

COMUNE DI CASTAGNETO CARDUCCI

Provincia di Livorno

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

"Città della Piana" Donoratico I.2.B UTOE n°2 SCHEDA NORMATIVA n°40 del
Regolamento Urbanistico del Comune di Castagneto Carducci

PIANO ATTUATIVO in VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO - SCHEDA n°40

PROPONENTE :

CONSORZIO "PIANA DEGLI ULIVI "

con sede in Donoratico di Castagneto Carducci - via Aurelia N° 32 b
c/o Studio Tinagli

Dott. GIUSEPPE BELLI Presidente: -----

PIANO ATTUATIVO PROGETTO URBANISTICO : PROGETTO DEFINITIVO PROG. ARCHITETTONICO: Edificio S2

Dott. Arch. GIUSEPPE ANTONIO ANGLANA
Via V. FOSSOMBRONI , n° 8 - 50136 FIRENZE
TEL. +39-055 2260605 CELL. +39-347 0003685
e-mail : g.anglana@gmail.com

Dott. Arch. MASSIMILIANO MANHAM
L.go SALVATORE ZAPPALA', n° 20-00173 ROMA
TEL. +39-06 7224339 CELL. +39-338 1545809
e-mail : manham.m@gmail.com

Dott. Arch. PAOLO VACATELLO
Via CARLO BERTINAZZI , n° 25 - 00139 ROMA
TEL. +39-06 87133737 CELL. +39-338 4316749
e-mail : architetto.vacatello@libero.it

PROGETTO DEFINITIVO : OPERE DI URBANIZZAZIONE :

Dott. Ing. GRAZIANO PIPOLO
Via Flaminia, n°441 - 00196 ROMA
TEL. +39-06 32600497 e-mail: info@pierquadro.it

PROGETTO DEFINITIVO : PROGETTO STRUTTURALE : Edificio S2

Dott. Ing. LEONARDO NEGRO
Via Roma , n° 552 - 59100 PRATO
TEL. +39-0574 1823966 CELL. +39-333 3541393
e-mail : ing.leonardonegro@gmail.com

PROGETTO DEFINITIVO : PROGETTO IMP.ELETR. : Edificio S2

Dott. Ing. CAMILLI ANTONIO
Via S. LUCIA , n° 1 - 02043 CONTIGLIANO (RI)
TEL.CELL. +39-339 7464672
e-mail : camilliant@tiscali.it

PROGETTO DEFINITIVO : PROGETTO IMP.IDR.-MECC: Edificio S2

Per. Ind. DAVID MARTELLUCCI
Largo Guido Rossa , n° 2 - 02100 RIETI
TEL. +39-0746 483529 CELL. +39-347 3244344
e-mail : martellucci-david@libero.it

GEOLOGIA:

Dott.Geol. LUCA FINUCCI
Via Cerrini , n° 58 - 57021 Venturina (LI)
TEL. +39-0565 853375 CELL. +39-338 8824712
e-mail : lucafinucci@alice.it



Dott. Geol. Luca Finucci

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONI TECNICHE E SPECIALISTICHE
RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E IDRAULICA
OPERE DI URBANIZZAZIONE
(ai sensi del DPR 207/2010 - art.26)
lettera "A-B"

ALLEGATO :

RS.RG-ID.OU

DATA : Novembre 2013

SCALA :

INDICE DEGLI ARGOMENTI

1) - <u>PREMESSA</u>	3
2) - <u>CARATTERI LOCALI DEL TERRITORIO</u>	3
2.1 – <i>Inquadramento geomorfologico (statico) e geologico</i>	3
2.2 – <i>Inquadramento idrogeologico (falde acquifere, escursioni piezometriche)</i>	4
2.3 – <i>Verifiche di compatibilità con il P.A.I. Novembre 2012 - Classi di pericolosità e fattibilità assegnate dal P.U.A. (ai sensi del Regolamento 53/R), interventi di messa in sicurezza idraulica</i>	5
3) - <u>INDAGINI GEOGNOSTICHE (DATI DI BASE)</u>	6
4) - <u>PREVENZIONE SISMICA: NORMATIVA NTC</u>	6
5) - <u>MODELLO LITOSTRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SUOLO E SOTTOSUOLO DI IMPOSTA, VALUTAZIONI GEOTECNICHE E SISMICHE</u>	7
6) - <u>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</u>	14

Allegato 1: Elaborati cartografici – planimetrici – tecnici

Allegato 2: Risultati indagini geognostiche e geofisiche significative, eseguite in situ

1) - PREMESSA

Su incarico della SOC. SPQR2000T srl ho effettuato l'indagine geologico-tecnica di supporto alla realizzazione della Opere di Urbanizzazione nell'ambito del P.U.A. "Città della Piana" - Donoratico – I2B – UTOE n°2 (Comune di Castagneto Carducci).

La presente relazione è elaborata in ottemperanza con le prescrizioni dettate dalle normative in vigore (*P.A.I. - Bacino Toscana Costa - D.C.R. n.13/05; D.M. 14.01.2008 – NTC'08; Ps e PRG – RU comunale; D.P.G.R. n.36/R del 9 Luglio 2009*) ed in accordo con le relative indicazioni e prescrizioni di fattibilità attribuite dalla *Relazione geologica di fattibilità del PUA* (redatta ai sensi del *Regolamento regionale 53/R*).

La tipologia delle opere in progetto è tale da non essere applicabile con le prescrizioni del *Regolamento 36/R*, in ogni caso la caratterizzazione geotecnica, litologica e sismica del suolo e sottosuolo d'imposta dell'area nel suo complesso, indispensabile per valutare il comportamento statico delle varie infrastrutture e l'eventualità di interferenze con la falda acquifera, deriva dai risultati di numerose indagini geognostiche eseguite in situ, meglio specificate ai capitoli che seguono.

2) – CARATTERI LOCALI DEL TERRITORIO

2.1 – Inquadramento geomorfologico (statico) e geologico

In **FIGURA 1** (Corografia in scala 1 : 25.000) e più in dettaglio in **FIGURA 2** (base C.T.R. della Regione Toscana alla scala 1 : 10.000) è evidenziata l'ubicazione geografica dell'area di progetto alle quote comprese intorno ai 26m slm, nel comparto SE del centro abitato di Donoratico: il contesto geomorfologico-antropico è l'omonima pianura alluvionale, caratterizzata, alla scala locale, da profilo pseudopianeggiante blandamente ondulato, in progressivo lieve declino verso W, cioè verso la fascia costiera.

L'assetto geologico-strutturale del settore territoriale è rappresentato nello stralcio cartografico significativo di **FIGURA 2** (ripreso dal *PS comunale*), che corrisponde anche con le indicazioni fornite dalla *cartografia geologica regionale (sezione n.305030)*. Il panorama geologico è del tutto omogeneo dal momento che il settore d'interesse ed i suoi dintorni ricadono nell'area di competenza della formazione tardo pleistocenica delle "Sabbie rosso-arancio di Donoratico": trattasi generalmente di sedimenti massivi di origine continentale in parte alluvionale ed eolica, costituiti da spesse alternanze (dell'ordine delle decine di metri) di terreni incoerenti (di natura prevalentemente granulare) a componente sabbiosa sottile o sabbio-limoso predominante, con frazioni più fini (limo-argillose) e/o sporadiche bancate calcarenitiche (note anche come "panchina"), costituite da sabbie da molto addensate a cementate, presenti con spessori e a profondità variabili da zona a zona.

Nel caso esaminato l'assetto litostratigrafico dei primi 7m - 8m circa di suolo sedimentario è stato preliminarmente indagato e ricostruito grazie ai risultati delle indagini geognostiche di cui all'**ALLEGATO 2**, che hanno appunto individuato una successione di orizzonti superficiali a

componente sabbiosa fine predominante che tuttavia non sembrano essere caratterizzati da una omogenea continuità laterale sull'intero comparto di Piano.

Sotto l'aspetto geomorfologico è solo da rimarcare il fatto che non sono presenti forme attive (sia naturali che antropiche). Allo stato attuale trattasi, di fatto, di terreni pseudo pianeggianti destinati per lo più ad orti, frutteti ed oliveti di diversi proprietari privati, con sporadica presenza di piccoli edifici rurali (per lo più baracche in legno e lamiera).

Sull'intera area di Piano risultano assenti forme o processi erosivi spinti, tracce di dissesto gravitativo potenziale e/o attivo, e/o fenomeni di subsidenza indotta da emungimenti idrici, in altre parole, è possibile certificare che trattasi di un contesto territoriale globalmente stabile sotto l'aspetto idrogeologico (statico).

2.2 – Inquadramento idrogeologico (falde acquifere, escursioni piezometriche locali)

Per il sito sono noti i seguenti elementi:

- la cartografia ufficiale, riprodotta in **FIGURA 3** (stralcio rappresentativo estratto dalla Carta della Permeabilità di PS), indica generalmente la presenza di terreni che sotto l'aspetto idrogeologico sono assimilabili a "depositi di origine alluvionale a permeabilità primaria alta", contenenti livelli sede di falde idriche anche ad elevata trasmissività;
- si dispone a tutt'oggi di numerose informazioni puntuali (provenienti sia da pozzi che da indagini ubicate come in **FIGURA 4** – Carta dei dati di base) circa la profondità e le oscillazioni della falda acquifera locale durante anni e stagioni diverse, per cui risulta utile la seguente tabella riepilogativa:

saggi con escavatore (Inverno 1985)	quota p.c. (m s.l.m.)	Profondità della falda (m dal p.c.)
S1	24.40	-3,40m dal p.c.
S2	24.50	-3,40m dal p.c.
S3	23.50	-3,70m dal p.c.
pozzi (Inverno 1985)	quota p.c. (m s.l.m.)	Profondità della falda (m dal p.c.)
P1	24.00	-3,40m dal p.c.
P2	24.00	-3,05m dal p.c.
Prove penetrometriche DPM (Marzo 2004)	quota p.c. (m s.l.m.)	Profondità della falda (m dal p.c.)
D1	24.40	non intercettata fino a 6.80
D2	24.90	non intercettata fino a 5.70
D3	26.00	non intercettata fino a 6.80
Prove penetrometriche DPM (Giugno 2013)	quota p.c. (m s.l.m.)	Profondità della falda (m dal p.c.)
D4	24.00	-5,00m dal p.c.
D5	26.50	-4,50m dal p.c.
Altre vicine Prove penetrometriche DPM (Inverno 2010 e 2011)	quota p.c. (m s.l.m.)	Profondità della falda (m dal p.c.)
Rif. Figura 7		-3,20m dal p.c.
Rif. Figura 7		-3,30m dal p.c.
Rif. Figura 7		-3,40m dal p.c.
Rif. Figura 7		-3,40m dal p.c.
pozzi (Marzo 2004)	quota p.c. (m s.l.m.)	Profondità della falda (m dal p.c.)
P3	26.00	-8.10m dal p.c.
P4	24.50	-8.50m dal p.c.
pozzi (Giugno 2013)	quota p.c. (m s.l.m.)	Profondità della falda (m dal p.c.)
P3	26.00	-4.50m dal p.c.
P4	24.50	-5.00m dal p.c.

- l'ultimo recente sondaggio a carotaggio continuo eseguito in situ a fine Ottobre 2013 ha evidenziato la presenza della falda a circa -4m di profondità.

Si evince, in definitiva, che la falda acquifera freatica al di sotto del piano di campagna dell'area di progetto risulta nel corso degli anni soggetta ad oscillazioni significative in funzione dei periodi di piovosità e delle entità delle ricariche. La risalita massima registrata è arrivata ad un ordine di grandezza di circa -3m di profondità dal piano-campagna, mentre la depressione massima a -8,0m di profondità ed oltre rispetto al piano-campagna.

2.3 – Verifiche di compatibilità con il P.A.I. – D.C.R.13/05 e classi di pericolosità e fattibilità assegnate dal PUA (ai sensi del Regolamento 53/R), interventi di messa in sicurezza idraulica

Nell'ambito della *Carta di tutela del territorio* di cui al *P.A.I. Novembre 2012 – Bacino Toscana Costa*, il comparto indagato ricade fra quelle “di particolare attenzione per la prevenzione da allagamenti”, per cui le uniche disposizioni sono quelle contenute nelle *Norme di Piano all'art.19*; di fatto questo settore pianeggiante ricade esternamente sia alle aree definite P.I.E. o P.I.M.E. (cioè a pericolosità idraulica elevata) che a quelle definite P.F.E. o P.F.M.E. (cioè a pericolosità geomorfologica elevata).

Le *NTA del P.A.I. (D.C.R.T. n.13/05)*, all'art.19 (*Direttive per le aree di particolare attenzione per la prevenzione da allagamenti*), prescrivono che le reti fognarie debbano prevedere per le nuove urbanizzazioni adeguati volumi di invaso al fine di garantire opportune condizioni di sicurezza, in relazione alla natura della previsione urbanistica ed al contesto territoriale, tenuto conto della necessità di mitigare gli effetti prodotti da eventi pluviometrici critici con tempo di ritorno di 200 anni; tali verifiche dovranno progressivamente essere ampliate anche alle reti fognarie esistenti.

Nell'ambito della *Relazione geologica di fattibilità del P.U.A.* (che ha aggiornato le precedenti indicazioni di fattibilità del *RUC 2008*) al comparto vengono inoltre assegnate le seguenti classi di pericolosità ai sensi del *Regolamento regionale 53/R*:

- pericolosità geomorfologica di classe G.1 = bassa, definita nel modo che segue: “aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfo evolutivi”,
- pericolosità idraulica di classe I.3.1 = elevata (aree non soggette alla normativa PAI),
- pericolosità sismica bassa di classe S.1.
- vulnerabilità idrogeologica elevata classe 4.

La *Relazione geologica di fattibilità del P.U.A.* assegna infine al comparto di progetto le seguenti classi di fattibilità (con relative prescrizioni):

- fattibilità geomorfologica di classe F.2.g = con normali vincoli,
- fattibilità per aspetti idraulici di classe F.3.i = condizionata,
- fattibilità per aspetti sismici di classe F.3.s = condizionata,
- fattibilità per aspetti relativi alla tutela della falda idrica di classe F.3.r = condizionata.

Per tali motivi – con riferimento agli aspetti idraulici ed alla tutela della falda idrica - la progettazione

prevede adeguati criteri di dimensionamento della rete delle fognature (rete di fognatura bianca per la raccolta delle acque meteoriche provenienti dalle nuove superfici stradali, dai parcheggi di progetto e dalle future edificazioni e rete di fognatura nera per la raccolta delle acque provenienti dagli scarichi civili dei comparti edificatori – preventivamente depurati tramite impiego di fosse Imhoff per tenere conto della elevata vulnerabilità idrogeologica locale – vedere in proposito la **FIGURA 5**) a servizio della nuova viabilità di progetto e delle future edificazioni.

Per dettagli tecnici si rimanda sia alle specifiche TAVOLE progettuali, sia alla specifica “*Relazione di calcolo idraulico*”, in cui si è tenuto di conto dei dati critici orari dell’area di Castagneto (ripresi dal progetto “*Regionalizzazione delle portate di piena in Toscana – Aggiornamento delle Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica*” svolto dal PIN Centro Studi Ingegneria dell’Università di Firenze, per la valutazione delle piene di progetto) e delle prescrizioni di fattibilità idraulica.

Vi è poi il drenaggio superficiale a livello di area complessiva del PUA – sempre in ambito di predisposizione delle Opere di Urbanizzazione Primaria – in modo da tenere di conto dell’ipotetica lama d’acqua duecentennale esondata proveniente da N, prevista appiattita e in transito verso valle con tiranti modesti (stimati inferiori a 20cm) e con velocità di esondazione limitata (rischio idraulico ridotto), evitando così il previsto semplice “rischio di ristagno”. Il drenaggio del comparto prevede una normale rete di fosse e fossette correttamente indirizzate verso valle (quelle di maggiori dimensioni a fianco della viabilità perimetrale al comparto di Piano), realizzate con modalità tali da garantire lo smaltimento di acque di scorrimento superficiale senza aumentare la pericolosità idraulica in altre aree.

3) – INDAGINI GEOGNOSTICHE (DATI DI BASE)

Come già detto in premessa la presente relazione si basa sui risultati di numerose indagini geognostiche eseguite in situ evidenziate nella planimetria di **FIGURA 4**, i cui risultati significativi sono riportati in **ALLEGATO 2**.

4) – PREVENZIONE SISMICA: NORMATIVA NTC’08

La Regione Toscana con la *Deliberazione G.R.T. n°841 del 26.11.2007* ha approvato l’elenco aggiornato dei Comuni a maggiore rischio sismico in sostituzione degli elenchi di cui alle precedenti delibere, con cui l’intero territorio regionale viene suddiviso in quattro zone sismiche, in relazione ai valori di accelerazione di picco al suolo: **il territorio del Comune di Castagneto Carducci** veniva riclassificato come sismico in **zona 3s** (codice ISTAT 2001: 09049006 – Castagneto Carducci), per il quale viene indicato un valore dell’accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $0,15 < a_g/g < 0,25$. L’ultimo aggiornamento della classificazione sismica della Toscana è stato da poco approvato con il *D.G.R.T. n.878 del 8/10/2012* ed ha ulteriormente ridefinito la classificazione comunale, indicando la **nuova zona sismica 3**.

La normativa sismica nazionale, che fa capo al *D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni, al punto 3.2.2.*, prescrive che “*..ai fini della definizione della azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l’effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi e che*

in assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sulla individuazione di 5 categorie di sottosuolo di riferimento e di ulteriori 2".

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Come spiegato in premessa, in questo caso ci si affida ai risultati di una indagine sismica superficiale con metodologia MASW eseguita in situ (vedere ubicazione in **FIGURA 4** e risultati in **ALLEGATO 2**), che ha consentito di misurare la velocità di propagazione delle onde di taglio dentro il terreno fornendo il valore di $V_{s30} = 268,1$ m/sec e che porta all'individuazione di un sottosuolo di progetto di categoria C.

5) – MODELLO LITOSTRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SUOLO E SOTTOSUOLO DEL COMPARTO, VALUTAZIONI GEOTECNICHE E SISMICHE

I risultati delle indagini geognostiche puntuali hanno consentito di definire, ai sensi di legge, il modello litologico, stratigrafico, sismico e geotecnico del suolo e sottosuolo di progetto.

Sul campione indisturbato di terreno C1 (prelevato dal carotaggio S1 in situ nell'intervallo di profondità fra 1,50m e 2m dal p.c.) sono state eseguite le determinazioni sulle caratteristiche fisiche (peso di volume) e sui parametri della resistenza al taglio attraverso altrettante prove di taglio diretto in scatola di Casagrande (angolo di attrito interno e coesione): la sintesi dei risultati è riportata in **ALLEGATO 2**.

Nella seguente **Tabella 1**, invece vengono riepilogati i risultati ottenuti sul terreno superficiale dalle prove penetrometriche SPT e da quelle DPM eseguite in situ e ritenute significative ai fini progettuali (**ALLEGATO 2**), a cui vengono associati altrettanti parametri geotecnici.

Si evince che trattasi di una situazione superficiale piuttosto omogenea a livello di area

complessiva, sia in termini granulometrici (si riscontra ovunque la presenza di sabbie fini debolmente limose), sia in termini geotecnici di grado di addensamento (i primi 2m circa sono quasi ovunque scarsamente addensati, mentre dai 2 ai 3m di profondità si riscontra quasi ovunque la presenza di sabbie piuttosto addensate). Si deve sempre escludere i primi 50cm circa di suolo sabbioso normalmente alterato dagli interventi antropici e variamente addensato, inoltre, fino a 3m circa di profondità i terreni sabbiosi locali risultano sempre insaturi.

Tabella 1 - Caratterizzazione geotecnica superficiale da prove penetrometriche						
<i>Sond.</i>	<i>Prova SPT/DPM</i>	<i>Prof. m</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Nspt</i>	<i>φ</i>	<i>Peso vol. g/cm³</i>
S1	SPT1	da 3.0 a 3,45m	Sabbia sottile più o meno limosa, grigia, molto addensata	50	38°	1.85
S1	SPT2	da 4.0 a 4,45m	Sabbia grossolana rosso arancio normalmente addensata	14	27°	1.75
-	DPM P1	da 0.50 a 2,00m	Sabbia fine debolmente limosa	4	24°	1.60
-	DPM P1	da 2.00 a 3,00m	Sabbia fine limosa	9	26°	1.70
-	DPM P2	da 0.50 a 2,00m	Sabbia fine debolmente limosa	da 4 a 6	24°	1.60
-	DPM P2	da 2.00 a 3,00m	Sabbia fine limosa	14	29°	1.75
-	DPM P3	da 0.50 a 2,00m	Sabbia fine limosa	6	25°	1.65
-	DPM P3	da 2.00 a 3,00m	Sabbia fine più o meno limosa	11	27°	1.75
-	DPM P4	da 0.50 a 2,00m	Sabbia fine limosa	4	24°	1.60
-	DPM P4	da 2.00 a 3,00m	Sabbia debolmente limosa	17	28°	1.80
-	DPM P5	da 0.50 a 2,00m	Sabbia fine limosa	5	24°	1.60
-	DPM P5	da 2.00 a 3,00m	Sabbia debolmente limosa	8	26°	1.70

Con il suddetto modello litostratigrafico, geotecnico e sismico del suolo e sottosuolo del comparto nel suo complesso, i progettisti delle Opere di Urbanizzazione possiedono tutti gli elementi per poter procedere alla corretta realizzazione e messa in opera delle medesime.

CONSIDERAZIONI CIRCA LA RISPOSTA DEL TERRENO ALLE SOLLECITAZIONI SISMICHE (RISCHIO DI LIQUEFAZIONE)

I depositi sabbiosi in condizioni di saturazione possono essere interessati, durante particolari eventi sismici, da fenomeni di liquefazione. La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende da diversi fattori, i più importanti dei quali sono rappresentati dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla profondità della falda, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso.

Per il caso in esame sono state evidenziate le seguenti situazioni:

- trattasi di terreno a componente prevalentemente sabbiosa per uno spessore da 0 a 6,50m circa di profondità, con grado di addensamento variabile e scarsa presenza delle frazioni fini limose e argillose;
- la granulometria delle sabbie di quest'area è tale da rientrare all'interno del fuso critico in cui vi è possibilità di liquefazione;
- la falda acquifera freatica oscilla, a seconda delle stagioni, da -3 a -8m e oltre di profondità rispetto al p.c.;
- i sedimenti in situ hanno una età antica (Pleistocene).

Se si osserva la TAVOLA n°35 del *Piano Strutturale 2006* del Comune di Castagneto Carducci, "*Carta degli aspetti particolari per le zone sismiche*", così come la più recente "*Carta delle Zone a Maggiore Pericolosità Sismica Locale ZMPL*" si evince che il comparto ed i suoi dintorni ricadono esternamente alle aree potenzialmente interessate da possibile rischio di effetti sismici indotti".

Alla luce del più recente *Regolamento regionale 53/R*, invece, il grado di pericolosità di quest'area sarebbe da considerare maggiore e proprio per tale motivo la fattibilità del *PUA di "Via delle Pievi"* è di classe 3 – condizionata, per la quale vengono indicate precise prescrizioni finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo, appunto, alla liquefazione del terreno.

Al **punto 7.11.3.4.2 delle NTC '08** vengono in ogni caso forniti chiarimenti in merito alle motivazioni *riguardo alla possibilità di esclusione della verifica alla liquefazione*.

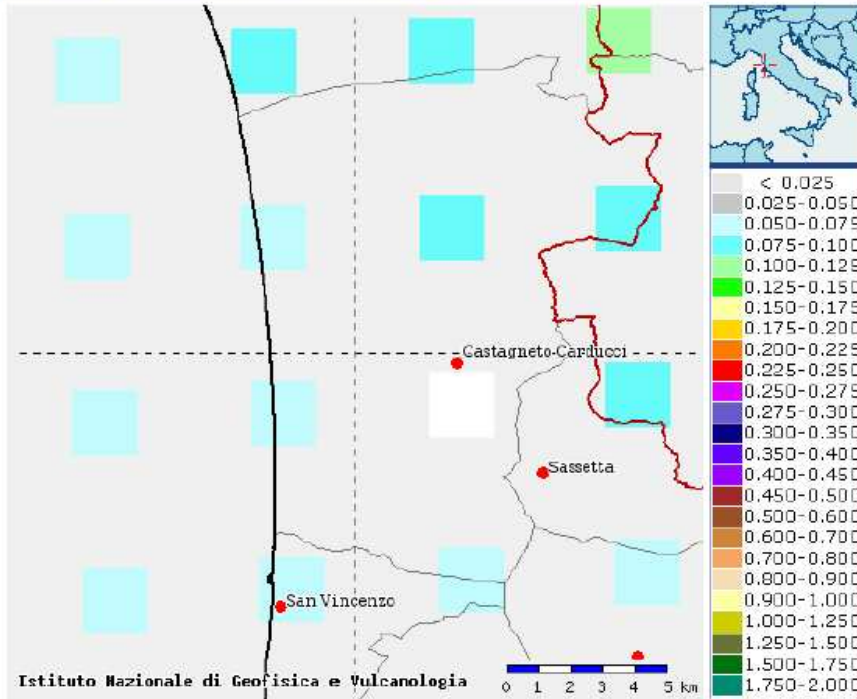
Tale verifica può essere omessa quando si manifesta anche solo una di 5 diverse circostanze, fra cui "*eventi sismici attesi di magnitudo $M < 5$* " (fattore quindi legato all'attesa dell'evento sismico). Tale principio deriva da analisi condotte da *Galli et Al. (2000)*, le quali evidenziano la completa assenza di fenomeni legati alla liquefazione nei terremoti italiani con $M_s < 4,2$, anche nelle immediate vicinanze dell'epicentro. Il criterio del DM'08 fa riferimento alla magnitudo del momento sismico (M_w) e non a quella delle onde di superficie (M_s). Le due magnitudo si possono correlare empiricamente e ne deriva che con una $M_s = 4,2$ si ha una $M_w = 4,9$, arrotondata a 5 dal DM'08.

Per tale verifica ho quindi adottato un procedimento piuttosto sofisticato e scientificamente corretto, basato sul concetto di *disaggregazione* della pericolosità sismica. In pratica si tratta di sommare i contributi dovuti alle singole coppie magnitudo-distanza degli epicentri ricadenti all'interno di un'area di riferimento allo scopo di individuare, con una procedura di tipo probabilistico, l'evento sismico dominante. Il terremoto individuato, detto *terremoto di scenario*, è caratterizzato da una magnitudo, una distanza dal sito indagato ed un tempo di ritorno. Ciò lo rende anche utilizzabile, ai fini progettuali, nelle verifiche allo SLU e allo SLE richieste dal DM'08.

Sul sito internet dell'I.N.G.V. è possibile trovare una applicazione che consente di calcolare il *terremoto di scenario* sulla base della mappa della pericolosità sismica del territorio italiano.

Seguono i risultati della ricerca:

Mappe interattive di pericolosità sismica



Strumenti

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

Navigazione

Scala:
(Valori consentiti: 50,000 - 7,909,000)

Scala:

Coordinate del centro della mappa

Latitudine:

Longitudine:

Ricerca Comune

Il nome contiene:

Selezione mappa

Visualizza punti della griglia riferiti a:

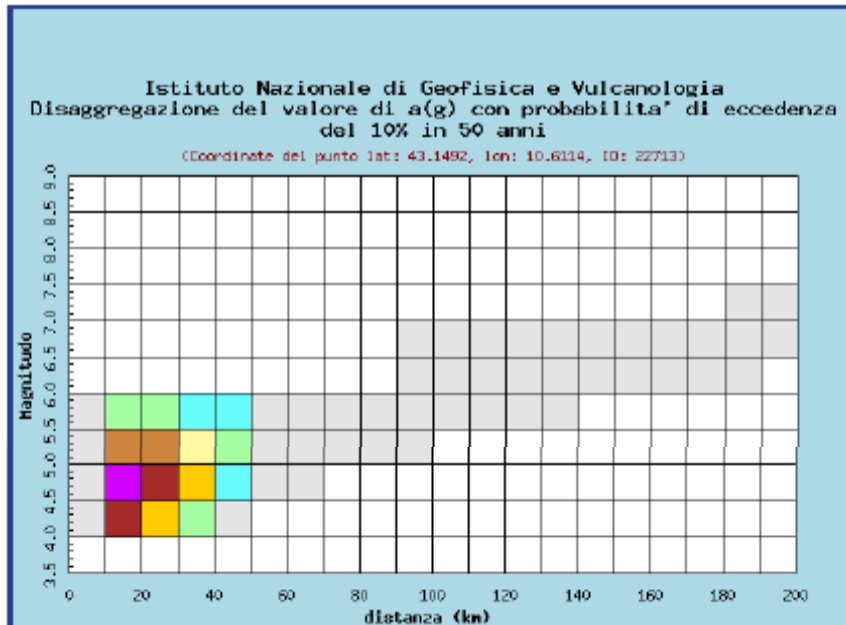
Ridisegna mappa

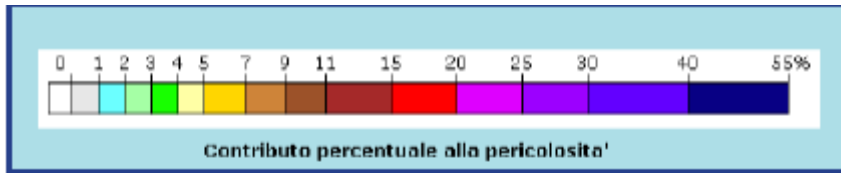
Parametro dello scuotimento:

Probabilità in 50 anni:

Percentile:

Periodo spettrale (sec):





Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.1492, lon: 10.6114, ID: 22713)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0,000	0,509	0,634	0,192	0,041	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10-20	0,000	14,800	21,800	8,500	2,240	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20-30	0,000	6,930	13,200	7,140	2,430	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
30-40	0,000	2,050	5,460	4,010	1,690	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
40-50	0,000	0,206	1,810	2,020	1,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
50-60	0,000	0,000	0,340	0,933	0,580	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
60-70	0,000	0,000	0,014	0,254	0,167	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
70-80	0,000	0,000	0,000	0,059	0,061	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
80-90	0,000	0,000	0,000	0,010	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
90-100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,049	0,090	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
100-110	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046	0,161	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000
110-120	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,149	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000
120-130	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,081	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
130-140	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000
140-150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
150-160	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
160-170	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
170-180	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
180-190	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,008	0,000	0,000	0,000
190-200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,028	0,000	0,000	0,000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4,850	23,700	1,320

TERREMOTO DI SCENARIO

Dai risultati della suddetta ricerca emerge che in quest'area l'evento sismico atteso è di magnitudo $M < 5$, di conseguenza, con preciso riferimento al *punto 7.11.3.4.2 delle NTC '08*, ciò può risultare elemento significativo e sufficiente per poter omettere verifiche di suscettibilità alla liquefazione dei terreni del sito in oggetto.

Tuttavia, alla luce della composizione granulometrica sostanzialmente sabbiosa dei primi 6,50m circa di suolo e per il fatto che la massima risalita della falda è attesa (a seconda delle stagioni) fino a circa -3m rispetto al piano di campagna, sono state ugualmente condotte delle verifiche circa il potenziale di liquefazione locale.

Le *NTC'08* indicano che per la valutazione del coefficiente di sicurezza alla liquefazione, alle

profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili, è possibile utilizzare metodologie semi empiriche con verifiche di tipo puntuale. La verifica di tipo puntuale consiste nella stima alle varie profondità di un coefficiente di sicurezza F_s dato dal rapporto fra la resistenza alla liquefazione del terreno (CRR) e lo sforzo di taglio ciclico indotto dal sisma (CSR):

$$F_s = CRR/CSR$$

Il parametro CRR può essere ottenuto attraverso correlazioni con prove in situ (prove penetrometriche statiche, dinamiche o misura delle velocità delle onde S), mentre la grandezza CSR è funzione dell'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie e della magnitudo.

Le *NTC'08* non indicano un valore specifico di F_s da utilizzare come riferimento, mentre l'*Eurocodice 8* suggerisce, nel caso di impiego di correlazioni semi empiriche, che un terreno debba essere considerato liquefacibile se lo sforzo di taglio indotto dal terremoto supera l'80% della resistenza mobilizzata dal terreno. Questo comporta che il valore calcolato del coefficiente di sicurezza F_s debba risultare maggiore o uguale di 1,25.

Per il caso in oggetto sono state fatte verifiche con i seguenti metodi:

- *Seed & Idris (1982)*,
- *Tokimatsu & Yoshimi (1984)*,
- *Youd & Idris (2001)*,
- *Andrus & Stokoe (1997) modificato*,
- *Iwasaki et al. (1984) modificato*.

Nei rispettivi fogli di calcolo è stata sempre imposta (per cautela) la massima risalita attesa della falda acquifera (a -3m di profondità) e sono stati impiegati i risultati e relativi parametri geotecnici (in alcuni casi cautelativamente ridotti) e sismici puntuali registrati e forniti dalle indagini geognostiche (prove SPT e sismica MASW) eseguite in situ e in adiacenza. Le verifiche hanno preso in considerazione l'intervallo di profondità da 3 a 6,50m in cui vi è la presenza delle sabbie potenzialmente sature e liquefacibili.

Oltre tale profondità il carotaggio in continuo eseguito in situ e le relative indagini geognostiche hanno evidenziato orizzonti molto consistenti con granulometria sostanzialmente argillosa per i quali non sono ipotizzabili rischi di liquefazione.

Tutte le verifiche eseguite portano a concludere che il sottosuolo di progetto non risulta liquefacibile.

Segue, a titolo puramente indicativo, la sintesi di due elaborazioni ritenute fra quelle maggiormente significative.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE						
(da prove sismiche a rifrazione)						
Metodo semplificato						
Metodo di Andrus e Stokoe (1997) modificato						
PARAMETRI:						
γ	=	1,45	g/cm ³			
σ_{vo}	=	0,435	kg/cm ²			
σ_{vo}'	=	0,435	kg/cm ²			
profondità della prova	=	300	cm			
profondità falda	=	300	cm			
γ_{H2O}	=	1	g/cm ³			
Pressione neutra	=	0	kg/cm ²			
z	=	3	m			
V_s	=	230				
V_{s1C}	=	220	m/s	FC<5%	FC=20%	FC>35%
				220	210	200
V_{s1}	=	283,21				
M	=	4,9				
MSF	=	4,21	se M≤7.5			
		3,05	se M>7.5			
FORMULE:				RISULTATI:		
V_{s1}	=	$V_s(1/\sigma_{vo})^{0,25}$		283,21		V_{s1}
R	=	$0,03 \cdot (V_{s1}/100)^2 + (0,9/(V_{s1C}-V_{s1})) \cdot (0,9/V_{s1C})$		0,222290707		R
T	=	$0,65 \cdot ((a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}/\sigma_{vo}')) \cdot r_d \cdot 1/MSF$		0,017824725		$T_{M \leq 7,5}$
			se M≤7.5	0,024619323		$T_{M > 7,5}$
			se M>7.5			
a_{max}/g	=	0,15				
r_d	=	0,7705				
$F_s=R/T$	>	1		12,47091961		Verificato F_s
			se M≤7.5	9,029115259		Verificato F_s
			se M>7.5			

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE						
(da prove dinamiche SPT)						
Metodo semplificato						
Metodo di Iwasaki et al. (1978) modificato (1984)						
PARAMETRI:						
γ	=	1,45	g/cm ³			
σ_{vo}	=	0,435	kg/cm ²			
σ_{vo}'	=	0,435	kg/cm ²			
profondità della prova	=	300	cm			
profondità falda	=	300	cm			
γ_{H2O}	=	1	g/cm ³			
Pressione neutra	=	0	kg/cm ²			
z	=	3	m			
N_{spt}	=	7				
d_{50}	=	0,21				
M	=	4,9				
MSF	=	4,07	se M≤7.5			
		2,97	se M>7.5			
FORMULE:				RISULTATI:		
R	=	$0,0882 \cdot E16 \cdot \text{RADQ}(E9+0,7) + 0,225 \log(0,35/E17)$	se $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$	0,707671571		R
R	=	$0,0882 \cdot E16 \cdot \text{RADQ}(E9+0,7) - 0,05$	se $0,6 < d_{50} \leq 1,5$	0,607755602		
T	=	$0,65 \cdot ((a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}/\sigma_{vo}')) \cdot r_d \cdot 1/MSF$		0,018438354		$T_{M \leq 7,5}$
			se M≤7.5	0,025274305		$T_{M > 7,5}$
			se M>7.5			
a_{max}/g	=	0,15				
r_d	=	0,7705				
$F_s=R/T$	>	1		38,38040875		Verificato F_s
		se M ≤ 7.5	se $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$	32,96148863		Verificato F_s
			se $0,6 < d_{50} \leq 1,5$	27,99964504		Verificato F_s
		se M > 7.5	se $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$	24,0463823		Verificato F_s
			se $0,6 < d_{50} \leq 1,5$			

6) – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nei paragrafi precedenti sono state descritte, ai sensi di legge, le caratteristiche geologiche, geomorfologiche (statiche), idrogeologiche, litostratigrafiche, geotecniche e sismiche del terreno ubicato presso l'area di Donoratico in Via delle Pievi (Comune di Castagneto Carducci), sul quale è prevista la realizzazione degli interventi progettuali esaminati (realizzazione delle Opere di Urbanizzazione).

I modelli (litostratigrafico, idrogeologico, geotecnico e sismico) del suolo e sottosuolo superficiale così descritti sono in grado di fornire, ai Progettisti delle nuove opere, tutti gli elementi tecnici per poter procedere alla corretta realizzazione e messa in opera, nel rispetto delle prescrizioni di fattibilità del PUA.

Dott. Geol. Luca Finucci



The image shows a handwritten signature in black ink that reads "Luca Finucci". Overlaid on the signature is a circular blue ink stamp. The stamp contains the text "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA" around the perimeter, "DOTT. GEOL. LUC FINUCCI" in the center, and "N° 849" at the bottom.

ALLEGATO 1

ELABORATI CARTOGRAFICI – PLANIMETRICI – TECNICI

FIGURA 1 – COROGRAFIA - (scala 1 : 25.000)

FIGURA 2 - CARTA GEOLOGICA - (scala 1 : 10.000)

FIGURA 3 - CARTA IDROGEOLOGICA - (scala 1 : 5.000)

FIGURA 4 - CARTA DEI DATI DI BASE - (scala arbitraria)

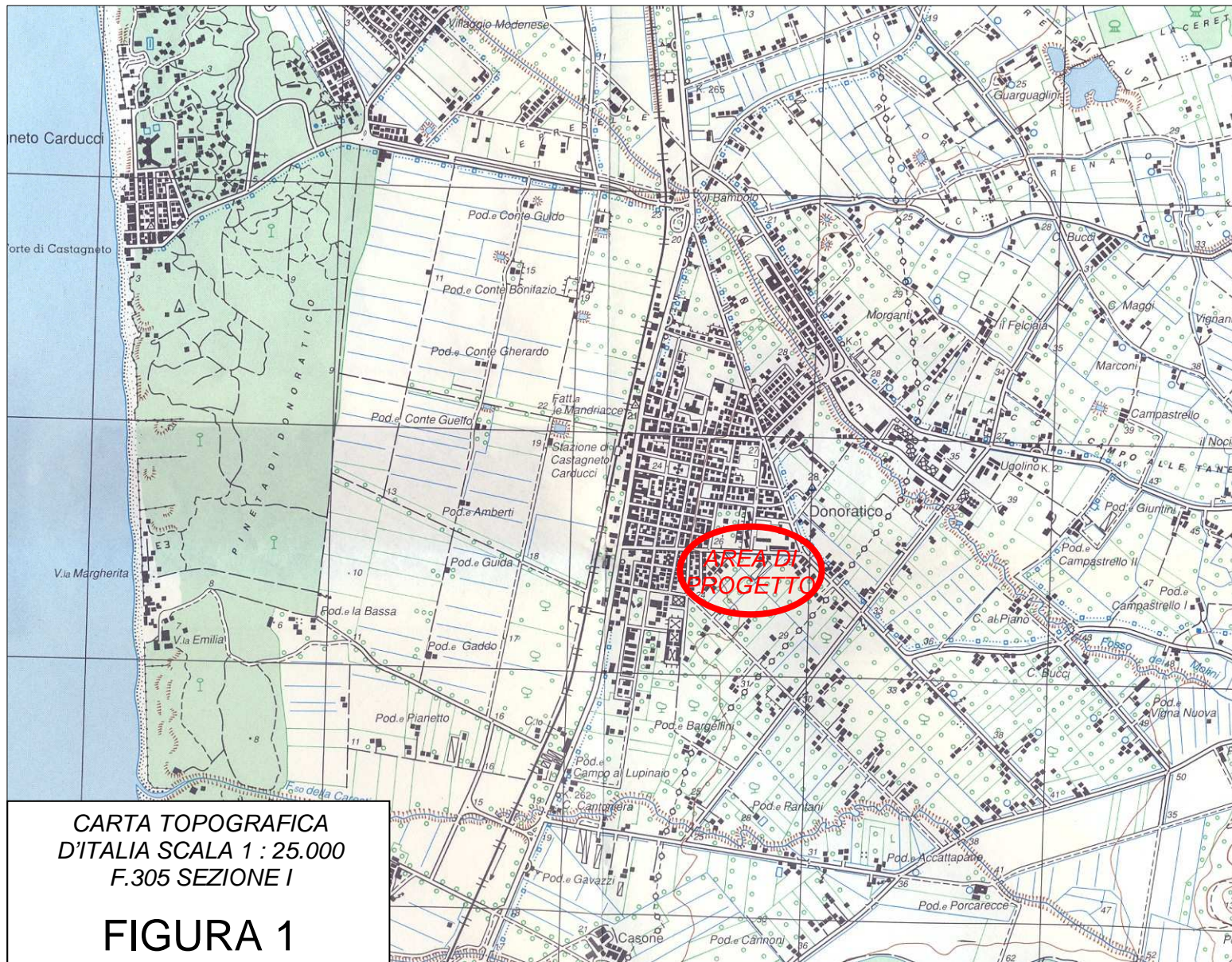
FIGURA 5 – PIANTA DELLE RETI FOGNARIE - (scala arbitraria)

Dott. Geol. Luca Finucci



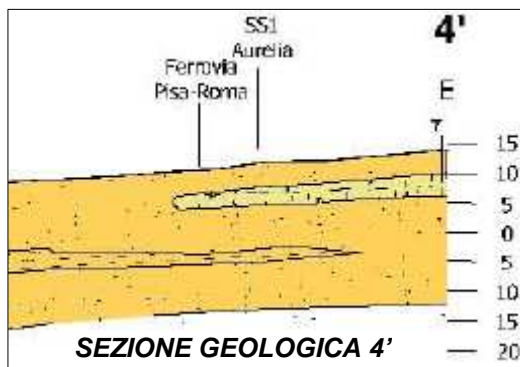
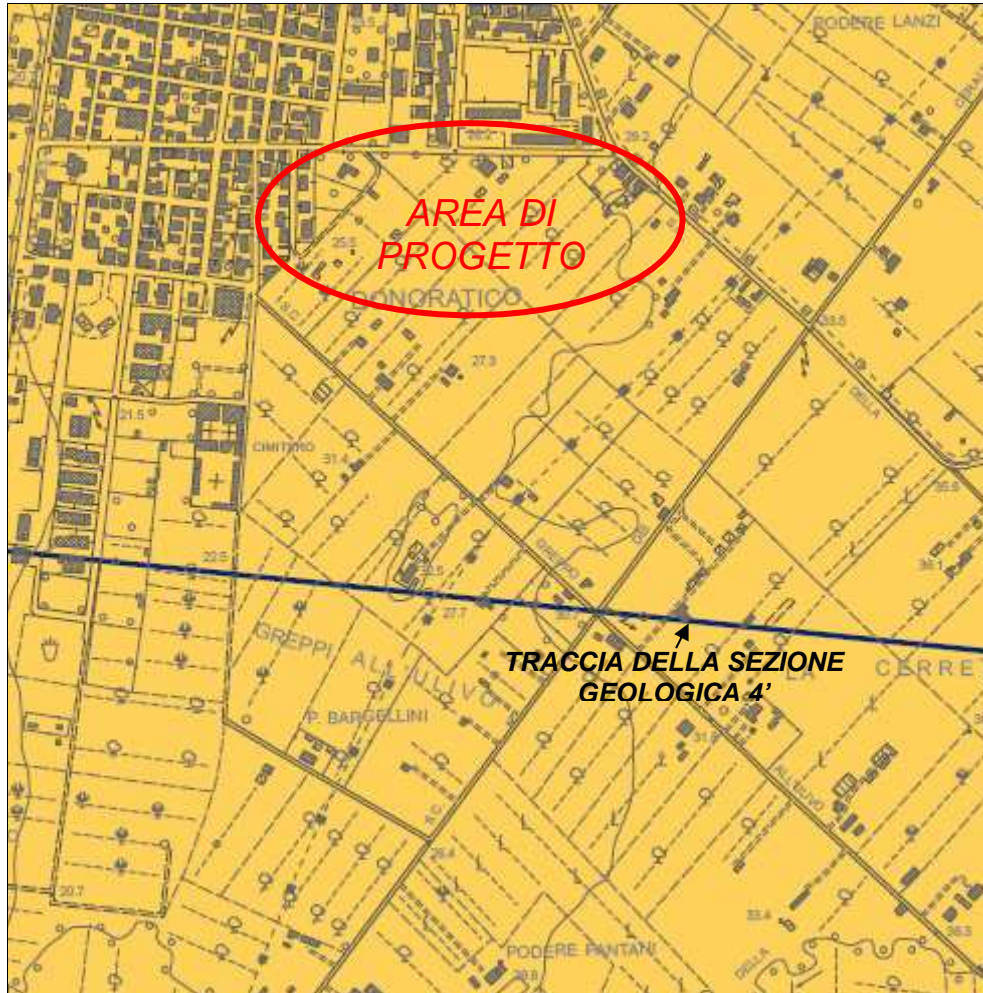
The image shows a circular professional stamp in blue ink. The text around the perimeter of the stamp reads "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA". In the center of the stamp, it says "DOTT. GEOL. LUCA FINUCCI" and "N° 849". A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

COROGRAFIA



CARTA GEOLOGICA

(Stralcio significativo ripreso da TAVOLA 25 del Piano Strutturale)



Legenda

COMPLESSO NEOAUTOCTONO

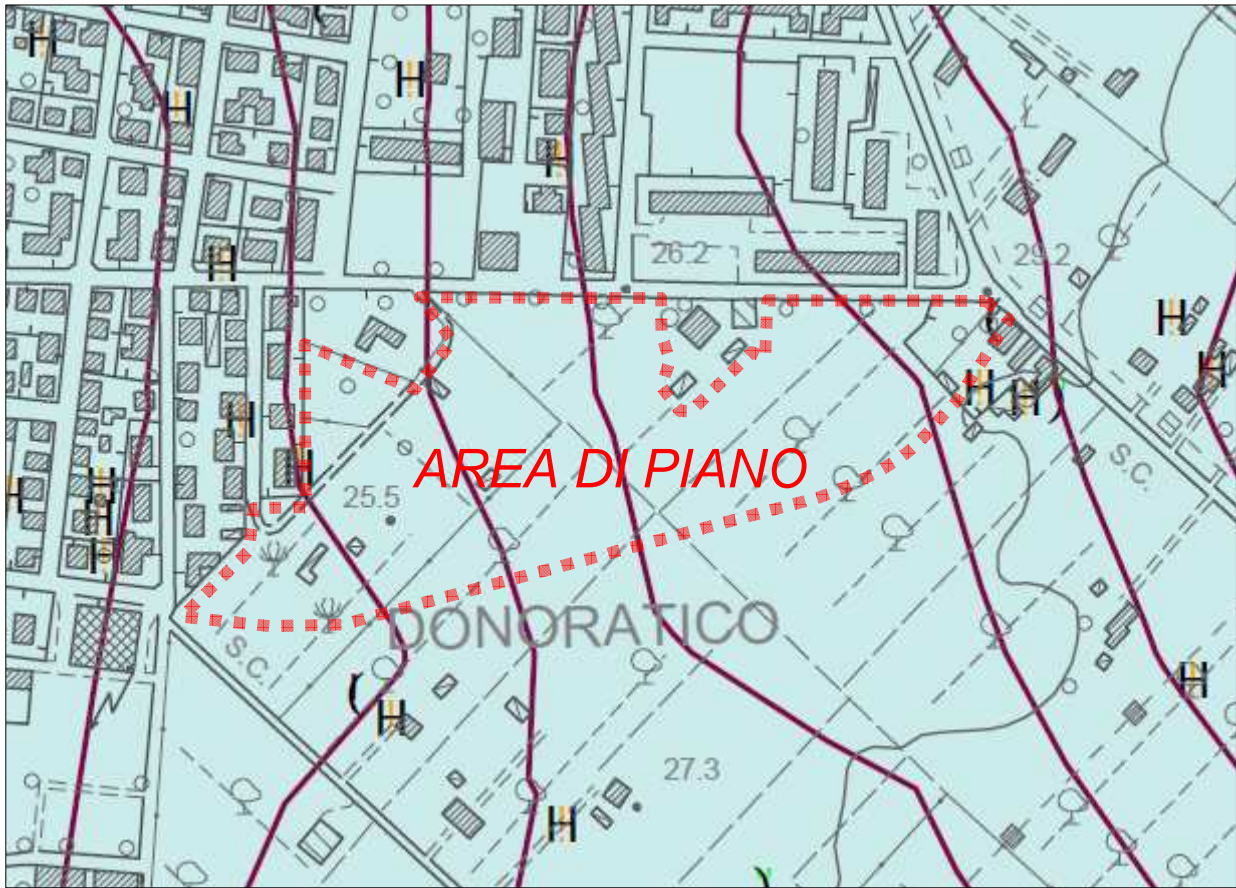
- | | |
|--|---|
|  | q10 - Ghiaie e sabbie di Quadrelle |
|  | q9 - Sabbie rosso arancio di Donoratico |
|  | q8 - Calcareni sabbiose |
- Pleistocene superiore

scala 1 : 10.000

FIGURA 2








CARTA IDROGEOLOGICA

(Stralcio significativo ripreso da TAVOLA 29 del Piano Strutturale)



	Formazioni impermeabili
	Permeabilità Mista Alta
	Permeabilità Mista bassa
	Permeabilità Mista media
	Permeabilità Primaria alta
	Permeabilità Primaria bassa
	Permeabilità Primaria media
	Permeabilità Secondaria alta
	Secondaria media

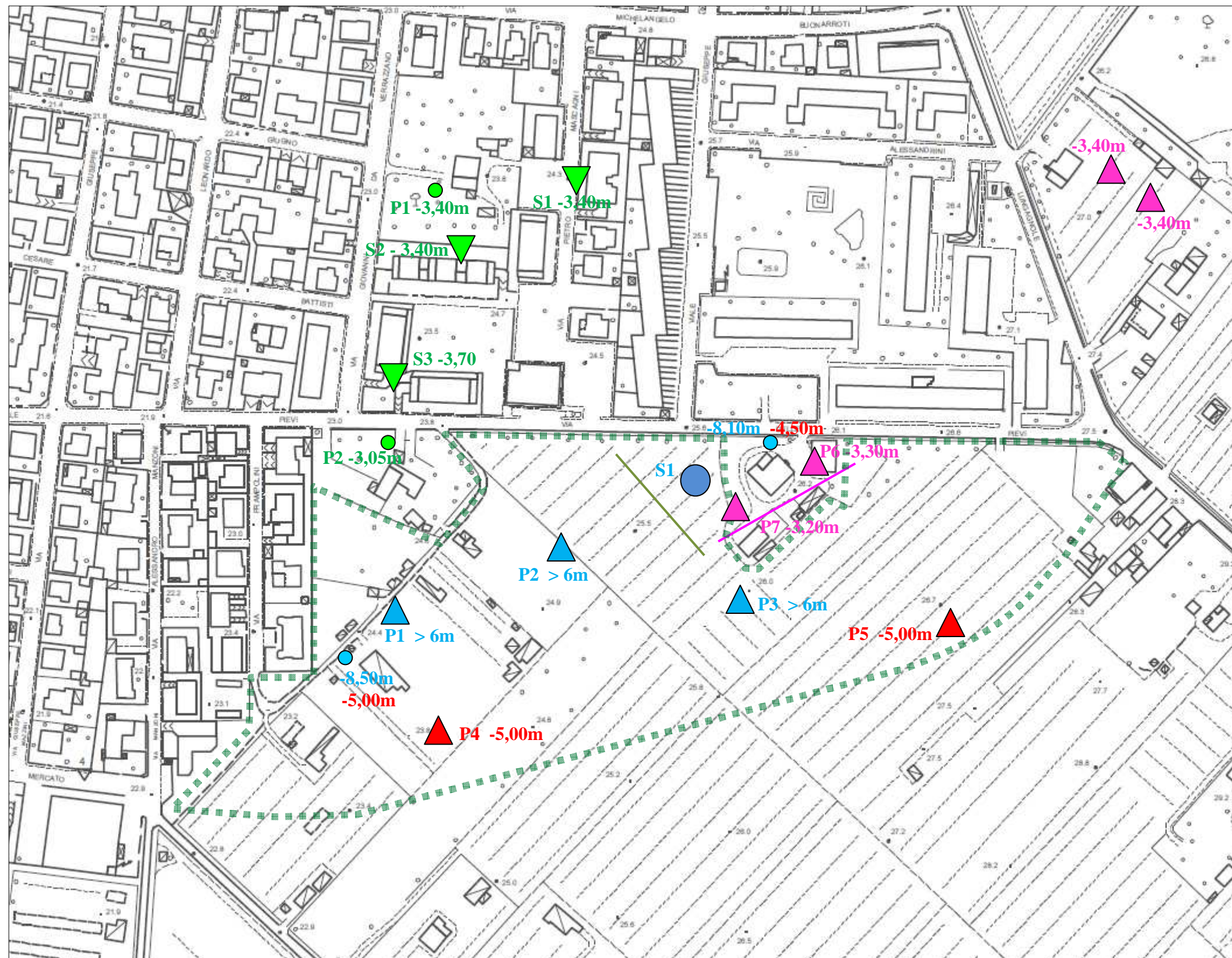
Legenda

	Confine comunale
	falde
	sovrascorrimenti
	Sorgenti
	Pozzimisurati
	Pozzi della provincia
	Isopieze

scala 1 : 5.000

FIGURA 3

CARTA DEI DATI DI BASE



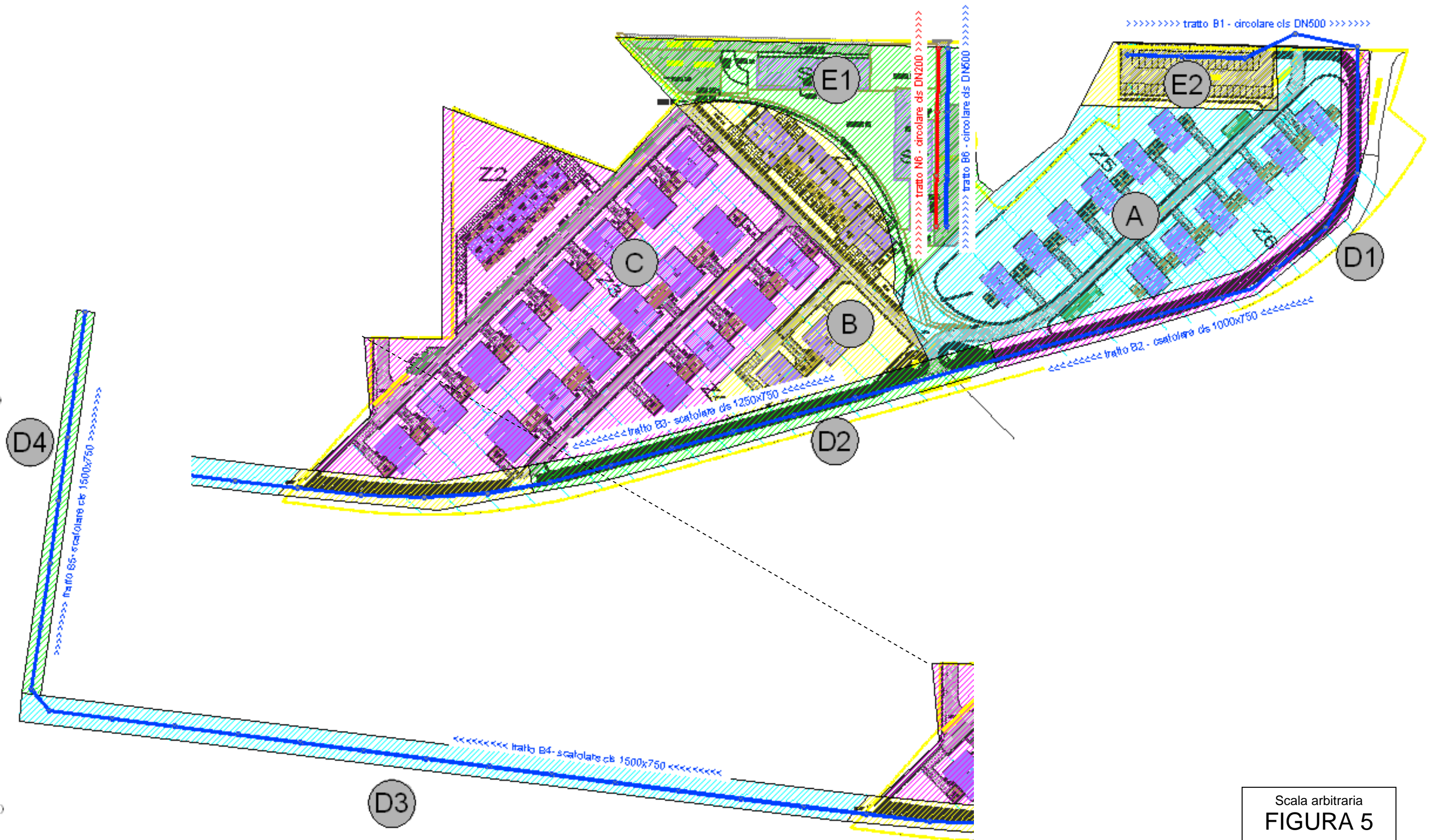
LEGENDA

- - Pozzi di misura (Dicembre 1985)
- - Pozzi di misura (Marzo 2004)
- - Pozzi di misura (Giugno 2013)
- 3,40m - Letture piezometriche (Dicembre 1985)
- 8,50m - Letture piezometriche (Marzo 2004)
- 4,50m - Letture piezometriche (Giugno 2013)
- - Sismica MASW (Ottobre 2011)
- ▼ - Saggi eseguiti con escavatore (Dicembre 1985)
- ▲ - Prove DPM (Marzo 2004)
- ▲ - Prove DPM e letture piezometriche (Inverno 2010/2011)
- ▲ - Prove DPM (Giugno 2013)
- - - - confini dell'area di PUA
- - Sondaggio S1 a carotaggio in continuo con n.2 prove SPT, prelievo di campione di terreno e analisi di laboratorio certificate (Ottobre 2013)
- - nuova sismica MASW (Ottobre 2013)

Scala arbitraria
FIGURA 4

PIANTA DELLE RETI FOGNARIE IN PROGETTO

(RIPRESA DA RELAZIONE DI CALCOLO IDRAULICO)



ALLEGATO 2

INDAGINI GEOGNOSTICHE SIGNIFICATIVE

*1) RISULTATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE DPM
ESEGUITE INTERNAMENTE ALL'AREA DI PIANO ATTUATIVO*

Prove DPM P1 – P2 – P3 – P4 – P5 (ubicate come in FIGURA 4)

*2) - RISULTATI CAROTAGGIO S1 – ANALISI DI LABORATORIO SU
CAMPIONE E MASW ESEGUITI INTERNAMENTE ALL'AREA DI
PIANO ATTUATIVO (ubicati come in FIGURA 4)*

Dott. Geol. Luca Finucci



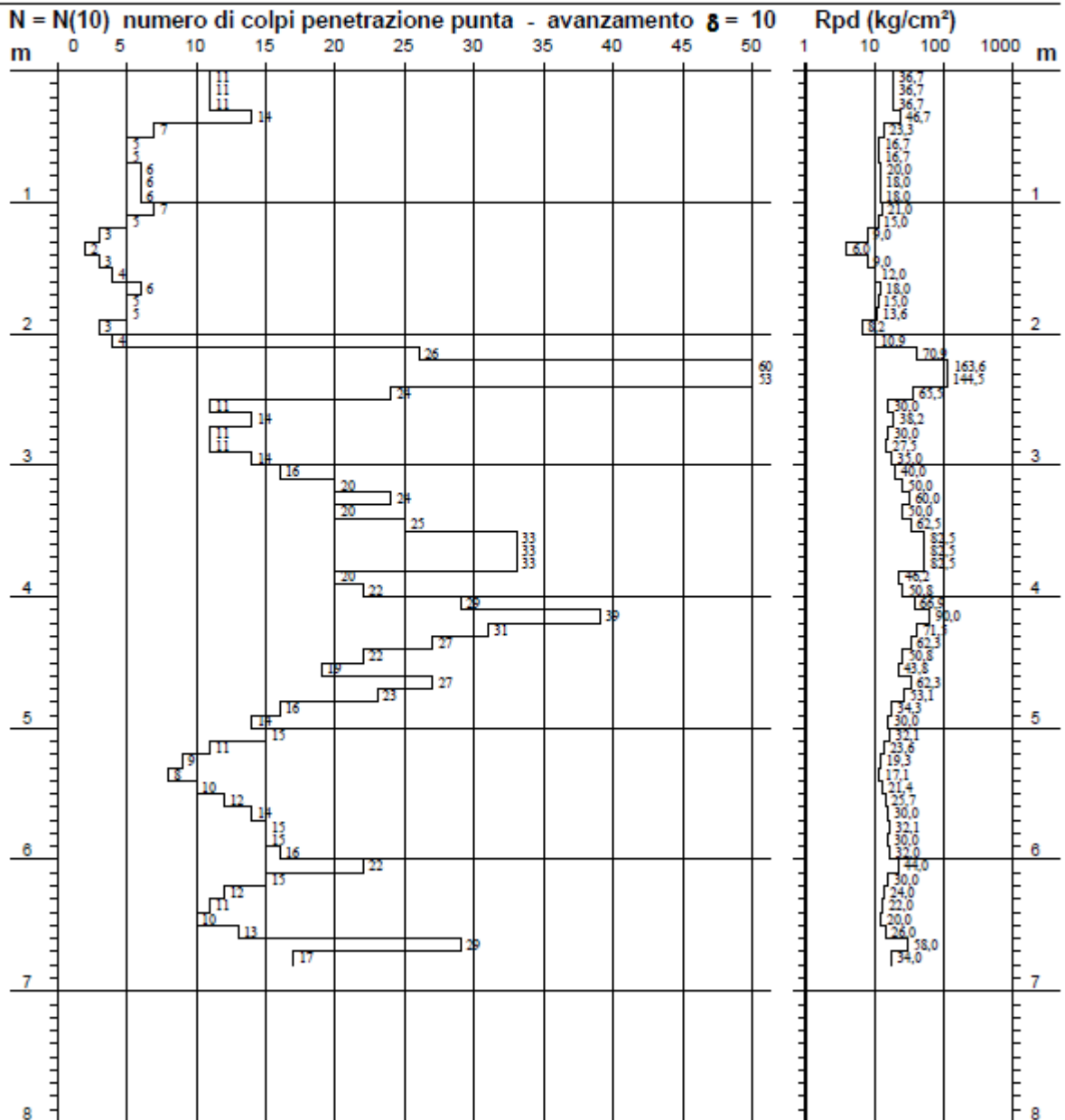
The image shows a circular professional stamp in blue ink. The text within the stamp reads "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA" around the perimeter, "DOTT. GEOL. LUCA FINUCCI" in the center, and "N° 819" at the bottom. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : Geotecnica - data : 22/03/2004
 - cantiere : Piano Attuativo - quota inizio : 0.00
 - località : Via delle Pievi - prof. falda : Falda non rilevata



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 1

- indagine :	Geotecnica	- data :	22/03/2004
- cantiere :	Piano Attuativo	- quota inizio :	0.00
- località :	Via delle Pievi	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	Attrito laterale assente	- pagina :	1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,40	N	11,8	11	14	11,4	---	---	---	12	0,77	9
		Rpd	39,2	37	47	37,9	---	---	---	40		
2	0,40 2,10	N	4,8	2	7	3,4	1,5	3,4	6,3	5	0,77	4
		Rpd	14,7	6	23	10,4	4,9	9,8	19,7	15		
3	2,10 2,50	N	40,8	24	60	32,4	---	---	---	41	0,77	31
		Rpd	111,1	66	164	88,3	---	---	---	112		
4	2,50 3,00	N	12,2	11	14	11,6	---	---	---	12	0,77	9
		Rpd	32,1	28	38	29,8	---	---	---	32		
5	3,00 4,80	N	25,7	16	39	20,9	6,2	19,5	31,9	26	0,77	20
		Rpd	61,5	40	90	50,8	15,0	46,5	76,6	62		
6	4,80 6,80	N	14,2	8	29	11,1	4,8	9,4	19,0	14	0,77	11
		Rpd	29,3	17	58	23,2	9,3	20,0	38,6	29		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.40	Sabbia debolmente Limosa	9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	---	---	---	---
2	0.40 2.10	Sabbia Limosa	4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	---	---	---	---
3	2.10 2.50	Ghiaia fine con Sabbia	31	66.0	36.3	430	2.06	1.70	---	---	---	---
4	2.50 3.00	Sabbia Limosa	9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	---	---	---	---
5	3.00 4.80	Sabbia debolmente Limosa	20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	---	---	---	---
6	4.80 6.80	Sabbia Limosa	11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	---	---	---	---

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

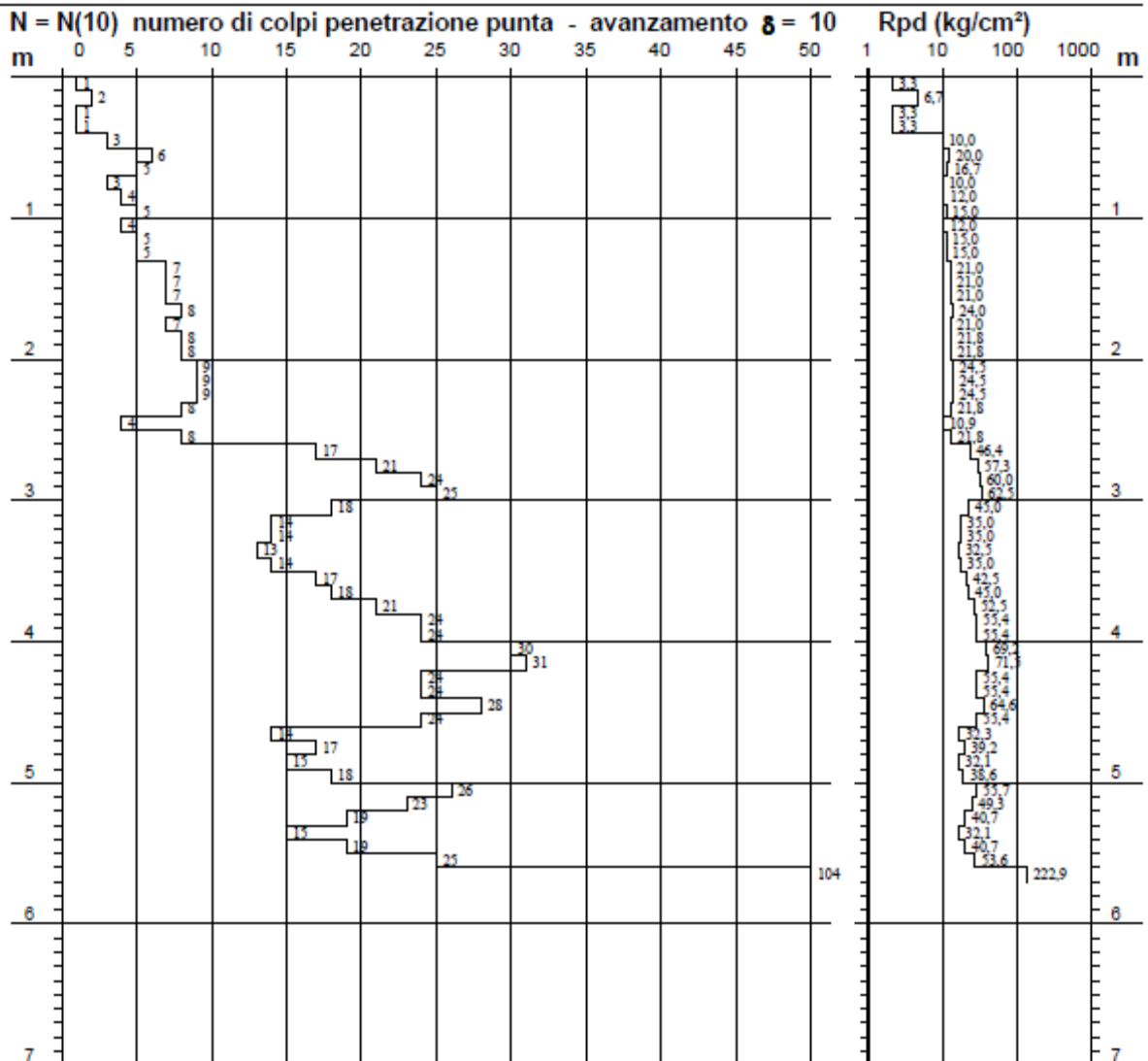
DR % = densità relativa σ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 50

- indagine : geotecnica - data : 22/03/2004
 - cantiere : Piano Attuativo - quota inizio : 0.00
 - località : Via delle Pievi - prof. falda : Falda non rilevata



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 2

- indagine :	geotecnica	- data :	22/03/2004
- cantiere :	Piano Attuativo	- quota inizio :	0.00
- località :	Via delle Pievi	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	Attrito laterale assente	- pagina :	1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,50	N	1,6	1	3	1,3	---	---	---	2	0,77	2
		Rpd	5,3	3	10	4,3	---	---	---	7		
2	0,50 1,30	N	4,6	3	6	3,8	---	3,7	5,5	5	0,77	4
		Rpd	14,5	10	20	12,2	3,1	11,3	17,6	16		
3	1,30 2,60	N	7,6	4	9	5,8	1,3	6,3	8,9	8	0,77	6
		Rpd	21,5	11	25	16,2	3,5	18,0	25,0	23		
4	2,60 3,70	N	17,7	13	25	15,4	4,1	13,6	21,8	18	0,77	14
		Rpd	45,1	33	63	38,8	10,7	34,4	55,8	46		
5	3,70 4,60	N	25,6	21	31	23,3	3,3	22,2	28,9	26	0,77	20
		Rpd	59,4	53	72	56,0	7,1	52,4	66,5	60		
6	4,60 5,60	N	19,1	14	26	16,6	4,3	14,8	23,4	19	0,77	15
		Rpd	41,4	32	56	36,8	8,7	32,7	50,2	41		
7	5,60 5,70	N	104,0	104	104	104,0	---	---	---	104	0,77	80
		Rpd	222,9	223	223	222,9	---	---	---	223		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.50	Terreno rimaneggiato	2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	---	---	---	---
2	0.50 1.30	Sabbia Limosa	4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	---	---	---	---
3	1.30 2.60	Sabbia Limosa	6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	---	---	---	---
4	2.60 3.70	Sabbia debolmente Limosa	14	41.0	31.2	299	1.96	1.53	---	---	---	---
5	3.70 4.60	Sabbia limosa argillosa	20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	1.25	2.02	25	0.667
6	4.60 5.60	Sabbia debolmente Limosa	15	42.5	31.5	307	1.96	1.54	---	---	---	---
7	5.60 5.70	Panchina calcarenitica	80	96.3	44.5	808	2.21	1.95	---	---	---	---

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

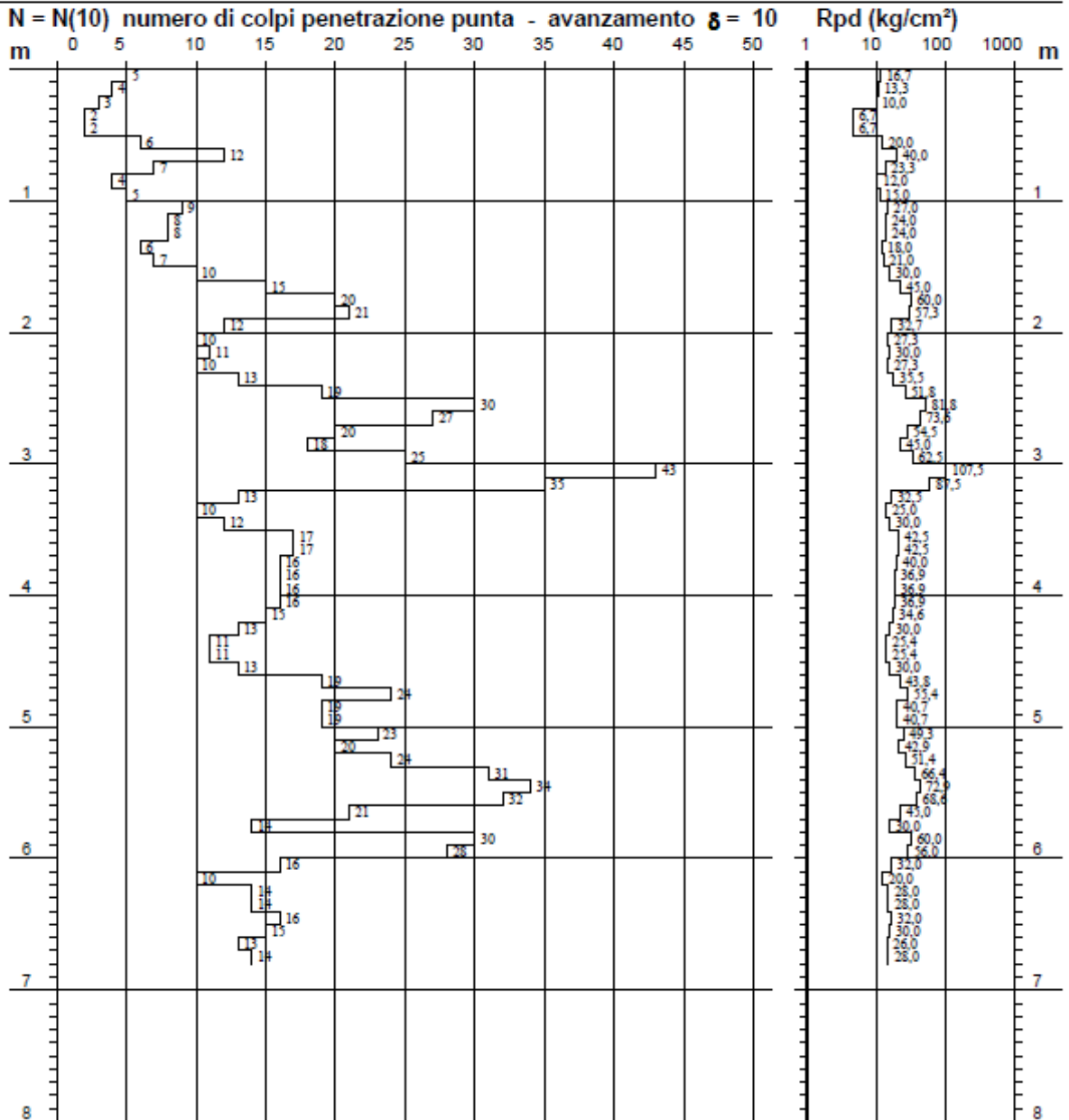
DR % = densità relativa σ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 3

Scala 1: 50

- indagine : Geotecnica - data : 22/03/2004
 - cantiere : Piano Attuativo - quota inizio : 0.00
 - località : Via delle Pievi - prof. falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 3

- indagine : Geotecnica - cantiere : Piano Attuativo - località : Via delle Pievi - note : Attrito laterale assente	- data : 22/03/2004 - quota inizio : 0.00 - prof. falda : Falda non rilevata - pagina : 1
--	--

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,50	N	3,2	2	5	2,6	---	---	---	3	0,77	2
			Rpd	10,7	7	17	8,7	---	---	---	10		
2	0,50	1,60	N	7,5	4	12	5,7	2,3	5,2	9,8	8	0,77	6
			Rpd	23,1	12	40	17,6	7,6	15,5	30,7	25		
3	1,60	2,40	N	14,0	10	21	12,0	4,3	9,7	18,3	14	0,77	11
			Rpd	39,4	27	60	33,3	13,2	26,2	52,6	39		
4	2,40	3,20	N	27,1	18	43	22,6	8,7	18,4	35,8	27	0,77	21
			Rpd	70,5	45	108	57,8	21,1	49,4	91,6	70		
5	3,20	4,60	N	14,0	10	17	12,0	2,4	11,6	16,4	14	0,77	11
			Rpd	33,5	25	43	29,2	6,1	27,4	39,6	34		
6	4,60	6,00	N	24,1	14	34	19,1	6,0	18,2	30,1	24	0,77	18
			Rpd	51,6	30	73	40,8	12,3	39,4	63,9	51		
7	6,00	6,80	N	14,0	10	16	12,0	1,9	12,1	15,9	14	0,77	11
			Rpd	28,0	20	32	24,0	3,9	24,1	31,9	28		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00	0,50	Terreno rimaneggiato	2	7,5	26,8	207	1,85	1,36	---	---	---	---
2	0,50	1,60	Sabbia Limosa	6	21,7	28,4	238	1,89	1,43	---	---	---	---
3	1,60	2,40	Sabbia Limosa	11	36,5	30,3	276	1,94	1,51	---	---	---	---
4	2,40	3,20	Sabbia cementata	21	51,5	33,3	353	2,00	1,60	---	---	---	---
5	3,20	4,60	Sabbia sottile argillosa	11	36,5	30,3	276	1,94	1,51	0,69	1,91	32	0,867
6	4,60	6,00	Sabbia sottile deb. argillosa	18	47,0	32,4	330	1,98	1,57	---	---	---	---
7	6,00	6,80	Sabbia sottile argillosa	11	36,5	30,3	276	1,94	1,51	0,69	1,91	32	0,867

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

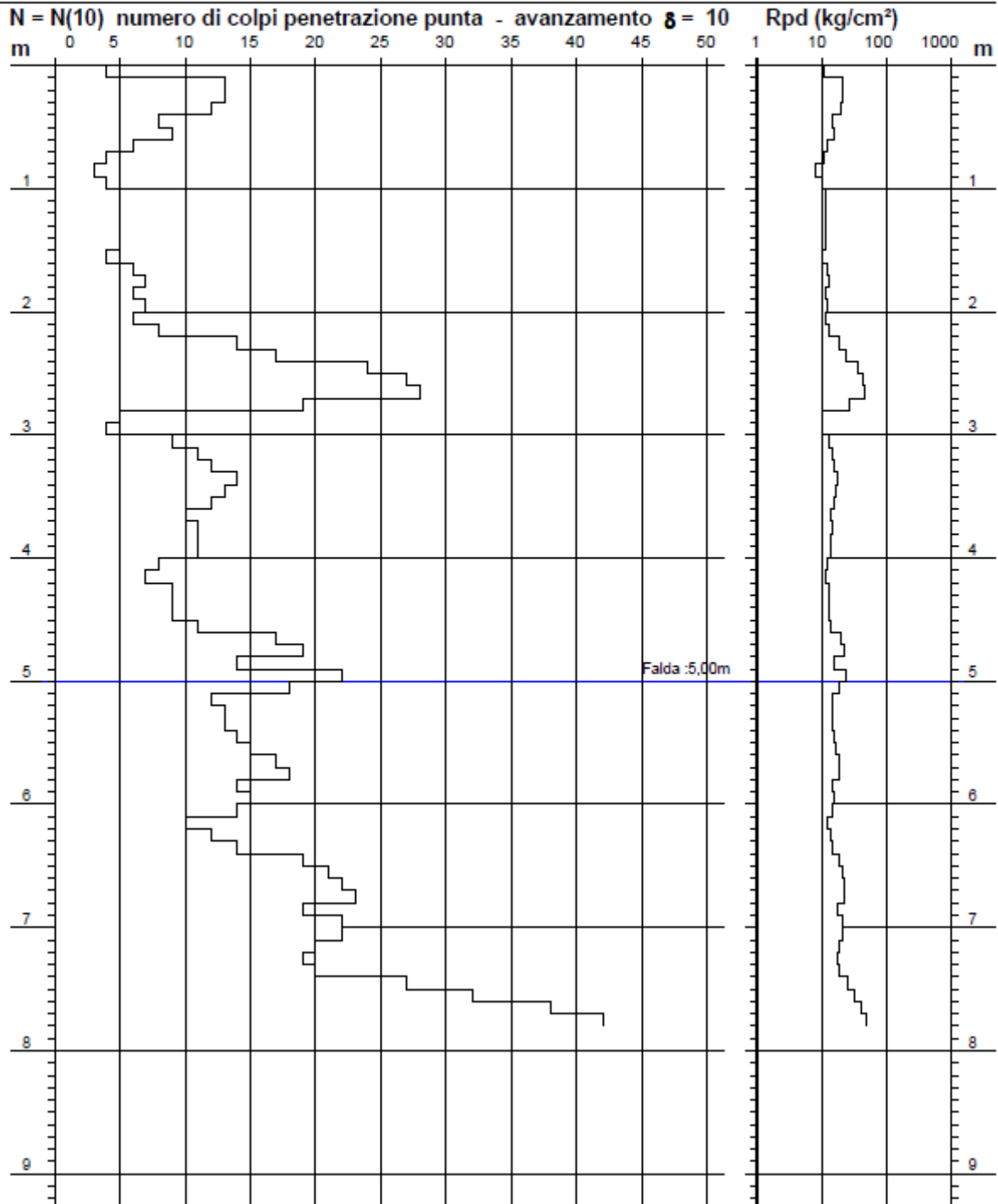
DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 4

Scala 1: 50

- indagine :	Geotecnica	- data :	19/06/2013
- cantiere :	Lottizzazione	- quota inizio :	0.00
- località :	Via delle Pievi	- prof. falda :	5,00 m da quota inizio



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 4

- indagine : Geotecnica - cantiere : Lottizzazione - località : Via delle Pievi - note : Attrito laterale assente	- data : 19/06/2013 - quota inizio : 0.00 - prof. falda : 5,00 m da quota inizio - pagina : 1
--	--

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,60	N	9,8	4	13	6,9	3,5	6,3	13,4	10	0,77	8
			Rpd	32,8	13	43	23,1	11,8	21,0	44,6	34		
2	0,60	2,20	N	5,4	3	8	4,2	1,3	4,1	6,7	5	0,77	4
			Rpd	15,9	9	22	12,4	3,5	12,4	19,4	15		
3	2,20	2,80	N	21,5	14	28	17,8	5,7	15,8	27,2	22	0,77	17
			Rpd	58,6	38	76	48,4	15,5	43,1	74,1	60		
4	2,80	4,60	N	9,8	4	14	6,9	2,6	7,2	12,4	10	0,77	8
			Rpd	23,6	10	35	16,8	6,6	17,0	30,3	24		
5	4,60	6,40	N	15,1	10	22	12,5	2,9	12,1	18,0	15	0,77	11
			Rpd	32,0	20	47	26,0	7,2	24,8	39,1	32		
6	6,40	7,40	N	20,7	19	23	19,9	1,5	19,2	22,2	21	0,77	16
			Rpd	39,9	36	46	37,8	3,6	36,3	43,4	41		
7	7,40	7,80	N	34,8	27	42	30,9	---	---	---	35	0,77	27
			Rpd	65,2	51	79	57,9	---	---	---	66		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00	0,60	Sabbia debolmente Limosa	8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	---	---	---	---
			Sabbia Limosa	4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	---	---	---	---
2	0,60	2,20	Sabbia debolmente Limosa	17	45.5	32.1	322	1.97	1.56	---	---	---	---
3	2,20	2,80	Sabbia debolmente Limosa	8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	---	---	---	---
4	2,80	4,60	Sabbia debolmente Limosa	11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	---	---	---	---
5	4,60	6,40	Sabbia debolmente Limosa	16	44.0	31.8	315	1.97	1.55	---	---	---	---
6	6,40	7,40	Sabbia Limosa	27	60.5	35.1	399	2.03	1.66	---	---	---	---
7	7,40	7,80	Sabbia debolmente Limosa										

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

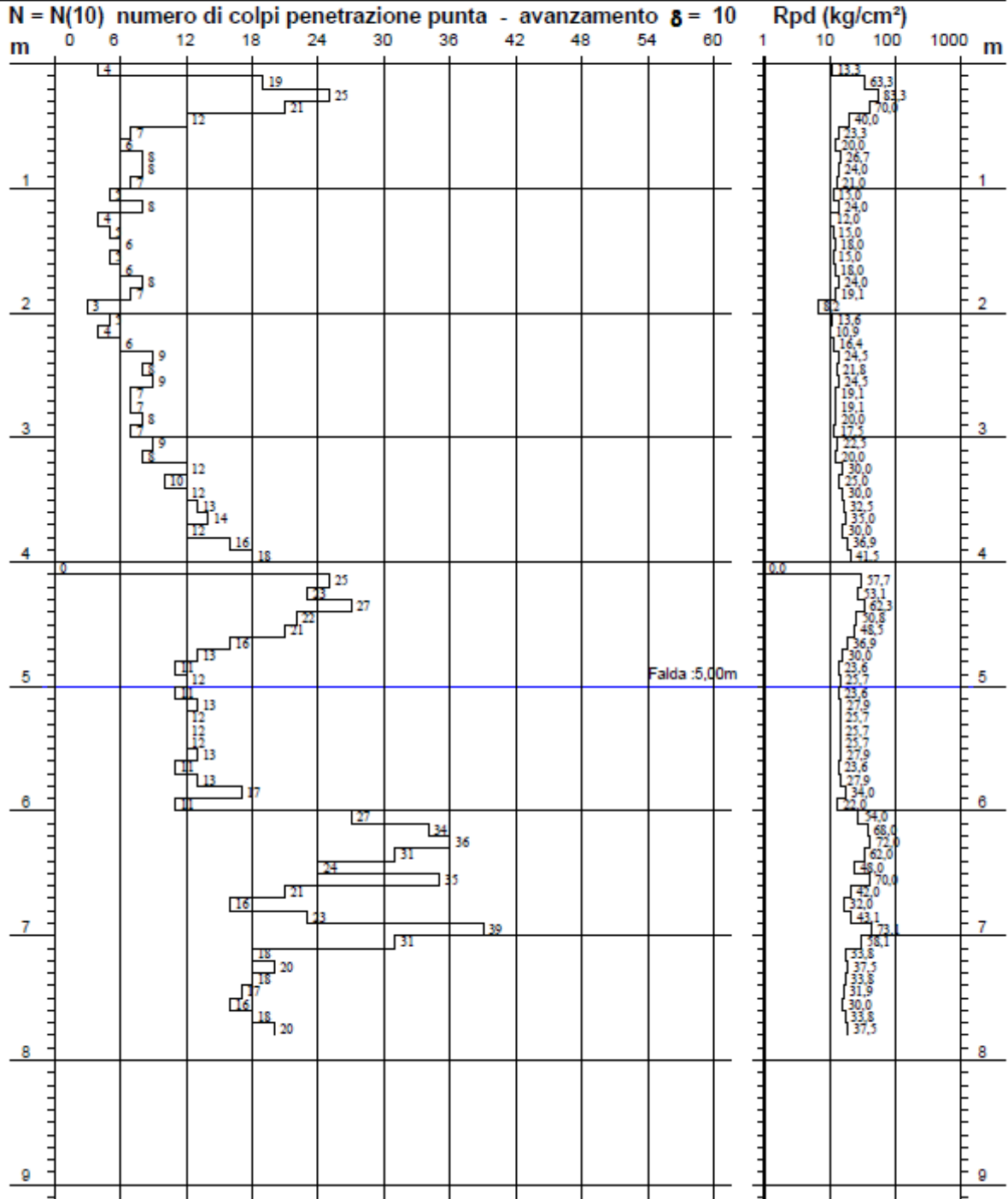
DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 5

Scala 1: 50

indagine : Geotecnica - data : 20/06/2013
 cantiere : Lottizzazione - quota inizio : 0.00
 località : Via delle Pievi - prof. falda : 5,00 m da quota inizio



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 5

- indagine :	Geotecnica	- data :	20/06/2013
- cantiere :	Lottizzazione	- quota inizio :	0.00
- località :	Via delle Pievi	- prof. falda :	5,00 m da quota inizio
- note :	Attrito laterale assente	- pagina :	1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,50	N	16,2	4	25	10,1	---	---	---	16	0,77	12
			Rpd	54,0	13	83	33,7	---	---	---	53		
2	0,50	2,30	N	6,0	3	8	4,5	1,5	4,5	7,5	6	0,77	5
			Rpd	18,0	8	27	13,1	5,2	12,8	23,2	18		
3	2,30	3,80	N	9,7	7	14	8,3	2,4	7,3	12,0	10	0,77	8
			Rpd	24,8	18	35	21,1	5,5	19,3	30,3	26		
4	3,80	4,60	N	19,0	0	27	9,5	8,5	10,5	27,5	19	0,77	15
			Rpd	43,8	0	62	21,9	19,5	24,3	63,3	44		
5	4,60	6,00	N	12,6	11	17	11,8	1,8	10,8	14,5	13	0,77	10
			Rpd	27,1	22	37	24,6	4,2	23,0	31,3	28		
6	6,00	7,10	N	28,8	16	39	22,4	7,2	21,6	36,0	29	0,77	22
			Rpd	56,6	32	73	44,3	13,9	42,7	70,5	57		
7	7,10	7,80	N	18,1	16	20	17,1	1,5	16,7	19,6	18	0,77	14
			Rpd	34,0	30	38	32,0	2,7	31,3	36,8	34		

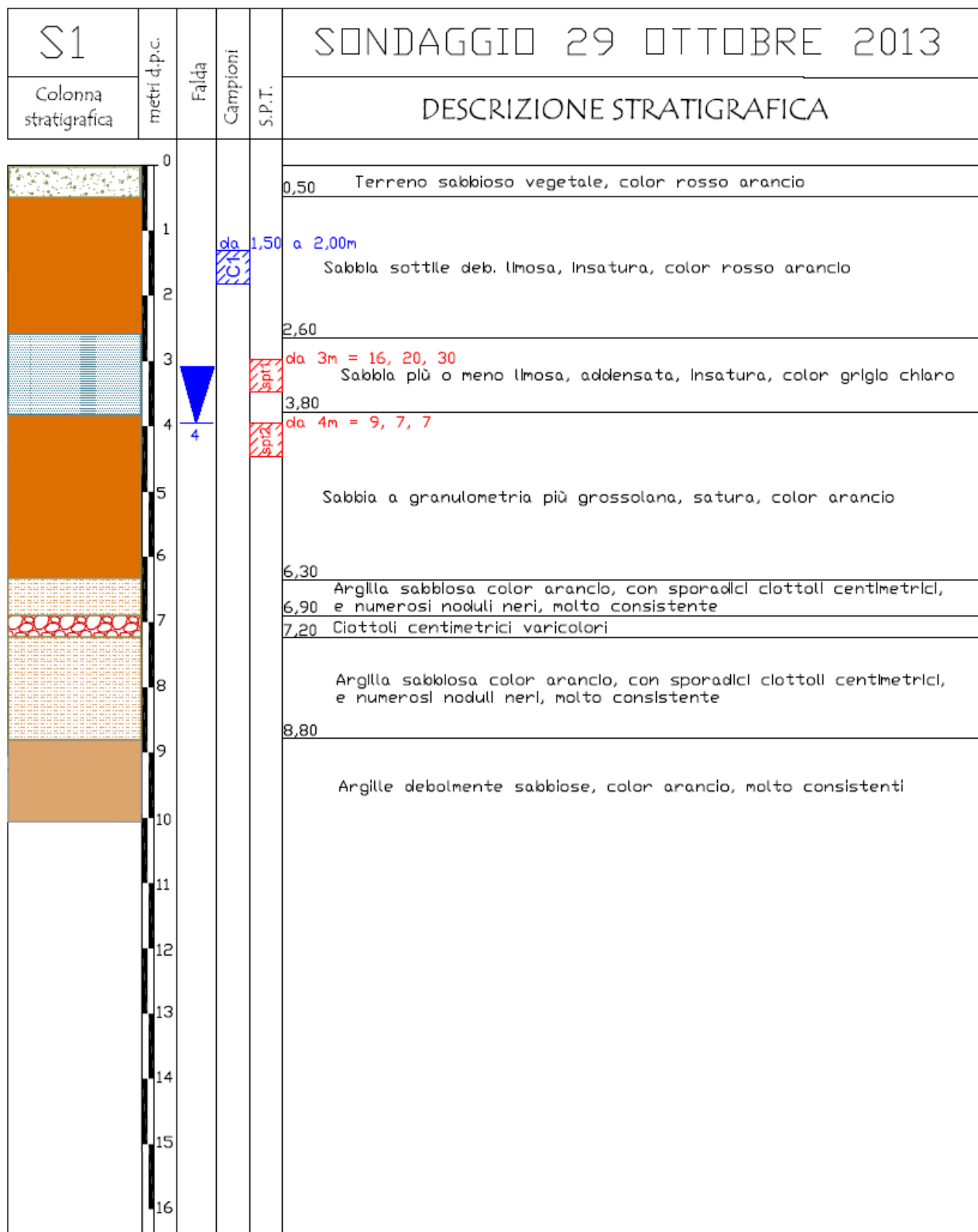
M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00	0,50	Sabbia debolmente Limosa	12	38,0	30,6	284	1,94	1,52	---	---	---	---
2	0,50	2,30	Sabbia debolmente Limosa	5	18,3	28,0	230	1,88	1,41	---	---	---	---
3	2,30	3,80	Sabbia Limosa	8	28,3	29,2	253	1,91	1,46	---	---	---	---
4	3,80	4,60	Sabbia debolmente Limosa	15	42,5	31,5	307	1,96	1,54	---	---	---	---
5	4,60	6,00	Sabbia Limosa	10	35,0	30,0	268	1,93	1,50	---	---	---	---
6	6,00	7,10	Sabbia debolmente Limosa	22	53,0	33,6	361	2,00	1,61	---	---	---	---
7	7,10	7,80	Sabbia Limosa	14	41,0	31,2	299	1,96	1,53	---	---	---	---

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE: Mappogeognostica s.r.l. per SPQ2 2000 T		
RIFERIMENTO: Donoratico (LI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	4,1	%
Peso di volume	16,0	kN/m ³
Peso di volume secco		kN/m ³
Peso di volume saturo		kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti		
Porosità		%
Grado di saturazione		%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia		%
Limo		%
Argilla		%
D 10		mm
D 50		mm
D 60		mm
D 90		mm
Passante set. 10	0,0	%
Passante set. 40	0,0	%
Passante set. 200	0,0	%

COMPRESSIONE

σ	kPa
σ_{Rim}	kPa

SCISSOMETRO

τ	kPa
τ	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-rapida		
C	5,0	kPa
ϕ	23,9	°
C_{Res}		kPa
ϕ_{Res}		°

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C _{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C _v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA

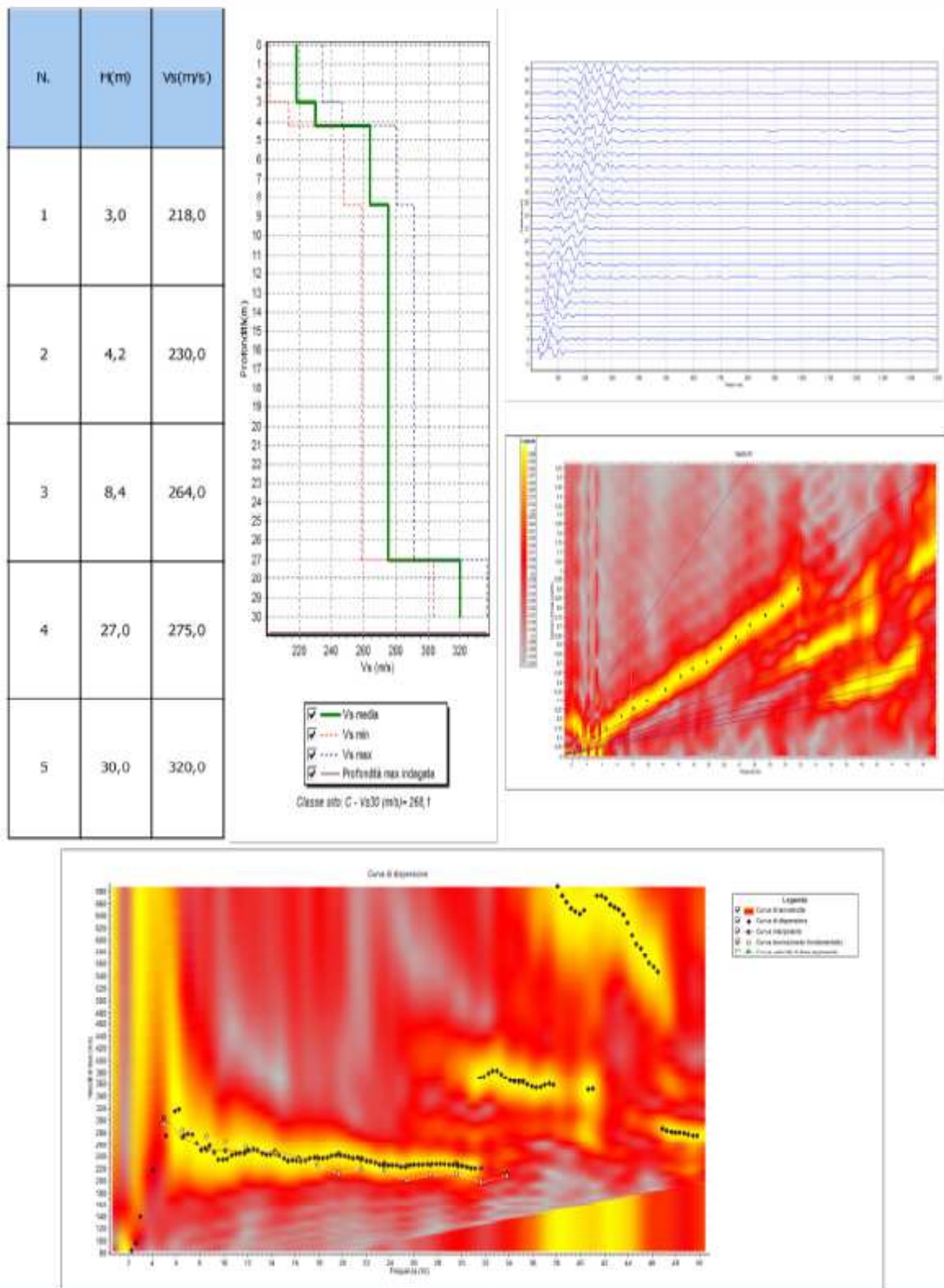


OSSERVAZIONI

Sabbia fine leggermente addensata
Tipo di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove CF TD	cm	R _p kPa	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0		Sabbia fine leggermente addensata Munsell Soil Color Charts : 10 YR 4/6 marrone giallastro scuro
	5		
	10		
	15		
	20		
	25	25	

Riassunto interpretazione MASW Le Pievi



geol. Diego Santini - Folonica (GR)

Fig. 1 – Dati di campagna ed elaborazione

La tabella 1 seguente fornisce alcuni parametri geotecnici derivati dall'elaborazione della prova MASW; si precisa che essi sono del tutto indicativi e che l'uso per la progettazione è responsabilità esclusiva del tecnico incaricato.

Tabella parametri geotecnici da MASW Le Piani									
N.	Prof.(m)	Vs(m/s)	C.Poisson	Gamma(tmc)	Vp(m/s)	G0(MPa)	Ed(MPa)	M0(MPa)	Ey(MPa)
1	3,0	218,0	0,3	1,8	407,84	87,2	305,2	188,00	226,72
2	4,2	230,0	0,3	1,8	430,29	97,05	339,72	210,31	252,37
3	8,4	264,0	0,3	1,8	493,9	127,88	447,59	277,08	332,49
4	27,0	275,0	0,3	1,8	514,48	138,76	485,67	300,65	360,78
5	30,0	320,0	0,3	1,8	598,87	187,89	657,51	407,09	488,51

Tab. 1

5. Risultati conseguiti

L'analisi delle curve di dispersione tramite tecnica MASW ha consentito di determinare il profilo 1-D delle velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità.

In sintesi, dai profili di velocità delle onde S si osserva un generale aumento di velocità delle onde di taglio con la profondità. In particolare, la prospezione ha permesso di rilevare una situazione così costituita:

- Da 0,0 m a 3,0 m: Vs = 218 m/s
- Da 3,0 m a 4,2 m: Vs = 230 m/s
- Da 4,2 m a 8,4 m: Vs = 264 m/s
- Da 8,4 m a 27,0 m: Vs = 275 m/s
- Sotto i 27,0 m: Vs = 320 m/s

L'analisi effettuata, in relazione alla lunghezza complessiva dello stendimento (46 m) ha consentito di raggiungere una profondità di investigazione di circa 31 metri dal piano di campagna, pertanto i risultati relativi al semispazio devono essere considerati indicativi dell'andamento complessivo al di sotto della profondità media di investigazione (30m).

Il semispazio risulta iniziare ad una profondità intorno ai 27,0 m dal piano di campagna ed avere velocità delle onde S intorno ai 320 m/s.

Il valore di Vs30 calcolata in base alla Vs delle dei singoli sismostrati risulta pari a 268,1 m/s; in base a tale valore ed a quanto definiti nelle N.T.C. di cui al D.M. 14/02/2008 nella tab. 3.2.II del cap. 3.2.2, si indica una categoria di suolo 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 Vs,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).

Si precisa che tale classificazione è stata fatta esclusivamente in base al valore di Vs30 calcolato, senza prendere in considerazione altri aspetti geologico-tecnici quali la granulometria, l'addensamento ecc. Il tecnico incaricato della modellazione geologica, qualora fosse in possesso di ulteriori parametri di valutazione, potrà quindi definire una diversa categoria di suolo.