

REGIONE dell'UMBRIA
Provincia di Perugia

Comune di Deruta

**RELAZIONE GEOLOGICA - IDROGEOLOGICA - SISMICA
E
MICROZONAZIONE SISMICA**

(D.M. 17.1.2018)

PROGETTO: Variante al PRG per nuovo insediamento produttivo

LOCALITA': San Nicolò di Celle – Via Ciro Chiarini (Zona Artigianale).

PROPRIETA': **AR.MET. S.r.l.**

Deruta, 24 luglio 2023

IL TECNICO.

(Dott. Geol. Maurizio Battistoni)



PREMESSA

Per conto della Ditta **Ar.Met. S.r.l.** si redige la presente relazione sullo studio geologico – idrogeologica – sismico e sulle indagini geotecniche effettuate, in conformità col D.M. 17.1.2018, sui terreni interessati dal progetto di un nuovo insediamento produttivo in variante al PRG, che ricade in zona sismica 2 ai sensi della Legge 2.2.1974/n°64 e s.m.i. (OPCM 3274/03 & DGR 852/03).

Il terreno interessato è sito in comune di Deruta – loc. San Nicolò di Celle - ed è contraddistinto dalle seguenti coordinate geografiche ed estremi catastali:

Comune	Provincia	Estremi catastali		Zona sismica	Coordinate Geografiche ED50
Deruta	Perugia	Foglio 2	Part. 994	2	Lat. N 43,014781 Long. E 12,389786

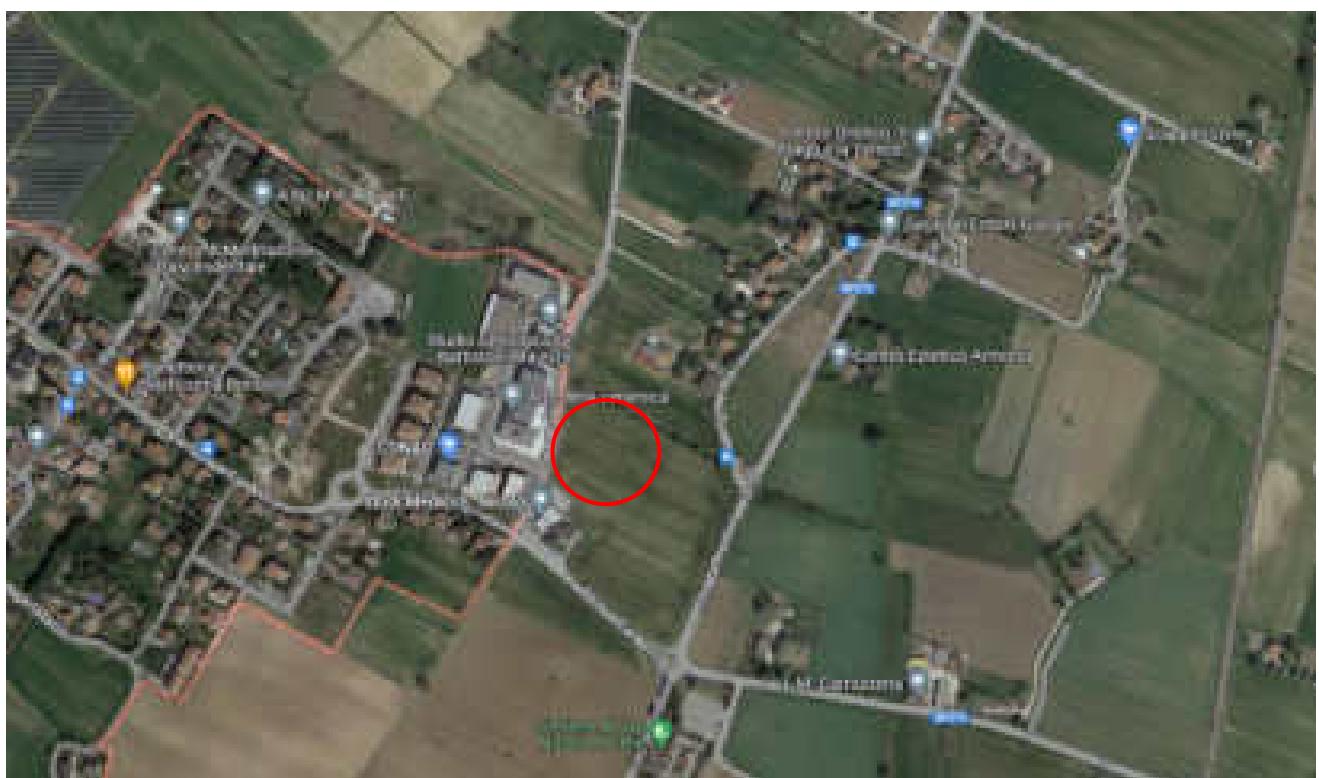


Fig. 1 – Foto aerea dell'area di San Nicolò di celle - Deruta (PG) – da Google Earth

Allegati:

- 1) COROGRAFIA C.T.R. con ubicazione dell'area in scala 1:5000;
- 2) PLANIMETRIA Generale con ubicazione delle indagini in scala 1:2000;
- 3) PROFILO GEOTECNICO schematico del terreno in scala 1:200;
- 4) RISULTATI DELLE INDAGINI geotecniche di riferimento (n°2 prove penetrometriche statiche CPT - anno 2000) e geofisiche in situ (n°1 Rilievo dei microtremori – H/V, profili Masw2d e Masw)

RELAZIONE GEOLOGICA

1.GEOMORFOLOGIA

1a Posizione

L'area esaminata è morfologicamente pianeggiante e si trova in destra idrografica del F. Tevere, a est dell'abitato di San Nicolò di celle ed in continuità laterale alla zona artigianale esistente di recente espansione.

1b Altimetria

Tale area, in particolare, è posta alla quota di circa 175÷176 metri s.l.m..

1c Processi geomorfologici e franosità storica

L'area si colloca sul pianoro rialzato (terrazzo alluvionale) della fascia occidentale della piana del F. Tevere dove per sua natura sono esclusi tutti i rischi di dissesto gravitativo e dove non vi sono evidenze di processi geomorfologici in atto.

1d Rischio di alluvionamento

L'area individuata risulta sopraelevata rispetto all'alveo di espansione del F. Tevere di circa 8 metri per cui è esente da pericoli di alluvionamento legati al reticolo principale (F. Tevere).

La situazione idraulica e geomorfologica non prevede quindi rischi di alcun genere come anche risulta dalla cartografia del rischio idraulico del P.A.I. vigente (Fig.1).

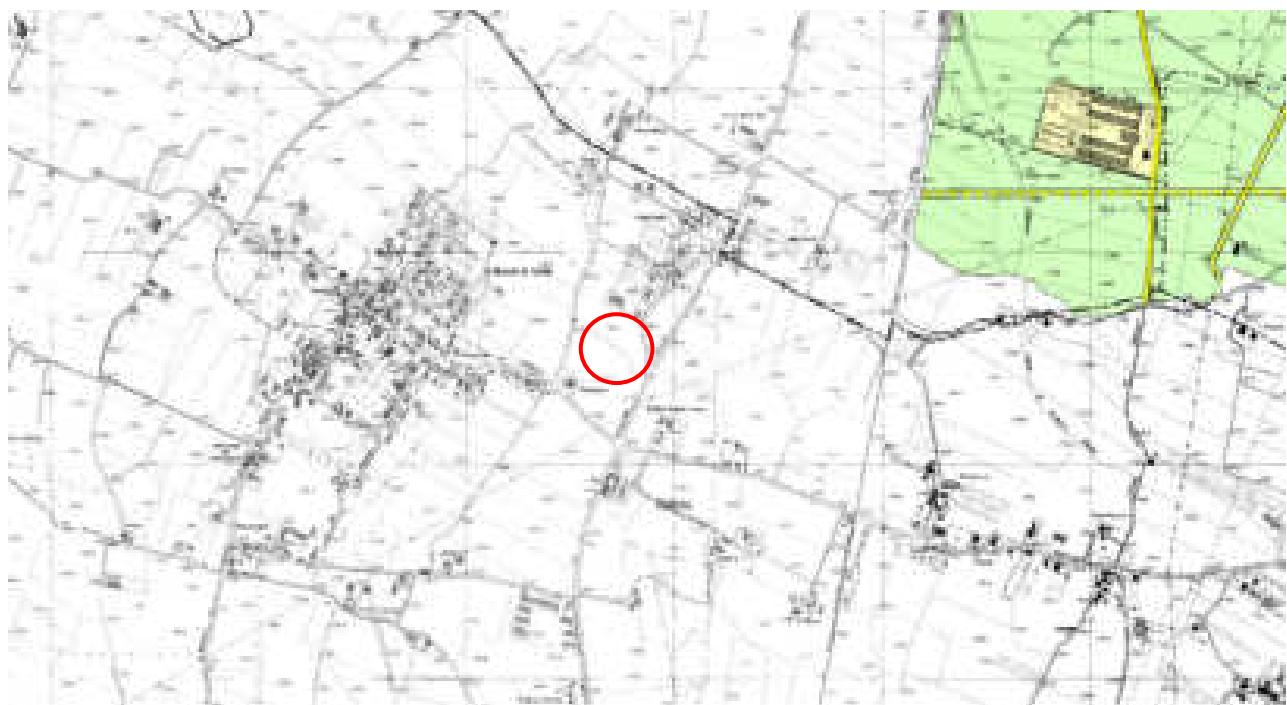


Fig. 1 – Stralcio cartografia del rischio idraulico del P.A.I. – (Tav-09 – Deruta)

Per quanto riguarda il reticolo idrografico minore vi è da segnalare la presenza di un fosso artificiale che scorre da ovest verso est lungo il confine nord dell'area in esame. Tale fosso ha un alveo trapezio scavato di circa 4 metri di profondità e ampiezza di oltre 6 metri in sommità che consente portate molto elevate e che non ha mai dato luogo a fenomeni di esondazione.

Nella cartografia di PRG del rischio ambientale (vedi allegato) è stata individuata una fascia a basso rischio per inondazione indiretta e marginale legata a connessioni idrauliche e/o cedimenti di intubazioni nella parte nord-ovest a diretto contatto con l'area interessata dalla variante. Tale rischio è pertanto legato al tratto del fosso intubato sotto la strada comunale (Viale Ciro Chiarini) e occupa una fascia ristretta lungo il primo tratto dell'argine destro del fosso, in corrispondenza dell'accesso carrabile previsto al lotto e di una piccola area verde.

La zona interessata dall'edificazione (vedi planivolumetrico) è comunque al di fuori dell'area sopra citata e pertanto l'intervento non è in contrasto con la normativa a tutela del rischio idraulico citata.

1e Reticolo idrografico

Il reticolo idrografico dell'area in oggetto è di tipo sub-parallelo con una serie di modesti fossi che tagliano la valle del Tevere da ovest verso est con portate e bacini di scarso rilievo. L'unico fosso presente nella zona, di cui si è detto al punto precedente, è il Fosso artificiale realizzato dall'Ente irriguo oltre 25 anni fa che taglia la piana alluvionale da ovest verso est e confluisce nel Fosso Luparo a est della strada Marscianese del piano.

L'azione morfogenetica di tale fosso, per lo più secco, non è rilevante ai fini della sicurezza e stabilità dell'area in questione.

1f Condizioni topografiche e pericolosità sismica del sito

La condizione topografica del sito in questione, in base alla nuova normativa vigente in materia sismica, rientra quindi nella categoria “T1” ovvero “terreni pianeggianti o pendii con inclinazione dei versanti $i < 15^\circ$ ” per cui non si ha alcun incremento della pericolosità sismica di base dovuto alla morfologia del sito.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera	Coeff. di amplificazione top. S_T
T ₁	Terreno pianeggiante ($i < 15^\circ$)	1.0

1g Idrogeologia

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea si ha una discreta falda freatica posta entro lo strato alluvionale ghiaioso (acquifero superficiale) di circa 5÷6 m di spessore il cui livello statico si trova a circa 5 m di profondità dal p.c. in condizioni medie. Si può considerare che nei periodi di morbida tale livello possa risalire fino a circa 3÷4 m dal p.c. ma non interessa direttamente le opere di fondazione dell'edificio in previsione che sono di tipo superficiale (dirette) e generalmente collocate entro 1.5÷2 m di profondità.

1h Vincoli di normativa sull'area

L'area in oggetto, situata all'esterno del centro abitato di San Nicolò di Celle ed in continuità con la zona artigianale esistente, non è soggetta a vincoli di natura ambientale e idrogeologica; pertanto, si presenta idonea alla fabbricazione come anche risulta dalla cartografia del P.R.G. Comunale vigente che si riporta di seguito in stralcio (Fig. 2).

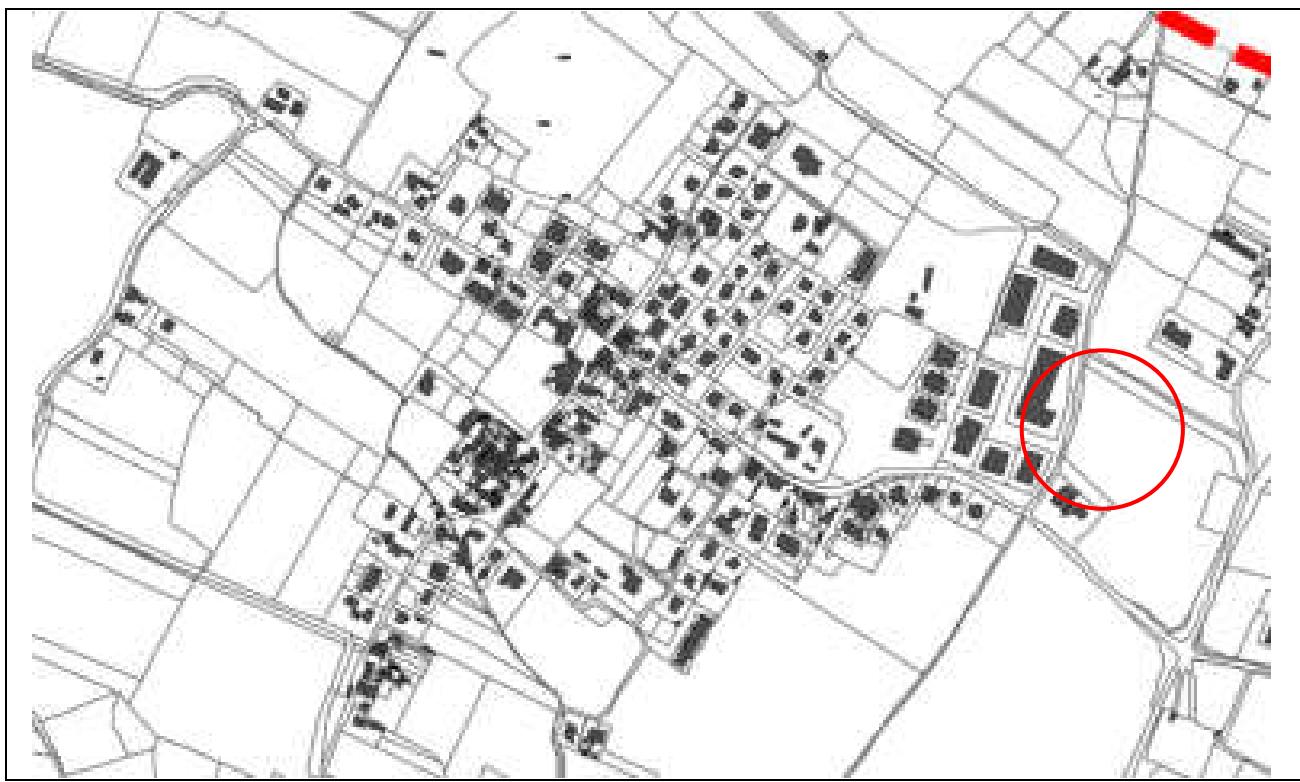


Fig. 2 - Stralcio cartografia EP06 "Tutela Ambientale" del P.R.G. - Parte Strutturale del comune di Deruta.

2. MODELLO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO

2a Contesto geologico di riferimento

Dal punto di vista geologico-stratigrafico i terreni presenti nella zona appartengono alle alluvioni terrazzate antiche del F. Tevere che si estendono nella fascia occidentale della piana omonima per una larghezza di circa 2÷3 km. Il limite orientale di tale terrazzo è rappresentato dalla scarpata N-S che corre lungo la strada Marscianese del piano, poco a est dell'area (Fig.3).

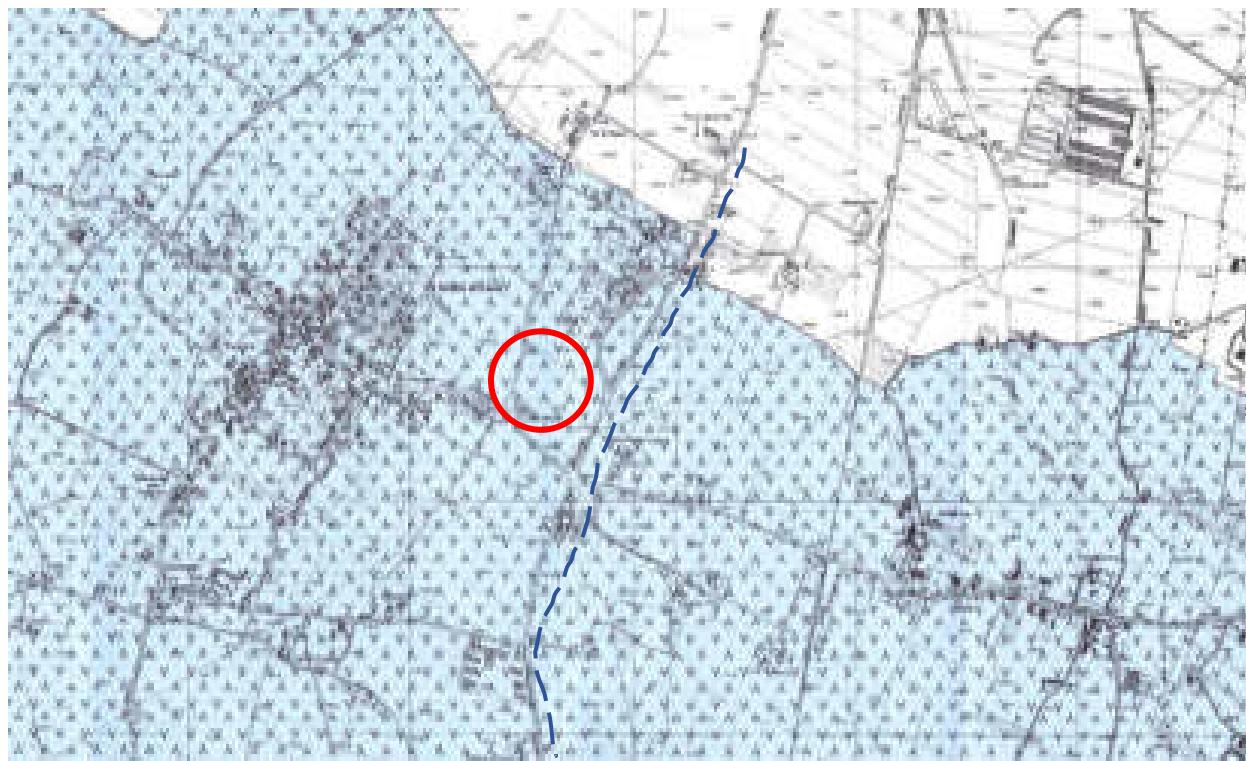


Fig. 3 – Stralcio cartografia geologica regionale – Fg. S.Martino in Campo – Scala 1:10000.

Si tratta, in particolare, di depositi prevalentemente granulari limo-sabbiosi e ghiaiosi in superficie, con livelli argilloso-limosi più in profondità che nel complesso costituiscono una coltre alluvionale di almeno 200 metri di spessore nella zona. Al di sotto si rinviene il bedrock marnoso-arenaceo.

2b Indagini geologico-stratigrafiche

Nella zona in esame, come risulta dagli scavi effettuati per la costruzione del capannone esistente e da altre indagini effettuate in adiacenza (prove penetrometriche statiche anno 2000 - ditta Soiltecnico, ed un pozzo), affiorano in superficie livelli di limo argilosì sabbiosi marroni abbastanza sciolti seguiti in profondità (circa 3,2 m) da ghiaie ciottolose con sabbie intercalate fino a circa 8/9 metri dal p.c..

Il profilo stratigrafico al di sotto del sito in questione, può essere estrapolato dalle indagini suddette e riassunto in tre strati d'interesse come segue:

- da 0.0 a 3.2 m limo sabbioso argilloso marrone di media consistenza;
- da 3.2 a 8.8 m ghiaie ciottolose con sabbie medio-dense e in falda al di sotto dei 5.0 m;
- da 8.8 a >20 m limi argillosi grigio-azzurri abbastanza compatti

Dal punto di vista geologico-strutturale non si rileva la presenza di lineamenti tettonici attivi o comunque tali da condizionare l'edificabilità del sito in esame.

Il modello geologico-stratigrafico del sito vede quindi la presenza di depositi alluvionali e più in profondità fluvio-lacustri che nel complesso presentano uno spessore considerevole di circa 200 metri nell'area in esame come risulta da indagini geofisiche e perforazioni profonde effettuate nella piana del F.Tevere.

3. MODELLO SISMICO E MICROZONAZIONE SIMICA

3a indagini sismo-stratigrafiche

Per la definizione del modello geologico-sismico del sito, oltre ai dati citati e ad altre indagini della zona, sono state eseguite in situ una prova MASW, una prova MASW2D ed una HVSR (vedi allegato).

I dati del rilievo e l'elaborazione del segnale è riportata in allegato alla presente. In base a tale interpretazione il passaggio al substrato roccioso si viene a trovare oltre i 195 m di profondità ed è congruente con i dati regionali.

L'interpretazione dei risultati della campagna di indagini (Masw, Masw2D ed HVSR), ha fornito quindi un modello geologico-sismico del sito ritenuto piuttosto attendibile nei primi 30 m e congruente con le osservazioni ed i dati di superficie che può essere riassunto nella seguente Tabella (A).

TABELLA A – Modello geologico-sismico del sito e parametri relativi desunti dalla campagna di indagini sismiche.

Strato	Profondità (m)	II	V_p (m/s)	V_s (m/s)
Terreno di riporto/suolo	0.0 – 1.0÷1.6	0.31	-	140÷230
Alluvioni limose medie	1.0÷1.6– 3.2÷3.7	0.32	-	273÷350
Alluvioni ghiaiose dense	3.2÷3.7– 11.3÷12.5	0.32	-	360÷430
Alluvioni limo-argillose comp.	.11.3÷12.5– 42.7	0.32	-	375÷480
Depositi fluvio-lacustri sovr.	42.7 – 195	0.32	-	639
Substrato roccioso	195 - ?	0.3	-	> 1200

Dove: II = modulo di Poisson - V_p = velocità onde sismiche P (compr) - V_s = velocità onde sismiche S (di taglio)

In base ai dati contenuti della tabella precedente ed al modello interpretativo dei primi 30 m di spessore si può comunque ricavare la velocità sismica equivalente (V_{s30}) del sito in esame che risulta pari a:

$$V_{s30} = 30 / [(h_i/V_{si})] = 388 \div 437 \text{ m/s}$$

Il valore ricavato dalla campagna di indagini della V_{s30} è compreso tra 388 e 437 m/s, fa ricadere i terreni del sito in questione all'interno della categoria "B" di sottosuolo ($V_s = 360 \div 800 \text{ m/s}$) ossia quella dei terreni molto compatti, con spessori di parecchie decine di metri, il cui grado di addensamento in genere aumenta con la profondità come in realtà sono i depositi alluvionali antichi della piana del Tevere nella fascia terrazzata occidentale.

Categoria	Descrizione
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.."

3b Microzonazione sismica di secondo livello

Il livello di approfondimento necessario per il piano attuativo in questione è il livello 2.

La caratterizzazione dei terreni ai fini sismici è stata effettuata tenendo conto dei risultati delle indagini sismiche sopra citate. Non vi sono zone sismo-genetiche o faglie che possano direzionare o incanalare le azioni sismiche ed il sito si presenta come un materasso alluvionale molto spesso con andamento sub-orizzontale degli strati.

La liquefazione in fase sismica degli strati acquiferi (ghiaie ciottolose) non necessita di valutazione analitica in quanto le ghiaie sono sicuramente al di fuori del fuso critico per la liquefazione.

La Carta di Microzonazione sismica" che costituisce il documento caratteristico del livello di approfondimento 2 di cui alle norme citate, rappresenta anch'essa la zona d'intervento come porzione di una più vasta area definita come "Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali" con bassi valori del fattore di amplificazione (FA)

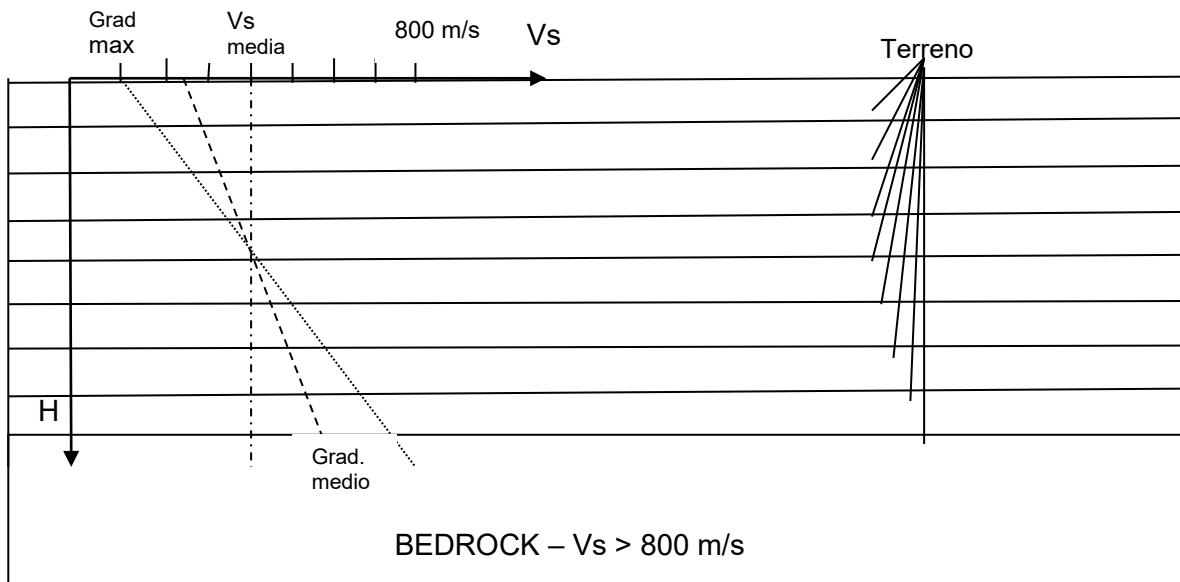
I valori numerici dei fattori di amplificazione (FA e FV) da applicare alle ordinate spettrali a basso periodo (FA) e alto periodo (FV) per la situazione in esame sono stati dedotti dagli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici disponibili (Parte III degli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione sismica" del DPC 2008).

Il ricorso agli abachi per le amplificazioni stratigrafiche è abbastanza consueto nelle indagini di livelli 2 quando non vi siano altri effetti (es. effetti topografici) significativi oltre alle caratteristiche litostratigrafiche.

Tali abachi sono stilati per una serie di spessori della coltre de posizionale che va da 5 a 150 metri con incrementi di 5-10 m e considerando 3 profili di velocità:

- profilo 1 : velocità costante (V_{sh}) lungo tutto lo spessore del deposito
- profilo 2 : velocità crescente con la profondità con il gradiente massimo compatibile con
 - la V_s alla base del deposito non deve superare gli 800 m/s;
 - la V_s in superficie non deve essere inferiore ai 50 m/s.
- profilo 3 – velocità crescente con la profondità con gradiente intermedio tra i due precedenti

MODELLO DI SOTTOSUOLO E SCHEMA DEI PROFILI DI VELOCITA' (1, 2 e 3)



Nel caso specifico si può ritenere applicabile il terzo profilo (3) di velocità con gradiente intermedio sia quello più aderente alla situazione riscontrata in quanto (v. profili di velocità delle misure MASW e H/V), a partire dai 12 m di profondità la Vs si mantiene sui 475 m/s al di sotto dei 42 m e sale sopra i 600 m/s per la presenza di terreni sovraconsolidati. Le lievi variazioni di velocità sismica al di sotto dei 12 m non sono significative ai fini dell'applicazione del metodo in quanto il rapporto di velocità Vs_{rig}/Vs_{sof} è sempre molto minore di 2.

Per le simulazioni degli abachi si è quindi utilizzato un valore di $Vs=500$ m/s (valore mediato) che sembra cautelativo rispetto alle misure di Vs effettuate con i metodi d'indagine indicati.

Gli abachi riportano anche, in base agli studi di pericolosità effettuati, 3 livelli di sismicità con accelerazioni di picco al suolo di 0.06g (bassa) 0.18g (media) e 0.26g (alta).

Per il litotipo più frequente della successione stratigrafica, la ghiaia, e per la massima profondità riportata nelle tabelle che è di 150 m (in realtà si raggiunge una profondità maggiore di circa 180 m ma le condizioni non variano significativamente) si ottengono i seguenti valori dei fattori di amplificazione:

TABELLA B – Fattori di amplificazione **FA** e **FV** derivanti dagli abachi.

	Spessore	Vs	Fattore ampl.	Fattore ampl.	Litologia
$a_g(g)$			FA	FV	
0.06 g	150 m	500 m/s	1.15	1.31	Ghiaia
0.18 g *	150 m	500 m/s	1.02	1.28	Ghiaia
0.26 g	150 m	500 m/s	0.94	1.40	Ghiaia

Sulla base di quanto sopra, ottenuto utilizzando gli abachi contenuti negli “Indirizzi e Criteri di Microzonazione sismica”, è possibile infine risalire alla categoria di sottosuolo di cui al D.M. 17.1.2018 (A, B, C, D) che però si basano sulle Vs_{30} e non sulle Vs_H come invece gli abachi.

A tal proposito sono stati proposti altri abachi che tengono conto del valore della Vs_{30} nei primi 30 m e delle Vs_H al di sotto fino al massimo spessore di 150 m già riportato.

La tabella ricavata dall'abaco relativo al profilo di velocità con pendenza intermedia dei valori di Vs_{30} (Velocità equivalente nei primi 30 m) alle diverse profondità (H) corrispondenti alla diverse Vs_H (Velocità

equivalenti su tutto lo spessore del deposito) è la seguente:

TABELLA 4 – Valori di Vs₃₀ e Vs_H corrispondenti dagli abachi e categorie di sottosuolo.

Profili di velocità	Vs	Spessore	Vs _H	Categoria
Pendenza massima	500 m/s	150 m	335	C
Pendenza intermedia *	500 m/s	150 m	416	B

Come già detto il valore della Vs₃₀ stimato dalla prospezione MASW e dalle misure di microtremore sismico (HVSR) effettuate in sito porta a definire un valore compreso tra:

$$Vs_{30} = 388 \div 437 \text{ m/s}$$

mentre i valori di Vs_H stimati dagli abachi (Tab. 4) e relativi ad uno spessore delle alluvioni di 150 m indicano un valore congruente e compreso nel range:

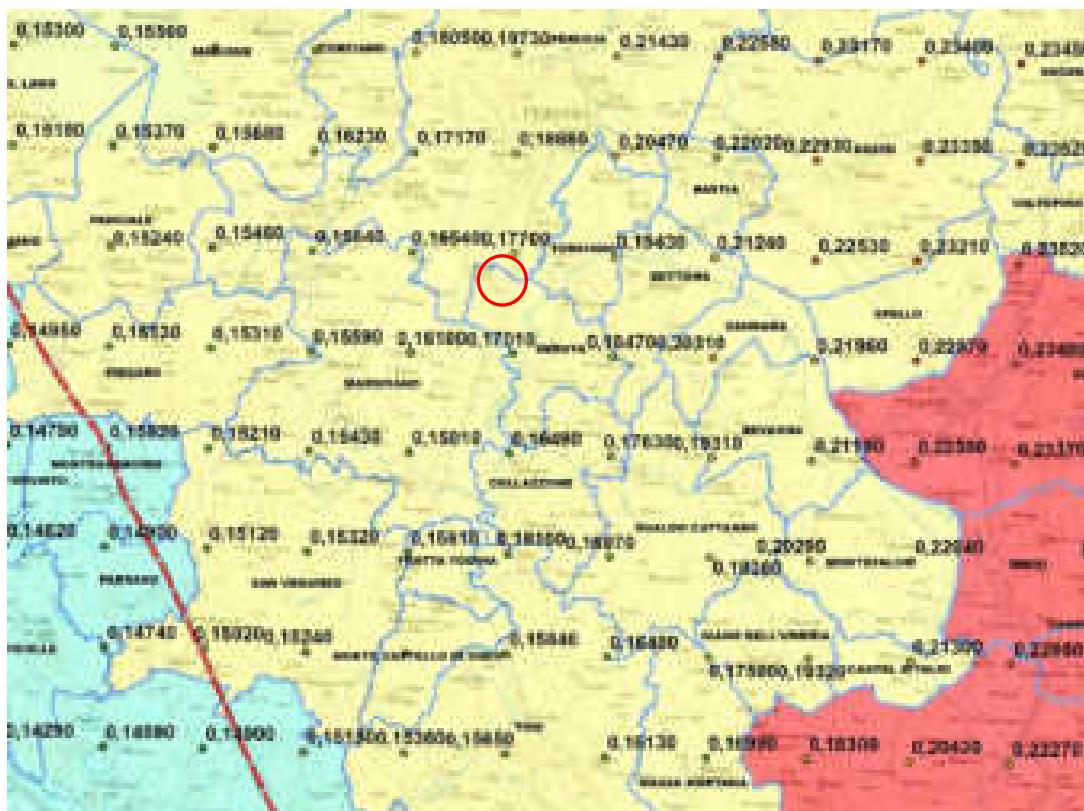
$$Vs_H = 416 \text{ m/s}$$

3c Zonazione sismogenetica

La zona della piana di San Nicolò di Celle, nella parte centro occidentale della Valle del Fiume Tevere, non risulta interessata da fenomeni tettonici attivi o comunque non risulta una zona sismogeneticamente attiva.

3d Classificazione sismica

L'area in oggetto è classificata come zona sismica 2 (Comune di Deruta).



3h Parametri sismici di base

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (Cat. sott. "A") con superficie orizzontale (Categoria topografica T1), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{vR} , definite dalla tabella 3.2.1. della normativa di riferimento, nel periodo di riferimento V_R legato a sua volta alla vita nominale ed alla classe d'uso dell'opera.

In base alla Carta di Pericolosità Sismica della Regione Umbria (O.P.C.M. n.3519 del 28.4.2006 – all. 1b e D.M. 17.1.2018 – all.B) il sito di San Nicolò di Celle in questione rapportato al reticolo della maglia di valori di accelerazione (con tempo di ritorno $T=475$ anni) massima al suolo attesa a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, è compreso tra i vertici $a_g=0.1654$ (NO) – 0.1770 (NE) – 0.1610 (SO) – 0.1701 (SE) per cui si ha un valore medio interpolato di $\mathbf{a_g=0.171}$ circa.

Per la determinazione dei parametri a_g , F_0 e T^*_c di riferimento si può ricorrere ai dati forniti dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in base alle valutazioni fatte nella relazione ed alla posizione geografica, e sono riportati nella tabella seguente (da Geostru PS).

Geostru PS – Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e Fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 43,015756
longitudine: 12,390694
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 23404 Lat: 43,0291 Lon: 12,3273
Distanza: 5360,059
Sito 2 ID: 23405 Lat: 43,0297 Lon: 12,3957
Distanza: 1606,245
Sito 3 ID: 23627 Lat: 42,9797 Lon: 12,3966
Distanza: 4035,704
Sito 4 ID: 23626 Lat: 42,9791 Lon: 12,3283
Distanza: 6513,272

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,059 g
Fo: 2,507
Tc*: 0,269 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,073 g
Fo: 2,493
Tc*: 0,279 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]

ag:	0,172 g
Fo:	2,444
Tc*:	0,309 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5 %
Tr:	975 [anni]
ag:	0,214 g
Fo:	2,471
Tc*:	0,319 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:

Ss:	1,200
Cc:	1,430
St:	1,000
Kh:	0,000
Kv:	0,000
Amax:	0,695
Beta:	0,000

SLD:

Ss:	1,200
Cc:	1,420
St:	1,000
Kh:	0,041
Kv:	0,021
Amax:	0,861
Beta:	0,470

SLV:

Ss:	1,200
Cc:	1,390
St:	1,000
Kh:	0,078
Kv:	0,039
Amax:	2,022
Beta:	0,380

SLC:

Ss:	1,190
Cc:	1,380
St:	1,000
Kh:	0,000
Kv:	0,000
Amax:	2,495
Beta:	0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Coordinate WGS84	latitudine: 43.014790	longitudine: 12.389749
------------------	-----------------------	------------------------

RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOTECNICHE

Dal punto di vista geotecnico i terreni presenti nella zona di progetto appartengono alla categoria delle terre ed in particolare alle terre incoerenti di natura prevalentemente limoso-sabbiosa fine in superficie. Sono anche presenti livelli di ghiaiosi grossolani (sempre incoerenti) che però si trovano al di sotto della profondità di 3.2 m.

Le indagini geotecniche sui terreni limoso-sabbiosi dello strato superiore fanno riferimento ad una campagna di indagine del 2000 per la realizzazione del capannone nella particella adiacente (prop. Soiltecnico) e consistita in due prove penetrometriche statiche CPT (Norme AGI, 1977) che hanno permesso di ricostruire un modello geotecnico abbastanza omogeneo lateralmente almeno per gli strati di terreni più superficiali. Per lo strato inferiore ghiaioso, che ha dato luogo al rifiuto dell'attrezzatura, si tiene conto della stratigrafia di un pozzo perforato nelle vicinanze e di altre prove penetrometriche di tipo dinamico (DPSH) effettuate nella zona di San Nicolò.

Sulla base di tali indagini, vista la fase preliminare del progetto di nuovo insediamento produttivo, si può interpolare anche al di sotto del sito in esame un profilo geotecnico abbastanza verosimile per il terreno ovvero per il volume significativo dell'opera (tralasciando il riporto e/o suolo alterato di circa un metro di spessore) e lo strato inferiore argilloso (oltre i 9 metri circa):

- A) da 1.0 a 3.2 m *limo sabbioso argilloso medio* ($q_c=2$ MPa) a cui si può attribuire un peso di volume $\gamma=19$ kN/m³ e un angolo d'attrito interno effettivo $\varphi'=30\div 32^\circ$ e $c'=0\div 10$ kPa (la coesione non drenata dei livelli limo-argillosi è $c_u=50\div 60$ kPa);

B) da 3.2 a 8.8 m *ghiaie medio-dense* ($q_c > 25$ MPa) a cui si può attribuire un peso di volume $\gamma = 18$ kN/m³ ($\gamma_{sat}=20$ kN/m³) ed un angolo d'attrito interno effettivo $\varphi'=38\div 40^\circ$ ($c'=0$).

Per quanto riguarda i parametri di deformabilità dei limi sabbiosi e delle ghiaie presenti al di sotto dello strato di suolo superficiale si può affermare con sicurezza che si tratta di depositi lievemente sovraconsolidati ($OCR > 1.5 \div 3$) come in genere tutti i depositi alluvionali antichi (terrazzati) della zona che risultano quindi scarsamente compressibili. I valori caratteristici dei parametri geotecnici del terreno in oggetto, come desunti dalle prove effettuate, possono essere desunti dai valori nominali suddetti e riassunti nella tabella di seguito riportata, prendendo cautelativamente i valori più bassi dell'intervallo di confidenza.

- TABELLA B – Parametri geotecnici – valori caratteristici –

B - Ghiaie sabb. dense	3.2 ÷ 8.8								
Nominali	18.0	38÷40°	-	0÷1	-		25÷50		6÷8
Caratteristici	18.0	38	-	0	-		25		6
Progettuali									
C - argille limose comp.	8.8 ÷ >10								
Nominali	20.0	21÷25°	-	10÷20	150÷200		25÷30		5÷7
Caratteristici	20.0	21	-	10	150		25		5
Progettuali									

γ = peso di volume

* per i livelli limo-argilosì a comportamento più coesivo.

ϕ' = angolo di attrito effettivo

φ_u = angolo di attrito non drenato

c' = coesione effettiva

c_u = coesione non drenata

G_d = modulo di taglio dinamico

E' = modulo di deformazione normale (elastico)

E_u = modulo di deformazione non drenato

K_w = costante di sottofondo (Winkler)

Le fondazioni del fabbricato industriale previsto potranno essere scelte tra quelle di tipologia superficiale (dirette), ma dovranno comunque superare lo strato vegetale e/o di alterazione di circa un metro di spessore ed attestarsi nello strato limoso-sabbioso medio denso (strato A del profilo) che offre discrete garanzie di portanza.

Le fasi successive di progettazione dovranno stabilire, anche sulla base di ulteriori indagini geotecniche in situ, la tipologia e la geometria più idonea di fondazione.

La liquefazione del terreno in fase sismica non interessa il sottosuolo dell'area in quanto la falda (livello medio -4 m) si trova all'interno dello strato ghiaioso il cui grado di addensamento e granulometria ricadono al di fuori del fuso critico per la liquefazione stessa.

Inoltre, i dati di resistenza penetrometrica standard (N_{spt}) per tali ghiaie, desunti dalle prove DPSH effettuate nella zona, indicano sempre valori di $N_{spt}>30$ per cui la verifica a liquefazione può essere omessa in base al punto 4 del par. 7.11.3.4.2 delle NTC 2008. Ciò è confermato anche dal rifiuto dell'attrezzatura penetrometrica statica e dai valori di $q_c>25$ MPa registrati nelle prove in situ.

Non vi sono quindi elementi ostacolari o condizionanti di natura geologica, idrogeologica e geotecnica alla realizzazione del piano attuativo in oggetto.

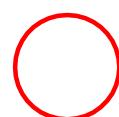
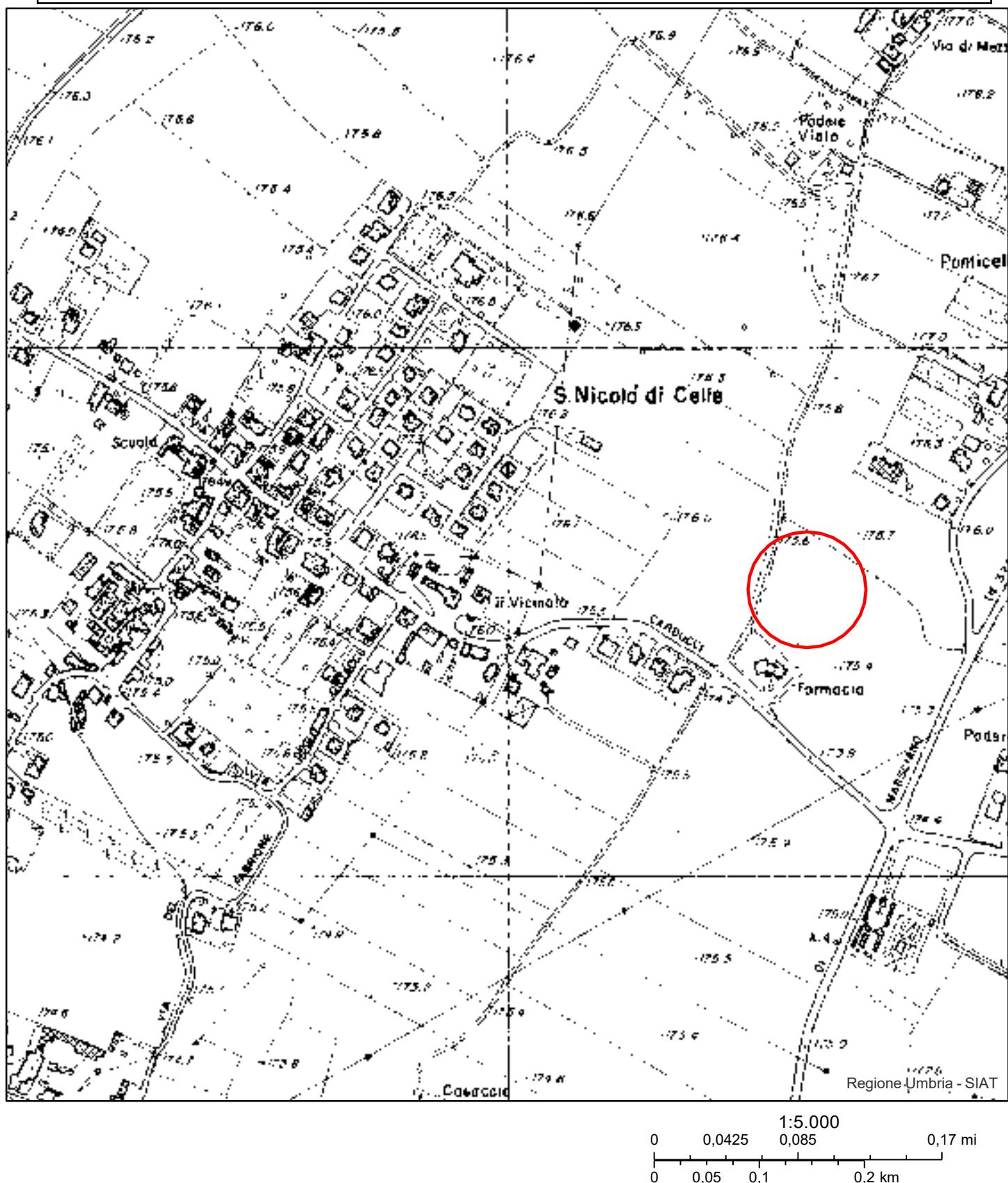
Deruta, 24 luglio 2023

IL TECNICO

(Dott. Geol. Maurizio Battistoni)



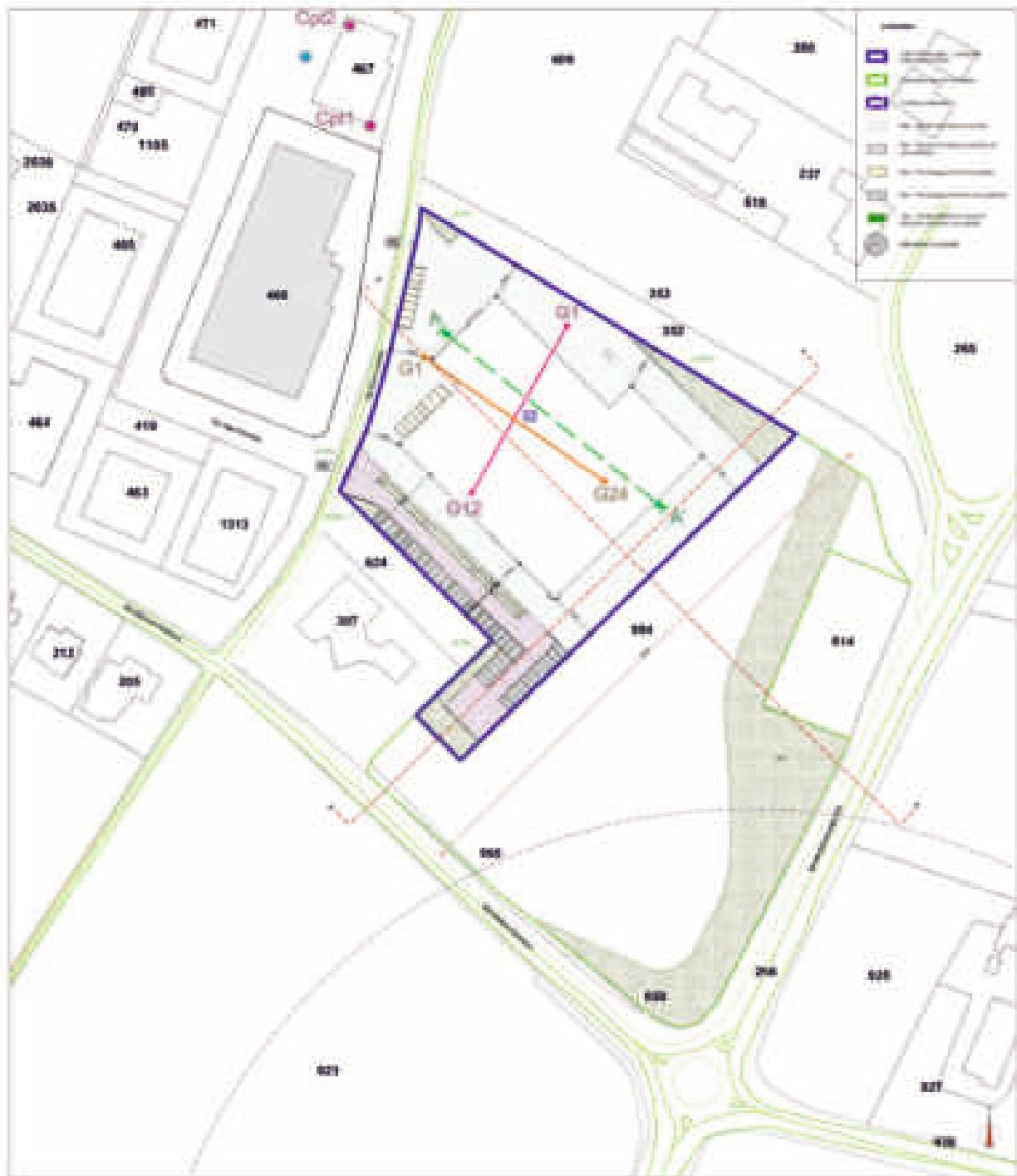
ALLEGATO N° 1 - COROGRAFIA CARTA TECNICA REGIONALE - scala 1:5000



area in oggetto

1:5.000
0 0,0425 0,085 0,17 mi
0 0,05 0,1 0,2 km

ALLEGATO N°2: PLANIMETRIA GENERALE - scala 1:2000



 Section géologique

 Indagine sismica di tipo M.A.S.V.

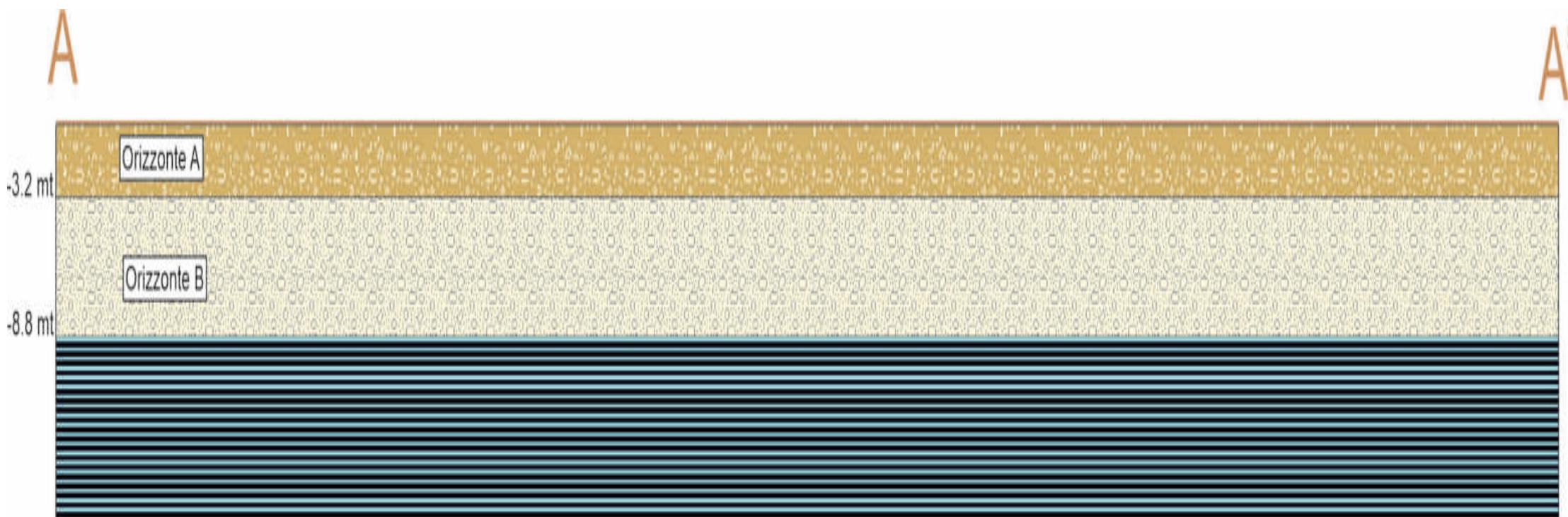
Indagine statistica di tipo M.A.S.W.2D

Capitolo 11 Indagine penetrometrica statica

■ Indagine sui circa 40.000 R.R.

■ Tragione sierica di tipo HVS-R

ALLEGATO N°3 : PROFILO GEOTECNICO - scala 1:200





SOILTECNO S.r.l.

Via U. Foscolo
06050 S.Nicolò di Celle – DERUTA (PG)
Tel. & Fax: 075.974012
P.IVA: 02058730546

Rif.n°19-00

Committente: **SOILTECNO S.r.l.**
Località: San Nicolò di Celle di PERUGIA.
Progetto: Ampliamento capannone artigianale.

INDAGINI GEOTECNICHE IN POSTO:

- n°2 Prove penetrometriche statiche CPT (*profondità m. 3,0 dal p.c.*)

Le prove sono state eseguite secondo le procedure di riferimento standard internazionali (I.S.S.M.F.E., 1988) e le Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I., 1977).

* I risultati comprendono, per ogni prova statica:

fg. "A") i diagrammi dell'andamento della *resistenza di punta* (q_c), della *resistenza laterale* sul manicotto di frizione (f_s) in MPa e del *rapporto di frizione* (R_f) in % contro la profondità in m.

fg. "B") la tabella dei valori di resistenza misurati con manometro ad alta precisione e i corrispondenti parametri geotecnici del terreno ricavati, in base alle assunzioni fatte sullo stato delle tensioni nel sottosuolo, con le più diffuse relazioni sperimentalistiche ed in particolare per *terreni incoerenti*:

- Densità relativa	$D_r = -98 + 66\log_{10}(q_c/\sigma'_v)^{0.5}$	(Lancellotta, 1983);
- Modulo di Taglio	$G_0 = 44q_c(\sigma'_v)^{-0.12} \exp(-1.92D_r)$	(Baldi et Al., 1986);
- Modulo di deformazione drenato	$E' = 3q_c \text{OCR}^{1/2}$	(Schmertmann et Al., 1978);
- Indice di rigidezza	$I_r = 300/R_f$	(Baldi et Al., 1981);
- Angolo d'attrito interno effettivo (limi)	$\phi'^1 =$	
- Angolo d'attrito interno effettivo (sabbie)	$\phi'^2 = \arctg[(1/3.04)\log_{10}(q_c/\sigma'_v)]$	(Caquot)
e per <i>terreni coerenti</i> :		
- Coesione non drenata	$c_u = (q_c - \sigma'_v)/30$	(Lunne e Eide, 1976);
- Sensitività	$S_t = 15/R_f$	(Schmertmann et Al., 1978);
- Modulo di deformazione non drenato	$E_u = 500c_u \text{OCR}^{0.5}$	(Ladde et Al., 1977).

Deruta, lì 03/05/2000

Il Responsabile.


PROVA PENETROMETRICA STATICÀ CPT-M
N° 1

Foglio "A"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante
 Punta meccanica tipo "Begemann" ($\phi=35,7$ mm) vertice 60°
 Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm²)
 Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg.: No

 Committ.: **SOILTECNO S.r.l.**

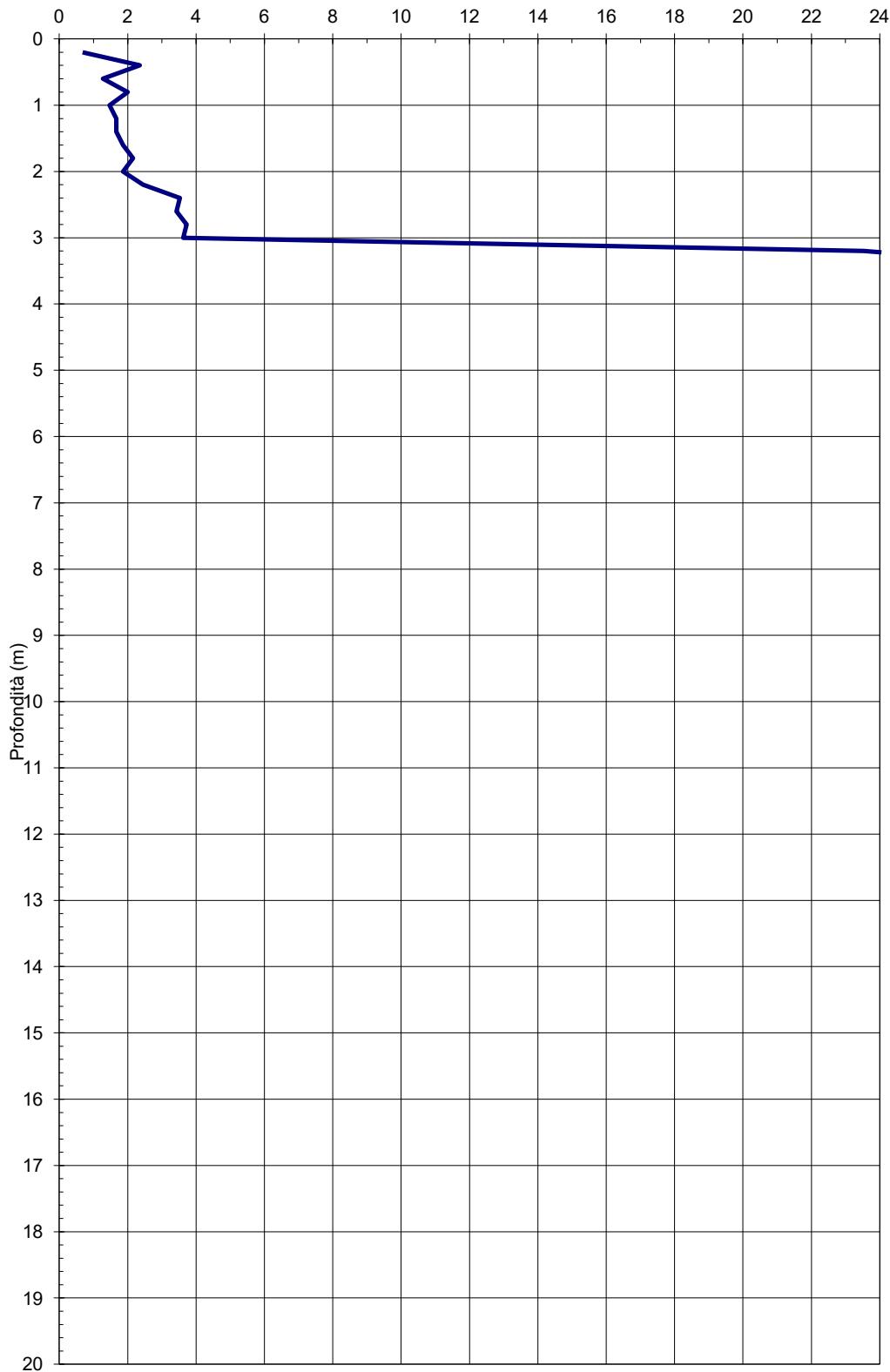
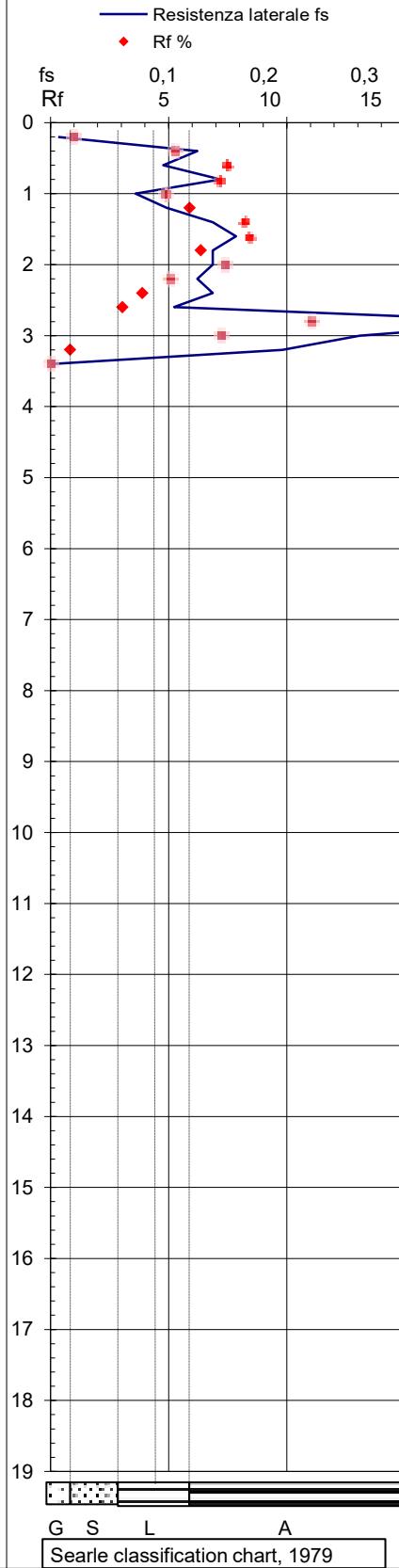
Località: San Nicolò di Celle - DERUTA (PG)

Data: 03/05/00

Oper.: Battistoni

 Quota piano camp.: m 175,0 s.l.m. Prof. falda da Q.i.: n.r.
 Quota inizio prova: m 175,0 s.l.m. Prof. di stab. falda: n.r.

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

 Resistenza alla punta q_c (MPa)

 Resistenza Laterale f_s (MPa)



PROVA PENETROMETRICA STATICÀ CPT-M
N° 1

Foglio "B"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante
 Punta meccanica tipo "Begemann" ($\phi=35,7$ mm) vertice 60°
 Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm^2)
 Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5\text{ cm/s}$) - Anello allarg.: No

 Committ.: **SOILTECNO S.r.l.**

Località: San Nicolò di Celle - DERUTA (PG)

Data: 03/05/00

Resp.: Battistoni

Quota piano camp.: m 175,0 s.l.m. Prof. falda da Q.i.: n.r.

Quota inizio prova: m 175,0 s.l.m. Prof. stab. falda: n.r.

VALORI DI RESISTENZA TENSIONI TERRENO
PARAMETRI

terreni incoerenti terreni coerenti

Prof. m	qc MPa	fs MPa	Qt	Rf	If	γ	γ_w	σ'	OCR	Dr	Go	E'	Ir	ϕ'^1	ϕ'^2	GEOTECNICI			
																terreni incoerenti	terreni coerenti		
0,2	0,7	0,01	0,7	1,0	105	17,0		3,4	6,0	39	11	5,0	315	32	37	6,7	23	16	28
0,4	2,4	0,12	2,5	5,3	19	17,5		6,9	6,0	64	22	17,3	57	34	40	11,3	78	3	96
0,6	1,3	0,10	3,3	7,5	13	17,5		10,4	6,0	41	17	9,4	40	29	34	4,1	42	2	52
0,8	2,0	0,14	4,0	7,2	14	17,5		13,9	6,0	49	22	14,7	42	30	35	4,8	66	2	81
1,0	1,5	0,07	5,1	4,9	20	17,5		17,4	6,0	37	20	10,8	61	27	32	2,8	48	3	59
1,2	1,7	0,10	5,3	5,9	17	18,0		21,0	6,0	38	22	12,3	51	26	32	2,6	55	3	67
1,4	1,7	0,14	6,2	8,2	12	18,0		24,6	5,0	36	23	11,2	36	26	31	2,2	55	2	61
1,6	1,9	0,16	7,1	8,4	12	18,0		28,2	5,0	37	24	12,5	36	25	31	2,2	61	2	68
1,8	2,2	0,14	7,8	6,4	16	18,0		31,8	5,0	40	27	14,5	47	26	31	2,2	71	2	79
2,0	1,9	0,14	11,4	7,4	14	18,0		35,4	5,0	34	25	12,5	41	24	30	1,7	61	2	68
2,2	2,5	0,12	13,7	5,1	20	18,0		39,0	5,0	40	29	16,4	59	25	31	2,1	80	3	90
2,4	3,5	0,14	14,7	3,9	26	18,0		42,6	6,0	50	34	25,9	77	27	32	2,7	116	4	142
2,6	3,4	0,10	15,7	3,0	33	18,0		46,2	5,0	48	35	23,0	98	26	32	2,4	113	5	126
2,8	3,7	0,41	15,7	11,1	9	18,0		49,8	5,0	49	37	25,0	27	26	32	2,5	123	1	137
3,0	3,6	0,26	31,4	7,2	14	18,0		53,4	5,0	47	36	24,3	42	26	31	2,2	119	2	133
3,2	23,5	0,20	58,8	0,8	120	18,0		57,0	6,0	100	84	173,0	360	35	41	13,7	783	18	959
3,4	28,4	0,00	68,6	0,0	####	18,0		60,6	6,0	104	92	209,0	####	36	41	15,6	946	###	1159


PROVA PENETROMETRICA STATICÀ CPT-M
N° 2

Foglio "A"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante
 Punta meccanica tipo "Begemann" ($\phi=35,7$ mm) vertice 60°
 Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm²)
 Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg.: No

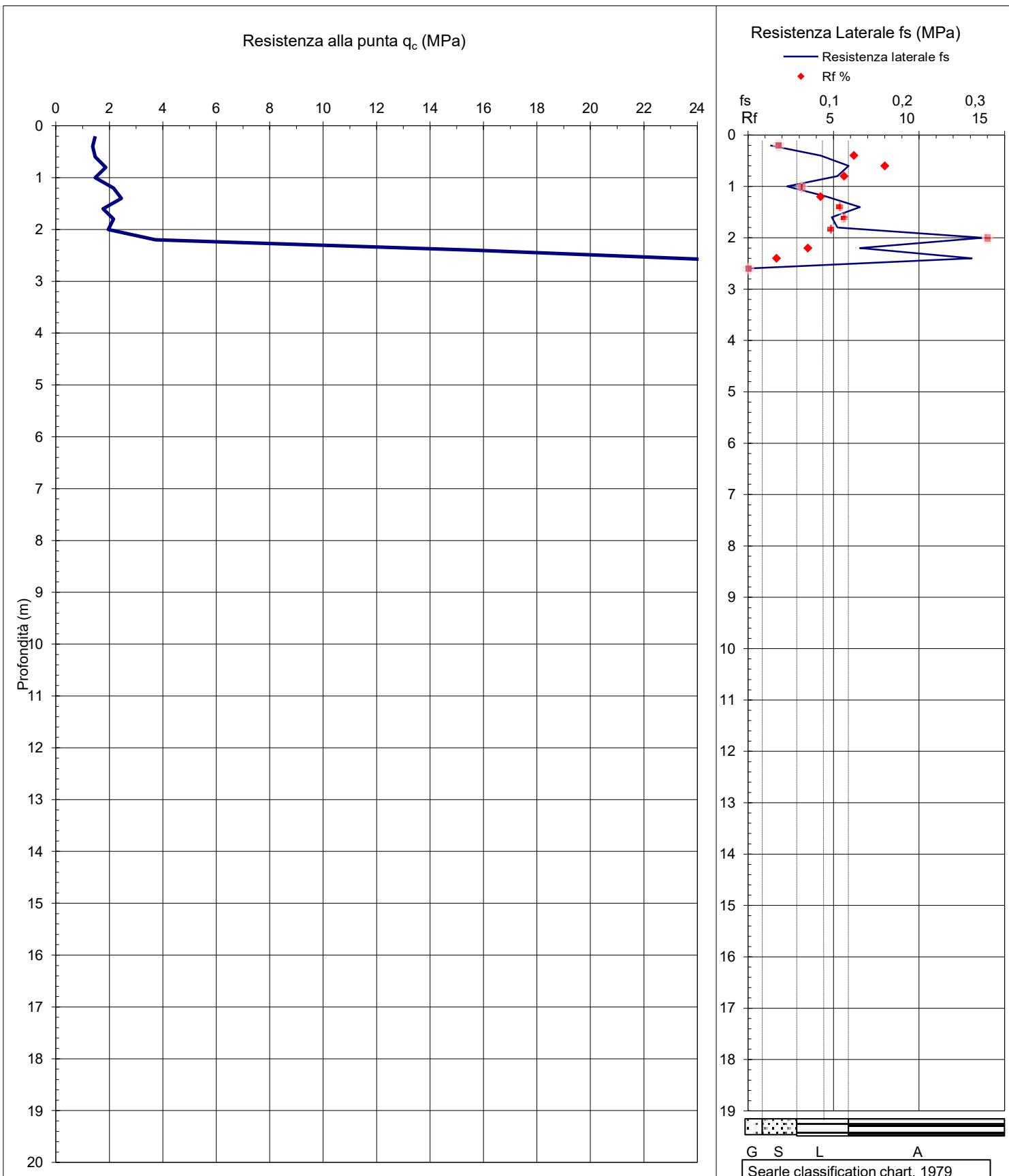
 Committ.: **SOILTECNO S.r.l.**

Località: San Nicolò di Celle - DERUTA (PG)

Data: 03/05/00

Oper.: Battistoni

 Quota piano camp.: m 175,0 s.l.m. Prof. falda da Q.i.: n.r.
 Quota inizio prova: m 175,0 s.l.m. Prof. di stab. falda: n.r.

DIAGRAMMI DI RESISTENZA



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M
N° 2

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante
 Punta meccanica tipo "Begemann" ($\phi=35,7$ mm) vertice 60°
 Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm²)
 Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg.: No

Committ.: SOILTECNO S.r.l.

Data: 03/05/00

Località: San Nicolò di Celle - DERUTA (PG)

Resp.: Battistoni

Quota piano camp.:

m 175,0 s.l.m. Prof. falda da Q.i.: n.r.

Quota inizio prova:

m 175,0 s.l.m. Prof. stab. falda: n.r.

VALORI DI RESISTENZA TENSIONI TERRENO
PARAMETRI GEOTECNICI

Prof.	qc	fs	Qt	Rf	lf	γ	γ_w	σ'	OCR	terreni incoerenti				terreni coerenti					
										Dr	Go	E'	Ir	ϕ'^1	ϕ'^2	Cu/ σ'	Cu	St	Eu
m	MPa	MPa	kN	%	-	kN/m ³	kN/m ³	kPa	-	%	MPa	MPa	-	°	°	-	kPa	-	MPa
1,0	0,2	1,5	0,03	1,5	1,8	56	17,0	3,4	6,0	61	16	10,8	169	35	41	14,4	49	8	60
	0,4	1,4	0,08	1,9	6,2	16	17,5	6,9	6,0	49	17	10,1	48	31	37	6,6	46	2	56
	0,6	1,5	0,12	3,3	8,0	13	17,5	10,4	6,0	45	19	10,8	38	30	35	4,7	49	2	60
	0,8	1,9	0,10	4,1	5,6	18	17,5	13,9	6,0	47	22	13,7	53	29	35	4,4	62	3	76
	1,0	1,5	0,05	4,9	3,1	32	17,5	17,4	6,0	37	20	10,8	96	27	32	2,8	48	5	59
2,0	1,2	2,2	0,09	5,3	4,2	24	18,0	21,0	6,0	46	25	15,9	71	28	33	3,4	71	4	87
	1,4	2,5	0,13	6,1	5,3	19	18,0	24,6	6,0	47	27	18,0	56	28	33	3,3	81	3	99
	1,6	1,8	0,10	6,9	5,6	18	18,0	28,2	5,0	36	24	11,8	54	25	31	2,1	58	3	65
	1,8	2,2	0,10	7,3	4,8	21	18,0	31,8	5,0	40	27	14,5	62	26	31	2,2	71	3	79
	2,0	2,0	0,27	8,8	14,0	7	18,0	35,4	5,0	35	26	13,2	21	24	30	1,8	64	1	72
2,6	2,2	3,7	0,13	17,7	3,5	29	18,0	39,0	6,0	52	35	27,4	86	28	33	3,2	123	4	151
	2,4	15,7	0,26	27,5	1,7	60	18,0	42,6	6,0	92	67	115,3	180	35	40	12,2	522	9	639
	2,6	25,5	0,00	49,0	0,0	####	18,0	46,2	6,0	105	84	187,4	####	37	42	18,4	848	###	1039

STRATIGRAFIA POZZO RIFERIMENTO

AR.MET srl
Loc. S. Nicolò di Celle - Deruta

