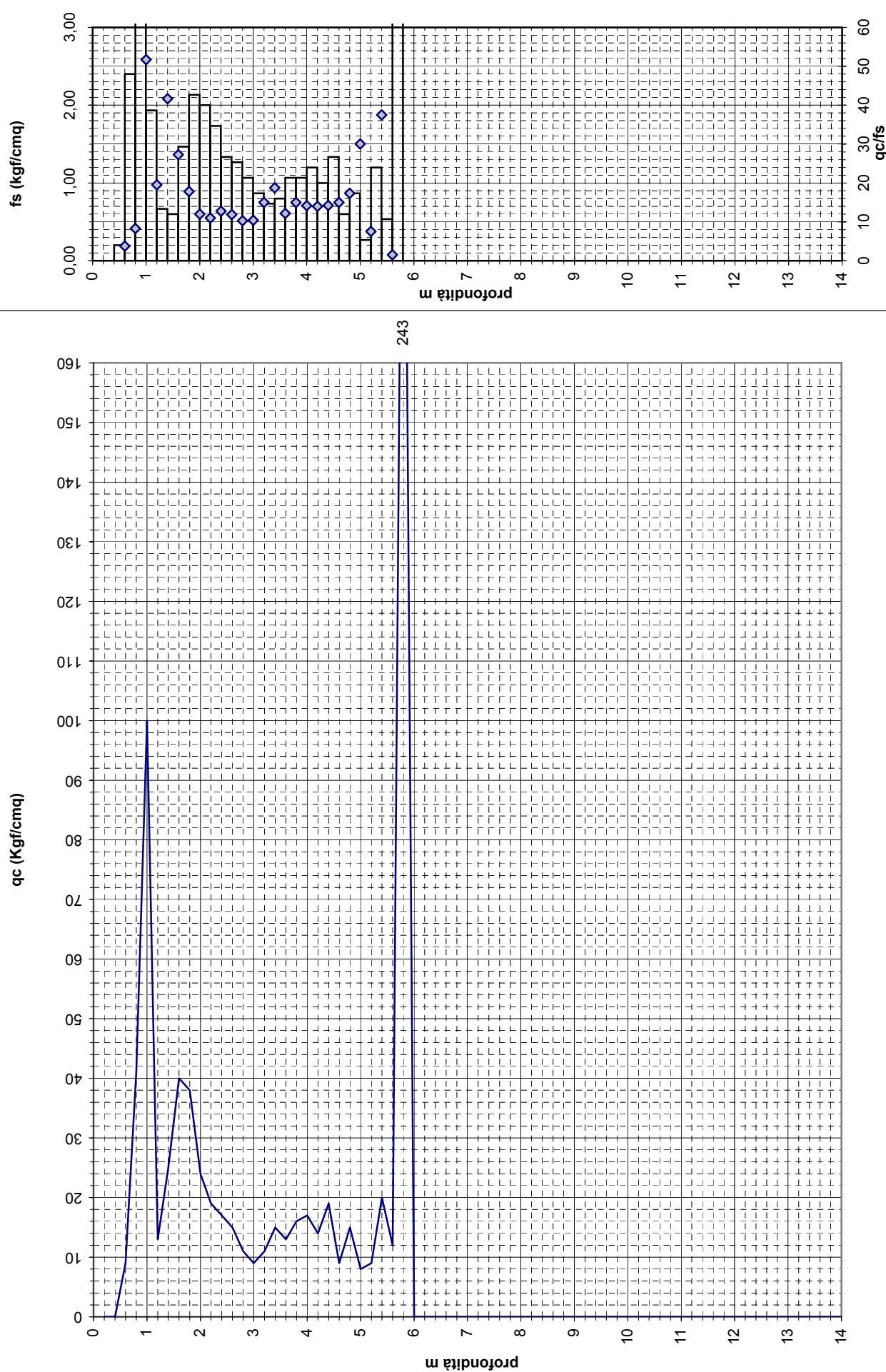
ATTREZZO: Pen. statico dinamico Paganini

Profondità falda: Foro chiuso -4,70 m p.c.

COMMITTENTE:
Amm. Comunale Castelnovo Monti

CANTIERE: Casa di cura

DATA: 23/10/2012



Dott. Geol. Paolo Beretti	Prova penetrometrica statica	COMMITTENTE: Amm. Comunale Castelnovo ne' Monti
<i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i>	CPT	CANTIERE: Casa di cura
Via De Gasperi 2/1 - 42020 Quattro Castella (RE)	ATTRERZO: Pen. Statico dinamico Paganini TG 63-200	Data: 26/03/2013
Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	OPERATORE: Dr.Beretti	Profondità falda: Foro vuoto

Letture di campagna e elaborazioni

PROF.	qc kgf/cmq	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs
0,2						5,2					10,2				
0,4	18	22	1,13	15,9	5,4						10,4				
0,6	12	29	1,20	10,0	5,6						10,6				
0,8	15	33	0,93	16,1	5,8						10,8				
1,0	14	28	1,27	11,1	6,0						11,0				
1,2	15	34	0,87	17,3	6,2						11,2				
1,4	16	29	1,60	10,0	6,4						11,4				
1,6	14	38	1,27	11,1	6,6						11,6				
1,8	17	36	1,33	12,8	6,8						11,8				
2,0	18	38	1,73	10,4	7,0						12,0				
2,2	20	46	1,93	10,3	7,2						12,2				
2,4	23	52	2,00	11,5	7,4						12,4				
2,6	32	62	3,20	10,0	7,6						12,6				
2,8	47	95	3,20	14,7	7,8						12,8				
3,0	54	102	3,93	13,7	8,0						13,0				
3,2	67	126	5,00	13,4	8,2						13,2				
3,4	120	195	6,87	17,5	8,4						13,4				
3,6	177	280	2,93	60,3	8,6						13,6				
3,8	164	208	3,33	49,2	8,8						13,8				
4,0	230	280			9,0						14,0				
4,2					9,2						14,2				
4,4					9,4						14,4				
4,6					9,6						14,6				
4,8					9,8						14,8				
5,0					10,0						15,0				

LEGENDA: qc = resistenza alla punta; RI = resistenza laterale; fs = resistenza ad attrito laterale locale; qc/fs = rapporto di Begemann

Dott.Geo. Paolo Beretti

Via De Gasperi 2/1 – Quattro Castella (RE)

Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667

QUOTA: p.c.

PROVA PENETROMETRICA

C.P.T. N°

14

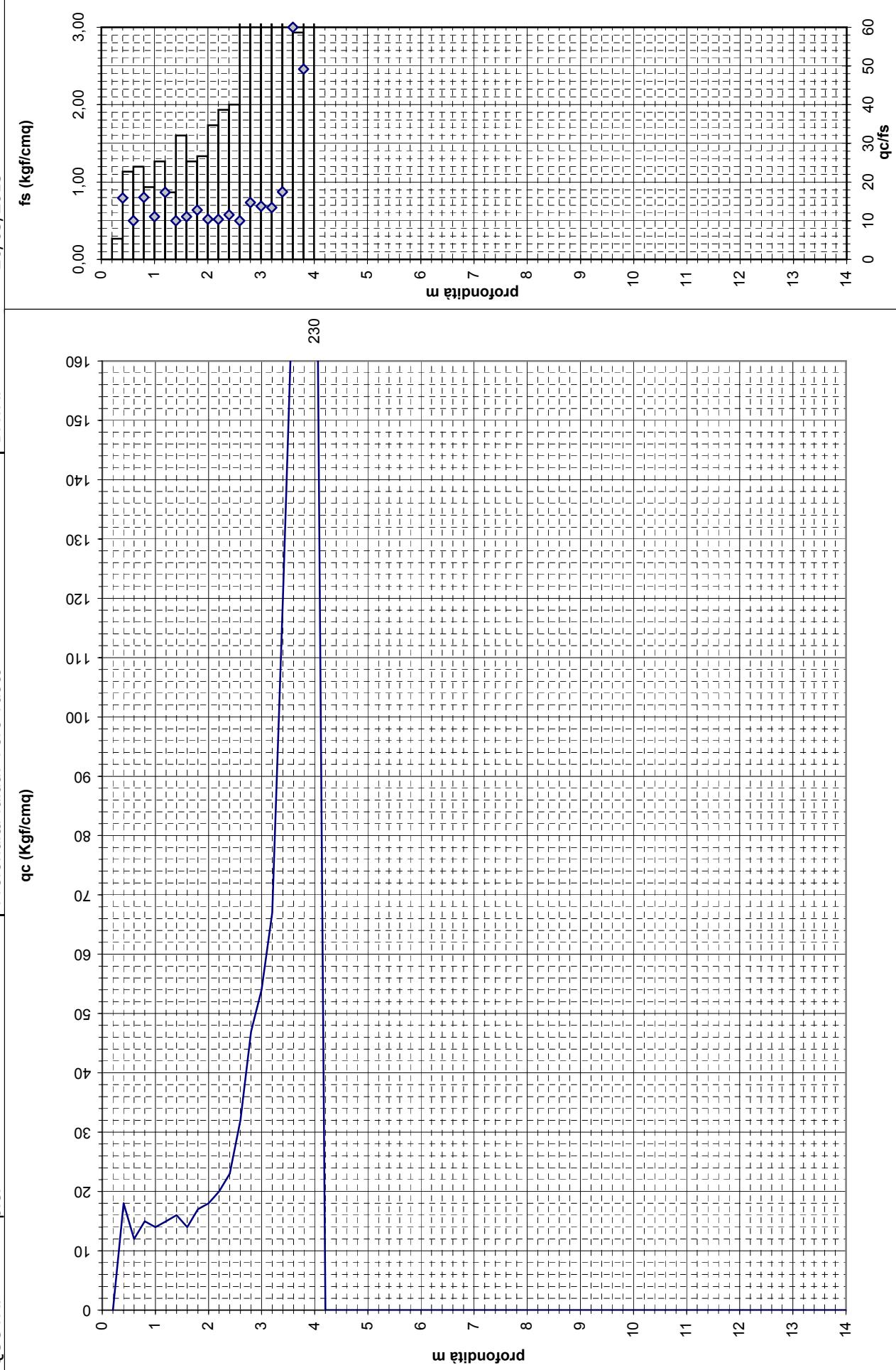
ATTRERZZO: Pen. statico dinamico Pagani

Profondità falda: Foro vuoto

COMMITTENTE:**Amm. Comunale Castelnovo ne' Monti**

CANTIERE: Casa di cura

DATA: 26/03/2013

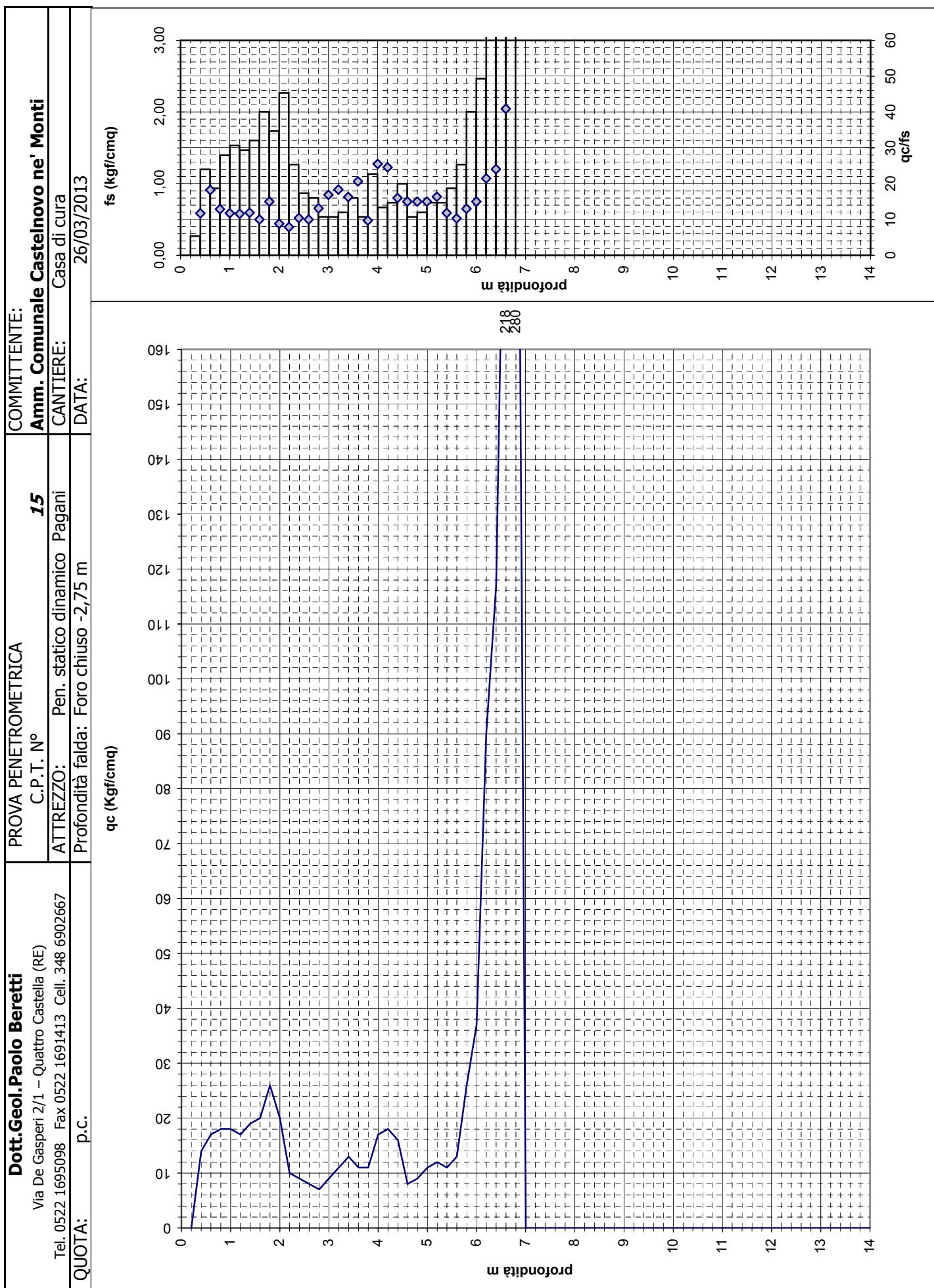


Dott. Geol. Paolo Beretti	Prova penetrometrica statica	COMMITTENTE: Amm. Comunale Castelnovo ne' Monti
<i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i>	CPT	CANTIERE: Casa di cura
Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE)	ATTRERZO: Pen. Statico dinamico Paganl TG 63-200	Data: 26/03/2013
Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	OPERATORE: Dr.Beretti	Profondità falda: Foro chiuso -2,75 m

Lettura di campagna e elaborazioni

PROF.	qc kgf/cmq	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	qc/fs kgf/cmq	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	qc/fs kgf/cmq	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	qc/fs kgf/cmq	qc/fs kgf/cmq
0,2					5,2	12	23	0,73	16,4	10,2			
0,4	14	18	1,20	11,7	5,4	11	22	0,93	11,8	10,4			
0,6	17	35	0,93	18,2	5,6	13	27	1,27	10,3	10,6			
0,8	18	32	1,40	12,9	5,8	26	45	2,00	13,0	10,8			
1,0	18	39	1,53	11,7	6,0	37	67	2,47	15,0	11,0			
1,2	17	40	1,47	11,6	6,2	90	127	4,20	21,4	11,2			
1,4	19	41	1,60	11,9	6,4	117	180	4,87	24,0	11,4			
1,6	20	44	2,00	10,0	6,6	218	291	5,33	40,9	11,6			
1,8	26	56	1,73	15,0	6,8	280	360			11,8			
2,0	20	46	2,27	8,8	7,0					12,0			
2,2	10	44	1,27	7,9	7,2					12,2			
2,4	9	28	0,87	10,4	7,4					12,4			
2,6	8	21	0,80	10,0	7,6					12,6			
2,8	7	19	0,53	13,1	7,8					12,8			
3,0	9	17	0,53	16,9	8,0					13,0			
3,2	11	19	0,60	18,3	8,2					13,2			
3,4	13	22	0,80	16,3	8,4					13,4			
3,6	11	23	0,53	20,6	8,6					13,6			
3,8	11	19	1,13	9,7	8,8					13,8			
4,0	17	34	0,67	25,5	9,0					14,0			
4,2	18	28	0,73	24,5	9,2					14,2			
4,4	16	27	1,00	16,0	9,4					14,4			
4,6	8	23	0,53	15,0	9,6					14,6			
4,8	9	17	0,60	15,0	9,8					14,8			
5,0	11	20	0,73	15,0	10,0					15,0			

LEGENDA: qc = resistenza alla punta; RI = resistenza laterale; fs = resistenza ad attrito laterale locale; qc/fs = rapporto di Begemann



Dott. Geol. Paolo Beretti	Prova penetrometrica statica	COMMITTENTE: Amm. Comunale Castelnovo ne' Monti
<i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i>	CPT	CANTIERE: Casa di cura
Via De Gasperi 2/1 - 42020 Quattro Castella (RE)	ATTRERZO: Pen. Statico dinamico Paganini TG 63-200	Data: 26/03/2013
Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	OPERATORE: Dr.Beretti	Profondità falda: -0,35 m p.c.

Lettura di campagna e elaborazioni

PROF.	qc kgf/cmq	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	qc kgf/cmq	qc kgf/cmq	PROF.	qc kgf/cmq						
0,2						5,2	34	84	1,67	20,4	10,2		
0,4	12	17	1,13	10,6	5,4	32	57	1,07	30,0	10,4			
0,6	15	32	0,87	17,3	5,6	42	58	2,40	17,5	10,6			
0,8	14	27	1,73	8,1	5,8	43	79	2,33	18,4	10,8			
1,0	27	53	0,80	33,8	6,0	42	77	9,80	4,3	11,0			
1,2	12	24	0,60	20,0	6,2	169	316	9,20	18,4	11,2			
1,4	12	21	0,60	20,0	6,4	79	217	11,33	7,0	11,4			
1,6	13	22	0,53	24,4	6,6	190	360	6,67	28,5	11,6			
1,8	12	20	0,47	25,7	6,8	280	380			11,8			
2,0	11	18	0,53	20,6	7,0					12,0			
2,2	12	20	0,40	30,0	7,2					12,2			
2,4	14	20	1,00	14,0	7,4					12,4			
2,6	19	34	0,53	35,6	7,6					12,6			
2,8	23	31	0,87	26,5	7,8					12,8			
3,0	19	32	0,60	31,7	8,0					13,0			
3,2	15	24	0,87	17,3	8,2					13,2			
3,4	12	25	0,73	16,4	8,4					13,4			
3,6	10	21	2,33	4,3	8,6					13,6			
3,8	21	56	1,27	16,6	8,8					13,8			
4,0	24	43	1,87	12,9	9,0					14,0			
4,2	29	57	2,80	10,4	9,2					14,2			
4,4	28	70	2,13	13,1	9,4					14,4			
4,6	32	64	1,13	28,2	9,6					14,6			
4,8	37	54	1,67	22,2	9,8					14,8			
5,0	74	99	3,33	22,2	10,0					15,0			

LEGENDA: qc = resistenza alla punta; RI = resistenza laterale; fs = resistenza ad attrito laterale locale; qc/fs = rapporto di Begemann

Dott.Geo. Paolo Beretti

Via De Gasperi 2/1 – Quattro Castella (RE)

Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667

QUOTA: p.c.

PROVA PENETROMETRICA

C.P.T. N°

16

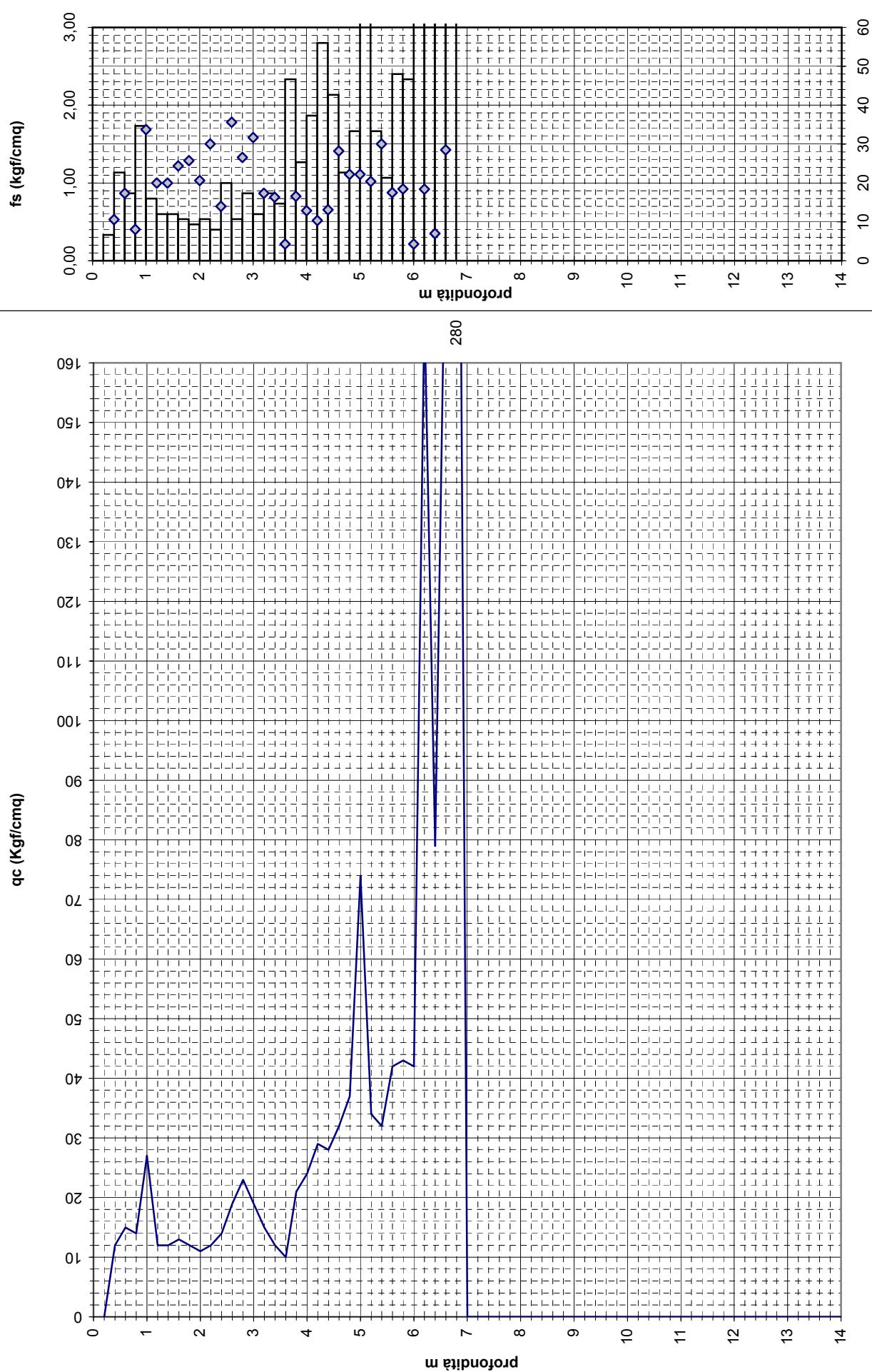
ATTRERZZO: Pen. statico dinamico Pagani

Profondità falda: -0,35 m p.c.

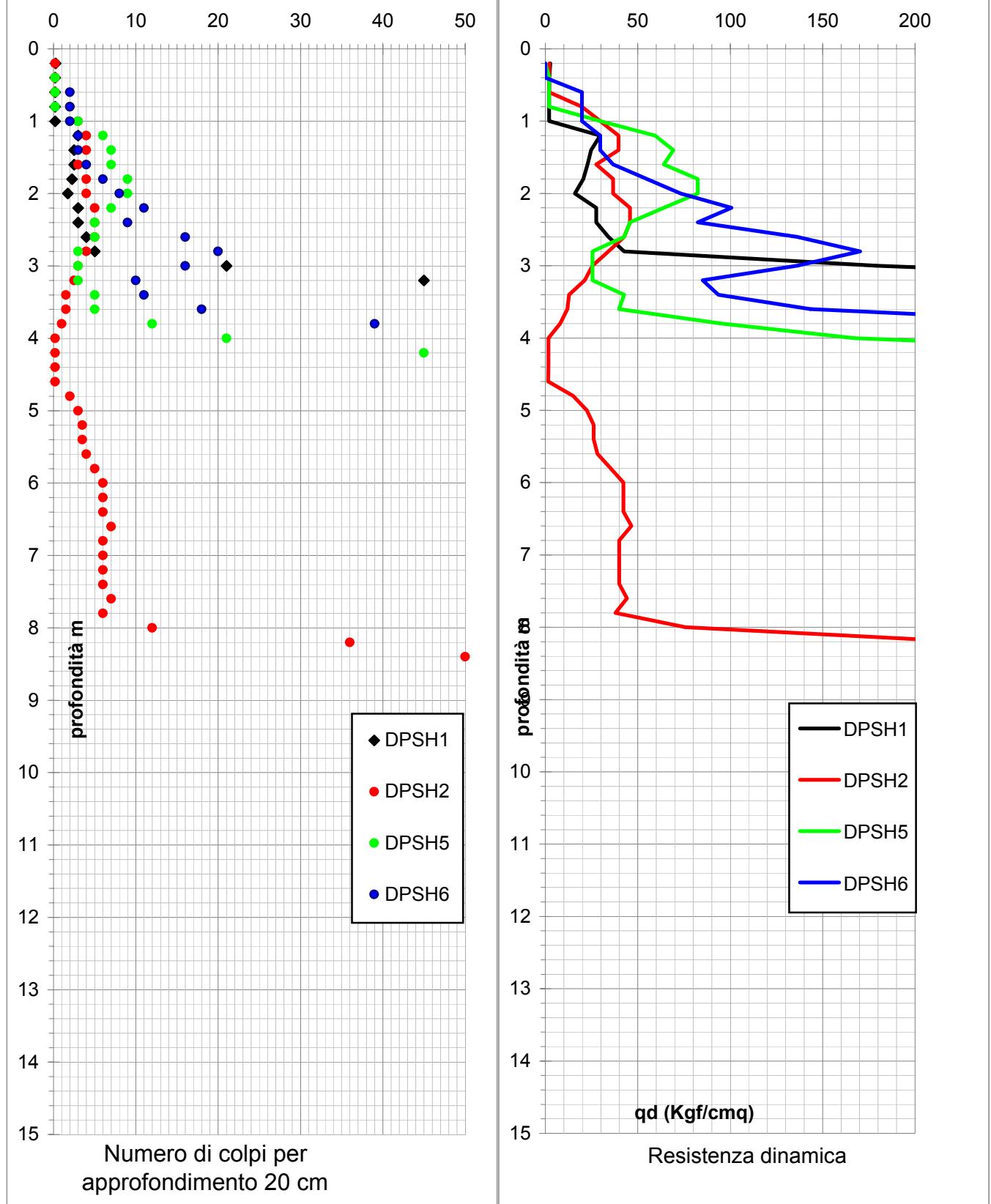
DATA: 26/03/2013

COMMITTENTE:
Amm. Comunale Castelnovo ne' Monti

CANTIERE: Casa di cura



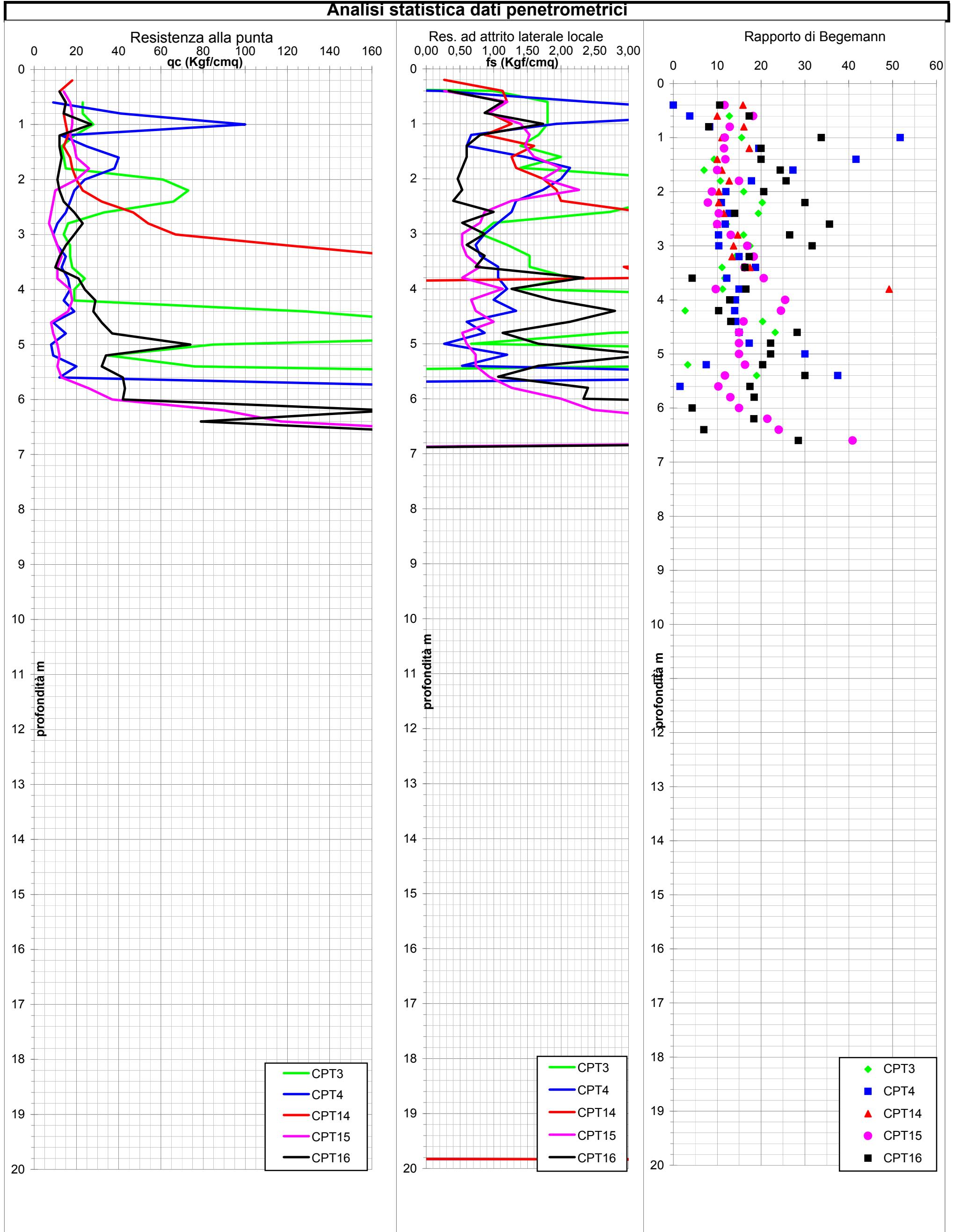
Analisi statistica dati penetrometrici - Dinamiche super pesanti DPSH



N20 (kgf/cmq)

	Unità A	Unità B	Unità Bbis	Unità C	Unità Cbis	Unità D	Unità Dbis	Unità R
campioni	56	51	19	33	4	35	28	26
Minimo	0,20	1,00	2,50	1,00	0,20	3,00	8,00	10,00
Massimo	0,25	6,00	9,00	5,00	0,20	20,00	19,00	70,00
Media	0,20	3,25	5,74	2,20	0,20	7,06	12,68	38,08
Moda	0,20	3,00	6,00	1,50	0,20	6,00	10,00	21,00
Mediana	0,20	3,00	6,00	1,75	0,20	6,00	12,50	39,00
Dev. Stand.	0,01	1,11	1,69	1,03	0,00	4,33	2,82	18,77
Media tronca	0,20	3,18	5,74	2,07	0,20	6,34	12,54	37,95
t student	1,67	1,68	1,73	1,69	2,35	1,69	1,70	1,71
N20k	0,20	2,98	5,05	1,89	0,20	5,80	11,76	31,67

Analisi statistica dati penetrometrici



	Unità A	Unità B	Unità Bbis	Unità C	Unità D	Unità R
campioni	77	96	18	57	22	36
Minimo	4,00	8,00	13,00	7,00	18,00	35,00
Massimo	124,00	45,00	100,00	26,00	74,00	400,00
Media	13,47	17,59	43,78	13,25	32,77	176,61
Moda	7,00	19,00	-	11,00	21,00	280,00
Mediana	11,00	17,00	39,00	12,00	31,50	169,50
Dev. Stand.	14,28	5,53	21,82	4,33	11,71	91,02
Media tronc	11,33	16,99	42,19	12,74	31,33	169,83
t student	1,67	1,66	1,74	1,67	1,72	1,69
qck	10,74	16,65	34,57	12,28	28,38	150,62

	Unità A	Unità B	Unità Bbis	Unità C	Unità D	Unità R
campioni	77	96	18	57	22	36
Minimo	0,13	0,40	0,60	0,27	0,47	0,53
Massimo	7,73	2,20	4,93	2,73	3,33	11,33
Media	0,82	1,12	2,40	0,92	1,59	5,07
Moda	0,93	0,87	1,80	0,53	2,33	5,33
Mediana	0,67	1,07	2,07	0,80	1,47	4,93
Dev. Stand.	0,88	0,46	1,19	0,46	0,70	2,77
Media tronc	0,70	1,08	2,36	0,84	1,54	4,93
t student	1,67	1,66	1,74	1,67	1,72	1,69
fsk	0,65	1,04	1,90	0,81	1,33	4,28

ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO

RIEPILOGO CERTIFICATI DI PROVA

DATA DI EMISSIONE: 08/01/2013

COMMessa N°: 12/201

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 12/0791 CSP

DATA ACCETTAZIONE: 14/12/2012

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Paolo BERETTI
CONSEGNATARIO: Dott. Geol. Paolo BERETTI
COMMITTENTE: Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnuovo nè Monti
LOCALITA': CASTELNUOVO NE' MONTI (RE)
CANTIERE: NUOVA CASA DI CURA
SONDAGGIO: S.1 CAMPIONE: C.1
PROFONDITA' (m): 1.50-2.20 CONTENITORE /PRESTAZIONE: Fustella di acciaio

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE:

OSSERVAZIONI:
.....

PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE

per SINERGEIA srl

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0791-01****COMMESSA :** 12/201**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0791_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnovo né Monti**LOCALITA' :** CASTELNOVO NE' MONTI (RE)**CANTIERE :** NUOVA CASA DI CURA**DATA DI ACCETTAZIONE :**

14/12/12

DATA DI EMISSIONE :

08/01/13

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : Fustella di acciaio**Sondaggio :** S 1**Campione :** C 1**Profondità :** 1.50 - 2.20

m

DATA PRELIEVO : 03/12/2012**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

DATA INIZIO PROVA: 14/12/2012

DATA TERMINE PROVA: 14/12/2012

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE



CERTIFICATO n°

CSP_12/0791-01

DATA EMISSIONE

08/01/2013

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

- ASTM D2488

SONDAGGIO : S 1

CAMPIONE : C 1

PROFONDITA':

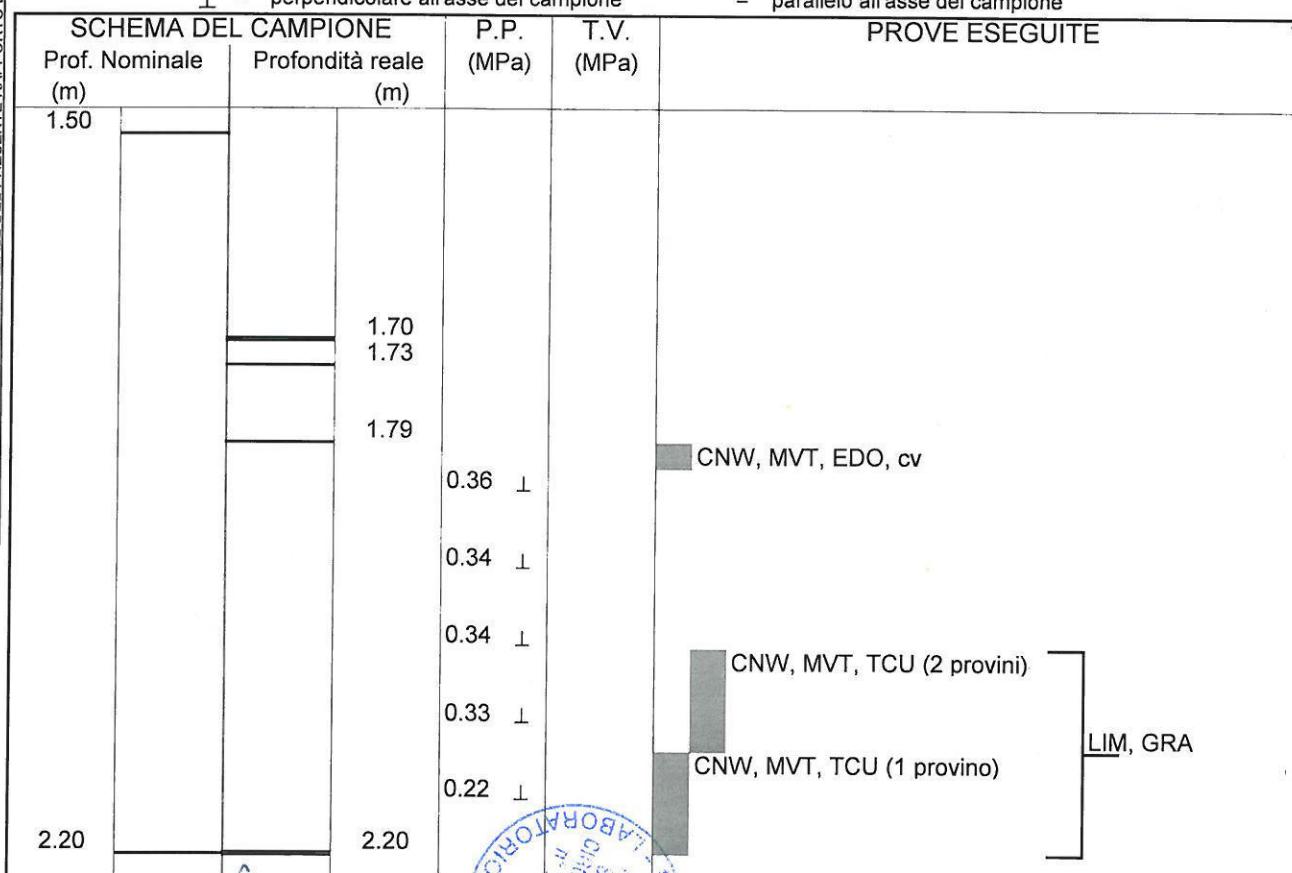
1.50 + 2.20 m

Data descrizione : 14/12/12 Forma del campione : cilindrica
 Qualità del campione (AGI): Q.5.da 1.73m Dimensioni del campione : L = 50 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
1.70	1.73	Campione rimaneggiato.
1.73	1.79	LA / L con A
1.79	2.20	L con A.
		Campione di colore marrone oliva chiaro (HUE 2.5Y 5/4). Presenza di veli e puntuature brunastre e nerastre, frustoli, nuclei di ossidazione, mica, clasti, bioclasti e veli calcarei.

LEGENDA : A = Argilla/Argilloso L = Limo/Limoso S = Sabbia/Sabbioso T = Torba/Torboso
 G = Ghiaia/Ghiaioso F = Fine M = Medio C = Grossolano

Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)

 \perp = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n°

CSP_12/0791-01

DATA EMISSIONE

08/01/2013

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S 1

CAMPIONE: C 1

PROFONDITA':

1.50 - 2.20

m



È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949



SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0791-02****COMMESSA :** 12/201**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0791_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnovo né Monti**LOCALITA' :** CASTELNOVO NE' MONTI (RE)**CANTIERE :** NUOVA CASA DI CURA**DATA DI ACCETTAZIONE :**

14/12/12

DATA DI EMISSIONE :

08/01/13

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : Fustella di acciaio

Sondaggio : S 1	Campione : C 1	Profondità : 1.50 - 2.20	m
------------------------	-----------------------	---------------------------------	---

DATA PRELIEVO : 03/12/2012**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	CNR-UNI 10014

DATA INIZIO PROVA: 19/12/12

DATA TERMINE PROVA: 20/12/12



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE	SPERIMENTATORE Dott. Enrico BERTOCCHI <i>Enrico Bertocchi</i>	Il Direttore di Laboratorio Dott. Geol. Dario GRUNDLER <i>Dario Grundler</i>
-----------------------------------	--	---

Cap. soc. €. 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA : 01909241208 – R.E.A. 398565

CERTIFICATO n°

CSP_12/0791-02

DATA EMISSIONE

08/01/2013

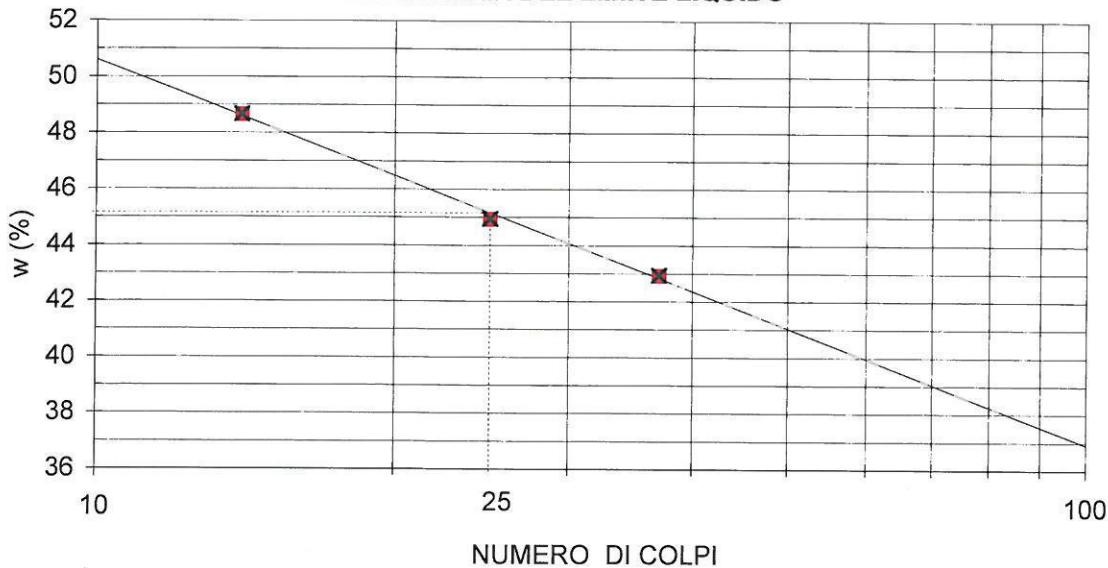
Pagina 2 di 2

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - CNR-UNI 10014

SONDAGGIO : S 1 CAMPIONE: C 1 PROFONDITA': 1.50 ÷ 2.20 m

Profondità provino	m	1.79 - 2.00			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	47.4887	46.1121	47.1138	-
Numero colpi	-	14	25	37	-
Massa provino umido + tara	g	71.9606	72.3367	74.5589	-
Massa provino secco + tara	g	63.9491	64.2052	66.3145	-
Contenuto in acqua	%	48.7	44.9	42.9	-
Limite Liquido w_L	%	45			

DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	35.6356	31.0803	-	-
Massa provino umido + tara	g	37.8371	33.8469	-	-
Massa provino secco + tara	g	37.4662	33.3645	-	-
Contenuto in acqua	%	20.3	21.1	-	-
Limite Plastico w_p	%	21			

Indice di Plasticità ($w_L - w_p$)I_P **24**

DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

CERTIFICATO n° :**CSP 12/0791-03****COMMESSA :** 12/201**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0791_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnovo né Monti**LOCALITA' :** CASTELNOVO NE' MONTI (RE)**CANTIERE :** NUOVA CASA DI CURA**DATA DI ACCETTAZIONE :**

14/12/12

DATA DI EMISSIONE :

08/01/13

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S 1**Campione :** C 1**Profondità :** 1.50

- 2.20

m

DATA PRELIEVO : 03/12/2012**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

DATA INIZIO PROVA: 17/12/2012

DATA TERMINE PROVA: 08/01/2013



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

Cap. soc. €. 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA: 01909241208 – R.E.A. 398565

CERTIFICATO n°

CSP 12/0791-03

DATA EMISSIONE

08/01/2013

Pagina 2 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

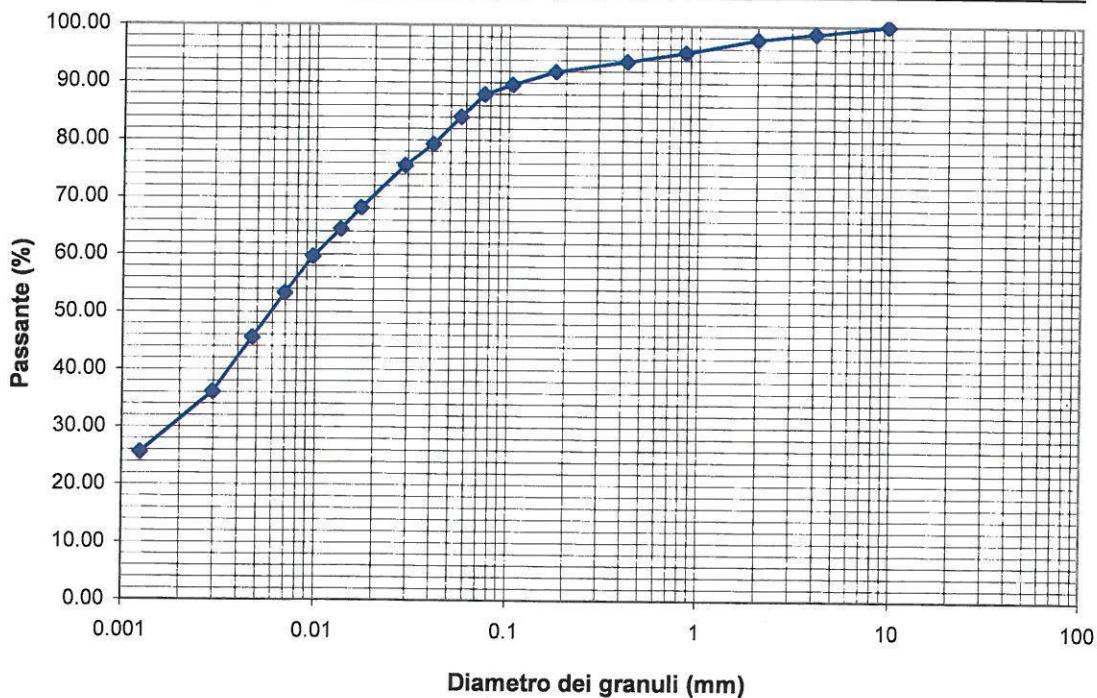
SONDAGGIO : S 1

CAMPIONE: C 1

PROFONDITA': 1.50 + 2.20 m

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
massa provino -	308.94 g	massa provino	40.86 g				
profondità provino	1.79 + 2.00 m	profondità provino	1.79 + 2.00 m				
VAGLI APERTUI	PASSANTE	TRATTENUTO					
mm	% in peso	% in peso					
1 1/2 "	38.1	-	-				
1 "	25.4	-	-				
3/4 "	-	-	-				
3/8 "	9.525	100.00	0.00				
5	4	98.64	1.36				
10	2	97.68	0.95				
20	0.85	95.33	2.36				
30	0.59	-	-				
40	0.42	93.74	1.59				
50	0.297	-	-				
80	0.177	91.94	1.80				
100	0.149	-	-				
140	0.105	89.69	2.25				
200	0.075	87.95	1.74				

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIARIA			CIOOTTOLI
	Fine	Medio	Gross.	Fine	Media	Gross.	Fine	Media	Gross.	



DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

Decreto di concessione n° 53083 del 01/03/05 per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche dei terreni (settore a), ai sensi dell' art. 8 del D.P.R. 246/93
40057 Granarolo dell'Emilia (BO) – Loc. Quarto Inf. – via Badini, 6/6 - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0791-04****COMMessa :** 12/201**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0791_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnovo né Monti**LOCALITA' :** CASTELNOVO NE' MONTI (RE)**CANTIERE :** NUOVA CASA DI CURA**DATA DI ACCETTAZIONE :**

14/12/12

DATA DI EMISSIONE :

08/01/13

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : Fustella di acciaio

Sondaggio :	S 1	Campione :	C 1	Profondità :	1.50	-	2.20	m
--------------------	-----	-------------------	-----	---------------------	------	---	------	---

DATA PRELIEVO : 03/12/2012**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TCU	Prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata	3	ASTM D 4767
CTX	Calcolo tempi di consolidazione su provini per prova triassiale	2	ASTM D 2435

DATA INIZIO PROVA: 17/12/2012

DATA TERMINE PROVA: 20/12/2012

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE	SPERIMENTATORE Dott. Geol. Paolo COLLI	Il Direttore di Laboratorio Dott. Geol. Dario GRUNDLER
----------------------------	---	---

Cap. soc. €. 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA: 01909241208 – R.E.A. 398565

CERTIFICATO n°

CSP 12/0791-04

DATA EMISSIONE

08/01/2013

Pag. 2 di 6

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

SONDAGGIO : S 1 CAMPIONE : C 1 PROFONDITÀ: 150 ± 220 m

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	1.82	1.82	1.91	-
Profondità provino	a m	1.91	1.91	2.00	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
$\sigma'3$ iniziale	kPa	97.90	197.40	398.00	-
massimo valore ($\sigma'1 - \sigma'3$)	kN/m ²	248.02	302.02	471.43	-
Correzione per filtro e membrana su ($\sigma'1 - \sigma'3$) max	kN/m ²	5	5	4	-
massimo valore $\sigma'1/\sigma'3$	kN/m ²	3.61	3.34	2.92	-
Correzione per filtro e membrana su ($\sigma'1/\sigma'3$) max	kN/m ²	1	2	2	-
MODALITA' DI ROTTURA					
Inclinazione sup. di rottura	°sess.	-	-	-	-
Foto o rappresentazione schematica del provino					

■ provino 1 (t. efficaci)

provino 1 (t. totali)

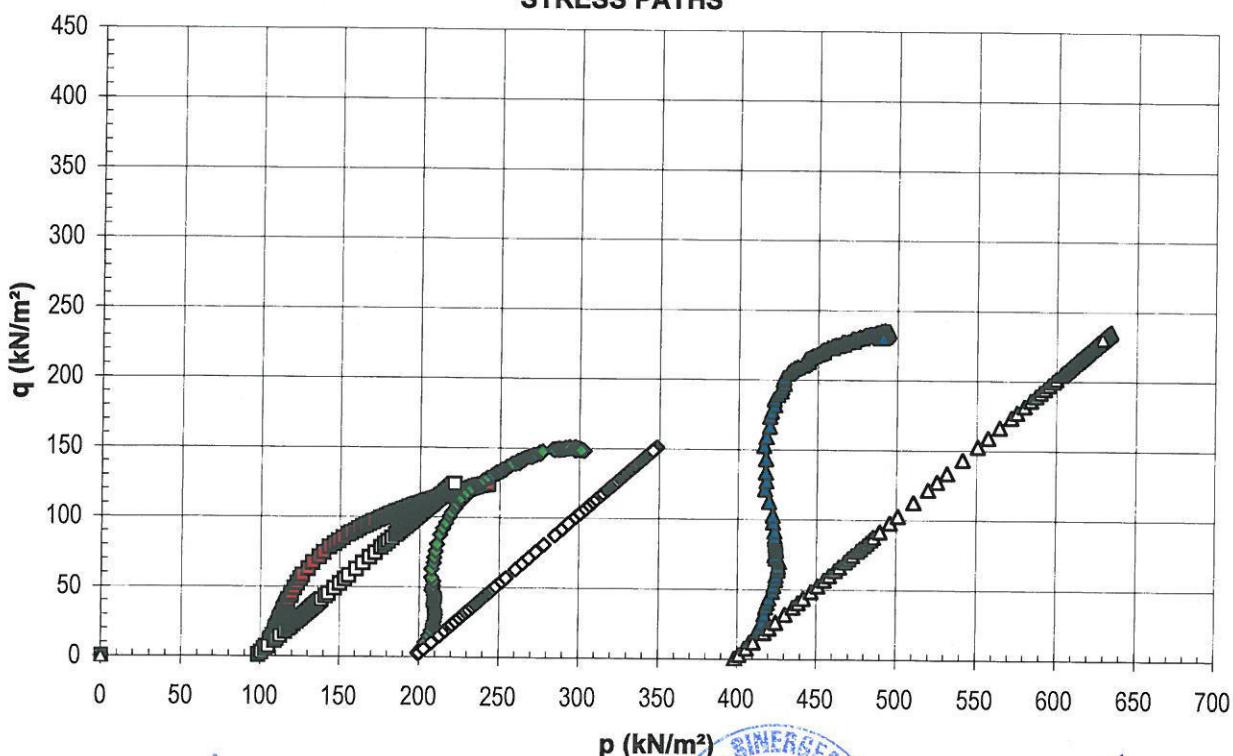
◆ provino 2 (t. efficaci)

❖ provino 2 (t. totali)

▶ provino 3 (t. efficaci)

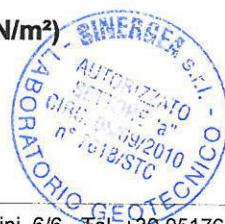
— provino 3 (t. omida)

STRESS PATHS



IL DIBETTORE DEL LABORATORIO

~~SPERIMENTATORE~~



CERTIFICATO n°

CSP_12/0791-04

DATA EMISSIONE

08/01/2013

Pag. 3 di 6

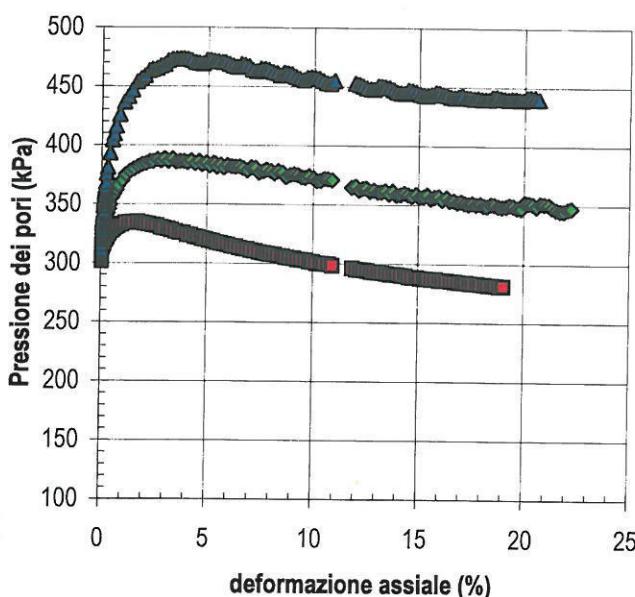
PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

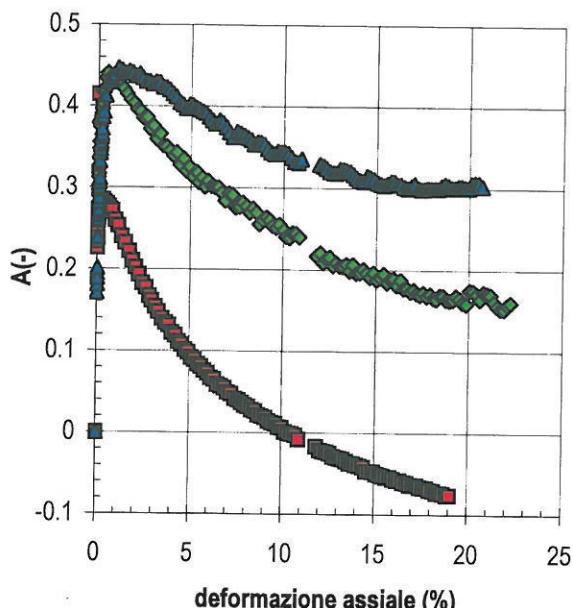
SONDAGGIO : S 1 CAMPIONE : C 1

PROFONDITA': 1.50 ÷ 2.20 m

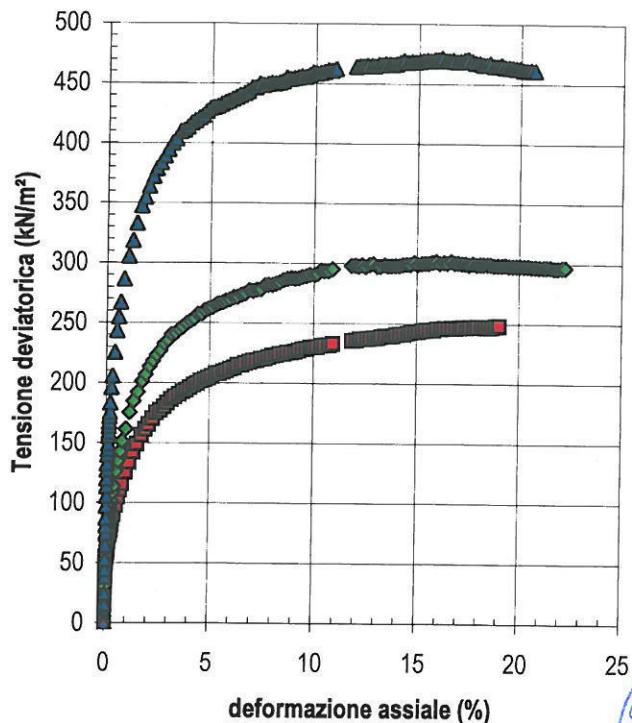
PRESSIONE DEI PORI/DEFORMAZIONE ASSIALE



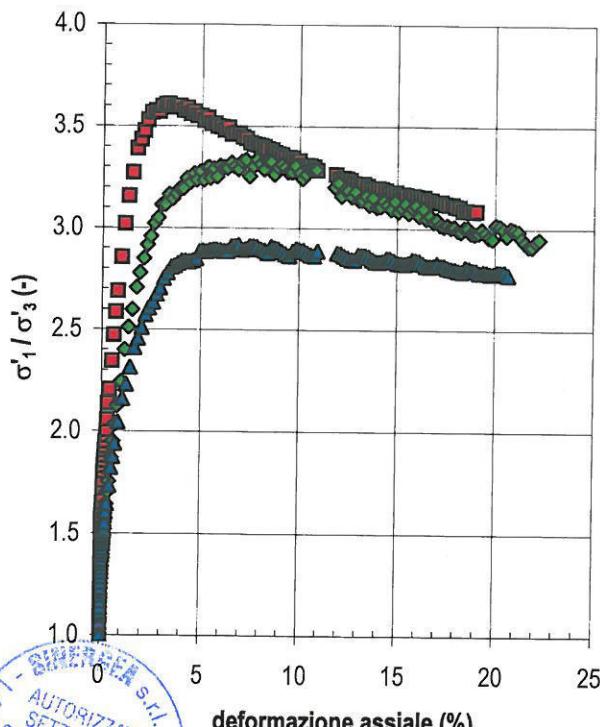
PARAMETRO "A"/DEFORMAZIONE ASSIALE



TENSIONE DEVIATORICA/DEFORMAZIONE ASSIALE



RAPPORTO TENSIONI PRINCIPALI/DEFORMAZIONE ASSIALE



■ provino 1

◆ provino 2

▲ provino 3

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

40057 Granarolo dell'Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

CPR_029 (Rev. 1 del 04/05)

File : CPR_029_TCU.xls

Sistema Qualità SINERGEA srl



SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_12/0791-04

DATA EMISSIONE

08/01/2013

Pag. 4 di 6

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

SONDAGGIO :	S 1	CAMPIONE :	C 1	PROFONDITA':	1.50	+	2.20	m
PROVINO		n°	1	2	3			
Profondità provino	da m	1.82	1.82	1.91				
Profondità provino	a m	1.91	1.91	2.00				
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato				
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10				
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20				
Massa volumica totale	kN/m³	19.94	19.56	19.85				
Riferimento Certificato								
Contenuto in acqua iniziale	%	21.09	21.06	22.43				
Riferimento Certificato								
Massa volumica secca	kN/m³	16.46	16.16	16.21				
Peso sp. dei grani (assunto)	-	2.750	2.750	2.750				
Riferimento Certificato								
Indice dei vuoti iniziale	-	0.636	0.667	0.661				
Grado di saturazione iniziale	%	91.09	86.73	93.17				
Pressione pori iniziale	kPa	0.6	-0.8	-2.4				
Valore di B iniziale	-	0.46	0.49	0.55				
Pressione pori a saturazione	kPa	390.1	386	577				
Pressione in cella finale	kPa	400	500	700				
Valore di B a saturazione	-	0.90	0.86	0.91				
Durata consolidazione	min	1200	960	960				
Pressione in cella	kPa	400	500	700				
Contropressione	kPa	300	300	300				
Pressione pori iniziale	kPa	300	386	577				
Pressione pori finale	kPa	300	300	300				
Variazione altezza provino	mm	0.35	0.68	1.33				
Variazione volume provino	cm³	1.20	2.31	4.55				
t_{100}	min	-	36.0	46.2				
Tempo di rottura stimato	min	-	63.6	81.6				
Pressione in cella	kPa	400	500	700				
Pressione pori iniziale	kPa	302.1	303	302				
σ'_3 iniziale	kPa	97.9	197.4	398				
Velocità pressa	mm/min	0.0100	0.0100	0.0100				
massimo valore ($\sigma_1 - \sigma_3$)	kN/m²	248	302	471				
Deformaz. assiale percentuale a ($\sigma_1 - \sigma_3$)max	%	19.06	16.67	16.12				
Tempo per il raggiungimento di ($\sigma_1 - \sigma_3$)max	min	1507	0	1343				
Correzione per filtro e membrana su ($\sigma_1 - \sigma_3$)max	kN/m²	5	5	4				
Pressione pori a rottura a ($\sigma_1 - \sigma_3$)max	kPa	281	354	444				
Valore di A a rottura a ($\sigma_1 - \sigma_3$)max	-	-0.08	0.18	0.31				
p' a rottura a ($\sigma_1 - \sigma_3$)max	kN/m²	243	297	492				
q' a rottura a ($\sigma_1 - \sigma_3$)max	kN/m²	124	151	236				
massimo valore σ'_1/σ'_3	kN/m²	4	3	3				
Deformaz. assiale percentuale a (σ'_1/σ'_3)max	%	3.32	7.80	6.92				
Correzione per filtro e membrana su (σ'_1/σ'_3)max	kN/m²	1	2	2				
Pressione pori a rottura a (σ'_1/σ'_3)max	kPa	328	380	467				
Valore di A a rottura a (σ'_1/σ'_3)max	-	0.15	0.28	0.37				
p' a rottura a (σ'_1/σ'_3)max	kN/m²	166	261	456				
q' a rottura a (σ'_1/σ'_3)max	kN/m²	94	141	223				
Massa volumica totale finale	kN/m³	20.28	20.01	20.58				
Contenuto in acqua finale	%	21.45	20.58	20.35				
Riferimento Certificato								
Massa volumica secca finale	kN/m³	16.70	16.59	17.10				
Indice dei vuoti finale	-	0.613	0.623	0.575				
Grado di saturazione finale	%	96.17	90.74	97.24				

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_12/0791-04

DATA EMISSIONE

08/01/2013

Pag. 5 di 6

PROVA TRIASSIALE CIU

SONDAGGIO : S 1 CAMPIONE : C 1 PROFONDITA': 1.50 + 2.20 m

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)

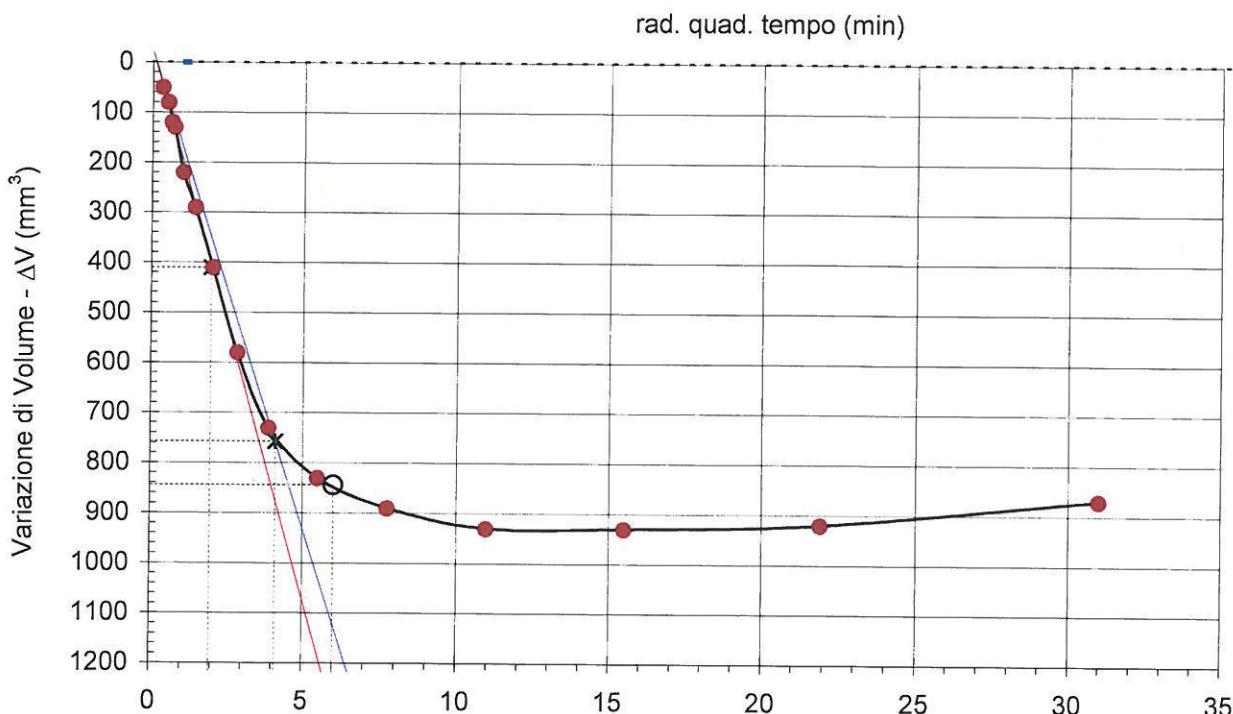
RELATIVI ALL'INCREMENTO DI σ'_3 da 100 kPa a 200 kPa

PROVINO n. 2 PROFONDITA' da 1.82 m a 1.91 m

Condizioni di drenaggio del provino: 2 estremità e radiale

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

VALORI MISURATI						VALORI CALCOLATI		
Tempo (min)	ΔV (mm ³)	ΔH (mm)	Tempo (min)	ΔV (mm ³)	ΔH (mm)	t_{90} (min)	(min) =	16.8
0.1	50	0.015	960	870	0.213	a_{v90} (mm)	=	757
0.25	80	0.026		-	-	t_{50} (min)	=	3.8
0.4	120	0.029		-	-	a_{v50} (mm)	=	411
0.5	130	0.032		-	-	t_{100} (min)	=	36.0
1	220	0.048		-	-	d_{v100} (mm)	=	844
2	290	0.076		-	-	Tempo per il raggiungimento della rottura		
4	410	0.099		-	-	t_f (min)	=	63.6
8	580	0.138		-	-	deformazione a rottura ipotizzata		
15	730	0.156		-	-	def. (mm)	=	15.0
30	830	0.171		-	-	velocità di rottura calcolata		
60	890	0.183		-	-	v (mm/min)	=	0.23603
120	930	0.195		-	-	m_{vi} (m ² /kN)		
240	930	0.204		-	-	=	2.732E-01	
480	920	0.207		-	-			



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO



SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_12/0791-04

DATA EMISSIONE

08/01/2013

Pag. 6 di 6

PROVA TRIASSIALE CIU

SONDAGGIO : S 1 CAMPIONE : C 1 PROFONDITA': 1.50 ÷ 2.20 m

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)

RELATIVI ALL' INCREMENTO DI σ'_3 da 100 kPa a 400 kPa

PROVINO n. 3 PROFONDITA' da 1.91 m a 2.00 m

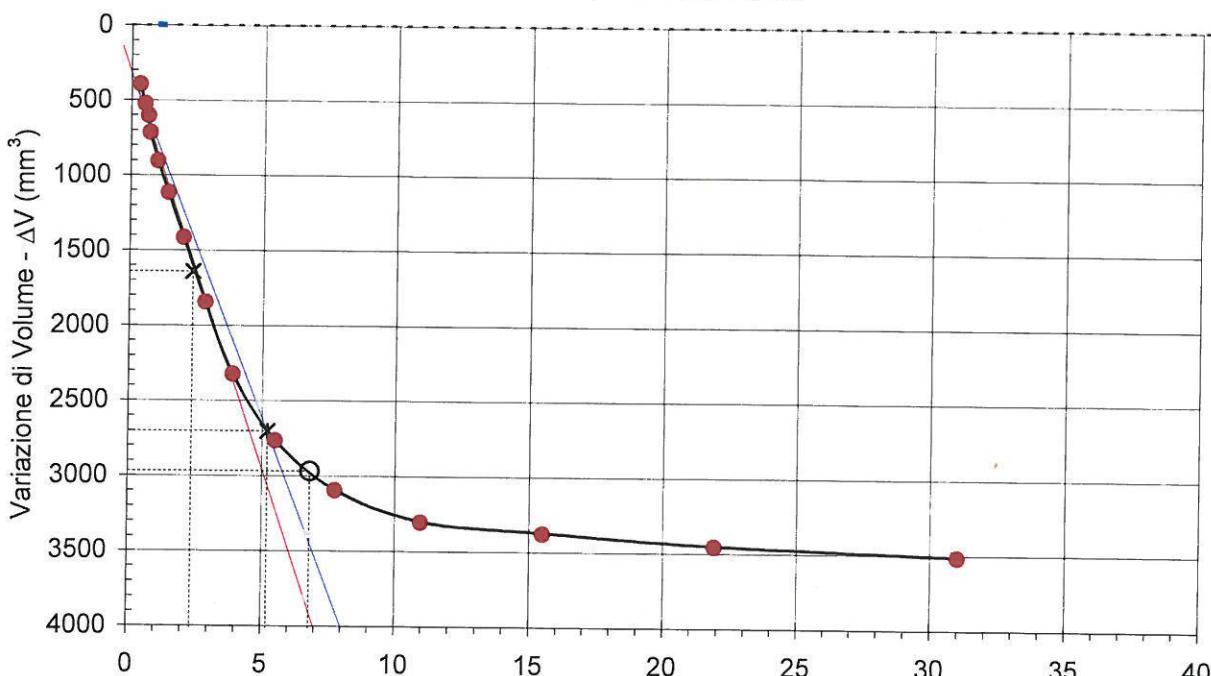
Condizioni di drenaggio del provino: 2 estremità e radiale

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRUITA DELLA SINERGEIA srl.

VALORI MISURATI					
Tempo (min)	ΔV (mm ³)	ΔH (mm)	Tempo (min)	ΔV (mm ³)	ΔH (mm)
0.1	390.00	0.075	960	3510.00	0.617
0.25	520.00	0.102		-	-
0.4	600.00	0.123		-	-
0.5	710.00	0.130		-	-
1	900.00	0.155		-	-
2	1110.00	0.220		-	-
4	1410.00	0.280		-	-
8	1840.00	0.358		-	-
15	2320.00	0.429		-	-
30	2760.00	0.495		-	-
60	3090.00	0.542		-	-
120	3300.00	0.558		-	-
240	3370.00	0.586		-	-
480	3450.00	0.603		-	-

VALORI CALCOLATI		
t_{90}	(min)	= 27.0
a_{v90}	(mm)	= 2702
t_{50}	(min)	= 5.6
a_{v50}	(mm)	= 1642
t_{100}	(min)	= 46.2
d_{v100}	(mm)	= 2967
Tempo per il raggiungimento della rottura		
t_r	(min)	= 81.6
deformazione a rottura ipotizzata		
$def.$	(mm)	= 15.0
velocità di rottura calcolata		
v	(mm/min)	= 0.18376
m_{vi}	(m ² /kN)	= 1.747E-01

rad. quad. tempo (min)



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO



SPERIMENTATORE

PROVA TRIASSIALE CIU (ASTM D 4767) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnovo né Monti Pag. 1 di 1

LOCALITA': CASTELNOVO NE' MONTI (RE)

CANTIERE: NUOVA CASA DI CURA

DATA EMISSIONE: 08/01/2013

SONDAGGIO: S 1

CAMPIONE: C 1

PROFONDITA': da m 1.50 a m 2.20

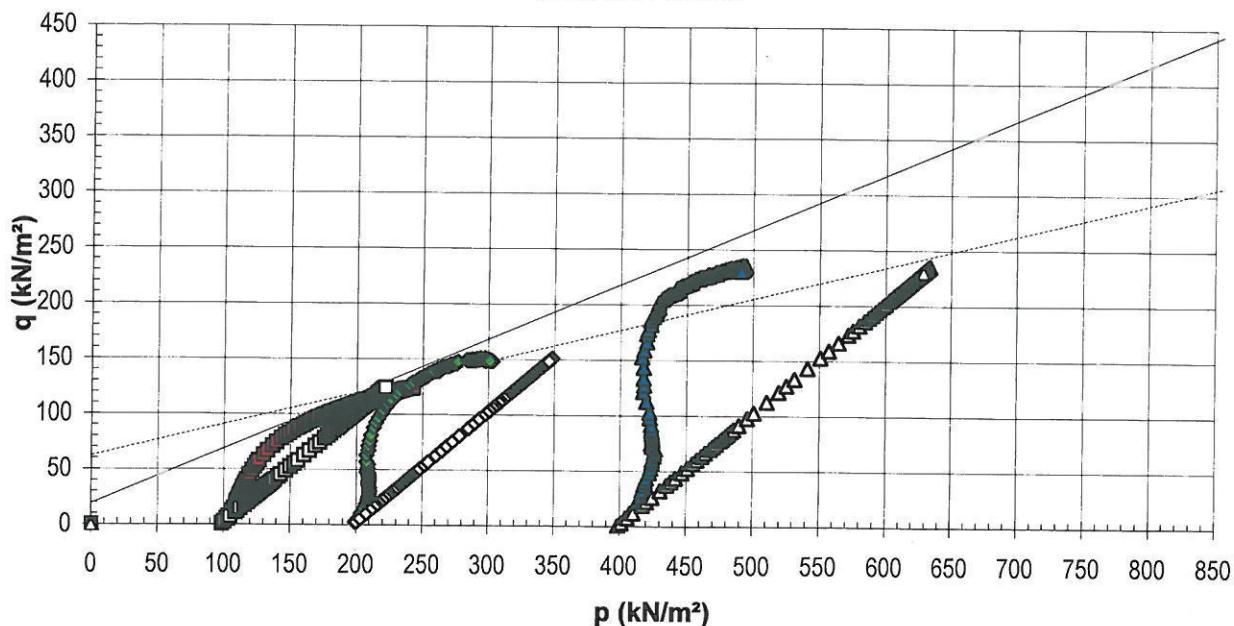
L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.

Risultati della regressione lineare	Tensioni efficaci		Tensioni totali	
	Intercetta asse y	inclinaz. retta	Intercetta asse y	inclinaz. retta
	(kN/m ²)	(° sess.)	(kN/m ²)	(° sess.)
	19.08	26.43	62.03	16.00

Regressione lineare eseguita utilizzando tutti i provini

■ provino 1 (t. efficaci) ◆ provino 2 (t. efficaci) ▲ provino 3 (t. efficaci)
□ provino 1 (t. totali) ◇ provino 2 (t. totali) △ provino 3 (t. totali)

STRESS PATHS



NOTE:

CERTIFICATO n° :

CSP_12/0791-05

COMMESSA : 12/201

VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :

12/0791_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Paolo BERETTI

CONSEGNATARIO : Dott. Geol. Paolo BERETTI

COMMITTENTE : Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnovo né Monti

LOCALITA' : CASTELNOVO NE' MONTI (RE)

CANTIERE : NUOVA CASA DI CURA

DATA DI ACCETTAZIONE :

14/12/12

DATA DI EMISSIONE :

08/01/13

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : Fustella di acciaio

Sondaggio :	S 1	Campione :	C 1	Profondità :	1.50	-	2.20	m
-------------	-----	------------	-----	--------------	------	---	------	---

DATA PRELIEVO :

03/12/2012

PRELIEVO EFFETTUATO : Committente

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : -

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
EDO	Prova di consolidazione edometrica	1	ASTM D 2435
cv	Determinazione di cv-kv-mv	1	ASTM D 2435

DATA INIZIO PROVA: 14/12/12

DATA TERMINE PROVA: 28/12/12

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

Cap. soc. €. 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA: 01909241208 – R.E.A. 398565

CERTIFICATO

CSP_12/0791-05

DATA EMISSIONE

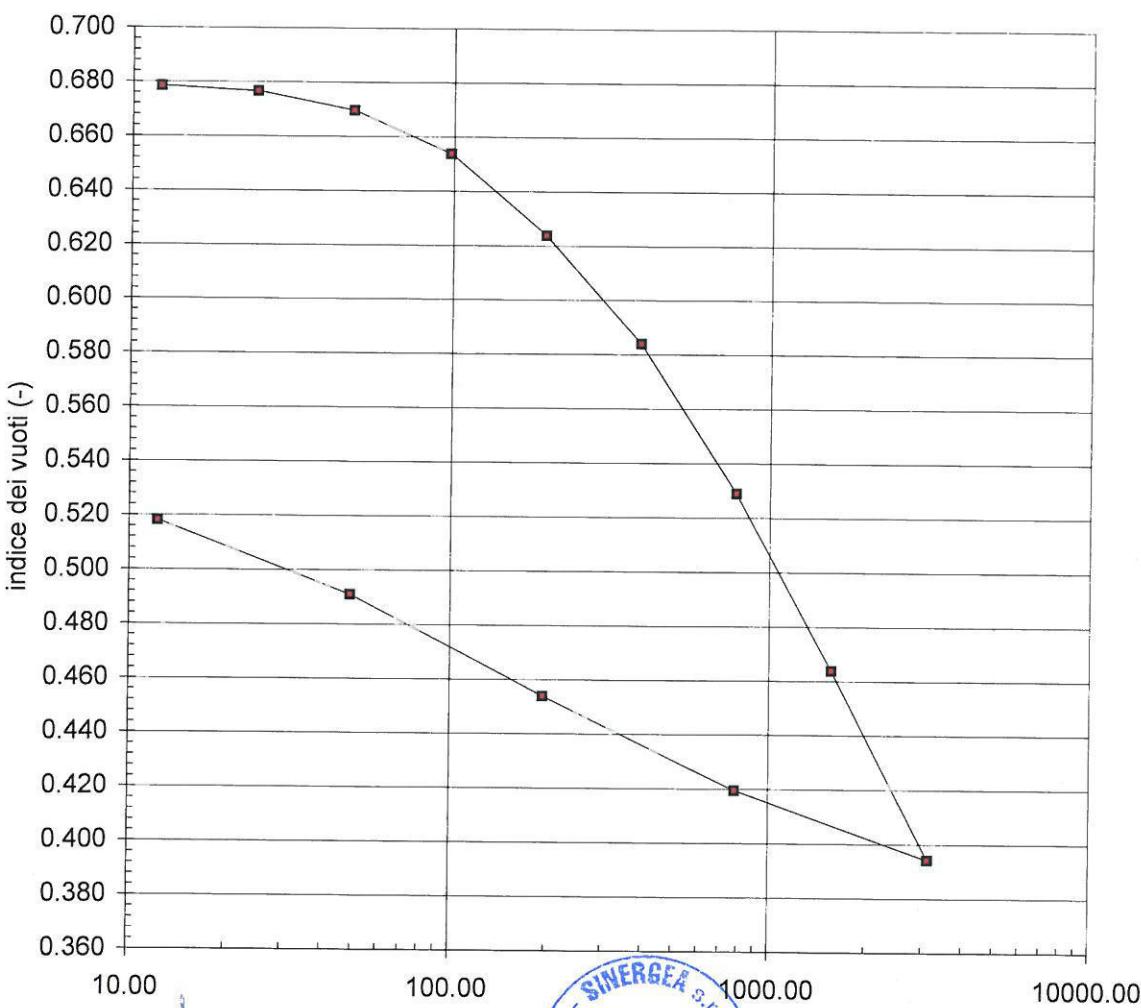
08/01/2013

Pagina 2 di 6

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.

SONDAGGIO : S 1 **CAMPIONE :** C 1 **PROFONDITA':** 1.50 ÷ 2.20 m
NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435

CARATTERISTICHE DEL PROVINO					
CONDIZIONI DEL PROVINO		: come consegnato		PROFONDITA':	1.79 ÷ 1.82 m
Altezza provino	(mm)	H_0	=	20.00	H_f = 18.08
Diametro provino	(mm)	D_0	=	71.36	D_f = 71.36
Contenuto in acqua	(%)	w_0	=	22.12	w_f = 18.73
<i>Riferimento:</i>		-		-	
Peso di volume totale	(kN/m³)	γ	=	19.59	γ_f = 21.06
<i>Riferimento:</i>		-		-	
Peso di volume secco	(kN/m³)	γ_d	=	16.04	γ_{df} = 17.74
Indice dei vuoti	(-)	e_0	=	0.679	e_f = 0.518
Grado di saturazione	(%)	S_0	=	89.43	S_f = 99.26
Peso specifico dei grani	(-)	G_s	=	2.750	assunto
<i>Riferimento:</i>		-			



IL DIRETTORE DI LABORATORIO



SPERIMENTATORE

CERTIFICATO

CSP_12/0791-05

DATA EMISSIONE

08/01/2013

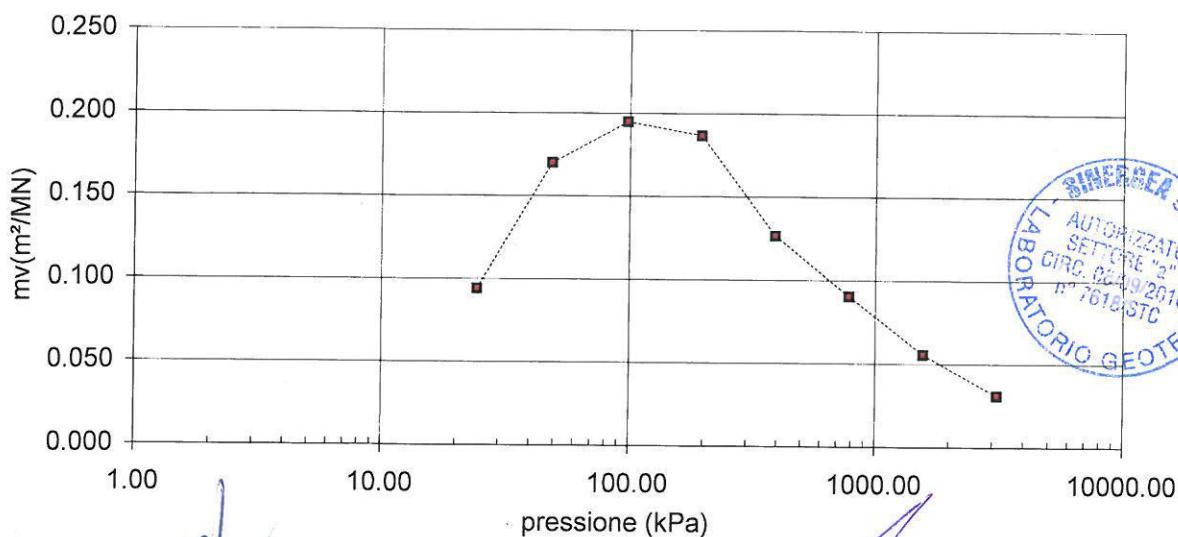
Pagina 3 di 6

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.

SONDAGGIO : S 1 CAMPIONE : C 1 PROFONDITA': 1.50 + 2.20 m
 NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435

CONDIZIONI DEL PROVINO		come consegnato				
H_0	= 20.00 mm	D = 71.36 mm				
e_0	= 0.679					
	pressione verticale	ΔH	e	m_v	c_v	k_v
n°	kPa	mm	-	m^2/MN	m^2/s	m/s
1	12	0.009	0.678	-	-	-
2	25	0.032	0.677	0.094	-	-
3	49	0.115	0.670	0.170	-	-
4	98	0.304	0.654	0.195	2.23E-07	4.26E-10
5	196	0.661	0.624	0.187	-	-
6	392	1.135	0.584	0.127	-	-
7	785	1.791	0.529	0.090	-	-
8	1569	2.567	0.464	0.056	-	-
9	3138	3.395	0.394	0.031	-	-
10	785	3.094	0.419	-	-	-
11	196	2.685	0.454	-	-	-
12	49	2.244	0.491	-	-	-
13	12	1.919	0.518	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEIA srl.



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO		CSP _12/0791-05		DATA EMISSIONE		08/01/2013		SONDAGGIO :		S 1		CAMPIONE :		C 1															
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L. - Cedimenti rilevati nel tempo per ogni intervallo di carico/scarico																													
INTERVALLO DI CARICO/SCARICO : da - a (kPa)																													
0 - 12 12 - 25 25 - 49 49 - 98 98 - 196 196 - 392 392 - 785 785 - 1569																													
Inizio prova: 14/12/12 Fine prova: 14/12/12 Inizio prova: 14/12/12 Fine prova: 14/12/12																													
Tempo (min)	Cedimento (mm)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Tempo (min)	Cedimento (mm)														
0.1	0.001	0.1	0.029	0.1	0.079	0.1	0.205	0.1	0.459	0.1	0.835	0.1	1.336	0.1	1.989														
0.25	0.003	0.25	0.032	0.25	0.089	0.25	0.213	0.25	0.471	0.25	0.859	0.25	1.361	0.25	2.009														
0.4	0.003	0.4	0.033	0.4	0.094	0.4	0.224	0.4	0.478	0.4	0.875	0.4	1.384	0.4	2.025														
0.5	0.003	0.5	0.033	0.5	0.095	0.5	0.227	0.5	0.481	0.5	0.882	0.5	1.394	0.5	2.034														
1	0.004	1	0.033	1	0.1	1	0.238	1	0.493	1	0.903	1	1.429	1	2.07														
2	0.006	2	0.033	2	0.105	2	0.247	2	0.507	2	0.928	2	1.47	2	2.122														
4	0.009	4	0.032	4	0.108	4	0.256	4	0.524	4	0.957	4	1.522	4	2.192														
8	-	8	-	8	0.11	8	0.266	8	0.544	8	0.992	8	1.58	8	2.273														
15	-	15	-	15	0.111	15	0.275	15	0.562	15	1.023	15	1.63	15	2.346														
30	-	30	-	30	0.113	30	0.284	30	0.581	30	1.049	30	1.673	30	2.409														
60	-	60	-	60	0.114	60	0.291	60	0.596	60	1.067	60	1.704	60	2.454														
120	-	120	-	120	0.115	120	0.295	120	0.608	120	1.086	120	1.73	120	2.49														
240	-	240	-	240	0	240	0.3	240	0.617	240	1.102	240	1.751	240	2.519														
480	-	480	-	480	-	480	0.302	480	0.627	480	1.119	480	1.768	480	2.545														
960	-	960	-	960	-	960	0.304	929	0.637	960	1.124	960	1.778	960	2.553														
1440	-	1440	-	1440	-	1440	0.642	1440	1.135	1440	1.135	1440	1.791	1391	2.567														
1920	-	1920	-	1920	-	1920	0.644	1920	-	1920	-	1920	-	1920	2.571														
2880	-	2880	-	2880	-	2540	0.661	2880	-	2880	-	2880	-	2880	2.571														
4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	3987	-	4320	2.571														
Fine prova: 14/12/12		Fine prova: 14/12/12		Fine prova: 15/12/12		Fine prova: 15/12/12		Fine prova: 17/12/12		Fine prova: 18/12/12		Fine prova: 19/12/12		Fine prova: 19/12/12															

IL DIRETTORE DILABORATORIO

SPERIMENTATORE



GEOTECNICO

2012/2012

CERTIFICATO	CSP _12/0791-05	DATA EMISSIONE	08/01/2013	SONDAGGIO :	S 1	CAMPIONE :	C 1
-------------	-----------------	----------------	------------	-------------	-----	------------	-----

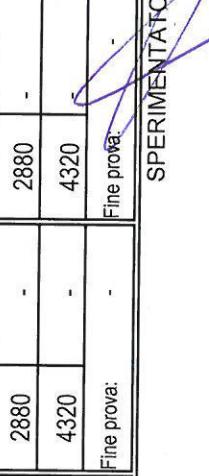
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L. - Cedimenti rilevati nel tempo per ogni intervallo di carico/scarico

INTERVALLO DI CARICO/SCARICO : da - a (kPa)							
				24/12/12	27/12/12		
				Inizio prova:	Inizio prova:		
Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento
(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)
0.1	2.67	0.1	3.384	0.1	3.065	0.1	2.659
0.25	2.709	0.25	3.328	0.25	3.013	0.25	2.655
0.4	2.726	0.4	3.253	0.4	3.002	0.4	2.651
0.5	2.744	0.5	3.243	0.5	2.998	0.5	2.649
1	2.798	1	3.223	1	2.983	1	2.642
2	2.864	2	3.203	2	2.966	2	2.631
4	2.949	4	3.18	4	2.941	4	2.615
8	3.051	8	3.157	8	2.908	8	2.592
15	3.144	15	3.138	15	2.867	15	2.562
30	3.223	30	3.123	30	2.816	30	2.516
60	3.275	60	3.114	60	2.77	60	2.458
120	3.311	120	3.108	120	2.739	120	2.393
240	3.34	240	3.104	240	2.72	240	2.342
480	3.364	480	3.098	480	2.708	480	2.303
960	3.374	960	3.092	960	2.698	960	2.278
1440	3.395	1440	3.094	1380	2.692	1440	2.268
1920	-	1920	-	1920	2.69	1920	2.263
2880	-	2880	-	2784	2.685	2880	2.253
4320	-	4320	-	4260	2.244	4320	-
Fine prova:	21/12/12	Fine prova:	24/12/12	Fine prova:	27/12/12	Fine prova:	28/12/12

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

GEOTECNICO



CERTIFICATO n°

CSP_12/0791-05

DATA EMISSIONE

08/01/2013

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.

SONDAGGIO : S 1 CAMPIONE : C 1 PROFONDITÀ: 1.50 + 2.20 m

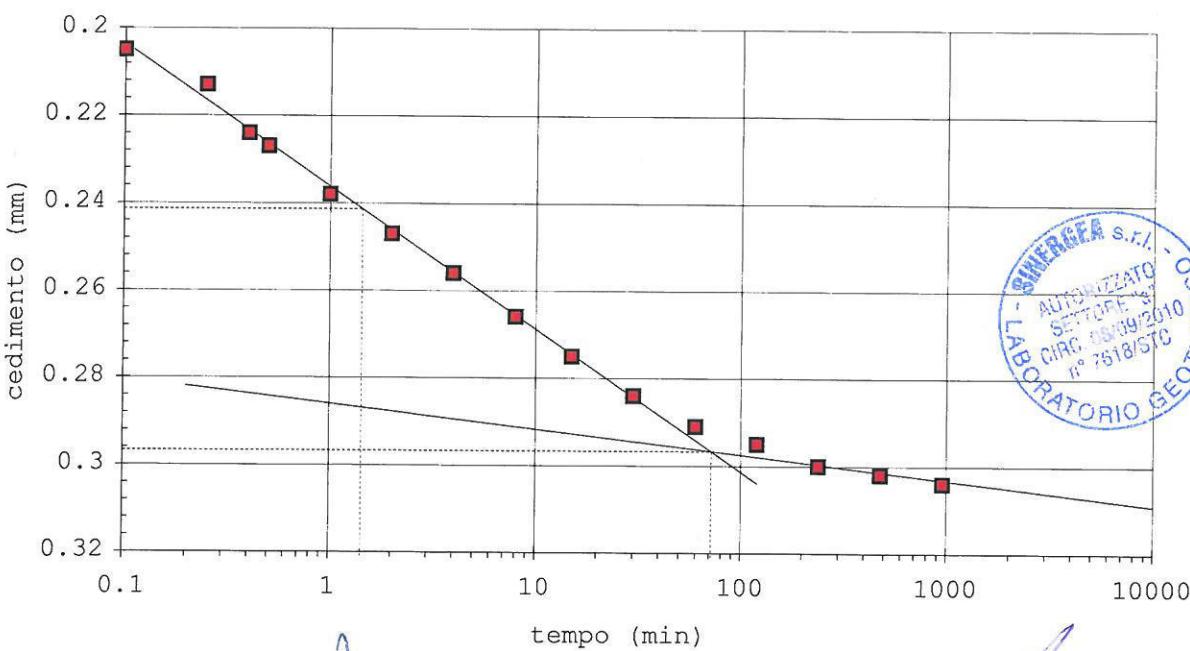
NORMATIVA DI RIFERIMENTO: ASTM D2435

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE RELATIVI AL
INTERVALLO DI PRESSIONE n° 4 da 49 kPa a 98 kPa

VALORI MISURATI			
Tempo (min)	Cedim. (mm)	Tempo (min)	Cedim. (mm)
0.1	0.205	960	0.304
0.25	0.213	1440	-
0.4	0.224	1920	-
0.5	0.227	2880	-
1	0.238	4320	-
2	0.247	-	-
4	0.256	-	-
8	0.266		
15	0.275		
30	0.284		
60	0.291		
120	0.295		
240	0.300		
480	0.302		

VALORI CALCOLATI		
t_{100} (min) =		71.63
d_{100} (mm) =		0.30
t_{50} (min) =		1.43
d_{50} (mm) =		0.24
c_v (m^2 /sec) =		2.234E-07
c_α (-) =		-
m_v (m^2 /kN) =		1.948E-04
k_v (m /sec) =		4.261E-10



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

RIEPILOGO CERTIFICATI DI PROVA

DATA DI EMISSIONE: 08/01/2013

COMMessa N°: **12/201**

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 12/0792 CSP

DATA ACCETTAZIONE: 14/12/2012

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Paolo BERETTI
CONSEGNATARIO: Dott. Geol. Paolo BERETTI
COMMITTENTE: Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnuovo nè Monti
LOCALITA': CASTELNUOVO NE' MONTI (RE)
CANTIERE: NUOVA CASA DI CURA
SONDAGGIO: S.1 CAMPIONE: C.2
PROFONDITA' (m): 4.00-4.40 CONTENITORE /PRESTAZIONE: Fustella di acciaio
PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: Committente

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE:

OSSERVAZIONI:
.....

PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE

per SINERGEIA srl

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0792-01****COMMESSA :** 12/201**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0792_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnovo né Monti**LOCALITA' :** CASTELNOVO NE' MONTI (RE)**CANTIERE :** NUOVA CASA DI CURA**DATA DI ACCETTAZIONE :**

14/12/12

DATA DI EMISSIONE :

08/01/13

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : Fustella di acciaio**Sondaggio :** S 1 **Campione :** C 2 **Profondità :** 4.00 - 4.40 m**DATA PRELIEVO :** 03/12/2012**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

DATA INIZIO PROVA: 17/12/2012

DATA TERMINE PROVA: 17/12/2012

**TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE**SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

Cap. soc. €. 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA: 01909241208 – R.E.A. 398565

CERTIFICATO n°

CSP_12/0792-01

DATA EMISSIONE

08/01/2013

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S 1

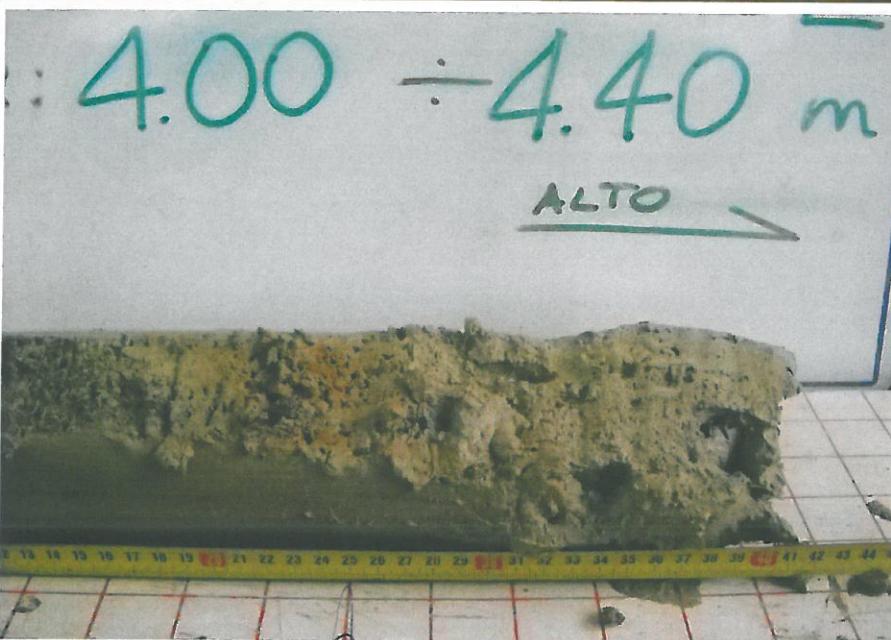
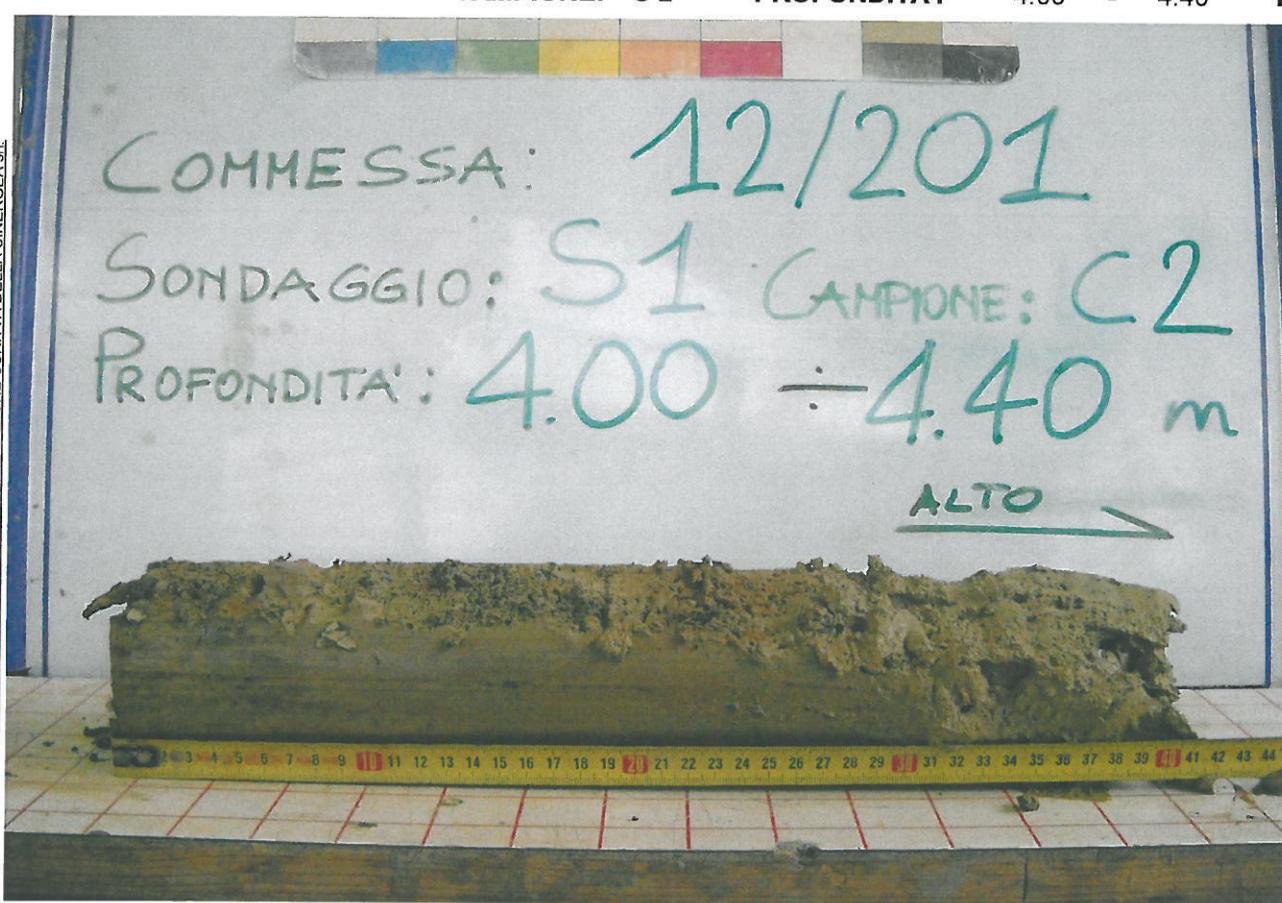
CAMPIONE: C 2

PROFONDITA':

4.00 - 4.40

m

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore



40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

CERTIFICATO n° :

CSP_12/0792-02

COMMESSA : 12/201

VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :

12/0792_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Paolo BERETTI

CONSEGNATARIO : Dott. Geol. Paolo BERETTI

COMMITTENTE : Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnovo né Monti

LOCALITA' : CASTELNOVO NE' MONTI (RE)

CANTIERE : NUOVA CASA DI CURA

DATA DI ACCETTAZIONE :

14/12/12

DATA DI EMISSIONE :

31/12/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : Fustella di acciaio

Sondaggio :	S 1	Campione :	C 2	Profondità :	4.00 - 4.40	m
-------------	-----	------------	-----	--------------	-------------	---

DATA PRELIEVO :

03/12/2012

PRELIEVO EFFETTUATO : Committente

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : -

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	CNR-UNI 10014

DATA INIZIO PROVA: 19/12/12

DATA TERMINE PROVA: 20/12/12



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE	SPERIMENTATORE Dott. Enrico BERTOCCHI 	Il Direttore di Laboratorio Dott. Geol. Dario GRUNDLER
----------------------------	--	---

Cap. soc. €. 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA : 01909241208 – R.E.A. 398565

CERTIFICATO n°

CSP_12/0792-02

DATA EMISSIONE

31/12/2012

Pagina 2 di 2

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - CNR-UNI 10014

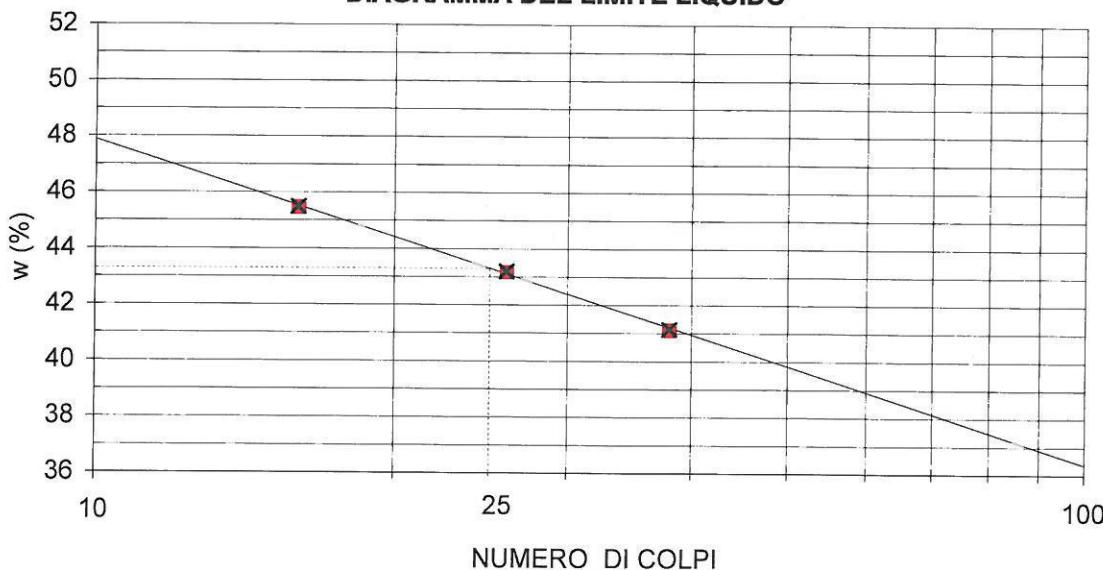
SONDAGGIO : S 1

CAMPIONE: C 2

PROFONDITÀ: 4.00 ÷ 4.40 m

Profondità provino	m	4.26 - 4.40			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	47.8254	44.2785	41.0131	-
Numero colpi	-	16	26	38	-
Massa provino umido + tara	g	69.8725	64.6300	68.0775	-
Massa provino secco + tara	g	62.9801	58.4915	60.1879	-
Contenuto in acqua	%	45.5	43.2	41.1	-
Limite Liquido w_L	%	43			

DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	32.5284	35.3005	-	-
Massa provino umido + tara	g	34.6536	37.2234	-	-
Massa provino secco + tara	g	34.2747	36.8844	-	-
Contenuto in acqua	%	21.7	21.4	-	-
Limite Plastico w_p	%	22			

Indice di Plasticità ($w_L - w_p$)I_P 21

DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

CERTIFICATO n°

CSP 12/0792-03

DATA EMISSIONE

08/01/2013

Pagina 2 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

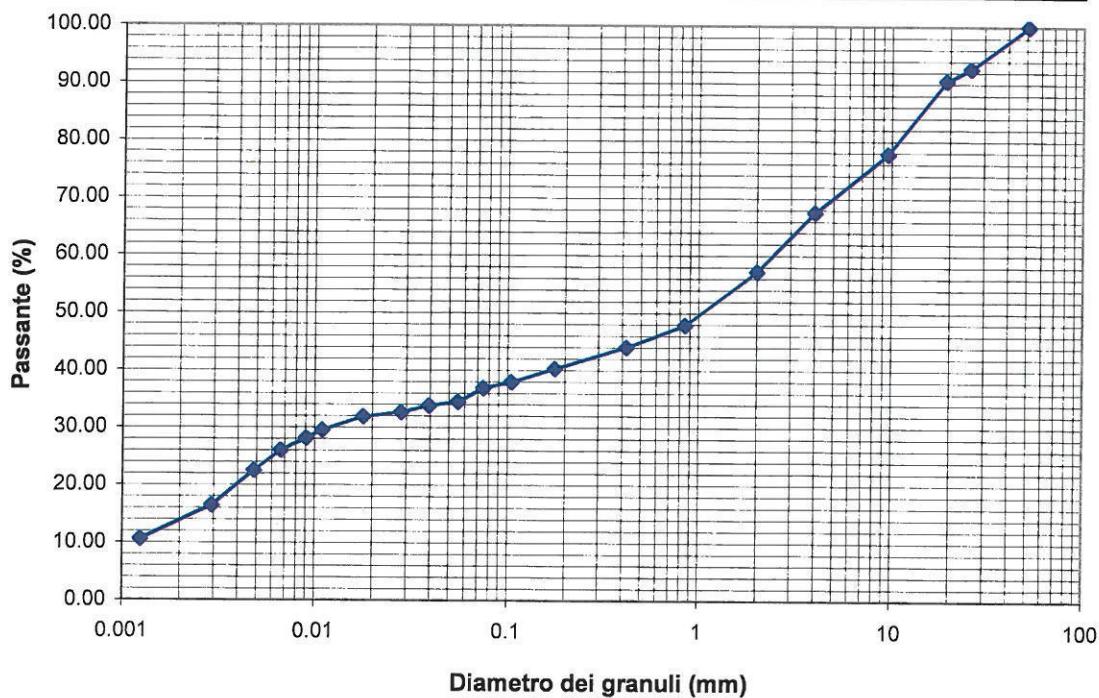
SONDAGGIO : S 1

CAMPIONE: C 2

PROFONDITA': 4.00 ÷ 4.40 m

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
massa provino - 644.29 g				massa provino 44.60 g			
profondità provino 4.26 ÷ 4.40 m				profondità provino 4.26 ÷ 4.40 m			
VAGLI APERTUI	PASSANTE	TRATTENUTO		G _s	2.750	- assunto	
mm	% in peso	% in peso		Riferimento: -			
2 "	50.8	100.00	0.00	eseguita sul passante al vaglio 200			
1 "	25.4	92.66	7.34	aerometro ASTM 151H			
3/4 "	-	90.54	2.12	DIAMETRO EQUIVALENTE			
3/8 "	9.525	77.74	12.81	D (mm)			
5	4	67.55	10.19	% IN PESO PIU' FINE DI D			
10	2	57.20	10.35	34.52			
20	0.85	47.89	9.31	0.05555			
30	0.59	-	-	33.87			
40	0.42	44.04	3.85	0.03952			
50	0.297	-	-	32.70			
80	0.177	40.32	3.72	0.02824			
100	0.149	-	-	31.92			
140	0.105	37.98	2.34	0.01097			
200	0.075	36.90	1.08	29.58			
				0.00907			
				28.15			
				0.00668			
				26.07			
				0.00486			
				22.56			
				0.00293			
				16.45			
				10.60			

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI
	Fine	Medio	Gross.	Fine	Media	Gross.	Fine	Media	Gross.	



DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

CERTIFICATO n° :

CSP 12/0792-04

COMMESSA : 12/201

VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :

12/0792_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Paolo BERETTI

CONSEGNATARIO : Dott. Geol. Paolo BERETTI

COMMITTENTE : Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnovo né Monti

LOCALITA' : CASTELNOVO NE' MONTI (RE)

CANTIERE : NUOVA CASA DI CURA

DATA DI ACCETTAZIONE :

14/12/12

DATA DI EMISSIONE :

08/01/13

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : Fustella di acciaio

Sondaggio :	S 1	Campione :	C 2	Profondità :	4.00	-	4.40	m
-------------	-----	------------	-----	--------------	------	---	------	---

DATA PRELIEVO :

03/12/2012

PRELIEVO EFFETTUATO : Committente

DATI FORNITI da : Committente

OSSERVAZIONI : Prova eseguita in sostituzione della prova triassiale CIU, in accordo con il Dott. Beretti, a causa delle condizioni del campione.

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TDR	Prova di taglio diretto CD	3	ASTM D 3080 / p.i.

DATA INIZIO PROVA: 19/12/12

DATA TERMINE PROVA: 24/12/12



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE	SPERIMENTATORE Dott. Geol. Paolo COLLI	Il Direttore di Laboratorio Dott. Geol. Dario GRUNDLER
----------------------------	---	---

Cap. soc. €. 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA: 01909241208 – R.E.A. 398565

CERTIFICATO

CSP 12/0792-04

DATA EMISSIONE:

08/01/2013

Pagina 2 di 4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. - ASTM D3080

SONDAGGIO : S 1

CAMPIONE : C 2

PROFONDITA': 4.00 ÷ 4.40 m

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRUITA DELLA SINERGEIA srl

Provino	1	2	3	4	LEGENDA
condizione	CR	CR	CR	-	CR = come ricevuto
Classe AGI	Q.5.	Q.5.	Q.5.	-	R T99 = ricostruito AAHSTO T99
seziona	quadrata 36 cm ²	quadrata 36 cm ²	quadrata 36 cm ²	quadrata 36 cm ²	R T180 = ricostruito AAHSTO T180
z (m)	4.36-4.40	4.30-4.33	4.26-4.30	-	z = profondità del provino
h ₀ (mm)	20.00	20.00	20.00	-	h ₀ = altezza iniziale provino
w _i (%)	18.37	25.17	21.27	-	w _i = contenuto in acqua iniziale
Rifer. Certificato					w _f = contenuto in acqua a fine prova
γ (Mg/m ³)	2.063	1.971	2.041	-	γ = massa volumica totale
Rifer. Certificato					γ _d = massa volumica provino secco
γ _d (Mg/m ³)	1.743	1.575	1.683	-	γ _s = massa volumica della parte solida
G _s (-) assunto	2.750	2.750	2.750	-	γ _w = massa volumica dell' acqua alla temperatura T°
Rifer. Certificato					G _s = peso specifico dei grani
γ _s (Mg/m ³)	2.746	2.746	2.746	-	T = temperatura dell' acqua
T (°C)	18	18	18	-	e = indice dei vuoti
γ _w (Mg/m ³)	0.99862	0.99862	0.99862	-	n = porosità
e (-)	0.576	0.744	0.632	-	S = grado di saturazione
n (%)	36.54	42.65	38.72	-	σ _v = pressione verticale
S (%)	87.60	92.95	92.45	-	τ _{max} = massima tensione di taglio misurata
σ _v (kN/m ²)	100.0	196.1	392.3	-	D _o τ _{max} = deformazione orizzontale alla massima tensione
τ _{max} (kN/m ²)	95.4	130.4	309.0	-	τ _r = resistenza al taglio residua
D _o τ _{max} (mm)	5.56	3.97	3.54	-	D _{oc} = deformazione orizzontale cumulativa
h _{dc} (mm)	19.48	18.64	18.33	-	v _p = velocità avanzamento apparecchiatura - picco
t ₅₀ (min)	-	-	0.4	-	v _r = velocità avanzamento apparecchiatura - residuo
t _f stim. (min)	-	-	18	-	h _{dc} = altezza provino a fine consolidazione
v _p (mm/min)	0.005	0.005	0.005	-	t _f stim. = tempo di rottura stimato
t _f eff. (min)	1112	794	708	-	t _f eff. = tempo di rottura effettivo
v _r (mm/min)	-	-	-	-	
τ _r (kN/m ²)	-	-	-	-	
D _{oc} (mm)	-	-	-	-	
w _f (%)	19.04	23.76	18.15	-	
Rifer. Certificato					

DIRETTORE DI LABORATORIO



SPERIMENTATORE

CERTIFICATO

CSP 12/0792-04

DATA EMISSIONE:

08/01/2013

Pagina 3 di 4

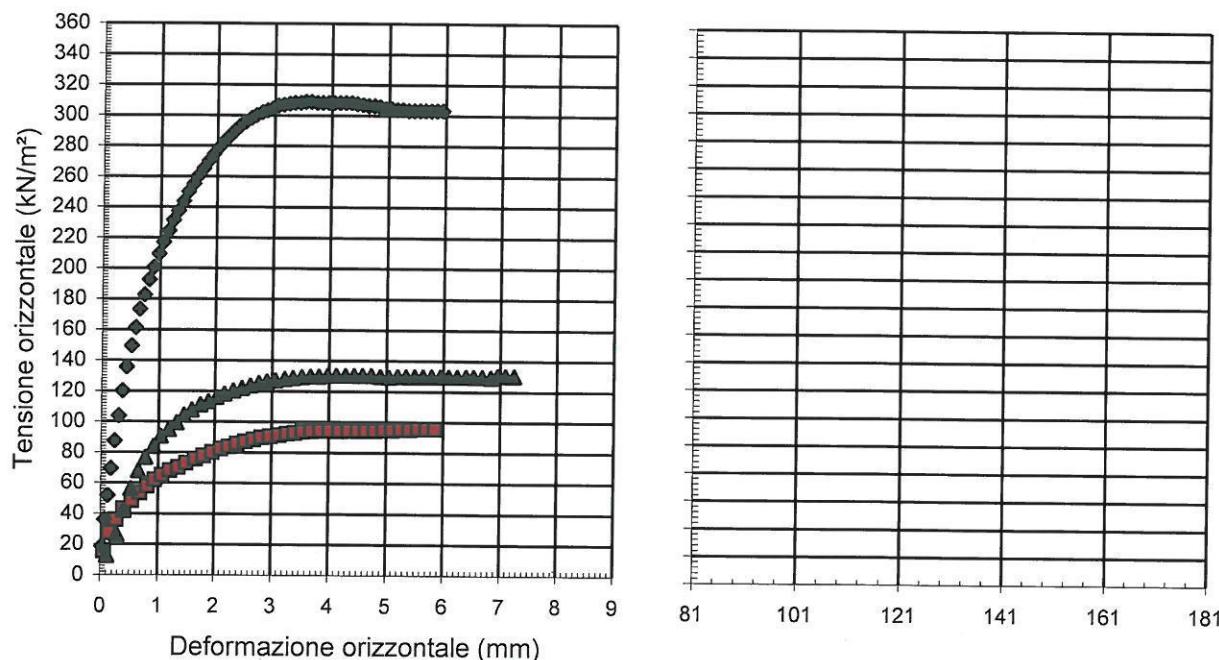
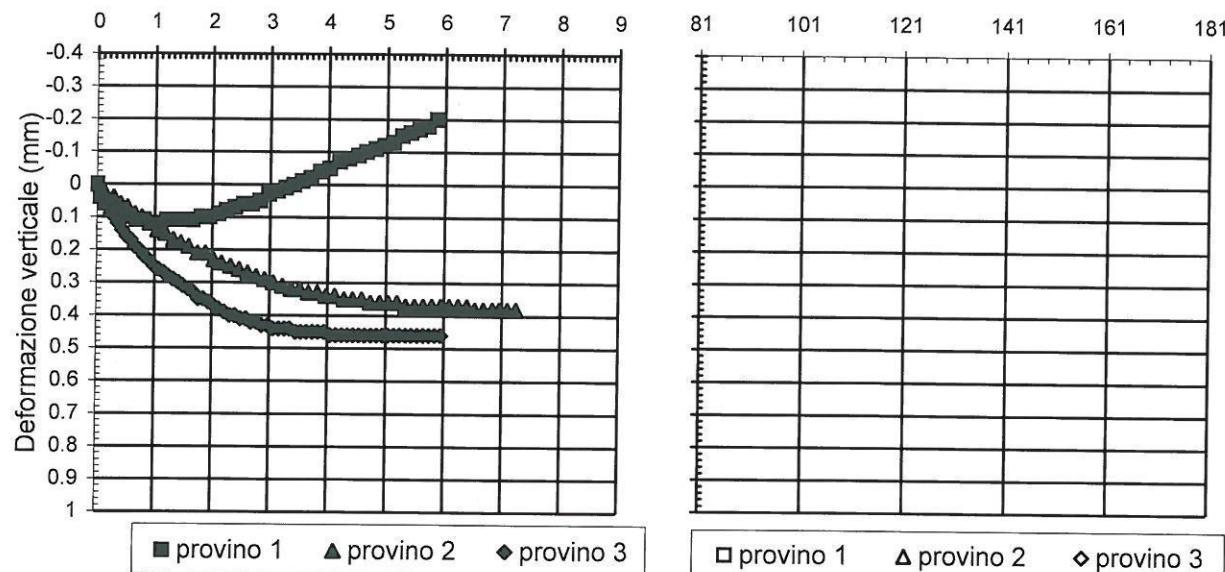
PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. ASTM D3080

SONDAGGIO : S 1 CAMPIONE : C 2

PROFONDITA': 4.00 ÷ 4.40 m

PICCO

RESIDUO



DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

CERTIFICATO

CSP 12/0792-04

DATA EMISSIONE:

08/01/2013

Pagina 4 di 4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D.

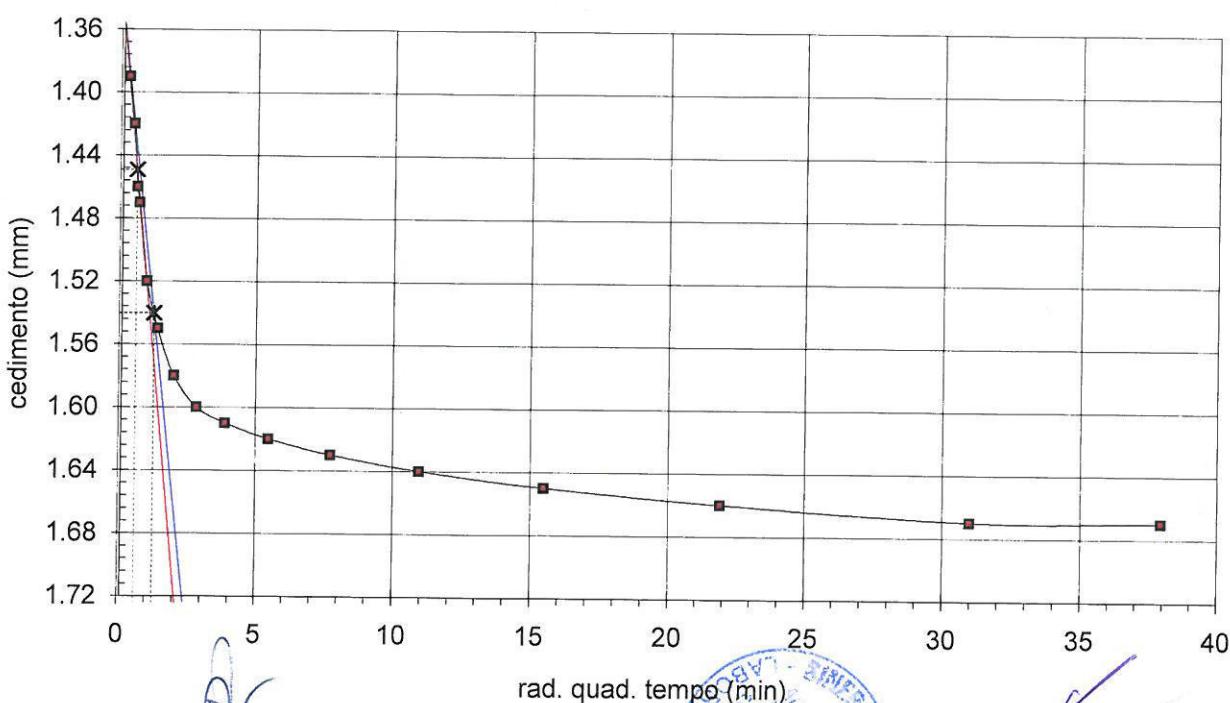
ASTM D3080

SONDAGGIO : S 1 CAMPIONE : C 2 PROFONDITA': 4.00 ÷ 4.40 m

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)

RELATIVI ALL' INTERVALLO DI PRESSIONE	da	196	kPa	a	392	kPa
PROVINO n. 3	da	4.26	m	a	4.30	m

VALORI MISURATI				VALORI CALCOLATI			
Tempo (min)	Cedim. (mm)	Tempo (min)	Cedim. (mm)	t_{90} (min) =	1.61	d_{90} (mm) =	1.54
0.1	1.390	960	1.670	t_{50} (min) =	0.36	d_{50} (mm) =	1.45
0.25	1.420	1440	1.670				
0.4	1.460	1800	-				
0.5	1.470	2880	-				
1	1.520	3600	-				
2	1.550	5760	-				
4	1.580						
8	1.600						
15	1.610						
30	1.620						
60	1.630						
120	1.640						
240	1.650						
480	1.660						



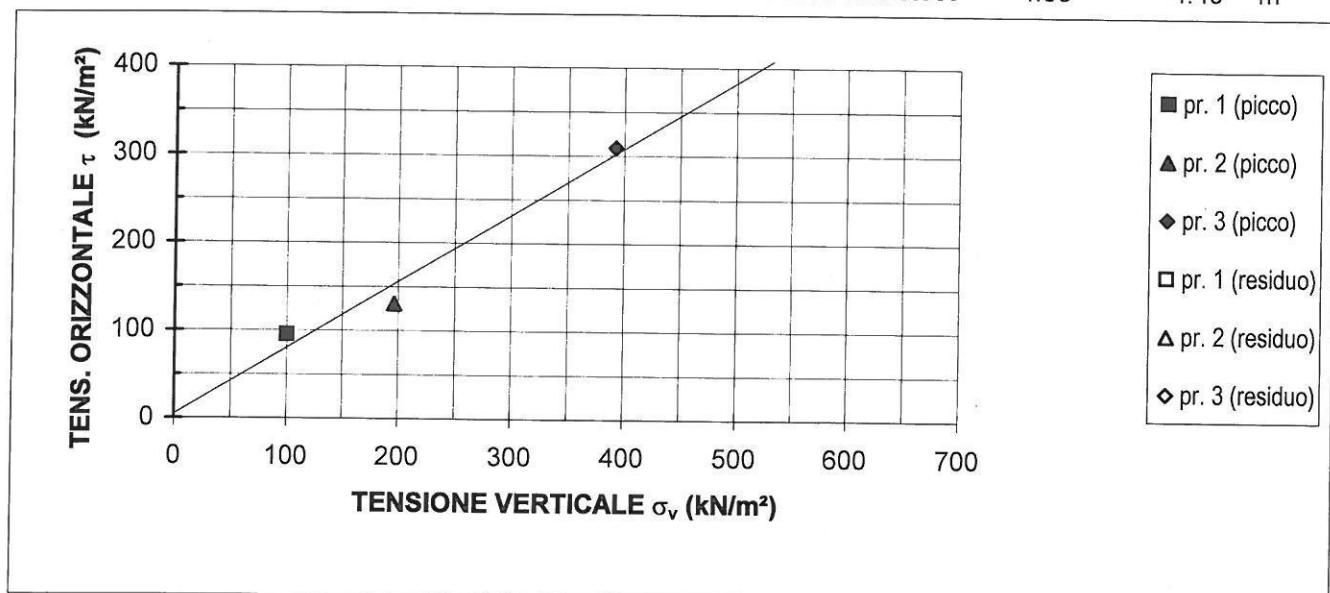
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE : Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnovo né Monti Pagina 1 di 1

LOCALITA' : CASTELNOVO NE' MONTI (RE)

CANTIERE : NUOVA CASA DI CURA

SONDAGGIO : S 1 **CAMPIONE :** C 2 **PROFONDITA':** 4.00 \div 4.40 m



Risultati della regressione lineare

	Valori di picco	Valori residui
Intercetta sull' asse y	= 4.48 kN/m ²	= - kN/m ²
inclinazione retta	= 37.13 ° sess.	= - ° sess.

L'interpretazione sopra riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.

NOTE:

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0792-05****COMMessa :** 12/201**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0792_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Paolo BERETTI**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Paolo BERETTI - Amm.ne Comunale di Castelnovo né Monti**LOCALITA' :** CASTELNOVO NE' MONTI (RE)**CANTIERE :** NUOVA CASA DI CURA**DATA DI ACCETTAZIONE :**

14/12/12

DATA DI EMISSIONE :

08/01/13

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : Fustella di acciaio**Sondaggio :** S 1**Campione :** C 2**Profondità :** 4.00 - 4.40

m

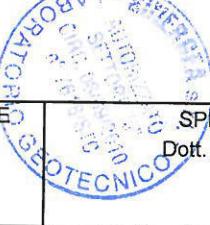
DATA PRELIEVO : 03/12/2012**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** Prova non eseguita, in accordo con il Dott. Beretti, a causa delle condizioni del campione.**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
EDO	Prova di consolidazione edometrica	-	ASTM D 2435
cv	Determinazione di cv-kv-mv	-	ASTM D 2435

DATA INIZIO PROVA: -

DATA TERMINE PROVA: -

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

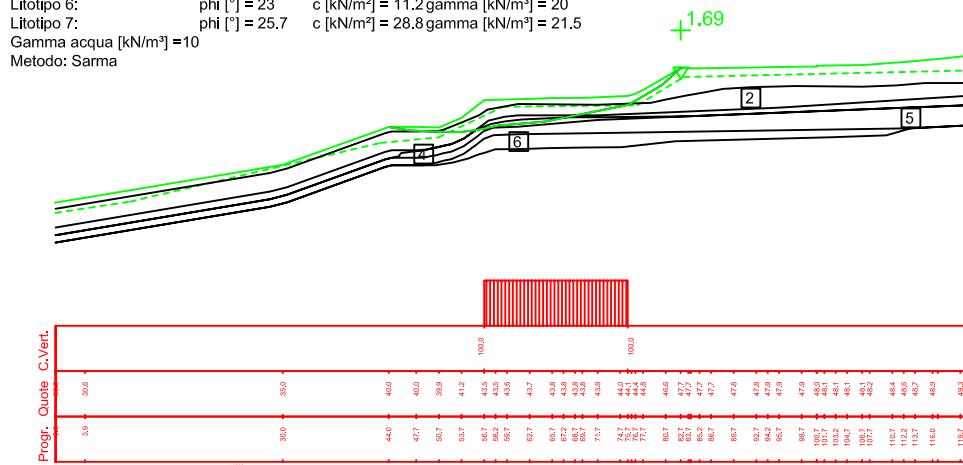
Cap. soc. €. 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA: 01909241208 – R.E.A. 398565

VERIFICHE STABILITÀ

ALLEGATO: VERIFICHE DI STABILITÀ
CONDIZIONI DRENATE
SCALA 1:1000

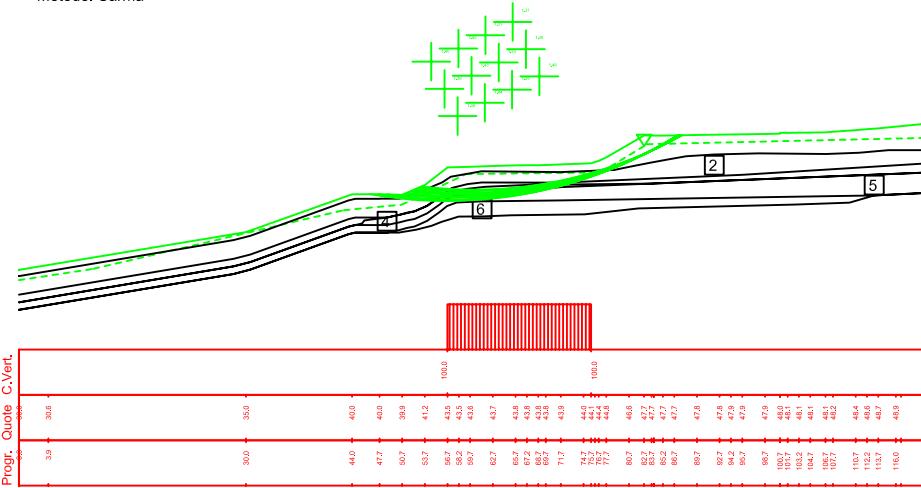
Realizzazione nuova casa di cura
Località Rovina di Castelnovo ne' Monti
Commitente: Amm. Com. Castelnovo ne' Monti
Presenza di battente idrico sotterraneo
Presenza di sovraccarico

Litotipo 1:	phi [°] = 12.9	c [kN/m ²] = 0	gamma [kN/m ³] = 19
Litotipo 2:	phi [°] = 17.9	c [kN/m ²] = 4	gamma [kN/m ³] = 19
Litotipo 3:	phi [°] = 17.1	c [kN/m ²] = 2.4	gamma [kN/m ³] = 19
Litotipo 4:	phi [°] = 11.3	c [kN/m ²] = 10.7	gamma [kN/m ³] = 19
Litotipo 5:	phi [°] = 17.1	c [kN/m ²] = 2.4	gamma [kN/m ³] = 19
Litotipo 6:	phi [°] = 23	c [kN/m ²] = 11.2	gamma [kN/m ³] = 20
Litotipo 7:	phi [°] = 25.7	c [kN/m ²] = 28.8	gamma [kN/m ³] = 20
Gamma acqua [kN/m ³] = 10			
Metodo: Sarma			



Realizzazione nuova casa di cura
Località Rovina di Castelnovo ne' Monti
Committente: Amm. Com. Castelnovo ne' Monti
Presenza di battente idrico sotterraneo
Presenza di sovraccarico

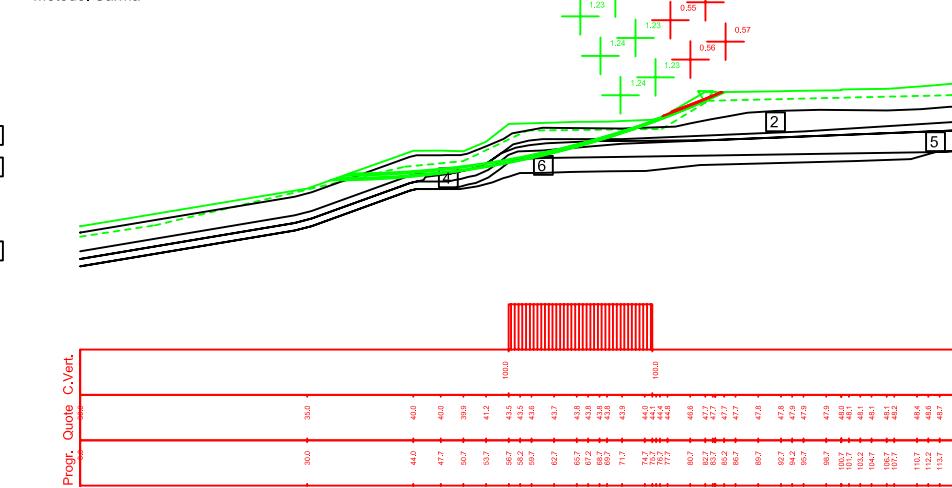
Llitotipo 1:	phi [°] = 12.9	c [kN/m ²] = 0	gamma [kN/m ³] = 19
Llitotipo 2:	phi [°] = 17.9	c [kN/m ²] = 4	gamma [kN/m ³] = 19.
Llitotipo 3:	phi [°] = 17.1	c [kN/m ²] = 2.4	gamma [kN/m ³] = 19.
Llitotipo 4:	phi [°] = 11.3	c [kN/m ²] = 0	gamma [kN/m ³] = 19
Llitotipo 5:	phi [°] = 17.1	c [kN/m ²] = 2.4	gamma [kN/m ³] = 19.
Lltotipo 6:	phi [°] = 23	c [kN/m ²] = 11.2	gamma [kN/m ³] = 20
Lltotipo 7:	phi [°] = 25.7	c [kN/m ²] = 28.8	gamma [kN/m ³] = 21.
Gamma acqua [kN/m ³] = 10			
Metodica Gamma			



Realizzazione nuova casa di cui
Località Rovina di Castelnovo ne' Monti
Committente: Amm. Com. Castelnovo ne'
Presenza di battente Idrico sotterraneo
Presenza di sovraccarico

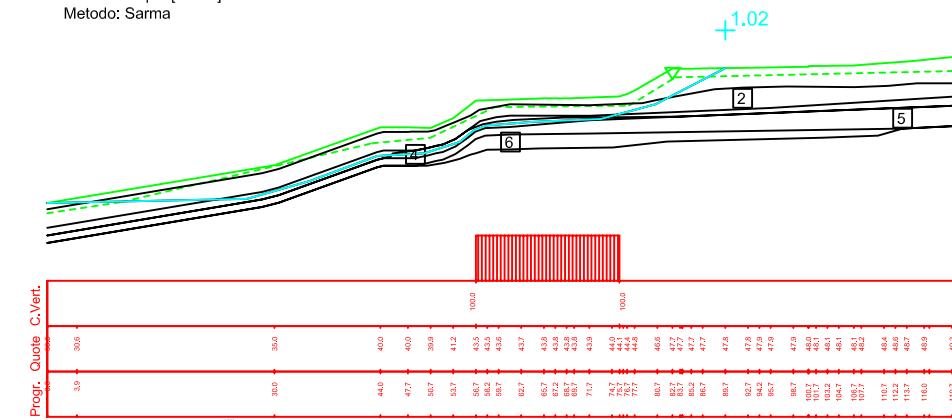
Litotipo 1:	$\phi_i [^\circ] = 12.9$
Litotipo 2:	$\phi_i [^\circ] = 17.9$
Litotipo 3:	$\phi_i [^\circ] = 17.1$
Litotipo 4:	$\phi_i [^\circ] = 11.3$
Litotipo 5:	$\phi_i [^\circ] = 17.1$
Litotipo 6:	$\phi_i [^\circ] = 23$
Litotipo 7:	$\phi_i [^\circ] = 25.7$

Gamma acqua [kg/m^3] = 10
Metodo: Sauer



Realizzazione nuova casa di c
Località Rovina di Castelnovo ne' Monti
Committente: Amm. Com. Castelnovo ne
Presenza di battente idrico sotterraneo
Presenza di sovraccarico

Litotipo 1: $\phi^* = 12.9$ c $[kN/m^2] = 0$ gamma $[kN/m^3]$
 Litotipo 2: $\phi^* = 17.9$ c $[kN/m^2] = 4$ gamma $[kN/m^3]$
 Litotipo 3: $\phi^* = 17.1$ c $[kN/m^2] = 2.4$ gamma $[kN/m^3]$
 Litotipo 4: $\phi^* = 11.3$ c $[kN/m^2] = 0$ gamma $[kN/m^3]$
 Litotipo 5: $\phi^* = 17.1$ c $[kN/m^2] = 2.4$ gamma $[kN/m^3]$
 Litotipo 6: $\phi^* = 23$ c $[kN/m^2] = 11.2$ gamma $[kN/m^3]$
 Litotipo 7: $\phi^* = 25.7$ c $[kN/m^2] = 28.8$ gamma $[kN/m^3]$
 Gamma acqua $[kN/m^3] = 10$
 Metodo: Sarma



TAN 3

卷之三

Realizzazione nuova casa di cura
Località Rovina di Castelnovo ne' Monti
Committente: Amm. Com. Castelnovo ne' Monti
Presenza di battente idrico sotterraneo
Presenza di sovraccarico

Litotipo 1:	phi [°] = 12.9	c [kN/m ²]
Litotipo 2:	phi [°] = 17.9	c [kN/m ²]
Litotipo 3:	phi [°] = 17.1	c [kN/m ²]
Litotipo 4:	phi [°] = 11.3	c [kN/m ²]
Litotipo 5:	phi [°] = 17.1	c [kN/m ²]
Litotipo 6:	phi [°] = 23	c [kN/m ²]
Litotipo 7:	phi [°] = 25.7	c [kN/m ²]
Gamma acqua [kN/m ³]	= 10	
Metodo:	Sarma	

