

Dott.ssa Truzzi Barbara
Geologo

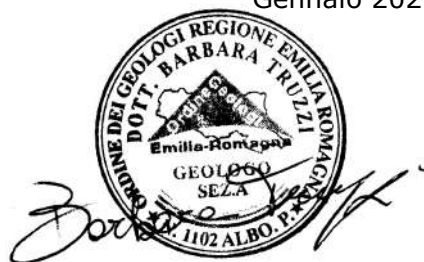
REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI MONTECHIARUGOLO
LOCALITA' PIAZZA

*Relazione geologico-sismica a corredo del progetto di nuovo
magazzino scatole imballi*

COMMITTENTE: Mutti S.p.a.

Relazione geologico-sismica

Gennaio 2021



INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CATASTALE	4
3. ASPETTI GEOLOGICI GENERALI	6
4. METODOLOGIA D'INDAGINE	9
4.1 Prove penetrometriche statiche	9
4.2 Esecuzione indagini sismiche.....	10
5. CONDIZIONI IDROLOGICHE DELL'AREA	10
6. LITOSTRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO	11
6.1 Stratigrafia	11
6.2. Parametri geotecnici	13
6.3 Calcolo della capacità portante dei terreni di fondazione all'edificio.....	13
6.4 Stima dei cedimenti e verifica di stabilità – SLE	13
7. CONCLUSIONI	14

ALLEGATI

ALLEGATO

- ✓ Elaborati d'indagini CPT
- ✓ Stratigrafia del sondaggio
- ✓ Relazione sismica

1. PREMESSA

Il presente studio geologico-sismico è stato eseguito su incarico dalla Ditta Mutti S.p.A. con lo scopo di valutare condizioni geologiche geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area sede di costruzione nuovo magazzino scatole imballi in località Piazza di Basilicanova nel Comune di Montechiarugolo.

Lo studio è stato condotto nel rispetto e secondo le modalità stabilite dalla seguente normativa:

- D.M. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e relative istruzioni di cui alla Circolare Ministero LL.PP. del 24.09.1988 n° 30483;
- O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (Supplemento Ordinario n. 72 della G.U. n. 105 del 8.05.2003); atto deliberativo 1677/2005 della Giunta Regionale dell'Emilia Romagna che sancisce l'operatività a decorrere dal 23 ottobre 2005 delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 settembre 2005; circolare n° 1288 del 11/02/1983 della Regione Emilia-Romagna e disposizioni di legge in essa richiamate (L.R. n° 47 del 1978 modificata con L.R. n° 23 del 1980).
- Nuove NTC di cui al DM 14 gennaio 2008, rese operative dal 1° luglio 2009 Lo prevede l'Art.1 bis della Legge 24 giugno 2009 n. 77 (conversione del decreto-legge 28 aprile 2009, n. 39, recante interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella regione Abruzzo nel mese di aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile) pubblicata in GU n. 147 del 27-6-2009 - Suppl. Ordinario n. 99.
- in riferimento alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, DM 17/01/2018 ed in ottemperanza alla Delib. Giunta Reg. ER n°2193/2015 (aggiornamento della DAL 112/2007)

In considerazione della tipologia di intervento e considerando la posa su fondazioni dirette, è stato utilizzato un modello geotecnico basato su n 4 prove penetrometriche statiche correlata a stratigrafia di un sondaggio eseguito in prossimità dell'area di indagine (in allegato).

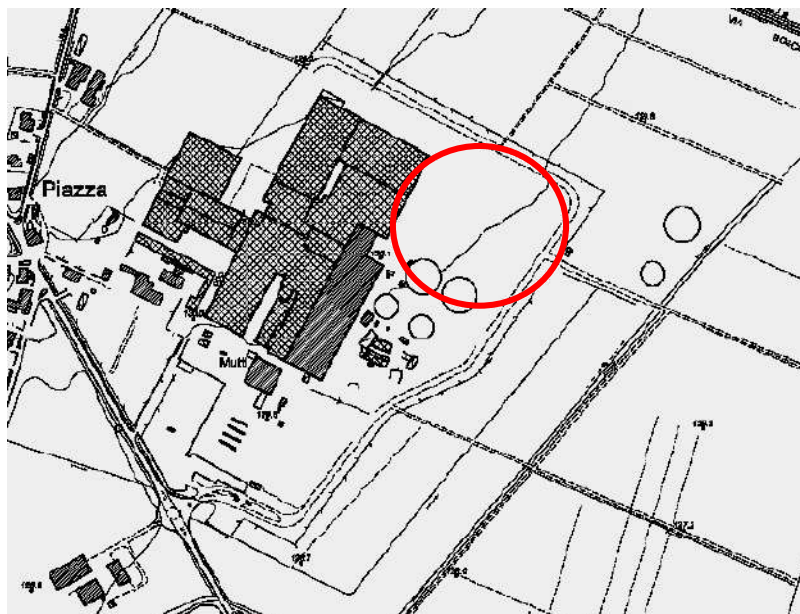
Per la caratterizzazione sismica locale è stata effettuata una prova sismica Masw/REMI-HVSR riportata in allegato.


2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CATASTALE

L'area di studio è localizzata a Nord-Est del centro abitato di Piazza nel comune di Montechiarugolo ed ubicata nella "zona di alta pianura", cioè quel tratto di pianura alluvionale compreso tra il margine appenninico a Sud e la via Emilia a Nord.

E' caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante posizionata ad una quota di circa 130 m s.l.m. ed è ubicabile nella cartografia C.T.R. in scala 1:10.000 sezione n° 200090.

Figura 1: Inquadramento geografico su CTR e Ortofoto digitale a colori.

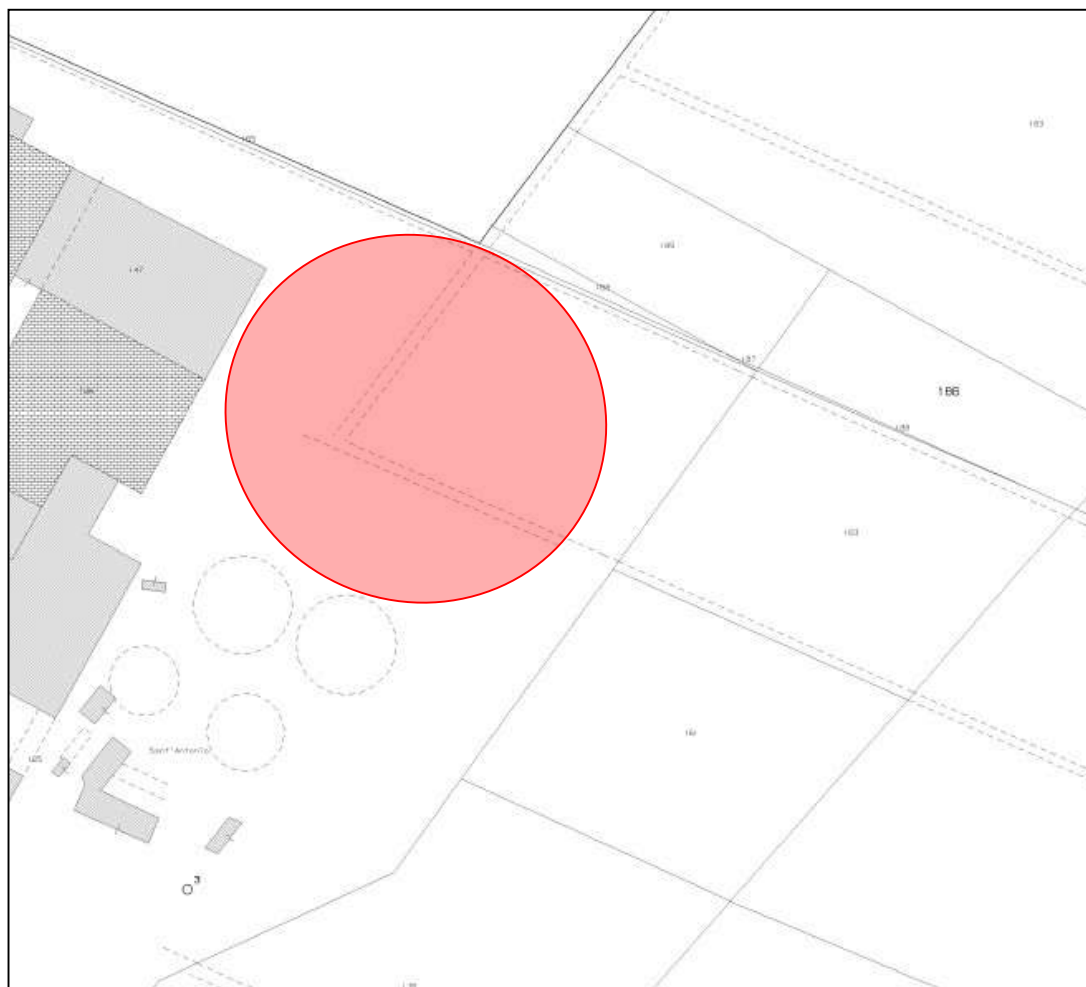


 Area indagata.



Il lotto oggetto di studio è censito nel Nuovo Catasto Terreni al foglio 51 mappale 186.

Figura 2 ubicazione catastale



Ubicazione intervento

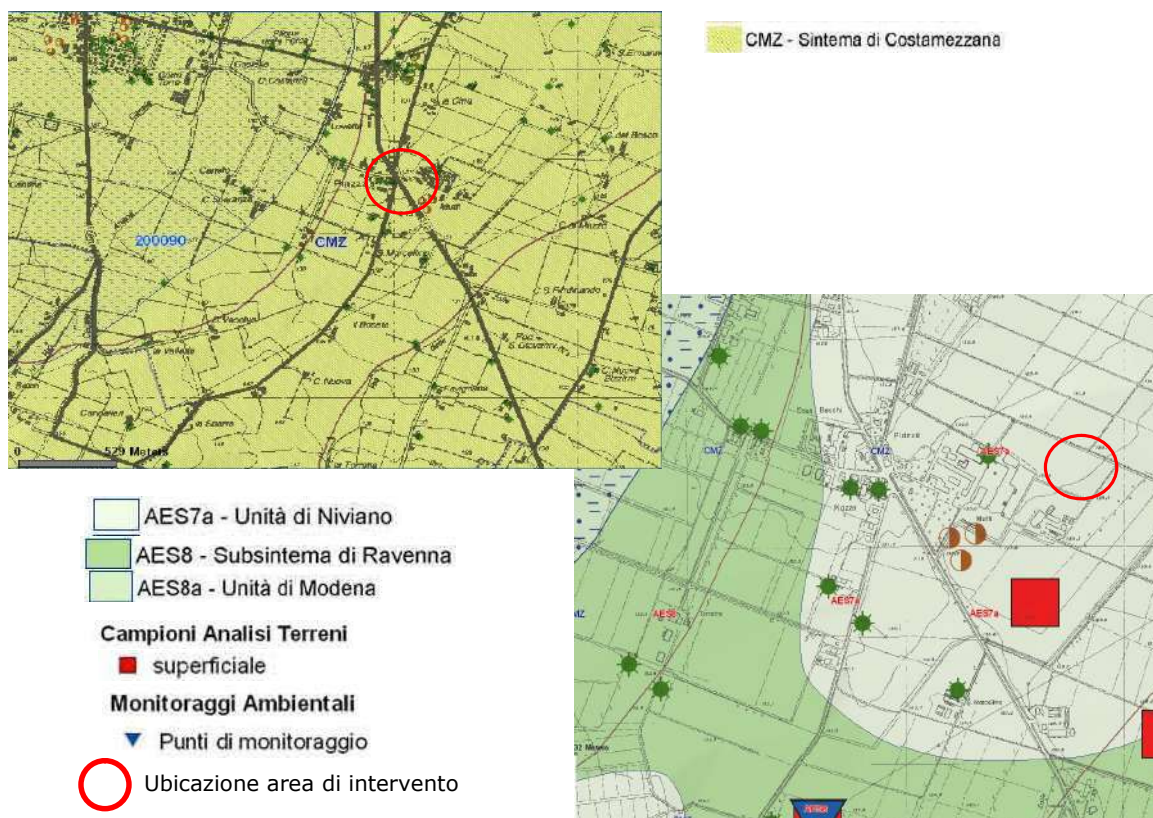
3. ASPETTI GEOLOGICI GENERALI

Il territorio comunale di Montechiarugolo è situato nella fascia di transizione tra l'alta pianura e la propaggine più settentrionale della struttura appenninica.

L'evoluzione sedimentaria della depressione padana avvenuta nel corso del Quaternario ha visto la graduale sovrapposizione di sedimenti d'origine continentale su più antichi depositi di natura marina. La sedimentazione di tipo continentale, instauratasi in seguito al progressivo ritirarsi del mare, è essenzialmente dovuta al trasporto e alla deposizione di sedimenti da parte dei corsi d'acqua provenienti dalla catena appenninica.

Morfologia tipica di questa parte d'alta pianura è quella alluvionale; il substrato è costituito infatti dai depositi del fiume Enza e Parma. L'alta pianura si presenta, dunque, come un altopiano inciso dai corsi d'acqua che l'hanno originata, il quale, in prossimità del margine appenninico, muta in una coalescenza di conoidi e paleoconoidi alluvionali terrazzate e incise dai corsi d'acqua stessi.

Figura 3 Geologia



Dalla carta geologica redatta e divulgata dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna (on line) l'area ricade nei depositi alluvionali, appartenenti alla successione Neogenico-Quaternaria del margine appenninico padano in particolare il terrazzo alluvionale AES7a (Unità di Niviano).

AES7a – Unità di Niviano

Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Limi e limi sabbiosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie: depositi di interconoide. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto e può raggiungere i 4-5 m di profondità. L'unità presenta una copertura fine, composita e discontinua, di spessore fino a 2 m, costituita da limi e limi argillosi giallastri. Lo spessore massimo è di circa 15 metri.

CMZ– SINTEMA DI COSTAMEZZANA

E' costituito grossolanamente da 3 associazioni di facies, sovrapposte ciclicamente e giustapposte, che individuano, nel complesso, un prisma sedimentario costiero con tendenza regressiva e progredante verso nord, nord-ovest. 1) Sabbie e ghiaie argillose in strati spessi, frequentemente gradati e amalgamati, con intercalati livelli argillosi sottili, discontinui, biancastri, sterili, alternate a banconi argilloso-limosi con livelli ricchi in resti vegetali lignitizzati: depositi prossimali di delta-conoide. 2) Sabbie medio-fini in strati sottili e medi con laminazione piano-parallela oppure di tipo hummocky, intercalate a limi argillosi verdi, debolmente bioturbati, contenenti talora macrofaune oligotipiche: depositi lagunari. 3) Sabbie, sabbie ghiaiose e subordinatamente ghiaie ciottolose in strati massivi o con una gradazione diretta poco sviluppata e comunque sovente mascherata dalle frequenti amalgamazioni tra strati successivi che possono inglobare clasti pelitici di dimensioni anche metriche. Frequenti anche la stratificazione obliqua a grande scala e le laminazioni trattive. La matrice delle ghiaie è costituita sempre da sabbia medio grossolana: depositi di delta-conoide ad alta energia fluviale e marina. Il contatto di base è erosivo o netto e discordante. Lo spessore complessivo varia da 0 a 400 m circa. *Pleistocene inf.*

L'area indagata presenta una successione sedimentaria suborizzontale composta in prevalenza da argille e argille limose. Depositi di natura ghiaiosa alterata e poi ghiaia fresca si incontrano invece ad una profondità di circa 2,80 – 3,00 m dal p.c. attuale sino a 14,00 m circa come si evince dalla stratigrafia del sondaggio nell'area.

La verifica di compatibilità con le condizioni idrogeologiche locali, definisce l'area in esame come:

1. **non inondabile dal punto di vista idrologico superficiale** purchè lo scolo delle acque bianche e miste mantengano le funzionalità idrauliche previste
2. **non soggetta a fenomeni franosi di scivolamento in atto o quiescenti** per la natura e la morfologia del territorio;

3. **non soggetta a fenomeni franosi di crollo potenziali o in atto per la**
sostanziale assenza di versanti subverticali e per la natura litologica dei terreni

In caso di progettazione fondiaria che necessiti di un intaglio del suolo >1,50 m, in previsione dell'accesso di personale all'interno degli scavi si raccomanda la verifica di stabilità del fronte con la messa in sicurezza delle pareti al fine di garantire la sicurezza degli operatori nel rispetto della Normativa Vigente.

4. METODOLOGIA D'INDAGINE

Ai fini della determinazione dei parametri geotecnici e sismici del terreno sono state consultate delle prove penetrometriche statica, spinta a rifiuto eseguite in aree limitrofe. Essi sono stati correlati al profilo litosismico ricavato dalle prove Re.Mi./MASW-HVSR (vedi figura 4).

Figura 4 ubicazione prove



Prova	Prof da p.c. (m)
CPT 2 (2016)	6,40
CPT3 (2013)	2,20
CPT6 (2016)	3,20
CPT1A (2016)	7,0
S01	15,0
sismica	46

4.1 Prove penetrometriche statiche

Nel contorno dell'area di costruzione sono state consultate delle prove penetrometriche statica eseguite in vicinanza dell'area, identificate con la sigla CPT e spinte a rifiuto, la cui ubicazione è riportata in figura 4.

Tali prove sono volte alla valutazione degli spessori, della litologia e ad alcuni parametri geotecnici dei primi metri di terreno.

Le indagini sono state eseguite con un penetrometro Pagani TG 63-200 secondo le procedure standard, ovvero attraverso l'infissione della punta a velocità costante di 2 cm/s e lettura dello sforzo di penetrazione alla punta R_p e dell'attrito laterale RI ogni 20 cm (vedi allegati).

Le prove penetrometriche, hanno permesso di ricostruire la granulometria e quindi la litologia dei terreni attraversati mediante il rapporto di Begemann, dato dal rapporto fra la resistenza specifica laterale (f_s) e la resistenza specifica di punta (q_c) in Kg/cm^2 .

4.2 Esecuzione indagini sismiche

In adiacenza all'area di studio è stata inoltre effettuata indagine sismica con metodo Re.Mi/MASW/HVSR per determinare l'aspetto di risposta sismica locale e la valutazione della velocità media delle onde Vs nei primi 30 metri del sottosuolo, in riferimento alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, DM 17/01/2018 ed in ottemperanza alla Delib. Giunta Reg. ER n°2193/2015 (aggiornamento della DAL 112/2007).

L'elaborazione ed il dettaglio delle acquisizioni sono allegate alla presente relazione geologica, pertanto, le valutazioni delle azioni sismiche locali per il progetto strutturale in condizioni dinamiche, devono far riferimento alla suddetta relazione (Dr. Geol. Gilli Stefano).

5. CONDIZIONI IDROLOGICHE DELL'AREA

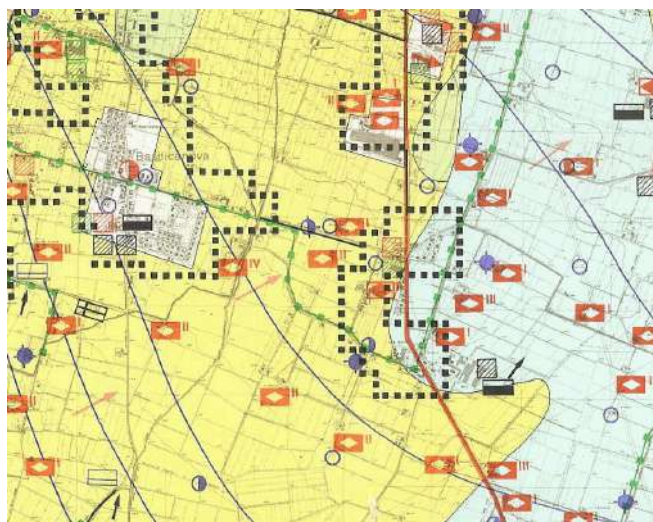
In merito all'idrogeologia del primo sottosuolo in concomitanza con lo svolgimento delle indagini, non è stata rilevata la presenza della falda freatica.

Da una campagna di monitoraggio delle falde avvenuta dal febbraio 2013 ad oggi all'interno dei piezometri installati a monte ed a valle dello stabilimento, è stata rilevato un sensibile innalzamento dei livelli di falda, a seguito degli eventi "straordinari" di precipitazione sia quello profondi che quello della prima falda superficiale. Quest'ultimo potrebbe arrivare a circa 2,00 m da p.c. attuale.

La cartografia prodotta inoltre fornisce una zonizzazione del territorio che evidenzia, in funzione delle caratteristiche dei terreni in superficie e delle condizioni idrogeologiche, la possibilità di penetrazione e di diffusione di un potenziale elemento inquinante nell'acquifero sottostante. Essa costituisce supporto alla definizione del giudizio di compatibilità dei progetti di trasformazione e d'occupazione del territorio in relazione alla potenzialità di produzione di inquinanti.

Secondo la carta riportata, l'area risulta avere un grado di vulnerabilità **bassa**.

Figura 6 "carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento" unità idrogeologica alta e media pianura parmense (Consorzio parmense approvvigionamento acqua potabile)



GRADO DI VULNERABILITÀ	LITOLOGIA DI SUPERFICIE	PROFONDITÀ TETTO GHIAIE	CARATTERISTICHE ACQUIFERO
B BASSO	Argilla Limo	> 5m > 10m	Falda a pelo libero o in pressione Falda in pressione
M MEDIO	Argilla Limo Limo Sabbia	< 5m > 10m < 10m > 10m	Falda a pelo libero Falda a pelo libero Falda in pressione Falda in pressione
A ALTO	Sabbia Sabbia e/o ghiaia Limo	> 10m < 10m < 10m	Falda a pelo libero Falda in pressione Falda a pelo libero
E ELEVATO	Sabbia e/o ghiaia	< 10m	Falda a pelo libero
Ee ESTREMAMENTE ELEVATO	Ghiaia (alveo)	0m	

 Aree urbanizzate a vulnerabilità non definibile, comunque a rischio elevato

Di seguito è riportato lo stralcio della cartografia del PTCP carta della Vulnerabilità dell'acquifero in cui l'area ricade nelle zone di ricarica diretta dei gruppi acquiferi C e A-B




Figura 5 tratta da PTCP carta della Vulnerabilità degli acquiferi



Classi di vulnerabilità

	Aree di ricarica diretta dei gruppi acquiferi C e A-B
--	---

Classi di vulnerabilità

	Poco vulnerabile
	Vulnerabilità a sensibilità attenuata
	Vulnerabilità a sensibilità elevata

6. LITOSTRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO

6.1 Stratigrafia

Dall'elaborazione dei dati rilevati dalle prove CPT e dalla stratigrafia del sondaggio è stato possibile ricostruire la litostratigrafia dei terreni e correlarla al profilo litostratimetrico-sismico della prova Re.Mi./MASW-HVSR ed è stato possibile suddividere il terreno indagato in n° 5 unità geologico tecniche principali (UGT).

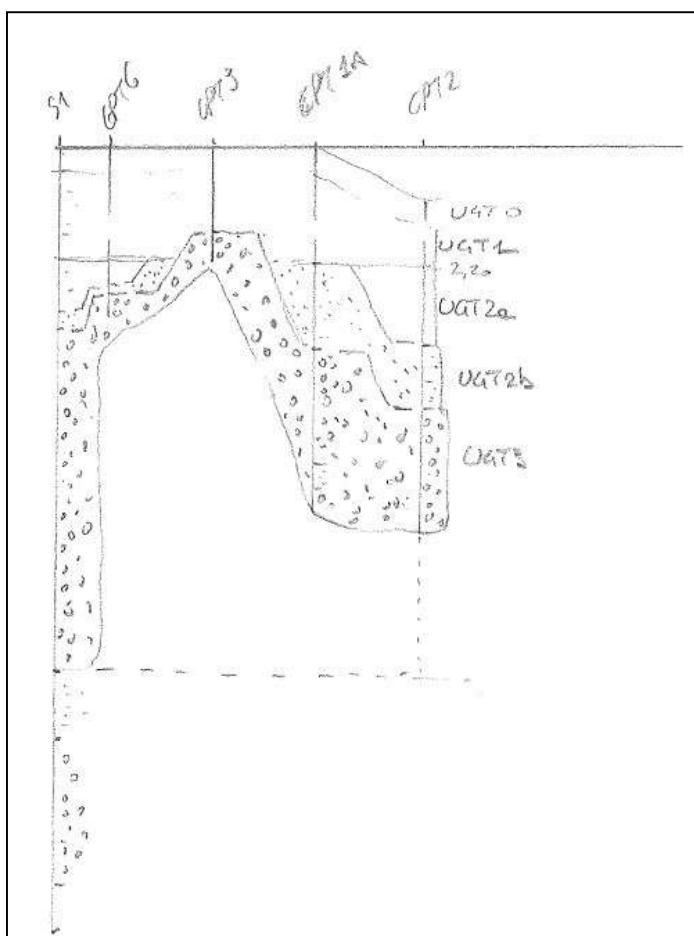
La litologia conferma l'assetto sedimentario composto da una copertura eterogenea di argille e argille limose e sabbie limose sino a 3,20 m (UGT1 e UGT 2a/b) a seguire ghiaie alterate poi fresche.

La litologia desunta dall'analisi dei dati può essere schematizzata come segue:

Tabella 1

	CPT 1A Da m a m	CPT 2 Da m a m	CPT 3 Da m a m	CPT 6 Da m a m	S01 Da m a m	Sismica m/s	Descrizione geolitologica
UGT0	0,0÷0,60	0,0÷0,60	0,0÷0,60	0,0÷0,60	0,0÷0,50	110	Copertura
UGT1	0,6÷2,20	0,6÷3,20	0,6÷2,00	0,6÷2,00	0,5÷3,20		Argille limose e argille da plastiche a consistenti
UGT2a	/	1,8÷3,2	/	2,0÷3,00	3,2÷3,50	460	Limi argilloso sabbiosi da plastici a consistenti
UGT2b	2,2÷4,0	3,2÷5,8	/		/		Sabbie limose e limi sabbiosi molto consistenti
UGT3	>4,0	>5,8	>2,0	>3,0	3,2÷3,50		Ghiaie eterogenee in abbondante matrice limoso sabbiosa addensate

Al fine di comprendere la stratigrafia considerando la morfologia dei terreni e dei depositi viene riassunta e schematizzata di seguito in una sezione interpretativa ovest-est.

Figura 5: sezione interpretativa

6.2. Parametri geotecnici

L'elaborazione dei dati ottenuti ha permesso la determinazione di alcuni parametri geotecnici.

Nella tabella seguente sono stati riassunti i parametri geotecnici delle unità geologico tecniche principali rilevate (UGT) e considerando come tipologia di fondazione superficiale diretta a una profondità di immersione maggiore di 1,20 m da p.c. attuale.

Tabella 2 valori caratteristici

UGT	Stima coesione non drenata C_{uk} [Kg/cm ²]				Stima angolo di attrito Φ_{uk} [°]				Stima modulo edometrico E_{edk} [Kg/cm ²]				Stima Coef. Winkler E_{edk} [Kg/cm ²]			
	5°percentile	dev_stand	moda	media	5°percentile	dev_stand	moda	media	5°percentile	dev_stand	moda	media	5°percentile	dev_stand	moda	media
UGT 0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
UGT 1	0.82	0.63	1.78	1.52					41.3	71.09	72	109.13	1.03	1.19	N/D	2.11
UGT 2a	0.55	0.4	0.58	0.93					42	47.62	42	83.4	1.01	0.93	N/D	1.81
UGT 2b	/	/	/	/	25.15	1.73	25.5	26.36	51.25	209.81	55	226	1.34	5.3	1.44	5.31
UGT 3	/	/	/	/	30		N/D	35.69	23.1	530.67	N/D	506.33	0.51	24.82	N/D	17.47

6.3 Calcolo della capacità portante dei terreni di fondazione all'edificio

Per il calcolo della capacità portante, come previsto, si demanda tutto alle verifiche dell'Ingegnere Strutturista incaricato che potrà trovare ns. collaborazione nella eventuale elaborazione di ulteriori parametri geotecnici (desumibili dalle prove eseguite) necessari alla progettazione geotecnica-strutturale.

6.4 Stima dei cedimenti e verifica di stabilità – SLE

Per il calcolo dei cedimenti, come previsto, si demanda tutto alle verifiche dell'Ingegnere Strutturista incaricato che potrà trovare ns. collaborazione nella eventuale elaborazione di ulteriori parametri geotecnici (desumibili dalle prove eseguite) necessari alla progettazione geotecnica-strutturale.

7. CONCLUSIONI

La presente relazione geologico-sismica, è stata redatta per incarico ricevuto dalla Ditta Mutti Spa con lo scopo di individuare le condizioni litologiche, geotecniche e sismiche del terreno sede di costruzione nuovo magazzino scatole imballi, all'interno dello stabilimento in località Piazza di Basilicanova nel Comune di Montechiarugolo.

In considerazione della probabile tipologia di fondazione diretta, è stato utilizzato un modello geotecnico basato su prove penetrometriche statiche e alla stratigrafia di un sondaggio eseguiti nell'intorno dell'area correlate all'indagine sismica.

Inoltre si presume che la posa fondale si attesti a partire da profondità maggiori di 1,2 m da p.c..

Per la caratterizzazione sismica locale è stata studiata una prova sismica effettuata in loco Masw/REMI-HVSR (allegata)

La Vs30, velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m, ricavata dall'elaborazione dall'indagine geofisica a partire da 1 m di profondità, è risultata pari a **389 m/s**, che secondo l'ordinanza equivale ad una classificazione del suolo in **categoria B**:

Categoria B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

Durante la progettazione e costruzione andranno rispettate le seguenti prescrizioni:

- i carichi strutturali agenti sulla fondazione dovranno essere attentamente analizzati e ripartiti in modo da ottenere un'equa distribuzione degli stessi per contribuire così a minimizzare il verificarsi di cedimenti differenziali nella struttura;
- In caso di progettazione fondiaria che necessiti di un intaglio del suolo >1,50 m ed in previsione dell'accesso di personale all'interno degli scavi si raccomanda la verifica di stabilità del fronte con la messa in sicurezza delle pareti al fine di garantire la sicurezza degli operatori nel rispetto della Normativa Vigente.
- Sarà inoltre necessario progettare un opportuno drenaggio ed un collettamento delle acque piovane al fine di allontanare in modo definitivo e duraturo le eventuali acque meteoriche percolanti nell'area soggetta ad edificazione

Questa perizia è modulata solo per l'edificabilità delle opere in esame e non potrà essere utilizzata per altri terreni o immobili per i quali sarà sempre indispensabile una analisi geologica-geotecnica-sismica appropriata al progetto costruttivo.

gennaio 2021

Il geologo
Dott.ssa Barbara Truzzi



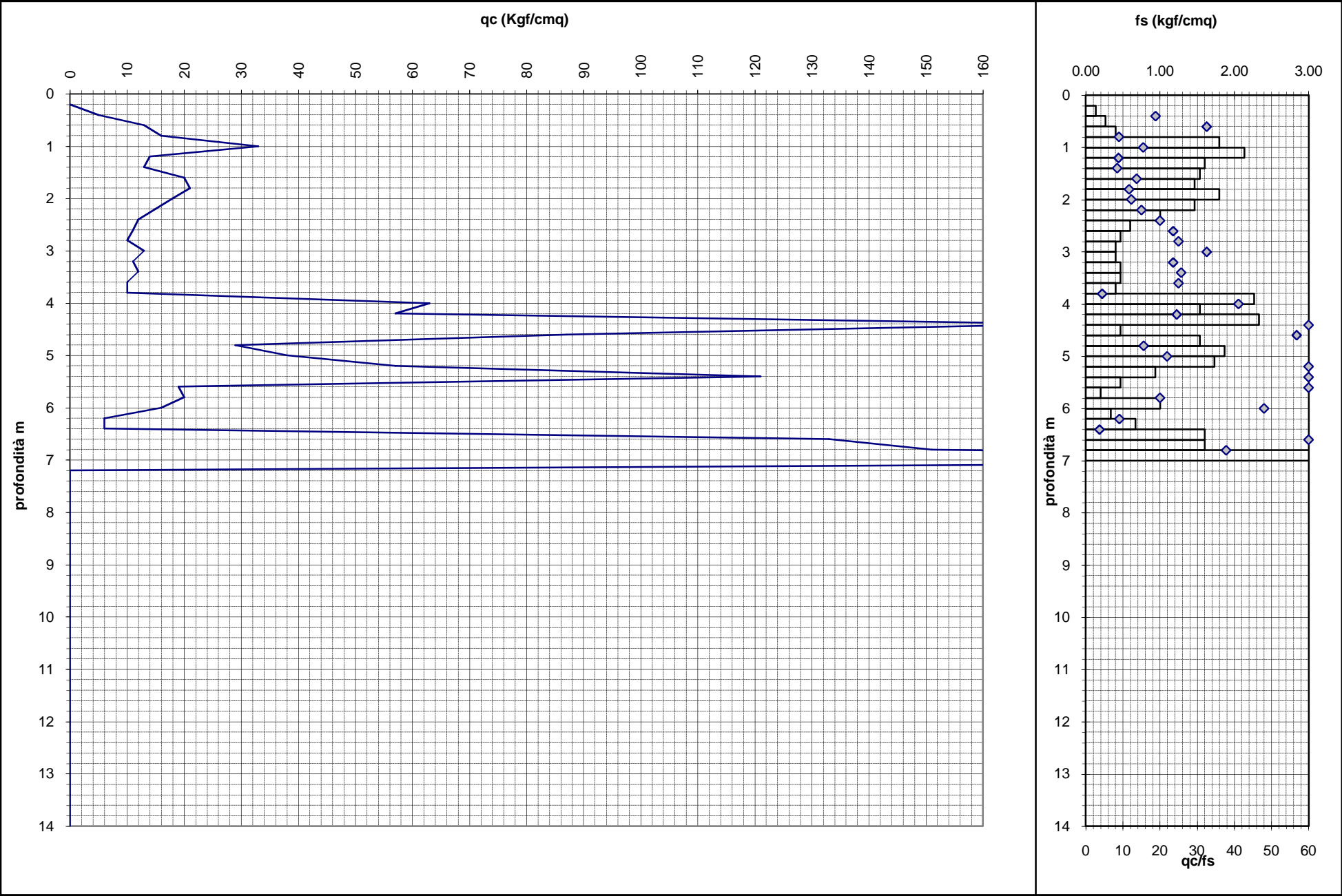
ALLEGATI

- ✓ Elaborati d'indagini CPT
- ✓ Stratigrafia del sondaggio
- ✓ Relazione sismica

<div>Dott. Geol. Paolo Beretti</div> <div><i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i></div> <div>Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE)</div> <div>Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667</div>					Prova penetrometrica statica					COMMITTENTE: Dott. ssa B. Truzzi						
					CPT			1A		CANTIERE: Piazza (PR)						
					ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200					Data:		19/12/2016		
					OPERATORE:			P. Beretti		Profondità falda:		-2,80 m p.c.				
Letture di campagna e elaborazioni																
PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs		
0.2					5.2	57	83	0.93	61.1	10.2						
0.4	5	7	0.27	18.8	5.4	121	135	0.47	259.3	10.4						
0.6	13	17	0.40	32.5	5.6	19	26	0.20	95.0	10.6						
0.8	16	22	1.80	8.9	5.8	20	23	1.00	20.0	10.8						
1.0	33	60	2.13	15.5	6.0	16	31	0.33	48.0	11.0						
1.2	14	46	1.60	8.8	6.2	6	11	0.67	9.0	11.2						
1.4	13	37	1.53	8.5	6.4	6	16	1.60	3.8	11.4						
1.6	20	43	1.47	13.6	6.6	133	157	1.60	83.1	11.6						
1.8	21	43	1.80	11.7	6.8	151	175	4.00	37.8	11.8						
2.0	18	45	1.47	12.3	7.0	300	360			12.0						
2.2	15	37	1.00	15.0	7.2					12.2						
2.4	12	27	0.60	20.0	7.4					12.4						
2.6	11	20	0.47	23.6	7.6					12.6						
2.8	10	17	0.40	25.0	7.8					12.8						
3.0	13	19	0.40	32.5	8.0					13.0						
3.2	11	17	0.47	23.6	8.2					13.2						
3.4	12	19	0.47	25.7	8.4					13.4						
3.6	10	17	0.40	25.0	8.6					13.6						
3.8	10	16	2.27	4.4	8.8					13.8						
4.0	63	97	1.53	41.1	9.0					14.0						
4.2	57	80	2.33	24.4	9.2					14.2						
4.4	175	210	0.47	375.0	9.4					14.4						
4.6	87	94	1.53	56.7	9.6					14.6						
4.8	29	52	1.87	15.5	9.8					14.8						
5.0	38	66	1.73	21.9	10.0					15.0						

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

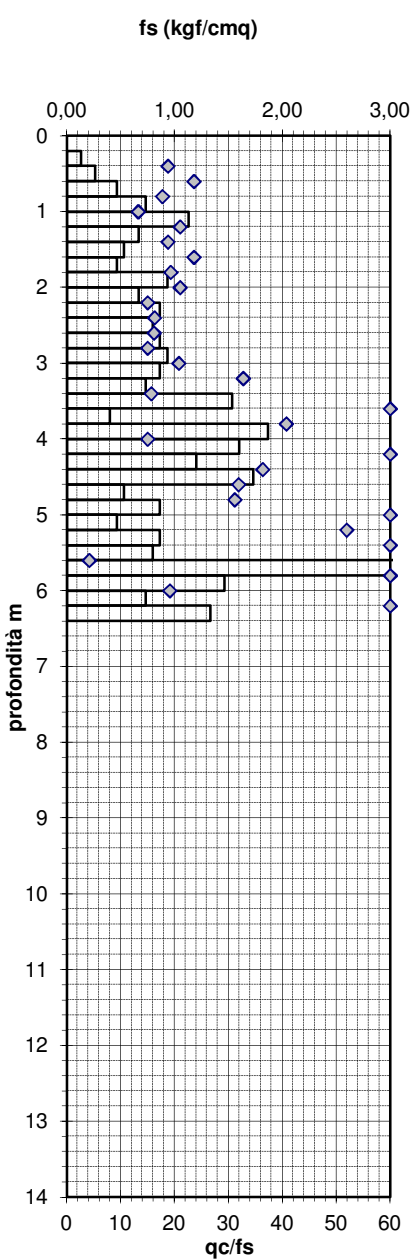
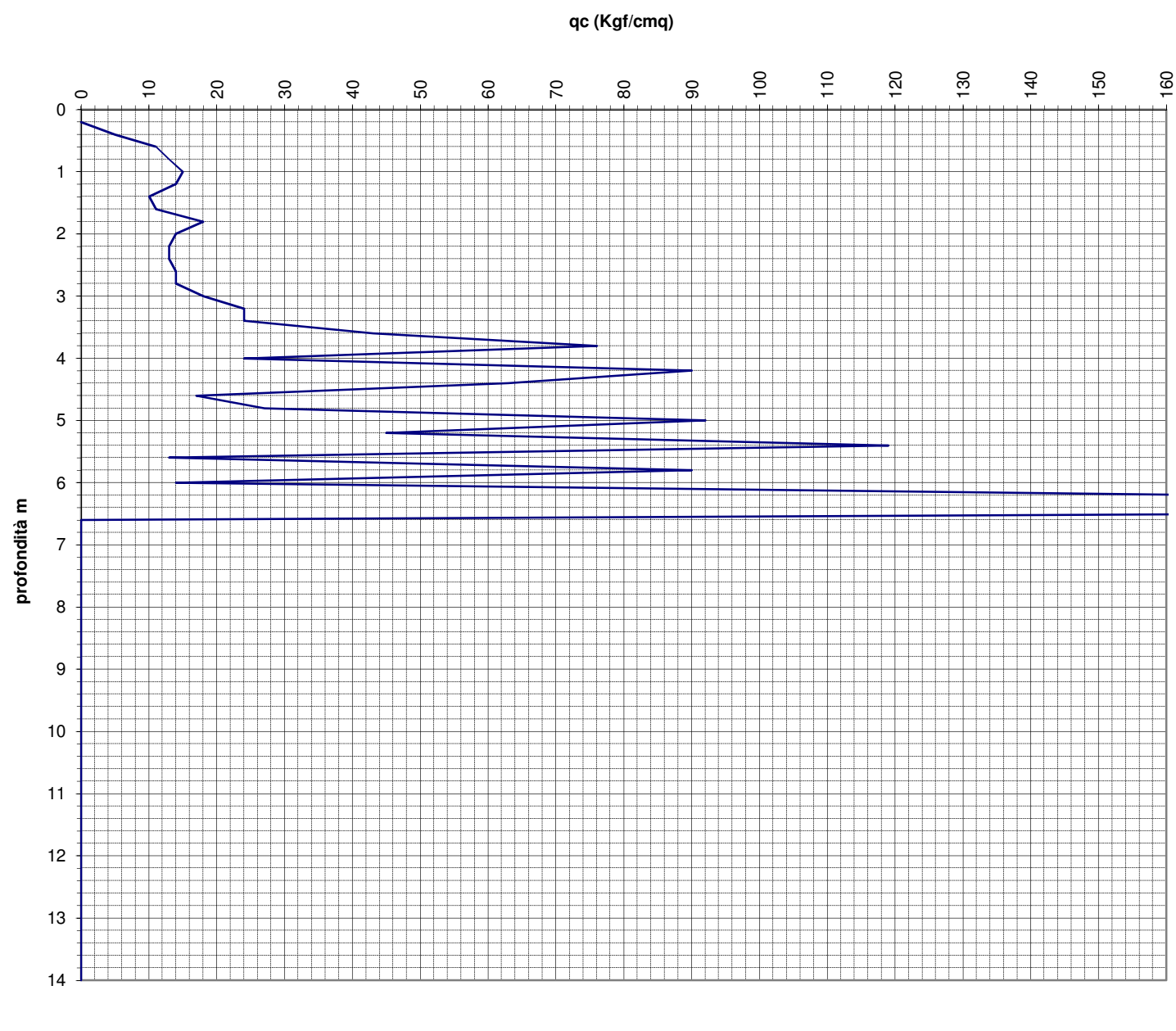
Dott.Geol.Paolo Beretti Via De Gasperi 2/1 – Quattro Castella (RE) Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	PROVA PENETROMETRICA	COMMITTENTE:
	C.P.T. N° 1A	Dott. ssa B. Truzzi
	ATTREZZO: Pen. statico dinamico Pagani	CANTIERE: Piazza (PR)
QUOTA: p.c.	Profondità falda: -2,80 m p.c.	DATA: 19/12/2016



<div>Dott. Geol. Paolo Beretti</div> <div><i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i></div> <div>Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE)</div> <div>Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667</div>					Prova penetrometrica statica					COMMITTENTE: Dott. ssa Truzzi				
					CPT		2			CANTIERE: Stabilimento Mutti				
					ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200					Data: 04/11/2016				
OPERATORE: Dott. P. Beretti					Profondità falda: -1,44 m p.c.									
Letture di campagna e elaborazioni														
PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs
0,2					5,2	45	52	0,87	51,9	10,2				
0,4	5	7	0,27	18,8	5,4	119	132	0,80	148,8	10,4				
0,6	11	15	0,47	23,6	5,6	13	25	3,13	4,1	10,6				
0,8	13	20	0,73	17,7	5,8	90	137	1,47	61,4	10,8				
1,0	15	26	1,13	13,2	6,0	14	36	0,73	19,1	11,0				
1,2	14	31	0,67	21,0	6,2	169	180	1,33	126,8	11,2				
1,4	10	20	0,53	18,8	6,4	360	380			11,4				
1,6	11	19	0,47	23,6	6,6					11,6				
1,8	18	25	0,93	19,3	6,8					11,8				
2,0	14	28	0,67	21,0	7,0					12,0				
2,2	13	23	0,87	15,0	7,2					12,2				
2,4	13	26	0,80	16,3	7,4					12,4				
2,6	14	26	0,87	16,2	7,6					12,6				
2,8	14	27	0,93	15,0	7,8					12,8				
3,0	18	32	0,87	20,8	8,0					13,0				
3,2	24	37	0,73	32,7	8,2					13,2				
3,4	24	35	1,53	15,7	8,4					13,4				
3,6	43	66	0,40	107,5	8,6					13,6				
3,8	76	82	1,87	40,7	8,8					13,8				
4,0	24	52	1,60	15,0	9,0					14,0				
4,2	90	114	1,20	75,0	9,2					14,2				
4,4	63	81	1,73	36,3	9,4					14,4				
4,6	17	43	0,53	31,9	9,6					14,6				
4,8	27	35	0,87	31,2	9,8					14,8				
5,0	92	105	0,47	197,1	10,0					15,0				

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

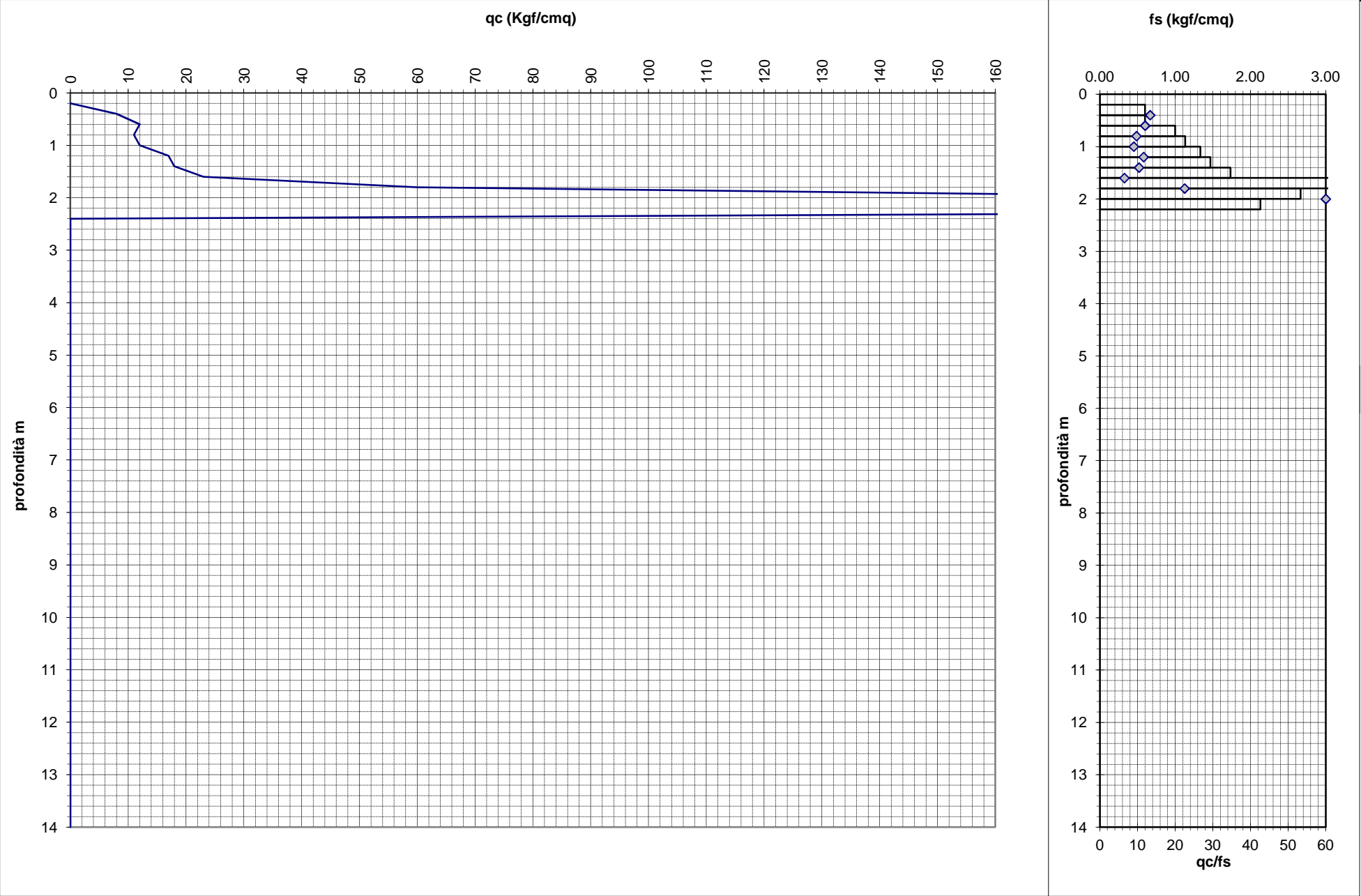
Dott.Geol.Paolo Beretti Via De Gasperi 2/1 – Quattro Castella (RE) Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	PROVA PENETROMETRICA C.P.T. N° 2	COMMITTENTE: Dott. ssa Truzzi
	ATTREZZO: Pen. statico dinamico Pagani	CANTIERE: Stabilimento Mutti
	QUOTA: p.c. Profondità falda: -1,44 m p.c.	DATA: 04/11/2016



<div>Dott. Geol. Paolo Beretti</div> <div>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</div> <div>Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE)</div> <div>Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667</div>					Prova penetrometrica statica					COMMITTENTE: Dott.ssa Truzzi				
					CPT			3		CANTIERE: Piazza				
					ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200					Data: 09/10/2013				
OPERATORE: Dr.Beretti					Profondità falda: Foro vuoto									
Letture di campagna e elaborazioni														
PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs
0.2					5.2					10.2				
0.4	8	17	0.60	13.3	5.4					10.4				
0.6	12	21	1.00	12.0	5.6					10.6				
0.8	11	26	1.13	9.7	5.8					10.8				
1.0	12	29	1.33	9.0	6.0					11.0				
1.2	17	37	1.47	11.6	6.2					11.2				
1.4	18	40	1.73	10.4	6.4					11.4				
1.6	23	49	3.53	6.5	6.6					11.6				
1.8	60	113	2.67	22.5	6.8					11.8				
2.0	217	257	2.13	101.7	7.0					12.0				
2.2	368	400			7.2					12.2				
2.4					7.4					12.4				
2.6					7.6					12.6				
2.8					7.8					12.8				
3.0					8.0					13.0				
3.2					8.2					13.2				
3.4					8.4					13.4				
3.6					8.6					13.6				
3.8					8.8					13.8				
4.0					9.0					14.0				
4.2					9.2					14.2				
4.4					9.4					14.4				
4.6					9.6					14.6				
4.8					9.8					14.8				
5.0					10.0					15.0				

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

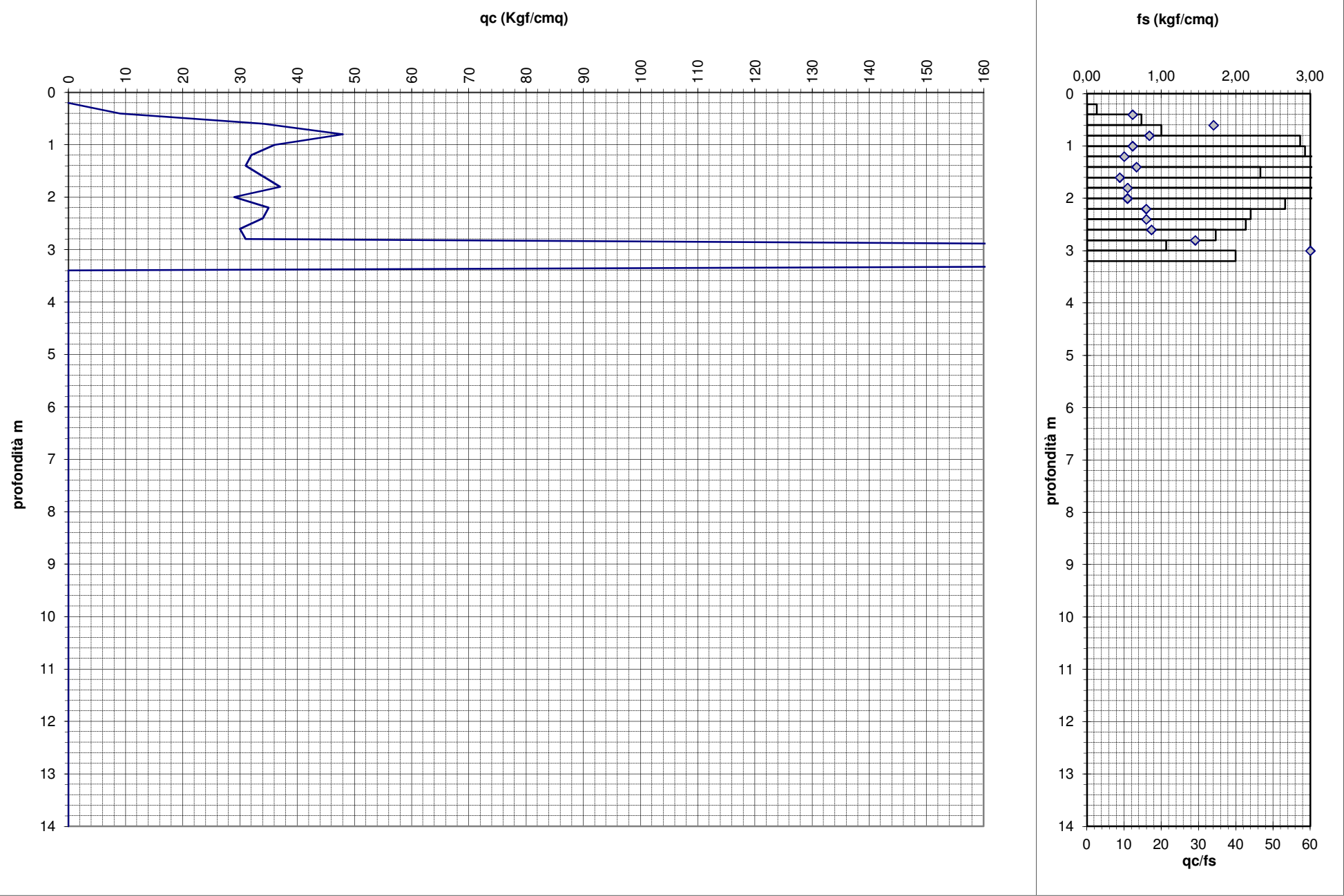
Dott.Geol.Paolo Beretti Via De Gasperi 2/1 – Quattro Castella (RE) Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	PROVA PENETROMETRICA C.P.T. N° 3	COMMITTENTE: Dott.ssa Truzzi
	ATTREZZO: Pen. statico dinamico Pagani	CANTIERE: Piazza
	QUOTA: p.c. Profondità falda: Foro vuoto	DATA: 09/10/2013



<div>Dott. Geol. Paolo Beretti</div> <div><i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i></div> <div>Via De Gasperi 2/1 – 42020 Quattro Castella (RE)</div> <div>Tel.0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667</div>					Prova penetrometrica statica					COMMITTENTE: Dott. ssa Truzzi				
					CPT			6		CANTIERE: Stabilimento Mutti				
					ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200			OPERATORE: Dott. P. Beretti			Profondità falda: -3,00 m p.c.			Data: 04/11/2016
Letture di campagna e elaborazioni														
PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs	PROF.	qc kgf/cmq	RI kgf/cmq	fs kgf/cmq	qc/fs
0,2					5,2					10,2				
0,4	9	11	0,73	12,3	5,4					10,4				
0,6	34	45	1,00	34,0	5,6					10,6				
0,8	48	63	2,87	16,7	5,8					10,8				
1,0	36	79	2,93	12,3	6,0					11,0				
1,2	32	76	3,20	10,0	6,2					11,2				
1,4	31	79	2,33	13,3	6,4					11,4				
1,6	34	69	3,87	8,8	6,6					11,6				
1,8	37	95	3,40	10,9	6,8					11,8				
2,0	29	80	2,67	10,9	7,0					12,0				
2,2	35	75	2,20	15,9	7,2					12,2				
2,4	34	67	2,13	15,9	7,4					12,4				
2,6	30	62	1,73	17,3	7,6					12,6				
2,8	31	57	1,07	29,1	7,8					12,8				
3,0	334	350	2,00	167,0	8,0					13,0				
3,2	450	480			8,2					13,2				
3,4					8,4					13,4				
3,6					8,6					13,6				
3,8					8,8					13,8				
4,0					9,0					14,0				
4,2					9,2					14,2				
4,4					9,4					14,4				
4,6					9,6					14,6				
4,8					9,8					14,8				
5,0					10,0					15,0				

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

Dott.Geol.Paolo Beretti Via De Gasperi 2/1 – Quattro Castella (RE) Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667	PROVA PENETROMETRICA C.P.T. N° 6	COMMITTENTE: Dott. ssa Truzzi
	ATTREZZO: Pen. statico dinamico Pagani	CANTIERE: Stabilimento Mutti
	QUOTA: p.c. Profondità falda: -3,00 m p.c.	DATA: 04/11/2016



Riferimento: Mutti S.p.a.	Sondaggio: S1
Località: Piazza di Basilicanova - Montechiarugolo (Pr)	Quota: 130 m s.l.m.,
Impresa esecutrice: Soilexpert S.r.l.	Data: 08/02/2006
Coordinate:	Redattore: Dott. Barbara Truzzi
Perforazione: Carotaggio Continuo	

ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	
														Coltivo	
				1			2.2 2.2 2.5 1.5 2.5 2.5						0.5 1.4		Argilla limosa bruna, consistente con presenza di frustoli carboniosi.
				2		1) She < 2,40 3,00	2.5 2.3 2.7 3.2 2.7						3.2		Argilla limosa marrone variegata, molto consistente umida.
				3			2.5 2.0						3.2 3.5		Limo sabbioso marrone umido.
				4											Ghiaia eterometrica con Ø max 8 cm in abbondante matrice limosa e limoso sabbiosa, umida.
				5											
				6						3-3-4	7				
				7											
				8											
				9									9,0		Ghiaia eterometrica con Ø max 10 cm in matrice limo sabbiosa, umida.
				10									10,6		Limo argilloso marrone moderatamente consistente umido.
				11			2.2 2.2						11,3		Ghiaia eterometrica poligenica con Ø max 2-3 cm, in matrice sabbioso limosa.
				12											
				13											
				14									14,1		Argilla leggermente limosa grigia con presenza da m 14,60 a m 14,90 di concrezioni e ossidazioni marroni.
				15			1.7 1.2 2.0 2.5						15,0		

Studio di Geologia e Geofisica**Dr. Geol. Stefano Gilli**

V. Ottone, 1 - 42041 Brescello (RE)
Tel. 0522 684619 - Cell. 335 5893791
e-mail: gillistefano@libero.it
C.F. GLLSFN70D29G337Y
P.I. 01776120352

Provincia di: **Parma**
Comune di: **Montechiarugolo**
Località: **Piazza**
Data: **Gennaio 2021**

Committente:**Dr. Geol. Barbara Truzzi**

(Via B.Longhi, 11 - Parma)

Progetto:

**INDAGINE GEOFISICA PER LA DETERMINAZIONE DELLE
CARATTERISTICHE SISMICHE DELL'AREA OGGETTO
DI INTERVENTO EDIFICATORIO IN STRADA TRAVERSETOLO,
PIAZZA - MONTECHIARUGOLO, PARMA**

**RELAZIONE TECNICA E DETERMINAZIONE
DELL'AZIONE SISMICA****Rel. 504a/21****Dott. Geol. Stefano Gilli**

REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA DI PARMA

COMUNE DI MONTECHIARUGOLO

INDAGINE GEOFISICA
PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE SISMICHE
DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO EDIFICATORIO ALL'INTERNO
DEGLI STABILIMENTI MUTTI DI VIA TRAVERSETOLO,
PIAZZA DI MONTECHIARUGOLO, PARMA

Dr. Geol. Barbara Truzzi

INDICE

INTRODUZIONE	1
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO.....	1
MICROZONAZIONE SISMICA - MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	3
CLASSIFICAZIONE SISMICA	4
PROSPEZIONE SISMICA INTEGRATA ATTIVA - PASSIVA.....	7
Identificazione categoria suolo di fondazione	9
ANALISI DEI MICROTREMORI CON LA TECNICA HVSR.....	10
2° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO - AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO E FATTORE DI AMPLIFICAZIONE SISMICO LOCALE.....	12
Fattore di amplificazione topografico	12
DM 17/01/2018.....	12
CONCLUSIONI	15

ALLEGATI

<i>UBICAZIONE AREA.....</i>	<i>TAV. 1</i>
<i>PLANIMETRIA UBICAZIONE PROVE.....</i>	<i>TAV. 2</i>

SCHUDE:

INDAGINE RE.MI./MASW 1

INTRODUZIONE

Nell'ambito progettuale per l'intervento edificatorio sito nell'area degli Stabilimenti Mutti ad est di Strada Provinciale Traversetolo, in località Piazza, nel settore centro meridionale del territorio comunale di Montechiarugolo, Parma, sono di seguito esposte le procedure operative ed i risultati ottenuti dalla prospezione geofisica effettuata con metodo sismico misto attivo/passivo (Re.Mi./MASW) ed Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr), in riferimento alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, DM 17/01/2018 ed in ottemperanza alla Delib. Giunta Reg. ER n°630/2019.

Le indagini, eseguite in accordo con il tecnico incaricato della progettazione geologica, *Dr. Geol. Barbara Truzzi*, sono state effettuate in conformità alle prescrizioni dettate in materia di indagini geofisiche.

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

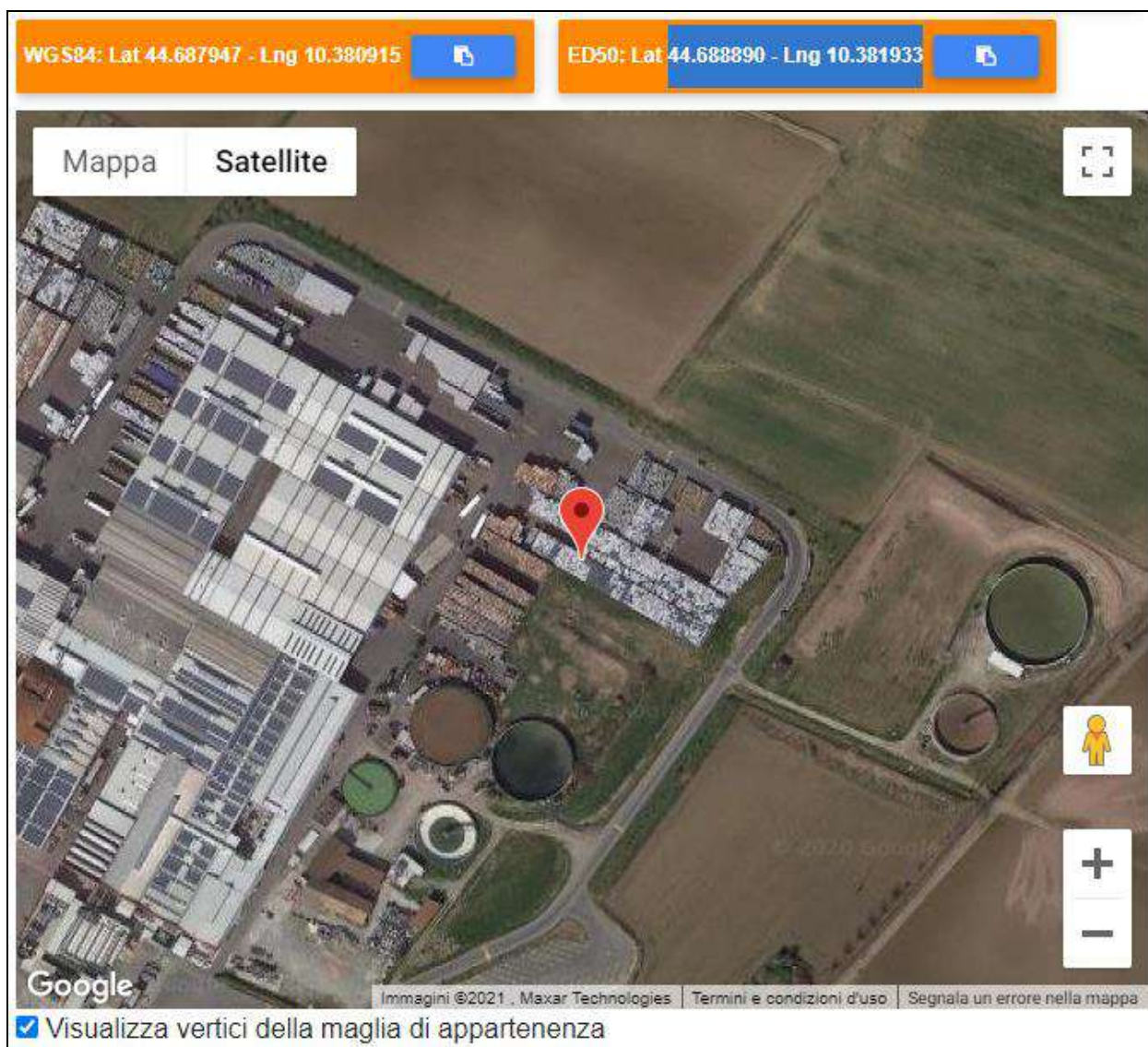
La zona oggetto di intervento è ubicata ad est di Via Traversetolo, in area adiacente agli stabilimenti Mutti, in località Piazza di Montechiarugolo.

La zona in analisi si ubica in zona di media/alta pianura con quote medie del piano campagna naturale oscillanti tra 128 e 129 m slm.

Il sito ricade nel settore centro occidentale dell'elemento *TORTIANO N° 200091*, delle basi C.T.R. ER in scala 1:5.000.

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

10.381933 ÷ 44.688890
(utilizzate per il calcolo dell'azione sismica)

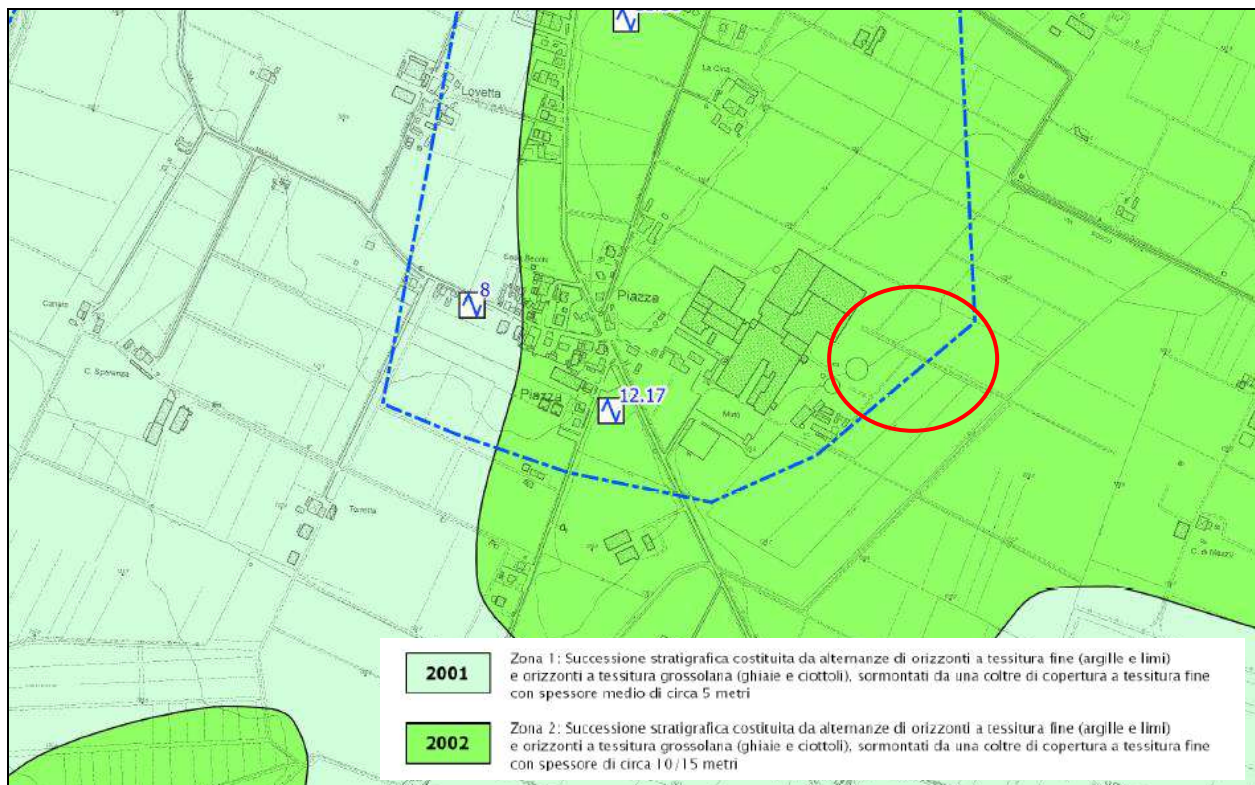


Localizzazione area mediante software Geostru PS

MICROZONAZIONE SISMICA - MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Le analisi di Microzonazione Sismica con secondo e terzo livello di approfondimento del territorio comunale di Montechiarugolo finanziato con O.C.D.P.C. n° 344/2016, classificano il settore di territorio a cui appartiene l'area in analisi come zona suscettibile di amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche (Zona 2002) caratterizzata da una successione stratigrafica costituita da alternanze di orizzonti a tessitura fine (argille e limi) e orizzonti a tessitura grossolana (ghiaie e ciottoli), sormontati da una coltre di copertura a tessitura fine con spessore di circa 10/15 metri.

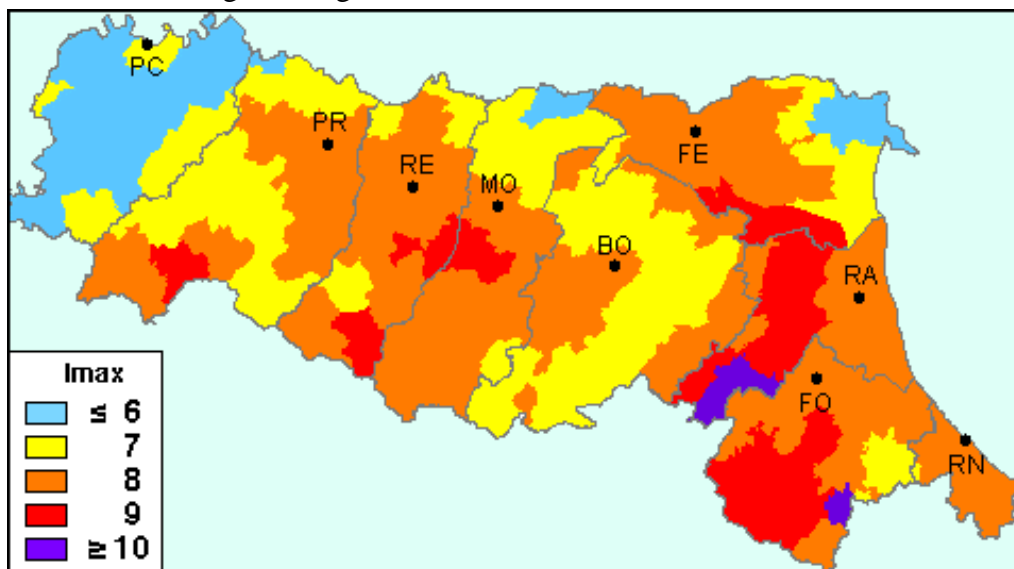
Per detta microzona è considerato sufficiente la determinazione del fattore di amplificazione per caratteristiche stratigrafiche con approfondimento sismico di II livello (metodo semplificato).



Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) allegata allo studio di Microzonazione Sismica del Comune di Montechiarugolo (2018)

CLASSIFICAZIONE SISMICA

Nell'ambito a cui appartiene il territorio comunale di Montechiarugolo il catalogo delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani, valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA, Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile (*D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise, 1996*) documenta eventi sismici giungenti al 8° grado della Scala *Mercalli - Cancani – Sieberg*, come evidenziato nella seguente figura.



Nell'ambito a cui appartiene il territorio comunale di Montechiarugolo (PR) il *Database Macrosismico DBMI15* utilizzato per la compilazione del *catalogo parametrico CPTI15* (a cura di *Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>*) documenta gli eventi sismici di seguito riportati:

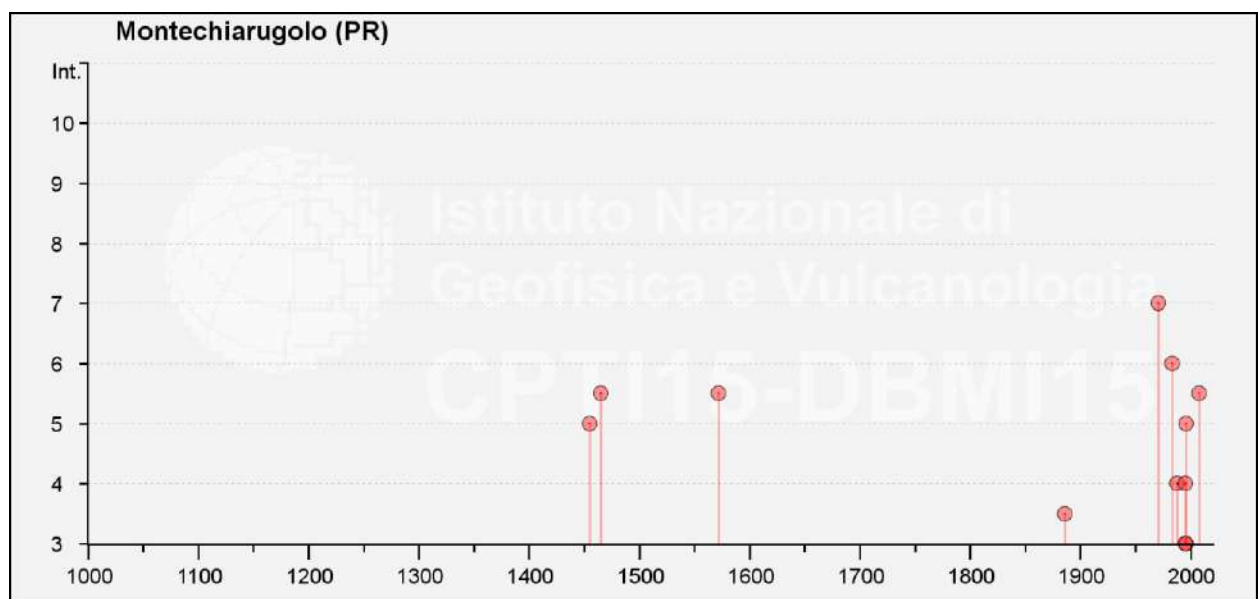
Storia sismica di Montechiarugolo

Numero di eventi: 20

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMD P	Io	Mw
7	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
6	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
5-6	1465 04 07 15 30	Pianura emiliana	5	5-6	4.40
5-6	1572 06 04 22	Parmense	5	6	4.63
5-6	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
5	1455 12 20 20 45	Appennino bolognese	5	5-6	4.40

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMD P	Io	Mw
5	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
4	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
4	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
F	1474 03 11 20 30	Modena	3	5	4.16
F	1995 08 24 17 27 3	Appennino pistoiese	56	6	4.45
3-4	1886 10 15 02 20	Collecchio	44	6	4.70
3	1995 12 31 21 29 4	Appennino reggiano	96	4-5	4.51
3	1996 10 26 04 56 5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
2-3	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
2-3	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30
NF	2002 11 13 10 48 0	Franciacorta	768	5	4.21

Dove: Io ed Mw = Intensità e Magnitudo sismica epicentrale; Int = Intensità sismica risentita; NF = Nessun effetto

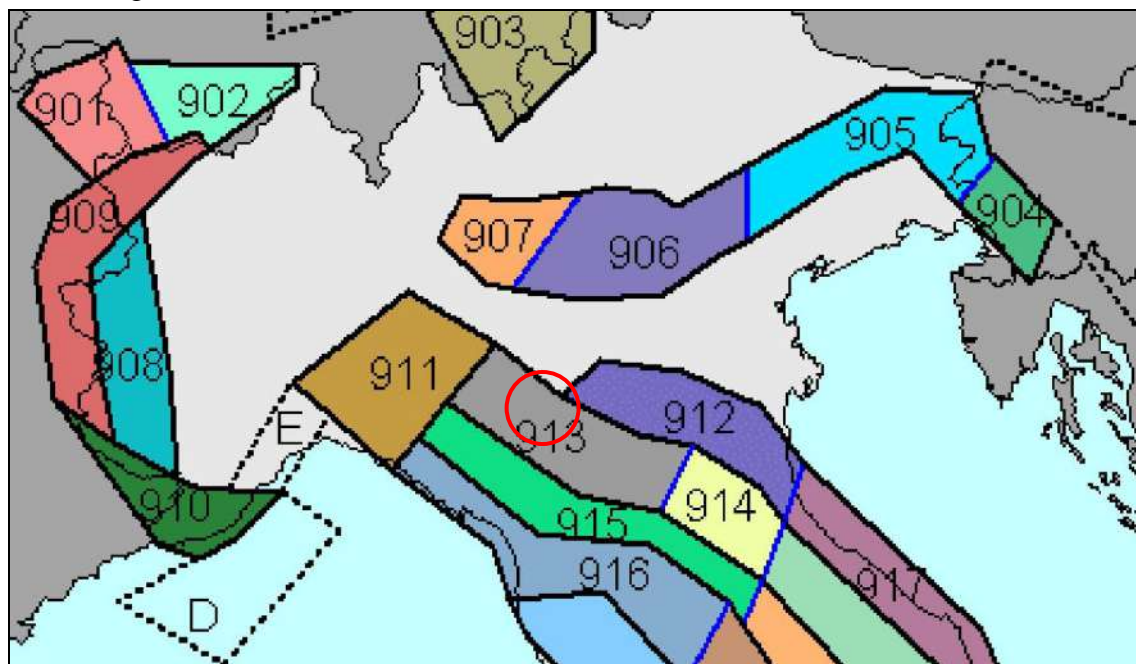


(tabella e grafico reperiti dall'archivio DBMI15, consultabile al sito internet <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>)

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio emiliano hanno origine, per la percentuale maggiore, nei primi 18 - 35 km del sottosuolo evidenziando la prevalenza di un'attività sismogenetica di tipo medio - superficiale.

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), attribuisce l'ambito territoriale

in oggetto alla zona sismogenetica 913 (Pieghe Pedeappenniniche), circa 15 km a sud ovest della zona 912 (Pieghe Ferraresi).



Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture sismogenetiche. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Studi paleosismologici lungo le espressioni superficiali delle sorgenti suggeriscono una ripetuta attivazione nel corso dell'Olocene.

ZS	4.76	4.99	5.22	5.45	5.68	5.91	6.14
912	12	9	6	7	2	2	0
913	26	13	11	6	4	1	0

Distribuzione degli eventi sismici per classi di magnitudo per la zone 912 e 913 (INGV, 2004)

La riclassificazione sismica del territorio nazionale NTC 17/01/2018 – OPCM 3274 attribuisce il comune di Montechiarugolo alla zona 3 con grado di sismicità, riferito alla previgente normativa sismica, equivalente agli ambiti con S6.

PROSPEZIONE SISMICA INTEGRATA ATTIVA - PASSIVA

In riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale D.M. 17/01/2018, per determinare la categoria del suolo di fondazione si è fatto riferimento alle risultanze di una prospezione geofisica eseguita in data 02-11-2016 con metodo integrato attivo - passivo (Re.Mi./MASW/HVSR), per la rilevazione della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

La prospezione è stata effettuata con un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica *GEOMETRICS GEODE*, attrezzato con 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, disposti ad interasse di 3 m per una lunghezza totale di stendimento di 69 m.

Nella procedura con “metodo attivo” le onde superficiali sono generate mediante una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e sono registrate da uno stendimento lineare costituito ricevitori posti a distanza variabile.

Il procedimento con “metodo passivo” presenta caratteristiche geometriche dello stendimento uguali a quelle del sistema attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (microtremore) prodotto da sorgenti naturali e antropiche (traffico, attività industriali).

Le due tecniche esaminano bande spettrali differenti: il metodo attivo consente di acquisire in modo dettagliato una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo (fino a circa 10-20 m di profondità); il metodo passivo permette di determinare e definire una curva di dispersione nelle bande di frequenza tra 2 e 20 Hz e fornisce informazioni sugli strati più profondi.

La combinazione delle due tecniche consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenza comprese tra 2 e 40 Hz e consente una dettagliata ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 30-100 m di profondità, in funzione della lunghezza dello stendimento.

Nell'esecuzione della prova MASW (attiva) è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 10 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking). La sorgente è stata posta ad una distanza di 6 e 10 m dal primo geofono (“Optimum Field Parameters of an MASW Survey”, *Park et al., 2005; Dal Moro, 2008*).

Per l'acquisizione dei microtremori ambientali sono state effettuate venti registrazioni della durata di 30 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare, tramite un opportuno software, una trasformata bidimensionale “*slowness-frequency*” (p - f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentare lo spettro di potenza su un grafico p - f . Gli spettri delle singole acquisizioni sono quindi mediati, escludendo eventualmente quelli che presentano una bassa coerenza.

In tale spettro mediato si evidenziano gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza significativa, ed è possibile un riconoscimento visivo delle onde di superficie (che hanno carattere dispersivo), da quelle riconducibili ad altri modi e tipi (onde di superficie di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

In funzione di quanto esposto è possibile effettuare un “*picking*”, attribuendo ad un certo numero di punti una o più *slowness* (p o $1/\text{velocità di fase}$) ed ottenere una “*curva di dispersione*”.

Quest’ultima è visualizzata su un diagramma in cui appare anche la curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile in sede di elaborazione. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, la curva di dispersione calcolata è adattata sino ad aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking.

I risultati ottenuti ed i relativi diagrammi di elaborazione sono riportati nell’allegata scheda “*indagine Re.Mi/MASW*”, riportante lo spettro di potenza mediato, la curva di dispersione, sia sperimentale che calcolata, ed il relativo modello interpretativo, schematicamente riportato di seguito.

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0 ÷ 3	110
3 ÷ 8	410
8 ÷ 20	540
20 ÷ 52	450
52 ÷ INF	580

Identificazione categoria suolo di fondazione

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione (NTC2018 – par. 3.2.2):

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i -esimo, m

$V_{s,i}$ = velocità onde di taglio strato i -esimo, m/sec

N = numero di strati

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

I dati acquisiti dalle rilevazioni effettuate denotano che i primi 30 m del sottosuolo, valutati a partire da p.c., sono contraddistinti da velocità di propagazione delle onde di taglio V_s , profondità e spessori, come riportato nella seguente tabella:

Stendimento sismico ReMi/MASW

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	V_s (m/sec)
1	1 ÷ 3	2	110
2	3 ÷ 8	5	410
3	8 ÷ 20	12	540
4	20 ÷ 31	11	450

Tab. a1

ottenendo:

$$V_{S30} = 389 \approx 390 \text{ m/s}$$

Dalle considerazioni sopra esposte e dall'analisi della sequenza litosismica, risulta che i litotipi che formano i primi 30 m del sottosuolo sottiacenti le fondazioni, sono attribuibili in base alla Tab. 3.2.II delle NTC2018 a:

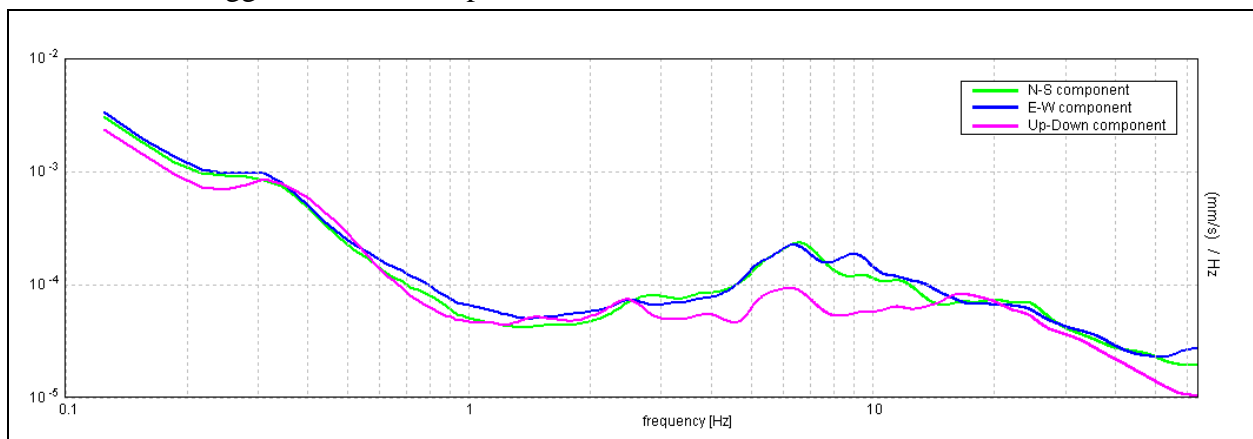
- **Categoria B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

ANALISI DEI MICROTREMORI CON LA TECNICA HVSR

Nel sito oggetto di indagine si è svolta un'acquisizione di microtremori ambientali mediante un sismometro SR04MT/S3 ad elevata dinamica (24 bits) attrezzato con geofono tridirezionale da 4,5 Hz di frequenza propria.

L'acquisizione è stata effettuando campionando il segnale a 100 Hz per una durata di circa 30 minuti.

Tali dati sono stati elaborati con la tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio* o *metodo di Nakamura*). L'ipotesi alla base della metodologia è che essendo i microtremori causati prevalentemente dalle onde di Rayleigh, la componente verticale del moto non subisce fenomeni di amplificazione in corrispondenza di marcati contrasti di impedenza sismica, mentre detto fenomeno avviene per le componenti orizzontali, soprattutto in corrispondenza della frequenza fondamentale di risonanza (F_0) dei terreni indagati. Eseguendo quindi il rapporto tra gli spettri di frequenza orizzontale e verticale (H/V) si ottiene un grafico in cui si evidenziano le frequenze in cui si hanno i maggiori effetti di amplificazione locale.



Analisi spettrale delle diverse componenti dei microtremori misurati nel sito in analisi:

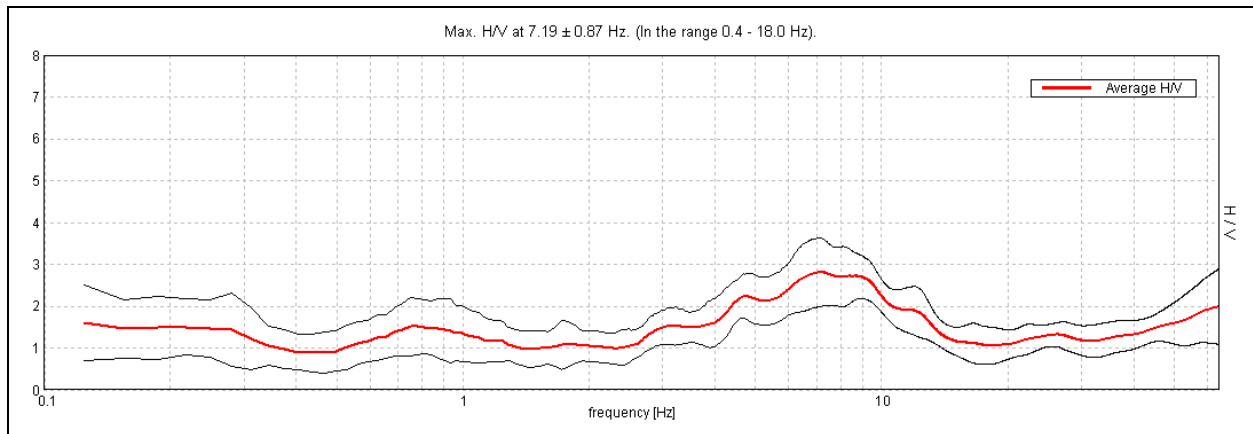
Up-Down: componente verticale

N-S: componente nord – sud

E-W: componente est – ovest

L'elaborazione HVSR dei dati acquisiti ha evidenziato i risultati riportati nella successiva immagine in cui la linea continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee sottili rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.

Tale elaborazione è evidenziata nella successiva figura.



Elaborazione HVSR dei microtremori rappresentata dalla media dei risultati ottenuti dalla componente N/Z ed E/Z

Dall'esame dei dati, per frequenze inferiori a 20 Hz ($T=0,05$ sec), risultano significativi picchi di amplificazione (ampiezze > 2) alle frequenze di 4,6 – 7,2 – 9 Hz ($T= 0,11 - 0,14 - 0,22$ sec).

Risulta quindi consigliabile accertare che le strutture in progetto abbiano frequenze proprie di vibrazione non corrispondenti con quelle sopra evidenziate al fine di evitare fenomeni di doppia risonanza terreno/struttura o, nell'eventualità, adottare opportuni accorgimenti.

2° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO - AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO E FATTORE DI AMPLIFICAZIONE SISMICO LOCALE

Detta analisi è stata sviluppata in riferimento ai dettami delle NTC 2018.

Fattore di amplificazione topografico

L'area si ubica in zona di media/alta pianura, ad andamento subpianeggiante, leggermente ondulato. Non risulta perciò necessario applicare un coefficiente di amplificazione topografico, corrispondente quindi a:

$$S_T = 1,0 \text{ (categoria T1 – Tab. 3.2.III-DM2018)}$$

DM 17/01/2018

Sulla base delle indicazioni contenute delle NTC di cui al D.M. 17/01/18, per l'area in esame coord. Geografiche – ED50 – 10.381933 ÷ 44.688890), considerando:

- Vita Nominale dell'opera (V_n – Tab 2.4.I): Opera ordinaria - 50 anni
- Classe d'uso (par. 2.4.2): II (Costruzione il cui uso prevede normali)
- Coefficiente d'uso (C_u - Tab. 2.4.II): 1,0

risulta un periodo di riferimento per l'azione sismica (Par. 2.4.3) pari a:

$$V_r = V_n \cdot C_u = 50 \cdot 1,0 = \underline{\underline{50 \text{ anni}}}$$

I valori di accelerazione di riferimento al suolo e parametri per il calcolo degli spettri di risposta di riferimento, in funzione dei diversi stati limite considerati, risultano quindi:

STATO LIMITE		T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_c (s)
SLE	SLO	30	0.051	2.469	0.243
	SLD	50	0.063	2.488	0.259
SLU	SLV	475	0.156	2.455	0.282
	SLC	975	0.197	2.463	0.290

dove:

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

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

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

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

a_g = accelerazione massima di riferimento al suolo

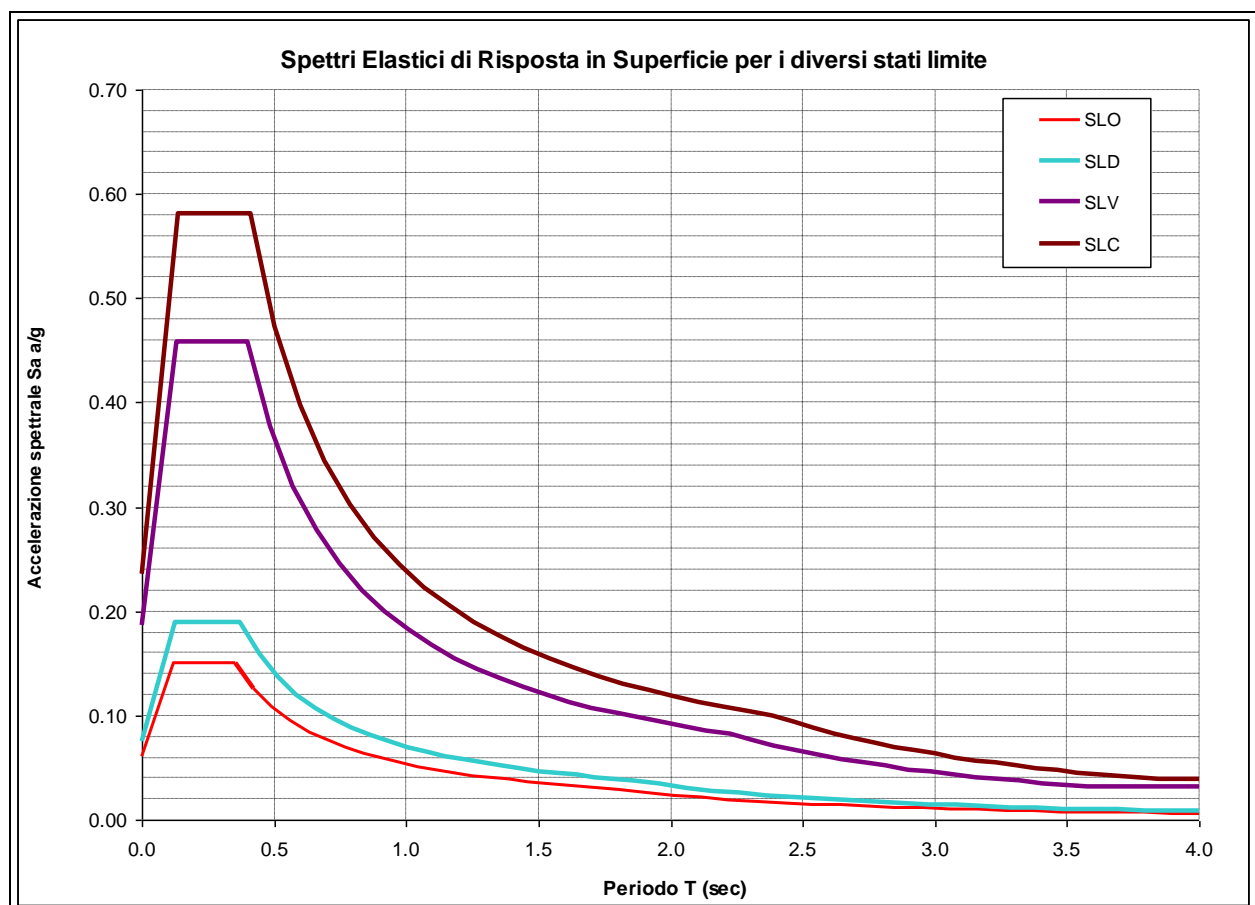
F_0 = fattore di amplificazione

T_c = inizio del tratto orizzontale dello spettro di risposta

Sulla base delle indicazioni contenute delle NTC di cui al D.M. 17/01/18, per l'area in esame, considerando strutture di classe II (vita nominale $V_n = 50$ anni, coefficiente d'uso $C_u = 1,0$; $V_r = 50$ anni), risultano, in funzione dei diversi stati limite considerati, i seguenti valori di amplificazione in superficie e relativi spettri elastici di risposta in superficie (categoria suolo B – Fattore di amplificazione topografico 1,0):

STATO LIMITE		T_R (anni)	S_s (-)	S_t (-)	C_c (-)
SLE	SLO	30	1,2	1,0	1,460
	SLD	50	1,2	1,0	1,442
SLU	SLV	475	1,2	1,0	1,417
	SLC	975	1,2	1,0	1,409

STATO LIMITE		a_g (g)	a_{max} (g)	β_s (-)	K_h (g)	K_v (g)
SLE	SLO	0.051	0,061	0,20	0,012	0,006
	SLD	0.063	0,076	0,20	0,015	0,008
SLU	SLV	0.156	0,187	0,24	0,045	0,023
	SLC	0.197	0,236	0,24	0,057	0,028



dove:

SLO = Stato limite di operatività; Pvr = 81% - SLD = Stato limite di danno; Pvr = 63%

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita; Pvr = 10% - SLC = Stato limite di prevenzione del collasso; Pvr = 5%

T_r = Tempo di ritorno - S_s = fattore di amplificazione stratigrafico - S_t = fattore di amplificazione topografico

C_c = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo - a_g = accelerazione massima di riferimento al suolo

a_{max} = accelerazione massima attesa al sito - β_s = coefficiente riduttivo dell'accelerazione massima

K_h = componente orizzontale dell'accelerazione - K_v = componente verticale dell'accelerazione

Tramite gli spettri di risposta in superficie sarà possibile ottenere gli spettri di progetto per ogni stato limite considerato, mediante l'assunzione del fattore di struttura q , definito sulla base delle capacità dissipative delle opere in progetto (NTC par. 7.3.1).

CONCLUSIONI

Indagine geofisica – determinazione della categoria dei suoli di fondazione

L'indagine geofisica eseguita nell'area oggetto di intervento edificatorio sita ad est di Via Traversetolo, presso gli Stabilimenti Mutti a Piazza di Montechiarugolo, Parma, redatta in riferimento ai dettami del D.M. 17/01/2018, che attribuisce il territorio comunale di Montechiarugolo alla zona 3, in funzione della determinazione mediante prospezione geofisica con metodo misto attivo/passivo (Re.Mi./MASW) della velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio Vs nei primi 30 m del sottosuolo, ha evidenziato che i terreni di fondazione sono attribuibili, in base all'art. 3.2.2. del NTC 17/01/2018 a:

- **Categoria B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

In relazione all'elaborazione di microtremiti con tecnica dei rapporti spettrali (HVSr), per frequenze inferiori a 20 Hz ($T=0,05$ sec), risultano significativi picchi di amplificazione (ampiezze > 2) alle frequenze di 4,6 – 7,2 – 9 Hz ($T= 0,11 - 0,14 - 0,22$ sec)..

Risulta quindi consigliabile accertare che le strutture in progetto abbiano frequenze proprie di vibrazione non corrispondenti con quella sopra evidenziata o, in alternativa, adottare opportuni accorgimenti costruttivi, al fine di contrastare fenomeni di convergenza di risonanza tra terreno e struttura.

Fattore di amplificazione topografica

L'area si ubica in zona di medio/alta pianura, con pendenze medie inferiori a 15°, non risulta perciò necessario applicare un coefficiente di amplificazione topografica, corrispondente quindi a:

$$S_T = 1,0 \text{ (categoria T1 – Tab. 3.2.III-DM2018)}$$

2° livello di approfondimento sismico, azione sismica di riferimento e fattore di amplificazione sismico locale

Detta analisi è stata sviluppata in riferimento ai dettami delle NTC 2018.

DM 17/01/2018

Sulla base delle indicazioni contenute delle NTC di cui al D.M. 17/01/18, per l'area in esame coord. Geografiche – ED50 – 10.381933 ÷ 44.688890), considerando:

- Vita Nominale dell'opera (Vn – Tab 2.4.I): Opera ordinaria - 50 anni
- Classe d'uso (par. 2.4.2): II (Costruzione il cui uso prevede normali)

- Coefficiente d'uso (Cu- Tab. 2.4.II): 1,0

risulta un periodo di riferimento per l'azione sismica (Par. 2.4.3) pari a:

$$V_r = V_n \cdot C_u = 50 \cdot 1,0 = \underline{\underline{50 \text{ anni}}}$$

I valori di accelerazione di riferimento al suolo e parametri per il calcolo degli spettri di risposta di riferimento, in funzione dei diversi stati limite considerati, risultano quindi:

STATO LIMITE		T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_c (s)
SLE	SLO	30	0.051	2.469	0.243
	SLD	50	0.063	2.488	0.259
SLU	SLV	475	0.156	2.455	0.282
	SLC	975	0.197	2.463	0.290

Sulla base delle indicazioni contenute delle NTC di cui al D.M. 17/01/18, per l'area in esame, considerando strutture di classe II (vita nominale $V_n = 50$ anni, coefficiente d'uso $C_u = 1,0$; $V_r = 50$ anni), risultano, in funzione dei diversi stati limite considerati, i seguenti valori di amplificazione in superficie e relativi spettri elastici di risposta in superficie (categoria suolo B – Fattore di amplificazione topografico 1,0):

STATO LIMITE		T_R (anni)	S_s (-)	S_t (-)	C_c (-)
SLE	SLO	30	1,2	1,0	1,460
	SLD	50	1,2	1,0	1,442
SLU	SLV	475	1,2	1,0	1,417
	SLC	975	1,2	1,0	1,409

STATO LIMITE		a_g (g)	a_{max} (g)	β_s (-)	K_h (g)	K_v (g)
SLE	SLO	0.051	0,061	0,20	0,012	0,006
	SLD	0.063	0,076	0,20	0,015	0,008
SLU	SLV	0.156	0,187	0,24	0,045	0,023
	SLC	0.197	0,236	0,24	0,057	0,028

dove:

SLO = Stato limite di operatività; $P_{vr} = 81\%$ - SLD = Stato limite di danno; $P_{vr} = 63\%$

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita; $P_{vr} = 10\%$ - SLC = Stato limite di prevenzione del collasso; $P_{vr} = 5\%$

T_r = Tempo di ritorno - S_s = fattore di amplificazione stratigrafico - S_t = fattore di amplificazione topografico



C_c = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo - a_g = accelerazione massima di riferimento al suolo

a_{max} = accelerazione massima attesa al sito - β_s = coefficiente riduttivo dell'accelerazione massima

K_h = componente orizzontale dell'accelerazione - K_v = componente verticale dell'accelerazione

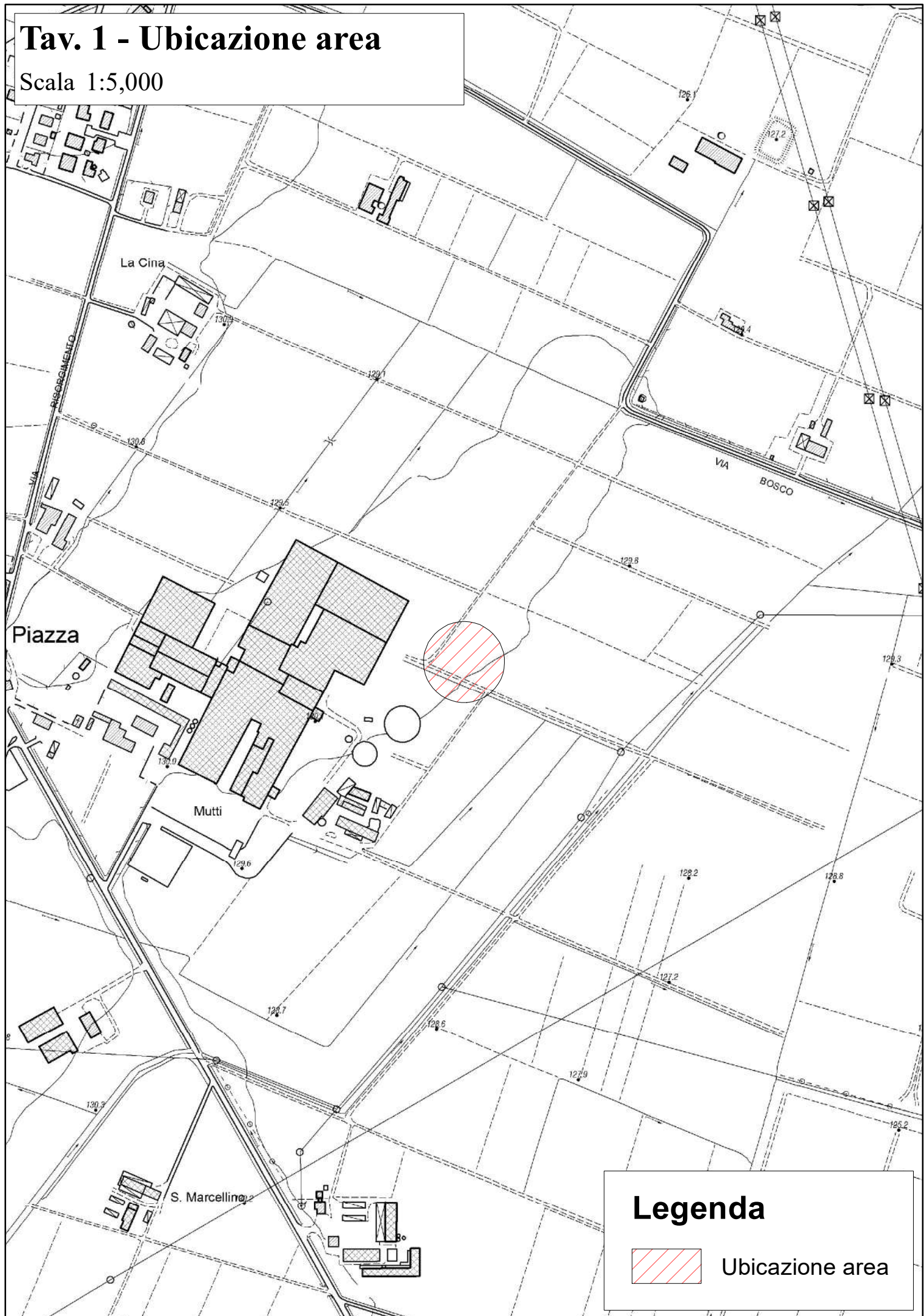
Tramite gli spettri di risposta in superficie sarà possibile ottenere gli spettri di progetto per ogni stato limite considerato, mediante l'assunzione del fattore di struttura q , definito sulla base delle capacità dissipative delle opere in progetto (NTC par. 7.3.1).

Dr. Geol. STEFANO GILLI



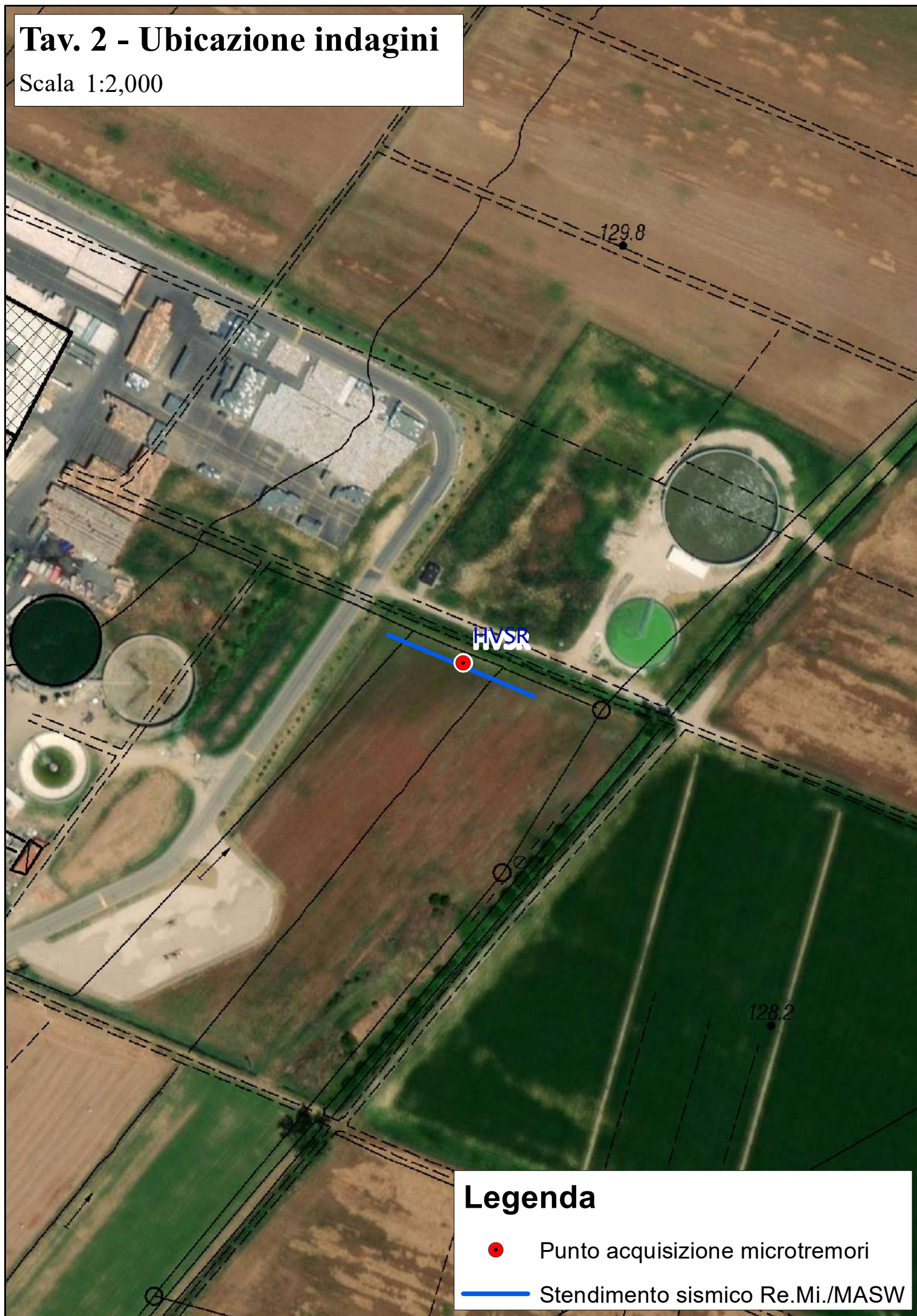
ALLEGATI

Scala 1:5,000



Tav. 2 - Ubicazione indagini

Scala 1:2,000



Legenda

- Punto acquisizione microtremori
- Stendimento sismico Re.Mi./MASW

Studio di Geologia e Geofisica
Dr. Stefano Gilli
Via Ottone, 1 - 42041 Brescello (RE)

INDAGINE Re.Mi./MASW
1

LOCALITA': Piazza (PR)

DATA: 02-11-2016

QUOTA: 128 m slm

COMMITTENTE: Dr. B.Truzzi

CANTIERE: Ditta Mutti

OPERATORI: Gilli S.

Spettro di potenza

0.0

0.01

0.0

24.002

0.0

2.1

0.0

24.002

Curva di dispersione

1300 m/s

500 m/s

0.04s

0.5s

Note:

Vs30 da 1 m p.c. 389

Categoria Suolo B

Modello interpretativo

Strato n°	Prof. (m)	Spess. (m)	Vs (m/s)
1	0	3	110
2	3	8	410
3	8	20	540
4	20	52	450
5	52	INF	580
6			
7			
8			
9			
10			

