



REGIONE TOSCANA

DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE ASSETTO IDROGEOLOGICO

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL SISTEMA DEI CORSI D'ACQUA BALBANO DOGAIA CASTIGLIONCELLO, IN COMUNE DI LUCCA (LU)

INTERVENTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO DI NOZZANO - I LOTTO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO

Ing. Gennarino Costabile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Francesco Piani

UFFICIO DI PROGETTAZIONE



*Studio INGEEO
Ingegneri e Geologi Associati
Via Acquacalda 840/A - 55100 Lucca
Telefono 0583 - 48682
Telefax 0583 - 464539
E-mail ingegneri@ingeo.it*

Dott. Ing. ENRICO FAVILLA

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lucca n.1248/A

Dott. Geol. LUIGI GIAMMATTEI

Ordine degli Ingegneri della Regione Toscana n.381

Collaboratori:

ING. ALESSANDRO GIORGI

ING. SIMONE MARTINELLI

GEOL. MARIANNA GENOVESI

CODICE PROGETTO

DA2014LU0004

CIG: 826073917A

CUP: D66B19007920001

OGGETTO ELABORATO

**Relazione DPGR 5R/2020 per variante al
regolamento urbanistico**

SCALA ELABORATO

	Soggetto competente	Data	Firma	ELABORATO
Emesso	Progettista Ing. Enrico Favilla	Ottobre 2020		REL V2
Visionato				
Confermato				

Firenze, Via di Novoli 26, 50127 FI

SOMMARIO

PREMESSA	2
1 CARTA GEOLOGICA-GEOTECNICA E DEI DATI DI BASE	3
2 CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA	5
3 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA	5
4 CARTA DELLA MAGNITUDO IDRAULICA	5
5 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA	5
5.1 INDAGINE MASW	5
5.2 INDAGINE DI RUMORE AMBIENTALE A STAZIONE SINGOLA (HVSR)	6
6 CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI GEOLOGICI	7
7 CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI IDRAULICI	7
8 CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI SISMICI	8

ALLEGATI

All.1 – Dati di base

TAVOLE

Tavola 02 – Carta Geologica-Geotecnica e dei Dati di Base

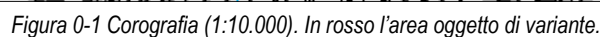
Tavola 03 – Carta della Pericolosità Geologica

Tavola 04 – Carta della Pericolosità Idraulica

Tavola 05 – Carta della Magnitudo Idraulica

Tavola 06 – Carta della Pericolosità Sismica

Nella presente relazione, redatta ai sensi del DPGR 5R/2020 e della Delibera di GRT n. 31/2020, viene illustrato il quadro conoscitivo relativo agli aspetti geologici, idraulici e sismici, vengono indicate le relative pericolosità e vengono definite le condizioni di fattibilità per la trasformazione di un'area posta in località Nozzano nel Comune di Lucca (Figura 0-1), soggetta alla richiesta di Variante del Regolamento Urbanistico come da Conferenza dei Servizi svoltasi in data 7 ottobre 2020 presso la sede del Genio Civile Toscana Nord.



Di seguito vengono descritte le cartografie relative al Quadro Conoscitivo dell'area, prodotte sulla base dei dati e delle conoscenze esistenti e certificate. In particolare sono stati consultati e acquisiti i dati ricavabili dal Piano Strutturale definitivamente approvato dal Consiglio Comunale di Lucca in data 24 aprile 2017.

A sostegno della richiesta di Variante al Regolamento Urbanistico comunale in oggetto, oltre alla presente relazione, sono state prodotte le seguenti cartografie, descritte nei capitoli successivi:

- Carta Geologica-Geotecnica e dei Dati di Base (TAV 02)
- Carta della Pericolosità Geologica (TAV 03)
- Carta della Pericolosità Idraulica (TAV 04)
- Carta della Magnitudo idraulica (TAV 05)
- Carta della Pericolosità sismica (TAV 06)

1 CARTA GEOLOGICA-GEOTECNICA E DEI DATI DI BASE

La Piana di Lucca costituisce un bacino sedimentario intermontano, originato con lo sviluppo delle depressioni tettoniche che cominciarono a delinearsi nella struttura dell'Appennino Settentrionale a partire dal Miocene superiore. Tale depressione, corrispondente ad un'area tettonicamente subsidente, fu sede di sedimentazione a partire dal Pliocene/Pleistocene inferiore. Dalla fine del Pliocene fino a tutto il Pleistocene inferiore la piana di Lucca era occupata da un vasto lago, che dette luogo alla sedimentazione di depositi fluvio-lacustri. Successivamente, con il prosciugamento del lago, la sedimentazione è stata principalmente influenzata dalla deposizione fluviale.

Dal punto di vista geologico-stratigrafico, l'area in esame, posta all'estremità occidentale della pianura lucchese al margine con le prime pendici collinari che bordano i monti pisani, alla quota media di circa 11 m s.l.m., si colloca in parte su **“depositi alluvionali attuali e recenti”**, depositi nel corso dell'Olocene dal fiume Serchio e dai suoi affluenti costituiti in prevalenza da **“ghiaie eterometriche, sabbie e limi di composizione generalmente poligenica– b1”**, denominati comunemente **“bellettone”**. All margine occidentale del lotto si ha invece, l'affioramento dei **“depositi alluvionali terrazzati antichi”** costituiti da **“ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo – bna”**.

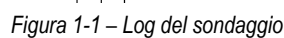
Tali terreni, dal punto di vista litologico e geotecnico sono rispettivamente associabili, ai sensi di quanto indicato nelle specifiche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica [...] di cui alla Del. GRT n. 1162/2018, alle seguenti classi geotecniche:

- | | |
|----|--|
| SM | Terreni di copertura costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo |
| GM | Terreni di copertura costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo |

Su tale cartografia sono state riportate anche le indagini presenti per l'area e costituite da:

- n° 1 Sondaggio a carotaggio continuo con prelievo campione e prove SPT in foro
- n° 1 Prova penetrometrica statica meccanica (CPT);
- n° 1 Prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH);
- n° 1 Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW);
- n° 1 Indagine di rumore ambientale a stazione sismica (HVSIR)

Di seguito si riportano i dati stratigrafici ricavati dal sondaggio geognostico:



Pagina 4 di 8

2 CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Considerando l'assenza di forme geomorfologiche, ai sensi del paragrafo C.1 delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, ai terreni affioranti nell'area possono essere attribuite le seguenti classi di pericolosità geologica:

Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici.

Pericolosità geologica media (G.2): aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

Le informazioni descritte sono riassunte nella TAV 03 – Carta della Pericolosità geologica.

3 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

La Carta della Pericolosità idraulica riportata nella TAV 04 è stata redatta, ai sensi del paragrafo C.2 delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, acquisendo i dati dello studio idraulico allegato al PS comunale.

L'intero lotto rientra in **Pericolosità per alluvioni frequenti (P3)**.

4 CARTA DELLA MAGNITUDO IDRAULICA

La Carta della Magnitudo idraulica riportata nella TAV 05 è stata redatta, ai sensi di quanto riportato nell'art. 2, comma 1, lettere h1), h2) e h3) della LR 41/2020 e secondo i dati riportati nella Carta delle aree allagabili con Tr200 anni (QG13) allegata al PS comunale che evidenzia per l'intero lotto battenti superiori a 3 m.

L'area pertanto, in assenza del valore della velocità, rientra in **Magnitudo idraulica molto severa** attribuita alle aree in cui si ha un battente superiore a 0.5 m.

5 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Nel lotto in oggetto sono state realizzate le seguenti indagini sismiche:

- n° 1 Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW);
- n° 1 Indagine di rumore ambientale a stazione singola (HVSr)

Di seguito si riportano i risultati di tali indagini:

5.1 Indagine MASW

Il bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s) è stato individuato alla profondità di 25.7 m. La V_s equivalente, a partire dal piano campagna è risultata pari a **242 m/s**.

Ai sensi del D.M. 17.01.2018, i terreni in oggetto rientrano in **Categoria di Suolo E**: "Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 metri".

5.2 Indagine di rumore ambientale a stazione singola (HVSR)

Il rumore sismico ambientale deriva dalla composizione di molte sorgenti che agiscono in tempi diversi e in zone diverse. Nel campo di rumore vengono rappresentate sia le onde di volume che le onde di superficie; quest'ultime hanno però carattere dominante in quanto caratterizzate da minore attenuazione.

L'esito di questa prova è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione. Le frequenze alla quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura. Le indagini HVSR vengono impiegate, per caratterizzare le proprietà elastiche dei materiali ed evidenziare eventuali contrasti d'impedenza sismica presenti nel sottosuolo che sono causa dei fenomeni di amplificazione che si possono verificare durante un evento sismico. In generale, la stima della frequenza di risonanza sarà tanto più precisa quanto maggiore sarà il contrasto d'impedenza tra copertura e bedrock sismico.

È possibile stabilire una relazione fra lo spessore H dei terreni di copertura, la velocità media delle onde S all'interno di quest'ultimo (V_s) e la frequenza di risonanza fondamentale f_0 dello strato.

Nel caso in esame la misura eseguita ha dato il seguente risultato:

Frequenza: $f_0 = 3.3 \text{ Hz}$

Ampiezza: $A = 3.6$

Considerando le correlazioni tra frequenza e profondità del substrato messe a punto da Albarello et alii nel 2010 (Tabella seguente), è possibile ipotizzare che il passaggio tra copertura e bedrock avvenga ad una profondità compresa tra 20 e 30 metri. Tale dato è concorde sia con le informazioni acquisite con il sondaggio, che fino alla profondità di 20 m non individua il substrato, che con quelle acquisite dal masw che individua il bedrock ($V_s > 800 \text{ m/s}$) alla quota di 25.7 m dal p.c..

f_0 (Hz)	h (m)	
< 1	> 100	Centinaia di metri
1 – 2	50 – 100	
2 – 3	30 – 50	
3 – 5	20 – 30	Decine di metri
5 – 8	10 – 20	
8 – 20	5 – 10	
> 20	< 5	Qualche metro
H/V > 3 Alto contrasto		
2 < H/V < 3 Basso Contrasto		

Figura 5-1 – Abachi preliminari per una stima semi-qualitativa dello spessore coperture e dell'entità del contrasto sismico (Tabella A – Albarello et alii, 2010)

Considerando il quadro geologico e geotecnico dell'area e i dati ricavabili dalle indagini sismiche suddette, ai sensi delle definizioni riportate nel ai sensi del paragrafo C.3 delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, il lotto in oggetto è stato inserito in:

Pericolosità sismica locale elevata (S.3)

zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna.

Le informazioni descritte sono riassunte nella TAV 06 – Carta della Pericolosità Sismica.

6 CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI GEOLOGICI

Ai sensi del paragrafo 3.2 (*Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici*) delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, per le pericolosità geologiche attribuite all'area, sono individuate le seguenti prescrizioni:

Pericolosità	Condizioni di attuazione	Approfondimenti geologici
G.2	Specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area	Sono richieste indagini geologiche e geotecniche da condursi ai sensi della normativa tecnica vigente (regolamento 36R/2009 e s.s.m.m.i.i.) sia nel caso di intervento diretto che di Piano Attuativo e di Piano Complesso di intervento, al fine di ricostruire il modello geotecnico del terreno, necessario alle verifiche richieste ai sensi del D.M.11.03.1988 e delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.17.01.2018 e s.s.m.m.i.i.).
G.1	Nessuna prescrizione	

7 CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI IDRAULICI

Ai sensi del paragrafo 3.3 (*Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici*) delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, per la pericolosità idraulica attribuita all'area, sono individuate le seguenti prescrizioni:

Pericolosità	Condizioni di attuazione
P3	Tutti gli interventi sono disciplinati dalla L.R. 41/2018 e s.s.m.m.i.i. e devono rispettare le prescrizioni riportate nell'art.7 comma 3 delle norme del PGRA.

Il lotto risulta in parte inserito in area di tutela del reticolo idrografico della Regione Toscana (Figura 7-1) e pertanto deve rispettare le disposizioni riportate nell'articolo 3 della LR 41/2018.



Figura 7-1 - Estratto classificazione del reticolo regionale ai sensi della L.R. 79/2012

8 CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI SISMICI

Ai sensi del paragrafo 3.6 (*Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici*) delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, per la pericolosità sismica attribuita all'area, sono individuate le seguenti prescrizioni:

Pericolosità	Condizioni di attuazione	Approfondimenti geologici
S.3	Devono essere definiti gli spessori, le geometrie e le velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse.	Deve essere effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo).

Nel caso in cui l'intervento riguardi la realizzazione o l'ampliamento di edifici strategici o rilevanti ricadenti nelle classi d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014, la valutazione dell'azione sismica in fase di progettazione, deve essere supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3).

Lucca, ottobre 2020

ALLEGATO

DATI DI BASE

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 $S \text{ (Kg)}$, 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: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	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 q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:

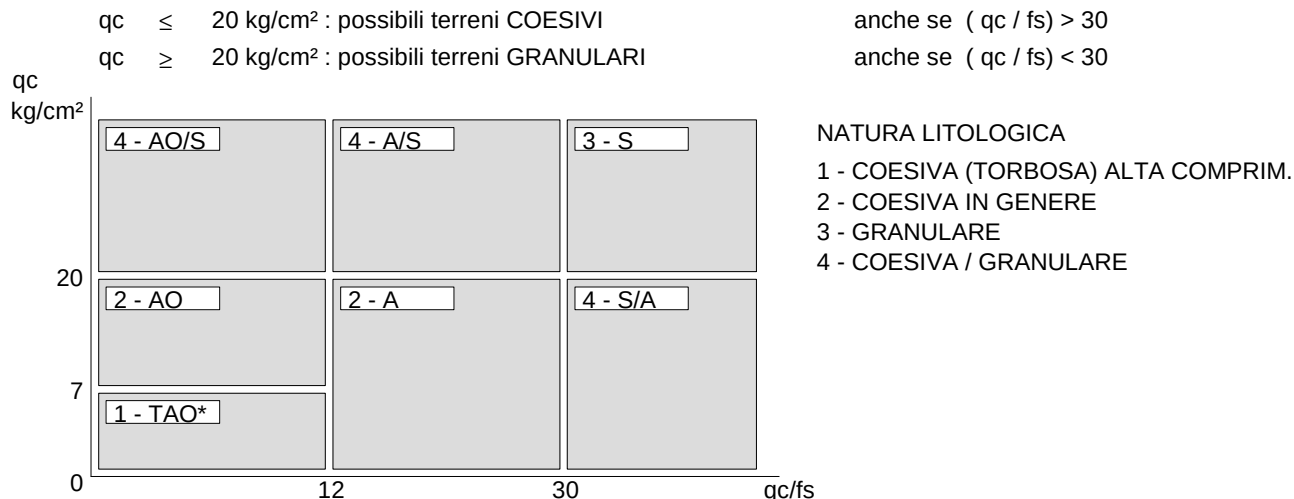
- AO	=	argilla organica e terreni misti
- Att	=	argilla (inorganica) molto tenera
- At	=	argilla (inorganica) tenera
- Am	=	argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac	=	argilla (inorganica) consistente
- Acc	=	argilla (inorganica) molto consistente
- ASL	=	argilla sabbiosa e limosa
- SAL	=	sabbia 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.

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - q_c - natura]
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - R_p - σ'_{vo} (Schmertmann 1976)]
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - q_c - σ'_{vo})
 ϕ'_{Ca} - Caquot (1948) ϕ'_{Ko} - Koppejan (1948)
 ϕ'_{DB} - De Beer (1965) ϕ'_{Sc} - Schmertmann (1978)
 ϕ'_{DM} - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) ϕ'_{Me} - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]
- Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	PS.1
	riferimento	200717A
	certificato n°	CPT048/20

Committente: Regione Toscana	U.M.: kg/cm²	Data eseg.: 17/07/2020
Cantiere: Indagini geognostiche Impianto di sollevamento	Pagina: 1	Data certificato: 24/07/2020
Località: Loc. Cateratte, Nozzano - Lucca (LU)	Elaborato:	Falda: -2.87 m da quota inizio

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0	0	0.0	0.00										
0.40	49.0	80.0	0	49.0	2.07	24	4.2								
0.60	40.0	83.0	0	40.0	2.87	14	7.2								
0.80	53.0	90.0	0	53.0	2.47	21	4.7								
1.00	41.0	73.0	0	41.0	2.13	19	5.2								
1.20	19.0	24.0	0	19.0	0.33	58	1.7								
1.40	17.0	33.0	0	17.0	1.07	16	6.3								
1.60	13.0	22.0	0	13.0	0.60	22	4.6								
1.80	21.0	36.0	0	21.0	1.00	21	4.8								
2.00	15.0	26.0	0	15.0	0.73	21	4.9								
2.20	16.0	26.0	0	16.0	0.67	24	4.2								
2.40	14.0	21.0	0	14.0	0.47	30	3.4								
2.60	8.0	17.0	0	8.0	0.60	13	7.5								
2.80	8.0	16.0	0	8.0	0.53	15	6.6								
3.00	17.0	22.0	0	17.0	0.33	52	1.9								
3.20	16.0	30.0	0	16.0	0.93	17	5.8								
3.40	78.0	110.0	0	78.0	2.13	37	2.7								
3.60	103.0	153.0	0	103.0	3.33	31	3.2								
3.80	121.0	200.0	0	121.0	5.27	23	4.4								
4.00	140.0	200.0	0	140.0	4.00	35	2.9								
4.20	131.0	215.0	0	131.0	5.60	23	4.3								
4.40	102.0	149.0	0	102.0	3.13	33	3.1								
4.60	101.0	131.0	0	101.0	2.00	51	2.0								
4.80	18.0	33.0	0	18.0	1.00	18	5.6								
5.00	12.0	19.0	0	12.0	0.47	26	3.9								
5.20	18.0	36.0	0	18.0	1.20	15	6.7								
5.40	15.0	26.0	0	15.0	0.73	21	4.9								
5.60	6.0	12.0	0	6.0	0.40	15	6.7								
5.80	6.0	11.0	0	6.0	0.33	18	5.5								
6.00	7.0	11.0	0	7.0	0.27	26	3.9								
6.20	8.0	12.0	0	8.0	0.27	30	3.4								
6.40	7.0	13.0	0	7.0	0.40	18	5.7								
6.60	6.0	10.0	0	6.0	0.27	22	4.5								
6.80	7.0	11.0	0	7.0	0.27	26	3.9								
7.00	6.0	12.0	0	6.0	0.40	15	6.7								
7.20	6.0	11.0	0	6.0	0.33	18	5.5								
7.40	7.0	11.0	0	7.0	0.27	26	3.9								
7.60	15.0	26.0	0	15.0	0.73	21	4.9								
7.80	7.0	15.0	0	7.0	0.53	13	7.6								
8.00	13.0	19.0	0	13.0	0.40	33	3.1								
8.20	10.0	19.0	0	10.0	0.60	17	6.0								
8.40	8.0	17.0	0	8.0	0.60	13	7.5								
8.60	13.0	20.0	0	13.0	0.47	28	3.6								
8.80	11.0	20.0	0	11.0	0.60	18	5.5								
9.00	29.0	36.0	0	29.0	0.47	62	1.6								
9.20	38.0	43.0	0	38.0	0.33	115	0.9								
9.40	39.0	49.0	0	39.0	0.67	58	1.7								
9.60	32.0	42.0	0	32.0	0.67	48	2.1								
9.80	32.0	39.0	0	32.0	0.47	68	1.5								
10.00	34.0	46.0	0	34.0	0.80	43	2.4								
10.20	26.0	34.0	0	26.0	0.53	49	2.0								
10.40	19.0	25.0	0	19.0	0.40	48	2.1								
10.60	24.0	30.0	0	24.0	0.40	60	1.7								
10.80	15.0	21.0	0	15.0	0.40	38	2.7								
11.00	30.0	46.0	0	30.0	1.07	28	3.6								
11.20	5.0	12.0	0	5.0	0.47	11	9.4								
11.40	5.0	11.0	0	5.0	0.40	13	8.0								
11.60	8.0	13.0	0	8.0	0.33	24	4.1								
11.80	10.0	16.0	0	10.0	0.40	25	4.0								
12.00	7.0	13.0	0	7.0	0.40	18	5.7								
12.20	10.0	17.0	0	10.0	0.47	21	4.7								
12.40	130.0	206.0	0	130.0	5.07	26	3.9								
12.60	119.0	196.0	0	119.0	5.13	23	4.3								
12.80	105.0	190.0	0	105.0	5.67	19	5.4								
13.00	75.0	136.0	0	75.0	4.07	18	5.4								
13.20	100.0	171.0	0	100.0	4.73	21	4.7								
13.40	91.0	150.0	0	91.0	3.93	23	4.3								
13.60	36.0	43.0	0	36.0	0.47	77	1.3								
13.80	56.0	79.0	0	56.0	1.53	37	2.7								
14.00	90.0	139.0	0	90.0	3.27	28	3.6								
14.20	70.0	130.0	0	70.0	4.00	18	5.7								
14.40	61.0	82.0	0	61.0	1.40	44	2.3								
14.60	58.0	80.0	0	58.0	1.47	39	2.5								
14.80	59.0	86.0	0	59.0	1.80	33	3.1								
15.00	61.0	83.0	0	61.0	1.47	41	2.4								

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

nota: Falda rilevata in foro

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON032

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT

riferimento

certificato n°

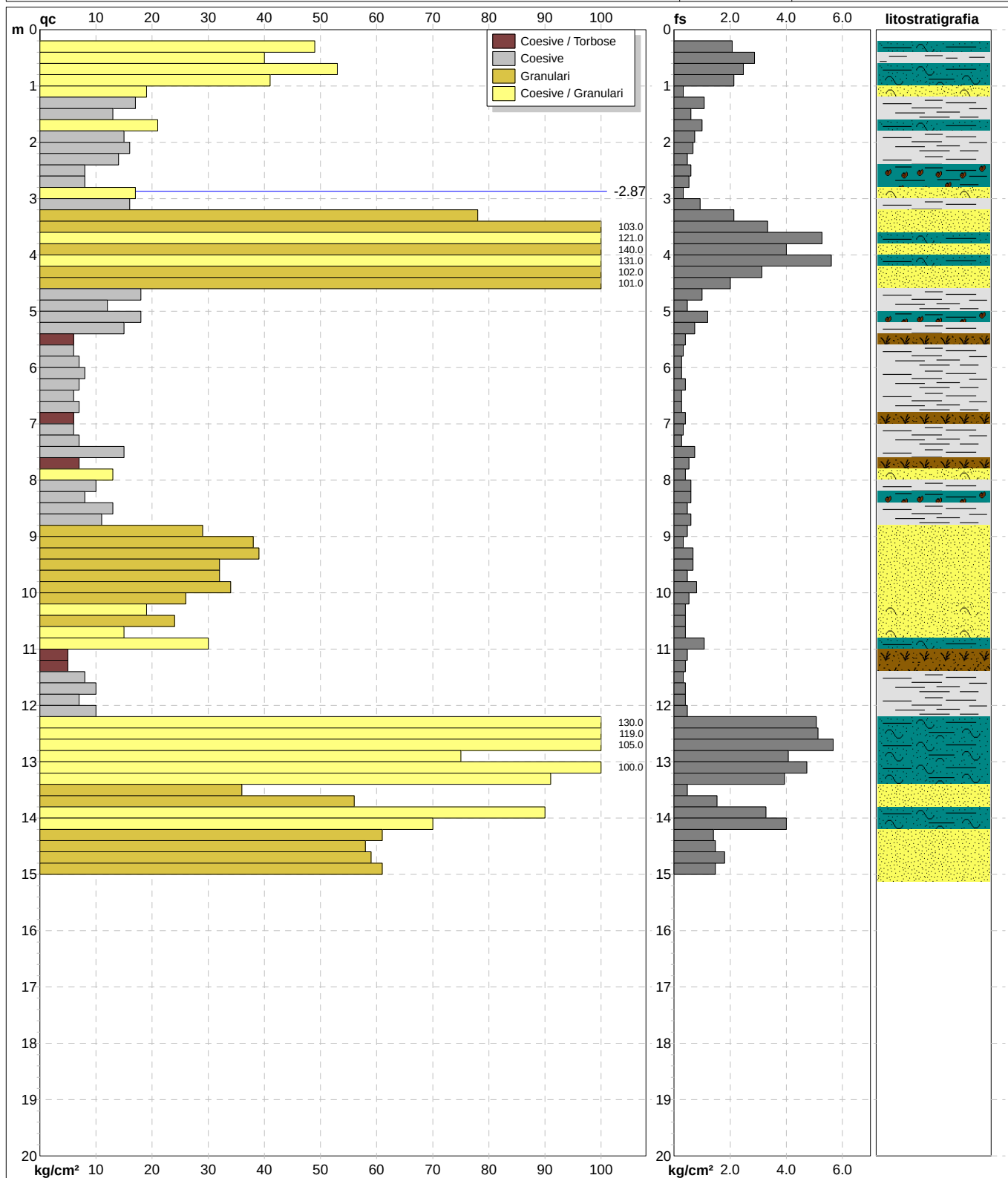
PS.1**200717A**

CPT048/20

Committente: **Regione Toscana**
Cantiere: **Indagini geognostiche Impianto di sollevamento**
Località: **Loc. Cateratte, Nozzano - Lucca (LU)**

U.M.: **kg/cm²**
Scala: **1:100**
Pagina: **1**
Elaborato:

Data exec.: **17/07/2020**
Data certificato: **24/07/2020**
Quota inizio: **piano campagna**
Falda: **-2.87 m** da quota inizio



Litologia: **Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone**
Penetrometro: **TG63-200**
Responsabile: **Dott. Geol. Andrea Gambini**
Assistente:

Preforo: **m**
Corr.astine: **kg/ml**
Cod.ISTAT: **046017**
Cod. punta:

nota: Falda rilevata in foro

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON032

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT

riferimento

certificato n°

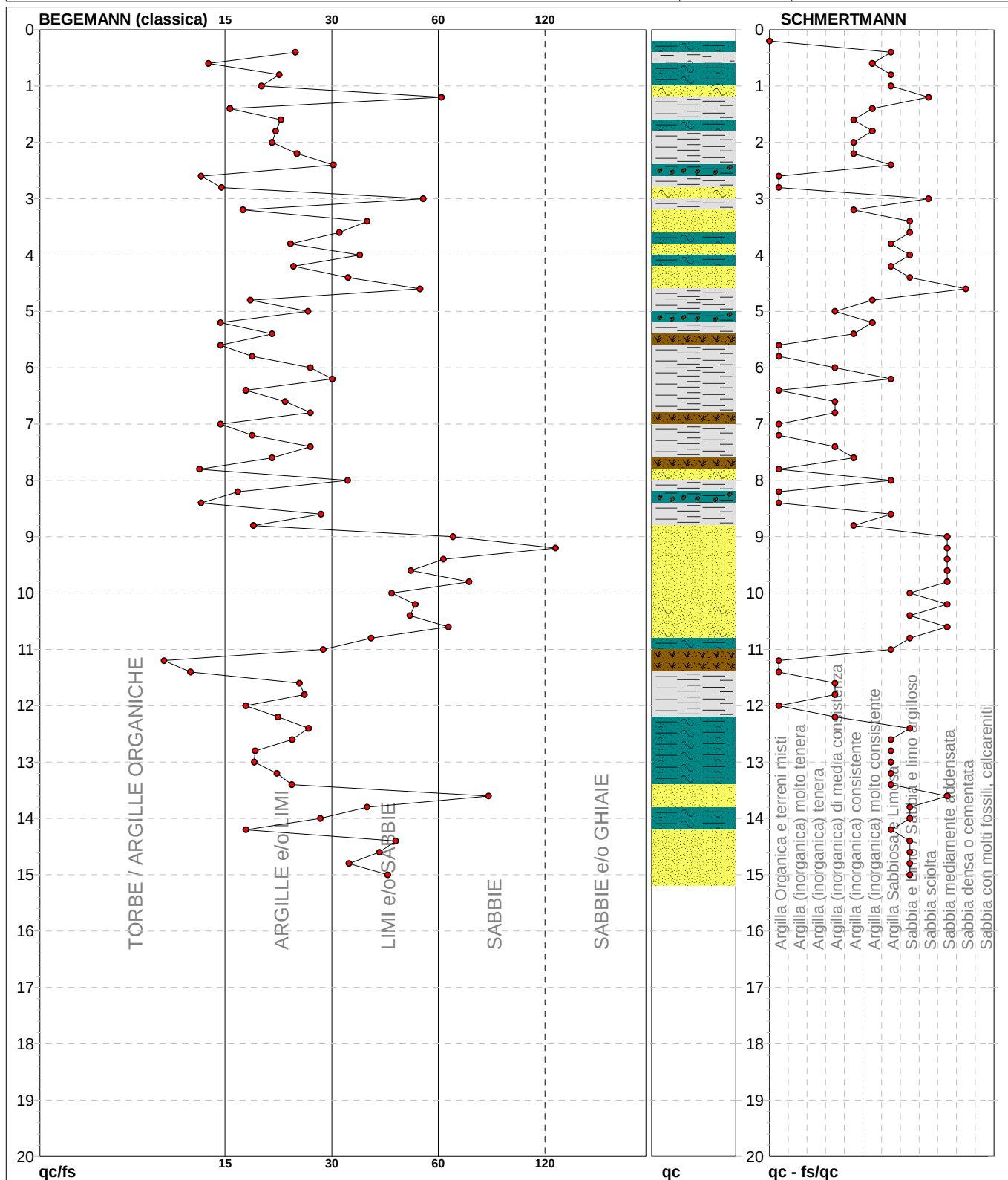
PS.1**200717A**

CPT048/20

Committente: **Regione Toscana**
Cantiere: **Indagini geognostiche Impianto di sollevamento**
Località: **Loc. Cateratte, Nozzano - Lucca (LU)**

U.M.: **kg/cm²**
Scala: **1:100**
Pagina: **1**
Elaborato:

Data eseg.: **17/07/2020**
Data certificato: **24/07/2020**
Falda: **-2.87 m** da quota inizio



Torbe / Argille org. :	35 punti, 35.35%	Argilla Organica e terreni misti:	13 punti, 13.13%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	16 punti, 16.16%
Argille e/o Limi :	41 punti, 41.41%	Argilla (inorganica) media consist.: 8 punti, 8.08%		Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	14 punti, 14.14%
Limi e/o Sabbie :	20 punti, 20.20%	Argilla (inorganica) consistente: 7 punti, 7.07%		Sabbia sciolta:	2 punti, 2.02%
Sabbie:	4 punti, 4.04%	Argilla (inorganica) molto consist.: 5 punti, 5.05%		Sabbia mediamente addensata:	8 punti, 8.08%
				Sabbia densa o cementata:	1 punti, 1.01%

nota: Falda rilevata in foro

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON032

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
PARAMETRI GEOTECNICI**CPT**

riferimento

certificato n°

PS.1**200717A**

CPT048/20

Committente: **Regione Toscana**Cantiere: **Indagini geognostiche Impianto di sollevamento**Località: **Loc. Cateratte, Nozzano - Lucca (LU)**U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **17/07/2020**Data certificato: **24/07/2020**Pagina: **1**Elaborato: **Falda: -2.87 m da quota inizio**

Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m³	σ'vo U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										F.L.	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
							Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	σSc (°)	σCa (°)	σKo (°)	σDB (°)	σDM (°)	σMe (°)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
0.20	--	--	?	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

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

CARATTERISTICHE TECNICHE : **DPSH (S. Heavy)**

MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,0000 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
RENDIMENTO SPECIFICO x COLPOQ	$= (MH)/(A\delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO RENDIMENTO	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente : Nspt = $\beta_t N$)

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

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

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

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

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm ² = 0.098067 MPa $\approx$ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m ² = 10.197 kg/cm ²
1 bar = 1.0197 kg/cm ² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN PD.2

- committente : Regione Toscana
- lavoro : Indagini geognostiche impianto di sollevamento
- località : Loc. Cateratte, Nozzano - Lucca (LU)

- data prova : 17/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : 4,19 m da quota inizio

- note : Perforo attrezzato con piezometro

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	7,60 - 7,80	7	33,6	8
0,20 - 0,40	1	7,4	1	7,80 - 8,00	5	22,8	9
0,40 - 0,60	1	7,4	1	8,00 - 8,20	7	32,0	9
0,60 - 0,80	1	7,4	1	8,20 - 8,40	5	22,8	9
0,80 - 1,00	1	6,9	2	8,40 - 8,60	5	22,8	9
1,00 - 1,20	1	6,9	2	8,60 - 8,80	5	22,8	9
1,20 - 1,40	1	6,9	2	8,80 - 9,00	5	21,8	10
1,40 - 1,60	1	6,9	2	9,00 - 9,20	6	26,1	10
1,60 - 1,80	1	6,9	2	9,20 - 9,40	5	21,8	10
1,80 - 2,00	1	6,4	3	9,40 - 9,60	3	13,1	10
2,00 - 2,20	1	6,4	3	9,60 - 9,80	2	8,7	10
2,20 - 2,40	1	6,4	3	9,80 - 10,00	2	8,3	11
2,40 - 2,60	1	6,4	3	10,00 - 10,20	3	12,5	11
2,60 - 2,80	1	6,4	3	10,20 - 10,40	1	4,2	11
2,80 - 3,00	1	6,0	4	10,40 - 10,60	1	4,2	11
3,00 - 3,20	4	24,1	4	10,60 - 10,80	5	20,8	11
3,20 - 3,40	4	24,1	4	10,80 - 11,00	4	16,0	12
3,40 - 3,60	4	24,1	4	11,00 - 11,20	5	19,9	12
3,60 - 3,80	3	18,1	4	11,20 - 11,40	5	19,9	12
3,80 - 4,00	3	17,0	5	11,40 - 11,60	3	12,0	12
4,00 - 4,20	5	28,3	5	11,60 - 11,80	4	16,0	12
4,20 - 4,40	3	17,0	5	11,80 - 12,00	4	15,3	13
4,40 - 4,60	5	28,3	5	12,00 - 12,20	5	19,1	13
4,60 - 4,80	5	28,3	5	12,20 - 12,40	11	42,1	13
4,80 - 5,00	3	16,0	6	12,40 - 12,60	9	34,5	13
5,00 - 5,20	2	10,7	6	12,60 - 12,80	9	34,5	13
5,20 - 5,40	1	5,3	6	12,80 - 13,00	8	29,4	14
5,40 - 5,60	5	26,7	6	13,00 - 13,20	7	25,8	14
5,60 - 5,80	4	21,4	6	13,20 - 13,40	8	29,4	14
5,80 - 6,00	2	10,1	7	13,40 - 13,60	8	29,4	14
6,00 - 6,20	2	10,1	7	13,60 - 13,80	8	29,4	14
6,20 - 6,40	1	5,1	7	13,80 - 14,00	8	28,3	15
6,40 - 6,60	4	20,2	7	14,00 - 14,20	8	28,3	15
6,60 - 6,80	9	45,5	7	14,20 - 14,40	9	31,9	15
6,80 - 7,00	4	19,2	8	14,40 - 14,60	8	28,3	15
7,00 - 7,20	3	14,4	8	14,60 - 14,80	7	24,8	15
7,20 - 7,40	4	19,2	8	14,80 - 15,00	8	27,3	16
7,40 - 7,60	12	57,6	8				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,0000** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD.2

Scala 1: 100

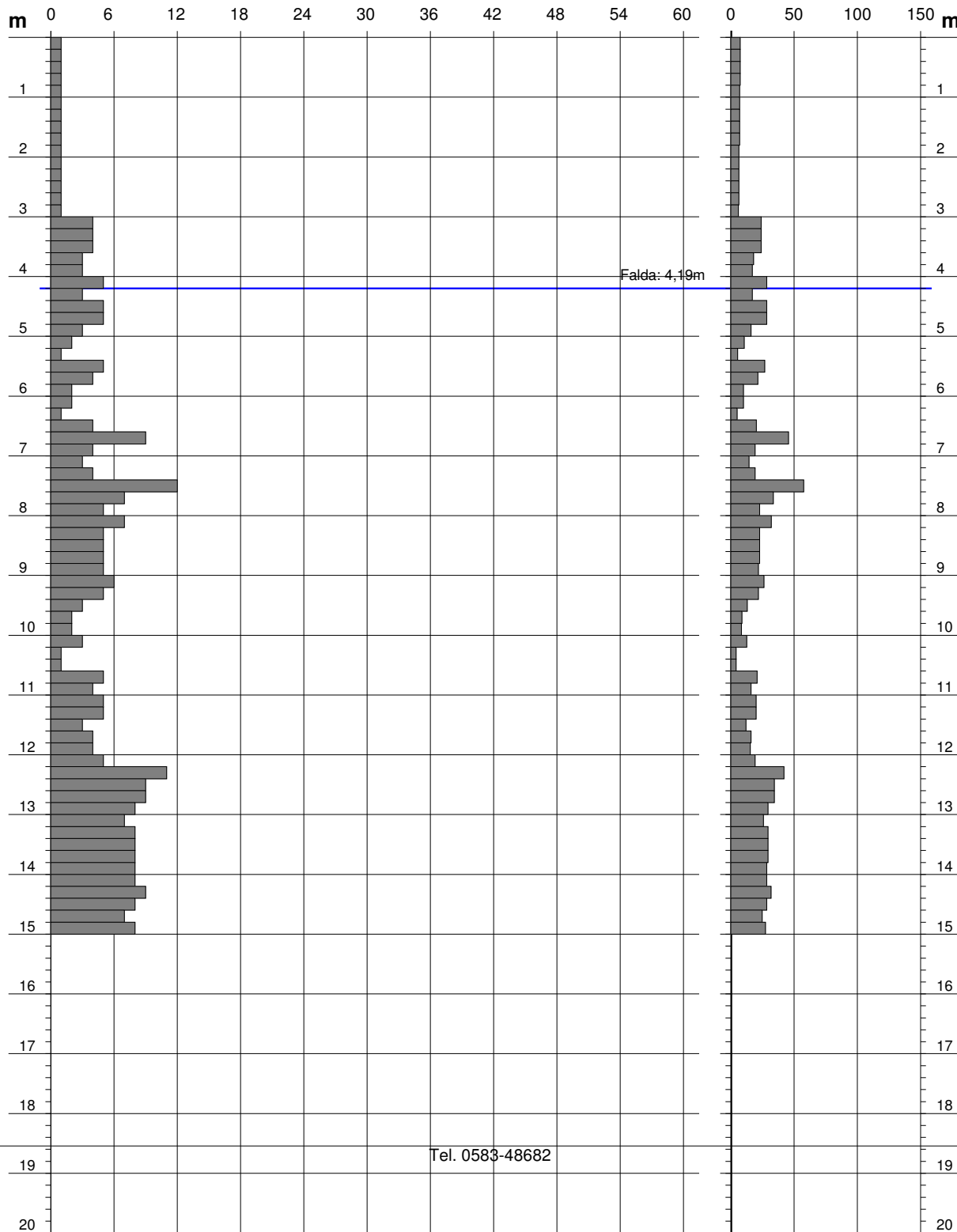
- committente : Regione Toscana
- lavoro : Indagini geognostiche impianto di sollevamento
- località : Loc. Cateratte, Nozzano - Lucca (LU)

- data prova : 17/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : 4,19 m da quota inizio

- note : Perforo attrezzato con piezometro

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN PD.2

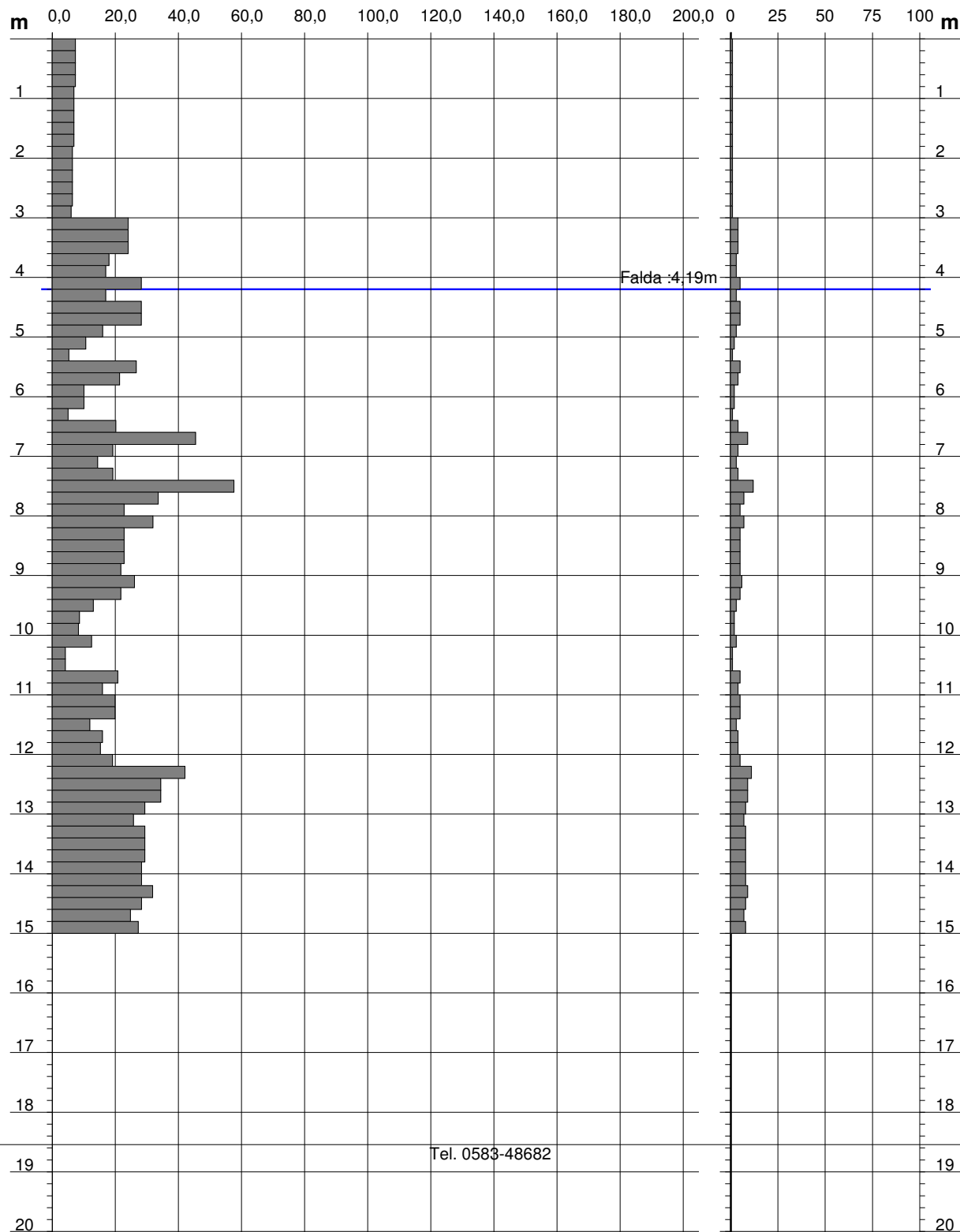
Scala 1: 100

- committente : Regione Toscana
- lavoro : Indagini geognostiche impianto di sollevamento
- località : Loc. Cateratte, Nozzano - Lucca (LU)

- data prova : 17/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : 4,19 m da quota inizio

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20,00$ cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN PD.2

- committente : Regione Toscana
- lavoro : Indagini geognostiche impianto di sollevamento
- località : Loc. Cateratte, Nozzano - Lucca (LU)

- data prova : 17/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : 4,19 m da quota inizio

- note : Perforo attrezzato con piezometro

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	3,00	N	1,0	1	1	1,0	----	1,0	1,0	1	1,52	2
			Rpd	6,8	6	7	6,4	----	6,4	7,3			
2	3,00	6,60	N	3,3	1	5	2,2	1,3	2,0	4,7	3	1,52	5
			Rpd	18,6	5	28	11,8	7,8	10,8	26,4			
3	6,60	12,20	N	4,6	1	12	2,8	2,3	2,3	6,9	5	1,52	8
			Rpd	20,4	4	58	12,3	11,4	9,1	31,8			
4	12,20	15,00	N	8,3	7	11	7,6	1,0	7,3	9,3	8	1,52	12
			Rpd	30,2	25	42	27,5	4,4	25,9	34,6			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN PD.2

			NATURA GRANULARE							NATURA COESIVA								
n°	H1	H2	Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W	e	Q	Litologia	
1	0,00	3,00	2	83	22	7	26	207	1,85	1,36	0,13	12	1,75	46,9	1,267	0,34		
2	3,00	6,60	5	122	43	18	28	230	1,88	1,41	0,31	30	1,83	39,3	1,061	0,85		
3	6,60	12,20	8	151	61	28	29	253	1,91	1,46	0,50	48	1,87	35,0	0,945	1,11		
4	12,20	15,00	12	174	83	38	30	284	1,94	1,52	0,75	72	1,92	31,2	0,842	1,46		

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
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15<Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

**Elaborati Grafici MASW
“STL170720A - Onde di Love”**

- Spettro delle Velocità con “Picking”
- Grafico Misfit & Profilo Verticale Onde S
- Profilo verticale Vs (modello medio)

MASW - STL170720A (Onde di Love)
REGIONE TOSCANA
LOC. CATERATTE, NOZZANO - LUCCA (LU)

Numero di canali 24
Distanza intergeofonica 2,0 metri
Lunghezza 46,0 metri
Azimuth N130° (SE-NW)

Coordinate Gauss-Boaga Geofono G1:
X = 1613427,9994 Y = 4853718,5946
Coordinate Gauss-Boaga Geofono G24:
X = 1613394,3462 Y = 4853749,9548

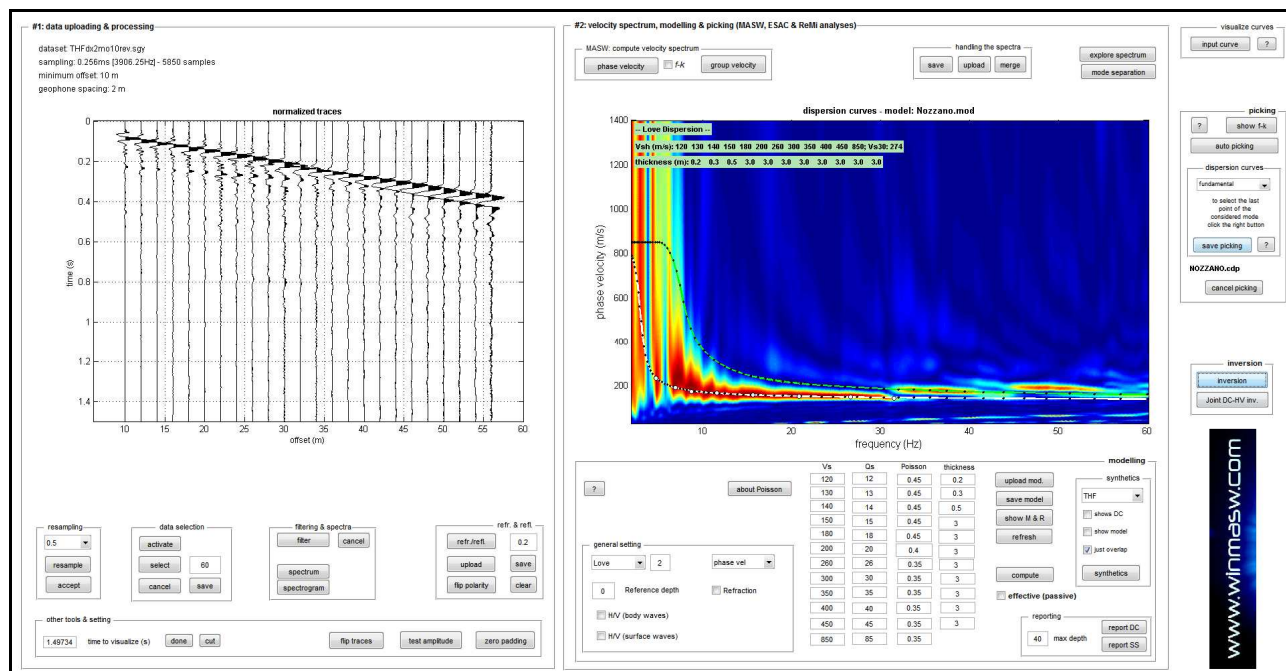


Fig.1: Sismogramma (Shot3 THFdx2mo10rev) e spettro delle velocità con “picking”

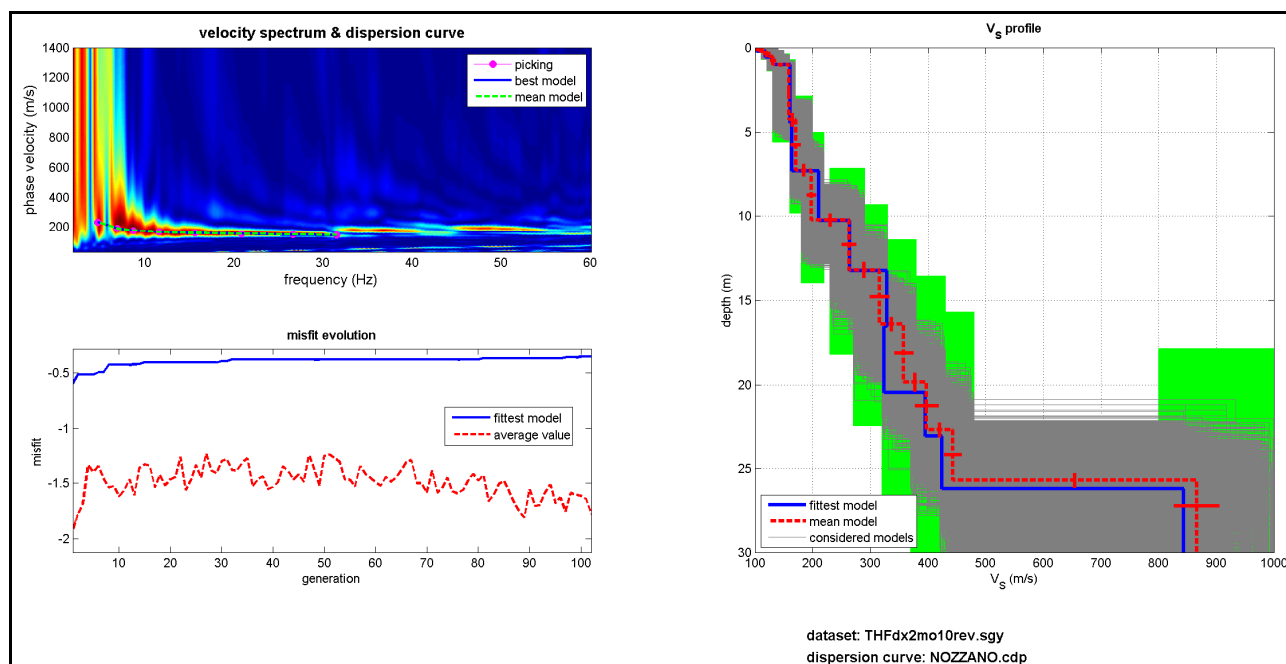
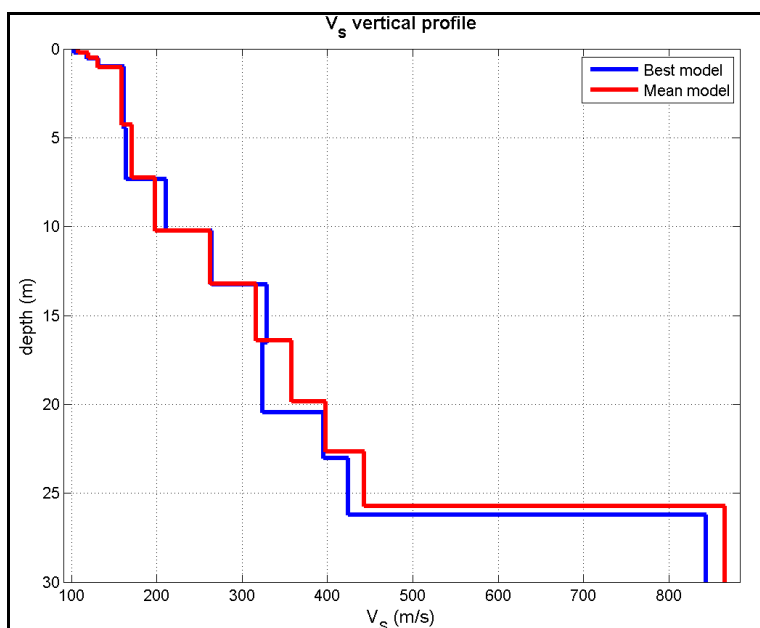


Fig.2: Grafico Misfit - Profilo verticale delle Onde S


Fig.3: Profilo verticale Vs (Modello medio/Modello migliore)

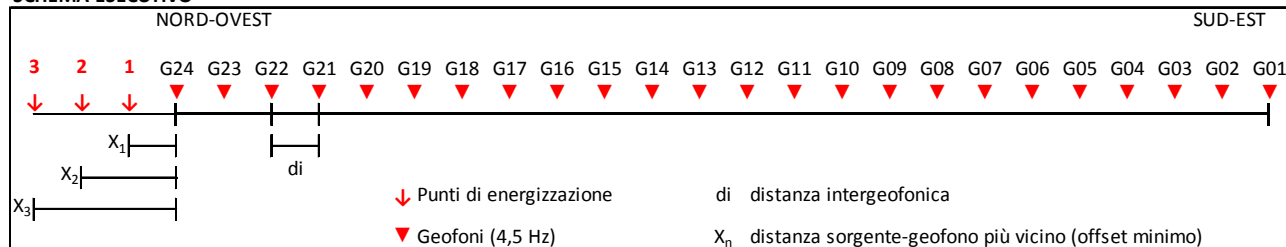
MASW NOZZANO STL170720A (modello medio)	Profondità		Spessore (h_i)	Velocità ($V_{s,i}$)	$h_i/V_{s,i}$
	da (m)	a (m)	(metri)	(m/s)	(-)
Sismostrato 1	0.00	0.20	0.20	108	0.0019
Sismostrato 2	0.20	0.50	0.30	120	0.0025
Sismostrato 3	0.50	1.00	0.50	131	0.0038
Sismostrato 4	1.00	4.20	3.20	159	0.0201
Sismostrato 5	4.20	7.20	3.00	171	0.0175
Sismostrato 6	7.20	10.20	3.00	198	0.0152
Sismostrato 7	10.20	13.20	3.00	263	0.0114
Sismostrato 8	13.20	16.40	3.20	316	0.0101
Sismostrato 9	16.40	19.80	3.40	358	0.0095
Sismostrato 10	19.80	22.60	2.80	398	0.0070
Sismostrato 11	22.60	25.70	3.10	443	0.0070
Sismostrato 12 (bedrock)	25.70	30.00	4.30	866	0.0050

H = 25.7 metri
 $\Sigma h_i/V_{s,i} = 0.1061$

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 25.7/0.1061 = 242 \text{ m/s}$$

**Categoria di Sottosuolo E
(a partire dal piano campagna)**

"Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 metri"

SCHEMA ESECUTIVO


Allegato G

Elaborati misura di rumore a stazione singola
(Nk-05/20)

- Registrazione completa
- Curve H/V
- Grafici degli spettri delle singole componenti del moto
- Stazionarietà e Direzionalità H/V
- Criteri SESAME

POSTAZIONE HVSR Nk-05/20

Dataset:	MT_20200727_090821CLEAN.SAF
Durata Totale della Registrazione:	0h 20' 00"
Lunghezza di analisi della sequenza temporale:	0h 08' 48" (NO rimozione transienti)
Freq. Campionamento:	100 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Tipo di lisciamento:	triangolare
Lisciamento:	5%
Tapering:	8%
Coordinate Gauss-Boaga	X= 1613417,6535 Y= 4853718,794

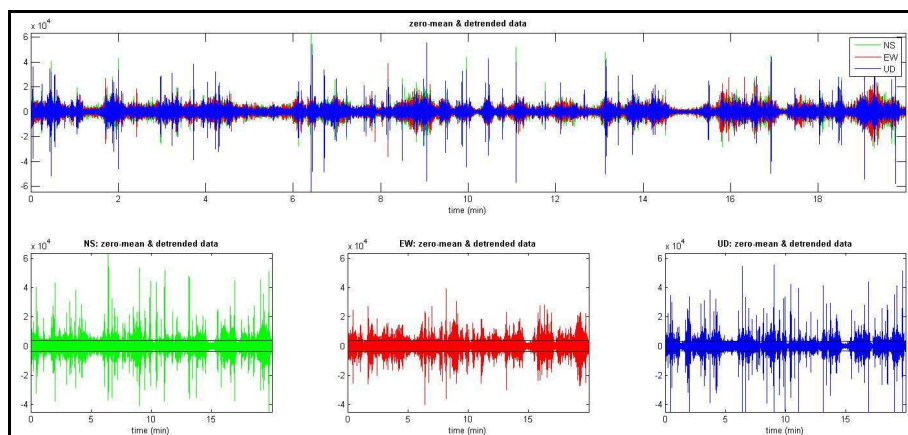


Figura 1: Dataset registrazione

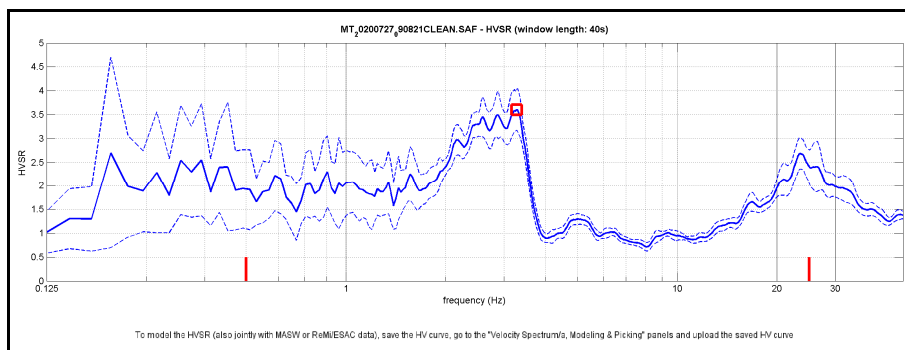


Figura 2: Rapporto spettrale orizzontale su verticale (Curva H/V)

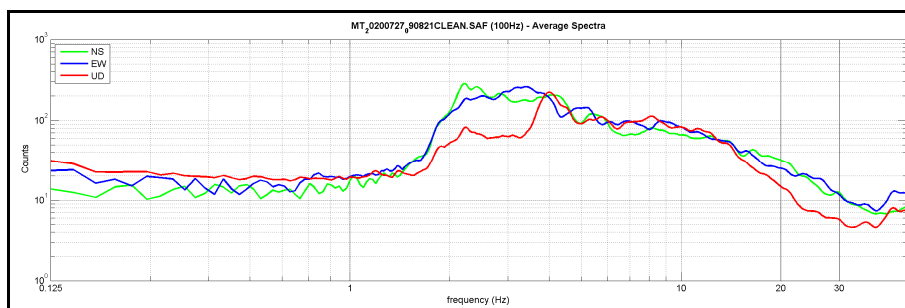


Figura 3: Spettri delle singole componenti (N-S verde, E-W blu e Z rosso)

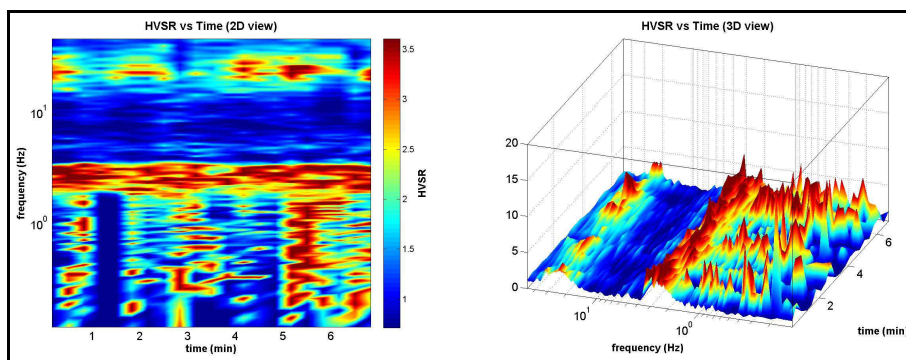


Figura 4: Serie temporale H/V (stazionarietà)

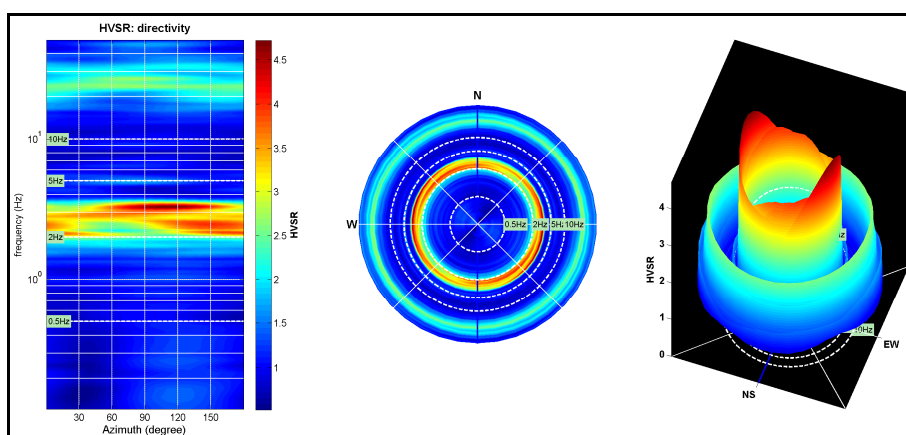


Figura 5: Direzionalità H/V

CRITERI SESAME - POSTAZIONE HVSR Nk-05/20

Risultati ottenuti considerando l'intervallo 0.5-25.0Hz =====

Peak frequency (Hz): 3.3 (± 0.9)

Peak HVSR value: 3.6 (± 0.4)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. $[f_0 > 10/Lw]$: $3.273 > 0.25$ (OK)
- #2. $[nc > 200]$: $2749 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f_-) < A_0/2]$: yes, at frequency 1.2 Hz (OK)
- #2. $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f_+) < A_0/2]$: yes, at frequency 3.7 Hz (OK)
- #3. $[A_0 > 2]$: $3.6 > 2$ (OK)
- #4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (OK)
- #5. $[\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)]$: $0.939 > 0.164$ (NO)
- #6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.428 < 1.58$ (OK)

Allegato H

Documentazione Fotografica delle Indagini

**INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE - "POTENZIAMENTO IMPIANTO
IDROVORO IN LOCALITÀ "LE CATERATTE" DI NOZZANO"****Fig. 1:** Postazione del sondaggio S1-Pz**Fig. 2:** Sondaggio S1-Pz – Cassetta 1 (0,00 – 5,00 metri)



Fig. 3: Sondaggio S1-Pz – Cassetta 2 (5,00 – 10,00 metri)

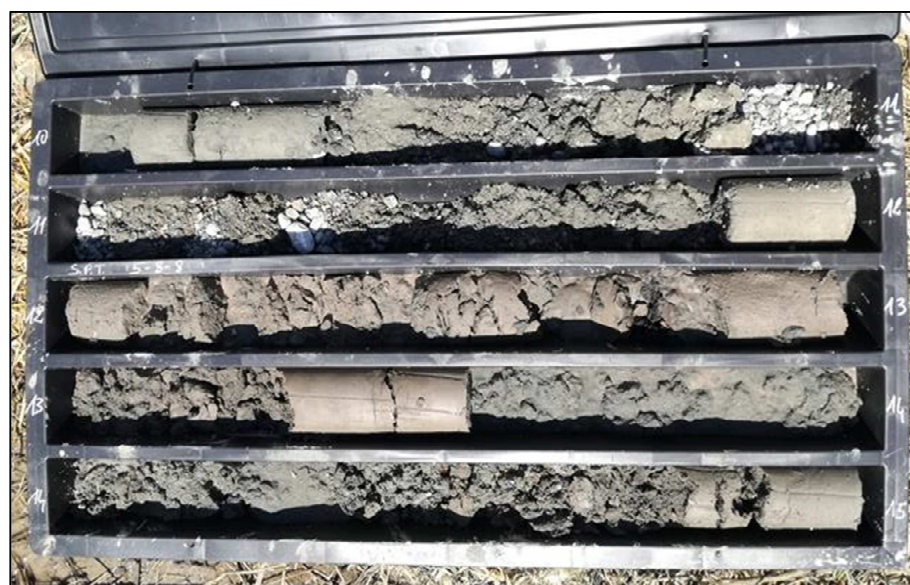


Fig. 4: Sondaggio S1-Pz – Cassetta 3 (10,00 – 15,00 metri)



Fig. 5: Sondaggio S1-Pz – Cassetta 4 (15,00 – 20,00 metri)



Fig. 6: Postazione della prova penetrometrica statica PS.1



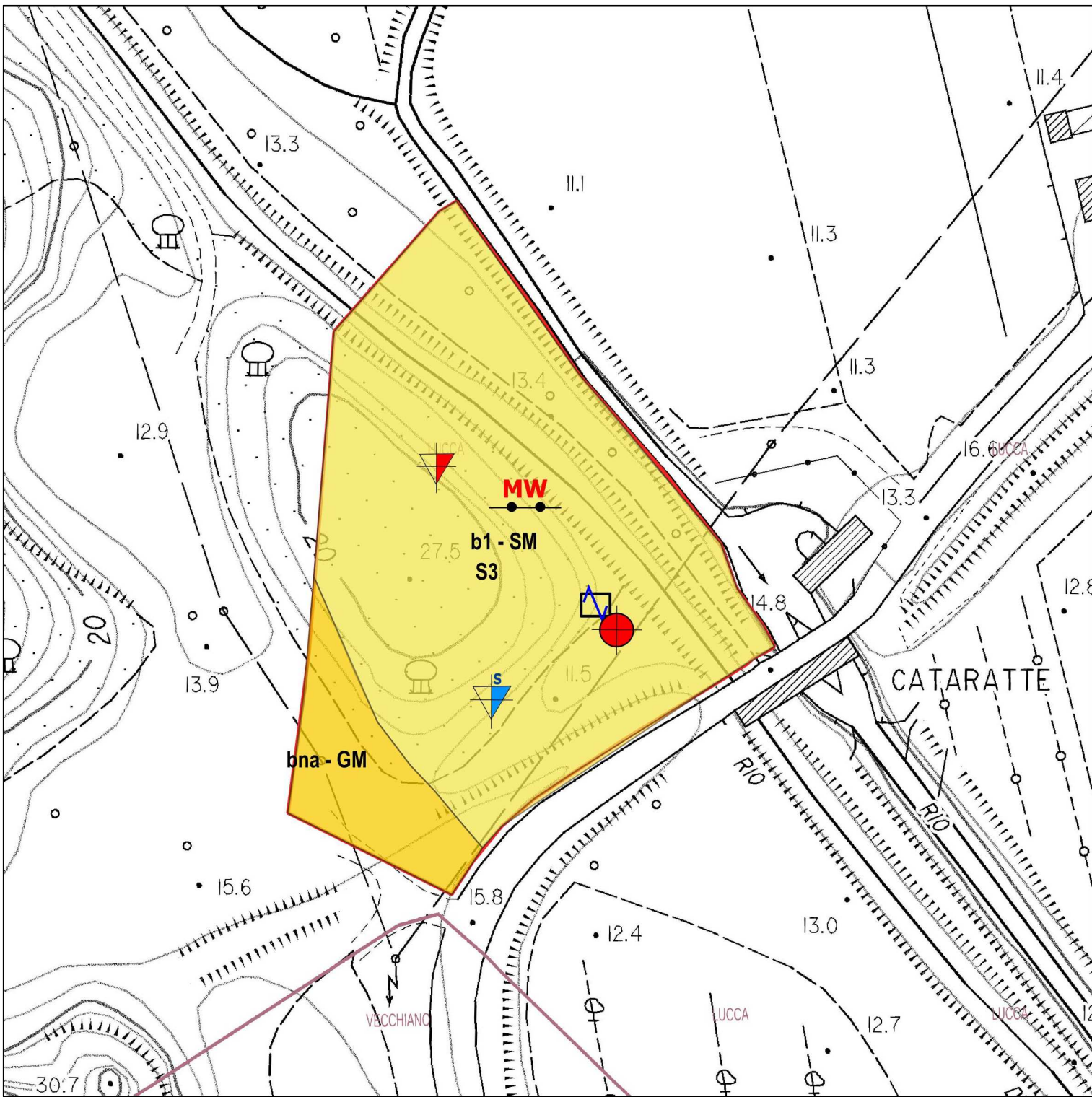
Fig. 7: Postazione della prova penetrometrica dinamica PD.2



Fig. 8: Completamento piezometro prova PD.2



Fig. 9: Postazione misura di rumore ambientale a stazione singola (HVSr)



Geologia e Geotecnica

- b1** Depositi alluvionali attuali e recenti
SM Terreni di copertura - Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
- bna** Depositi alluvionali terrazzati antichi
GM Terreni di copertura - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo

Dati di base

- Sondaggio a carotaggio continuo
- Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW)
- Indagine di rumore ambientale a stazione singola (HVSr)
- Prova penetrometrica statica (CPT)
- Prova penetrometrica dinamica super-pesante (DPSH)



REGIONE TOSCANA

DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE ASSETTO IDROGEOLOGICO

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL SISTEMA DEI CORSI D'ACQUA BALBANO DOGAIA CASTIGLIONCELLO, IN COMUNE DI LUCCA (LU)

INTERVENTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO DI NOZZANO - I LOTTO

RICHIESTA DI VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO
Ing. Gennarino Costabile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Francesco Piani

UFFICIO DI PROGETTAZIONE



Studio **INGEO**
Ingegneri e Geologi Associati
Via Acquacalda 840/A - 55100 Lucca
Telefono 0583 - 48682
Telefax 0583 - 464539
E-mail ingegneri@ingeo.it

Dott. Ing. ENRICO FAVILLA
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lucca n.1248/A

Dott. Geol. LUIGI GIAMMATTEI
Ordine degli Ingegneri della Regione Toscana n.381

Collaboratori:
ING. ALESSANDRO GIORGI
ING. SIMONE MARTINELLI
GEOL. MARIANNA GENOVESI

CODICE PROGETTO

DA2014LU0004

CIG: 826073917A

CUP: D66B19007920001

OGGETTO ELABORATO

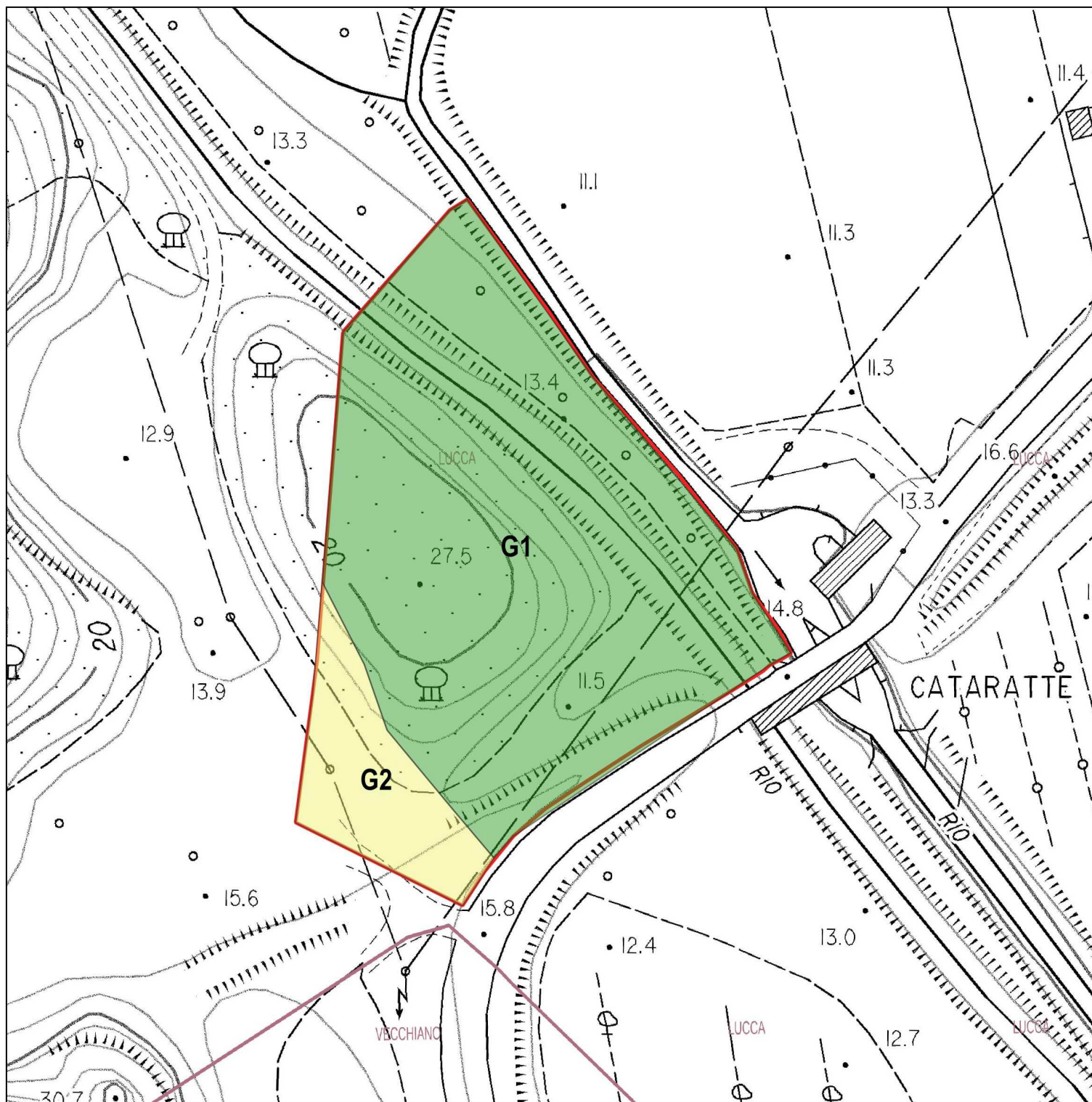
CARTA GEOLOGICA-GEOTECNICA E DEI DATI DI BASE

SCALA ELABORATO

Scala 1:1.000

	Soggetto competente	Data	Firma	ELABORATO
Emesso	Progettista Ing. Enrico Favilla	Settembre 2020		TAV 02
Visionato				
Confermato				

Firenze, Via di Novoli 26, 50127 FI



- G1** Pericolosità geologica bassa
Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi
- G2** Pericolosità geologica media
Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto



REGIONE TOSCANA
DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE ASSETTO IDROGEOLOGICO

**INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL
SISTEMA DEI CORSI D'ACQUA BALBANO DOGAIA
CASTIGLIONCELLO, IN COMUNE DI LUCCA (LU)**

**INTERVENTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO
DI SOLLEVAMENTO DI NOZZANO - I LOTTO**

RICHIESTA DI VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO
Ing. Gennarino Costabile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Francesco Piani

UFFICIO DI PROGETTAZIONE



Studio **INGEO**
Ingegneri e Geologi Associati
Via Acquacalda 840/A - 55100 Lucca
Telefono 0583 - 48682
Telefax 0583 - 464539
E-mail ingegneri@ingeo.it

Dott. Ing. ENRICO FAVILLA
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lucca n.1248/A

Dott. Geol. LUIGI GIAMMATTEI
Ordine degli Ingegneri della Regione Toscana n.381

Collaboratori:
ING. ALESSANDRO GIORGI
ING. SIMONE MARTINELLI
GEOL. MARIANNA GENOVESI

CODICE PROGETTO
DA2014LU0004

CIG: 826073917A

CUP: D66B19007920001

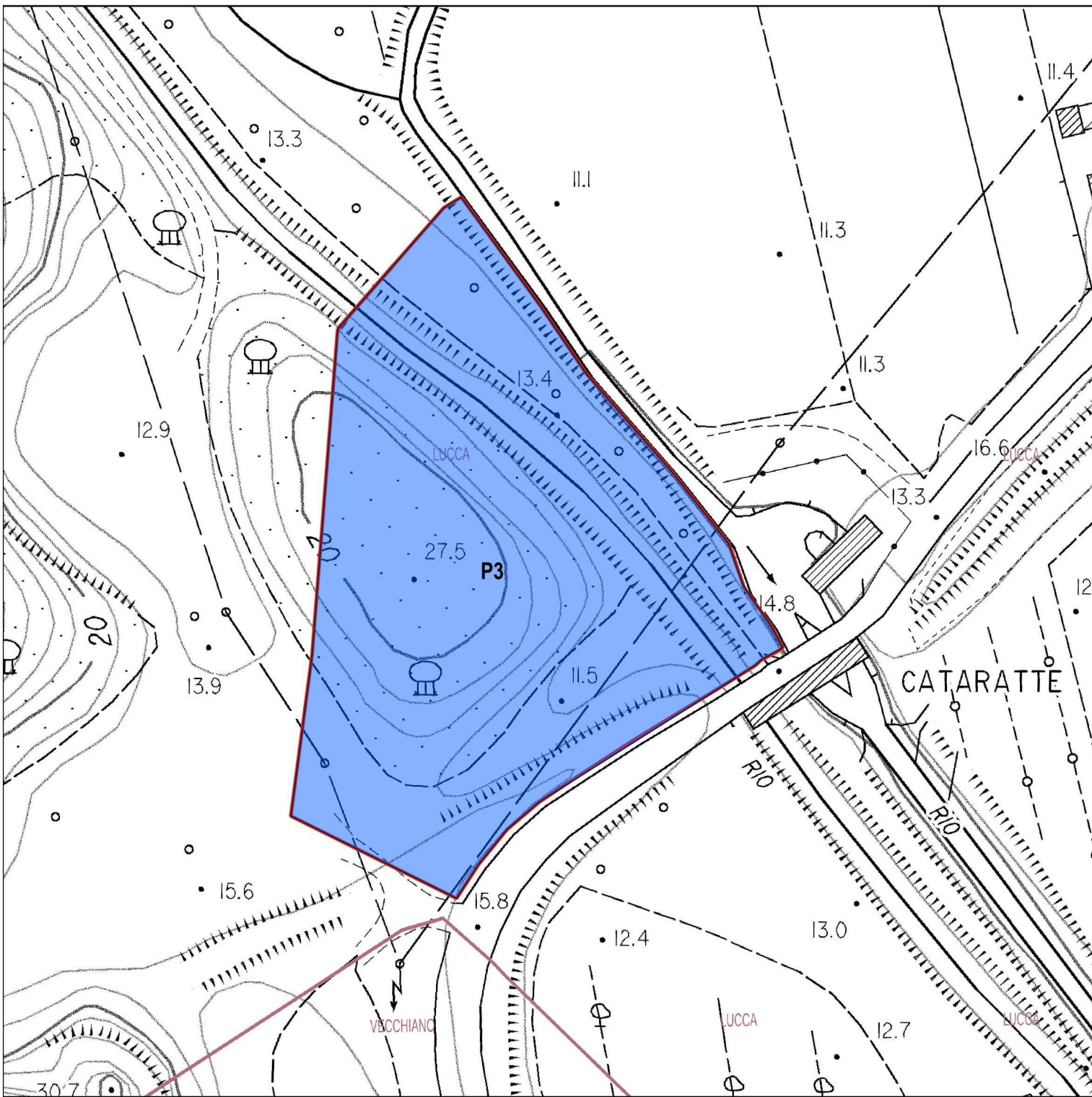
OGGETTO ELABORATO

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

SCALA ELABORATO
Scala 1:1.000

	Soggetto competente	Data	Firma	ELABORATO
Emesso	Progettista Ing. Enrico Favilla	Settembre 2020		TAV 03
Visionato				
Confermato				

Firenze, Via di Novoli 26, 50127 FI



P3 Pericolosità per alluvioni frequenti



REGIONE TOSCANA
DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE ASSETTO IDROGEOLOGICO

**INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL
SISTEMA DEI CORSI D'ACQUA BALBANO DOGAIA
CASTIGLIONCELLO, IN COMUNE DI LUCCA (LU)**

**INTERVENTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO
DI SOLLEVAMENTO DI NOZZANO - I LOTTO**

RICHIESTA DI VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO
Ing. Gennarino Costabile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Francesco Piani

UFFICIO DI PROGETTAZIONE



Studio **INGEO**
Ingegneri e Geologi Associati
Via Acquacalda 840/A - 55100 Lucca
Telefono 0583 - 48682
Telefax 0583 - 464539
E-mail ingegneri@ingeo.it

Dott. Ing. ENRICO FAVILLA
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lucca n.1248/A

Dott. Geol. LUIGI GIAMMATTEI
Ordine degli Ingegneri della Regione Toscana n.381

Collaboratori:
ING. ALESSANDRO GIORGI
ING. SIMONE MARTINELLI
GEOL. MARIANNA GENOVESI

CODICE PROGETTO
DA2014LU0004

CIG: 826073917A

CUP: D66B19007920001

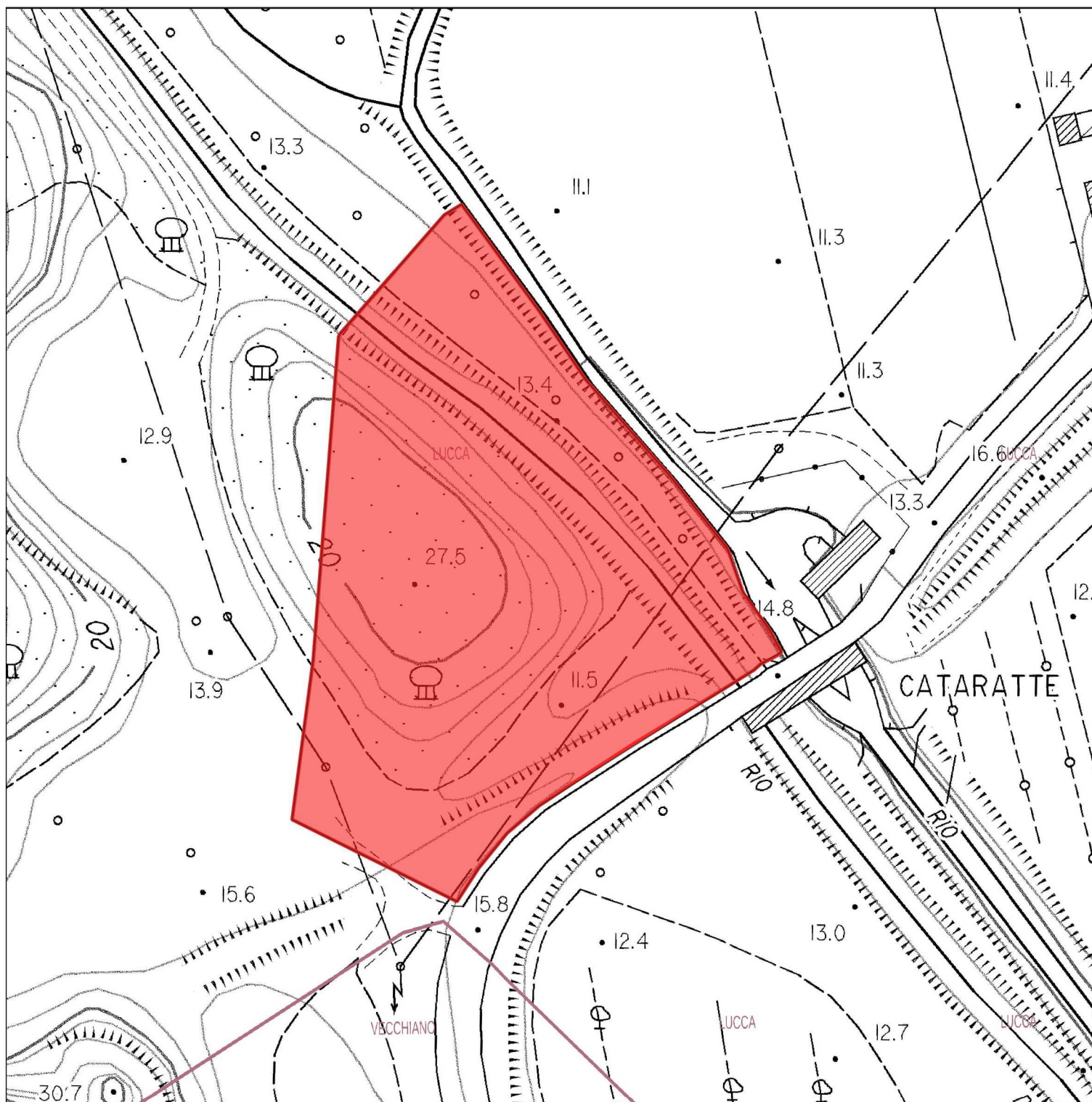
OGGETTO ELABORATO

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

SCALA ELABORATO
Scala 1:1.000

	Soggetto competente	Data	Firma	ELABORATO
Emesso	Progettista Ing. Enrico Favilla	Settembre 2020		TAV 04
Visionato				
Confermato				

Firenze, Via di Novoli 26, 50127 FI



Magnitudo idraulica molto severa



REGIONE TOSCANA

DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

SETTORE ASSETTO IDROGEOLOGICO

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL SISTEMA DEI CORSI D'ACQUA BALBANO DOGAIA CASTIGLIONCELLO, IN COMUNE DI LUCCA (LU)

INTERVENTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO DI NOZZANO - I LOTTO

RICHIESTA DI VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO

Ing. Gennarino Costabile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Francesco Piani

UFFICIO DI PROGETTAZIONE



Studio **INGEO**
Ingegneri e Geologi Associati
Via Acquacalda 840/A - 55100 Lucca
Telefono 0583 - 48682
Telefax 0583 - 464539
E-mail ingegneri@ingeo.it

Dott. Ing. ENRICO FAVILLA

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lucca n.1248/A

Dott. Geol. LUIGI GIAMMATTEI

Ordine degli Ingegneri della Regione Toscana n.381

Collaboratori:

ING. ALESSANDRO GIORGI

ING. SIMONE MARTINELLI

GEOL. MARIANNA GENOVESI

CODICE PROGETTO

DA2014LU0004

CIG: 826073917A

CUP: D66B19007920001

OGGETTO ELABORATO

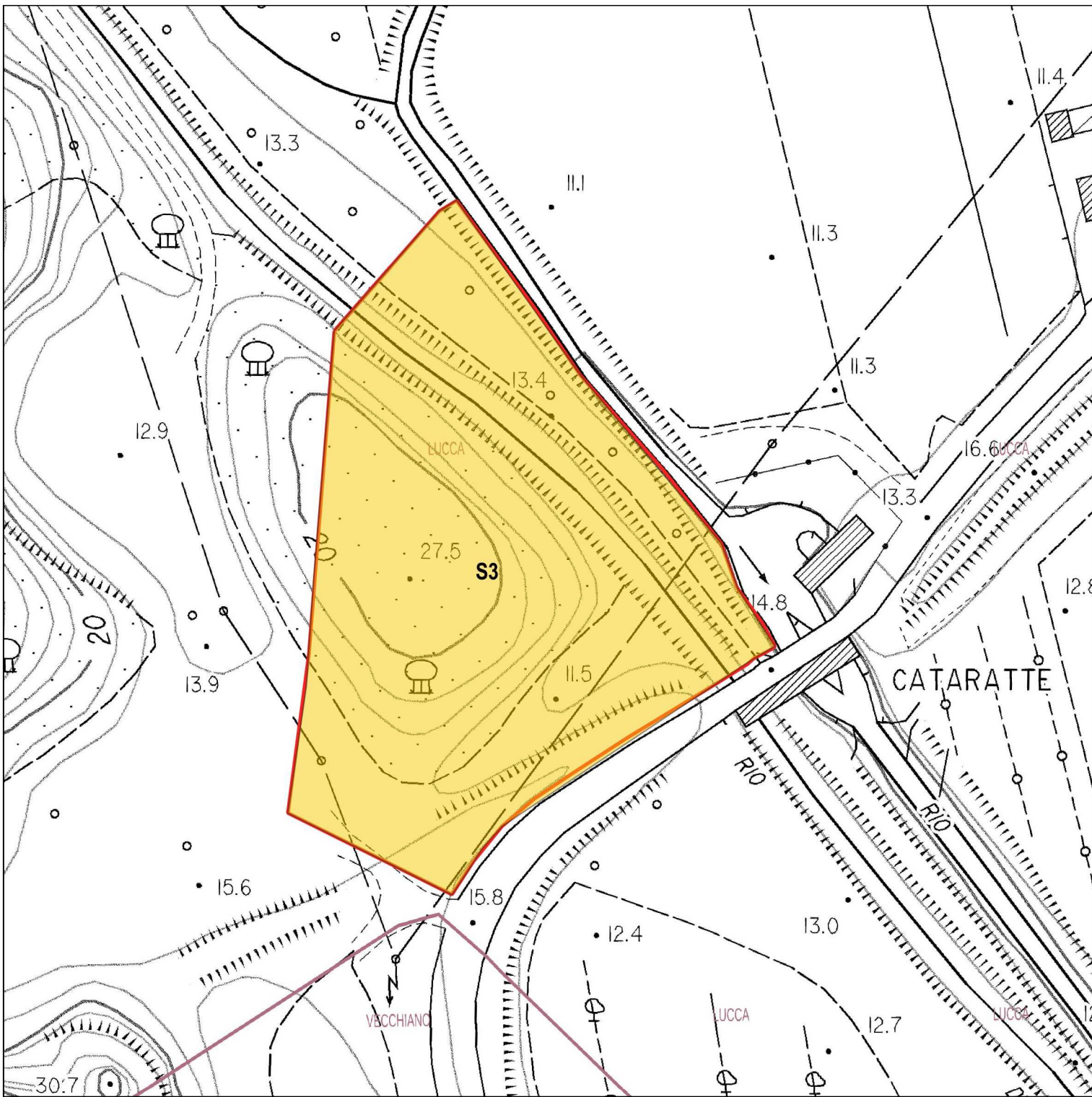
CARTA DELLA MAGNITUDO IDRAULICA

SCALA ELABORATO

Scala 1:1.000

	Soggetto competente	Data	Firma	ELABORATO
Emesso	Progettista Ing. Enrico Favilla	Settembre 2020		TAV 05
Visionato				
Confermato				

Firenze, Via di Novoli 26, 50127 FI



S3

Pericolosità sismica locale elevata
zona stabile suscettibile di amplificazione locale: alto contrasto d
i impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal
piano di campagna



REGIONE TOSCANA
DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE ASSETTO IDROGEOLOGICO

**INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL
SISTEMA DEI CORSI D'ACQUA BALBANO DOGAIA
CASTIGLIONCELLO, IN COMUNE DI LUCCA (LU)**

**INTERVENTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO
DI SOLLEVAMENTO DI NOZZANO - I LOTTO**

RICHIESTA DI VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO
Ing. Gennarino Costabile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Francesco Piani

UFFICIO DI PROGETTAZIONE



Studio **INGEO**
Ingegneri e Geologi Associati
Via Acquacalda 840/A - 55100 Lucca
Telefono 0583 - 48682
Telefax 0583 - 464539
E-mail ingegneri@ingeo.it

Dott. Ing. ENRICO FAVILLA
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lucca n.1248/A

Dott. Geol. LUIGI GIAMMATTEI
Ordine degli Ingegneri della Regione Toscana n.381

Collaboratori:
ING. ALESSANDRO GIORGI
ING. SIMONE MARTINELLI
GEOL. MARIANNA GENOVESI

CODICE PROGETTO

DA2014LU0004

CIG: 826073917A

CUP: D66B19007920001

OGGETTO ELABORATO

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

SCALA ELABORATO

Scala 1:1.000

	Soggetto competente	Data	Firma
Emesso	Progettista Ing. Enrico Favilla	Settembre 2020	
Visionato			
Confermato			

ELABORATO

TAV 06

Firenze, Via di Novoli 26, 50127 FI