

**Dott. Francesco Becattini**  
**Geologo**

Telefono cellulare: 347.5434222

Studio: Strada Perugia - Ponte Valleceppi, n° 88 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Ufficio: Via Garigliano, n° 10 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

e-mail: f.becattini@geoprobing.it - info@geoprobing.it

Sito internet: www.geoprobing.it

**RELAZIONE GEOLOGICA,  
GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA  
INERENTE IL PROGETTO DI  
REALIZZAZIONE DI UNA EDIFICIO DA  
ADIBIRE A RESIDENZA SANITARIA  
ASSISTENZIALE (RSA)**

Committente: Edlizia Castellini S.r.l.

Località: Via Firenze

Comune: Tuoro sul Trasimeno (PG)

Ponte Valleceppi, 28 ottobre 2022



## **SOMMARIO**

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>6</b>
- Carta topografica in scala 1:25.000 Stralcio della Carta d'Italia Serie 25 redatta dall'I.G.M.;	
- Inquadramento da foto aerea dell'area d'intervento - Immagine ricavata per mezzo del software Google Earth;	
<b>3. NOTE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE .....</b>	<b>7</b>
3.1) Alcune considerazioni sulla stabilità dell'area .....	9
- Carta geologica in scala 1:5.000;	
- Stralcio Progetto IFFI – Inventario Fenomeni Franosi in Italia - Scala 1:5.000;	
- Stralcio del Piano Regolatore Generale del Comune di Tuoro sul Trasimeno - Carta dei Contenuti Paesaggistici - Vincoli Idrogeologici;	
<b>4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE .....</b>	<b>10</b>
<b>5. NOTE TECNICHE .....</b>	<b>12</b>
5.1) Caratteristiche sismiche e geotecniche dei materiali localmente presenti.....	13
5.2) Caratteristiche dell'opera (prestazioni attese e definizione del periodo di ritorno dell'azione sismica) .....	16
5.3) Parametri di pericolosità sismica di base (macrozonazione sismica).....	18
5.4) Risposta sismica locale (effetti di amplificazione locale).....	18
<b>6. CENNI SULLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE .....</b>	<b>21</b>
<b>7. CONCLUSIONI .....</b>	<b>24</b>
- Planimetria catastale - Individuazione della particella di proprietà della Committenza - Scala 1:2.000;	
- Planimetria di dettaglio – Ubicazione delle Indagini eseguite - Scala 1:1.000;	
- Sezione Litotecnica Interpretativa – Scala 1:250;	
- Parametri di pericolosità sismica ricavati per mezzo del software Edilus MS, disponibile on line.	

**ALLEGATI:**

Allegato 1 – Prove penetrometriche statiche - Relazione tecnica e documentazione fotografica;

Allegato 2 – Indagini sismiche (MASW e HvSr) - Relazione tecnica e documentazione fotografica.

## 1. INTRODUZIONE

Nelle pagine seguenti si espongono i risultati di un'indagine, di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico effettuata, per conto della Ditta Edilizia Castellini S.r.l., in merito al progetto di realizzazione di un edificio da adibire a Residenza Sanitaria Assistenziale (RSA) in una particella di terreno nel Comune di Tuoro sul Trasimeno (PG).

L'edificio in progetto ha un ingombro in pianta articolato, per assecondare la forma della particella, con una lunghezza complessiva pari a 85 metri circa per una larghezza (nel punto più largo) pari a 35 metri circa.

L'incarico è stato svolto tenendo nella debita considerazione quanto previsto nell'Ordinanza n° 3274 del 20 marzo 2003 emanata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri dal titolo "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" modificata ed aggiornata dall'Ordinanza n° 3316 del 2 ottobre 2003 "*Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003*", dal recente D.M. 17 gennaio 2018, emanato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, dal titolo «Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni».

Il presente elaborato contiene i risultati di un rilevamento geologico di campagna la cui ampiezza è commisurata al tipo d'intervento ed al grado di conoscenza dell'area, che, integrati con i dati provenienti dalla letteratura specifica e dalla cartografia geologica esistente, hanno permesso di ricostruire la successione stratigrafica locale.

Per poter ricavare il modello geologico del terreno è stata eseguita una campagna d'indagini penetrometriche che ha consentito di focalizzare, nel dettaglio, la geologia e le caratteristiche geotecniche della particella oggetto di intervento.

In particolare, sono state eseguite all'interno della particella quattro prove penetrometriche statiche che sono state interrotte per raggiungimento della profondità ritenuta sufficiente alla realizzazione del progetto.

Inoltre è stata eseguita un'indagine in sismica attiva (MASW) che ha permesso di verificare la categoria di suolo di fondazione come previsto nelle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. del 17 gennaio 2018.

Vista la ridotta consistenza dei terreni presenti in superficie, la classe d'uso dell'opera e la sua estensione in pianta si è in attesa di approfondimento delle indagini finora eseguite per comprendere la natura dell'incremento di consistenza rilevato dall'indagine sismica e valutare le caratteristiche a lungo termine con prove di laboratorio che dovranno essere effettuate in funzione della tipologia di fondazioni scelte in accordo con il progettista delle strutture.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La porzione di territorio investigata ricade, in scala 1:25.000, all'interno della Sezione 299 - III «Tuoro sul Trasimeno» e Sezione 310 - IV «Passignano sul Trasimeno», della Carta d'Italia «Serie 25» redatta dall'Istituto Geografico Militare.

In scala 1:10.000, invece, si trova in prossimità del limite orientale della Sezione 299/130 «Tuoro sul Trasimeno», della più recente Carta Tecnica Regionale, utilizzata anche come base topografica per la redazione della cartografia geologica.

Le particelle oggetto del presente studio ricadono all'interno del Foglio 26 e sono catalogate ai numeri 10, 13, 14 e 332 del Nuovo Catasto Terreni del Comune di Tuoro sul Trasimeno (PG).

Le coordinate nel sistema ED 50 dell'area d'intervento, calcolate al centro della porzione interessata dai lavori in progetto, sono le seguenti:

- Latitudine (Nord) – 43.202139°
- Longitudine (Est) – 12.073286°.

La cartografia geologica allegata è stata redatta tramite i dati derivanti dai database della Regione Umbria, verificati con il rilievo geologico di superficie del sito di progetto e per mezzo delle indagini geognostiche e sismiche realizzate in fase di studio.

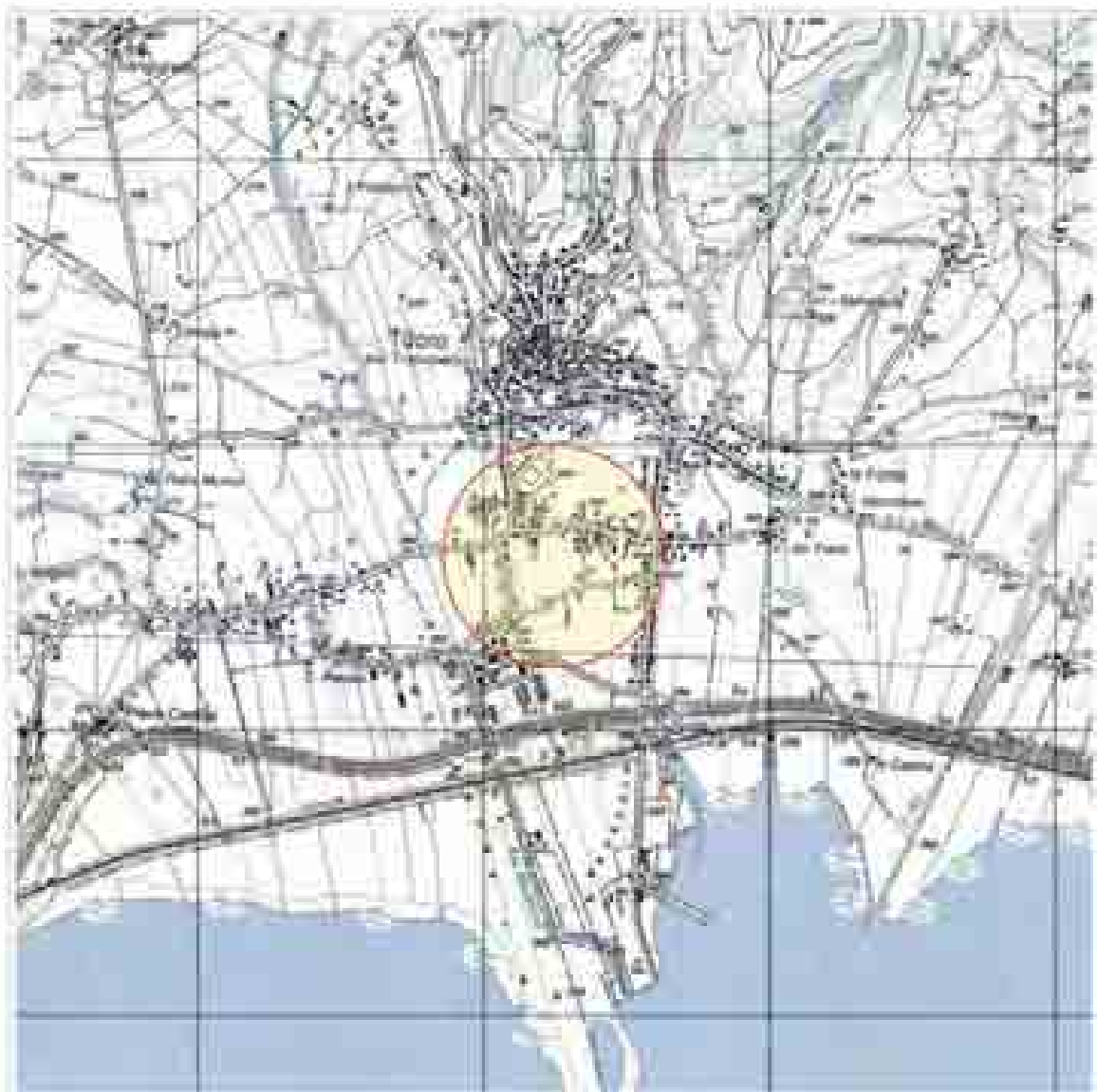
Sono stati consultati gli elaborati del Piano Regolatore Generale redatto dal Comune di Tuoro sul Trasimeno per mezzo dei quali è possibile analizzare i vincoli presenti nell'area d'interesse.

Inoltre sono stati esaminati gli elaborati del Progetto IFFI, inventario fenomeni franosi in Italia, per mezzo dei quali è possibile completare il quadro delle forme di dissesto osservabili nei pressi dell'area d'indagine.

# CARTA TOPOGRAFICA

Scala 1:25.000

Stralcio della Carta d'Italia «Serie 25» redatta dall'I.G.M.  
Sezione 299 - III «Tuoro sul Trasimeno» e Sezione 310 - IV  
«Passignano sul Trasimeno»



Legenda:



= Area d'interesse

# INQUADRAMENTO DA FOTO AEREA DELL'AREA D'INTERVENTO

Scala a vista

Immagine ricavata per mezzo del software Google Earth



**Legenda:**



= Area di intervento.



### 3. NOTE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

La particella interessata dalle opere in progetto si colloca nei pressi delle rive settentrionali del Lago Trasimeno, è ubicata poco a sud del capoluogo comunale, e si attesta ad una quota di circa 260 - 265 metri s.l.m.

Lo specchio d'acqua suddetto è circondato da un insieme di rilievi collinari che bordano il lago giungendo fino a pochi metri dalle sue sponde. Essi, nell'area nord-occidentale, raggiungono quote piuttosto modeste, si presentano generalmente disposti in dorsali, quasi parallele, allungate in direzione N.O.-S.E. e sono caratterizzati da fianchi poco acclivi e profili arrotondati.

Una fitta rete di incisioni vallive modella le dorsali e divide i vari colli, fungendo da collettore per le acque di afflusso meteorico che, attraverso vari fossi e torrenti, vengono convogliate alle linee di deflusso principali.

Le acque piovane, prima di giungere a valle, svolgono la loro azione modellante diretta ed indiretta trasportando i prodotti d'alterazione delle rocce affioranti fino alle aree a più bassa energia di rilievo.

Durante il rilevamento geologico di campagna, sulle suddette colline, sono state osservate unità litologiche riferibili alla successione torbidityca delle "Arenarie dei Monti Cervarola e Falterona" (unità tettonico-stratigrafica di origine toscana), conosciuta in zona con il nome di "Arenarie del Trasimeno" (Damiani, Pannuzi, Piali, 1983) e contraddistinta da tre membri a differente granulometria.

Le "Arenarie del Trasimeno" Trasimeno sono riconducibili alla terminologia ufficiale utilizzata in cartografia geologica con il nome di Formazione del Macigno (MAC), ed in particolare nel sito di progetto e nelle colline soprastanti l'area d'interesse, affiorano le unità litologiche riferibili al Membro del Poggio Belvedere (MAC 2) appartenente alla parte centrale della formazione.

Il membro intermedio è costituito da alternanze di strati torbidityci quarzoso – feldspatici, megatorbidityci calcarenitico – marnose e livelli pelitici, i quali diminuiscono il loro spessore verso il membro superiore.

Nell'intervallo di tempo compreso tra il Serravalliano ed il Pleistocene medio, tutta l'area appenninica umbro-marchigiana è stata interessata da fenomeni compressivi che hanno prodotto il raccorciamento della struttura; quest'aspetto è localmente evidenziato dalla presenza di monoclinali generalmente immergenti verso ovest.

Tale campo di sforzi è migrato nel tempo da ovest verso est, seguito da eventi distensivi che hanno dislocato le strutture esistenti (M. Barchi e G. Lavecchia, "Tettonica compressiva e distensiva", Guide Geologiche Regionali n° 7 – Appennino Umbro-Marchigiano, pagg. 61 – 66).

I litotipi appartenenti alle suddette formazioni geologiche possono essere ricoperti, localmente, da spessori variabili di sedimenti costituiti essenzialmente da argille, sabbie e conglomerati di facies fluvio-lacustri e fluviali, depositi nel periodo Plio – Pleistocenico (Villafranchiano Auct.).

Tale situazione si osserva generalmente nell'area di raccordo tra la fascia collinare e le aree pianeggianti più vicine allo specchio lacustre le quali, invece, risultano formate da sedimenti sciolti in facies lacustre e fluvio – palustre la cui deposizione è riconducibile alle epoche recenti ed attuali.

L'area oggetto di studio insiste proprio sui depositi Olocenici recenti ed attuali, come confermato dai dati ottenuti dalle quattro prove penetrometriche statiche effettuate nella particella in esame, dai quali si evince che il substrato indagato è composto prevalentemente da materiali limoso – argillosi e argillosi da poco a mediamente consistenti con sottili livelli sabbiosi e limoso sabbiosi subordinati.

É presumibile, osservando i risultati delle prove penetrometriche e in lavori precedenti, che si tratti di depositi di origine fluviale o fluvio – lacustre messi in posto dal vicino "Torrente Macerone" che tendono a diventare leggermente più grossolani tanto più sono vicini all'asse del corso d'acqua.

### **3.1) Alcune considerazioni sulla stabilità dell'area**

Le caratteristiche morfologiche descritte, l'analisi delle foto aeree e le osservazioni effettuate in fase di sopralluogo non evidenziano la presenza di processi geomorfologici potenziali o attivi che possano interagire con l'area di progetto.

Tale evidenza è confermata grazie alla presa visione della cartografia IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) messa a disposizione dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) la quale non riporta fenomeni di dissesto nell'area indagata.

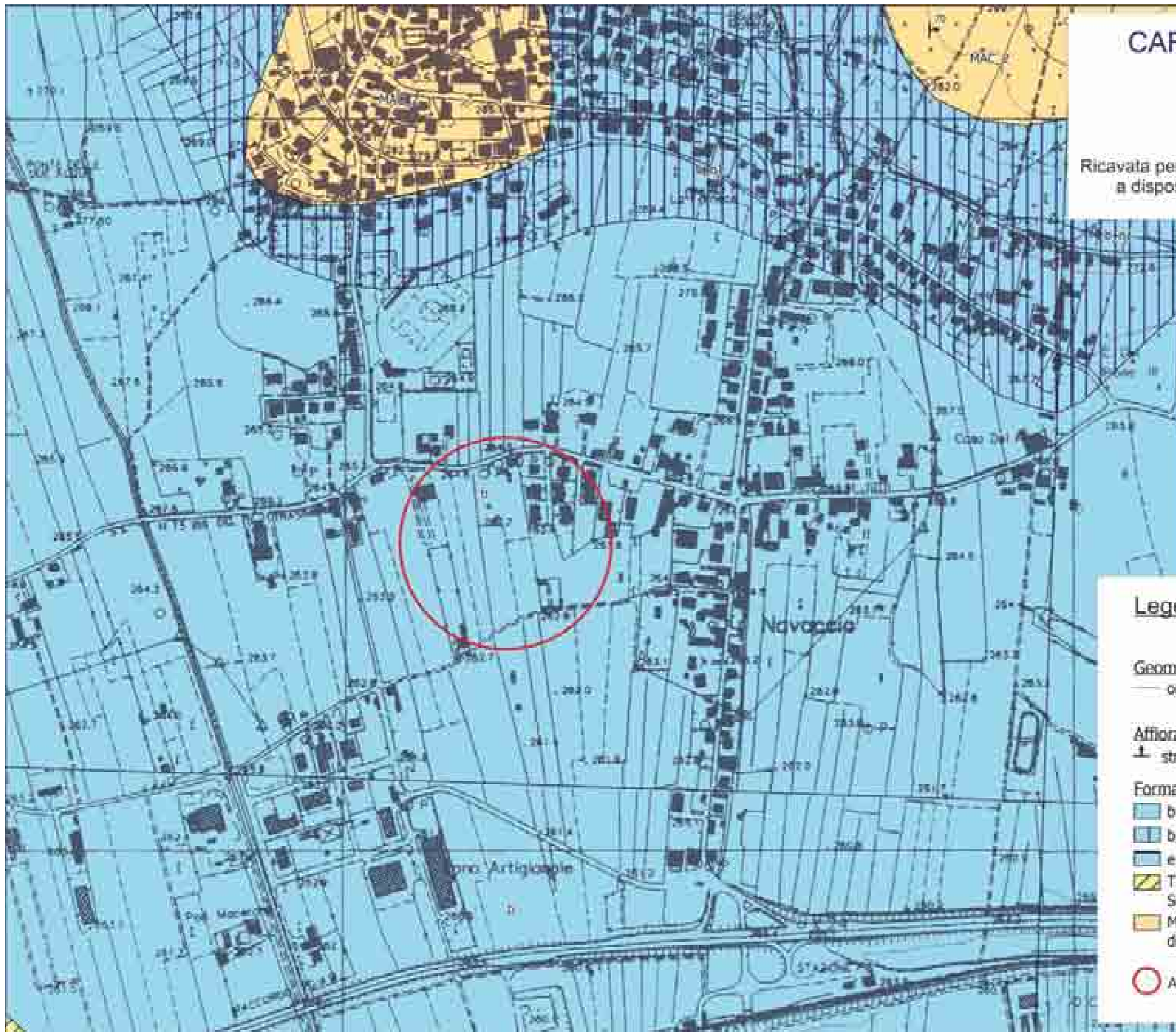
Anche la "Carta dei Contenuti Paesaggistici - Vincoli Idrogeologici" presente nel Piano Regolatore Generale del Comune di Tuoro evidenzia come la particella sia la di fuori delle aree considerate a maggior rischio rispetto alle possibilità di frane ed alluvioni.

Considerata la tipologia degli interventi in progetto e le caratteristiche dei materiali presenti si può ragionevolmente escludere che la realizzazione dell'opera suddetta possa influire negativamente sulla stabilità generale dell'area rilevata al momento del presente studio.

# CARTA GEOLOGICA

Scala 1:5.000

Ricavata per mezzo degli elaborati GIS messi a disposizione dalla Regione Umbria



## Legenda:

### Geomorfologia

— orlo di terrazzo

### Affioramenti e giaciture

⊥ strati a polarità non definita

### Formazioni affioranti

b - Depositi alluvionali

b\_n1 - Depositi alluvionali terrazzati

e - Depositi palustri

TMO\_1 - Sistema del trasimeno -  
Subsistema di Macchie

MAC\_2 - Macigno - Membro  
del Poggio Belvedere

○ Area d'interesse



# INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA

## Carta Inventario dei Fenomeni Franosi

Scala 1:10000



- Fraze IFFI**
- Punto Identificativo del Fenomeno Franoso (PIFF)**
- Scheda Faza di 1° Livello
  - Scheda Faza di 2° Livello
  - Scheda Faza di 3° Livello
- Evento franoso**
- ★ Evento franoso
- Tipologia di faza**
- Faza lineari
  - Collassamento
  - Scivolamento rotazionale/traslazionale
  - Espansione
  - Colamento lento
  - Colamento rapido
  - Sprofondamento
  - Complesso
  - Area con sprofondamenti diffusi
  - Area con sprofondamenti diffusi
  - Area con faze superficiali diffuse
  - DPM
  - n.d.
- Ubicazione dell'area d'interesse

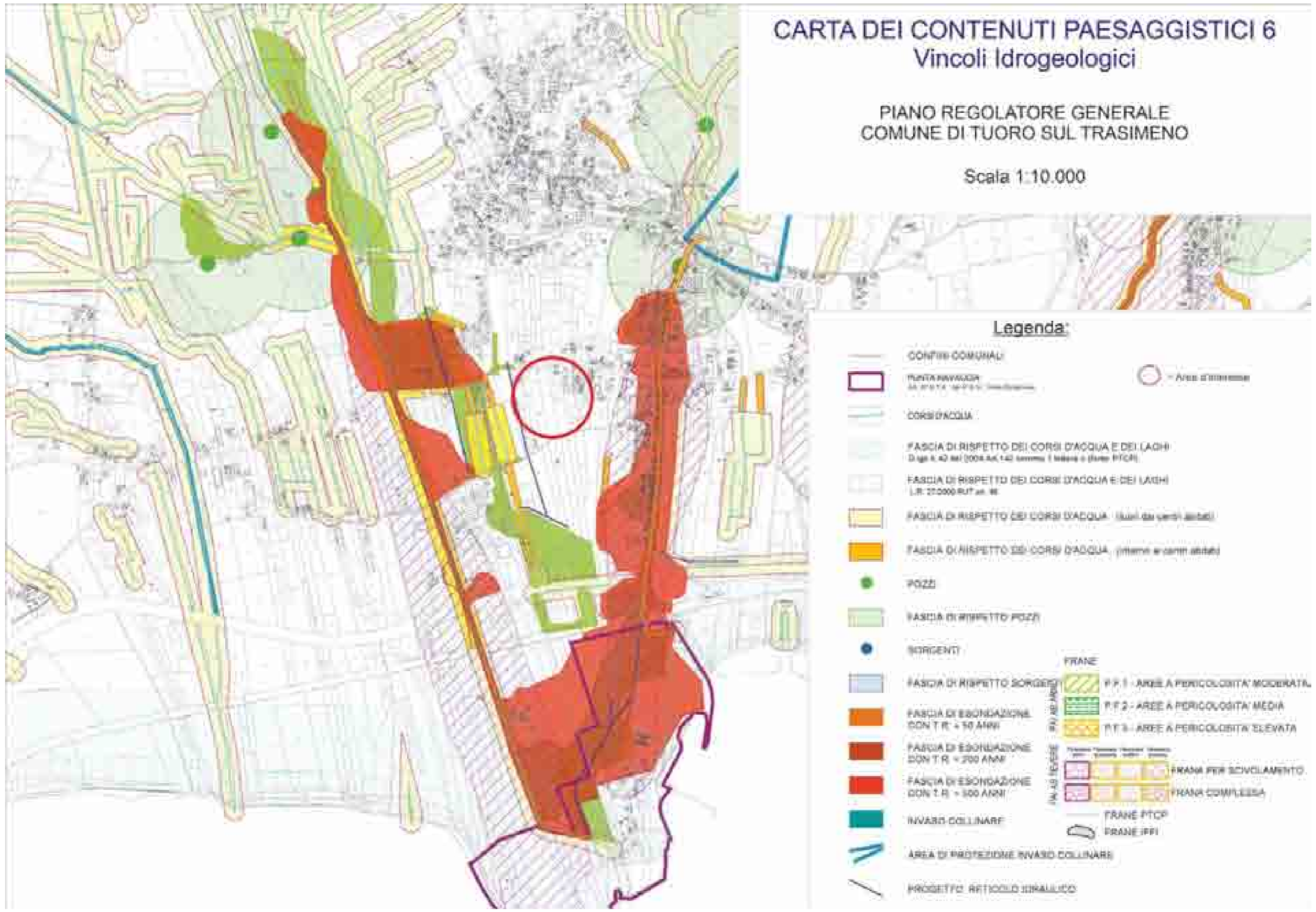


# CARTA DEI CONTENUTI PAESAGGISTICI 6

## Vincoli Idrogeologici

PIANO REGOLATORE GENERALE  
COMUNE DI TUORO SUL TRASIMENO

Scala 1:10.000



### Legenda

- CONFINI COMUNALI
  - FUNTA RIVASCIA AL FONTE (PTCP)
  - CORSI D'ACQUA
  - FASCIA DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA E DEI LAGHI (D.lgs. n. 42 del 2004 Art. 142 comma 1 lettera c) (Fonte PTCP)
  - FASCIA DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA E DEI LAGHI (L.R. 270000 RUP art. 48)
  - FASCIA DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA (limiti da versanti abbati)
  - FASCIA DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA (limiti in carte abbate)
  - POZZI
  - FASCIA DI RISPETTO POZZI
  - SORGENTI
  - FASCIA DI RISPETTO SORGENTI
  - FASCIA DI ESONDAGIONE CON T.R. = 10 ANNI
  - FASCIA DI ESONDAGIONE CON T.R. = 200 ANNI
  - FASCIA DI ESONDAGIONE CON T.R. = 500 ANNI
  - INVASI COLLINARI
  - AREA DI PROTEZIONE INVASI COLLINARI
  - PROGETTO RETICOLO IDRAULICO
  - Area d'interesse
- 
- FRANE**
- P.F. 1 - AREE A PERICOLOSITA' MODERATA
  - P.F. 2 - AREE A PERICOLOSITA' MEDIA
  - P.F. 3 - AREE A PERICOLOSITA' ELEVATA
- FRANE PER SCIVOLAMENTO**
- FRANE PER SCIVOLAMENTO
  - FRANE COMPLESSA
- FRANE PTCP**
- FRANE PTCP
  - FRANE PFI

#### **4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

Il Lago Trasimeno, con il suo specchio d'acqua, costituisce il livello di base locale per le acque superficiali e sotterranee di modesta profondità, ad esso tendono la maggior parte dei fossi e torrenti presenti in zona.

Disposti secondo un reticolo di tipo radiale centripeto, i corsi d'acqua locali, sono caratterizzati da una sostanziale brevità delle aste.

Questo fattore, unitamente alla bassa permeabilità dei litotipi presenti in affioramento, condiziona fortemente le loro portate. Esse sono discretamente variabili e strettamente legate alla quantità di precipitazioni che cadono in zona, risultando nulle per lunghi periodi durante l'arco dell'anno.

Per quanto concerne le acque sotterranee, lo sviluppo della falda idrica nel sottosuolo è strettamente legata ad assetto e geometria dei livelli sedimentari, nonché alla porosità ed alla permeabilità degli stessi.

Data la vicinanza con lo specchio d'acqua del lago Trasimeno è naturale attendersi la presenza di una falda idrica superficiale oscillante con le stagioni anche in funzione del livello lacustre.

Al termine delle prove penetrometriche, come riportato nella documentazione relativa al rapporto tecnico, sono state effettuate alcune misurazioni sul livello della falda più superficiale dalla quale è ipotizzabile la presenza di un livello idrico oscillante tra 1,5 e 2,1 metri di profondità dal piano campagna.

Tale dato è conforme con le misurazioni effettuate in due pozzi presenti all'interno e nei pressi breve distanza dall'area d'interesse dalle quali si evidenzia come il livello idrico più superficiale si attesti ad una quota di circa -1,50 metri dal piano campagna, dato all'incirca correlabile con l'attuale livello del lago Trasimeno.

Sulla base di tali dati, considerando le oscillazioni legate a variazioni di carattere stagionale, non si possono escludere interferenze tra la falda e i litotipi presenti al disotto del piano fondale dell'edificio da realizzare.

Ciò non pregiudica la realizzazione delle opere programmate, ma costringe ad utilizzare, nei calcoli di verifica terreni allo stato saturo e a considerare con estrema attenzione tale dato in fase esecutiva .

Inoltre si suggerisce di operare con cautela durante eventuali fasi di scavo necessarie alla realizzazione delle fondazioni, mantenendo anche per i versanti provvisori angoli che consentano di operare in tutta sicurezza.

Resta, in via generale, estremamente importante prevedere opere superficiali di canalizzazione delle acque piovane in modo da impedire che queste, infiltrandosi, provochino alterazioni ai sedimenti su cui poggiano le fondamenta modificandone, nel tempo, le caratteristiche di resistenza.



## 5. NOTE TECNICHE

Il progetto, prevede la realizzazione di un immobile per la realizzazione di una RSA – Residenza Sanitaria Assistenziale.

Come anticipato nel paragrafo introduttivo l'edificio ha un ingombro in pianta articolato, per assecondare la forma della particella, con una lunghezza complessiva pari a 85 metri circa per una larghezza (nel punto più largo) pari a 35 metri circa.

Per valutare la consistenza dei terreni naturali presenti nel lotto sono state eseguite quattro prove penetrometriche statiche (CPT) collocate all'incirca sulle due diagonali della pianta dell'edificio e spinte tutte fino alla profondità di 10,6 metri dal pian campagna.

Dall'analisi delle prove risulta che i terreni naturali sono composti, in prevalenza, da sedimenti argillosi e limoso - argillosi con rare intercalazioni limose e limoso – sabbiose deposti in ambiente fluvio - palustre caratterizzati, in profondità da consistenze differenti.

La porzione più superficiale (terreno vegetale) risulta compattata dall'essiccazione tipica dei periodi estivi, prolungata fino al periodo in cui sono state eseguite le prove.

Tale stratigrafia è confermata anche dai risultati dello stendimento sismico tipo MASW che ha permesso di individuare un ulteriore incremento di velocità ( $V_s$ ), approssimativamente alla profondità di 10,5 – 11,0 metri.

Difficile, allo stato attuale delle conoscenze, valutare con precisione se si tratti di un incremento di granulometria o di consistenza di terreni comunque fini.

Nelle pagine seguenti vengono esplicitati i parametri geologici e geotecnici dei terreni di fondazione, viene definita la pericolosità sismica locale e, sulla base delle prestazioni attese per la tipologia di opera, vengono individuati i parametri  $a_0$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  che definiscono lo spettro di risposta su un suolo rigido ed orizzontale come specificato dalle nuove NTC, infine vengono analizzati i fattori litologici e morfologici del sito che possono generare fattori di amplificazione locale del segnale sismico.

## 5.1) Caratteristiche sismiche e geotecniche dei materiali localmente presenti

Osservando i risultati dell'indagine sismica (MASW) si nota chiaramente un valore di velocità media delle onde Vs mediamente basso per i primi 3 metri circa con un leggero aumento per i successivi 8 circa.

Tale dato coincide ampiamente con i risultati delle prove penetrometriche effettuate all'interno del lotto e con la tipologia di materiali descritti nelle cartografie geologiche più aggiornate.

Il modello sismostratigrafico ricavato dall'indagine sismica MASW, di cui si allega la relazione tecnica, definisce un valore delle Vs,eq (30,0 m) pari a 294 m/s, calcolato a partire dalla superficie topografica.

Ne consegue che il sito di progetto ricade nella “**Categoria di sottosuolo C** – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grane fina molto consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.

I parametri geotecnici dei livelli fino a 10,6 metri sono ricavati dall'analisi delle prove penetrometriche, i cui risultati sono stati elaborati statisticamente (metodo semi – probabilistico finalizzato alla definizione del 5° percentile della distribuzione dei dati a disposizione) al fine di ottenere per i singoli orizzonti stratigrafici i valori (caratteristico e di progetto) dell'angolo di attrito  $\phi$  e/o della coesione non drenata Cu.

Il quarto livello, individuato solo attraverso l'indagine sismica, al momento non è stato caratterizzato dal punto di vista geotecnico.

I parametri geotecnici così calcolati possono essere riportati in una stratigrafia litotecnica e schematizzati, sulla base della suddivisione già indicata nell'elaborazione della prova penetrometrica, come di seguito riportato, partendo dal piano campagna:

*Livello 1) Argilla limosa consistente e terreno vegetale (dal piano campagna fino a 1,0 – 1,5 metri di profondità):*

$\gamma$ (peso di volume naturale) = 1,95 t/m <sup>3</sup> ;		
$\phi = 0^\circ$	parametro medio	$c_u = 1,05 \text{ Kg/cm}^2$
$\phi_k = 0^\circ$	M1 – parametro caratteristico	$c_{uk} = 0,63 \text{ Kg/cm}^2$
$\phi_d = 0^\circ$	M2 – parametro di progetto	$c_{ud} = 0,48 \text{ Kg/cm}^2$

*Livello 2) Limo argilloso e argilla limosa poco consistente (da 1,0 – 1,5 metri fino a – 3,5 metri di profondità dal piano campagna):*

$\gamma$ (peso di volume naturale) = 1,85 t/m <sup>3</sup> ;		
$\phi = 0^\circ$	parametro medio	$c_u = 0,40 \text{ Kg/cm}^2$
$\phi_k = 0^\circ$	M1 – parametro caratteristico	$c_{uk} = 0,23 \text{ Kg/cm}^2$
$\phi_d = 0^\circ$	M2 – parametro di progetto	$c_{ud} = 0,15 \text{ Kg/cm}^2$

*Livello 3) Limo argilloso e limo sabbioso med. consistente (da – 3,5 metri fino a – 11,5 metri di profondità dal piano campagna):*

$\gamma$ (peso di volume naturale) = 1,95 t/m <sup>3</sup> ;		
$\phi = 38,6^\circ$	parametro medio	$c_u = 1,55 \text{ Kg/cm}^2$
$\phi_k = 37,9^\circ$	M1 – parametro caratteristico	$c_{uk} = 1,12 \text{ Kg/cm}^2$
$\phi_d = 31,9^\circ$	M2 – parametro di progetto	$c_{ud} = 0,85 \text{ Kg/cm}^2$

Come anticipato nei paragrafi precedenti l'indagine sismica ha discriminato un quarto livello, a partire da 11,5 – 12 metri di profondità, più consistente (o meglio più veloce) che allo stato attuale non è stato classificato dal punto di vista geotecnico.

Come previsto dalle NTC 2018, si rimanda al tecnico progettista della relazione geotecnica, la scelta della tipologia fondale da adottare ed del modello geotecnico idoneo per le verifiche di sicurezza.

Tuttavia, vista la ridotta consistenza dei primi 3,5 metri di terreno e la presenza di una falda superficiale si consiglia di prendere contatto con lo scrivente per affinare, in relazione alle ipotesi progettuali di fondazione, la campagna di studi, soprattutto per le valutazioni a lungo termine ( $\phi'$  e  $c'$ ) e per conferme stratigrafiche relative alle verifiche alla liquefazione.

## 5.2) Caratteristiche dell'opera (prestazioni attese e definizione del periodo di ritorno dell'azione sismica)

Trattandosi di un piazzale da porre a servizio di un'impresa edile si ritiene che possa essere classificato, per quanto riguarda la sua Vita nominale ( $V_n$ ) definita come "numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo alla quale è destinata" rientra nella categoria delle opere ordinarie, per le quali è previsto un valore di  $V_n$  minimo di 50 anni.

Si è valutato che l'opera in questione rientra in "**Classe d'uso III – Costruzioni in cui si hanno affollamenti significativi**". La classe comprende inoltre le industrie che svolgono attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV, i ponti e le reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso."

Ne consegue che per l'opera in progetto si ha un Coefficiente d'uso ( $C_u$ ) = 1,5, come risulta dalla tabella 2.4. Il ricavata dal Decreto 17 gennaio 2018, emanato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, dal titolo «Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni».

Tab. 2.4.II - Valori del coefficiente d'uso  $C_u$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

Dal prodotto di questi due fattori si ottiene la Vita di riferimento  $V_R$  ( $V_n * C_u$ ) che corrisponde a  $V_R=50$  anni.

Ai quattro stati limite sono stati attribuiti (vedi Tabella 3.2.I delle NTC) valori della probabilità di superamento PVR pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, valori che restano immutati quale che sia la classe d'uso della costruzione considerata; tali probabilità, valutate nel periodo di riferimento  $V_R$  proprio della costruzione considerata, consentono di individuare, per ciascuno stato limite, l'azione sismica di progetto corrispondente.

I periodi di riferimento possono essere calcolati sulla base della tabella 3.2.1 ricavata dal Decreto 17 gennaio 2018, emanato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, dal titolo «Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni»:

Tab. 3.2.1 – Probabilità di superamento  $P_{V_d}$  (in funzione) degli stati limite considerati

Stati Limite	$P_{V_d}$ Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_d$	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR si ricava il periodo di ritorno TR del sisma utilizzando la relazione:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{V_d}) = -C_d V_R / \ln(1 - P_{V_d}) \quad [3.2.0]$$

Ottenendo i seguenti periodi di riferimento:

- SLO = 45 anni;
- SLD = 75 anni;
- SLV = 712 anni;
- SLC = 1462 anni.

### 5.3) Parametri di pericolosità sismica di base (macrozonazione sismica)

Nel territorio nazionale la “pericolosità sismica di base” è stata definita attraverso studi condotti dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia attraverso un reticolo di riferimento con maglia avente passo pari a 0,05° (< 10 chilometri) gratuitamente disponibile sul sito internet dell’INGV.

Attraverso una pagina internet messa a disposizione da una nota azienda produttrice di software per l’edilizia è possibile reperire velocemente e con molta facilità i “Parametri di pericolosità Sismica”  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T^*_c$  (calcolati attraverso l’interpolazione dei 4 nodi più vicini) per tutto il territorio nazionale individuando l’area interessata direttamente dalle sue coordinate oppure tramite l’utilizzo di foto aeree.

In allegato è presente una pagina ricavata direttamente dal sito internet dalla quale risultano per l’area oggetto di studio i parametri di pericolosità sismica seguenti:

Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	$T_r$ [anni]	$a_g/g$ [-]	$F_o$ [-]	$T^*_c$ [s]
Operatività	45	0.064	2.526	0.268
Danno	75	0.078	2.548	0.280
Salvaguardia Vita	712	0.179	2.459	0.300
Prevenzione Collasso	1462	0.220	2.457	0.308

### 5.4) Risposta sismica locale (effetti di amplificazione locale)

Infine si sono valutati i fattori stratigrafici e topografici che possono determinare fenomeni di amplificazione del segnale sismico, facilmente ricavabili dalle tabelle 3.2.III, 3.2.IV e 3.2.V del Decreto 17 gennaio 2018, emanato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, dal titolo «Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni».

Tab. 3.2.IV – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o - \frac{a_g \cdot t}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,25}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o - \frac{a_g \cdot t}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,15}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o - \frac{a_g \cdot t}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,35}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o - \frac{a_g \cdot t}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,35}$

dove “g” è l’accelerazione di gravità e il tempo è espresso in secondi.

Sviluppando i calcoli in funzione dei valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  relativi al sottosuolo di categoria C risulta:

Stato Limite	$T_r$	$S_s$	$C_c$
Operatività	45	1,50	1,62
Danno	75	1,50	1,60
Salvaguardia vita	712	1,44	1,56
Prevenzione collasso	1462	1,38	1,5

Per quanto riguarda la condizione topografica la particella in esame risulta collocata in un’area sub - pianeggiante.

Tale dato consente di collocare sicuramente il sito in esame nella **Categoria topografica T1** : “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ”.

Tab. 3.2.III – Categoria topografica

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $17^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$



Ne consegue che il valore di  $S_T$  inteso come “Coefficiente di amplificazione topografica” assume in questo caso un valore pari ad 1,0.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

## 6. CENNI SULLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Per una prima analisi, pur semplificata, della suscettibilità a liquefazione dei terreni si è scelto di utilizzare il metodo di Robertson e Wride (1997) che fornisce un'indicazione del grado di vulnerabilità del deposito partendo dai risultati di prove penetrometriche statiche.

Per applicare tale metodo è stato utilizzato un software tecnico dedicato alle verifiche di suscettibilità alla liquefazione che ha consentito di fornire un fattore di sicurezza, i cui risultati sono diagrammati nelle tabelle allegate alla presente per la prova CPT 2 che tra le due, risulta essere a maggiore componente granulare.

In primo luogo si è valutata la magnitudo di riferimento utilizzando un metodo statistico (Gumbel).

Tale metodo consente di valutare il sisma atteso sulla base del catalogo degli eventi sismici prossimi all'area d'interesse, alla loro distanza ed alla tipologia del deposito geologico.

La magnitudo di riferimento ottenuta è pari 4,4964 sulla scala Richter, tuttavia nei calcoli successivi è stata cautelativamente inserita una magnitudo pari a 5.

Il metodo di Robertson e Wride permette di correlare la resistenza al taglio mobilitata nel terreno con i risultati della prova penetrometrica statica (CPT). La procedura di calcolo si basa sulle due seguenti equazioni:

$$R = 0.883 \left[ \frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right] + 0.05 \quad \text{per } (q_{c1n})_{cs} < 50 \text{ e}$$

$$R = 93 \left[ \frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.08 \quad \text{per } 50 \leq (q_{c1n})_{cs} < 160.$$

La grandezza  $(q_{c1n})_{cs}$  rappresenta la resistenza alla punta normalizzata e corretta per tenere conto della percentuale di fine presente.

Il calcolo di  $(qc_{1n})_{cs}$  avviene attraverso i seguenti passaggi:

Si calcola la resistenza alla punta e l'attrito laterale specifico normalizzati con le relazioni:

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{\sigma_{v0}'} \quad e \quad F = 100 \frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}$$

dove:

$q_c$  (kg/cm<sup>2</sup>) = resistenza alla punta misurata;

$f_s$  (kg/cm<sup>2</sup>) = attrito laterale specifico misurato;

$\sigma_{v0}$  (kg/cm<sup>2</sup>) = pressione verticale totale;

$\sigma_{v0}'$  (kg/cm<sup>2</sup>) = pressione verticale efficace.

Si calcola l'indice di tipo dello strato sabbioso con la formula:

$$I_c = \sqrt{(\log_{10} F + 1.22)^2 + (\log_{10} Q - 3.47)^2}$$

Si applica una correzione che tenga conto dell'approfondimento della prova:

$$q_{c1n} = C_Q q_c \quad \text{dove} \quad C_Q = \left( \frac{1}{\sigma_{v0}'} \right)^n$$

L'esponente  $n$  viene valutato come segue:

se  $I_c > 2.6$  allora  $n=1$ ;

se  $I_c \leq 2.6$  si calcola un primo valore di  $q_{c1n}$ , utilizzando  $n=0.5$ ; quindi si ricalcola  $I_c$  con la relazione:

$$I_c = \sqrt{(\log_{10} F + 1.22)^2 + (\log_{10} q_{c1n} - 3.47)^2}$$

se il nuovo valore di  $I_c$  è ancora minore di 2.6 si conferma il valore  $n=0.5$ , altrimenti si ricalcola  $q_{c1n}$ , utilizzando  $n=0.75$ ;

se  $q_{c1n} > 2q_c$  si pone  $q_{c1n} = 2q_c$ .

Si introduce la correzione dovuta alla presenza di fine nel livello sabbioso:

$$(q_{c1n})_{cs} = K_c q_{c1n},$$

dove  $K_c$  è uguale a 1, se  $I_c \leq 1.64$ , ed è fornito dalla relazione:

$$K_c = -0.403I_c^4 + 5.581I_c^3 - 21.63I_c^2 + 33.75I_c - 17.88$$

se  $I_c > 1.64$ .

Utilizzando questo metodo viene considerato **non** liquefacibile un deposito in cui sia  $F_s > 1$ ; questa procedura è raccomandata dal National Center for Earthquake Research (NCEER).

Analizzando tutti quanti i dati derivati dalle quattro prove si è osservato che in nessuno dei casi analizzati veniva calcolato il valore di  $F_s$ .

Tale condizione è legata agli attriti laterali misurati durante le prove dai quali si evince un notevole presenza di materiali a prevalenza coesiva.

Sulla base di quanto esposto non si è ritenuto necessario riportare tabelle “in bianco” senza valori di  $F_s$ , ma si ritiene che per il deposito in esame risulta una probabilità alla liquefazione molto bassa o nulla.

In caso di approfondimenti d'indagine tramite prove di laboratorio si ritiene utile effettuare sul/sui campione/i analisi granulometriche che consentano anche di fare delle valutazioni specifiche sul fuso.

## 7. CONCLUSIONI

La presente relazione geologica è stata redatta su incarico della Ditta **Edilizia Castellini S.r.l.**, in merito al progetto di costruzione di un edificio da adibire a RSA – Residenza Sanitaria Assistenziale su una particella di proprietà della Committenza ubicata a Turo sul Trasimeno (PG).

L'analisi effettuata ha consentito di ricavare il modello geologico, geotecnico, geomorfologico e sismico dell'area oggetto di intervento e di acquisire informazioni sia in relazione agli studi di fattibilità dell'opera, sia in relazione alle verifiche geotecniche previste.

Il substrato delle particelle in oggetto, come verificato per mezzo della bibliografia e delle cartografie geologiche esistenti e confermato dalle prove penetrometriche, è caratterizzato dalla presenza di sedimenti alluvionali recenti ed antichi a prevalente composizione argillosa, limoso – argillosa con subordinati livelli limosi e limoso – sabbiosi.

Un'indagine sismica di tipo MASW effettuata all'interno del lotto ha permesso la classificazione della categoria di suolo di fondazione oltre a fornire ulteriori dati stratigrafici indiretti.

L'area indagata, dal punto di vista geomorfologico, risulta ampiamente stabile e, valutate le caratteristiche dell'opera in progetto, si può ragionevolmente escludere che questa, una volta realizzata, possa modificare la condizione di stabilità rilevata all'atto del presente studio.

Tale stabilità è confermata anche dalle cartografie del Progetto IFFI e dalle carte specifiche presenti nel P.R.G del Comune di Tuoro sul Trasimeno (PG).

La condizione idrogeologica del sito è stata descritta nelle pagine precedenti (capitolo 4) e mostra l'evidente e attendibile presenza di una falda idrica superficiale rilevata sia da prove penetrometriche che da pozzi presenti nel lotto e in adiacenza alle particelle interessate.

Tale condizione non pregiudica la realizzazione delle opere programmate, ma costringe ad utilizzare, nei calcoli di verifica terreni allo stato saturo e a considerare con estrema attenzione tale dato in fase esecutiva.

Resta, in via generale, estremamente importante prevedere opere superficiali di canalizzazione delle acque piovane in modo da impedire che queste, infiltrandosi, provochino alterazioni ai sedimenti modificandone, nel tempo, le caratteristiche di resistenza.

Nelle pagine precedenti sono indicati i parametri geotecnici e la categoria di suolo di fondazione legati alla condizione descritta, desunta dal rilevamento geologico, dalla bibliografia e dalle indagini eseguite, necessari per effettuare la modellazione geologica per il sito in esame.

In conclusione si fa presente che, qualora in fase esecutiva vengano apportate modifiche allo stato di progetto o si dovessero riscontrare condizioni diverse da quelle rilevate e descritte, si dovrà contattare lo scrivente al fine di concordare eventuali sopralluoghi per verificare direttamente in cantiere la condizione dei terreni di sedime.

Dott. Geol. Francesco BECATTINI

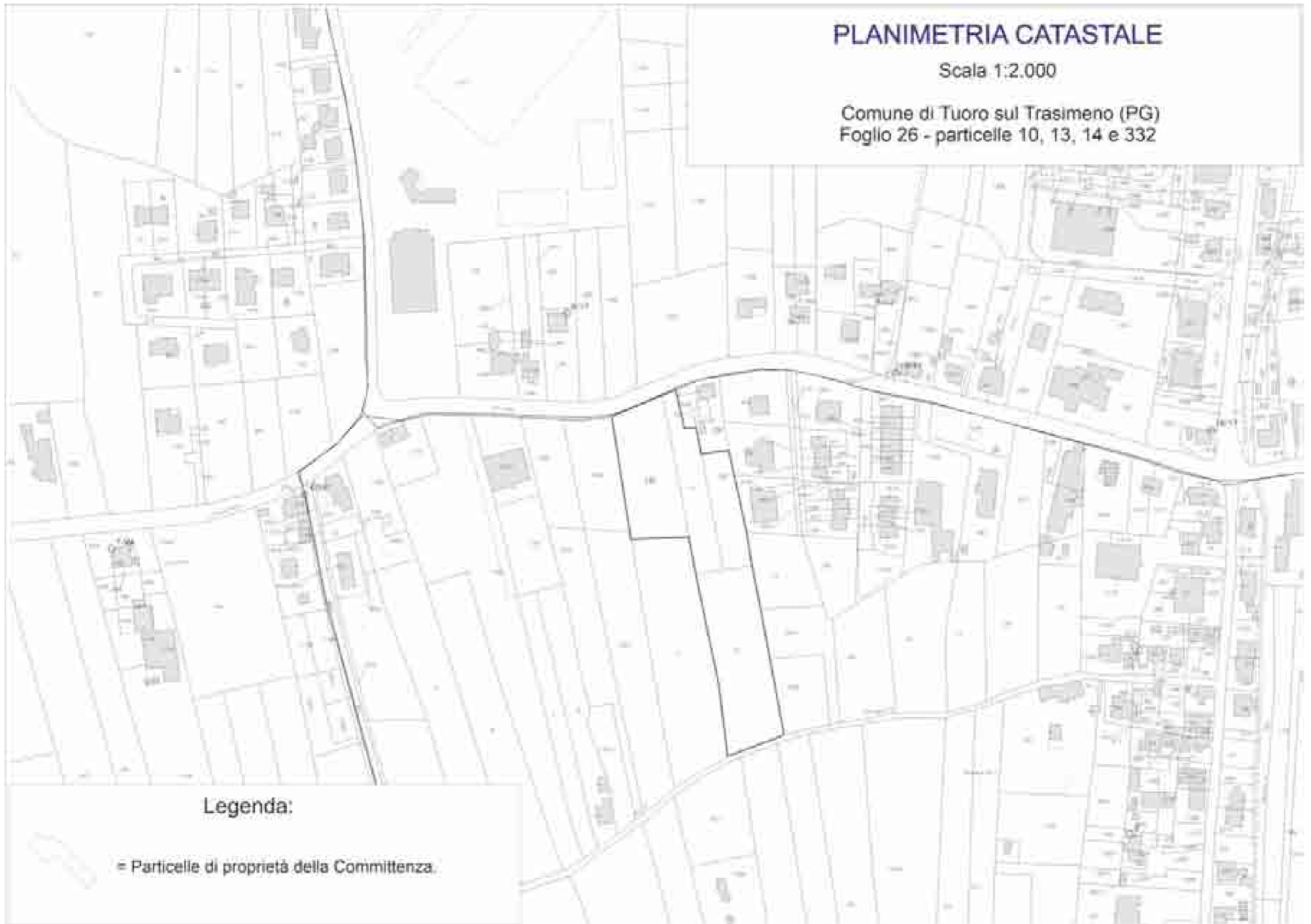


Ponte Valleceppi, 14 novembre 2022

# PLANIMETRIA CATASTALE

Scala 1:2.000

Comune di Tuoro sul Trasimeno (PG)  
Foglio 26 - particelle 10, 13, 14 e 332



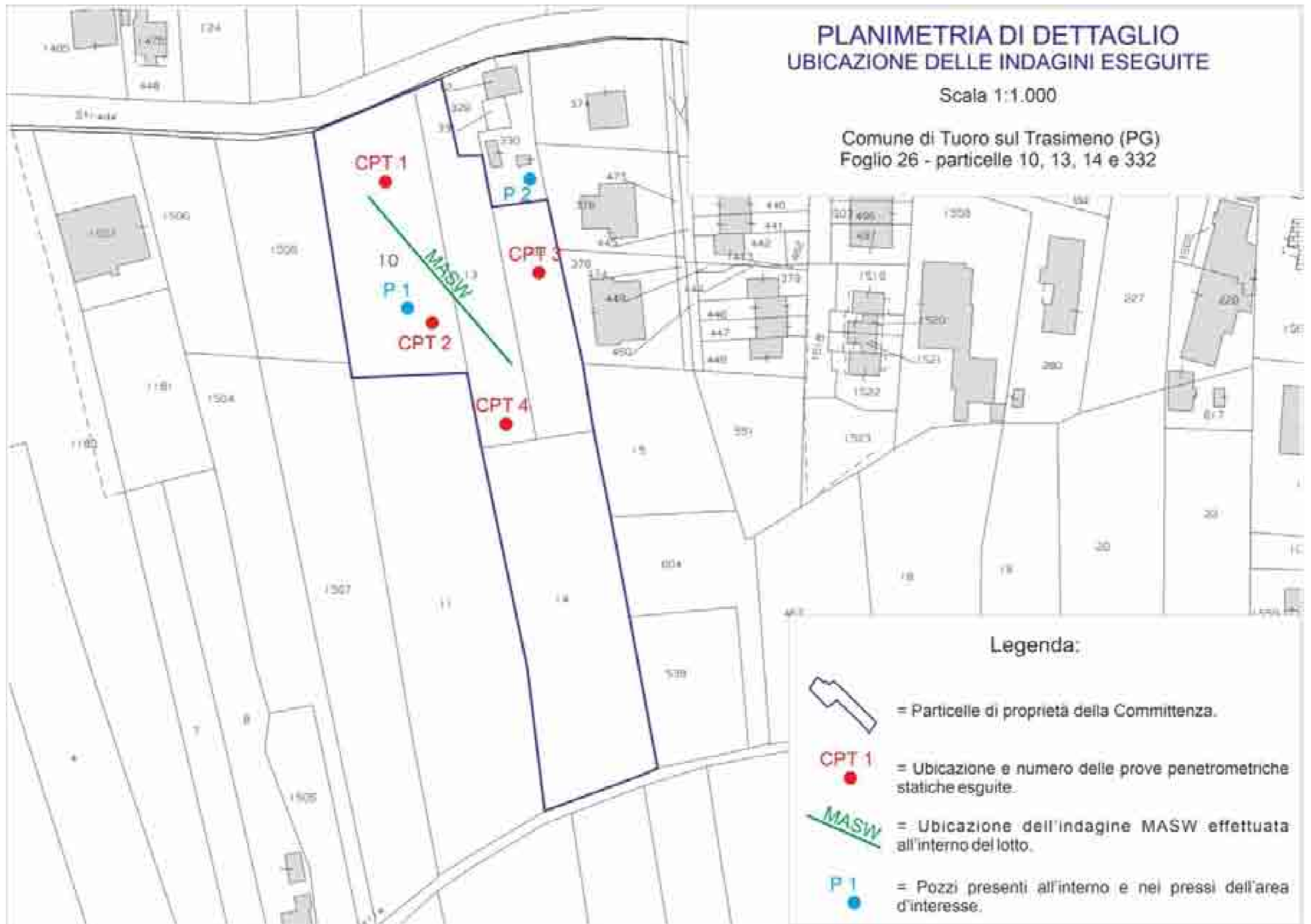
## Legenda:

■ Particelle di proprietà della Committenza.

# PLANIMETRIA DI DETTAGLIO UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

Scala 1:1.000

Comune di Tuoro sul Trasimeno (PG)  
Foglio 26 - particelle 10, 13, 14 e 332

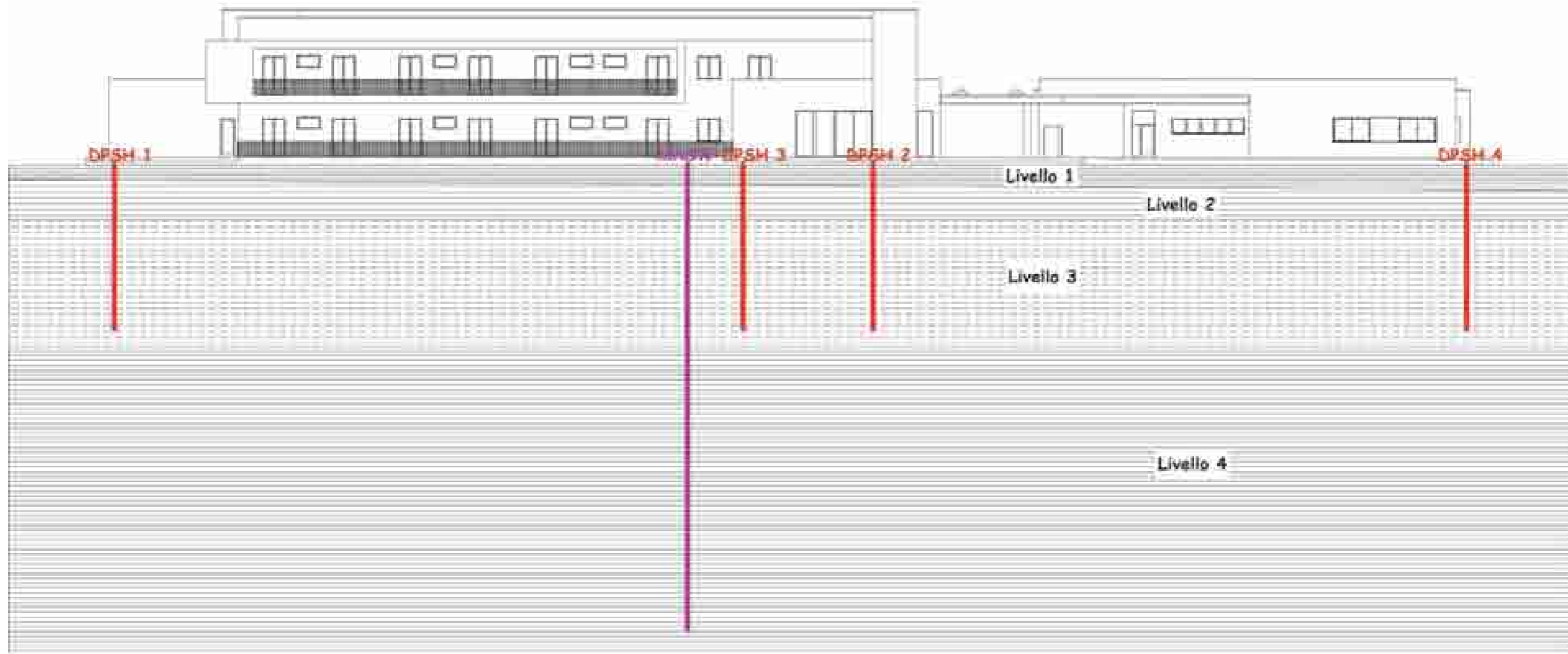




# SEZIONE LITOTECNICA INTERPRETATIVA

Scala 1:250

Comune di Tuoro sul Trasimeno (PG)  
Foglio 26 - particelle 10, 13, 14 e 332



## Legenda:

- |  |  |
|--|--|
|  = Livello 1 - Limo argilloso consistente (Terreno vegetale essiccato). |  = Livello 3 - Limo argilloso e limo sabbioso med. consistente.                                 |
|  = Livello 2 - Limo argilloso e limo sabbioso poco consistente.         |  = Livello 4 - Limo argilloso e limo sabbioso consistente (Rilevato solo con indagine sismica). |

# EdiLus-MS

## Mappe Sismiche

EdiLus-MS è il software ACCA per individuare la pericolosità sismica di tutte le località italiane direttamente dalla mappa. Scrivi l'indirizzo e/o sposta il segnalino sul sito che ti interessa e ottieni istantaneamente tutti i parametri di pericolosità sismica.



Latitudine (WGS84)	Longitudine (WGS84)			
<input type="text" value="43.26242947"/>	<input type="text" value="12.07322807"/>			
Latitudine (ED50)	Longitudine (ED50)			
<input type="text" value="43.204168"/>	<input type="text" value="12.074006"/>			
Altitudine (m)	<input type="text" value="263"/>			
Classe dell'edificio	<input type="text" value="III: Costruzioni il cui uso prevede affollamenti signific."/>			
Vita Normale Spettro	<input type="text" value="50"/>			
Periodo di Riferimento per l'azione sismica	<input type="text" value="75"/>			
<b>Parametri di pericolosità sismica</b>				
Stato Limite	$T_p$	$a_{g,0}$	$F_v$	$T_p^*$
	[anni]	[g]	[g]	[N]
Operatività	45	0.064	2.526	0.262
Danno	75	0.078	2.545	0.280
Salvaguardia Vita	712	0.179	2.458	0.305
Prevenzione Collasso	1462	0.320	2.457	0.308



## Geo Probing di Francesco Beccini

Telefono cellulare: 347.6434222  
Sede legale: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, n° 06 -  
06135 Ponte Valleceppi (PG) - Telefono e Fax: 075.9631388  
Ufficio: Via Gargliano, n° 10 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
e-mail: info@geoprobing.it - PEC: f.beccini@pec.geoprobing.it  
sito internet: www.geoprobing.it

### PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

- RELAZIONE TECNICA
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Committente: Edilizia Castellini S.r.l.

Località: Via Firenze

Comune: Tuoro (PG)

Ponte Valleceppi, 25 ottobre 2022



## RAPPORTO TECNICO SULLA CAMPAGNA DI PROVE PENETROMETRICHE

Nelle pagine che seguono sono schematizzati i risultati di quattro prove penetrometriche statiche effettuate, per conto della Ditta Edilizia Castellini S.r.l., con la supervisione tecnica del Dott. Geol. Francesco Becattini all'interno di un lotto di terreno ubicato in Via Firenze, nel comune di Tuoro (PG), in relazione al progetto di realizzazione di una RSA.

La strumentazione utilizzata è costituita da un penetrometro dinamico/statico autosemovente ed autoancorante prodotto dalla Ditta Pagani e contraddistinto dalla sigla TG 63/200.

L'impianto consente la realizzazione di prove statiche con una spinta massima di 200 KN (circa 20 tonnellate), la punta utilizzata è di tipo Begemann, meccanica.

Questa, collegata ad una cella di carico, viene infissa nel terreno alla velocità costante di 2 centimetri al secondo. Ciò consente la misura della resistenza del terreno all'avanzamento della punta e del manicotto di frizione, per la valutazione dell'attrito laterale.

Nelle pagine seguenti si riporta il certificato «Dichiarazione di Conformità» alla Norma Tecnica EN-ISO 22476-12:2009 fornito dal produttore della strumentazione.

Di seguito vengono esposti i risultati delle prove schematizzati secondo il seguente ordine:

### **- Ubicazione delle prove penetrometriche eseguite;**

Per ciascuna indagine:

- **Tabella dati**, contenente i valori, misurati direttamente in campagna, dello sforzo necessario all'avanzamento di punta e punta + manicotto, nonché i valori calcolati di  $q_c$  (resistenza specifica all'avanzamento della punta conica),  $f_s$  (attrito laterale locale) e del rapporto  $q_c/f_s$ ;

- **Tabella Dati e Grafico della prova ( $q_c - f_s$ );**

- **Profilo stratigrafico** la stratigrafia è ricavata con il metodo di Searle (1979);

- **Colonna stratigrafica;**

- **Parametri geotecnici**, tabella riassuntiva;

- **Metodi di calcolo dei parametri geotecnici;**

- **Legenda dei metodi di calcolo.**

In conclusione, infine, viene riportato uno stralcio della documentazione fotografica scattata durante l'esecuzione dell'indagine.

N.B. In relazione alle tabelle di seguito riportate si vuol ricordare quanto segue:

- gli schemi "Tabulato della prova" e "Grafico della prova" si riferiscono a valori misurati direttamente o, da essi, matematicamente calcolati;

- in merito allo schema "Grafico della prova" si consiglia di porre attenzione alle scale, soprattutto nel confronto tra grafici differenti, infatti esse sono variabili in funzione dell'intervallo di valori misurati in campagna;

- talvolta, gli stessi grafici, sono creati con scale che tagliano i valori di resistenza di punta elevati, in

modo da evitare l'appiattimento della curva in corrispondenza degli strati meno resistenti.

- lo schema "Stratigrafia della prova" si basa su una discretizzazione, soggetta ad interpretazione, di tutte le letture effettuate mentre il metodo di classificazione degli strati così suddivisi è quello di Searle (1979) che, secondo le esperienze effettuate direttamente dallo scrivente, è quello che si applica con minor margine d'errore in tutte le condizioni (terreni granulari o coesivi, antichi o recenti);

- nello schema "Metodo di calcolo dei parametri geotecnici" sono riportate le formule utilizzate nelle corrispondenti caselle della pagina precedente relativa ai "Parametri geotecnici";

- l'elaborazione della "Colonna Stratigrafica" deriva da un'interpretazione soggettiva dei dati raccolti durante la prova, riclassificati stratigraficamente con il metodo di Searle (1979);

- la presenza di falda, se indicata nei tabulati, deriva da misurazioni effettuate a fine foro e mai da valutazioni sull'umidità delle aste che, eventualmente, vengono riportate nella sezione dedicata agli appunti sulla campagna d'indagini.

***In base a quanto esposto si ricorda che la validità della stratigrafia proposta e l'accettabilità dei parametri geotecnici ricavati con le formule proposte, derivanti dall'uso comune, deve essere attentamente verificata dal professionista che esamina ed utilizza i risultati e conosce appieno le condizioni geologiche locali.***

***Esso, facendone uso, se ne assume la piena responsabilità, limitando alla ditta esecutrice la sola responsabilità inerente la corretta esecuzione in campagna delle prove penetrometriche.***

#### APPUNTI SULLA CAMPAGNA D'INDAGINI

Tutte quattro le prove sono state interrotte per raggiungimento della profondità richiesta dalla Committenza.

Al termine di ciascuna indagine è stata effettuata una misura sull'integrità dei fori di sondaggio e sull'eventuale presenza di acqua al loro interno, dalla quale è risultato quanto segue:

CPT 1 - Foro chiuso alla profondità di 0,50 metri dal piano campagna, asciutto fino alla quota di chiusura, aste impiegate asciutte;

CPT 2 - Livello idrico in foro misurato alla profondità di 2,10 metri dal piano campagna;

CPT 3 - Livello idrico in foro misurato alla profondità di 1,60 metri dal piano campagna;

CPT 4 - Livello idrico in foro misurato alla profondità di 1,50 metri dal piano campagna.

All'interno della particella di interesse si trova un pozzo il cui livello idrico è stato misurato alla profondità di 1,00 metri dal piano di campagna.



**BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. Via Miramare, 15 – 20126 Milano**

**ATTESTATO DI ESAME DELLA CONFORMITA'  
CONFORMITY EXAMINATION CERTIFICATE**

**N° TC857/17/FC/fc**

BUREAU VERITAS ITALIA a seguito di verifica di terza parte (rapporto di ispezione nr. 2792671 - TRS report for Pagani rev.0), attesta che il modello di seguito identificato, è stato esaminato secondo quanto previsto da:

- USA CFR Title 29: CFR §1910 Subpart O (7-1-16 Ed.) - §1910.211 and §1910.212

*Following the third part inspection (inspection report nr. 2792671 - TRS report for Pagani rev.0), Bureau Veritas Italia attests that type identified hereunder has been examined against the provisions of:*

- USA CFR Title 29: CFR §1910 Subpart O (7-1-16 Ed.) - §1910.211 and §1910.212

**Dispositivo / Device:**

**PENETROMETER  
Mod. TG63-200; TG63-150; TG63-100**

**Fabbricante  
Manufacturer**

**PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT S.r.l.  
Lo. Campogrande, 26 – 29010 Calendasco (PC) Italy**

Questo certificato perde la sua validità in caso di modifiche al dispositivo che possano influire sulla conformità ai requisiti dello standard di riferimento.

*This certificate shall be deemed to be void in case of modification to the device where this may affect conformity with the reference standard.*

Questo certificato è composto da 2 (due) pagine/This certificate is composed by 2 (two) pages)

Luogo: Padova  
Place  
Data: 20/11/2017  
Date

Firmato da: Felice Cammara  
Signed by  
Firma:  
Signature 





Destinazione del penetrometro: **indagini geognostiche e geotecniche**  
*Penetrometer destination: Geognostic and Geotechnical Investigations*

riferimenti del fascicolo tecnico: **FT0030 rev. 22 del 17/11/2014 per TG63-100 e FT0031 rev. 22 del 17/11/2014 per TG63-150**  
*technical file references: FT0030 rev. 22 dated 17/11/2014 for TG63-100 and FT0031 rev. 22 dated 17/11/2014 for TG63-150*

*Caratteristiche generali / main characteristics:*

La macchina è semovente. Il motore diesel, o a benzina, di cui la macchina è dotata, serve sia per la traslazione che per gli azionamenti delle apparecchiature di misura. La traslazione è comandata da apposito gruppo leve poste nella parte posteriore della macchina  
*The machine is self-propelled. The diesel, or gasoline, engine of which the machine is equipped, serves both for translation and the drives of the measuring equipment. The translation is controlled by a specific group of levers located in the rear of the machine*

Velocità di traslazione: lenta; rispettivamente max 1,8 km/h (1,1 mph) e 2 km/h (1,24mph)  
*Speed of translation: low; respectively max 1,8 km/h (1,1 mph) and 2 km/h (1,24mph)*

Modo di funzionamento: comandi manuali ad azione mantenuta  
*Function mode: manual with maintained actions*

Capacità massima di spinta: rispettivamente 100kN, 150kN  
*Maximum capacity of thrust: respectively 100kN, 150kN*

Capacità massima di estrazione: rispettivamente 120kN, 160kN  
*Maximum capacity during the extraction: respectively 120kN, 160kN*

Altezza max: rispettivamente 3800 mm (149,6 inch) o 4600 mm (181,1 inch)  
*Maximum height: respectively 3800 mm (149,6 inch) or 4600 mm (181,1 inch)*

Peso (senza accessori): per TG63-100: da 900 kg (1984 pound) e 980 kg (2160 pound) secondo allestimento  
per TG63-150: da 1000 kg (2204 pound) a 1140 kg (2512 pound) secondo allestimento

*Weight (without accessories): for TG63-100: from 900 kg (1984 pound) to 980 kg (2160 pound) depending on the setup  
for TG63-150: from 1000 kg (2204 pound) to 1140 kg (2512 pound) depending on the setup*

Livello di rumore: 108 dB(A)  
*Noise level: 108 dB(A)*

# UBICAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE

Foto aerea ricavata dal software Google Earth

**CPT 1**  
Lat. - 43.202829°  
Long. - 12.072739°

**CPT 3**  
Lat. - 43.202475°  
Long. - 12.073384°

**CPT 2**  
Lat. - 43.202371°  
Long. - 12.072938°

**CPT 4**  
Lat. - 43.202151°  
Long. - 12.073287°

Le coordinate delle prove penetrometriche sono espresse  
in gradi decimali e ricavate dal software Google Earth



**CPT 1**



### Geo Probing - Puntata Bege mann

Sede: Via Perugia - Ponte Salaria, 46 - 00138 Roma (Italia) (IT)  
Tel: +39 064222 - Office: 075 9531988  
E-mail: [info@geoprobing.it](mailto:info@geoprobing.it) - web: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m):	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	Segno:	CPT 1
Penetrometro:	Pagani TG 63/200				
Coordinate:					

#### PROVA PENETROMETRICA STATICA (PUNTA BEGEMANN): TABELLA DATI

N°	f <sub>ref</sub> (m)	Sp(kg)	Sp-50(kg)	sp(kg/cm²)	f <sub>50</sub> (kg/cm²)	N°	f <sub>ref</sub> (m)	Sp(kg)	Sp-50(kg)	sp(kg/cm²)	f <sub>50</sub> (kg/cm²)
1	0,2	310,0	340,0	31,0	1,13	50	10,0	180,0	430,0	18,0	1,4
2	0,4	200,0	370,0	20,0	1,4	51	10,2	130,0	340,0	13,0	1,4
3	0,6	150,0	340,0	15,0	0,93	52	10,4	90,0	300,0	9,0	1,13
4	0,8	100,0	240,0	10,0	1,07	53	10,6	110,0	280,0	11,0	1,13
5	1,0	50,0	210,0	5,0	0,6						
6	1,2	40,0	150,0	6,0	0,4						
7	1,4	70,0	130,0	7,0	0,47						
8	1,6	60,0	140,0	6,0	0,53						
9	1,8	50,0	130,0	5,0	0,47						
10	2,0	30,0	90,0	2,0	0,27						
11	2,2	20,0	60,0	2,0	0,27						
12	2,4	10,0	50,0	1,0	0,27						
13	2,6	10,0	50,0	1,0	0,27						
14	2,8	20,0	60,0	2,0	0,33						
15	3,0	30,0	80,0	2,0	0,4						
16	3,2	60,0	120,0	6,0	0,4						
17	3,4	110,0	200,0	11,0	0,73						
18	3,6	150,0	260,0	15,0	0,93						
19	3,8	170,0	310,0	17,0	1,33						
20	4,0	160,0	340,0	16,0	1,73						
21	4,2	150,0	410,0	15,0	1,27						
22	4,4	110,0	320,0	11,0	1,13						
23	4,6	140,0	310,0	14,0	1,07						
24	4,8	210,0	370,0	21,0	1,0						
25	5,0	250,0	600,0	25,0	1,67						
26	5,2	210,0	460,0	21,0	1,6						
27	5,4	200,0	440,0	20,0	1,0						
28	5,6	270,0	420,0	27,0	1,33						
29	5,8	170,0	370,0	17,0	1,13						
30	6,0	160,0	330,0	16,0	0,99						
31	6,2	200,0	340,0	20,0	1,4						
32	6,4	140,0	190,0	14,0	1,2						
33	6,6	180,0	330,0	18,0	1,2						
34	6,8	130,0	310,0	13,0	0,6						
35	7,0	160,0	280,0	16,0	1,2						
36	7,2	170,0	350,0	17,0	0,99						
37	7,4	180,0	320,0	18,0	0,93						
38	7,6	160,0	300,0	16,0	0,99						
39	7,8	180,0	320,0	18,0	0,87						
40	8,0	180,0	290,0	18,0	0,99						
41	8,2	190,0	330,0	19,0	1,33						
42	8,4	230,0	440,0	23,0	1,33						
43	8,6	350,0	530,0	31,0	2,13						
44	8,8	240,0	560,0	24,0	1,73						
45	9,0	230,0	490,0	23,0	1,53						
46	9,2	240,0	470,0	24,0	1,67						
47	9,4	200,0	450,0	20,0	1,4						
48	9,6	230,0	440,0	23,0	1,4						
49	9,8	230,0	440,0	23,0	1,67						



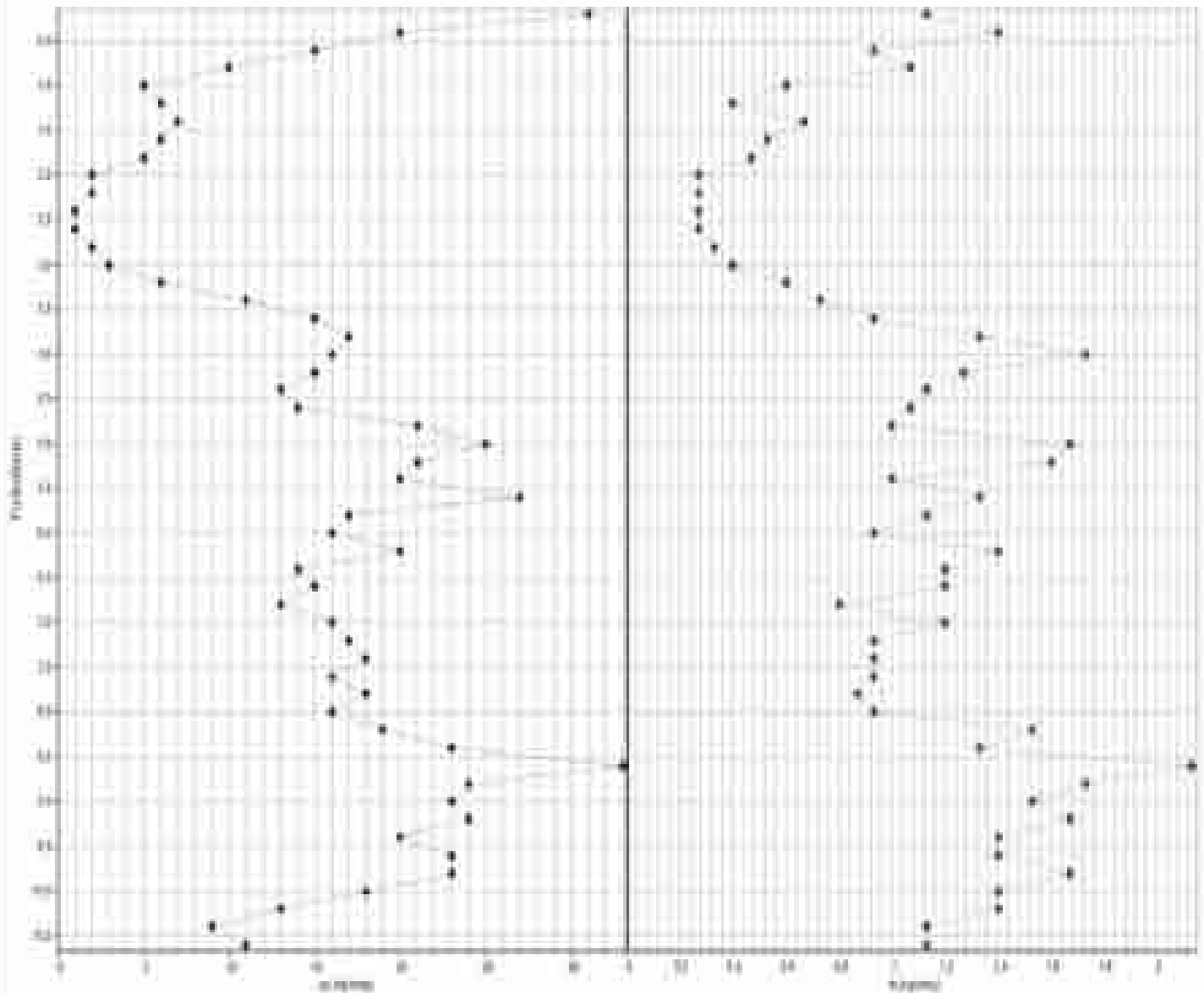
### Geo Probing a Penetrazione Resistiva

Via S. Ruggia - Ponte Valcorona, 16 - 01135 Roma, Italia (RM)  
Cod. 041 942022 - Urban. 075 001136  
e-mail: [GeoProbing@geoprobing.it](mailto:GeoProbing@geoprobing.it) - Tel. 06/58001136 - www.geoprobing.it

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m):	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	SIGN:	CPT.1
Penetrometro:	Pagani TG-63/200				
Coordinate:					

#### GRAFICO PROVA

↳ Foto ↳ Report



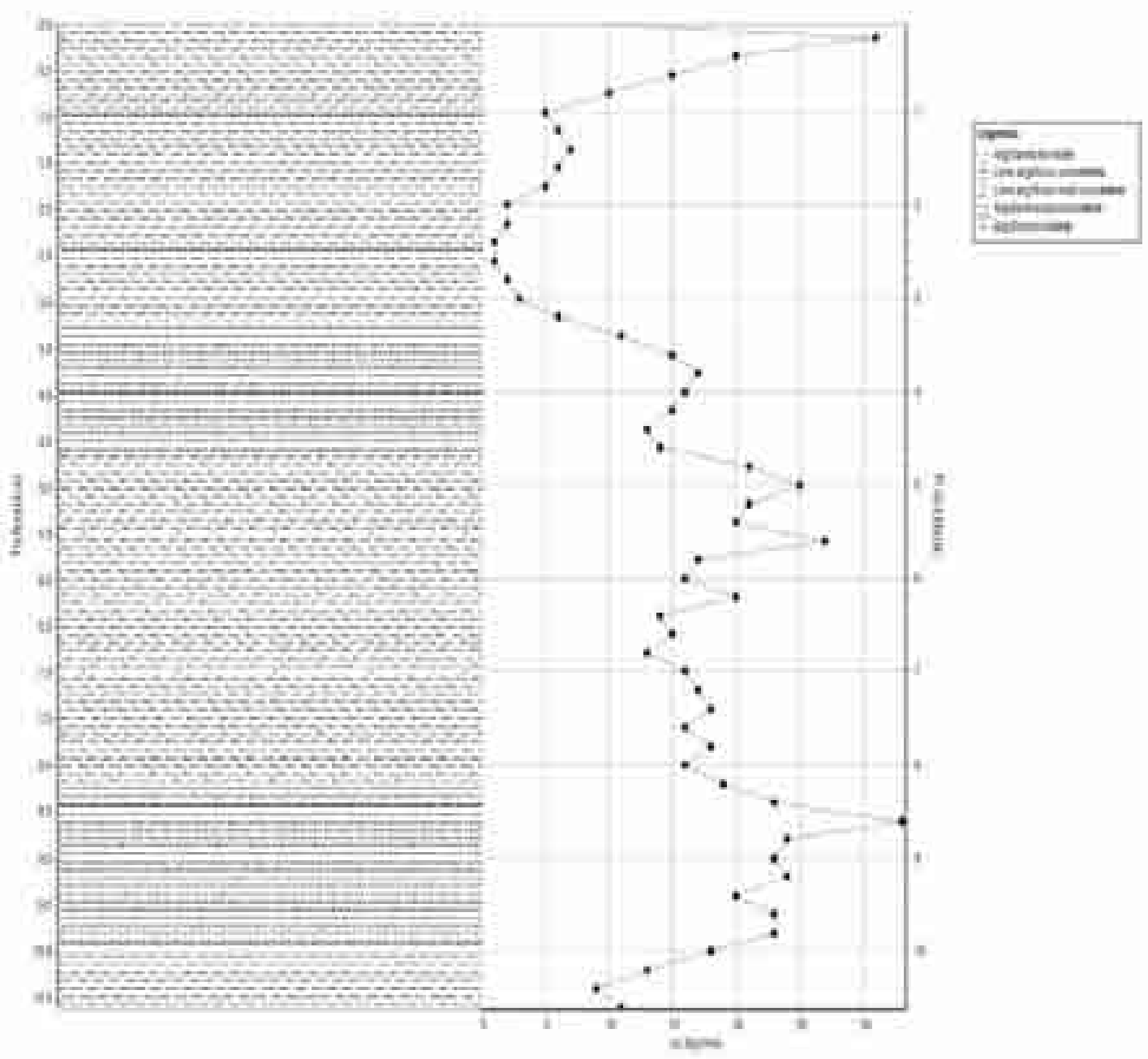




**Geo Probing** a Processo Incoattivo  
 Sede: Strada 10 - Ponte Veduggio (MI) - 20138 Roma Veduggio (MI)  
 Cell. 347 842022 - Urban. 075 8011395  
 e-mail: [GeoProbing@geoprobing.it](mailto:GeoProbing@geoprobing.it) - [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m):	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	SIGN:	CPT.1
Penetrometro:	Pagani TG-63/200				
Coordinate:					

**COLONNA STRATIGRAFICA**









## Geo Probing - Pivotal Point

Sede Di Perugia - P.le Libertatori, 46 - 06128 Roma (Italia) (IT)  
Cod. 047 8934222 - Office: 075 9551988  
E-mail: [info@geoprobing.it](mailto:info@geoprobing.it) - web: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

pag. 1

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m)	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	Segni:	CPT 1
Penetrometro:	Pagani TG 63/200				
Coordinate:					

### PARAMETRI GEOTECNICI: LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO

Segno	Descrizione	Segno	Descrizione
DAM	Danzonoff-Witchell	MMP	Meyne & Pouchen
Mey	Meyerhof		
Copert	Copert		
Kp	Koppelman		
DeBeer	De Beer		
Sch-af	Schwartzman - sabbie fini		
Sch-am	Schwartzman - sabbie medie		
Sch-ag	Schwartzman - sabbie grossolane		
Sch-gh	Schwartzman - ghiaie		
Serie	Serie		
EAM	Kulhawy & Mayne		
Nrc	Norchetti		
Mey2	Meyerhof 2		
Belfor-qf	Belfor - granuli finissimo/feldspato		
Belfor-s	Belfor - granuli sabbia		
Belfor-g	Belfor - granuli ghiaie		
Hansen	Hansen		
Schm	Schwartzman		
Jco	Jamshchewski et al.		
L&F	Ladd & Foote		
Meyne	Meyne		
L&E NC	Luna & Eslava - argilla NC		
L&E SC	Luna & Eslava - argilla SC		
Sgd	Selgado		
Meyne A	Meyne et Al.		
Murray NC	Murray - sabbie NC		
Murray SC	Murray - sabbie SC		
Murray Sa	Murray - sabbie argillose		
Murray li	Murray - sabbie limose		
RAC	Robertson & Campanella		
M&G CL	Michell & Gardner - CL		
M&G SL	Michell & Gardner - SL		
M&G CH	Michell & Gardner - MH CH		
M&G OH	Michell & Gardner - CL OH		
I&T	Imai & Tanouchi		
B&S	Barnes & Stefan		
M&R	Meyne & Rie		
P&R	Parentini & Rigo		



# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova CPT 1.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura

**CPT 2**



### Geo Probing - Puntata Begegnung

Sede: Via Perugia - Ponte Veduggio, 46 - 05133 Roma (Italia) (IT)  
Tel: 047 8934222 - Office: 075 9531988  
E-mail: [info@geoprobing.it](mailto:info@geoprobing.it) - web: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m):	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	Segni:	CPT 2
Penetrometro:	Pagani TG 63/200				
Coordinate:					

#### PROVA PENETROMETRICA STATICA (PUNTA BEGEMANN): TABELLA DATI

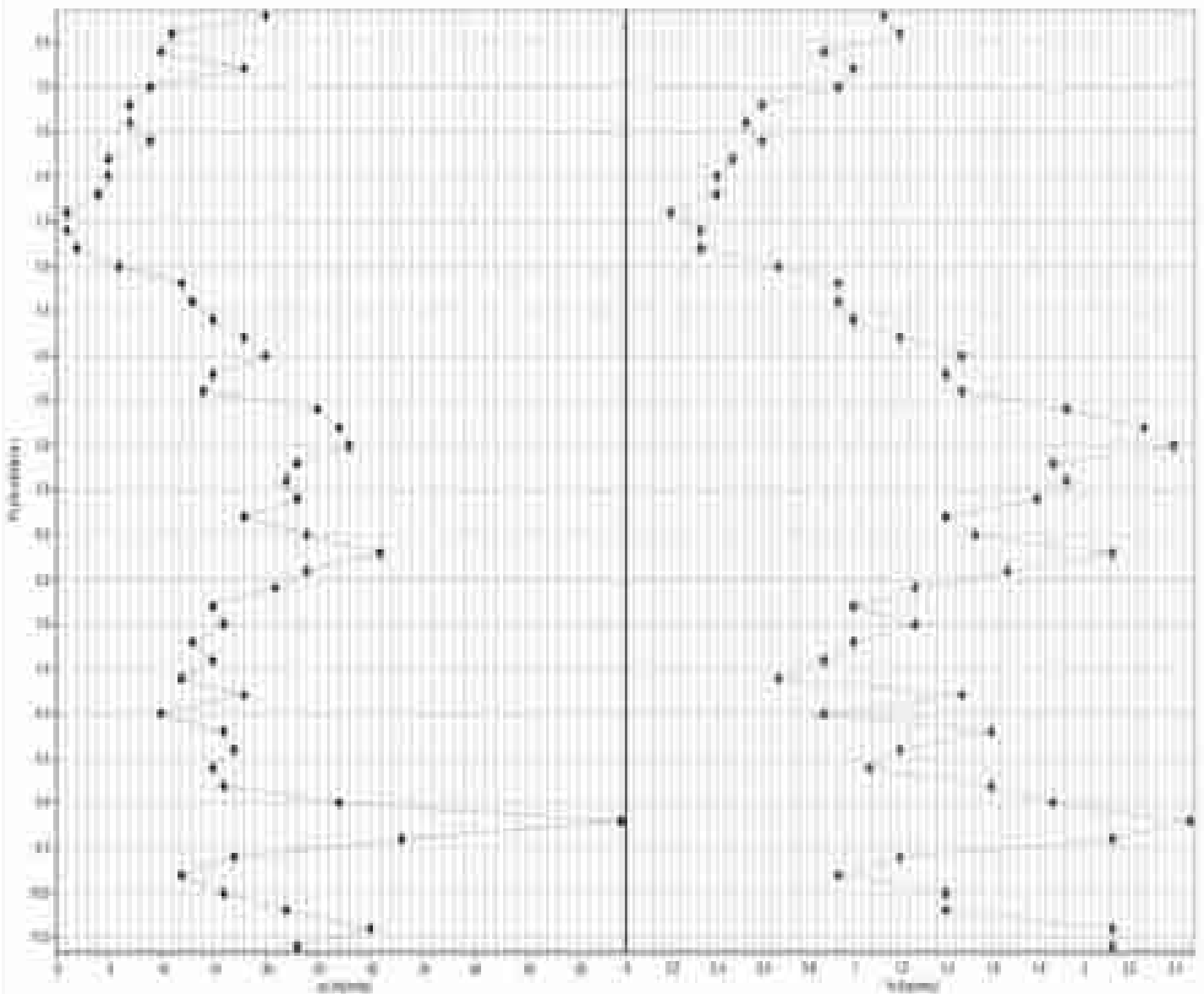
N°	Prof (m)	Sp(kg)	Sp-50(kg)	sp(kg/cm²)	fs(kg/cm²)	N°	Prof (m)	Sp(kg)	Sp-50(kg)	sp(kg/cm²)	fs(kg/cm²)
1	0,2	200,0	220,0	20,0	1,1	50	10,0	160,0	300,0	16,0	1,4
2	0,4	110,0	280,0	11,0	1,2	51	10,2	220,0	430,0	22,0	1,4
3	0,6	100,0	290,0	10,0	0,87	52	10,4	300,0	500,0	30,0	2,12
4	0,8	180,0	310,0	18,0	1,0	53	10,6	230,0	550,0	23,0	2,13
5	1,0	90,0	240,0	9,0	0,93						
6	1,2	70,0	210,0	7,0	0,6						
7	1,4	70,0	160,0	7,0	0,53						
8	1,6	90,0	170,0	9,0	0,6						
9	1,8	50,0	140,0	5,0	0,47						
10	2,0	80,0	120,0	8,0	0,4						
11	2,2	40,0	100,0	4,0	0,4						
12	2,4	10,0	70,0	1,0	0,2						
13	2,6	10,0	40,0	1,0	0,33						
14	2,8	20,0	70,0	2,0	0,33						
15	3,0	60,0	110,0	6,0	0,67						
16	3,2	120,0	220,0	12,0	0,99						
17	3,4	130,0	270,0	13,0	0,93						
18	3,6	190,0	290,0	19,0	1,0						
19	3,8	180,0	330,0	18,0	1,2						
20	4,0	300,0	380,0	30,0	1,47						
21	4,2	150,0	370,0	15,0	1,4						
22	4,4	140,0	390,0	14,0	1,47						
23	4,6	250,0	470,0	25,0	1,93						
24	4,8	270,0	560,0	27,0	2,27						
25	5,0	290,0	620,0	29,0	2,4						
26	5,2	230,0	590,0	23,0	1,87						
27	5,4	220,0	500,0	22,0	1,93						
28	5,6	220,0	520,0	22,0	1,8						
29	5,8	180,0	450,0	18,0	1,4						
30	6,0	240,0	490,0	24,0	1,53						
31	6,2	310,0	540,0	31,0	2,13						
32	6,4	240,0	560,0	24,0	1,67						
33	6,6	210,0	460,0	21,0	1,37						
34	6,8	150,0	340,0	15,0	1,0						
35	7,0	160,0	310,0	16,0	1,27						
36	7,2	130,0	320,0	13,0	1,0						
37	7,4	150,0	300,0	15,0	0,87						
38	7,6	120,0	290,0	12,0	0,67						
39	7,8	180,0	280,0	18,0	1,47						
40	8,0	100,0	220,0	10,0	0,87						
41	8,2	160,0	290,0	16,0	1,4						
42	8,4	170,0	410,0	17,0	1,2						
43	8,6	190,0	330,0	19,0	1,07						
44	8,8	160,0	320,0	16,0	1,6						
45	9,0	270,0	510,0	27,0	1,87						
46	9,2	540,0	820,0	54,0	2,47						
47	9,4	330,0	700,0	33,0	2,13						
48	9,6	170,0	490,0	17,0	1,2						
49	9,8	120,0	300,0	12,0	0,93						



Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Turro (PG)			Quota(m)	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	Scala:	CPT 2
Penetrometro:	Pogoni TG 63/200				
Coordinate:					

**GRAFICO PROVA**

◀ ▶ Fatta ▶ ▶ Scarica



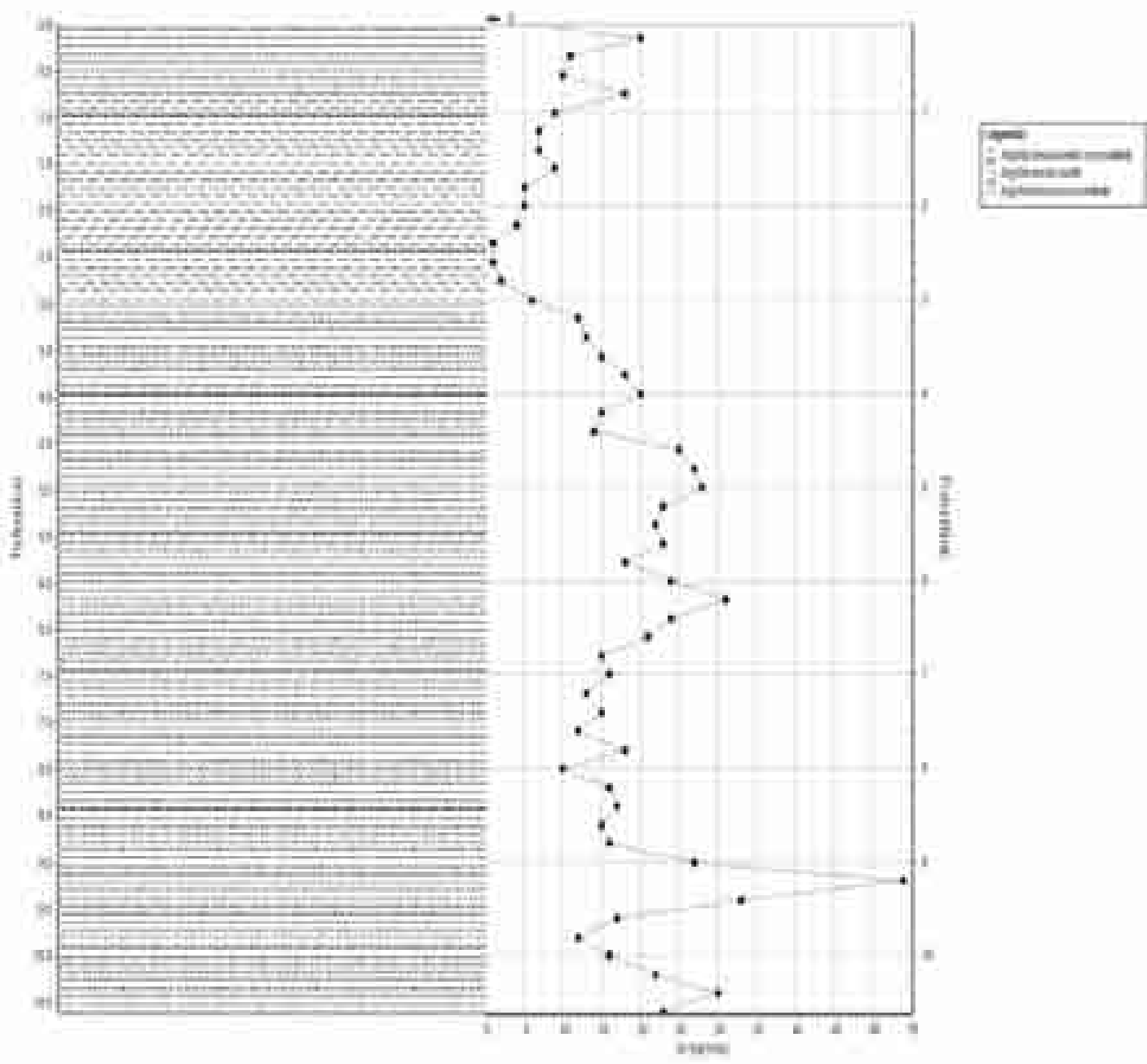




**Geo Probing** a Processo Recettivo  
 Sede: Strada 10 - Ponte Valcorona 16 - 01138 Roma Valcorona (PR)  
 Cell. 347 842022 - Urban. 076 801139  
 e-mail: [geo@geoprobing.it](mailto:geo@geoprobing.it) - [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m):	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	SIGN:	CPT-2
Penetriometro:	Pagani TG-63/200				
Coordinate:					

**COLONNA STRATIGRAFICA**











## Geo Probing - Pivotal Solution

Sede Di Perugia - P.le Libertatori, 46 - 06128 Roma (Italia) (IT)  
Cod. 047 8934222 - Office: 075 9551998  
E-mail: [marketing@geoprobing.it](mailto:marketing@geoprobing.it) - Web: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

pag. 1

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m)	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	Segni:	CPT 2
Penetrometro:	Pagani TG 63/200				

Coordinate:	
-------------	--

### PARAMETRI GEOTECNICI: LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO

Segno	Descrizione	Segno	Descrizione
DAM	Danzonoff-Witchell	M&P	Meyne & Pouchen
Mey	Meyerhof		
Copert	Copert		
Kp	Koppelman		
DeBeer	De Beer		
Sch-af	Schwartzman - sabbie fini		
Sch-m	Schwartzman - sabbie medie		
Sch-g	Schwartzman - sabbie grossolane		
Sch-gh	Schwartzman - ghiaie		
Serie	Serie		
EAM	Kulhawy & Mayne		
Mw	Morchetti		
Mey2	Meyerhof 2		
Bellon-qf	Bellon - grandi ghiaie/feldspato		
Bellon-s	Bellon - grandi sabbie		
Bellon-g	Bellon - grandi ghiaie		
Hansen	Hansen		
Schm	Schwartzman		
Jen	Jenkinson et al.		
L&F	Ladd & Foote		
Meyne	Meyne		
L&E NC	Luna & Eslava - argilla NC		
L&E SC	Luna & Eslava - argilla SC		
Sgd	Sigoda		
Morin	Morin et al.		
Murray NC	Murray - sabbie NC		
Murray SC	Murray - sabbie SC		
Murray Sd	Murray - sabbie argillose		
Murray li	Murray - sabbie limose		
RAC	Robertson & Campanella		
M&G CL	Michell & Gardner - CL		
M&G SL	Michell & Gardner - SL		
M&G CH	Michell & Gardner - MH CH		
M&G OH	Michell & Gardner - CL OH		
I&T	Imai & Tanouchi		
B&S	Barnes & Stefan		
M&R	Meyne & Rie		
P&R	Parentini & Rigo		

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova CPT 2.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura

**CPT 3**



## Geo Probing - Puntata Belemann

Sede: Via Perugia - Ponte Velutano, 46 - 05133 Roma (RM) (IT)  
 Tel: 0478934222 - Office: 0759531988  
 E-mail: [info@geoprobing.it](mailto:info@geoprobing.it) - web: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m):	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	Segni:	CPT 3
Penetrometro:	Pagani TG 63/200				
Coordinate:					

### PROVA PENETROMETRICA STATICA (PUNTA BEGEMANN): TABELLA DATI

N°	f <sub>ref</sub> (m)	R <sub>p</sub> (kg)	R <sub>p</sub> -R <sub>0</sub> (kg)	q <sub>c</sub> (kg/cm²)	f <sub>s</sub> (kg/cm²)	N°	f <sub>ref</sub> (m)	R <sub>p</sub> (kg)	R <sub>p</sub> -R <sub>0</sub> (kg)	q <sub>c</sub> (kg/cm²)	f <sub>s</sub> (kg/cm²)
1	0,2	80,0	110,0	8,0	0,4	50	10,0	100,0	420,0	10,0	0,73
2	0,4	90,0	150,0	9,0	0,53	51	10,2	130,0	420,0	11,0	0,67
3	0,6	100,0	180,0	10,0	0,73	52	10,4	100,0	230,0	10,0	0,47
4	0,8	80,0	190,0	8,0	0,73	53	10,6	110,0	180,0	11,0	0,47
5	1,0	180,0	290,0	18,0	1,4						
6	1,2	50,0	290,0	8,0	0,67						
7	1,4	110,0	190,0	12,0	0,47						
8	1,6	30,0	100,0	3,0	0,53						
9	1,8	50,0	130,0	5,0	0,2						
10	2,0	30,0	60,0	3,0	0,27						
11	2,2	20,0	60,0	2,0	0,27						
12	2,4	20,0	60,0	2,0	0,33						
13	2,6	20,0	70,0	2,0	0,33						
14	2,8	20,0	70,0	2,0	0,47						
15	3,0	40,0	110,0	4,0	0,47						
16	3,2	120,0	190,0	12,0	0,67						
17	3,4	140,0	270,0	14,0	0,93						
18	3,6	180,0	290,0	18,0	1,2						
19	3,8	180,0	340,0	18,0	1,33						
20	4,0	210,0	410,0	21,0	1,6						
21	4,2	190,0	430,0	19,0	1,4						
22	4,4	180,0	390,0	18,0	1,33						
23	4,6	230,0	430,0	23,0	2,07						
24	4,8	210,0	520,0	21,0	1,6						
25	5,0	180,0	420,0	18,0	1,47						
26	5,2	220,0	440,0	22,0	1,47						
27	5,4	160,0	380,0	16,0	1,2						
28	5,6	210,0	390,0	21,0	1,13						
29	5,8	180,0	350,0	18,0	1,13						
30	6,0	140,0	310,0	14,0	1,0						
31	6,2	130,0	280,0	13,0	1,07						
32	6,4	80,0	240,0	8,0	0,6						
33	6,6	100,0	190,0	10,0	0,93						
34	6,8	160,0	300,0	16,0	0,67						
35	7,0	290,0	420,0	29,0	1,6						
36	7,2	230,0	470,0	23,0	1,47						
37	7,4	160,0	380,0	16,0	1,27						
38	7,6	140,0	330,0	14,0	1,07						
39	7,8	140,0	300,0	14,0	1,13						
40	8,0	280,0	400,0	28,0	1,67						
41	8,2	200,0	470,0	22,0	1,67						
42	8,4	270,0	520,0	27,0	1,93						
43	8,6	230,0	520,0	23,0	1,33						
44	8,8	290,0	490,0	29,0	1,67						
45	9,0	200,0	450,0	20,0	1,33						
46	9,2	160,0	360,0	16,0	1,0						
47	9,4	140,0	290,0	14,0	0,93						
48	9,6	140,0	280,0	14,0	0,93						
49	9,8	110,0	250,0	11,0	0,8						



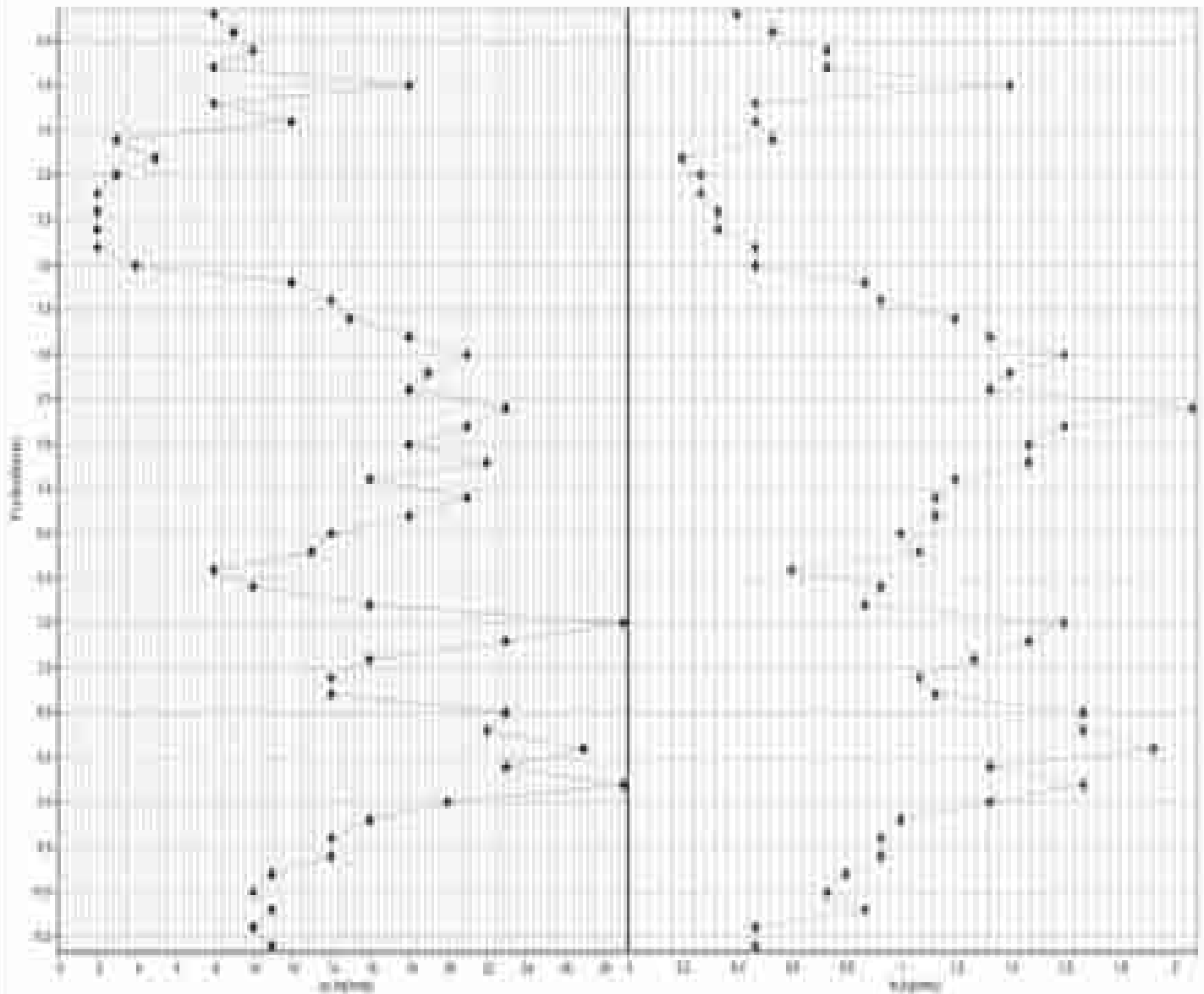
## Geo Probing a Penetrazione Resistiva

Via S. Rocco - Ponte Valcorona 16 - 01138 Roma Velutina (RM)  
Cod. 041 942022 - Urban. 075 001196  
e-mail: [GeoProbing@geoprobing.it](mailto:GeoProbing@geoprobing.it) - Tel. 06/58001111 - www.geoprobing.it

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m):	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	SIGN:	CPT 3
Penetrometro:	Pagani TG 63/200				
Coordinate:					

### GRAFICO PROVA

↳ Foto ↳ Report



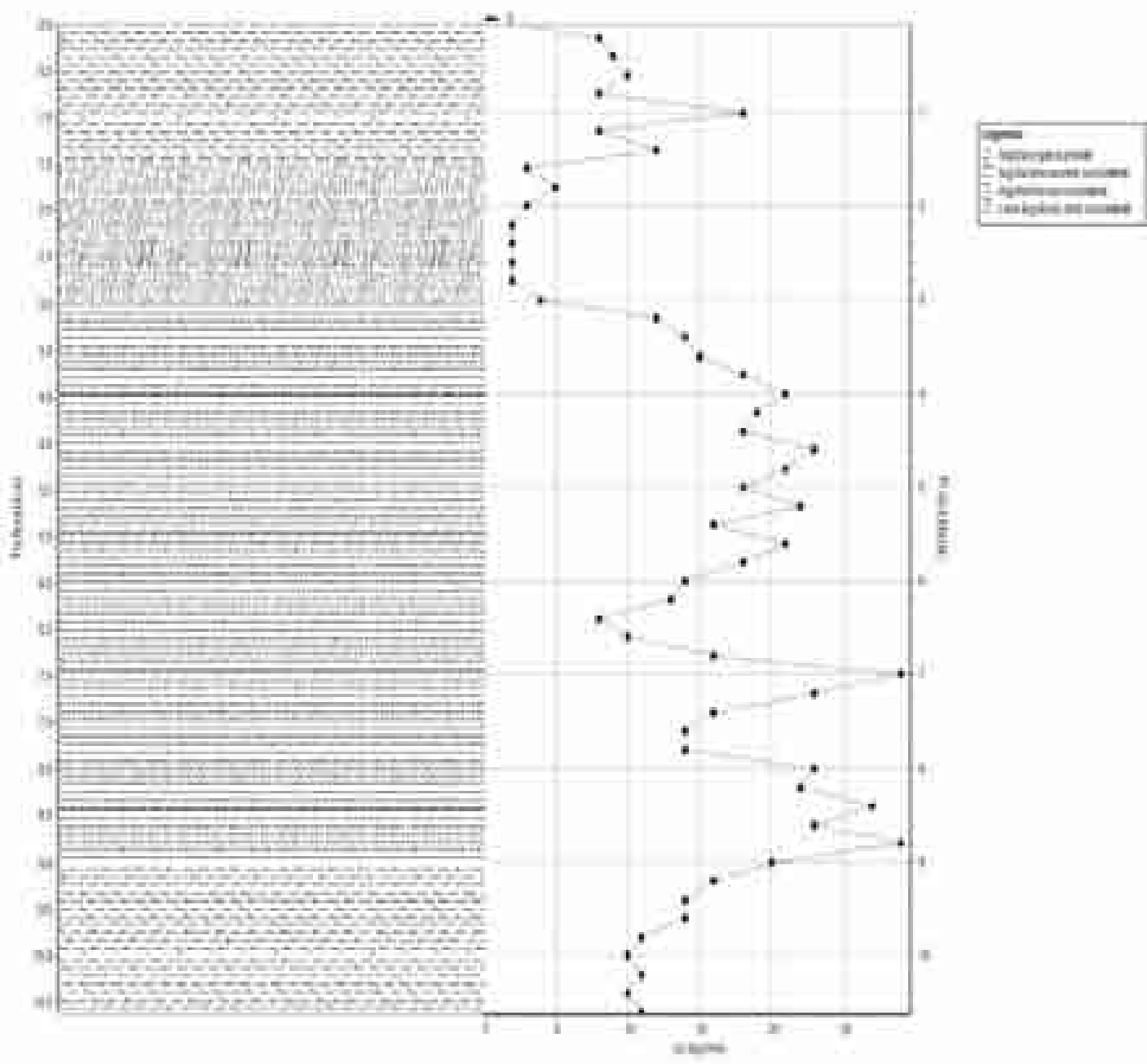




**Geo Probing** di Massimo Ricciuti  
 Sede: Strada 10 - Ponte Valcorona 16 - 01138 Roma Velutana (RM)  
 Cell. 347 842022 - Urban. 076 801139  
 e-mail: [GeoProbing@geoprobing.it](mailto:GeoProbing@geoprobing.it) - [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m):	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	SIGN:	CPT 3
Penetrometro:	Pagani TG-63/200				
Coordinate:					

**COLONNA STRATIGRAFICA**











## Geo Probing - Puntatori Scudini

Sede Di Perugia - P.zza Velutano, 46 - 06128 Roma (Italia) (PG)  
Cod. 047 8934222 - Office 075 9551988  
E-mail: [info@geoprobing.it](mailto:info@geoprobing.it) - web: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

pag. 1

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m)	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	Segni:	CPT 3
Penetrometro:	Pagani TG 63/200				
Coordinate:					

### PARAMETRI GEOTECNICI: LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO

Segno	Descrizione	Segno	Descrizione
DAM	Danzonoghe/Witchell	MMP	Meyne & Pouchen
Mey	Meyerhof		
Copert	Copert		
Kp	Koppelman		
DeBeer	De Beer		
Sch-af	Schwartzman - sabbie fini		
Sch-am	Schwartzman - sabbie medie		
Sch-ag	Schwartzman - sabbie grossolane		
Sch-gh	Schwartzman - ghiaie		
Serie	Serie		
EAM	Kulhawy & Mayne		
Nrc	Norchetti		
Mey2	Meyerhof 2		
Belfor-qf	Belfor - grandi ghiaie/feldspato		
Belfor-s	Belfor - grandi sabbie		
Belfor-g	Belfor - grandi ghiaie		
Hansen	Hansen		
Schm	Schwartzman		
Jen	Jenkinson et al.		
L&F	Ladd & Foote		
Meyne	Meyne		
L&E NC	Luna & Eslava - argilla NC		
L&E SC	Luna & Eslava - argilla SC		
Sgd	Sigoda		
Marr	Marr et Al.		
Murray NC	Murray - sabbie NC		
Murray SC	Murray - sabbie SC		
Murray Sd	Murray - sabbie argillose		
Murray li	Murray - sabbie limose		
RAC	Robertson & Campanella		
M&G CL	Michell & Gardner - CL		
M&G SL	Michell & Gardner - SL		
M&G CH	Michell & Gardner - MH CH		
M&G OH	Michell & Gardner - CL OH		
I&T	Imai & Tanouchi		
B&S	Barnes & Stefan		
M&R	Meyne & Rie		
P&R	Parentini & Ripoli		

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova CPT 3.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura

**CPT 4**



## Geo Probing - Puntata Begegnin

Sede: Via Perugia - Ponte Velutano, 46 - 05133 Roma (Italia) (PQ)  
 Cell: 347 8934222 - Office: 075 9531988  
 E-mail: [info@geoprobing.it](mailto:info@geoprobing.it) - web: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m):	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	Segni:	CPT 4
Penetrometro:	Pagani TG 63/200				
Coordinate:					

### PROVA PENETROMETRICA STATICA (PUNTA BEGEMANN): TABELLA DATI

N°	Prof (m)	Rs(kg)	Sp-Rs(kg)	qs(kg/cm²)	fs(kg/cm²)	N°	Prof (m)	Rs(kg)	Sp-Rs(kg)	qs(kg/cm²)	fs(kg/cm²)
1	0,2	130,0	190,0	13,0	0,8	50	10,0	150,0	380,0	15,0	1,8
2	0,4	240,0	340,0	24,0	1,6	51	10,2	160,0	370,0	16,0	1,93
3	0,6	190,0	430,0	19,0	1,73	52	10,4	180,0	340,0	11,0	1,13
4	0,8	270,0	530,0	27,0	1,8	53	10,6	120,0	290,0	12,0	1,13
5	1,0	430,0	700,0	43,0	2,4						
6	1,2	350,0	710,0	35,0	2,53						
7	1,4	300,0	580,0	30,0	2,33						
8	1,6	100,0	690,0	10,0	1,07						
9	1,8	90,0	250,0	9,0	0,87						
10	2,0	90,0	230,0	9,0	0,73						
11	2,2	70,0	180,0	7,0	0,67						
12	2,4	40,0	140,0	4,0	0,47						
13	2,6	40,0	110,0	4,0	0,4						
14	2,8	70,0	130,0	7,0	0,6						
15	3,0	80,0	170,0	8,0	0,73						
16	3,2	120,0	230,0	12,0	1,07						
17	3,4	150,0	310,0	15,0	1,0						
18	3,6	180,0	330,0	18,0	1,4						
19	3,8	110,0	320,0	11,0	0,87						
20	4,0	70,0	300,0	7,0	0,53						
21	4,2	70,0	190,0	7,0	0,8						
22	4,4	100,0	220,0	10,0	0,73						
23	4,6	210,0	320,0	21,0	1,27						
24	4,8	220,0	410,0	22,0	1,53						
25	5,0	240,0	470,0	24,0	1,73						
26	5,2	220,0	480,0	22,0	1,67						
27	5,4	500,0	450,0	20,0	1,87						
28	5,6	200,0	480,0	20,0	1,87						
29	5,8	180,0	470,0	18,0	2,4						
30	6,0	150,0	340,0	15,0	1,13						
31	6,2	160,0	330,0	16,0	1,13						
32	6,4	170,0	340,0	17,0	1,27						
33	6,6	230,0	420,0	23,0	1,47						
34	6,8	280,0	500,0	28,0	1,8						
35	7,0	230,0	490,0	23,0	1,93						
36	7,2	150,0	380,0	15,0	1,27						
37	7,4	100,0	290,0	10,0	1,0						
38	7,6	140,0	290,0	14,0	0,73						
39	7,8	170,0	280,0	17,0	1,2						
40	8,0	180,0	340,0	18,0	1,0						
41	8,2	170,0	320,0	17,0	1,13						
42	8,4	190,0	360,0	19,0	1,4						
43	8,6	170,0	580,0	17,0	1,93						
44	8,8	210,0	440,0	21,0	1,6						
45	9,0	290,0	490,0	25,0	1,73						
46	9,2	280,0	540,0	28,0	2,13						
47	9,4	270,0	590,0	27,0	1,67						
48	9,6	360,0	510,0	36,0	2,13						
49	9,8	190,0	510,0	19,0	1,53						



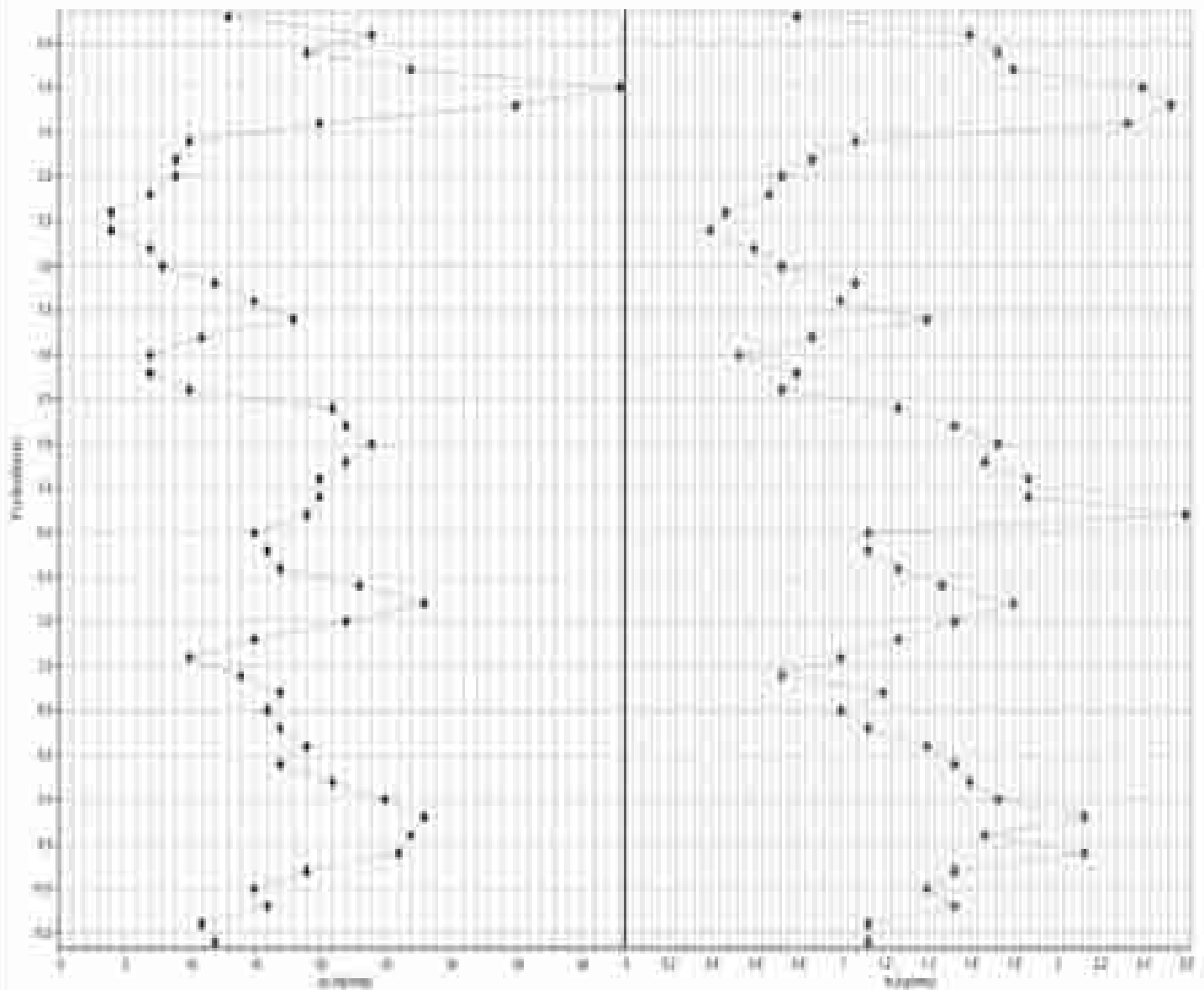
## Geo Probing a Penetrazione Resistiva

Via S. Paolo - Ponte Valcorona 16 - 01138 Roma Velutina (RM)  
Cod. 041 942022 - Urban. 075 001196  
e-mail: [GeoProbing@geoprobing.it](mailto:GeoProbing@geoprobing.it) - Tel. 0761 40001 - www.geoprobing.it

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m):	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	SIGN:	CPT-4
Penetriometro:	Pagani TG-63/200				
Coordinate:					

### GRAFICO PROVA

↳ Foto ↳ Report



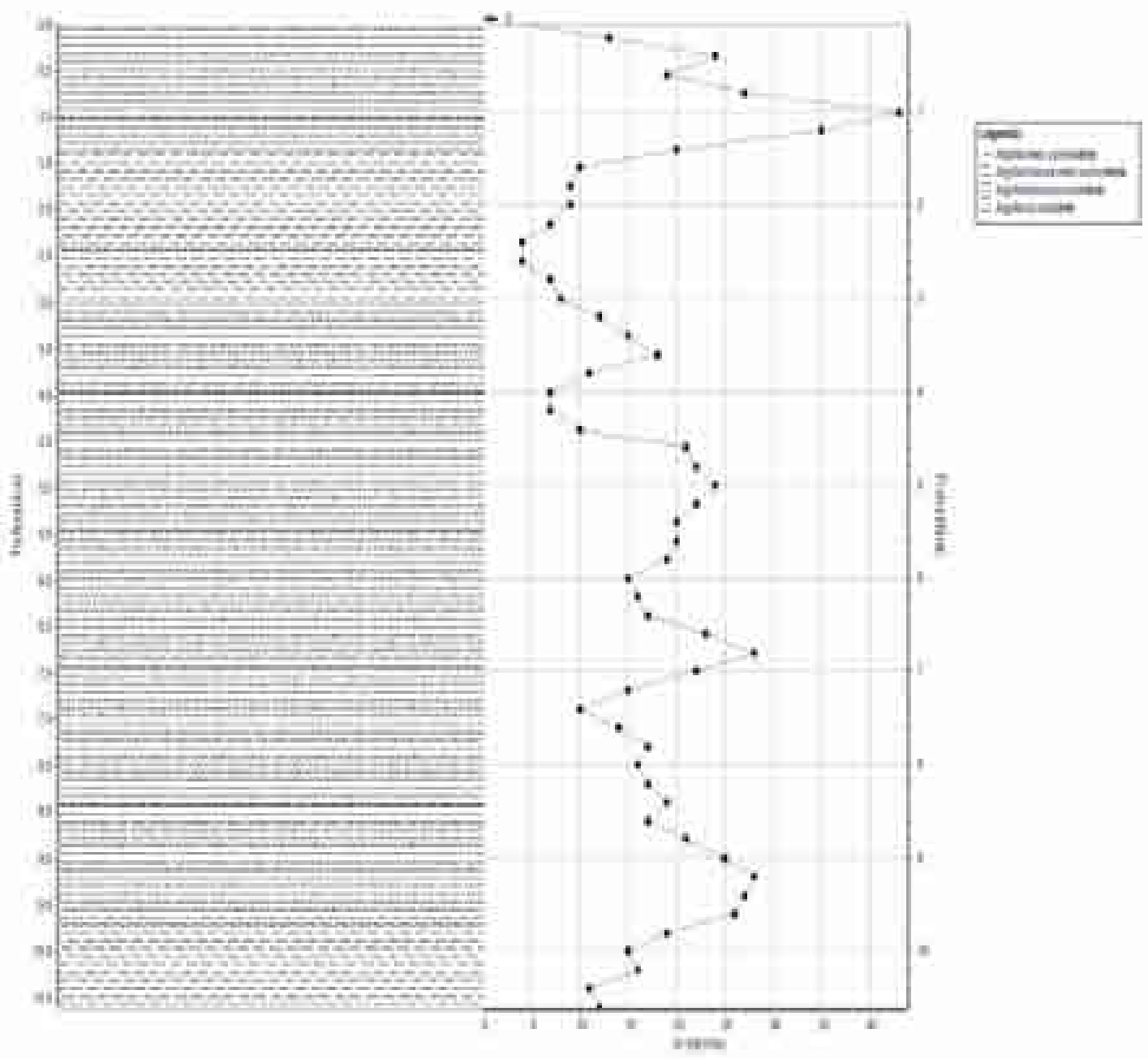




**Geo Probing** di Massimo Ricotti  
 Sede: Strada 10 - Ponte Valcorona 16 - 01138 Roma Velina (PR)  
 Cell. 347 842022 - Urban. 075 821139  
 e-mail: [geo@geoprobing.it](mailto:geo@geoprobing.it) - [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m):	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	SIGN:	CPT-4
Penetriometro:	Pagani TG-63/200				
Coordinate:					

**COLONNA STRATIGRAFICA**











## Geo Probing - Pivotal Solution

Sede Di Perugia - P.le Libertatori, 46 - 06128 Roma (Italia) (IT)  
Cod. 047 8934222 - Office: 075 9531988  
E-mail: [marketing@geoprobing.it](mailto:marketing@geoprobing.it) - web: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

pag. 1

Committente:	Edilizia Castellini S.r.l.				
Località:	Via Firenze - Comune di Tuoro (PG)			Quota(m)	
Data inizio:	25 ottobre 2022	Data fine:	25 ottobre 2022	Segni:	CPT 4
Penetrometro:	Pagani TG 63/200				
Coordinate:					

### PARAMETRI GEOTECNICI: LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO

Segno	Descrizione	Segno	Descrizione
DAM	Danzonoghe/Witchell	M&P	Meyne & Pouchen
Mey	Meyerhof		
Copert	Copert		
Kp	Koppelman		
DeBeer	De Beer		
Sch-af	Schwartzman - sabbie fini		
Sch-m	Schwartzman - sabbie medie		
Sch-g	Schwartzman - sabbie grossolane		
Sch-gh	Schwartzman - ghiaie		
Serie	Serie		
EAM	Kulhawy & Mayne		
Nrc	Norchetti		
Mey2	Meyerhof 2		
Belfor-qf	Belfor - grandi ghiaie/feldspato		
Belfor-s	Belfor - grandi sabbie		
Belfor-g	Belfor - grandi ghiaie		
Hansen	Hansen		
Schm	Schwartzman		
Jen	Jenkinson et al.		
L&F	Ladd & Foote		
Meyne	Meyne		
LABNC	Luna & Eslava - argilla NC		
LABSC	Luna & Eslava - argilla SC		
Sgd	Sigoda		
Mare	Mare et Al.		
MurrayNC	Murray - sabbie NC		
MurraySC	Murray - sabbie SC		
MurraySu	Murray - sabbie argillose		
Murrayli	Murray - sabbie limose		
RAC	Robertson & Campanella		
M&GCL	Michell & Gardner - CL		
M&GHL	Michell & Gardner - SL		
M&GMC	Michell & Gardner - MH CH		
M&GOC	Michell & Gardner - CL CH		
I&T	Imai & Tanouchi		
B&S	Barnes & Stefan		
M&R	Meyne & Rie		
P&P	Parentini & Ripa		

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova CPT 4.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura



## Geo Probing

di Francesco Accattini

Telefono cellulare: 347.6434222  
Sede: Strada Perugia - Ponte Valleceppi, n° 26  
00135 Ponte Valleceppi (PG)  
Telefono e Fax: 075.9631398  
e-mail: f.accattini@geoprobing.it  
PEC: f.accattini@pec.geoprobing.it  
sito internet: www.geoprobing.it

### INDAGINE SISMICA IN TECNICA MASW

- RELAZIONE TECNICA

- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Committente: Edilizia Castellini S.r.l.

Località: Via Firenze

Comune: Tuoro (PG)

Ponte Valleceppi, 25 ottobre 2022





## INDICE

<b><u>1. PREMESSA</u></b> .....	3
<b><u>2. METODOLOGIA INDAGINE SISMICA</u></b> .....	4
<b>2.1 SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE E SCHEMA DELLA PROVA SISMICA</b> .....	4
<b>2.2 TECNICHE DI INDAGINE</b> .....	5
2.2.1 TECNICA MASW.....	5
<b>2.3 APPROCCIO ANALITICO</b> .....	5
2.3.1 ANALISI MASW.....	5
<b><u>3. ELABORAZIONE PROVA SISMICA</u></b> .....	7
<b><u>4. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO</u></b> .....	8
4.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	8

### **Tavole:**

Tavola 1.....	Ubicazione delle indagini Foto satellitare Google Earth scala a vista
Tavola 2.....	Certificati indagini MASW

### **Allegati:**

Allegato 1.....	Specifiche tecniche strumentazione
-----------------	------------------------------------



Sede: Str. Perugia – Ponte Valleceppi, 96  
06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell: 347.6434222 – Tel e Fax: 075.5928321  
Web: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)  
e-mail: [info@geoprobing.it](mailto:info@geoprobing.it)

## **1. PREMESSA**

Su commissione della Ditta **Edilizia Castellini S.r.l.**, nell'ambito del progetto di realizzazione di una RSA ubicata in Via Firenze, nel comune di Tuoro (PG), è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche finalizzata alla caratterizzazione sismica del sito di progetto tramite la ricostruzione dei modelli sismostratigrafici del sottosuolo, secondo quanto stabilito nelle “Norme tecniche per le costruzioni” del D.M. del 17 gennaio 2018.

Nello specifico è stato svolto un profilo in tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).



## **2. METODOLOGIA INDAGINE SISMICA**

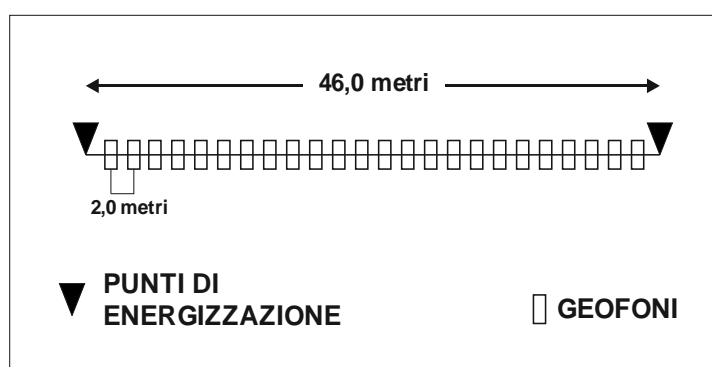
Le prospezioni sismiche vengono utilizzate nell'ambito dell'esplorazione del sottosuolo tramite lo studio della propagazione di onde elastiche generate o artificialmente mediante esplosioni controllate, vibrazioni indotte sul terreno con intensità e frequenza note, masse battenti di vario peso e tipologia o con sorgenti naturali.

Nel caso di sorgenti artificiali si parlerà di sismica attiva e rientrano in questa categoria le indagini di sismica a rifrazione, a riflessione, le indagini Masw, le Sasw e tutte le prove eseguite in foro (down-hole, cross-hole, up-hole) mentre nel caso di sorgenti naturali (*noise*) si parlerà di sismica passiva che comprendono le prove sismiche ReMi, Nakamura, Spac, Esac.

### **2.1 Specifiche tecniche di acquisizione e schema della prova sismica**

I sismogrammi sono stati acquisiti con un sismografo PASI 16S24 (mod.2007) con risoluzione di acquisizione 16bit (24bit con sovracampionamento e post processing) collegato tramite cavo a 24 geofoni verticali di tipo elettromagnetico a bobina mobile, con frequenza propria di 4.5 Hz.

È stata eseguita una serie di punti di energizzazione (shot) a distanze variabili dai geofoni G1 e G24, selezionando poi, in fase di elaborazione, lo shot che presentava la migliore qualità del segnale. Come sistema di energizzazione è stata utilizzata una mazza da 8 Kg che si è dimostrata in grado di fornire energia sufficiente allo scopo prefissato (Fig. 2.1).



**Fig.2.1 - Schema sismica a rifrazione e MASW**

Come sistema di trigger per fornire il tempo zero all'acquisitore, è stato utilizzato un geofono starter posto in corrispondenza della testa della mazza.





PROFILO	Tecnica di indagine	lunghezza stendimento (m)	distanza intergeofonica (m)	orientazione stendimento	durata acquisizione (s)	tempo di campionamento (ms)
<b>SM_01</b>	Sismica in tecnica MASW	46,00	2,00	NO - SE	1.0	0.500

## **2.2 Tecniche di indagine**

### 2.2.1 Tecnica Masw

L'indagine MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) è una tecnica investigativa che consente una ricostruzione della distribuzione della velocità delle onde S nel sottosuolo, permettendo di ricavare il parametro  $V_{s,eq}$  necessario per la classificazione dei suoli in base alle NTC 2018 che stabiliscono le nuove norme tecniche in materia di progettazione antisismica.

Per quanto concerne la fase di acquisizione del dato di campo, l'indagine MASW non è troppo diversa da una comune acquisizione per un'indagine di sismica a rifrazione, in quanto le onde di superficie sono facilmente generabili da una qualsiasi sorgente sismica quale ad esempio una mazza. L'acquisizione del dato prevede di effettuare uno stendimento di 24 geofoni (preferibilmente da 4,5 Hz) allineati con la sorgente ad una distanza intergeofonica variabile in base alle condizioni di sito e di energizzare in un solo punto (off set) con una sorgente ad impatto verticale, ad una distanza dal geofono più esterno anch'essa variabile in un range prestabilito. I sismogrammi così ottenuti vengono poi selezionati in fase di elaborazione, utilizzando solamente lo shoot che presenta la migliore qualità del segnale.

## **2.3 Approccio analitico**

### 2.3.1 Analisi Masw

Il profilo  $V_{s,eq}$  con il metodo MASW viene ricavato tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di superficie Rayleigh, che costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione P e onde di taglio verticali Sv. In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo e vengono definite pseudo-Rayleigh; la dispersione è una deformazione di un treno di onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza, le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo e presentano normalmente più elevate velocità di fase. Il calcolo del profilo di velocità delle



onde di Rayleigh,  $V(\text{fase})/\text{Frequenza}$ , viene quindi convertito nel profilo di  $V_s/\text{profondità}$ . La procedura utilizzata per la determinazione del profilo prevede quattro operazioni svolte in successione:

1. acquisizione delle onde superficiali (dati di campo);
2. determinazione dello spettro di velocità;
3. individuazione della curva di dispersione sullo spettro di velocità;
4. inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (soft computing) e rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

Resta comunque sottinteso che il calcolo algoritmico non prevede un risultato univoco ma una serie di risultati attendibili in un range di modelli validi e per tale motivo i dati finali possono presentare discordanze rispetto ai modelli ottenuti con altre tecniche di indagine sismica (down hole, cross hole, ecc). Il fit tra il modello calcolato con tecnica MASW e il modello ottenuto con altri metodi di indagine sismica è quindi funzione delle conoscenze geologiche di sito e per tale motivo la presenza di dati ricavati da indagini integrative (sondaggi, penetrometrie, ecc) permette di restringere il campo di incertezza, ottimizzando il modello finale.



### **3. ELABORAZIONE PROVA SISMICA**

L'elaborazione del profilo sismico Masw SM\_01 tramite la tecnica di inversione, ha permesso di ricostruire il seguente modello sismostratigrafico interpretativo valido per i terreni investigati che mostra la presenza di n. 5 orizzonti di velocità:

<b>STRATO</b>	<b>SPESSORE medio</b>	<b>VELOCITÀ Vs media</b>	<b>LITOLOGIA</b>	<b>CARATTERISTICHE FISICHE</b>
<b>1</b>	0,70 m	141 m/s	Terreni di riporto e/o eluvio colluviale	Scarsamente addensati
<b>2</b>	2,20 m	167 m/s	Terreni argillosi limosi	Scarsamente consistenti
<b>3</b>	2,80 m	203 m/s	Terreni argillosi limosi	Mediamente consistenti
<b>4</b>	5,10 m	238 m/s		
<b>5</b>	n.d.	394 m/s	Terreni argillosi	Consistenti

**Fig. 3 – Modello sismostratigrafico**

Dai dati sopra esposti si può quindi constatare un graduale aumento di velocità delle onde S con la profondità.

Ulteriori dettagli dei dati acquisiti sono esposti negli elaborati grafici delle tavole.



#### **4. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO**

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è quindi valutata da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

L'azione sismica così individuata viene poi variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

##### **4.1 Categoria di sottosuolo**

In base a quanto attualmente esposto delle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. 17 gennaio 2018, che aggiornano e sostituiscono il precedente D.M. del 14 gennaio 2008, è necessario determinare le azioni sismiche di progetto tramite specifiche analisi di sito o mediante un approccio semplificato che si basa sul calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s,eq}$ ) partendo dal piano di posa delle fondazioni.

Il valore di  $V_{s,eq}$  (in m/s) viene calcolato secondo la seguente espressione:

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

dove  $h_i$  e  $V_{s,i}$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti al di sopra del substrato sismico (con  $V_{s,i} > 800$  m/s), fino ad un  $H$  massimo di 30 m ( $V_{s30}$ ).

L'indagine sismica ha permesso quindi di ricostruire il seguente profilo sismostratigrafico necessario per il calcolo delle  $V_{s,eq}$ :

PROFILO MASW SM_01		
STRATO	SPESSORE medio ( $h_i$ )	VELOCITA' media ( $V_{s,i}$ )
1	0,70 m	141 m/s
2	2,20 m	167 m/s
3	2,80 m	203 m/s
4	5,10 m	238 m/s
5	19,20 m	394 m/s



Dai dati sopra elencati si evince l'assenza di un substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s) affiorante entro i primi 30.0 m di profondità e quindi, considerando in via cautelativa il piano di posa delle fondazioni coincidente con il piano campagna, sono stati ricavati i seguenti valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio riferiti ai primi 30 m di profondità ( $H = 30$  nella precedente espressione):

$$V_{s,eq} (30m) = 294 \text{ m/s}$$

Pertanto, sulla base di questo valore e secondo quanto stabilito dal DM del 17 gennaio 2018, è possibile assegnare al terreno di progetto la seguente categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

**Categoria di sottosuolo C** : Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

*Dott. Geol. Francesco Becattini*



Ponte Valleceppi, 25 ottobre 2022

# TAVOLA 1 - UBICAZIONE DELL'INDAGINE SISMICA

Foto aerea





Codice Certificato di prova: cas bari SM\_01

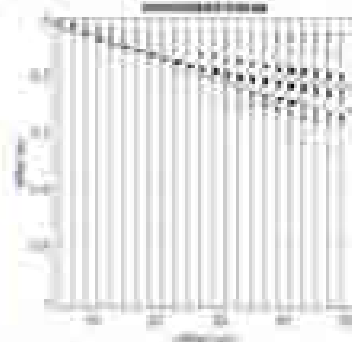
Indirizzo: Casale, Bari (Bari) - 70100

### SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

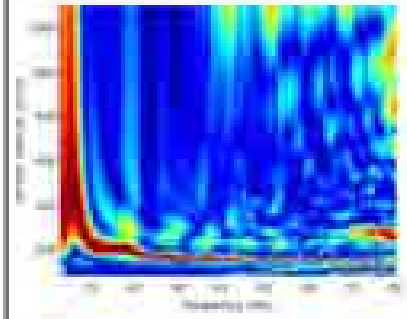
Profondità	50,00
Velocità	10,00
Profondità	10,00
Profondità	20,00
Profondità	30,00
Profondità	40,00
Profondità	50,00
Profondità	60,00
Profondità	70,00
Profondità	80,00
Profondità	90,00
Profondità	100,00
Profondità	110,00
Profondità	120,00
Profondità	130,00
Profondità	140,00
Profondità	150,00
Profondità	160,00
Profondità	170,00
Profondità	180,00
Profondità	190,00
Profondità	200,00



### SISMOGRAMMI



### SPETTRO

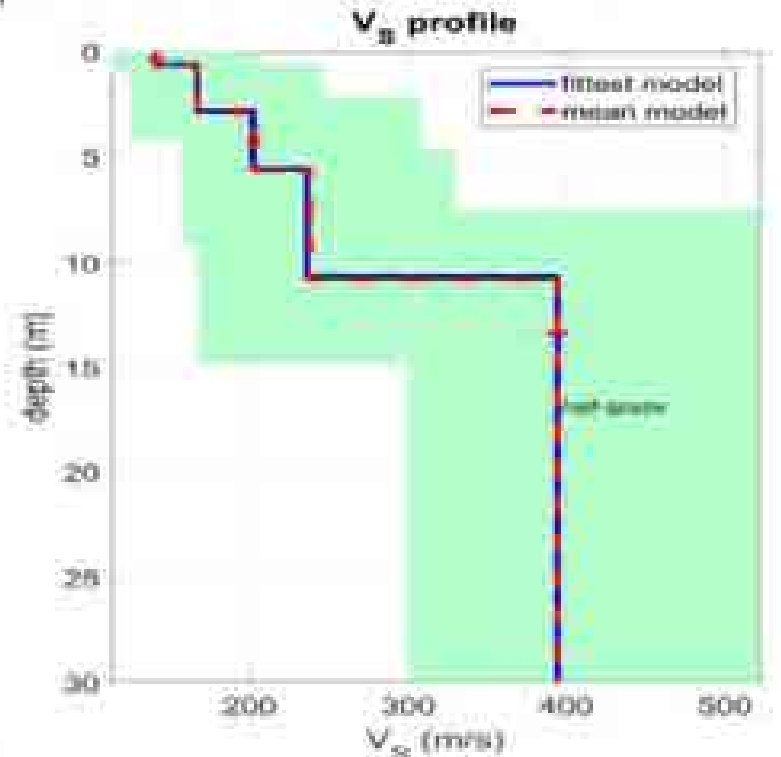


### DATI NUMERICI

Profondità (m)	Velocità (m/s)	...
0	100	...
1	150	...
2	200	...
3	250	...
4	300	...
5	350	...
6	400	...
7	450	...
8	480	...
9	500	...
10	520	...
11	540	...
12	560	...
13	580	...
14	600	...
15	620	...
16	640	...
17	660	...
18	680	...
19	700	...
20	720	...
21	740	...
22	760	...
23	780	...
24	800	...
25	820	...
26	840	...
27	860	...
28	880	...
29	900	...
30	920	...
31	940	...
32	960	...
33	980	...
34	1000	...
35	1020	...
36	1040	...
37	1060	...
38	1080	...
39	1100	...
40	1120	...
41	1140	...
42	1160	...
43	1180	...
44	1200	...
45	1220	...
46	1240	...
47	1260	...
48	1280	...
49	1300	...
50	1320	...

Profondità (m)	Velocità (m/s)
0	100
1	150
2	200
3	250
4	300
5	350
6	400
7	450
8	480
9	500
10	520
11	540
12	560
13	580
14	600
15	620
16	640
17	660
18	680
19	700
20	720
21	740
22	760
23	780
24	800
25	820
26	840
27	860
28	880
29	900
30	920
31	940
32	960
33	980
34	1000
35	1020
36	1040
37	1060
38	1080
39	1100
40	1120
41	1140
42	1160
43	1180
44	1200
45	1220
46	1240
47	1260
48	1280
49	1300
50	1320

### PROFILO DI VELOCITA' 1D V<sub>s</sub> (m/s)



## ALLEGATO 1 - SPECIFICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE

### SISMOGRAFO PASI mod. 16S24

Processore	Pentium 233MMX Intel
Trattamento dati	Floating Point 32-bit
Ambiente operativo	Windows 3.11
Interfaccia multilingue	Italiano, Inglese Francese Spagnolo, ecc...
Numero canali	<b>24</b>
Puntamento	VersaPoint Mouse
Display	VGA a colori in LCD-TFT 10.4"
Supporto di memorizzazione	<b>Hard-Disk 4.3 Gb</b>
Risoluzione di acquisizione	<b>16 bit (24 bit con sovracampionamento e post Processing)</b>
Stampante (opzionale)	Seiko DPU-411 thermal printer
Porte dati esterne	Rs232, stampante, tastiera
Sonde ambiente interne	Temperatura e umidità relativa
Protezioni interne	Termiche prevenzione e controllo surriscaldamenti (Warning sul display e blocco)
Compatibilità dati acquisiti	SEG-2
Connettori geofoni 1 o 2	Standard NK-27-21C
Alimentazione	12Vdc (batteria o alimentatore, opz.)
Allarme	Di batteria scarica
Temperatura Funzionamento	0°C - 55°C
Immagazzinaggio	- 55°C - 150°C
Umidità	5% - 90% non condensante
Dimensioni fisiche	(482.6 x 355.6 x 196.8 mm)
Peso	da 14 a 20 Kg
Durata acquisizione	32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 .... <b>16000,00 ms</b>
Tempi di campionamento	31, 62, 125, 250, 500, 1000, 2000 ms
Filtri in acquisizione e uscita:	
- <i>Passo alto</i>	25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 280, 400 Hz
- <i>Passo basso</i>	250, 500, 1000 Hz
- <i>Notch</i>	50, 60, 150, 180 Hz

### **FUNZIONI SPECIALI**

- Enhancement con/senza preview totale/parziale
- Marker per determinare posizione nel tempo dei punti video
- A.G.C.
- Delay
- Pre-trigger: 0 - 100 ms (step di 1 ms)
- Post-trigger: 0 - 16.000 ms (step di 1 ms)
- **Inversione di polarità**
- Noise-monitor con visualizzazione real time a cascata
- Visualizzazione vecchie acquisizioni (ordinate per ora e data)
- Visualizzazione in wiggle-trace o variable-area
- Funzione di determinazione risorse disponibili sullo strumento in funzione dello spazio libero su disco
- Trace-size automatica o manuale per ogni canale
- Le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento
- Massima acquisizione: 1.024.000 campioni/acquisizione
- Calibrazioni automatiche
- Doppia auto-taratura offset
- Taratura ingressi su tensioni di riferimento
- Taratura guadagno
- Massimo range di tensione in ingresso: +/- 5V



## **SPECIFICHE DI ACQUISIZIONE**

Risoluzione 16 Bit reali

Guadagno = 1 97 dB

Guadagno = 5 101 dB

Guadagno = 10 105 dB

Guadagno = 20 105 dB

Guadagno = 50 105 dB

Guadagno = 100 105 dB

Larghezza di Banda 5KHz (qualunque guadagno)

### **Rumore di sistema**

**GUADAGNO** RUMORE DI SISTEMA (Compreso quello di quantizzazione)

- da 2 a 10 0.6 LSBrms

- 20 0.7 LSBrms

- 50 1.1 LSBrms

- 100 2.0 LSBrms

## **GEOFONI**

**Sonde geofoniche da foro** n. 2 Geofoni triassiali 10 Hz collegati rigidamente a distanza di 1.0 m  
n. 1 geofono triassiale mod. GEOSTUFF. BHG-3 orientazione automatica

### **Geofoni verticali**

Quantità n. 25  
Marca OYO-Geospace  
Frequenza **14Hz**

### **Geofoni verticali**

Quantità n. 25  
Marca PASI CDJ - Z 4.5  
Frequenza **4.5 Hz**

### **Geofoni orizzontali**

Quantità n. 25  
Marca MARK  
Frequenza **14Hz**

### **Geofono starter**

## **ENERGIZZATORI**

### **Per onde P - SH**

Mazza da 8 Kg

Sistema a caduta libera con massa da 100 Kg

Sistema idraulico con massa accelerata semovente