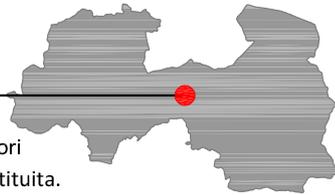


La Piazza Viva



Che sia un'esortazione o un aggettivo, comunque viva e vivace ci immaginiamo la piazza di Capannori pulsante delle quaranta luci che la animeranno, come le quaranta frazioni da cui è costituita.

Svelata e, finalmente, riconoscibile nella sua identità perché cuore della tradizione e geni della trasformazione, armonica come la musica che potrà risuonare, visibile ma non eccentrica, composta e solida, accessibile. Una pagina bianca, un luogo neutrale, uno spazio nuovo.
Allora che la piazza viva.

OGGETTO:

VARIANTE REGOLAMENTO URBANISTICO

ai sensi dell'art.34 L.R. 65/2014

Capannori Città - La nuova Piazza Aldo Moro

UBICAZIONE:

Piazza Aldo Moro

COMMITTENTE:

COMUNE DI CAPANNORI

SERVIZI ALLA CITTA'

Ufficio Lavori Pubblici

DIRIGENTE UFFICIO
LAVORI PUBBLICI:

Arch. Stefano Modena

ELABORATI DI PIANO

RELAZIONE GEOLOGICA

Architetto Nicola Boccaccini

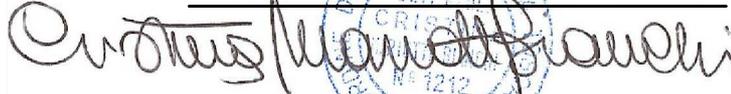
in qualità di Progettista e di capogruppo dell'Associazione Temporanea di Professionisti, con mandato collettivo di rappresentanza tra i seguenti:
Arch. Nicolai Luca, Arch. Menichini Galileo, Arch. Di Vecchio Chiara, Arch. Batistoni Elisabetta, Arch. Bianchi Barbara, Dott. Botazzoli Patrizia Orsola, Arch. Filidei Deborah, Ing. Giometti Luca, Arch. Giovannini Sabrina, Ing. Guidi Michela, Dott. Martini Elvio, Arch. Ristori Sergio, Dott. Sani Alessandra, Arch. Vercelli Silvia, Arch. Perelli Andrea, Geologo Mariotti Bianchi Cristina, Ing. Pisano Francesco, Arch. Tolaini Alessandro, (atto Notaio Raspini Gaetano in Lucca, Repertorio n°143614, registrato a Lucca il 07.06.2017 al n°4428, serie 15

Arch. Nicola Boccaccini - gliarchitettiassociati
Via Guidiccioni n.111, cap.55100, San Concordio, Lucca.

tel. 0583/316948
e.mail: nicolaboccaccini@gliarchitettiassociati.com

P.I.V.A 02122940469 C.F BCCNCL72A22E715U

Timbro e Firma




COMUNE DI CAPANNORI

INDICE

1 PREMESSA	2
2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA DI VARIANTE	5
2.1 MORFOLOGIA	5
2.2 GEOLOGIA	5
2.3 INDAGINI GEOGNOSTICHE	7
2.4 STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	7
2.5 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	8
2.6 SISMICITÀ DELL'AREA	11
3. CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA DI VARIANTE	15
3.1 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	15
3.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA	16
3.3 PERICOLOSITÀ SISMICA	19
3.4 VINCOLI	19
4. CLASSIFICAZIONE DELLA FATTIBILITA' DELL'AREA DI VARIANTE	21
5. VALUTAZIONI CIRCA I VINCOLI TECNICI	23
6. GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO	23

TAVOLE NEL TESTO

- Tavola 1 – Corografia scala 1:10.000
- Tavola 2 – Carta geologica scala 1:10.000
- Tavola 3 – Stralcio CTR con ubicazione indagini scala 1:2.000
- Tavola 4 – Sezione geologica stato attuale scala 1:200
- Tavola 5 – Carta della Pericolosità scala 1:500
- Tavola 6 – Carta della Fattibilità scala 1:500

ALLEGATI NEL TESTO

- Allegato 1 Dati di base (Quadro conoscitivo Variante generale al Regolamento Urbanistico)
- Allegato 2 Campagna geognostica 2017 - Prove Penetrometriche statiche e dinamiche

1 PREMESSA

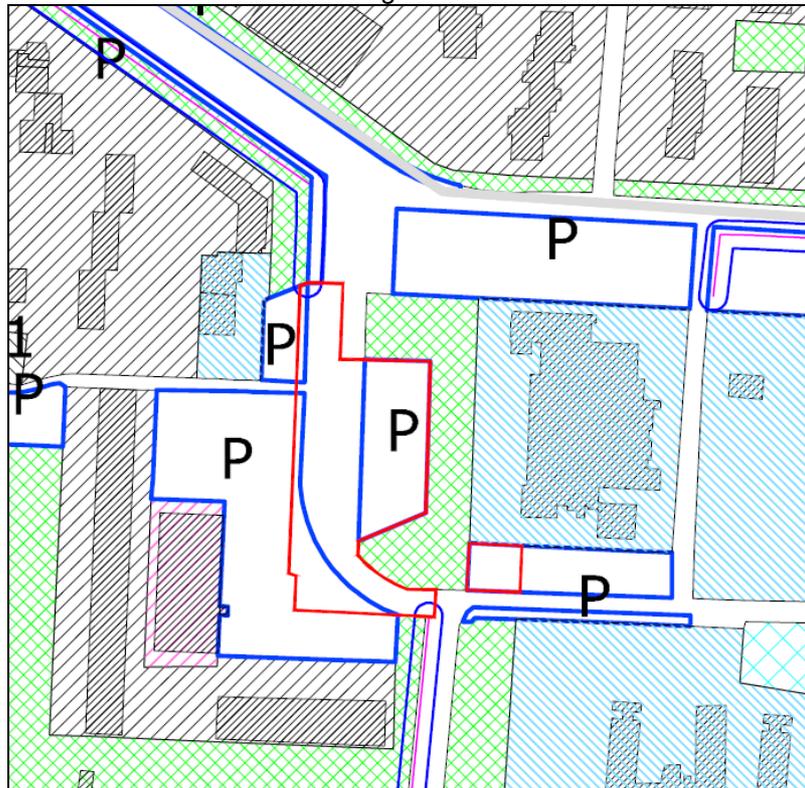
Il progetto, delineatosi a seguito del concorso di idee “*Masterplan Capannori città – una comunità quaranta paes*”, prevede la riorganizzazione della Piazza Aldo Moro ubicata nell’area antistante alla sede comunale di Capannori (LU).



L’intervento complessivo, situato ad Ovest della sede comunale, in un’area di proprietà del Comune di Capannori, interessa una superficie di 10172,84 mq; attualmente l’area è occupata da parcheggi, aree a verde e dalla viabilità carrabile.

Il progetto prevede la riorganizzazione e la valorizzazione di tali spazi in modo da riqualificare l’area; per far questo si rende necessaria, per una porzione dell’area complessiva d’intervento, di una variante al vigente Regolamento Urbanistico ai sensi dell’art. 34 della Legge Regionale n. 65 del 10/11/2014 *Varianti mediante approvazione del progetto*: “...l’approvazione del progetto di un’opera pubblica o di pubblica utilità costituisca variante allo strumento di pianificazione territoriale o urbanistico del comune...”. La variante è perciò strettamente legata alle opere previste dal progetto presentato.

Destinazioni urbanistiche stato vigente



Nello stralcio del Regolamento Urbanistico vigente sopra riportato, è evidenziato in rosso il perimetro dell'area di variante che riguarderà:

- la definizione della viabilità carrabile e ciclopedonale
- la variazione della classificazione urbanistica dell'area attualmente classificata come "Parcheggi pubblici" e che diverrà area a "Verde pubblico attrezzato e percorsi ciclabili".

Il presente studio è finalizzato alla valutazione della compatibilità tra la previsione urbanistica e la pericolosità del sito in tema di assetto geologico geotecnico sismico e idraulico determinata sia mediante le indagini di riferimento allegate al Regolamento Urbanistico vigente sia mediante indagini appositamente svolte.

Le indagini sono state svolte in ottemperanza alle seguenti normative:

- L.R. n. 65 del 10.11.2014, Norme per il governo del territorio;
- D.P.G.R. n.53/R del 25.10.2011, Regolamento di attuazione dell'art. 62 della LR. n.1 del 03/01/2005 "Norme per il governo del territorio" in materia di indagini geologiche;
- Variante generale al Regolamento Urbanistico vigente approvato definitivamente con Del C.C. n. 46 del 06/07/2016
- Autorità di Bacino Fiume Arno – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni approvato con Del. n. 235 del 03/03/16

- Autorità di Bacino Fiume Arno - Piano di Bacino del Fiume Arno Stralcio Assetto Idrogeologico approvato con D.P.C.M. 06/05/2005
- Decreto Ministeriale 14.01.2008, Testo Unitario – Norme Tecniche delle Costruzioni.
- Consiglio superiore dei lavori pubblici, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche delle Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, circolare 2 febbraio 2009.
- D.P.G.R n. 36/R del 9 luglio 2009 "Regolamento di attuazione dell'art. 117 commi 1 e 2 della L.R. n. 1 del 3 gennaio 2005 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico
- Del n. 421 del 26/05/2014 "Aggiornamento della classificazione del territorio della Regione Toscana 2014".

2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA DI VARIANTE

2.1 Morfologia

L'area oggetto di variante si trova nella porzione centrale della piana di Lucca nella fascia di territorio delimitata a Nord dalla Via Pesciatina e a Sud dalla Via Romana.

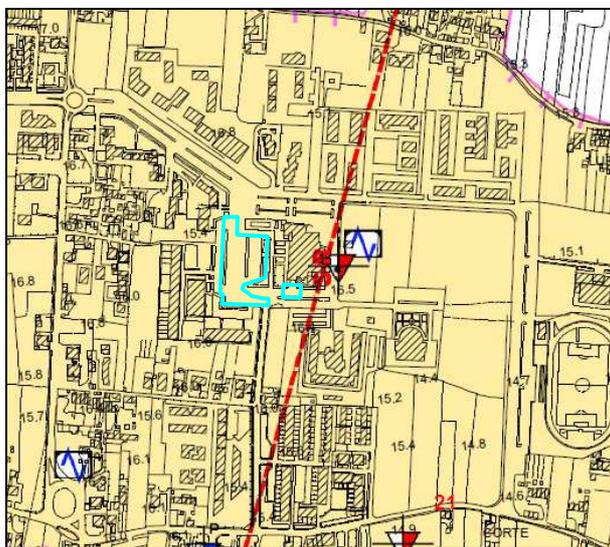
La piazza e l'edificio che ospita la sede comunale, si trovano ad una quota di circa 16,3 m s.l.m. in una zona parzialmente urbanizzata caratterizzata da una morfologia subpianeggiante con una debole pendenza complessiva pari allo 0,2% circa verso E.

2.2 Geologia

L'area di intervento si colloca sui depositi alluvionali prevalentemente limo sabbiosi (bellettone) di media permeabilità poco ad Est rispetto ad un paleoalveo del Fiume Serchio orientato circa Nord Sud ma che a Sud dell'area assume un andamento Est Ovest.

La Carta Litologico tecnica inserisce i depositi affioranti nell'area, nella classe SM/SW corrispondenti a terreni di copertura prevalentemente sabbioso limosi.

Carta Litologico tecnica e dei dati di base



SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo

Dati geognostici di base

- 15  Prova penetrometrica statica con punta meccanica
(con ID in rosso: dai dati allegati al P.S. 2003)

- Tr7  Misura di microtremore a stazione singola
- 8  SR Profilo sismico a rifrazione
- — — traccia delle sezioni geologiche rappresentative del sottosuolo

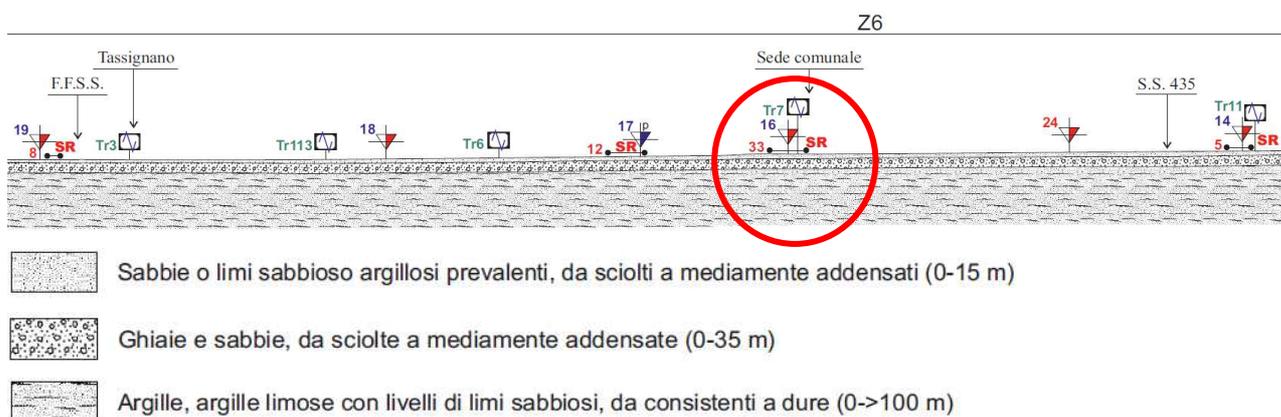
La stratigrafia dei depositi alluvionali desunta sulla base dei dati bibliografici presenti in un intorno significativo dell’area, può essere sommariamente ricondotta a tre orizzonti principali di cui i primi due di età quaternaria superiore ed il terzo di età quaternaria inferiore-media.

L’orizzonte superficiale, costituito da sedimenti prevalentemente fini (limi sabbiosi e limi argillosi) è tipico di una situazione di ambiente fluviale caratterizzata da una sempre minore energia di trasporto.

Al di sotto è presente un orizzonte di terreni più grossolani costituito da ghiaie e sabbie con matrice limoso-sabbiosa, rinvenuto localmente ad una profondità variabile da circa 4 - 6 m fino a circa 30 - 40 m di profondità; tali sedimenti testimoniano fasi deposizionali di maggiore energia.

Il terzo orizzonte è rappresentato dai sedimenti fluvio-lacustri di età quaternaria inferiore - media presenti dalla base delle ghiaie e costituiti prevalentemente da terreni fini.

Si riporta di seguito uno stralcio della Sezione 2 estratta dalla Tavola A6 – “Sezioni geologiche rappresentative del modello del sottosuolo” allegata al Regolamento Urbanistico vigente tracciata proprio in corrispondenza della sede comunale, che evidenzia la presenza dei tre orizzonti principali individuati.



2.3 Indagini geognostiche

Per una caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica dell'area interessata dalla variante, sono stati presi in esame i dati di base allegati al Quadro Conoscitivo della variante al Regolamento Urbanistico.

In particolare sono state analizzate le seguenti indagini geognostiche e geofisiche (Allegato 1) eseguite subito ad Est dell'edificio comunale:

- n. 1 Prova penetrometrica statica CPT approfondita con penetrometro dinamico fino alla profondità di 8,0 m e attrezzata con piezometro (n. 16)
- n. 1 indagine di tomografia sismica a rifrazione mediante onde SH (n. 33)
- n. 1 misura di microtremore (Tr 7)

Inoltre a supporto, del progetto definitivo dell'intervento di rifacimento della piazza, sono state appositamente eseguite le seguenti indagini (Allegato 2):

- n. 1 prova penetrometrica statica CPT approfondita con penetrometro dinamico DPSH
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche
- n. 2 piezometri per la misurazione del livello di falda.

2.4 Stratigrafia e caratteristiche geotecniche dei terreni

I risultati delle indagini prese a riferimento e di quelle appositamente eseguite, mostrano una successione stratigrafica locale piuttosto omogenea caratterizzata dalla presenza di 3 orizzonti principali:

ORIZZONTE 1 – Massicciata stradale, terreni di riporto, e terreni rimaneggiati

Si tratta di un livello costituito da terreni eterogenei incoerenti di spessore pari a circa 1,0 m nella zona attualmente adibita a parcheggio e pari a 2,0 m in corrispondenza dell'area a verde di collegamento fra la quota della piazza e la terrazza di accesso all'edificio comunale.

In base all'elaborazione delle prove, a tale orizzonte sono stati associati i seguenti parametri geotecnici

$$\varphi = 31-32^\circ; M_0 = 100 - 150 \text{ Kg/cm}^2; \gamma = 1900 \text{ kg/m}^3; \gamma_{\text{sat}} = 2000 \text{ Kg/m}^3$$

ORIZZONTE 2 – Limi argilloso sabbiosi

Si tratta di un livello costituito da terreni fini caratterizzati da uno scarso grado di addensamento e spessore variabile da 3,8 m a 4,4 m.

In base all'elaborazione delle prove, a tale orizzonte sono stati associati i seguenti parametri geotecnici

$$\varphi = 27-28^\circ; c_u = 0,4 - 0,5 \text{ Kg/cm}^2; M_0 = 45 - 70 \text{ Kg/cm}^2; \gamma = 1800 \text{ kg/m}^3; \gamma_{\text{sat}} = 1900 \text{ Kg/m}^3$$

ORIZZONTE 3 – Sabbie e ghiaie

Si tratta di un livello costituito da terreni grossolani caratterizzati da un grado di addensamento da medio ad elevato. Tale livello è stato rilevato fino alla profondità massima indagata.

$$\varphi = 31-32^\circ; M_0 = 100 - 160 \text{ Kg/cm}^2; \gamma = 1900 \text{ kg/m}^3; \gamma_{\text{sat}} = 2000 \text{ Kg/m}^3$$

2.5 Idrografia e idrogeologia

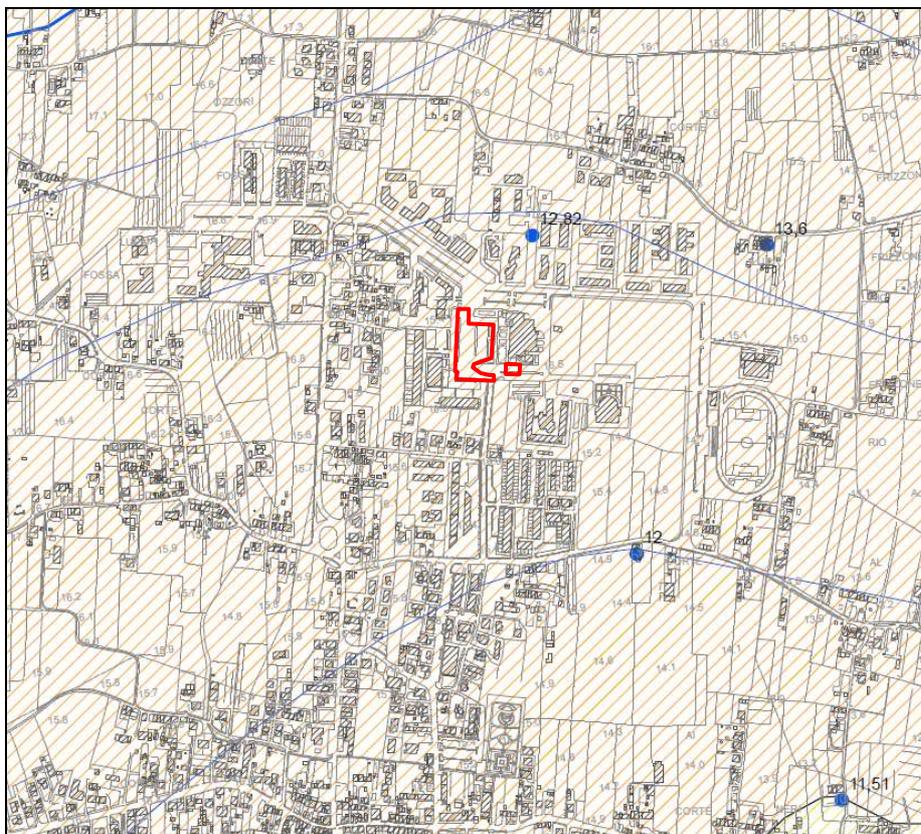
Il reticolo idrografico principale della zona è rappresentato dal Rio del Frizzone che scorre ad Est della sede comunale e che è caratterizzato da una direzione di scorrimento dapprima verso Sud Est poi verso Sud fino a confluire nel Canale detto Rogio.

Localmente il drenaggio dell'area circostante al sito oggetto di variante è assicurato dal reticolo fossi e canalette interpoderali, aventi direzione di flusso verso Est e quindi verso il Rio del Frizzone.

La porzione Sud dell'area di intervento è attraversata da un canale tombato verso il quale vengono convogliate le acque drenate dall'area di variante attualmente adibita a parcheggio e viabilità; il canale, che recapita le acque nel Rio del Frizzone, è indicato nella Carta del Reticolo di Gestione e del reticolo idrografico di cui alla L.R. 79/2012 aggiornato con DCRT 101/2016 e rientra tra quelli non oggetto di gestione da parte dei Consorzi di Bonifica.

I depositi limo argilloso sabbiosi superficiali sono caratterizzati da un grado di permeabilità primaria medio; lo spessore di tali depositi, ricavato dai dati stratigrafici disponibili nella zona e pari a circa 4-6 m, costituisce una scarsa protezione al livello ghiaioso sede dell'acquifero al quale è stata associata una vulnerabilità elevata (v. stralcio *Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi sotto riportato con misurazioni riferite al mese di Ottobre 2006 e Maggio 2007*).

Ottobre 2006



Grado di Vulnerabilità



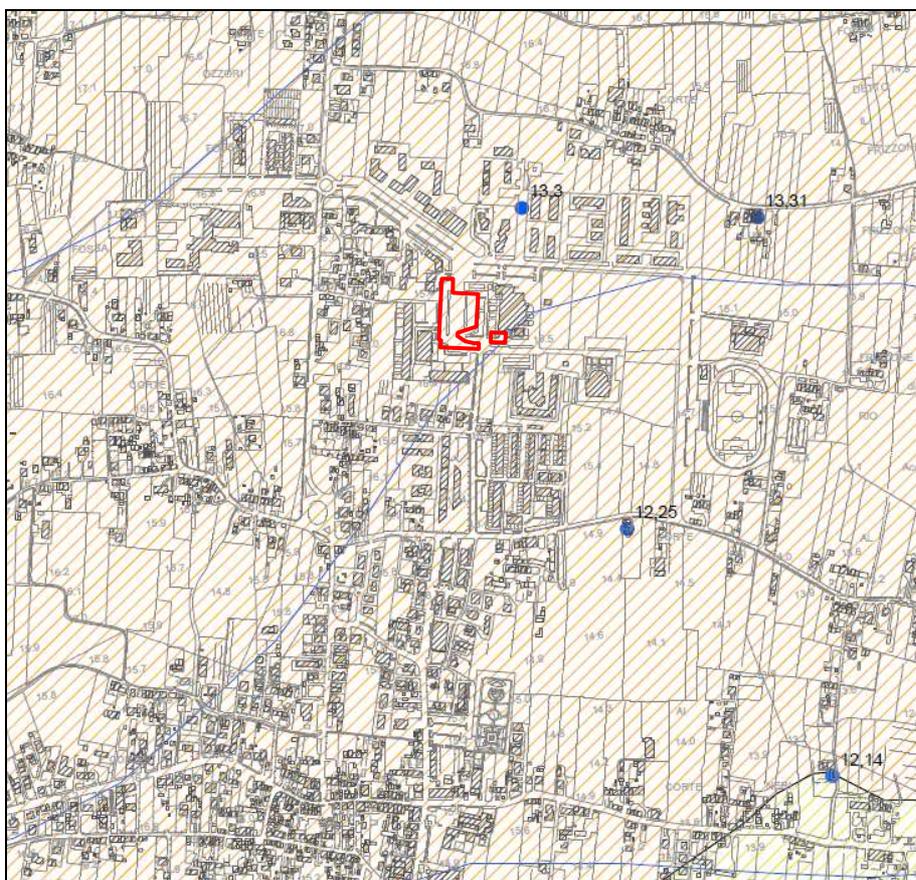
E=elevata

186 - 210

Isopiezie principali - equidistanza 5m (m s l m) *

Isopiezie secondarie - equidistanza 1m (m s l m) *

Maggio 2007



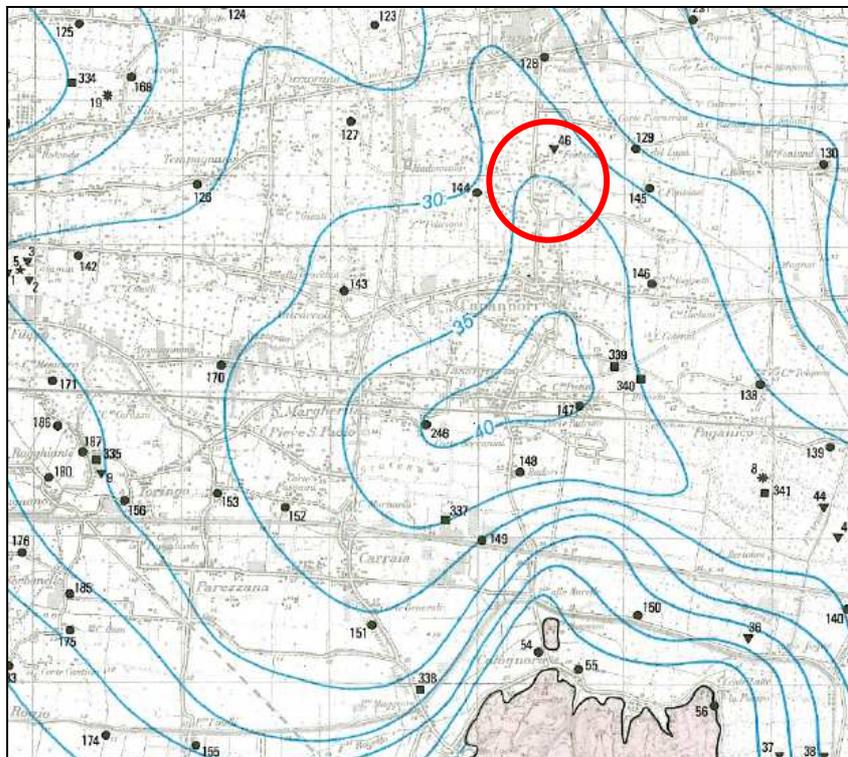
I depositi ghiaioso sabbiosi che si estendono nell'intera pianura con notevoli variazioni di spessore, sono sede di un acquifero che risulta confinato inferiormente dal substrato roccioso pre-miocenico; localmente la falda freatica presenta direzioni di deflusso orientate da Nord verso Sud – Sud Est, mentre a Sud dell'area in oggetto gli assi di drenaggio assumono un andamento Est Ovest coincidente con l'alveo del Canale Rogio.

Dalle cartografie disponibili si rileva un livello di falda con profondità pari a circa 12,5 – 13,0 m s.l.m. (misurazioni riferite al mese di Ottobre 2006 e Maggio 2007) corrispondenti ad una profondità di circa 3,3 – 3,8 m dal piano medio di campagna.

Le misure eseguite nei perfori delle prove penetrometriche nel mese di giugno 2017 hanno intercettato il livello di falda ad una profondità di circa 3,0 m dal piano di campagna.

Dallo stralcio della Carta delle isopache dell'acquifero alluvionale, (tratta da "Geologia e idrogeologia della pianura di Lucca (R. Nardi, G. Nolledi e F. Rossi)), si osserva che nell'area in esame l'orizzonte ghiaioso sabbioso sede dell'acquifero, ha uno spessore medio di circa 35 m.

Carta delle isopache dell'acquifero alluvionale
(“Geologia e idrogeologia della pianura di Lucca (R. Nardi, G. Nolledi e F. Rossi))



2.6 Sismicità dell'area

Il Comune di Capannori, ai sensi dell'Allegato 1 della Del. 421 del 26/05/2014 (Aggiornamento della classificazione sismica regionale) è stato confermato nella Zona sismica 3.

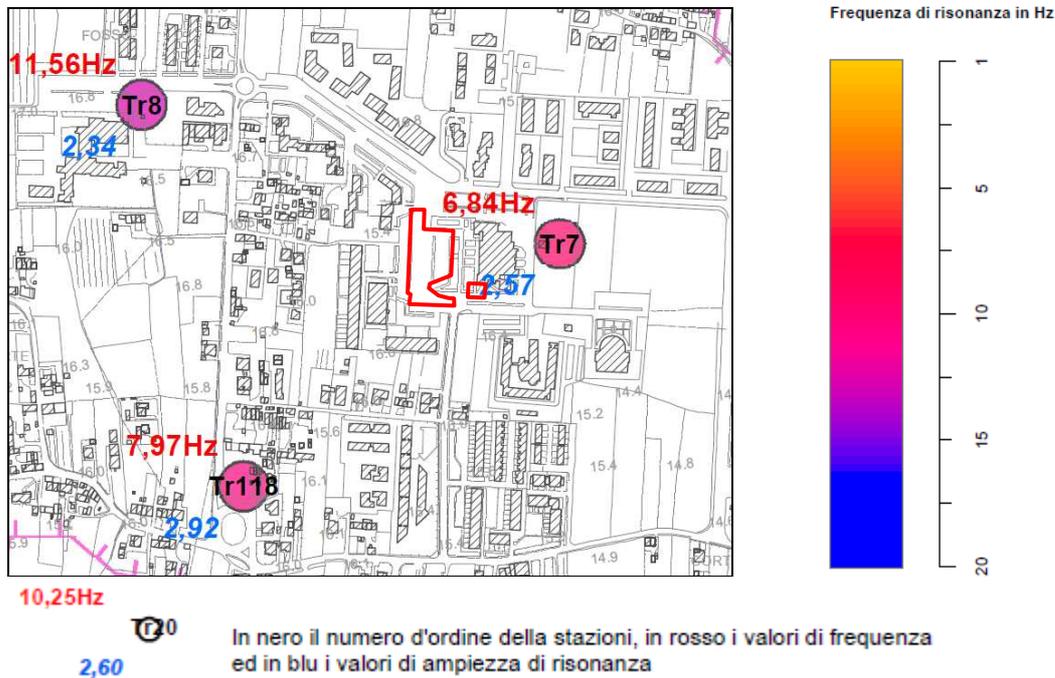
La campagna delle misure di rumore sismico ambientale condotta nel territorio comunale, ha permesso di determinare la frequenza fondamentale del sottosuolo; tale parametro consente di individuare eventuali contrasti nella velocità di propagazione delle onde di taglio Vs all'interno dei terreni, che potrebbero generare fenomeni di amplificazione.

Come mostrato dallo stralcio della carta litotecnica e dei dati di base, in prossimità dell'edificio comunale, sono state eseguite 1 indagine di tomografia sismica a rifrazione mediante onde SH (n. 33) e 1 misura di microtremore (Tr 7).

La misura di rumore eseguita ha fornito un picco di risonanza di 2,57 e una frequenza pari a 6,84 Hz

Il picco osservato è correlabile ad un contrasto di impedenza sismica a profondità variabile da poche decine a diverse decine di metri; tale contrasto è riconducibile al passaggio tra i depositi alluvionali recenti e i depositi plio-pleistocenici del Ciclo fluvio-lacustre.

Carta delle frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo



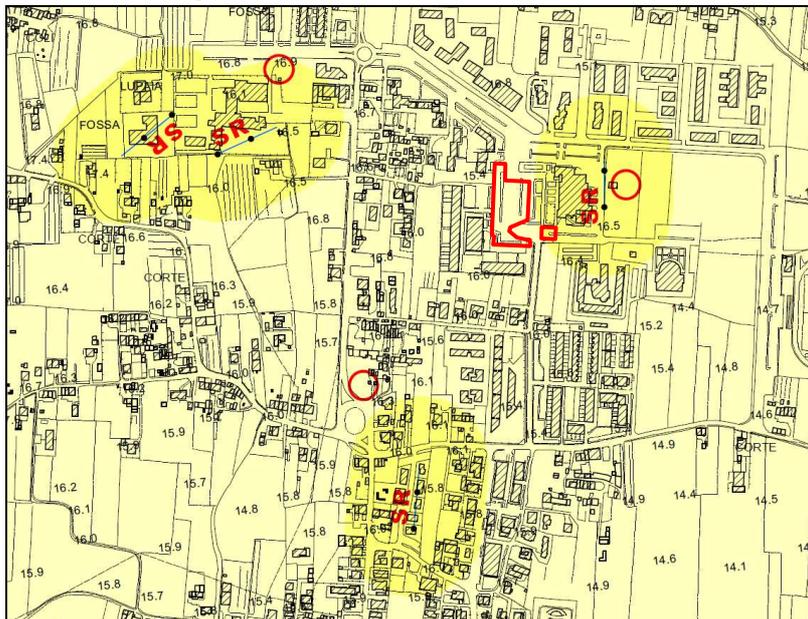
La di tomografia sismica a rifrazione mediante onde SH (n. 33) ha evidenziato che la velocità di propagazione delle onde Sh aumenta in maniera graduale con la profondità. Il calcolo della velocità nei primi 30 m ha fornito un valore $V_{s30} = 551$ m/sec.

Ai sensi delle Norme Tecniche delle Costruzioni (2008), Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo, tale valore corrisponde alla categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione **tipo B**.

B – 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_{s30} compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Lo stralcio della Carta delle Categorie di Sottosuolo mostra l'ubicazione delle prospezioni sismiche utilizzate per l'individuazione delle classi di velocità V_{s30} ; localmente si osserva una situazione omogenea caratterizzata da depositi alluvionali addensati con valori di velocità di propagazione delle onde Sh corrispondenti alla Categoria di sottosuolo B.

Carta delle categorie di sottosuolo



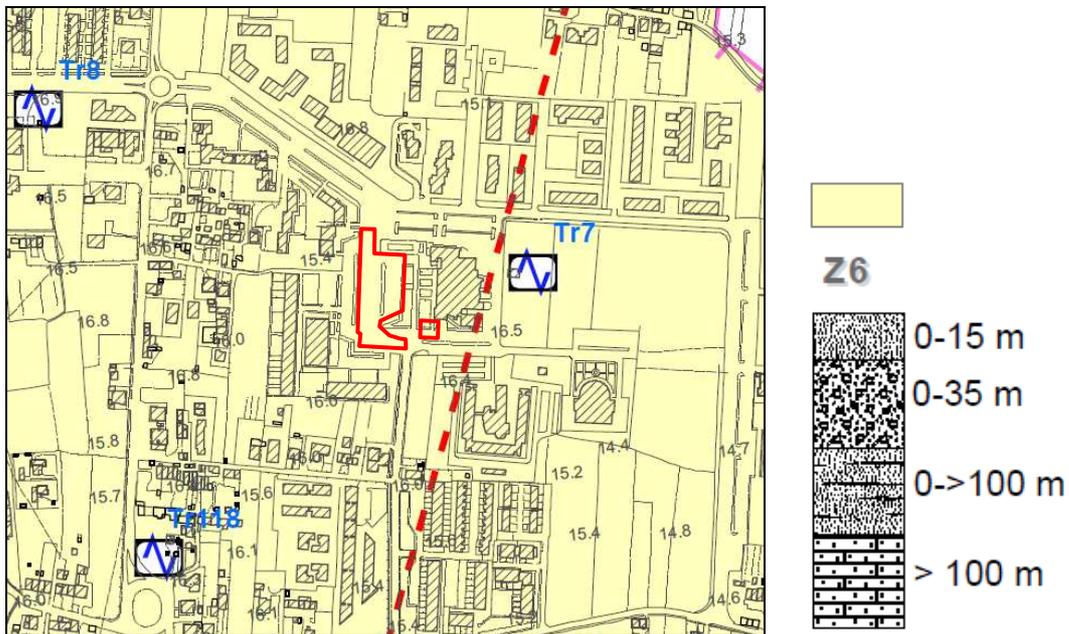
-  Aree con suolo di fondazione tipo B ipotizzate sulla base di dati stratigrafici e misure di rumore sismico
-  Aree con suolo di fondazione tipo B accertate sulla base di dati geofisici

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Simica (MOPS) redatta a supporto del Regolamento Urbanistico ai sensi del Regolamento 53/R paragrafo 2.1.C.5, ha la finalità di caratterizzazione del substrato geologico e dei terreni di copertura, la ricostruzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico e la definizione di eventuali forme geomorfologiche di superficie e sepolte.

L'area oggetto di variante è stata inserita nella **Zona B – Zone stabili suscettibili di amplificazioni stratigrafiche.**

Nel caso specifico: **Z6 – Sabbie, limi sabbioso argillosi da sciolti a mediamente addensati** – SM/SW con spessori da 0 a 15 m su ciottoli, ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate.

Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica



-  Substrato lapideo indifferenziato (>100m)
-  Argille, argille limose con livelli di limi sabbiosi, da consistenti a dure (0->100m)
-  Sabbie o limi sabbioso-argillosi prevalenti da sciolti a mediamente addensati (0-15m)
-  Ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate (0-35m)

3. CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA DI VARIANTE

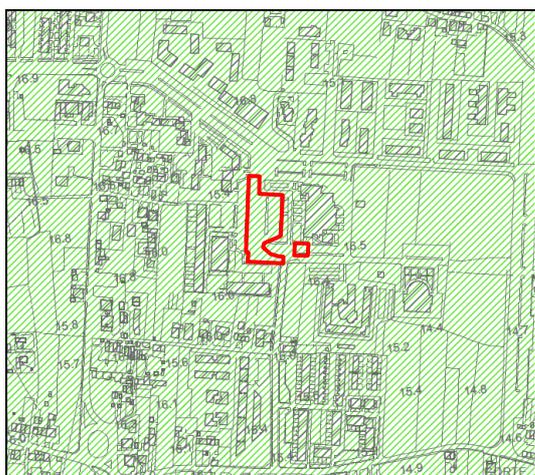
Le carte di pericolosità del vigente Regolamento Urbanistico sono state redatte ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R del 25/10/2011 Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. n. 1 del 03/01/2005 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche.

Si riporta di seguito la classificazione della pericolosità dell'area di variante.

3.1 Pericolosità geomorfologica

Dallo stralcio della Carta della Pericolosità geomorfologica si rileva che l'area di variante ricade all'interno della classe **G1 – Aree a Pericolosità Geomorfologica BASSA**. Tale classe comprende le aree pianeggianti o sub pianeggianti in cui gli elementi geomorfologici, litologici giaciture e litotecnici non costituiscono fattori in grado di produrre fenomeni di dissesto.

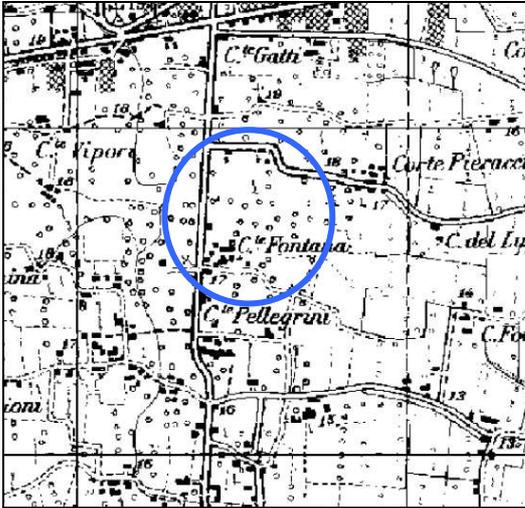
Carta della pericolosità geomorfologica



G1 - aree a pericolosità geomorfologica bassa

Nella Carta "Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante (livello di sintesi)" redatta dall'Autorità di Bacino del F. Arno a supporto del PAI, l'area risulta esterna alle perimetrazioni delle aree a pericolosità da frana.

*Perimetrazione delle aree con pericolosità da
fenomeni geomorfologici di versante (livello di sintesi)”*

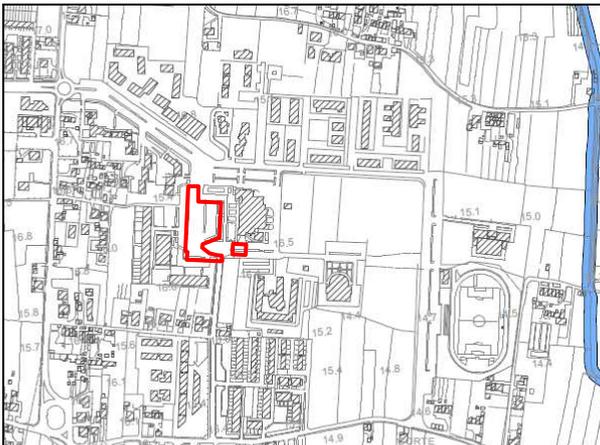


Area esterna alle perimetrazioni

3.2 Pericolosità idraulica

In merito agli aspetti idraulici la cartografia evidenzia che l'area di variante risulta esterna alle aree di pertinenza fluviale.

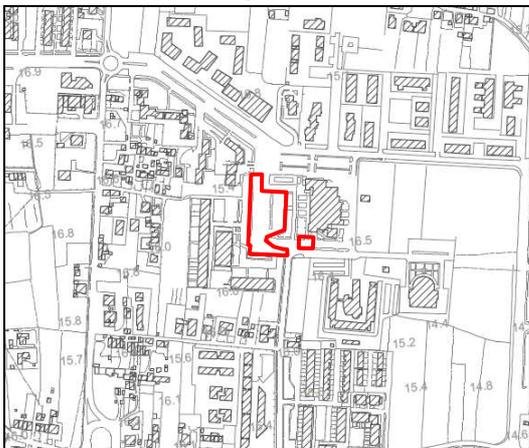
Carta degli ambiti e delle pertinenze fluviali



Area esterna alle perimetrazioni

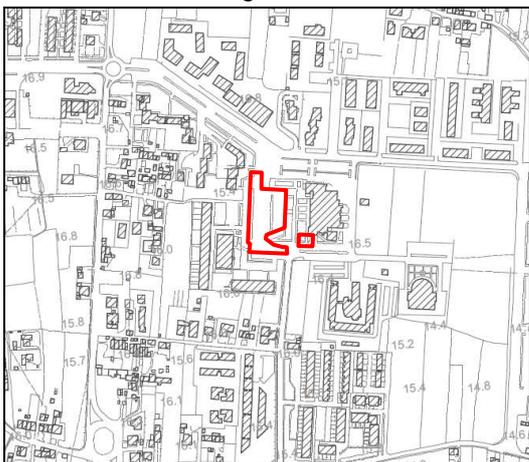
L'area di variante risulta esterna anche alle perimetrazioni delle aree allagabili con Tr
30 anni e con Tr = 200 anni

Carta delle aree allagabili $T_r=30$ anni



Area esterna alle perimetrazioni

Carta delle aree allagabili $T_r=200$ anni



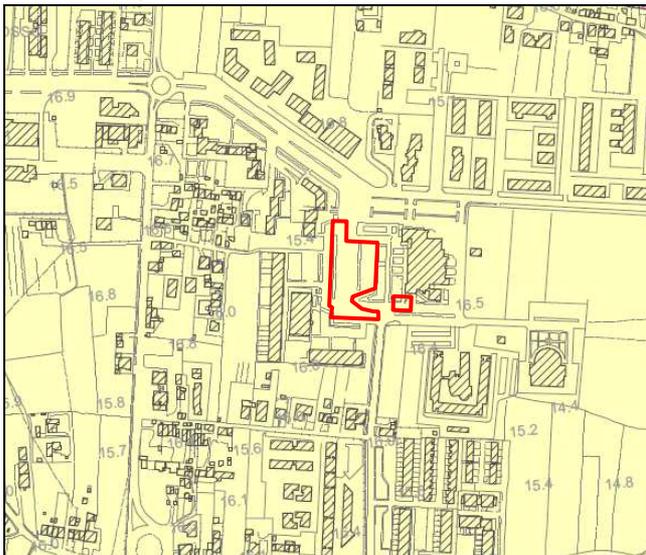
Area esterna alle perimetrazioni

Dallo stralcio della Carta della pericolosità idraulica sotto riportato si rileva che l'area di variante ricade all'interno della classe **I2 – Aree a Pericolosità Idraulica MEDIA**. Tale classe comprende le aree interessate da allagamenti per eventi con $200 < T_r \leq 500$.

3.3 Pericolosità sismica

In base ai dati di base disponibili nella zona, è stata associata all'area di variante una Pericolosità sismica **S2 – Pericolosità sismica locale MEDIA**. Si tratta di zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S3, ovvero non caratterizzate da forti contrasti di impedenza sismica (generalmente corrispondenti alle categorie di sottosuolo B o C) ad esempio depositi alluvionali della pianura.

Carta della pericolosità sismica



S.2

MEDIA

Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);

3.4 Vincoli

Dallo stralcio della Carta dei Vincoli Tecnici allegata al Quadro Conoscitivo del Regolamento Urbanistico, si rileva che l'area di variante ricade parzialmente nel perimetro della zona di rispetto di un pozzo ad uso idropotabile.

“La zona di rispetto è una porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata”.

In tali aree sono previste le limitazioni e prescrizioni indicate nel D.Lgs. 152/06 art. 9 comma 1.

Carta dei Vincoli Tecnici



-  fasce di rispetto infrastrutturale all'esterno dei centri abitati (art.26 Regolamento di Attuazione del Codice della strada)
-  centro abitato (individuato ai sensi del codice della strada)
-  pozzi
-  zona di rispetto D.Lgs. 152/06 art 94 comma 1

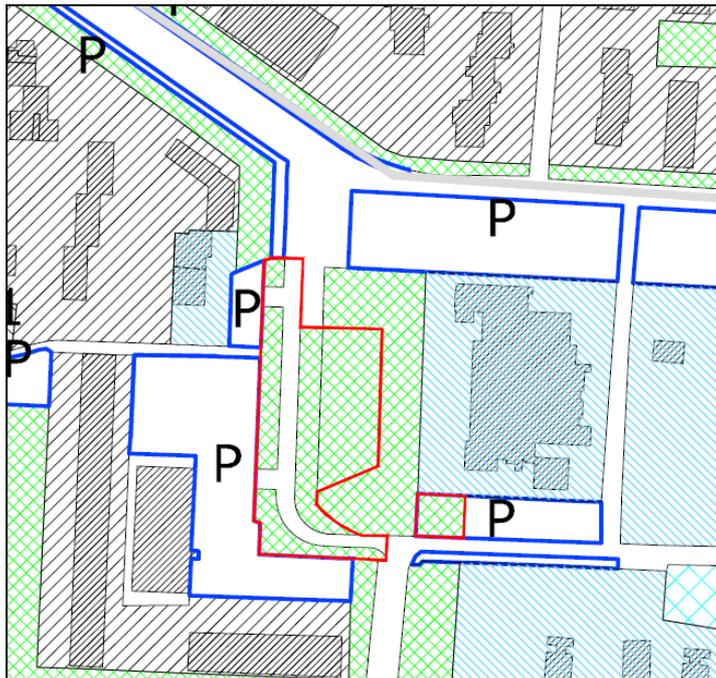
Ai sensi art. 9 comma 1 del D.Lgs. 152/06 fra le attività vietate nella zona di rispetto, l'unica che interessa la destinazione d'uso prevista è la *“dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade”*.

4. CLASSIFICAZIONE DELLA FATTIBILITA' DELL'AREA DI VARIANTE

Come specificato nella premessa a variante riguarderà:

- la definizione della viabilità carrabile e ciclopedonale
- la variazione della classificazione urbanistica dell'area attualmente classificata come "Parcheggi pubblici" e che diverrà area a "Verde pubblico attrezzato e percorsi ciclabili".

Destinazioni urbanistiche stato di Variante



Alla luce di quanto emerso dal presente studio, sono state determinate le classi di fattibilità mettendo in relazione la destinazione urbanistica prevista dalla variante e la classificazione della pericolosità dell'area.

Fattibilità Geomorfológica: I – Senza particolari limitazioni.

La destinazione urbanistica di variante non comporta modifiche della classe di fattibilità rispetto allo stato attuale.

La classe di fattibilità I non prevede alcuna prescrizione specifica.

La sintesi dei dati ottenuti mediante l'elaborazione delle prove di riferimento e di quelle appositamente eseguite ha permesso una ricostruzione dell'assetto stratigrafico e geotecnico dei terreni che può essere esteso a tutta l'area di variante grazie alla sostanziale omogeneità riscontrata nella zona.

Fattibilità Idraulica: I – Senza particolari limitazioni.

La destinazione urbanistica di variante non comporta modifiche della classe di fattibilità rispetto allo stato attuale.

L'intervento complessivo comporterà una riorganizzazione della rete di drenaggio delle acque superficiali che comunque non andrà a modificare il recapito finale delle acque captate.

All'interno del perimetro complessivo dell'area di progetto, le modifiche comporteranno un aumento delle aree a verde e quindi delle superfici permeabili rispetto allo stato attuale; questo porterà ad una diminuzione del volume delle acque scaricate nel reticolo superficiale.

Ai sensi dell'art. 51 delle Norme Tecniche di Attuazione non sono da prevedere accorgimenti per il contenimento degli effetti dell'impermeabilizzazione dei suoli in quanto il progetto non prevede la realizzazione di nuove superfici permeabili o semipermeabili rispetto allo stato attuale.

Vista la profondità del livello della falda e le opere previste dalla variante non sono da prevedere interazioni con le circolazioni idriche sotterranee.

Fattibilità Sismica: I – Senza particolari limitazioni.

La destinazione urbanistica di variante non comporta modifiche della classe di fattibilità rispetto allo stato attuale.

La classe di fattibilità I, non prevede alcuna prescrizione specifica fatto salvo il rispetto del D.P.G.R. 36/R/2009 e del D.M. 14/01/2008 – Norme tecniche per le costruzioni (NTC2008).

La categoria di sottosuolo è stata ricavata dalla "Carta delle categorie di sottosuolo" in quanto l'area in oggetto ricade in gran parte nell'immediata adiacenza della prospezione sismica n. 33 che ha fornito un valore V_{s30} che può essere associato alla categoria di sottosuolo B; tale categoria può essere confermata per l'intera area di variante in considerazione della continuità geologica rilevata al contorno dell'area e del fatto che anche le altre prospezioni sismiche eseguite nella zona hanno fornito la medesima categoria di sottosuolo.

Considerando che il presente studio ha permesso di confermare le classi di pericolosità individuate dal Regolamento Urbanistico e che le destinazioni urbanistiche previste dalla variante non comportano cambiamenti delle condizioni di fattibilità, ai sensi dell'art.3 comma 4 lett d) del D.P.G.R. 53/R del 25/10/2011 "*il comune non effettua nuove indagini geologiche*".

5. VALUTAZIONI CIRCA I VINCOLI TECNICI

Come evidenziato nello stralcio della Carta dei vincoli tecnici, l'area di variante ricade in parte all'interno della fascia di rispetto di un pozzo ad uso idropotabile.

Ai sensi art. 9 comma 1 del D.Lgs. 152/06 nella zona di zona di rispetto, è vietata la *“dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade”*.

Il progetto come già specificato, prevede una riorganizzazione del sistema di drenaggio dell'intera area di progetto; le acque provenienti dai piazzali e dalle strade verranno intercettate mediante un sistema di griglie e allontanate tramite tubazioni interrato, verso il reticolo di drenaggio esistente, per cui non ci sarà dispersione delle acque nel sottosuolo se non di quelle intercettate dalle aree a verde. Il tutto avverrà senza modificare il recapito finale delle acque che sarà il medesimo dello stato attuale.

Ai sensi della L.R. n. 20 del 31/05/2006 *“Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento”*, le acque provenienti dall'area di variante e dall'intero perimetro di intervento, possono essere classificate come acque meteoriche dilavanti non contaminate (AMDNC) ai sensi dell'art. 2 lett. f) sono *“AMDNC le acque meteoriche dilavanti derivanti da superfici impermeabili non adibite allo svolgimento di attività produttive, ossia: le strade pubbliche o private, i piazzali di sosta e di movimentazione automezzi, parcheggi e similari, anche di aree industriali, dove non vengono svolte attività che possono oggettivamente comportare il rischio di trascinarsi di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali”*.

Si precisa che a seguito della realizzazione del progetto, all'interno dell'area di variante, verranno eliminate le aree adibite a parcheggio e sostituite in parte dalla piazza ad uso prevalentemente pedonale e in parte dalle aree a verde e verrà ridotta la larghezza della viabilità esistente. Tutto questo porterà ad un miglioramento complessivo della qualità delle acque meteoriche drenate dalle nuove superfici rispetto allo stato attuale.

6. GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Per la gestione delle terre e rocce da scavo generate nel corso delle lavorazioni per la riqualificazione dell'area, si dovrà fare riferimento alla seguente normativa:

- D. lgs 152/06 Parte Quarta, Titolo V, All. 5 Tab. 1
- Legge n. 98 del 09/08/2013 – Conversione con modificazioni del decreto legge n. 69 del 21/06/2013– Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia

In relazione alle opere di progetto si prevede che le operazioni di sbancamento interesseranno quasi esclusivamente la porzione superficiale dell'area per uno spessore medio di circa 30 cm; in base a quanto emerso dalle indagini eseguite, si presume quindi che il materiale di scavo sarà prevalentemente quello appartenente all'orizzonte 1 – Massicciata stradale, terreno di riporto, e terreno rimaneggiato.

Tale materiale, se non riutilizzabile in cantiere, dovrà essere conferito allo smaltimento in discarica come rifiuto.

Lucca, 03 Luglio 2017

Geol. Cristina Mariotti Bianchi

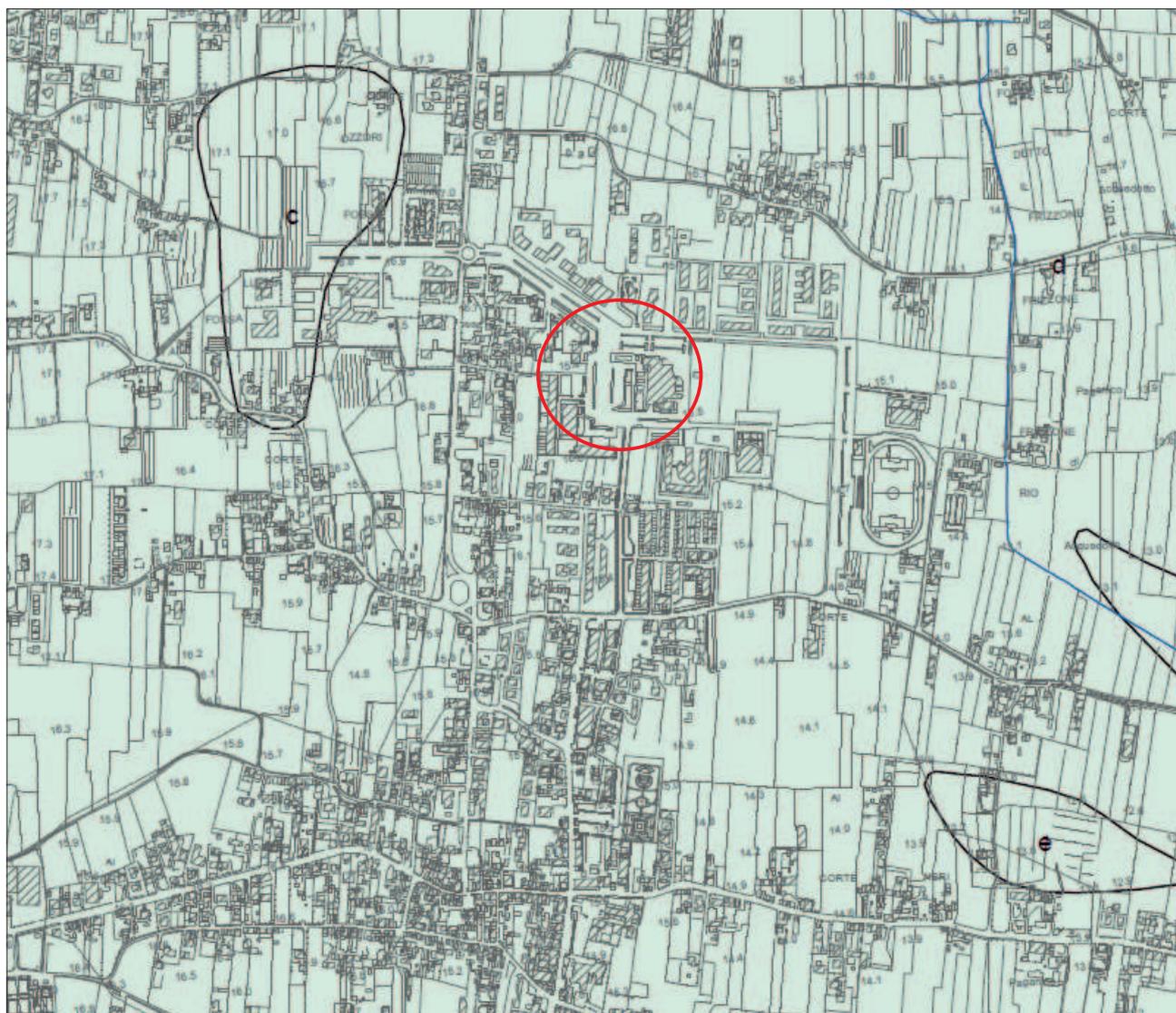



Tavola 1 - Corografia scala 1:10.000



Area di variante

Tavola 2 - Carta geologica scala 1:10.000

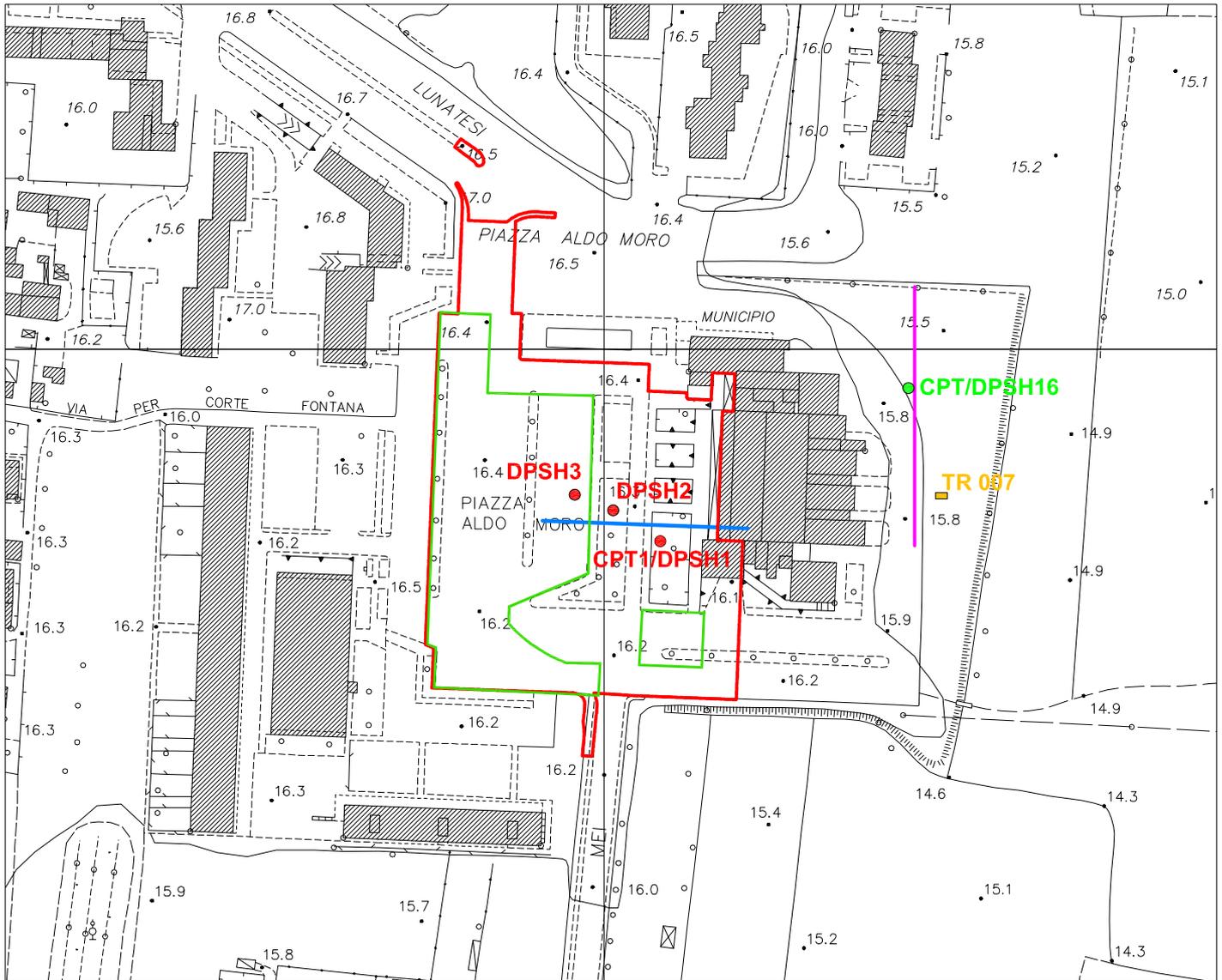


LEGENDA

- b** Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Apparati di conoide alluvionale. Ghiaie prevalenti (b).
- c** Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Ghiaie e sabbie prevalenti (c).
- d** Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Sabbie prevalenti (d).
- e** Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Sabbie e limi prevalenti (e).

 Area in esame

Tavola 3 - Stralcio CTR con ubicazione indagini geognostiche scala 1:2.000



LEGENDA

Campagna geognostica Giugno 2017

DPSH3
 Ubicazione prove penetrometriche statiche e dinamiche

Dati di base quadro conoscitivo

 Misura di microtremore di riferimento (TR n. 007)

DPSH16
 Ubicazione prova penetrometrica statica/dinamica di riferimento n. 16

 Tomografia sismica a rifrazione mediante onde SH di riferimento (n. 33)



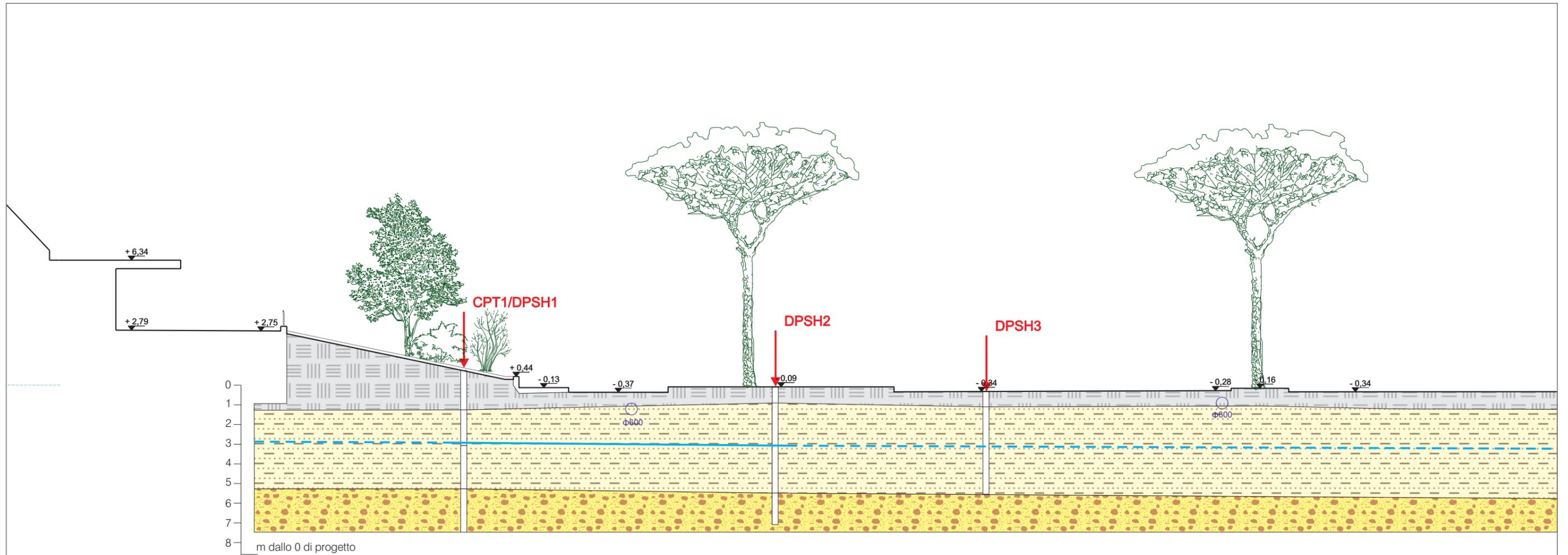
Area di variante



Lotto di intervento

 Traccia della sezione geologica

Tavola 4 - Sezione geologica stato attuale
scala 1:200



LEGENDA



Massicciata stradale, terreno di riporto e terreno rimaneggiato



Limi sabbiosi



Sabbie e ghiaie



Livello di falda (misura del 12/06/2017)



Ubicazione prove penetrometriche statiche (CPT) e dinamiche (DPSH)

Tavola 5 - Carta della pericolosità ai sensi del DPGR 53/R
scala 1:500



Perimetro complessivo area di intervento



Area di variante
Pericolosità geomorfologica G1
Pericolosità sismica S2
Pericolosità idraulica I2

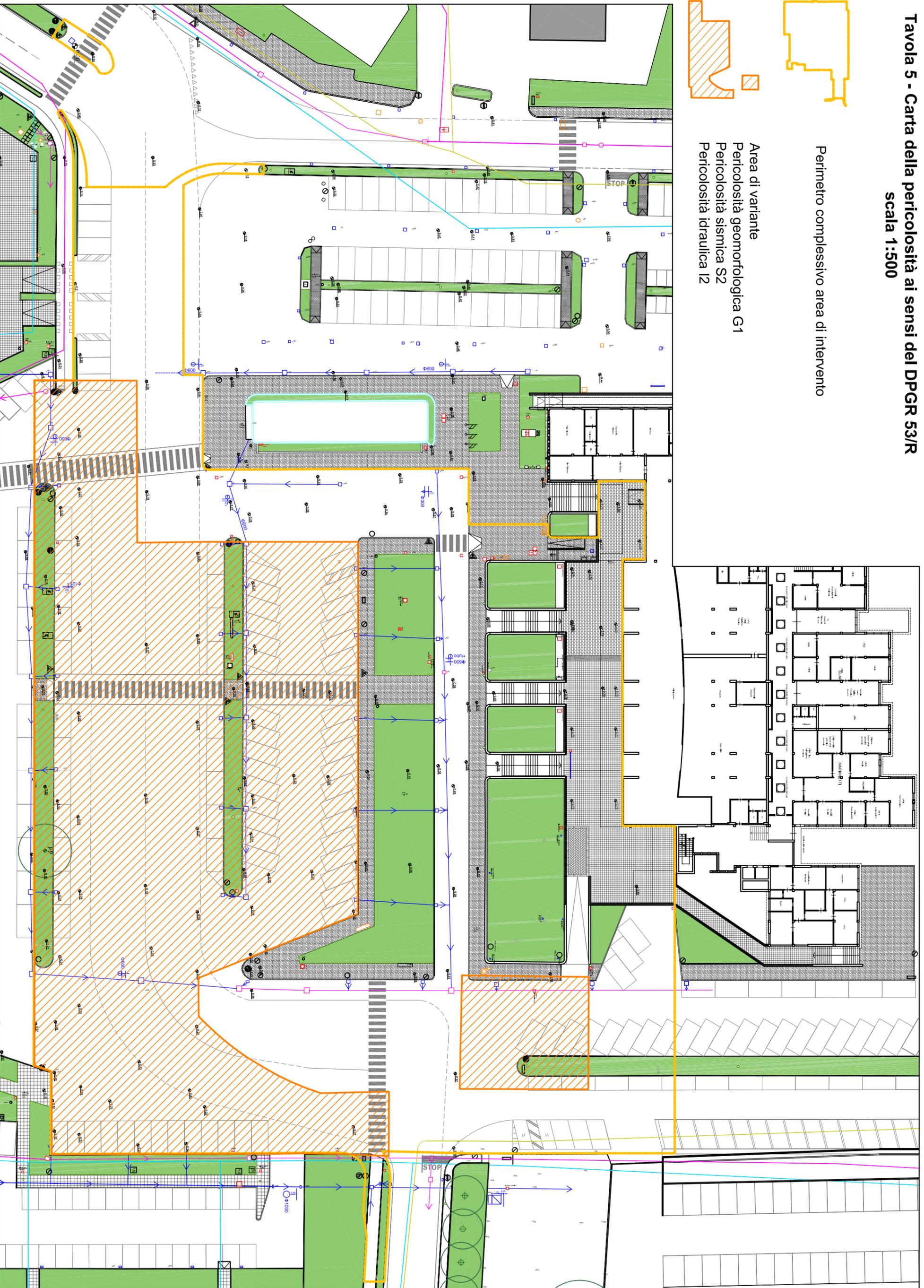


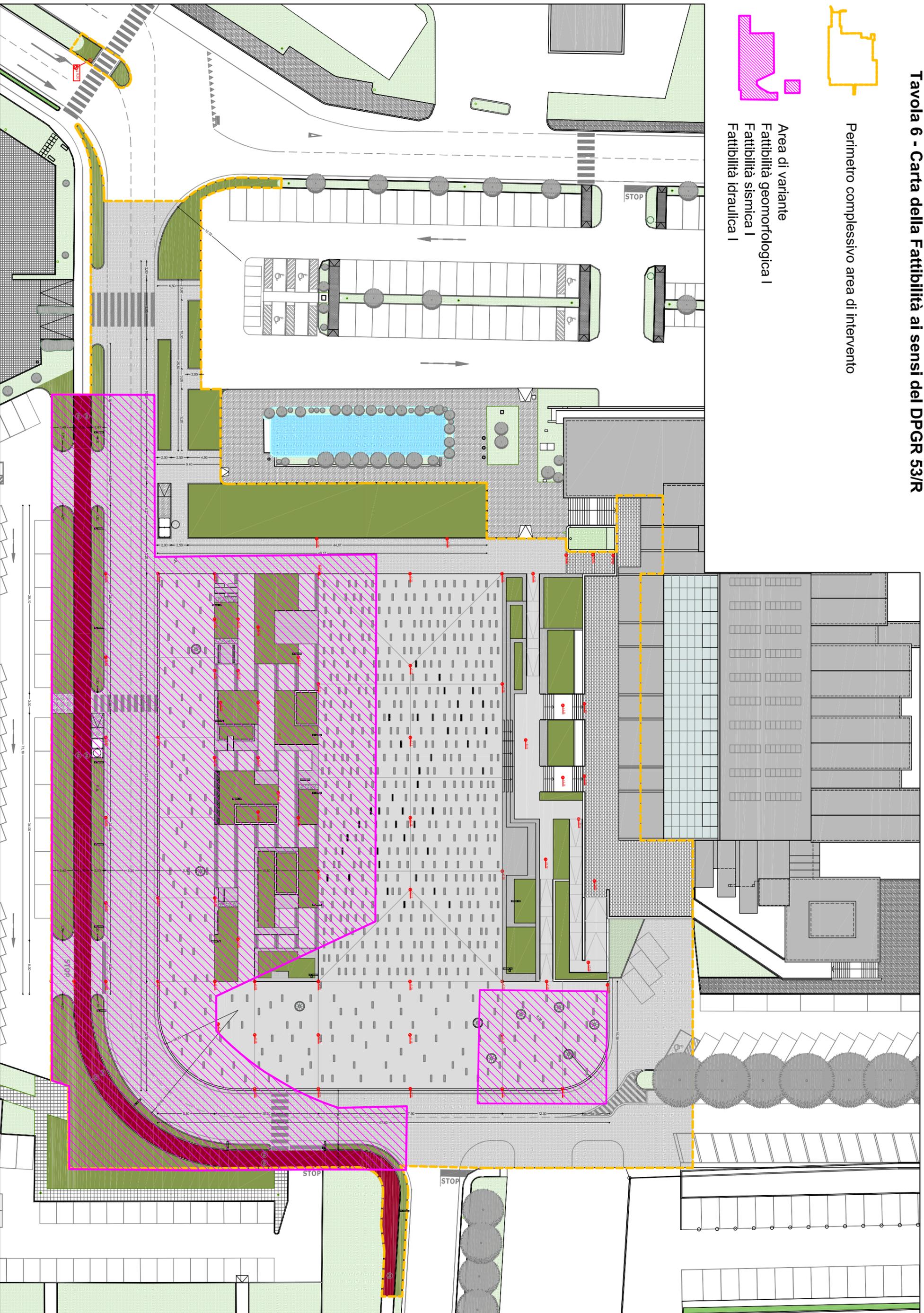
Tavola 6 - Carta della Fattibilità ai sensi del DPGR 53/R



Perimetro complessivo area di intervento

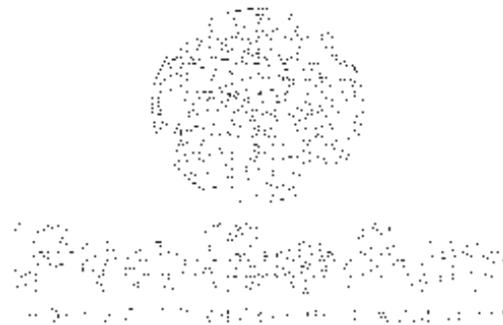


Area di variante
Fattibilità geomorfologica I
Fattibilità sismica I
Fattibilità idraulica I



Allegato 1

Dati di base (Quadro conoscitivo Variante generale al Regolamento Urbanistico)



CPT

PROVE PENETROMETRICHE STAZIONE

Committente : Amm. Com. di Capannori
Cantiera:
Località: Capannori - LU
Data: 11/07/2006
N° di prove: 1

Caratteristiche Strumentali

Ditta produttrice:	PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT
Modello:	TG63-100
Spinta:	100 KN
Punta:	meccanica tipo Begemann
Cella di carico di sommità:	Hottinger - Classe: 0,2
Centralina di rilevamento dati	elettronica
Diametro punta conica meccanica (mm):	35,7
Angolo di apertura punta (°):	60
Area punta (cmq):	10
Superficie manicotto (cmq): 150	150
Passo letture (cm):	20
Costante di trasformazione Ct:	10



CIBQE

TERRENI INCOERENTI

Angolo di Attrito

Angolo di Attrito (De Beer 1965-1967) - per sabbie N.C. e S.C. non cementata e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Densità relativa (%)

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate

Modulo di Young

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1973) $E_y(25)$ - $E_y(50)$ - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % dal valore di rottura - prima fase delle curva carico-deformazione

Modulo Edometrico

Modulo Edometrico (Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997) - valido per sabbie NC

Peso di Volume Gamma

Peso di Volume Gamma (Meyerhof) -

Peso di Volume Gamma saturo (Meyerhof) -

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

TERRENI COESIVI

Coesione Non Drenata

Coesione non drenata (Lunne & Eide)

Modulo Edometrico-Confinato

Mitchell - Gardner (1975) $M_c(E_{ed})$ (kg/cmq) per limi e argille.

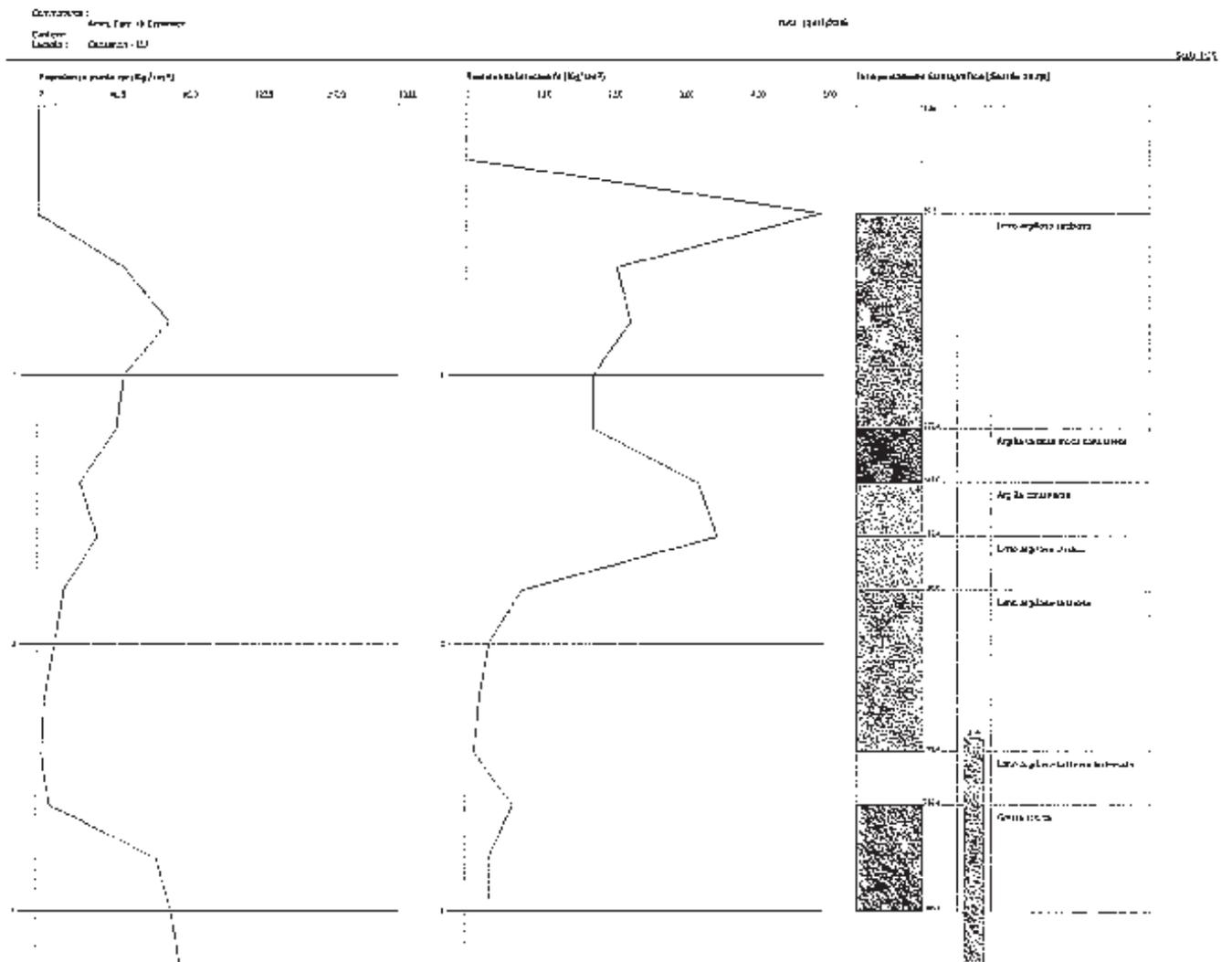
Peso di Volume Gamma

Peso di Volume terreni coesivi (γ_{mq}) (Meyerhof)

Peso di Volume saturo terreni coesivi (γ_{mq}^s) (Meyerhof)

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Prova CPT - Cone Penetration Test
 Strumento utilizzato: TAGANI 800 KN
 Programma Scalibro cpt 1e



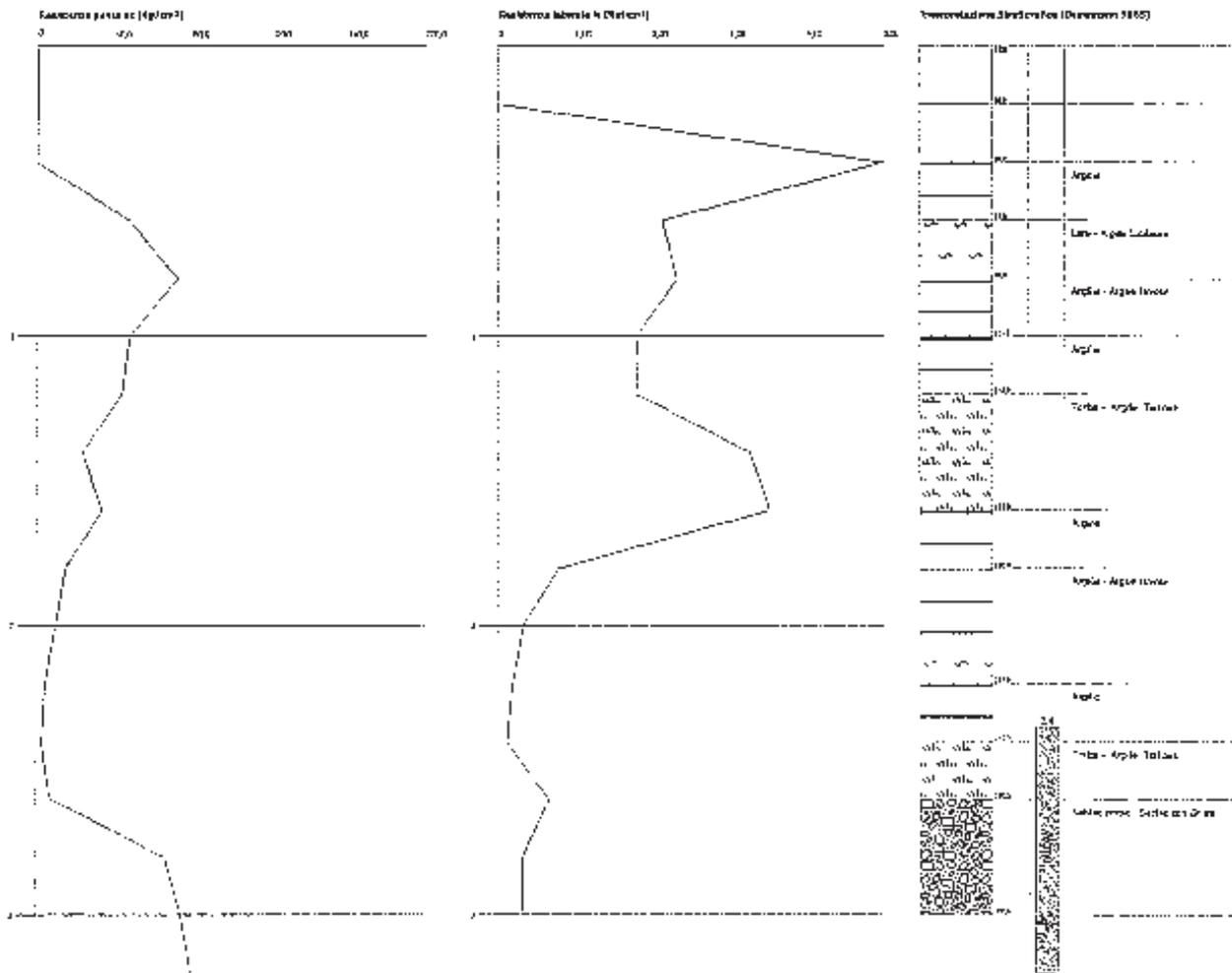
P01/2016

Probe CPT - Cone Penetration Test 3
 Sperimentazione utilizzata: PAGAHE 100 MH
 Diagramma Resistenza q_c fs

Coordinate: Area, Cava, S. Epifanio
 Gruppo: Cava
 Livello: (Cava) - III

Data: 11/07/2011

Foglio: 1/2





PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT
Via S. Maria Maddalena, 10 - 00144 Roma (RM) - Italia
Tel. +39 06 4780111 - Fax +39 06 4780112

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Committente : Amm. Com. di Capannori
Cantiere:
Località: Capannori - L.U.
Data: 11/07/2006
N° di prove: 1

Caratteristiche Strumentali

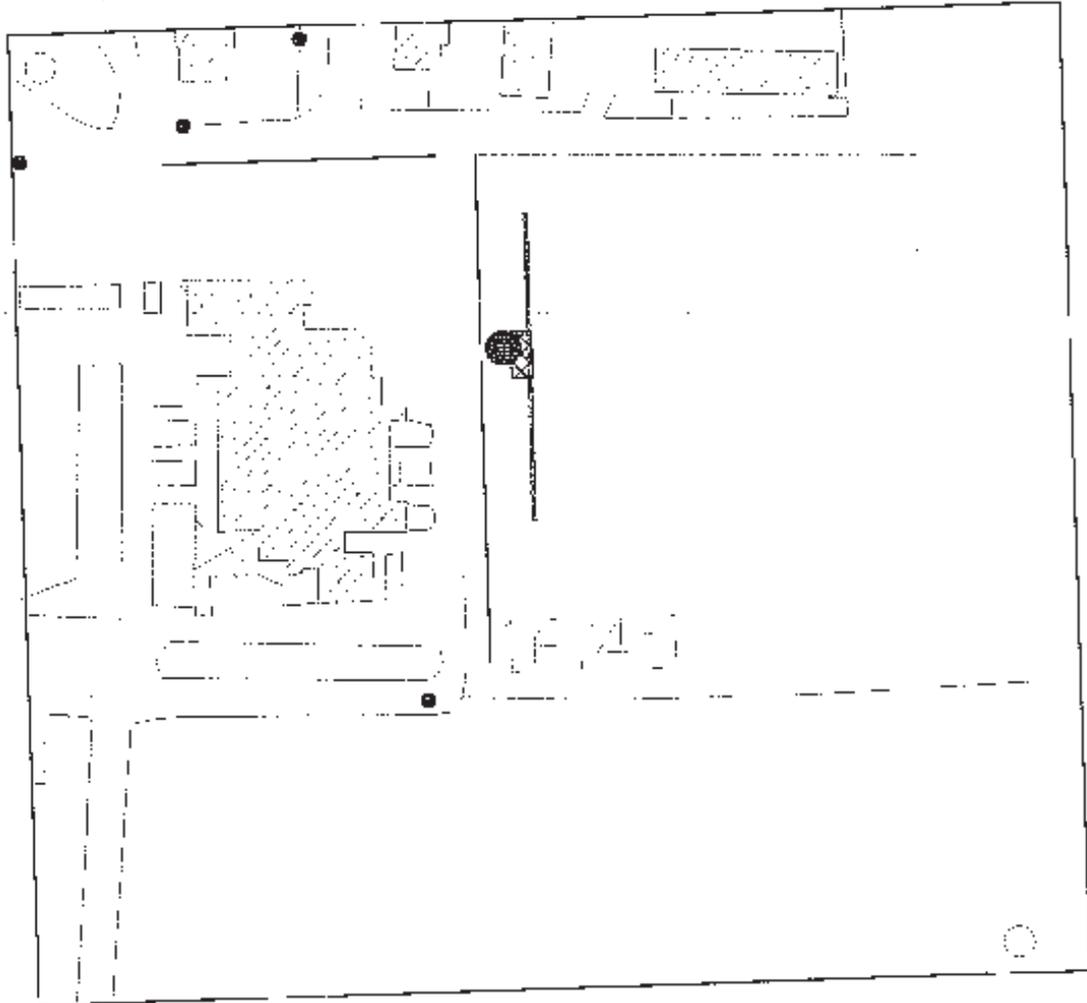
Ditta produttrice:	PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT
Modello:	TG63-100
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,7 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area d. base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,8 m
Avanzamento punta	0,2 m
Coeff. Correlazione	1,523
Angolo di apertura punta	60°



COMUNE DI CAPANNORI
Servizio Lavori Pubblici

TAV. 3

Ubicazione Indagini Geognostiche
(Scala 1:2.000)



LEGENDA

-  Base sismica
-  Prova penetrometrica
-  Fabbricato in progetto

**Indagini di Tomografia Sismica a Rifrazione mediante onde SH, finalizzate
alla caratterizzazione sismo-litologica dei terreni di competenza in
conformità a quanto indicato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni**

REDATTA IL: 21 - Luglio-2006

DAL: dott.Andrea Ghilardi (PE.GA. s.a.s.)

SU INCARICO DI: Comune di Capannori

LOCALITA': Capannori (LU)



INDICE

1 - PREMESSA.....	1
2 - PRINCIPI DI SISMOLOGIA.....	2
2.1 - Le Prospezioni Sismiche.....	2
2.2 - Le variabili in gioco.....	2
2.3 - Modelli.....	3
2.4 - Rilevatori del moto del suolo.....	4
3 - STRUMENTAZIONE E TECNICA UTILIZZATI.....	5
4 - CONCLUSIONI.....	5

ALLEGATI:PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO :

- o Profilo velocità Onde Sh:

1 - PREMESSA

Su incarico del Comune di Capannori in prossimità della sede dell'Amministrazione Comunale, in data 10-07-2006 è stata eseguita una Prospezione Sismica a Rifrazione con tecnica Tomografica, di supporto allo studio geologico e geotecnico per la realizzazione di un manufatto da adibire a centrale termica. Tali indagini sono state finalizzate alla ricostruzione della distribuzione e andamento delle velocità delle onde SH nel sottosuolo secondo quanto indicato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Nelle pagine seguenti viene brevemente descritta la metodologia utilizzata e le conclusioni raggiunte.

2 - PRINCIPI DI SISMOLOGIA

2.1 - Le Prospezioni Sismiche

La Prospezione Sismica si occupa dell'esplorazione del sottosuolo attraverso lo studio della propagazione di onde elastiche generate in superficie. Le onde elastiche vengono generate o mediante esplosioni controllate o mediante vibrazioni impresse al terreno con intensità e frequenze note, oppure utilizzando masse battenti più o meno semplici; l'impiego dell'una o dell'altra fonte di energizzazione dipende essenzialmente dalla profondità di indagine richiesta e dallo scopo del lavoro.

I principi fondamentali della prospezione sismica sono gli stessi che regolano lo studio dei terremoti e della loro propagazione all'interno della Terra; la differenza tra Sismologia e Prospezione Sismica risiede nei diversi obiettivi e nelle differenti modalità di indagine, sia per quanto riguarda l'origine della perturbazione elastica (superficiale in Prospezione Sismica, profonda in Sismologia) sia per quanto riguarda la durata e la frequenza delle vibrazioni, sia per quanto riguarda l'energia in gioco e l'ampiezza delle sollecitazioni che ne derivano.

2.2 - Le variabili in gioco

Gli obiettivi principali della prospezione sismica applicata nell'ambito ingegneristico-ambientale è quello di determinare i parametri elastici e lo spessore dei vari litotipi basandosi sulle variazioni della velocità di propagazione delle perturbazioni prodotte artificialmente.

Queste perturbazioni si trasmettono nel terreno sottoforma di onde elastiche le cui caratteristiche sono dovute essenzialmente al modo con cui le varie particelle del terreno trasmettono l'energia ricevuta, esse possono essere suddivise principalmente in quattro tipi:

Onde P: dette anche onde longitudinali o di compressione e si propagano nella stessa direzione del piano di vibrazione, sono le prime a manifestarsi sul sismogramma;

Onde S: dette anche onde trasversali o di taglio si propagano in direzione perpendicolare al piano di vibrazione e si manifestano per seconde sul sismogramma; possono essere polarizzate in un piano verticale (onde di tipo SV) o in un piano orizzontale (onde di tipo SH);

Onde L: dette onde di Love, vibrano orizzontalmente alla superficie del terreno perpendicolarmente alla direzione di propagazione, sono onde derivanti da riflessioni multiple tra gli strati e si presentano come terzi arrivi sul sismogramma;

Onde R : o di Rayleigh, le quali hanno un moto derivante dalla risultante di due movimenti, uno verticale ed uno orizzontale nella direzione dell'onda, in modo da descrivere un'ellisse "retrograda" rispetto al verso di propagazione della perturbazione e si presentano come ultime sul sismogramma.

Nell'ambito delle prospezioni sismiche superficiali (cioè qualche centinaio di metri), i tipi di onde principalmente indagate sono le **P**, e le **S**, in quanto le altre sono difficilmente registrabili sui sismogrammi in quanto hanno tempi di comparsa abbastanza brevi. Le onde **L**, possono tuttavia essere utilizzate nella sismica a riflessione in quanto derivanti da riflessioni multiple all'interno degli strati.

Le caratteristiche delle onde quindi sono legate anche alla velocità di propagazione e quindi al modulo elastico del litotipo che viene interessato dalla perturbazione, per cui poter stabilire con esattezza la velocità impiegata dalla perturbazione dal punto in cui è stata generata al punto in cui è stata rilevata, consente attraverso relazioni matematiche di stimare sia le caratteristiche elastiche dei terreni attraversati nonché le profondità dei medesimi.

Per fare ciò si utilizza uno strumento chiamato "Sismografo" che consente di registrare l'intero evento. L'inizio della registrazione ha luogo nel momento in cui viene energizzato il terreno o per mezzo di una massa battente oppure per mezzo di un esploditore. L'istante di inizio della registrazione avviene per mezzo di un dispositivo chiamato "Trigger" che fa partire un cronografo interno al sismografo mentre la registrazione si interrompe alla fine del tempo che l'operatore ha in precedenza impostato.

2.3 - Modelli

Per calcolare sia i moduli elastici sia gli spessori dei vari litotipi, ci si deve affidare alle leggi dell'ottica geometrica in particolare al Principio di Huygens, alla legge Snell, nonché al Principio di Fermat, il quale stabilisce che il raggio, (in questo caso sismico), tra tutti i possibili percorsi che separano la sorgente energizzante dal rilevatore del moto del suolo percorre quello per cui impiega il tempo minimo.

Su quest'ultimo principio si basa la Sismica a Rifrazione, cioè se consideriamo uno strato piano e di spessore h costante, a velocità V_1 , sovrapposto ad uno strato di spessore infinito caratterizzato da una velocità di propagazione $V_2 > V_1$ avviene che per un certo angolo limite il raggio sismico che viaggiava alla velocità V_1 rifrangendosi viaggerà all'interfaccia tra lo strato superficiale e quello sottostante ma alla velocità V_2 .

Quest'ultimo aspetto in riferimento a quella che possiamo definire "Sismica Classica" è sia il pregio che il limite della Sismica a Rifrazione; infatti se da un lato è relativamente semplice determinare la profondità e la velocità di un ipotetico "bedrock" posto al di sotto di una coltre di terreni più o meno coerenti è anche vero che questo metodo non consente di rilevare **inversioni di velocità verticali**

dei vari rifrattori, e quindi rifrattori intermedi a velocità più basse di quelli sovrastanti non vengono letti, quello che in letteratura viene comunemente chiamata "**Blind Zone**".

Infatti nella Sismica a Rifrazione classica si considera come modello teorico che le velocità dei litotipi aumenti sia con la profondità che con l'età geologica e questo ovviamente non è sempre vero.

In contrapposizione nella Tomografia Sismica a Rifrazione in generale ed in particolare nel caso specifico in questione, alcuni limiti ed impossibilità di indagine vengono a cadere. Infatti con nuove tecniche sia di acquisizione che di inversione dati come il Delta-t-v-method ma soprattutto con l'applicazione dell'algoritmo WET (Wavepath Eikonal Travelttime tomography processing) è possibile sia indagare fenomeni come gradienti verticali di velocità all'interno degli strati (e quindi valutare inversioni di velocità), sia incrementi lineari della velocità con la profondità, sia pinchouts, outcrops, faglie, sia forti variazioni locali di velocità che consentono di avere informazioni più precise sull'andamento delle velocità sismiche nel sottosuolo e di conseguenza sulla distribuzione degli orizzonti sismici che vengono delineati.

2.4 - Rilevatori del moto del suolo

Come in precedenza accennato, il movimento del suolo provocato dalla sorgente energizzante viene rilevato da una serie di sensori (in genere in quantità maggiore di 12) chiamati "**Geofoni**" che sono dei velocimetri, trasformano cioè lo spostamento (o oscillazione) del suolo in segnali elettrici proporzionali alla velocità di oscillazione, cioè alla derivata prima dello spostamento rispetto al tempo, $[V = dS / dT]$.

A seconda delle componenti del moto da rilevare si distinguono geofoni Verticali e Orizzontali. Un altro aspetto molto importante dei geofoni, che ne condiziona l'uso, è la frequenza propria di oscillazione cioè i limiti di frequenza entro i quali i geofoni devono dare una risposta costante per una riproduzione fedele del segnale stesso; in altre parole i geofoni devono amplificare allo stesso modo tutte le frequenze di interesse contenute nel segnale e quindi si devono adoperare tipi differenti di geofoni a seconda del tipo di rilievo da effettuare.

3 - STRUMENTI E TECNICA UTILIZZATI

In relazione al tipo di obiettivo finalizzato nella presente indagine, cioè ricostruzione di dettaglio dell'andamento della distribuzione delle velocità delle Onde SH nel terreno in funzione delle caratteristiche elastiche e litostratigrafiche, è stato eseguito n°1 profilo Sismo_Tomografico di 80.5 m.l. con una interdistanza fra i geofoni di 3.5 m.

Le principali caratteristiche della strumentazione e dei mezzi utilizzati può essere così riassunta:

- **Sismografo:** P.A.S.I. modello 16SG24 a 24 bit di risoluzione max.
- **Geofoni:** n°24 Orizzontali a 4.5 Hz della Oyo (Geospace);
- **Sorgente energizzante:** mazza (Hammer) di 9.5 Kg
- **Numero scoppi eseguiti per base sismica:** 13 per ognuna;
- **Tipo di energizzazione:** piastra in acciaio idoneo alla generazione delle onde SH
- **Tipo di linea:** continua ad offset variabile

Le linee sismiche eseguite secondo una geometria prestabilita sono di tipo continuo con offset variabile, cioè vengono eseguiti gli scoppi a distanze diverse con il profilo che rimane prefissato.

I dati così acquisiti sono stati elaborati per mezzo di un Software dedicato il Rayfract (TM) della INTELLIGENT RESOURCES INC. (Vancouver Canada) attraverso l'applicazione degli algoritmi Delta-tv-method e del WET (Wavepath Eikonal Travellime Tomography) con l'utilizzo, per la parte del plotting, del Software Surfer versione 8.0

Il modello Sismo-Tomografico finale viene ottenuto applicando l'algoritmo del Kriging al grid costruito per mezzo del WET.

4 - CONCLUSIONI

Il profilo di seguito analizzato è presentato come allegato fuori testo.

È doveroso sottolineare che non esiste una correlazione diretta tra "velocità sismica" e "tipo litologico" ma solo di tipo statistico, infatti ciò che è possibile ottenere attraverso una prospezione sismica a rifrazione sono le variazioni di velocità dei materiali che hanno diverso valore di "Impedenza acustica" o "Rigidità sismica" cioè il prodotto della densità del mezzo per la sua velocità e che consentono all'energia elastica di rifrangersi criticamente. Solo attraverso una corretta e puntuale taratura su sondaggi meccanici a recupero è possibile definire, una stratigrafia litologica dei terreni indagati.

È dunque evidente che tipi litologici diversi ma con la stessa "Rigidità sismica" avranno lo stesso valore di velocità sismica; tuttavia questo non è un limite importante in quanto nel contesto di queste indagini, non è importante definire il tipo litologico ma bensì la distribuzione e l'andamento delle densità e delle caratteristiche elastiche dei terreni attraversati.

Analisi del Profilo Sismo - Tomografico

Sulla base delle finalità della presente indagine, si può dire che il profilo Sismo-Tomografico si presenta con velocità distribuite in maniera uniforme e senza gradienti di velocità. Le isotache risultano leggermente più ravvicinate nei primi 8-9 metri di spessore mentre più in profondità la loro distribuzione è più rarefatta a testimonianza di un aumento della densità e compattazione dei materiali ma senza variazione di tipo litologico.

Il raffittimento delle isotache soprattutto nei primi 3-4 metri di profondità indica il passaggio tra la copertura limo argillosa e le ghiaie sottostanti. Tale passaggio è confermato anche da una prova penetrometrica CPT proseguita come SPT centrata sulla progressiva dei 40 metri.

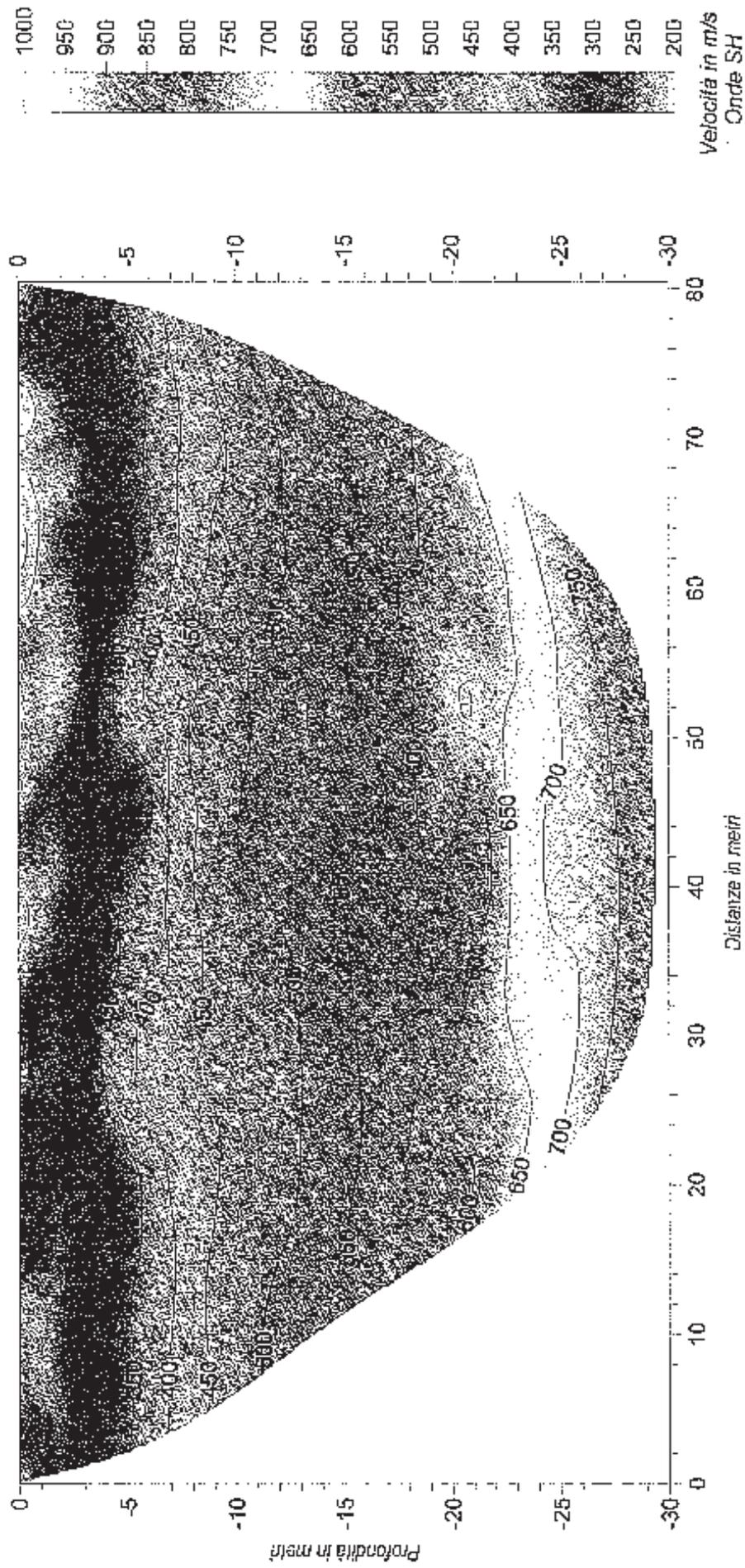
In conformità alle Norme Tecniche per le Costruzioni, sempre all'altezza della progressiva dei 40 metri è stata calcolata la velocità media dei primi trenta metri di terreno utilizzando la relazione $V_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$ dalla quale risulta un valore di 551 m/s.

Lucca li, 21-07-2006

dott. Andrea Ghilardi
 PE.GA. s.a.s.
 Amministratore
 Dott. Andrea Ghilardi



PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO Onde SH

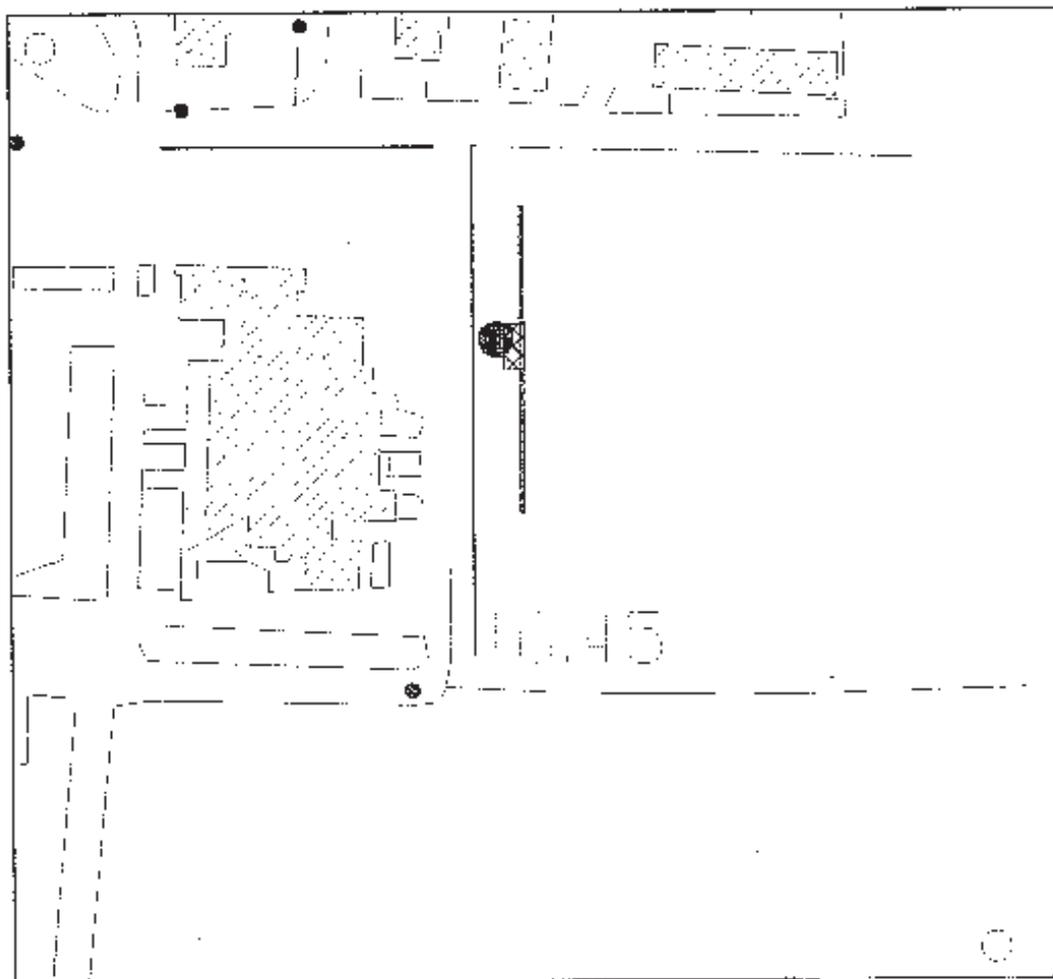




COMUNE DI CAPANNORI
Servizio Lavori Pubblici

TAV. 3

Ubicazione Indagini Geognostiche
(Scala 1:2.000)



LEGENDA



Base sismica



Prova penetrometrica



Fabbricato in progetto

TR007

CAPANNORI, MUNICIPIO

Coordinate (WGS84): N 43.84918°; E 010.57601°

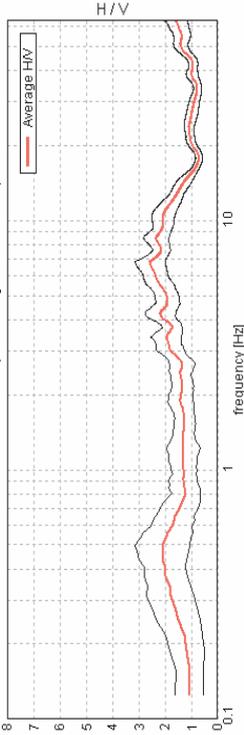
Strumento: TRZ-0101/01-10
 Inizio registrazione: 21/01/13 13:53:05
 Fine registrazione: 21/01/13 14:33:06

Durata registrazione: 0h40'00".
 Freq. campionamento: 128 Hz
 Lunghezza finestra: 20 s
 Tipo di liscio: Triangular window
 Liscio: 5% (*) e 10% (**)
 Analizzato 76% tracciato (selezione manuale)
 Condizioni meteo: parzialmente nuvoloso, calma di vento
 Tipo di superficie: terreno naturale
 Disturbi: diversi transienti ed alcuni artefatti di piccola ampiezza

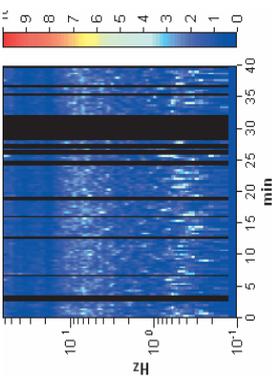


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

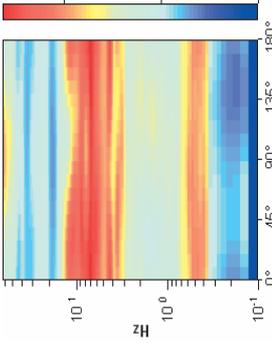
Max. HVV at 6.84 ± 0.28 Hz. (ln the range 0.0 - 20.0 Hz).



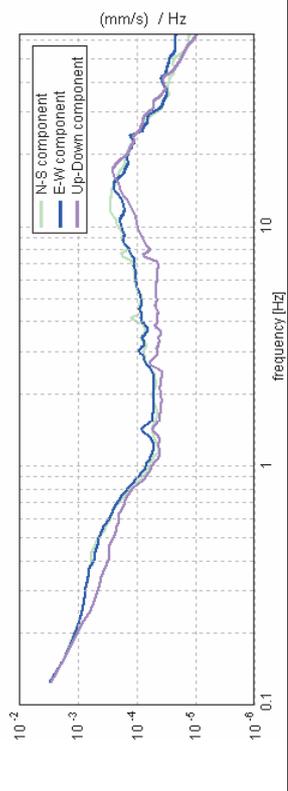
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' HV



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) (1)

Picco H/V a 6.84 ± 0.28 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$
 $n_c(f_0) > 200$
 $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$
 $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$

Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$
 Esiste f^* in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$
 $f_{\text{fissato}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$
 $\sigma_A < \epsilon(f_0)$
 $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$

OK
 OK
 OK
 OK
 OK
 OK
 OK
 OK
 OK
 NO

L_w : lunghezza della finestra
 n_w : numero di finestre usate nell'analisi
 $n_c = L_w \cdot n_w \cdot f_0$: numero di cicli significativi
 f : frequenza attuale
 f_0 : frequenza del picco H/V
 σ_A : deviazione standard della frequenza del picco H/V
 $\epsilon(f_0)$: valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A < \epsilon(f_0)$
 A_0 : ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
 $A_{H/V}(f)$: ampiezza della curva H/V alla frequenza f
 f^* : frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$
 f^* : frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$
 $\sigma_A(f)$: deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
 $\sigma_{A_{H/V}(f)}$: deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
 $\theta(f_0)$: valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

	Valori di soglia per $\sigma_A(f_0)$
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2 0.2 - 0.5 0.5 - 1.0 1.0 - 2.0 > 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0 0.2 f_0 0.15 f_0 0.10 f_0 0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0 2.5 2.0 1.78 1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log A_{H/V}(f_0)}$	0.48 0.40 0.30 0.25 0.20

CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)

CLASSE	TIPO
B	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1) La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2) le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30%; 3) assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4) i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5) i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6) durata della misura di almeno 15-20 minuti.
 Eccezioni: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1) Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2) misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

Tipo 1: H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

Tipo 2: H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

NOTE

Possibilità di risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di 0.45Hz

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12
 (2) - Albarèllo D., Cesi C., Eulini V. et al. (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 515-538.
 (3) - Albarèllo D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

Allegato 2

Campagna geognostica 2017 - Prove Penetrometriche statiche e
dinamiche



Azienda Certificata
ISO 9001:2008 N. 70Q16704
"Progettazione ed esecuzione di indagini geotecniche e
geofisiche, ambientali, idrometriche"



RELAZIONE TECNICA

Committente: Amm.ne
Comunale di Capannori
Località: Capannori (LU)
Data Indagine: 01/06/2017
Codice lavoro: 170601a

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Dott. Jacopo Martini

GAIA Servizi S.n.c.

Via Lenin, 132/Q

56017 San Giuliano Terme (PI)

Tel/Fax: 050 9910582

e-mail: info@gaiaservizi.com

P.IVA: 01667250508

Data elaborazione: 06/06/2017

GAIA Servizi S.n.c.
di Massimiliano Vannozzi & C.
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 1: Prova penetrometrica CPT/DIN 1



Figura 2: Prova penetrometrica DIN 2



Figura 3: Prova penetrometrica DIN 3

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
TG63-200 - Pagani - Piacenza

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing = 35.7 \text{ mm} - h = 133 \text{ mm} - A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: $q_c \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale: $f_s \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale : $R_t \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : nonostante la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata alla stessa quota della punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N \approx 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t/m² = 10 kg/cm²

1 kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (qc / fs)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = qc / fs$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

**Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978),
ricavabili in base ai valori di qc e di $FR = (fs / qc) \% :$**

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT

1

riferimento

170601a

certificato n°

292/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
 Cantiere: **170601a**
 Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**
 Pagina: **1**
 Elaborato:

Data esec.: **01/06/2017**
 Data certificato: **06/06/2017**
 Falda: **-3,57 m da p.c.**

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
0,20	0,0	0		0,00	0,00										
0,40	61,0	90		61,00	1,93	32	3,2								
0,60	94,0	107		94,00	0,87	108	0,9								
0,80	43,0	68		43,00	1,67	26	3,9								
1,00	38,0	57		38,00	1,27	30	3,3								
1,20	23,0	43		23,00	1,33	17	5,8								
1,40	54,0	83		54,00	1,93	28	3,6								
1,60	85,0	95		85,00	0,67	127	0,8								
1,80	126,0	165		126,00	2,60	48	2,1								
2,00	191,0	217		191,00	1,73	110	0,9								
2,20	56,0	96		56,00	2,67	21	4,8								
2,40	15,0	31		15,00	1,07	14	7,1								
2,60	12,0	26		12,00	0,93	13	7,8								
2,80	11,0	17		11,00	0,40	28	3,6								
3,00	13,0	20		13,00	0,47	28	3,6								
3,20	11,0	22		11,00	0,73	15	6,6								
3,40	9,0	18		9,00	0,60	15	6,7								
3,60	9,0	15		9,00	0,40	23	4,4								
3,80	14,0	23		14,00	0,60	23	4,3								
4,00	29,0	38		29,00	0,60	48	2,1								
4,20	25,0	44		25,00	1,27	20	5,1								
4,40	21,0	37		21,00	1,07	20	5,1								
4,60	16,0	25		16,00	0,60	27	3,8								
4,80	77,0	90		77,00	0,87	89	1,1								
5,00	13,0	39		13,00	1,73	8	13,3								
5,20	99,0	119		99,00	1,33	74	1,3								
5,40	44,0	56		44,00	0,80	55	1,8								
5,60	28,0	41		28,00	0,87	32	3,1								
5,80	20,0	49		20,00	1,93	10	9,7								
6,00	17,0	32		17,00	1,00	17	5,9								
6,20	37,0	45		37,00	0,53	70	1,4								
6,40	47,0	82		47,00	2,33	20	5,0								
6,60	46,0	53		46,00	0,47	98	1,0								
6,80	80,0	120		80,00	2,67	30	3,3								
7,00	500,0	550		500,00	3,33	150	0,7								

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
 fs = resistenza laterale calcolata
 alla stessa quota di qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

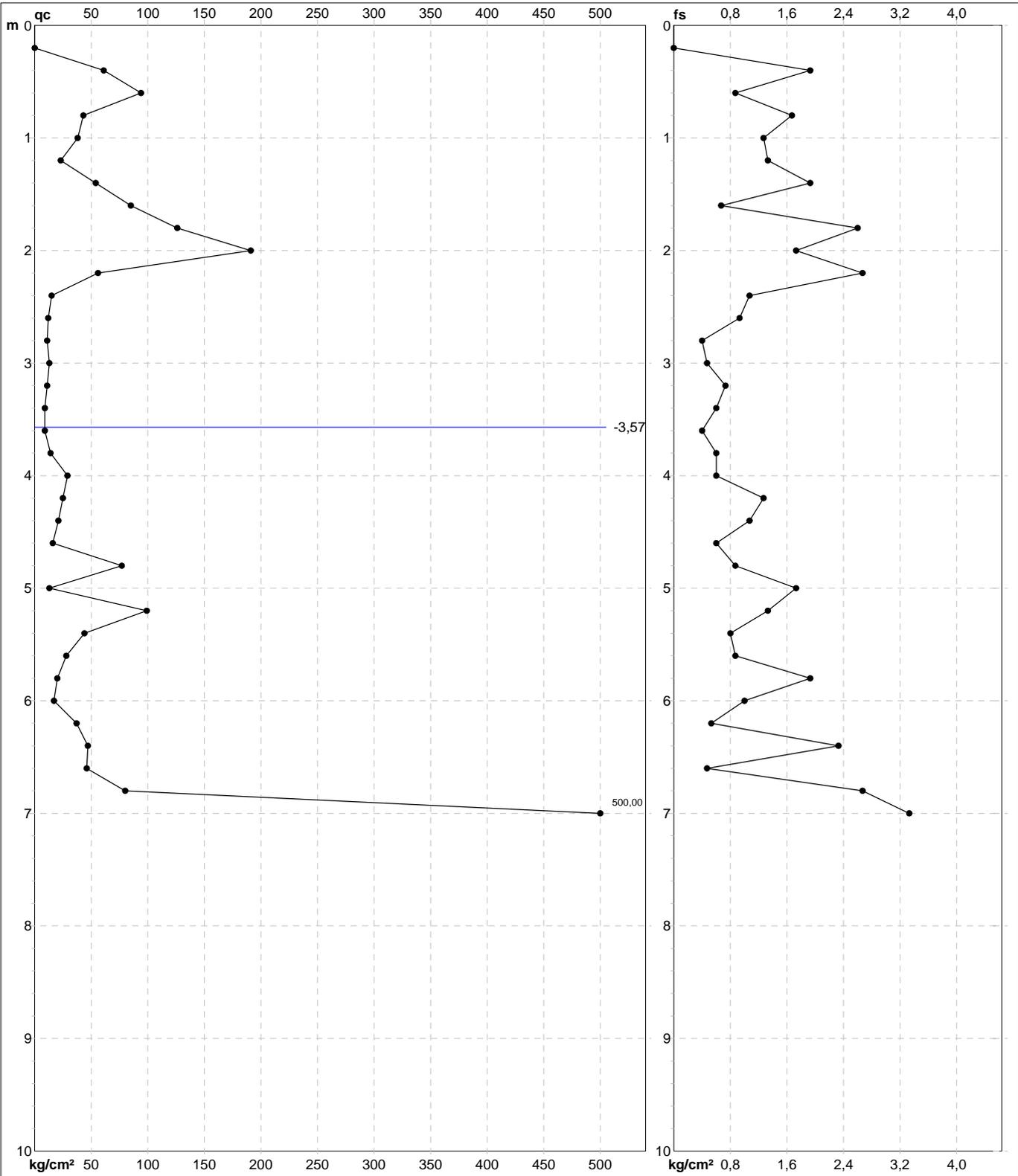
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT	1
riferimento	170601a
certificato n°	292/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
 Cantiere: **170601a**
 Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: 01/06/2017
 Scala: 1:50 Data certificato: 06/06/2017
 Pagina: 1 Quota inizio:
 Elaborato: Falda: -3,57 m da p.c.



Penetrometro: TG63-200	Preforo: m
Responsabile: Geol. Massimiliano Vannozi	Corr.astine: kg/ml
Assistente:	Cod. punta:

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON059

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT
1

riferimento

170601a

certificato n°

292/17

 Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

 Cantiere: **170601a**

 Località: **Capannori (LU)**

 U.M.: **kg/cm²**

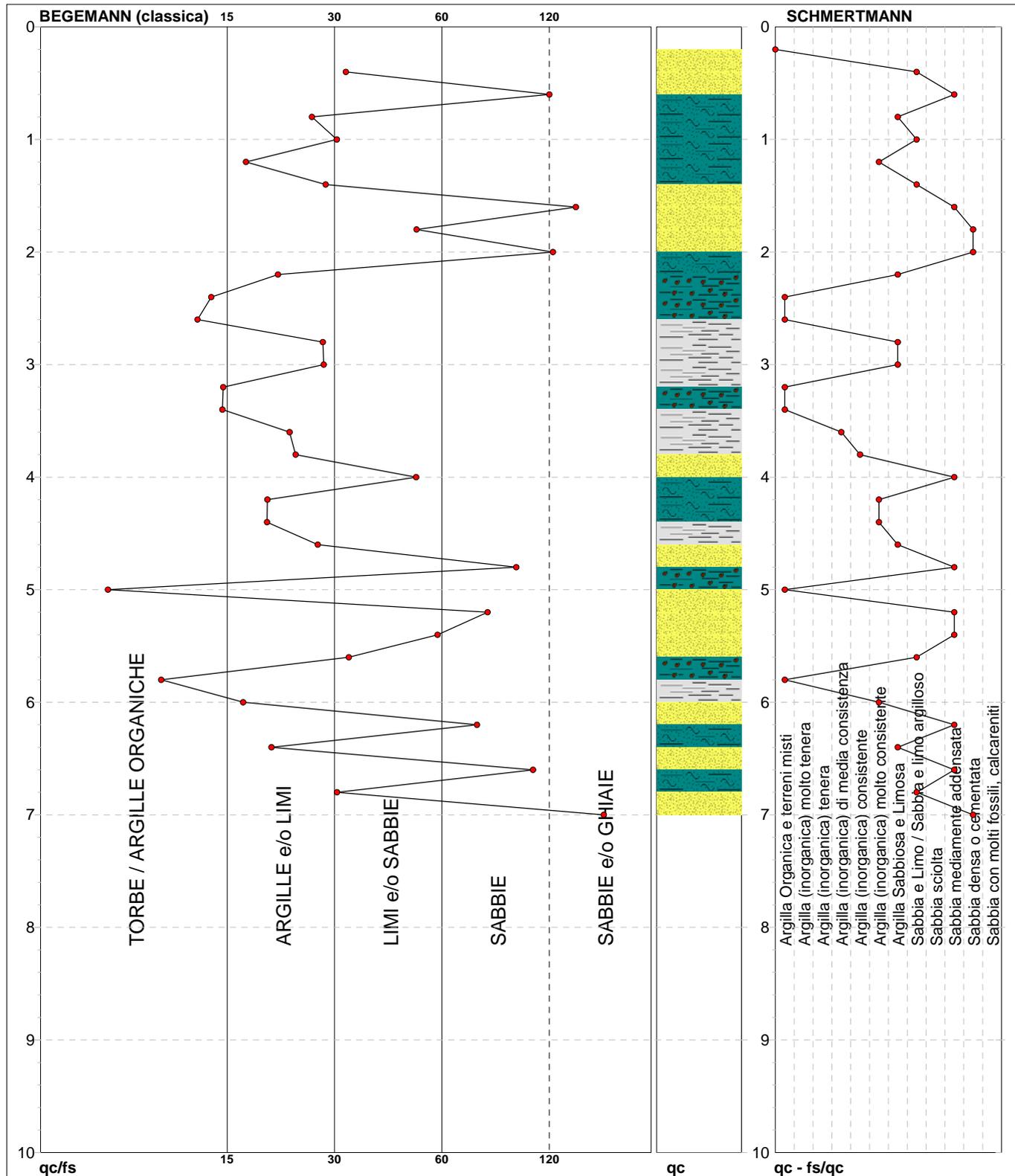
 Scala: **1:50**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Data exec.: **01/06/2017**

 Data certificato: **06/06/2017**

 Falda: **-3,57 m da p.c.**


Torbe / Argille org. :	21 punti, 42,86%	Argilla Organica e terreni misti:	6 punti, 12,24%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	6 punti, 12,24%
Argille e/o Limi :	16 punti, 32,65%	Argilla (inorganica) media consist.:	1 punto, 2,04%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	5 punti, 10,20%
Limi e/o Sabbie :	5 punti, 10,20%	Argilla (inorganica) consistente:	1 punto, 2,04%	Sabbia mediamente addensata:	8 punti, 16,33%
Sabbie:	6 punti, 12,24%	Argilla (inorganica) molto consist.:	4 punti, 8,16%	Sabbia densa o cementata:	3 punti, 6,12%
Sabbie e/o Ghiaie :	2 punti, 4,08%				

LEGENDA SPECIFICHE TECNICHE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti :

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

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

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici

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

Per la visione delle caratteristiche tecniche dei penetrometri, si rimanda alla sezione EDITOR PENETROMETRI.

I PENETROMETRI dinamici in uso in Italia risultano essere i seguenti (non rientranti però nello Standard ISSMFE) :

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SCPT) (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$), diametro D = 50.8 mm, area base cono A = 20.27 cm² rivestimento : previsto secondo precise indicazioni

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente M = 63.5 kg, altezza caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 20-30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$), diametro D = 50.5 mm , area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto .

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

VALUTAZIONI STATISTICHE - CORRELAZIONI N / N_{spt}

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati .

Previa definizione della profondità di ciascuno strato , il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando :

valore minimo m , massimo Max , media M, scarto quadratico medio s, valore medio/minimo (M+m)^{1/2}
media-scarto quadratico medio (M-s)

Ciò considerato , si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto , a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopracitati o un valore a scelta.

Successivamente , con riferimento al valore caratteristico assunto per il numero di colpi N , si potrà avviare un tentativo di correlazione con il numero di colpi N_{spt} della prova SPT : $N_{spt} = \beta N$ [ove per il coefficiente β potrà introdurre un valore sperimentale a piacere (vedi note illustrative), ovvero il coefficiente teorico di energia βt fornito dal programma] .

VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA E COEFFICIENTE DI ENERGIA

La resistenza alla punta dinamica R_{pd} viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

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

N = n. colpi per avanzamento δ R_{pd} = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]

e = avanzamento per colpo = δ/N P = peso tot. sistema battuta e aste ,

ovvero in base alla formula semplificata :

$$R_{pd}' = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N ,$$

ove : $Q = (M H) / (A \delta)$ = energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N,Q) alla prova SPT (N_{spt},Q_{spt}),

dall 'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$R_{pd}' = Q N = Q_{spt} N_{spt} \Rightarrow N_{spt} = N [Q/Q_{spt}] = \beta N ,$$

ove il rapporto $\beta t = Q/Q_{spt}$ viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame ,

relativamente alla prova SPT (Q_{spt} = 7.83 kg/cm² = 0.768 MPa) per M = 63.5 kg, H = 0.75 m, D = 50.8 mm, A = 20.27 cm², d = 0.30 m) .

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente

prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

N_{spt} -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

N_{spt} -> δ' ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

N_{spt} -> E' MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

N_{spt} -> Cu COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

N_{spt} -> Y PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

R_{pd} -> Qd CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tchong & Lebegue(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)

(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g)]

V_s = velocità di propagazione delle onde sismiche (Yoshida Motonori 1988)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN
1

riferimento

170601a

certificato n°

293/17

 Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

 U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 01/06/2017

 Cantiere: **170601a**

Data certificato: 06/06/2017

 Località: **Capannori (LU)**

Pagina: 1

Elaborato:

Falda: -3,57 m da p.c.

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0,20	1	0		0,00					
0,40	1	0		0,00					
0,60	2	0		0,00					
0,80	2	0		0,00					
1,00	2	0		0,00					
1,20	2	0		0,00					
1,40	2	0		0,00					
1,60	3	0		0,00					
1,80	3	0		0,00					
2,00	3	0		0,00					
2,20	3	0		0,00					
2,40	3	0		0,00					
2,60	4	0		0,00					
2,80	4	0		0,00					
3,00	4	0		0,00					
3,20	4	0		0,00					
3,40	4	0		0,00					
3,60	5	0		0,00					
3,80	5	0		0,00					
4,00	5	0		0,00					
4,20	5	0		0,00					
4,40	5	0		0,00					
4,60	6	0		0,00					
4,80	6	0		0,00					
5,00	6	0		0,00					
5,20	6	0		0,00					
5,40	6	0		0,00					
5,60	7	0		0,00					
5,80	7	0		0,00					
6,00	7	0		0,00					
6,20	7	0		0,00					
6,40	7	0		0,00					
6,60	8	0		0,00					
6,80	8	0		0,00					
7,00	8	11		72,63					
7,20	8	6		39,62					
7,40	8	6		39,62					
7,60	9	12		79,24					
7,80	9	12		79,24					
8,00	9	23		144,01					
8,20	9	18		112,70					

H = profondità

qcd = resistenza dinamica punta

L1 = prima lettura (colpi punta)

Asta = numero di asta impiegata

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN

1

referimento

170601a

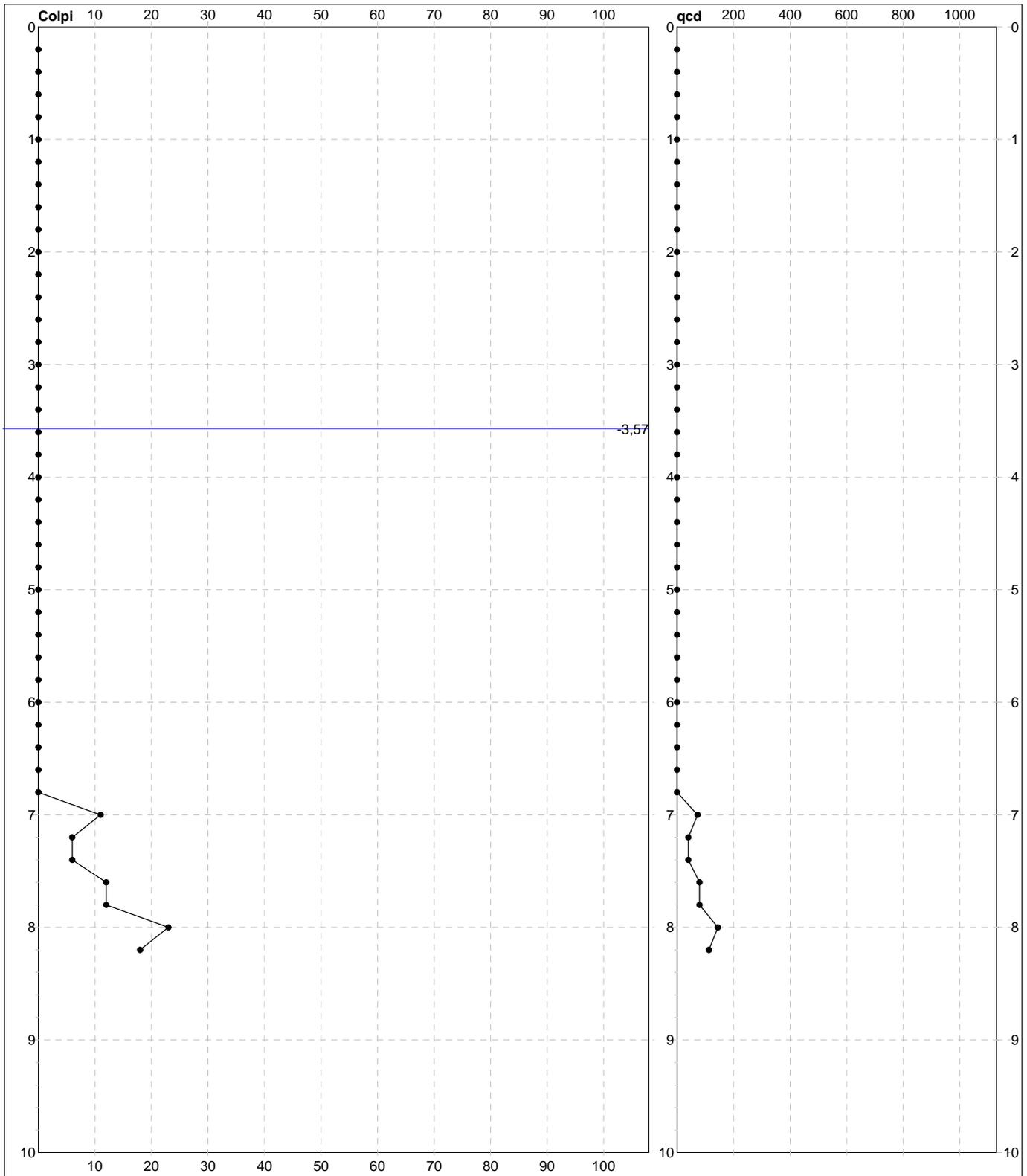
certificato n°

293/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
 Cantiere: **170601a**
 Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: 1:50
 Pagina: 1
 Elaborato:

Data exec.: 01/06/2017
 Data certificato: 06/06/2017
 Falda: -3,57 m da p.c.



Penetrometro: DPSH (S. Heavy) Massa battente: 63,50 m Altezza caduta: 0,75 m Avanzamento: 0,20 m	Responsabile: Geol. Massimiliano Vannozi Assistente:	Preforo: m Corr.astine: kg/ml Cod.ISTAT: 0
--	---	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN

1

riferimento

170601a

certificato n°

293/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
Cantiere: **170601a**
Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**

Data eseg.: 01/06/2017

Pagina: 1

Data certificato: 06/06/2017

Elaborato:

Falda: -3,57 m da p.c.

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	6,80 : 7,00	Media	11	1,52	17	72,63	69,14	177	116	3,63	Coes./Gran.	
2	7,00 : 7,40	Media	6	1,52	9	39,62	35,66	160	70	1,98	Coes./Gran.	
3	7,40 : 7,80	Media	12	1,52	18	79,24	71,31	182	121	3,96	Coes./Gran.	
4	7,80 : 8,20	Media	21	1,52	31	128,36	115,52	220	187	6,42	Coes./Gran.	

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	6,80 : 7,00	17	1,06	1,98	26,99	0,73	63	46	32	322	1,97	1,56	264	---
2	7,00 : 7,40	9	0,56	1,89	34,00	0,92	44	32	30	261	1,92	1,48	173	---
3	7,40 : 7,80	18	1,13	2,00	26,21	0,71	65	47	32	330	1,98	1,57	275	---
4	7,80 : 8,20	31	1,94	2,10	20,20	0,55	92	66	36	430	2,06	1,70	386	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN

2

riferimento

170601a

certificato n°

294/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

Cantiere: **170601a**

Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 01/06/2017

Pagina: 1

Data certificato: 06/06/2017

Elaborato:

Falda: -5,47 m da p.c.

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0,20	1	13		138,92					
0,40	1	17		181,67					
0,60	2	13		138,92					
0,80	2	8		85,49					
1,00	2	6		58,91					
1,20	2	3		29,46					
1,40	2	3		29,46					
1,60	3	2		19,64					
1,80	3	5		49,09					
2,00	3	4		36,33					
2,20	3	3		27,24					
2,40	3	3		27,24					
2,60	4	2		18,16					
2,80	4	3		27,24					
3,00	4	2		16,89					
3,20	4	3		25,34					
3,40	4	3		25,34					
3,60	5	2		16,89					
3,80	5	3		25,34					
4,00	5	5		39,48					
4,20	5	3		23,69					
4,40	5	2		15,79					
4,60	6	2		15,79					
4,80	6	3		23,69					
5,00	6	5		37,06					
5,20	6	6		44,47					
5,40	6	3		22,24					
5,60	7	6		44,47					
5,80	7	13		96,36					
6,00	7	9		62,86					
6,20	7	8		55,87					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN

2

riferimento

170601a

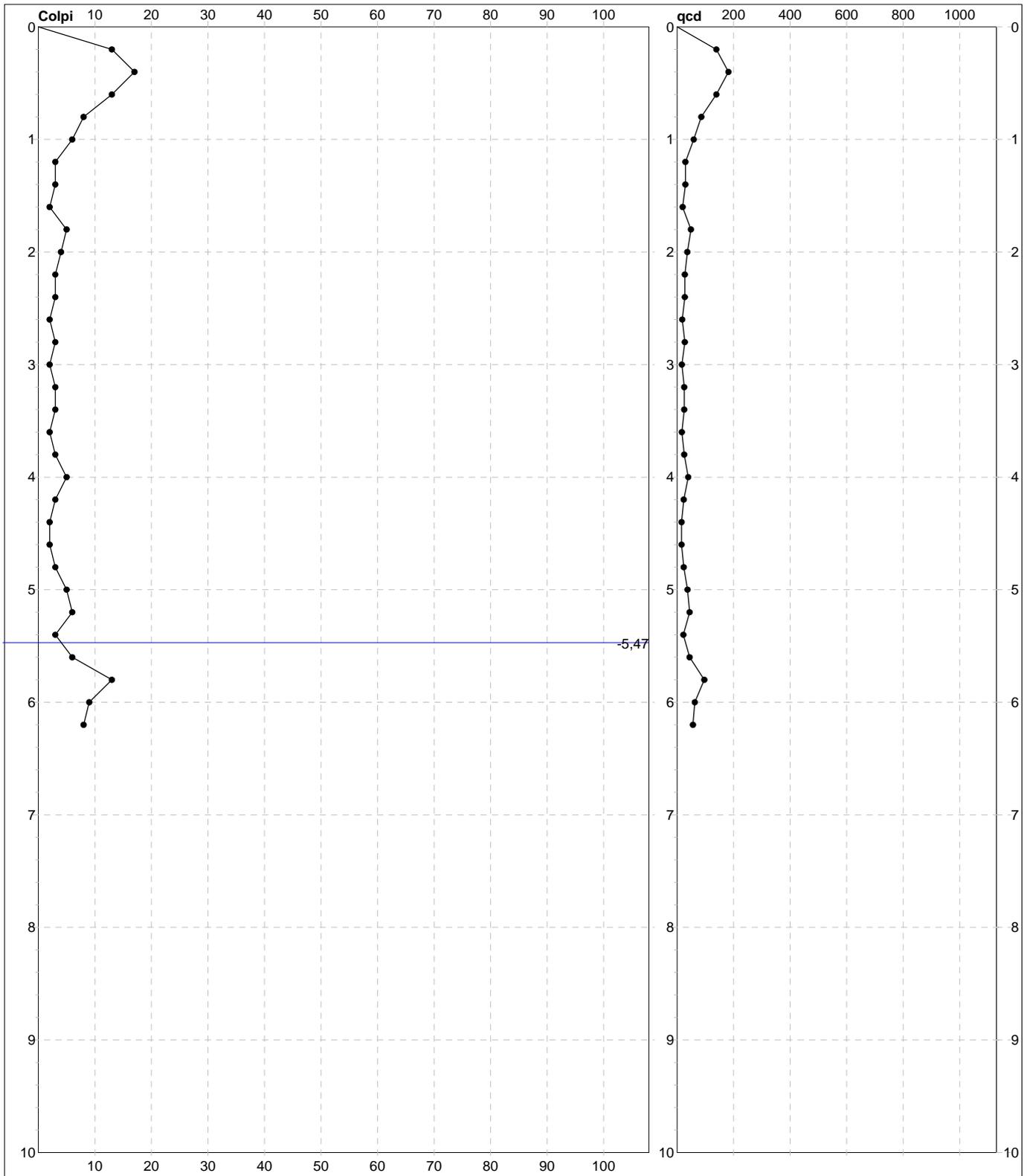
certificato n°

294/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
 Cantiere: **170601a**
 Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: 1:50
 Pagina: 1
 Elaborato:

Data exec.: 01/06/2017
 Data certificato: 06/06/2017
 Falda: -5,47 m da p.c.



Penetrometro: DPSH (S. Heavy) Massa battente: 63,50 m Altezza caduta: 0,75 m Avanzamento: 0,20 m	Responsabile: Geol. Massimiliano Vannozi Assistente:	Preforo: m Corr.astine: kg/ml Cod.ISTAT: 0
--	---	---

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON059

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN

2

riferimento

170601a

certificato n°

294/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

Cantiere: **170601a**

Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**

Data eseg.: 01/06/2017

Pagina: 1

Data certificato: 06/06/2017

Elaborato:

Falda: -5,47 m da p.c.

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp kg/cm ²	qc kg/cm ²	Vs m/sec	G kg/cm ²	Q kg/cm ²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,60	Media	14	1,52	22	153,17	137,85	101	142	7,66	Coes./Gran.	
2	0,60 : 1,00	Media	7	1,52	11	72,20	67,32	108	82	3,61	Coes./Gran.	
3	1,00 : 4,80	Media	3	1,52	4	25,90	24,09	116	36	1,30	Coes./Gran.	
4	4,80 : 5,60	Media	5	1,52	8	37,06	33,36	147	63	1,85	Coes./Gran.	
5	5,60 : 6,20	Media	10	1,52	15	71,70	66,71	168	105	3,58	Coes./Gran.	

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm ²	Ysat t/m ³	W %	e -	Mo kg/cm ²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm ²	Ysat t/m ³	Yd t/m ³	Mo kg/cm ²	Liq. -
1	0,00 : 0,60	22	1,38	2,04	23,28	0,63	73	53	34	361	2,00	1,61	309	---
2	0,60 : 1,00	11	0,69	1,91	32,11	0,87	50	37	30	276	1,94	1,51	196	---
3	1,00 : 4,80	4	0,25	1,80	41,67	1,13	30	15	28	222	1,87	1,39	116	---
4	4,80 : 5,60	8	0,50	1,87	34,98	0,94	41	28	29	253	1,91	1,46	161	---
5	5,60 : 6,20	15	0,94	1,96	28,61	0,77	59	43	32	307	1,96	1,54	241	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN
3

riferimento

170601a

certificato n°

295/17

 Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

 U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 01/06/2017

 Cantiere: **170601a**

Data certificato: 06/06/2017

 Località: **Capannori (LU)**

Pagina: 1

Elaborato:

Falda: Assente

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0,20	1	82		876,27					
0,40	1	43		459,51					
0,60	2	22		235,10					
0,80	2	11		117,55					
1,00	2	8		78,55					
1,20	2	4		39,28					
1,40	2	1		9,82					
1,60	3	2		19,64					
1,80	3	1		9,82					
2,00	3	2		18,16					
2,20	3	3		27,24					
2,40	3	2		18,16					
2,60	4	2		18,16					
2,80	4	3		27,24					
3,00	4	2		16,89					
3,20	4	2		16,89					
3,40	4	3		25,34					
3,60	5	4		33,79					
3,80	5	4		33,79					
4,00	5	3		23,69					
4,20	5	3		23,69					
4,40	5	2		15,79					
4,60	6	3		23,69					
4,80	6	3		23,69					
5,00	6	2		14,82					
5,20	6	4		29,65					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

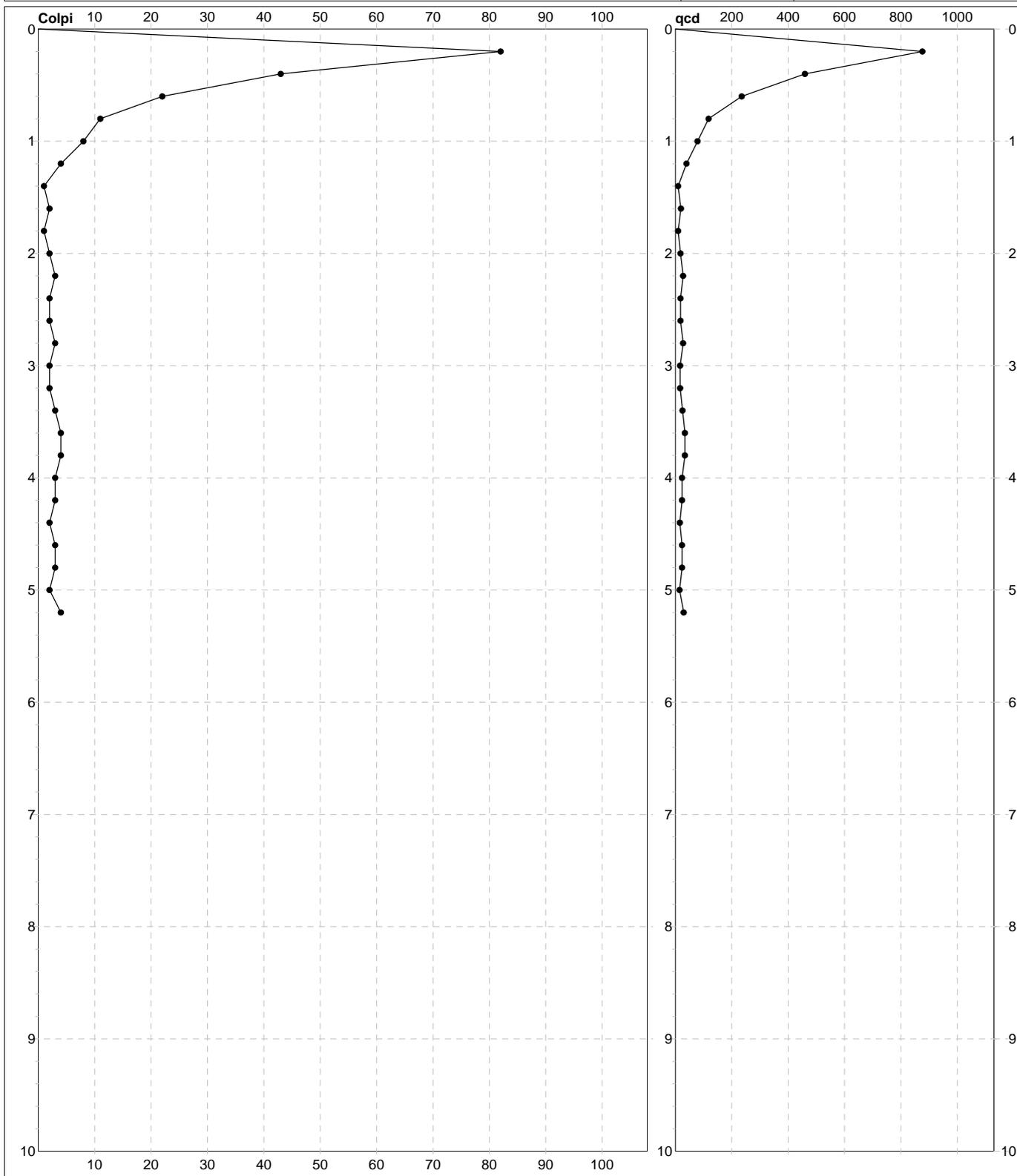
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN	3
riferimento	170601a
certificato n°	295/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**
 Cantiere: **170601a**
 Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: 01/06/2017
 Scala: 1:50 Data cert.: 06/06/2017
 Pagina: 1
 Elaborato: Falda: Assente



Penetrometro: DPSH (S. Heavy)	Responsabile: Geol. Massimiliano Vannozi	Preforo: m
Massa battente: 63,50 m	Assistente:	Corr.astine: kg/ml
Altezza caduta: 0,75 m		Cod.ISTAT: 0
Avanzamento: 0,20 m		

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN

3

riferimento

170601a

certificato n°

295/17

Committente: **Amm.ne Comunale di Capannori**

Cantiere: **170601a**

Località: **Capannori (LU)**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 01/06/2017

Pagina: 1

Data certificato: 06/06/2017

Elaborato:

Falda: Assente

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,40	Media	63	1,52	95	667,89	601,10	131	459	33,39	Coes./Gran.	
2	0,40 : 0,80	Media	17	1,52	25	176,33	158,69	118	158	8,82	Coes./Gran.	
3	0,80 : 1,20	Media	6	1,52	9	58,92	53,02	109	70	2,95	Coes./Gran.	
4	1,20 : 2,00	Media	2	1,52	2	14,36	13,26	92	21	0,72	Coes./Gran.	
5	2,00 : 5,20	Media	3	1,52	4	23,28	21,38	121	36	1,16	Coes./Gran.	

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,40	95	5,94	2,10	20,20	0,55	222	100	45	924	2,24	1,99	932	---
2	0,40 : 0,80	25	1,56	2,08	21,25	0,57	79	58	35	384	2,02	1,64	335	---
3	0,80 : 1,20	9	0,56	1,89	34,00	0,92	44	32	30	261	1,92	1,48	173	---
4	1,20 : 2,00	2	0,13	1,75	46,91	1,27	25	8	27	207	1,85	1,36	93	---
5	2,00 : 5,20	4	0,25	1,80	41,67	1,13	30	15	28	222	1,87	1,39	116	---