

**COMUNE CRESPINA LORENZANA  
PISA**

**PIANO DI RECUPERO DI INIZIATIVA PRIVATA  
DENOMINATO “PDR N. 18” IN LOC. LAVORIA**

---

**RELAZIONE GEOLOGICA**

*(D.P.G.R. 30 GENNAIO 2020, N. 5/R E RELATIVE DIRETTIVE TECNICHE)*

COMMITTENTI:	SIG. D'ADDONA ANTONIO GIUSEPPE SIG. D'ADDONA SALVATORE SIG. D'ADDONA ANTONIO THOMAS
GEOLOGO:	DOTT. GEOL. SAMUELE MORANDI
DATA:	<i>GENNAIO 2024</i>

  
 IL GEOLOGO

Dr. Geol. Samuele Morandi  
*Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione  
Toscana con numero di riferimento 1478*

**Dott. SAMUELE MORANDI – Geologo**  
Via Bologna, 11 – 56025 Pontedera (Pisa)  
Tel. 338/4170741 e-mail: [morandisamuele@tiscali.it](mailto:morandisamuele@tiscali.it)

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO DI RECUPERO.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....</b>	<b>7</b>
3.1	Ubicazione .....	7
3.2	Inquadramento geologico e geomorfologico .....	7
3.3	Idrografia e Idrogeologia .....	8
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO.....</b>	<b>9</b>
4.1	Categorie del suolo di fondazione .....	11
4.2	Prova geofisica MASW .....	13
<b>5</b>	<b>ANALISI DEI VINCOLI SOVRAORDINATI .....</b>	<b>14</b>
5.1	Legge Regionale 24 luglio 2018, n. 41 – tutela dei corsi d’acqua.....	16
5.2	Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.).....	16
<b>6</b>	<b>CLASSIFICAZIONE DELL’AREA IN TERMINI DI PERICOLOSITÀ (SECONDO LE CARTOGRAFIE PRODOTTE A SUPPORTO DEL VIGENTE P.O. COMUNALE – 30/01/2020 N. 5/R – REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE DELL’ART. 104 DELLA L.R. 65/2014).....</b>	<b>18</b>
6.1	Carta della Pericolosità Geologica.....	18
6.2	Carta della Pericolosità da alluvioni .....	18
6.3	Carta delle aree a Pericolosità Sismica Locale .....	19
<b>7</b>	<b>STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO.....</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>CONDIZIONI DI FATTIBILITA’ PER LA REALIZZAZIONE DELL’INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO DI RECUPERO (D.P.G.R. 30/01/2020 N. 5/R – REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE DELL’ART. 104 DELLA L.R. 65/2014). .....</b>	<b>22</b>

<b>8.1</b>	<b>Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici .....</b>	<b>22</b>
<b>8.2</b>	<b>Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni .....</b>	<b>23</b>
<b>8.3</b>	<b>Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici .....</b>	<b>24</b>
<b>8.4</b>	<b>Considerazioni relative alla regimazione e smaltimento delle acque meteoriche e delle acque reflue per la condizione di progetto.....</b>	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>26</b>

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione si riferisce di uno studio geologico – tecnico finalizzato alla definizione dei **criteri generali di fattibilità** (D.P.G.R. 30 gennaio 2020 n. 5/R, D.G.R. 31/2020) relativi ad un Piano di Recupero di iniziativa privata denominato “PdR n. 18” nel territorio comunale di Crespina-Lorenzana, loc. Lavoria (vedi corografia di figura 1 allegata).

Il progetto urbanistico prevede la realizzazione di n. 3 fabbricati civili (all’interno della UMI n. 4) per una SUL massima di circa 187 mq; nella planimetria di figura 10 allegata viene riportata la disposizione dei nuovi fabbricati all’interno del comparto.

Il piano di lottizzazione prevede inoltre la realizzazione di un tratto di strada carrabile per l’accesso da sud ai singoli lotti (vedi planimetrie di figura 9 e 10 allegate) Per i particolari architettonici ed urbanistici relativi a tale progetto si rimanda comunque per esteso alle tavole di progetto redatte dall’Arch. Filippo Bacci.

Dopo un inquadramento di carattere geo-morfologico della zona di intervento e di un suo congruo intorno, viene illustrata la ricostruzione geo-stratigrafica dell’area di intervento resa possibile attraverso i risultati di una campagna geognostica condotta all’interno del comparto urbanistico. Nello specifico la campagna di indagine è stata eseguita attraverso:

- la realizzazione di **n. 2 prove penetrometriche di tipo statico** spinte ad una quota massima dal p.c. attuale di circa – 10.0 m;
- un’indagine sismica con tecnica MASW che ha permesso di individuare la **velocità media delle onde di taglio** nei primi 30 m di profondità e quindi stabilire la categoria sismica di suolo ai sensi del DM 17/01/18.

Si riporta, inoltre, l'inquadramento dell'area di intervento in termini di pericolosità sotto l'aspetto geologico, idraulico e sismico secondo le cartografie prodotte a supporto del vigente Piano Operativo Comunale; tali cartografie sono state redatte nel rispetto del vigente **D.P.G.R. 30 gennaio 2020 n. 5/R** e dalle relative **direttive tecniche** (D.G.R. 31/2020).

Conseguentemente si è proceduto alla definizione dei **criteri generali di fattibilità** per gli interventi di trasformazione, prescrivendo i più idonei criteri di intervento per la realizzazione degli interventi previsti dal progetto urbanistico.

## **2 INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO DI RECUPERO**

Il progetto urbanistico si sviluppa su una superficie territoriale complessiva di 11.100 mq; gli standard urbanistici risultano i seguenti:

### **Edificio esistente**

- |                    |             |
|--------------------|-------------|
| ○ SUL esistente    | 375,84 mq   |
| ○ Volume esistente | 1.314,87 mc |

### **Nuovi edifici**

- |   |              |
|---|--------------|
| ○ SUL massima complessiva                                   | 375,84 mq    |
| ○ Volume massimo complessivo                                | 1.314,87 mc  |
| ○ Destinazione d'uso  | residenziale |
| ○ Numero massimo unità immobiliari                          | 6            |
| ○ Altezza massima edifici                                   | 8,50 m       |
| ○ Possibilità di realizzare piani seminterrati e sottotetti | SI           |

Sono identificate n. 4 Unità Minime di Intervento (vedi planimetria di figura 9): due oggetto di semplice riqualificazione ambientale senza interventi di

natura urbanistico-edilizia (UMI 1 e UMI 3) e due oggetto di intervento di natura urbanistico-edilizia (UMI 2 e UMI 4):

### **UMI 1**

Superficie 2.385,00 mq

### **UMI 2**

Superficie 2.862,00 mq  
Numero massimo di unità immobiliari 3  
SUL massima complessiva dei nuovi edifici 187,92 mq  
Volume massimo complessivo dei nuovi edifici 657,44 mc

#### **NOTA**

Come detto in premessa, la UMI 2 ha visto effettuarsi un intervento urbanistico-edilizio, posto in essere in forza al Permesso di Costruire n. 28/2016 – P.E. n. 35/2016.

Tale intervento ha determinato la seguente condizione dei parametri di riferimento come segue:

#### *Parametri utilizzati:*

Numero di unità immobiliari 1  
SUL edificata 119,70 mq  
Volume edificato 323,19 mc

#### *Parametri residui:*

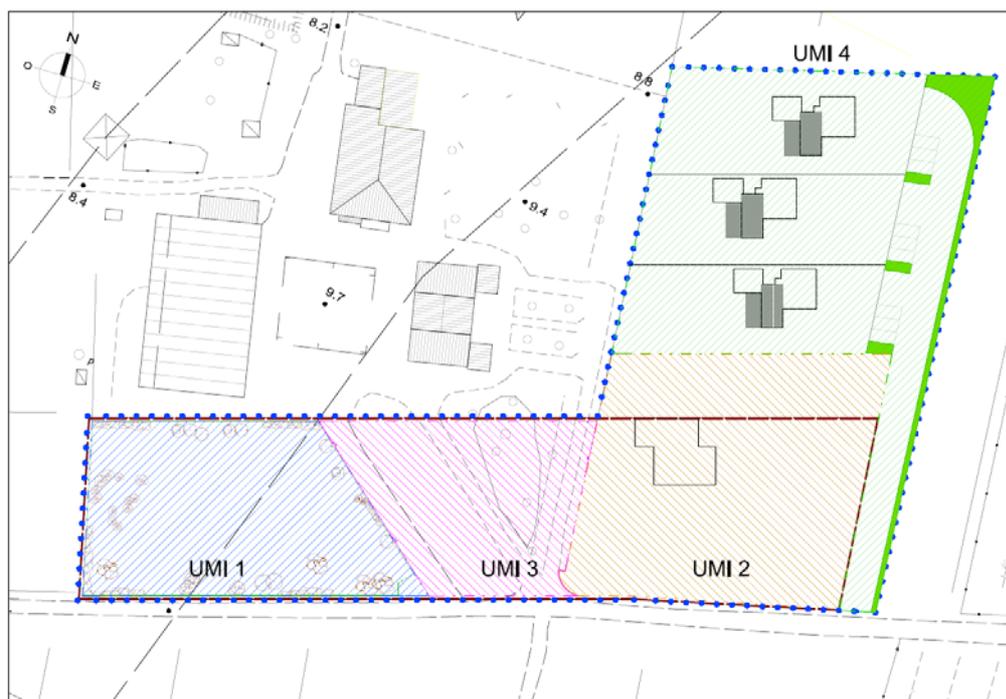
Numero massimo di unità immobiliari 2  
SUL massima complessiva 68,22 mq  
Volume massimo complessivo dei nuovi edifici 334,25 mc

### **UMI 3**

Superficie 1.732,00 mq

#### **UMI 4**

Superficie	4.121,00 mq
Numero massimo di unità immobiliari	3
SUL massima complessiva dei nuovi edifici	187,92 mq
Volume massimo complessivo dei nuovi edifici	657,44 mc



**Figura I** – Planimetria generale P.d.R. (Variante)

Per i particolari urbanistici relativi a tale progetto urbanistico si rimanda comunque per esteso alle tavole di progetto redatte dall'Arch. Filippo Bacci.

### **3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**

#### **3.1 Ubicazione**

L'area oggetto di intervento si colloca all'interno dell'ex territorio comunale di Crespina, in loc. Lavoria in una porzione di territorio pianeggiante compreso ad ovest dal Torrente Orcina e ad est dalla S.P.31 (vedi corografia di figura 1 allegata). Tale area presenta una conformazione morfologica pressoché pianeggiante con quote assolute sul livello medio marino di circa 9.0 m.

#### **3.2 Inquadramento geologico e geomorfologico**

L'area interessata dal comparto urbanistico si trova in una zona pianeggiante dove non si ravvisano segni o indizi di instabilità morfologica che possano influenzare, o essere influenzate, dagli interventi in progetto.

Dal punto di vista strettamente geologico, nell'area di indagine affiorano i depositi quaternari delle Sabbie e Limi di Vicarello costituiti essenzialmente da sabbie debolmente limose all'interno delle quali talvolta si rilevano letti discontinui di conglomerati plurimillimetrici. L'ambiente di sedimentazione di questa formazione è essenzialmente eolico-palustra e di piana di esondazione fluviale ed è attribuibile al Pleistocene superiore. L'azione dei corsi d'acqua principali ha solcato tali sedimenti, che oggi affiorano in aree, come quella in esame, debolmente sopraelevate rispetto alle aree alluvionali (vedi figura 2). Sia ad est che ad ovest rispetto all'area di intervento tale formazione risulta coperta dai depositi alluvionali recenti attribuibili agli eventi di esondazione del Torrente Orcina.

La stratigrafia di dettaglio, è stata comunque accertata in sito tramite l'esecuzione di **n°2 prove penetrometriche di tipo statico (CPT1 e CPT2)** spinte ad una profondità dal p.c. di circa 10.0 m la cui ubicazione è riportata

nelle planimetrie di figura 9 e 10 allegate. In allegato 1 vengono riportati gli elaborati relativi alle prove eseguite.

Come mostrato nella sezione di figura 11 la stratigrafia nell'area di sedime dei nuovi fabbricati in progetto è costituita, al di sotto di uno strato superficiale di suolo agrario, da terreni prevalentemente coesivi molto compatti caratterizzato da valori di resistenza media alla punta "qc" e resistenza laterale "Fs" rispettivamente di 60 e 5.5 Kg/cm<sup>2</sup> (vedi allegato 1).

Tale livello è stato intercettato sino alla quota di - 4.60 m dal p.c. in corrispondenza della verticale di prova CPT1 e si assottiglia in direzione nord dove in corrispondenza della verticale CPT2 è stato rilevato sino ad una profondità di circa - 3.20 m dal p.c. attuale.

Al di sotto di tale livello prevalgono terreni granulari (sabbie limose) in cui i test penetrometrici hanno registrato valori medi di resistenza alla punta "qc" e resistenza laterale "Fs" rispettivamente di 29.0 e 1.2 Kg/cm<sup>2</sup> (vedi allegato 1).

In figura 11 viene riportato il modello geologico ricostruito per il piano di imposta dei fabbricati in progetto.

### **3.3 Idrografia e Idrogeologia**

Allo stato attuale le acque meteoriche dal comparto in esame risultano regimate da una serie di scoline facenti capo ad una fossa principale che delimita ad est i lotti di progetto (vedi planimetria di figura 12).

Il reticolo idrografico della zona fa capo ad est al Torrente Orcina affluente sinistro del Canale Scolmatore.

Sotto il profilo idrogeologico siamo in presenza di una formazione caratterizzata da un grado di permeabilità medio-basso funzione comunque del grado di addensamento dei depositi.

La zona risulta comunque interessata dalla presenza di una falda freatica che interessa i depositi sabbioso limosi intercettati al di sotto dei 3.0 m di profondità; il livello piezometrico si attesta a profondità di circa - 3.5/4.0 m rispetto alle quote media del p.c. naturale.

#### 4 INQUADRAMENTO SISMICO

Il territorio del Comune di **Crespina-Lorenzana**, classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982, in seguito all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 e successivamente con Deliberazione GRT n. 878 del 8 Ottobre 2012 della Regione Toscana, viene inserito nella **zona sismica 3** alla quale corrisponde un'accelerazione di picco orizzontale del suolo  $a_g$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, di **0.15 $a_g$ /g**.

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi "stati limite" presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di intervento, che rappresenta l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo, in un detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. In base a quanto riportato nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "*periodo di riferimento*"  $V_R$ , legato alla "*vita nominale*" dell'edificio in progetto  $V_N$  ( $V_R = V_N \times C_u$  dove  $C_u$  è il coefficiente d'uso legato alla categoria dell'edificio), e la probabilità è denominata "*probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento*"  $P_{VR}$ .

Per descrivere la pericolosità sismica in un generico sito con un livello di precisione sufficiente, sia in termini geografici che in termini temporali, i risultati dello studio di pericolosità sismica devono essere forniti:

- a) in corrispondenza dei punti di un reticolo ("reticolo di riferimento") i cui nodi, individuati in termini di latitudine e longitudine, debbono distare di un passo  $\leq 0,05^\circ$ ;
- b) per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadendo in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;
- c) in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sottosuolo rigido affiorante.

In particolare, i caratteri del moto sismico sul sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica  $P_{VR}$ .

**$a_g$**  = accelerazione massima al sito;

**Fo** = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

**TC\*** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore di  $a_g$  viene desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dall' INGV, mentre Fo e TC\* vengono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti

dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tenere conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e della morfologia di superficie (con la determinazione della categoria di sottosuolo specifica del sito e dei coefficienti di amplificazione topografica  $S_T$  e stratigrafica  $S_s$ ).

#### 4.1 Categorie del suolo di fondazione

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

La classificazione deve riguardare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento, (*bedrock*) ovvero quelli presenti ad una profondità commisurata all'estensione ed all'importanza dell'opera.

Sulla base di quanto riportato nelle "*Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M. 17/01/18)*" i terreni possono essere classificati sulla base del valore di  $V_{s30}$  (velocità media delle onde sismiche di taglio) ed in base a tale grandezza si identificano le seguenti categorie del suolo di fondazione (Tabella 3.2.II – categorie di sottosuolo):

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3,0 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m</i> , 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.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 1 - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato (NTC-18).

La velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s\ 30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $< 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori.

In questa fase di studio preliminare per la fattibilità degli interventi previsti dal piano di recupero, per l'individuazione della categoria di suolo e quindi per l'individuazione del parametro  $V_{s30}$  è stata appositamente eseguita in sito **un'indagine sismica con tecnica MASW** (Multichannel Analysis of Surface Waves) basata sull'analisi spettrale delle onde sismiche superficiali (onde Raylight). Nel capitolo successivo vengono riportati i risultati ottenuti con tale indagine.

## 4.2 Prova geofisica MASW

Tale indagine è stata eseguita attraverso l'esecuzione di n. 1 profilo sismico la cui ubicazione è riportata nelle planimetrie di figure 9 e 10 allegate alla presente relazione.

La tecnica MASW consiste nella registrazione simultanea di più ricevitori (minimo 12) di una vibrazione prodotta da una sorgente sismica impulsiva posta ad una data distanza dal primo ricevitore. Tale tecnica, attraverso la registrazione delle modalità di propagazione delle onde superficiali (Onde di Rayleigh) permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio Sv lungo un profilo verticale.

L'indagine realizzata è stata condotta mediante uno stendimento sismico costituito da 24 geofoni allineati e separati tra loro da una distanza intergeofonica costante di 1.5 m.

Il sismografo utilizzato è stato attrezzato con 12 canali a 16 bit, collegati a 12 geofoni verticali da 4,5 Hz, mentre, per l'energizzazione è stata utilizzata una massa di 4.0 kg battente perpendicolarmente al terreno. La lunghezza complessiva dello stendimento, fra il primo e l'ultimo geofono, è stata quindi di 34.5 m e sono state eseguite due energizzazioni disposte rispettivamente a 2.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono, in modo da ottenere due profili 1 – D da poter confrontare.

L'elaborazione dei sismogrammi acquisiti è stata effettuata mediante software "MASW 2.0.0.9" (software per la determinazione dello spettro di velocità e l'inversione della curva di dispersione sperimentale secondo il metodo MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves).

Nella tabella seguente vengono riassunte le caratteristiche adottate per l'indagine MASW realizzate in sito:

N. GEOFONI	<b>24</b>
DISTANZA INTERGEOFONICA	<b>1.5 m</b>
LUNGHEZZA COMPLESSIVA STENDIMENTO	<b>34.5 m</b>
N. PUNTI DI SCOPPIO	<b>2</b>
OFF SET SCOPPI	<b>2 m</b>
TIPO DI ENERGIZZAZIONE	<b>Mazza battente da 4.0 Kg</b>
TEMPO DI ACQUISIZIONE	<b>2 sec.</b>
INTERVALLO DI CAMPIONAMENTO	<b>4000 Hz</b>

Tabella 2 – caratteristiche adottate per le indagini MASW

Tale indagine ha individuato un valore medio di **Vs<sub>30</sub> di 270 m/s** al quale corrisponde un suolo di **classe 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*).

In allegato 2 vengono riportati gli elaborati relativi all'indagine MASW effettuata.

## 5 ANALISI DEI VINCOLI SOVRAORDINATI

Si riporta di seguito l'analisi della vincolistica di legge vigente per l'area interessata dal progetto urbanistico.

- **PIT con valenza di Piano Paesaggistico** - Vincolo Paesaggistico: l'area in cui è previsto l'intervento urbanistico NON ricade tra le aree soggette a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.lgs 42/2004 e s.m.i. lett. c).
- **Immobili ed aree di notevole interesse pubblico**: dalla cartografia del PIT si evince che la zona oggetto di intervento non risulta soggetta alle prescrizioni del D.lgs. 42/2004 art.136.

- **Vincolo idrogeologico:** Secondo la cartografia consultabile dalla cartoteca della Regione Toscana, l'area interessata dall'intervento **non** ricade in zona sottoposte a vincolo idrogeologico (Regio Decreto 3267/1923) o perimetrata come boscate.
- **Aree protette e siti di Natura 2000:** l'area interessata dall'intervento in progetto **non** risulta inserita nella rete "natura 2000". Il progetto in esame non risulta quindi sottoposto a Valutazione di Incidenza Ambientale.

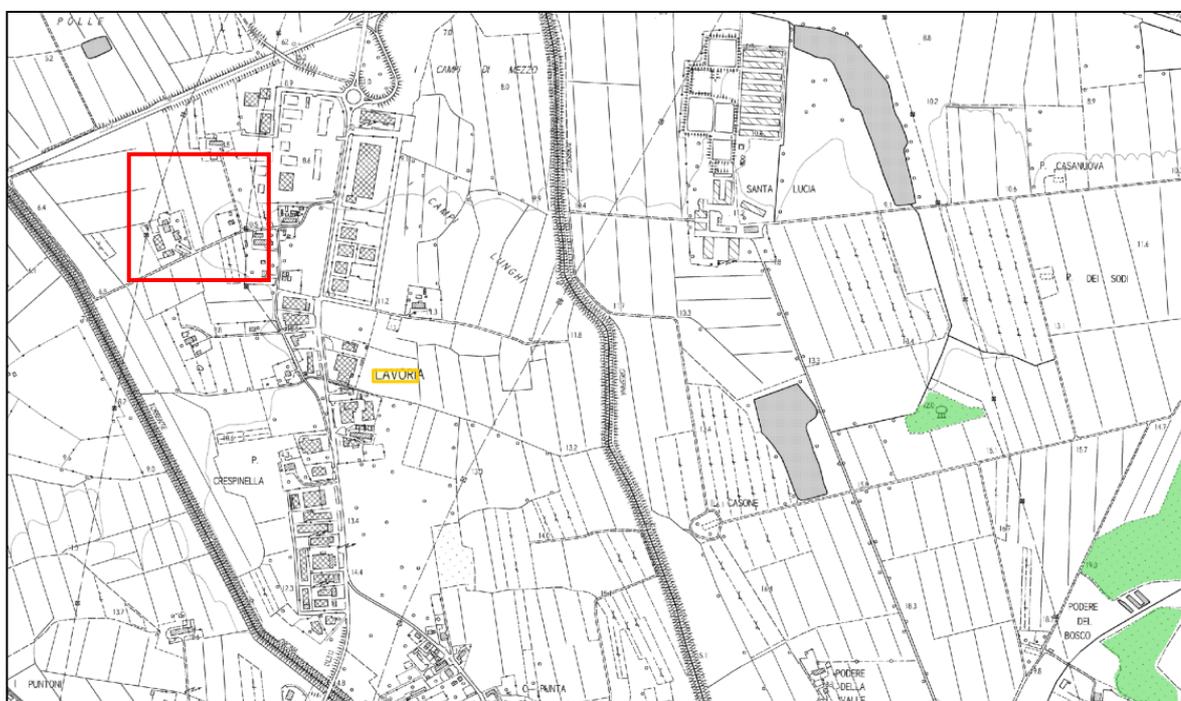


Figura II – cartografia PIT con valenza di piano paesaggistico.

#### Immobili ed aree di notevole interesse pubblico (aggiornamento DCR 82/2022)

 Immobili ed aree di notevole interesse pubblico

#### Aree tutelate

 Lett. b)

#### Specchi di acqua con perimetro maggiore di 500m

 Specchi d'acqua

#### Aree tutelate

 Lett. c)

 Lett. d)

 Lett. e)

#### Aree tutelate (aggiornamento DCR 93/2018)

 Zone boscate; Zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea;  
Strade in aree boscate

## 5.1 Legge Regionale 24 luglio 2018, n. 41 – tutela dei corsi d’acqua

Relativamente alla tutela dei corsi d’acqua si precisa che gli interventi previsti dal presente piano di recupero **non** interesseranno la fascia di larghezza di dieci metri rispetto al ciglio di sponda dei corsi d’acqua del reticolo idrografico di cui all’art. 22, comma 2, lettera e) della legge regionale 27 dicembre 2012, n. 79 (disciplina in materia di consorzi di bonifica).

**Gli interventi in progetto non risultano quindi sottoposti alle prescrizioni ed ai vincoli imposti all’art. 3 dalla L.R. 24 luglio 2018 n. 41.**

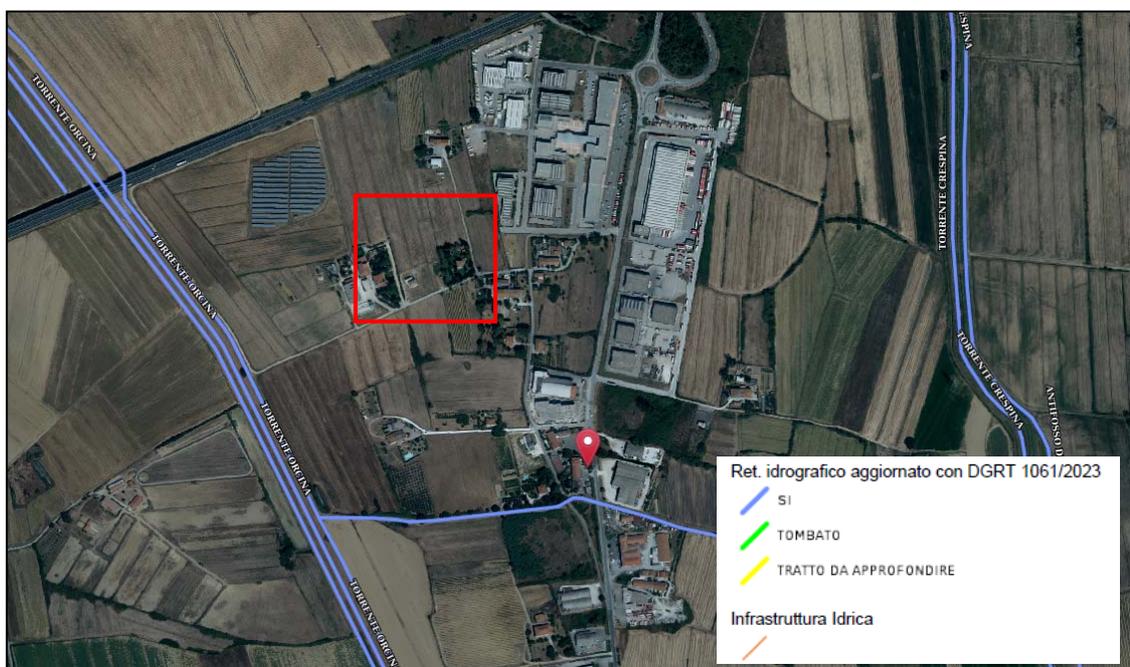


Figura III – Reticolo Idrografico e di gestione aggiornato con DGRT 1061/2023.

## 5.2 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)

In seguito alla consultazione delle mappe di piano e rischio di alluvioni predisposte per il **P.G.R.A. del bacino dell’Arno**, nel Distretto idrografico dell’Appennino Settentrionale, individuato nell’ art. 64 del D.L. 152/2006, è stato possibile constatare che l’area d’indagine risulta inserita in una zona

contrassegnata da **classe di pericolosità da alluvione rare P1**, corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 200 anni (vedi figura 8 allegata).

---

Dall'analisi generale del quadro normativo l'area interessata dal presente progetto non risulta soggetta a particolari vincoli urbanistici che, a parere dello scrivente, possano impedire la realizzazione dell'intervento previsto. **La zona che sarà interessata dalla realizzazione dei nuovi fabbricati ad uso civile, infatti, non è inserita nelle zone a vincolo Idrogeologico e Paesaggistico e non presenta criticità relativamente ad aspetti geologici ed idraulici.**

## **6 CLASSIFICAZIONE DELL'AREA IN TERMINI DI PERICOLOSITÀ (SECONDO LE CARTOGRAFIE PRODOTTE A SUPPORTO DEL VIGENTE P.O. COMUNALE – 30/01/2020 n. 5/R – regolamento di attuazione dell'art. 104 della L.R. 65/2014)**

Come previsto dal D.P.G.R. 30 gennaio 2020, n. 5/R, si riportano di seguito le cartografie redatte a supporto del vigente Piano Operativo Comunale che illustrano la pericolosità e quindi la fattibilità degli interventi per l'area in esame secondo i criteri dettati dal D.P.G.R. stesso. In particolare, si riporta la classificazione dell'area in termini di pericolosità geologica, idraulica e sismica. Nei paragrafi seguenti vengono riportate le varie classificazioni.

### **6.1 Carta della Pericolosità Geologica**

In relazione alla perimetrazione della pericolosità geologica, l'area interessata dagli interventi in progetto rientra in **classe 2 - pericolosità media** (vedi figura 3); aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi, aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

### **6.2 Carta della Pericolosità da alluvioni**

In relazione alla perimetrazione della **Pericolosità da alluvioni** si osserva che il comparto oggetto di intervento rientra all'interno della classe **di pericolosità idraulica P1** (alluvioni rare) comprendente le aree interessate da allagamenti per  $T_r > 200$  anni (vedi figura 7). Alla luce di tale grado di pericolosità idraulica l'intervento urbanistico in esame **non** risulta sottoposto alle prescrizioni ed ai vincoli imposti dalla L.R. 41/2018.

Tale classificazione risulta conforme a quanto riportato sul P.G.R.A. dell'Autorità di Bacino distrettuale dell'appennino settentrionale (vedi figura 8).

### 6.3 Carta delle aree a Pericolosità Sismica Locale

Per la definizione della classe di pericolosità del comparto urbanistico è stato fatto riferimento ai risultati dello studio di **microzonazione sismica di livello 2** realizzato dall'Amm.ne comunale nell'abito dell'aggiornamento dei propri strumenti urbanistici.

A seguito dei risultati ottenuti con tale studio viene attribuita al comparto in esame una **classe di pericolosità sismica locale elevata (S3)** in quanto individuata tra quelle caratterizzate da possibili fenomeni di amplificazione per effetti stratigrafici. Al comparto in esame è stato inoltre assegnata una classe di rischio medio-basso.

La carta delle MOPS (microzone omogenee in prospettiva sismica – vedi figura 6) inserisce l'area oggetto del presente intervento nella microzona 13 che si riferisce ad un'area nella zona di Lavoria, in cui affiora la Formazione delle Sabbie e Limi di Vicarello al di sopra di un orizzonte ghiaioso. Le misure HVSR hanno evidenziato contrasti di impedenza sismica per frequenze di circa 2Hz, con valori di Vs30 di 205 m/s (più in generale 200-260m/s).

## 7 STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Come già accennato precedentemente, ai fini della caratterizzazione specifica dei terreni presenti nell'area in esame, in questa fase preliminare di fattibilità geologica, sono state realizzate in sito **n. 2 prove penetrometriche di tipo statico** (CPT 1 e CPT 2) spinte sino ad una profondità di – 10,0 m da p.c. locale (vedi allegato 1). L'ubicazione di tali test penetrometrici è riportata nelle planimetrie di figura 9 e 10 allegate.

In linea generale, sul lotto di intervento (UMI n. 4), al di sotto di una coltre di terreno agrario di circa 80 cm di spessore, è stata riscontrata la presenza di terreni prevalentemente coesivi molto compatti caratterizzati da valori di resistenza media alla punta "qc" e resistenza laterale "Fs" rispettivamente di 60 e 5.5 Kg/cm<sup>2</sup> (vedi allegato 1).

Tale livello è stato intercettato sino alla quota di – 4.60 m dal p.c. in corrispondenza della verticale di prova CPT1 e si assottiglia in direzione nord dove in corrispondenza della verticale CPT2 è stato rilevato sino ad una quota di circa – 3.20 m dal p.c. attuale.

Al di sotto di tale livello prevalgono terreni granulari (sabbie limose) in cui i test penetrometrici hanno registrato valori medi di resistenza alla punta "qc" e resistenza laterale "Fs" rispettivamente di 29.0 e 1.20 Kg/cm<sup>2</sup> (vedi allegato 1). In figura 11 viene riportato il modello geologico ricostruito per il piano di imposta dei fabbricati in progetto.

Nelle tabelle seguenti, per ogni verticale di indagine, si riportano le stratigrafie ed i parametri geotecnici dei terreni ricavati dall'elaborazione delle n. 2 prove penetrometriche eseguite in sito (vedi allegato 1).

### Prova penetrometrica statica CPT 1

STRATO	PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	M <sub>o</sub> (Kg/cmq)
1	p.c. – 0.80	Terreno vegetale	-	-	-	-	-
2	0.80 – 4.60	Argille limo sabbiose compatte	1.90	-	2.0	-	188.0
3	4.60 – 10.00	Sabbie limose	1.80	0	-	30.8	81.8

Tabella 3 – Parametri geotecnici lungo la verticale di prova CPT 1.  $\gamma$  - peso di volume; Cu – coesione non drenata; c' – coesione efficace;  $\phi$  – angolo di attrito; Mo – Modulo edometrico.

### Prova penetrometrica statica CPT 2

STRATO	PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	M <sub>o</sub> (Kg/cmq)
1	p.c. – 0.80	Terreno vegetale	-	-	-	-	-
2	0.80 – 3.20	Argille limo sabbiose compatte	1.90	-	1.9	-	178.2
3	3.20 – 10.00	Sabbie limose	1.80	0	-	31.7	90.1

Tabella 4 – Parametri geotecnici lungo la verticale di prova CPT 2.  $\gamma$  - peso di volume; Cu – coesione non drenata; c' – coesione efficace;  $\phi$  – angolo di attrito; Mo – Modulo edometrico.

La zona di indagine risulta interessata dalla presenza di una **falda freatica** che interessa i depositi sabbioso-limosi intercettati al di sotto dei 3.0 m di profondità; il livello piezometrico si attesta mediamente a profondità di circa – 3.5/4.0 m rispetto alle quote naturali del p.c..

## **8 CONDIZIONI DI FATTIBILITA' PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO DI RECUPERO (D.P.G.R. 30/01/2020 n. 5/R – regolamento di attuazione dell'art. 104 della L.R. 65/2014).**

Come indicato dal D.P.G.R. 5/R del 2020 di cui al capitolo 3 vengono indicati di seguito i **criteri generali di fattibilità** per l'attuazione degli interventi in progetto distinguendo le fattibilità in relazione agli aspetti geologici, idraulici e sismici.

### **8.1 Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici**

Visto il grado di pericolosità geologica attribuito alla zona oggetto dagli strumenti urbanistici vigenti (**pericolosità media, classe G2** – vedi figura 3 allegata) ai sensi di quanto disposto dal D.P.G.R. 5/R – 20, le condizioni di attuazione devono essere indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguire a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area in esame.

Alla luce dei rilievi eseguiti nella zona di indagine e soprattutto attraverso i risultati ottenuti con la campagna geognostica eseguita in sito, per quanto concerne gli aspetti geologici si possono indicare le seguenti prescrizioni tecniche per l'attuazione degli interventi:

1. L'area indagata con la campagna geognostica eseguita in sito è caratterizzata da uno strato superficiale di terreno agrario (spessore medio 80 cm) caratterizzato da scarse e disomogenee proprietà fisico-meccaniche. Tale livello andrà quindi oltrepassato per l'imposta delle strutture di fondazione dei fabbricati da realizzare.
2. Sulla base del volume lordo di ogni singolo fabbricato e quindi della classe di indagine geologica (D.P.G.R. n. 1/R - 22), in fase di interventi diretti **la campagna geognostica già realizzata in sito potrà essere integrata con un numero**

**adeguato di prove penetrometriche (o sondaggi)** ai fini di una corretta ricostruzione, per ogni fabbricato da realizzare, del modello geologico e geotecnico secondo i criteri dettati dalle Norme Tecniche sulle Costruzione (D.M. 17/01/18).

3. In fase di progettazione ed esecuzione della nuova strada di accesso ai lotti residenziali, al fine di definire la portanza ed il grado di consolidazione/compattazione dei terreni di imposta, **si consiglia l'esecuzione di prove di carico su piastra**. A tale proposito, si ricorda che il valore minimo del Modulo di Deformazione  $M_d$  riferito allo 'strato di base' (previo scottico del terreno pedologico) imposto dalla normativa vigente (CNR UNI 10006 e AASHTO) è pari a 150 Kg/cmq. Sulla fondazione stradale (materiale arido e misto stabilizzato), invece, la normativa vigente in materia impone il raggiungimento del valore minimo del Modulo di Deformazione  $M_d$  pari a 800 Kg/cmq.

**Sotto gli aspetti geologi comunque, visti i risultati delle indagini condotte all'interno del comparto, non emergono particolari condizioni di rischio per cui non sussistono particolari prescrizioni per la realizzazione degli interventi edilizi oltre al corretto dimensionamento del sistema di fondazione sulla base della modellazione geotecnica da definire in ambito della progettazione diretta di ogni singolo edificio.**

## **8.2 Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni**

Come indicato nelle figure 7 e 8 allegate si osserva che il comparto oggetto del presente progetto urbanistico rientra all'interno della classe **di pericolosità idraulica P1** (alluvioni rare) comprendente le aree interessate da allagamenti per  $T_r > 200$  anni.

**Per quanto riguarda il rischio idraulico, quindi, facendo riferimento a quanto disciplinato della L.R. 41/18, gli interventi previsti dal presente progetto non risultano soggetti a particolari prescrizioni in**

**quanto esterni ad aree interessate da allagamenti per eventi con T.R. < 200 anni.**

### **8.3 Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici**

Relativamente all'aspetto sismico, visti i risultati ottenuti:

- sia con la campagna geognostica condotta in sito;
- che attraverso lo studio di microzonazione (livello 2) predisposto dall'Amm.ne comunale per l'aggiornamento dei propri strumenti urbanistici;

al comprato urbanistico in esame è stata attribuita una **classe di pericolosità elevata - S3** (vedi figura 4), in quanto **individuata tra quelle caratterizzate da possibili fenomeni di amplificazione per effetti stratigrafici**. Per la microzona specifica le misure HVSR hanno evidenziato contrasti di impedenza sismica per frequenze di circa 2Hz, con valori di Vs30 comprese tra 200 e 260m/s.

Vista tale classificazione, propedeuticamente alla fase di progettazione strutturale dei singoli interventi edilizi, dovrà essere eseguita n. 1 Prova **HVSR** (Horizontal Vertical Spectra Ratio) all'interno della UMI n. 4 al fine di individuare eventuali **frequenze fondamentali di risonanza**, specifiche del sito in esame.

Tale verifica dovrà essere effettuata a partire dal "modello geotecnico" che sarà predisposto in modo specifico per ogni progetto edilizio (NTC-18), sulla base delle prove geognostiche già realizzate in questa fase, ed eventualmente prendendo in considerazione i risultati di eventuali prove integrative che si rendessero necessarie.

#### **8.4 Considerazioni relative alla regimazione e smaltimento delle acque meteoriche e delle acque reflue per la condizione di progetto.**

Il progetto in esame prevede la realizzazione di superfici impermeabili relative alla copertura dei nuovi fabbricati civili, ai marciapiedi, ai vialetti pedonali, ai parcheggi pertinenziali ad ogni singola unità abitativa e alla nuova strada carrabile di accesso ai lotti (vedi planimetria di figura 12 allegata ed elaborati di progetto). Le acque meteoriche che cadranno su tali superfici saranno raccolte mediante una rete fognaria interna ad ogni singolo lotto e convogliate nel fosso che costeggia sul lato est le singole preselle edificatorie. Il progetto prevede inoltre di tombare tale fosso nel tratto antistante ai lotti di intervento, come indicato nella planimetria di figura 12.

Tale linea di drenaggio risulta collegata al reticolo idrografico della zona facente capo verso ovest al Torrente Orcina (vedi corografia di figura 1 allegata).

Al fine della salvaguardia del reticolo idrografico esistente, in fase di progettazione delle opere di urbanizzazione o dei singoli interventi edilizi, dovranno essere previste soluzioni tecniche mirate a garantire **l'invarianza idraulica**, ovvero, dovranno essere **previste opere tali da mantenere inalterato il coefficiente di deflusso dell'area di intervento a seguito della trasformazione prevista.**

Il principio di invarianza risulta garantito nel momento in cui ad una trasformazione dell'uso del suolo in un'area con modifica delle condizioni idrauliche, consegue la realizzazione di **volumi di stoccaggio** temporaneo che compensino, attraverso un'azione laminata, l'accelerazione dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione che sono effetto della trasformazione stessa.

Nella planimetria di figura 12 viene riportato schematicamente quanto previsto per ogni lotto al fine di mantenere una portata di deflusso delle acque superficiali all'interno del fosso ricettore analogo alle condizioni pre-intervento. Nello specifico, a seguito di specifiche verifiche mirate al mantenimento, nelle condizioni di progetto, di una portata di deflusso delle acque superficiali all'interno della rete drenante analogo alle condizioni pre-intervento, dovranno essere previste per ogni singolo lotto **vasche di laminazione** opportunamente dimensionate. Da tali vasche le acque meteoriche saranno quindi immesse nel fossetto che delimita verso est i lotti di intervento attraverso pozzetti dotati di bocca tarata per il controllo delle portate in uscita.

---

Relativamente alle acque reflue, visto che la zona di intervento non risulta servita dalla pubblica fognatura, in fase di intervento diretto dovrà essere predisposto specifico progetto per il trattamento e lo smaltimento delle acque reflue ai sensi di quanto previsto dalla L.R. 20/2006 e dal D.P.G.R. 76/R-12.

## **9 CONCLUSIONI**

La presente relazione geologico-tecnica è stata redatta a supporto del Piano di Recupero di iniziativa privata denominato "PdR n. 18" in loc. Lavoria nel territorio comunale di Crespina – Lorenzana (vedi corografia di figura 1 allegata).

Si è proceduto ad un inquadramento dell'area oggetto del presente Piano Urbanistico in termini di Pericolosità geologica, Idraulica e Sismica sulla base di quanto dettato dal D.P.G.R. 30 Gennaio 2020 n. 5/R (Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65) e

dalle relative direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini (emanate con D.G.R. n. 31/20).

Sulla base delle indagini condotte nell'area in esame e secondo quanto riportato negli elaborati prodotti a supporto degli strumenti urbanistici ad oggi in vigore, all'area interessata dal presente progetto urbanistico sono state assegnate le seguenti classi di pericolosità:

- **Pericolosità Geologica media (G2)**
- **Pericolosità da alluvioni poco frequenti (P1)**
- **Pericolosità sismica locale elevata (S3)**

A seguito dell'attribuzione di tali classi di pericolosità, ai sensi di quanto previsto dal D.P.G.R. 30 Gennaio 2020 n. 5/R (Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65) e dalle relative direttive tecniche, sono stati quindi definiti i **criteri generali di fattibilità** al fine dell'attuazione degli interventi edilizi previsti dal piano di recupero.

Sotto gli **aspetti geologici**, visti i risultati delle indagini condotte all'interno del comparto, non emergono particolari condizioni di rischio per cui non sussistono particolari prescrizioni per la realizzazione degli interventi edilizi oltre al corretto dimensionamento del sistema di fondazione sulla base della modellazione geotecnica (NTC-18).

Per quanto riguarda il **rischio idraulico**, facendo riferimento a quanto disciplinato della L.R. 41/18, gli interventi previsti dal progetto urbanistico non risultano soggetti a particolari prescrizioni in quanto esterni ad aree interessate da allagamenti per eventi con T.R. < 200 anni.

**Sotto l'aspetto sismico**, considerando che il vigente strumento urbanistico comunale classifica l'area a pericolosità elevata S3 per possibili fenomeni di amplificazione per effetti stratigrafici, propedeuticamente alla fase di progettazione strutturale degli edifici previsti, dovrà essere eseguita una prova **HVSR** (Horizontal Vertical Spectra Ratio) all'interno del comparto al fine di individuare eventuali **frequenze fondamentali di risonanza** specifiche di sito.

Sono state infine date una serie di prescrizioni relativamente alle modalità di intervento per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e delle acque reflue.

**Alle condizioni e nei limiti sopra esposti, gli interventi previsti dal piano di recupero risultano fattibili dal punto di vista geologico – tecnico.**

Pontedera, Gennaio 2024



Il Geologo

---

Dott. Geol. Samuele Morandi

*Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione  
Toscana con numero di riferimento 1478*

## ALLEGATI:

- **Fig. 1** – Corografia (*scala 1:10.000*).
- **Fig. 2** – Stralcio della carta geologica - tratta da: indagini geologico tecniche di supporto al P.S. comunale - *scala 1:10.000*.
- **Fig. 3** – Stralcio della carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni geologici - tratta dalle indagini geologico tecniche di supporto al P.O. comunale - *scala 1:2.000*.
- **Fig. 4** – Stralcio della carta della Pericolosità Sismica - tratta dalle indagini geologico tecniche di supporto al P.O. comunale - *scala 1:10.000*.
- **Fig. 5** – Stralcio della carta del rischio sismico - tratta dalle indagini geologico tecniche di supporto al P.O. comunale - *scala 1:2.000*.
- **Fig. 6** – Stralcio della carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica - tratta dalle indagini geologico tecniche di supporto al P.O. comunale - *scala 1:10.000*.
- **Fig. 7** – Stralcio della carta delle aree esposte a fenomeni alluvionale - tratta dalle indagini geologico tecniche di supporto al P.O. comunale - *scala 1:2.000*.
- **Fig. 8** – Mappa della pericolosità da alluvione - tratta da P.G.R.A. Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (*scala 1:10.000*).
- **Fig. 9** – Planimetria generale dell'area di intervento ed identificazione delle UMI (*scala 1:750*).
- **Fig. 10** – Planimetria generale ed ubicazione indagini geognostiche (*scala 1:400*).
- **Fig. 11** – Sezione litostratigrafica A-A' (*scala 1:100/200*).
- **Fig. 12** – Planimetria generale e schema di regimazione delle acque meteoriche (*scala 1:400*).
  
- **Allegato 1** – Elaborati prove penetrometriche statiche.
- **Allegato 2** – Elaborati indagine sismica con tecnica MASW.

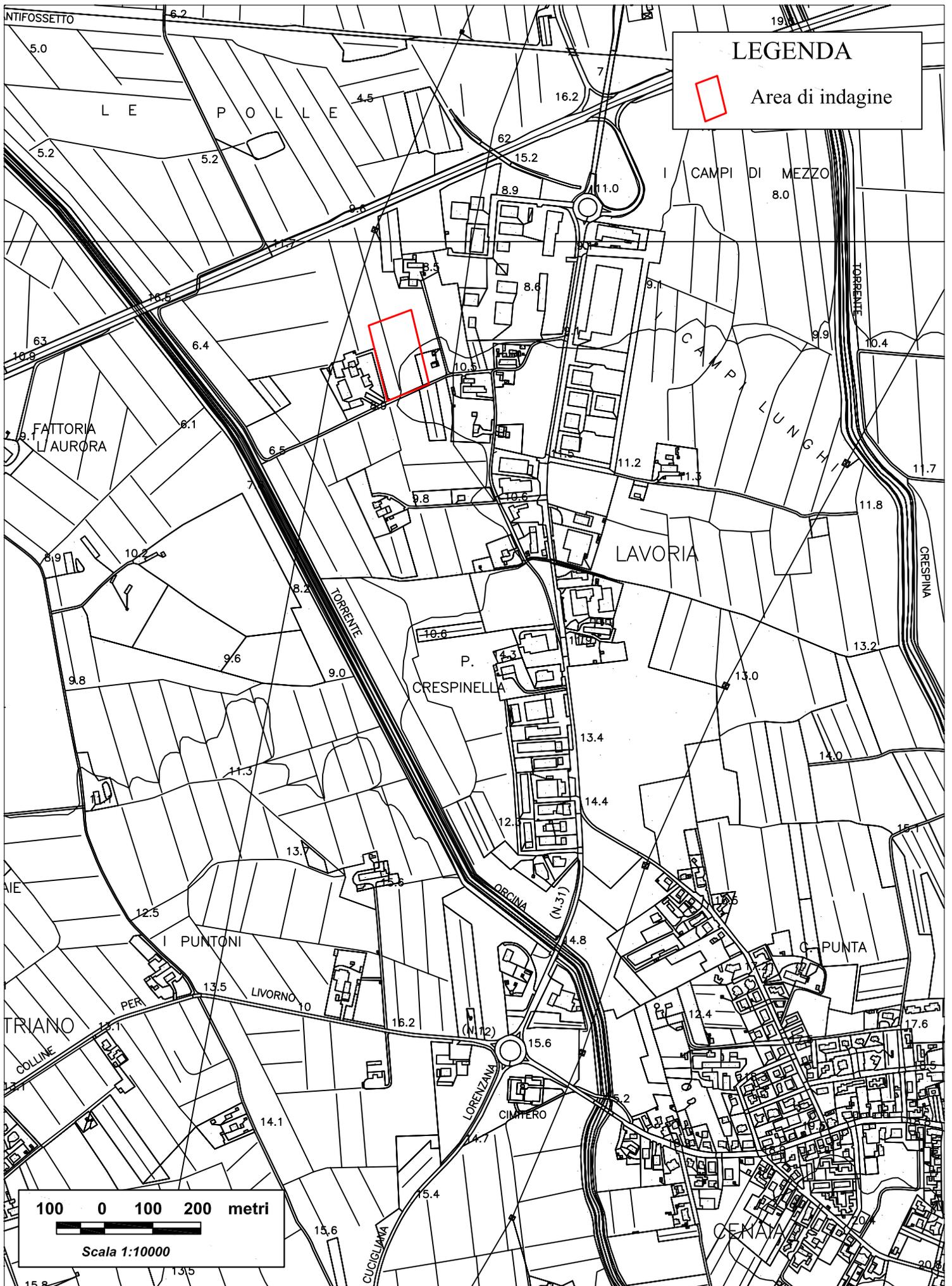
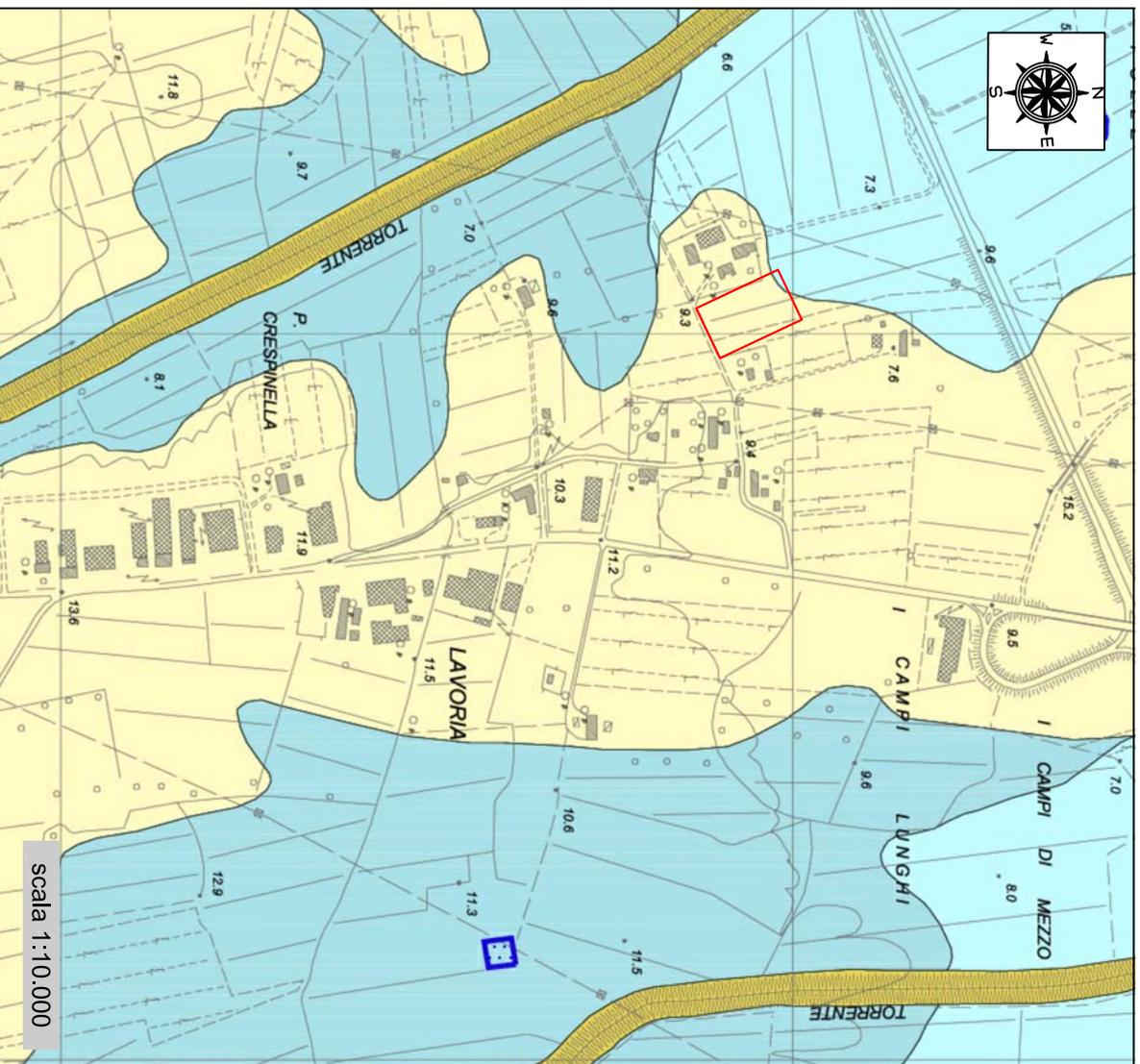


Figura 1- COROGRAFIA



### LEGENDA

#### INTERVENTI ANTROPICI

**ant** Terreni di Riporto, opere antropiche, bonifica per colmata

#### DEPOSITI CONTINENTALI RECENTI ED ATTUALI

**ac** Depositi alluvionali prevalentemente coesivi (Olocene)

**am** Depositi alluvionali misti (Olocene)

**as** Depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi (Olocene)

#### DEPOSITI QUATERNARI DEI TERRAZZI GLACIOEUSTATICI

**QpL** Formazione di Casa Poggio ai Lecci (Pleistocene medio)

**QvC** Sabbie e limi di Vicarello (Pleistocene inf.)

#### SUCCESSIONE NEOGENICO-QUATERNARIA

**NUG** Sabbie di Nugola Vecchia (Pleistocene inf.)

**ART** Sabbie ed argille ad Arfica Islandica (Pleistocene inf.)

**VIM6** Sabbie di Lajatico (Formazione di Villamagna) (Pliocene medio)

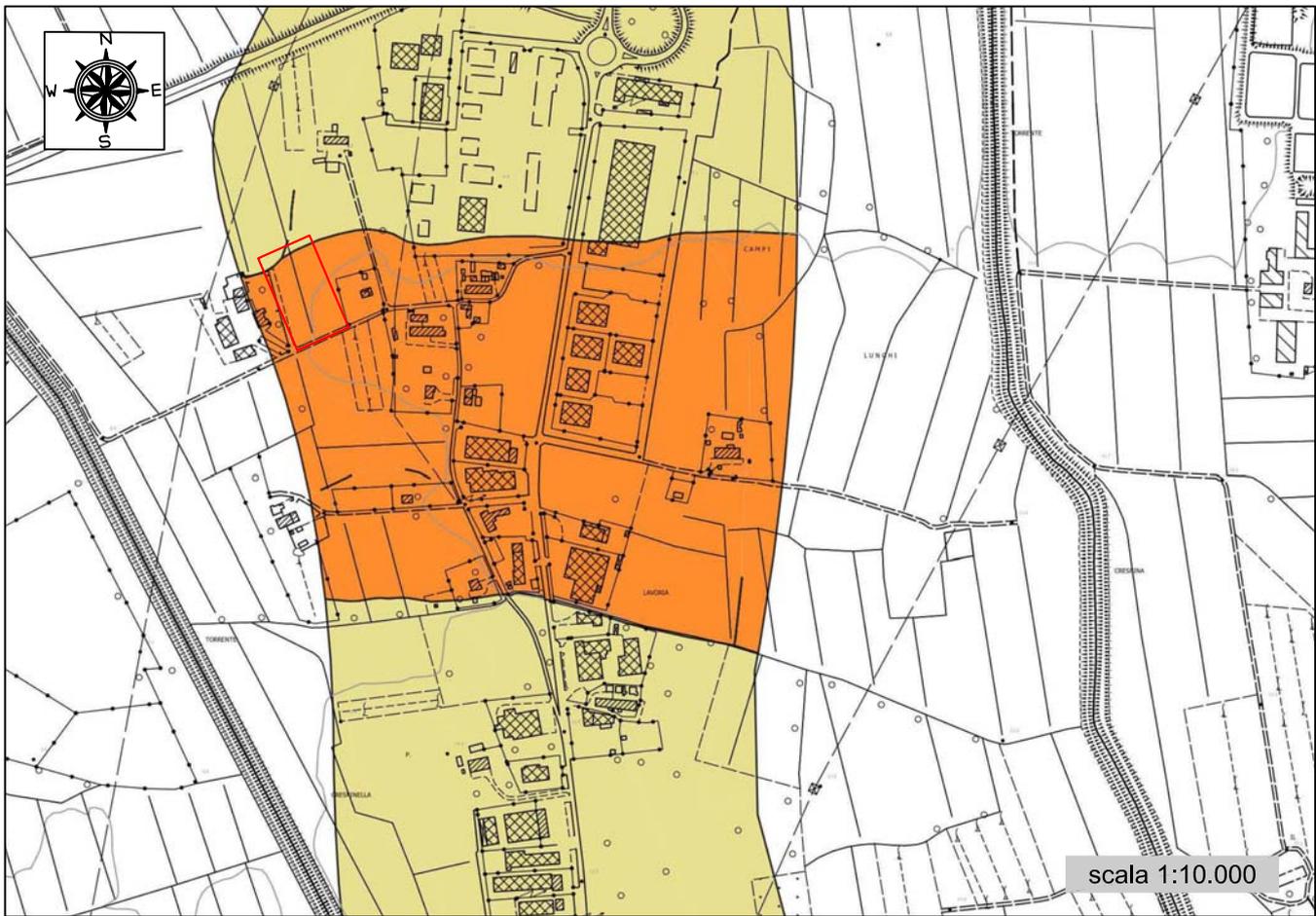
Area di intervento



**FIGURA 2 - STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA**

Tratta da: indagini geologico tecniche di supporto alla variante generale al P.S. del Comune di Crespina (D.P.G.R. 26/R-11).





**FIGURA 4 - STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA**

Tratta da: indagini geologico tecniche di supporto al P.O. del comune di Crespina Lorenzana (D.P.G.R. 5/R-20).

**Legenda**

 Limite territorio comunale

**Pericolosità sismica ai sensi del D.P.G.R. 30/01/2020 n. 5/R**

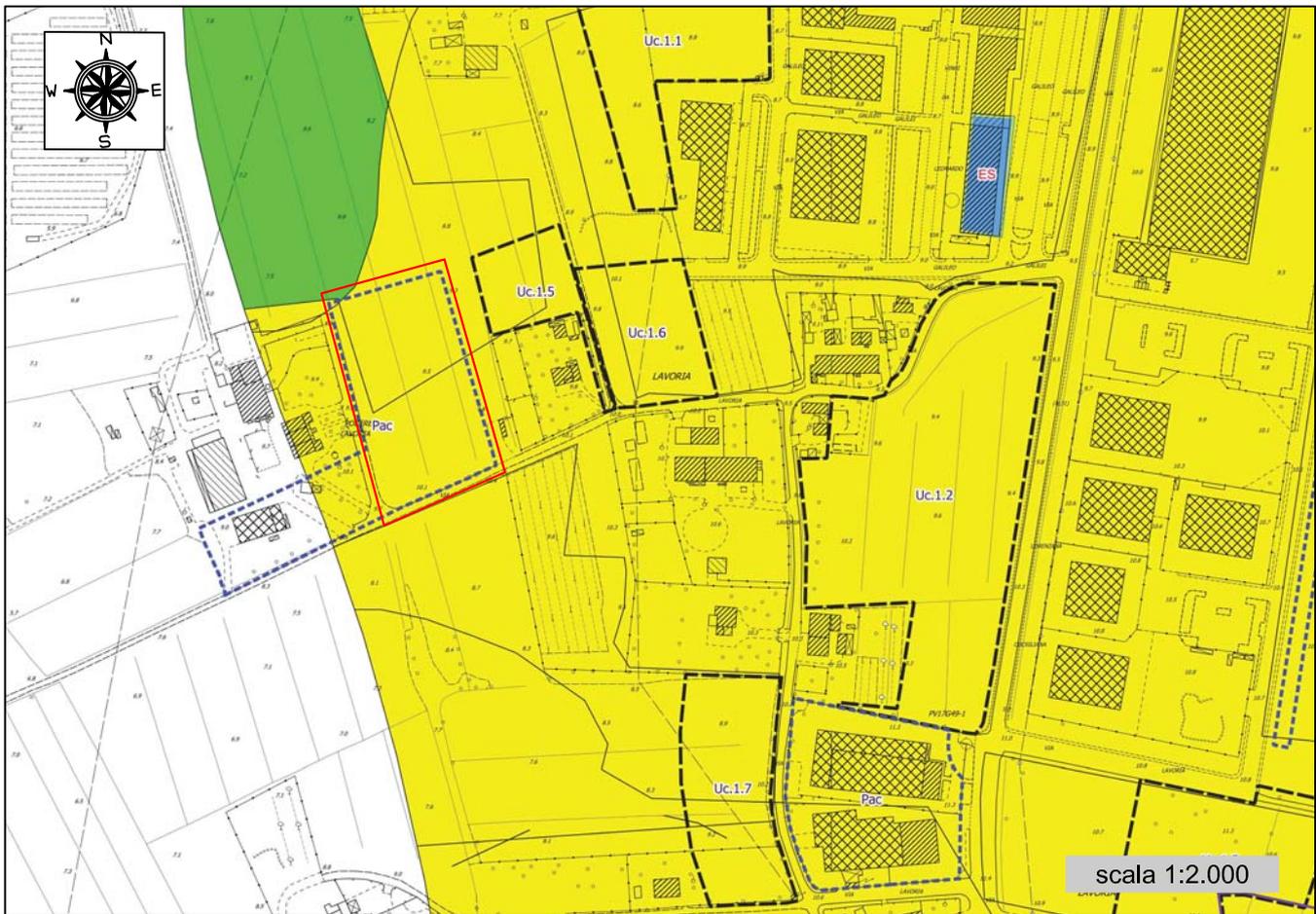
 Classe S.4 - Pericolosità molto elevata

 Classe S.3 - Pericolosità elevata

 Classe S.2 - Pericolosità media

 Classe S.1 - Pericolosità bassa

 Area di intervento



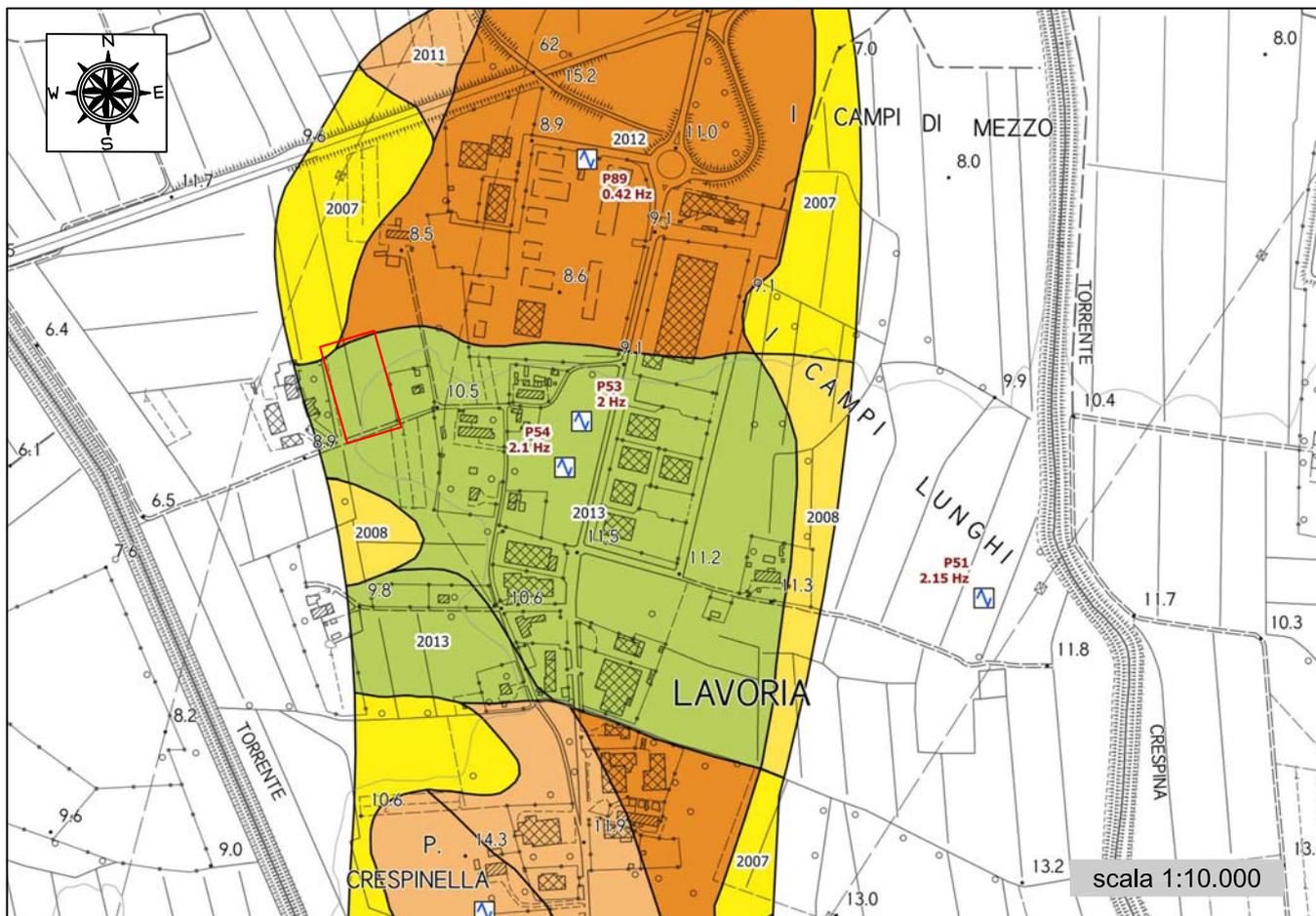
**FIGURA 5 - STRALCIO DELLA CARTA DEL RISCHIO SISMICO**

Tratta da: indagini geologico tecniche di supporto al P.O. del comune di Crespina Lorenzana (D.P.G.R. 5/R-20).

**Rischio sismico**

- Classe 4 - rischio alto
- Classe 3 - rischio medio-alto
- Classe 2 - rischio medio-basso
- Classe 1 - rischio basso

Area di intervento



**FIGURA 6 - STRALCIO DELLA CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA**

Tratta da: indagini geologico tecniche di supporto al P.O. del comune di Crespina Lorenzana (D.P.G.R. 5/R-20).

**Legenda**

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- ZONA 1
- ZONA 2
- ZONA 3
- ZONA 4
- ZONA 5
- ZONA 6
- ZONA 7
- ZONA 8
- ZONA 9
- ZONA 10
- ZONA 11
- ZONA 12
- ZONA 13
- ZONA 14
- ZONA 15
- ZONA 16
- ZONA 17

Area di intervento



**FIGURA 7 - STRALCIO DELLA CARTA DELLE AREE ED ELEMENTI ESPOSTI A FENOMENI ALLUVIONALI**

Tratta da: indagini geologico tecniche di supporto al P.O. del comune di Crespina - Lorenzana (D.P.G.R. 5/R-20).

**Reticolo idrografico LR 79/2012**

— Corsi d'acqua

— Tratti tombati

 Area di intervento

**Zone di trasformazione**

 Zone soggette a Scheda Norma

**Elementi individuati nell'Analisi delle CLE**

 Edifici strategici

 Area di emergenza (AMMASSAMENTO)

 Area di emergenza (RICOVERO)

 Area di emergenza (AMMASSAMENTO - RICOVERO)

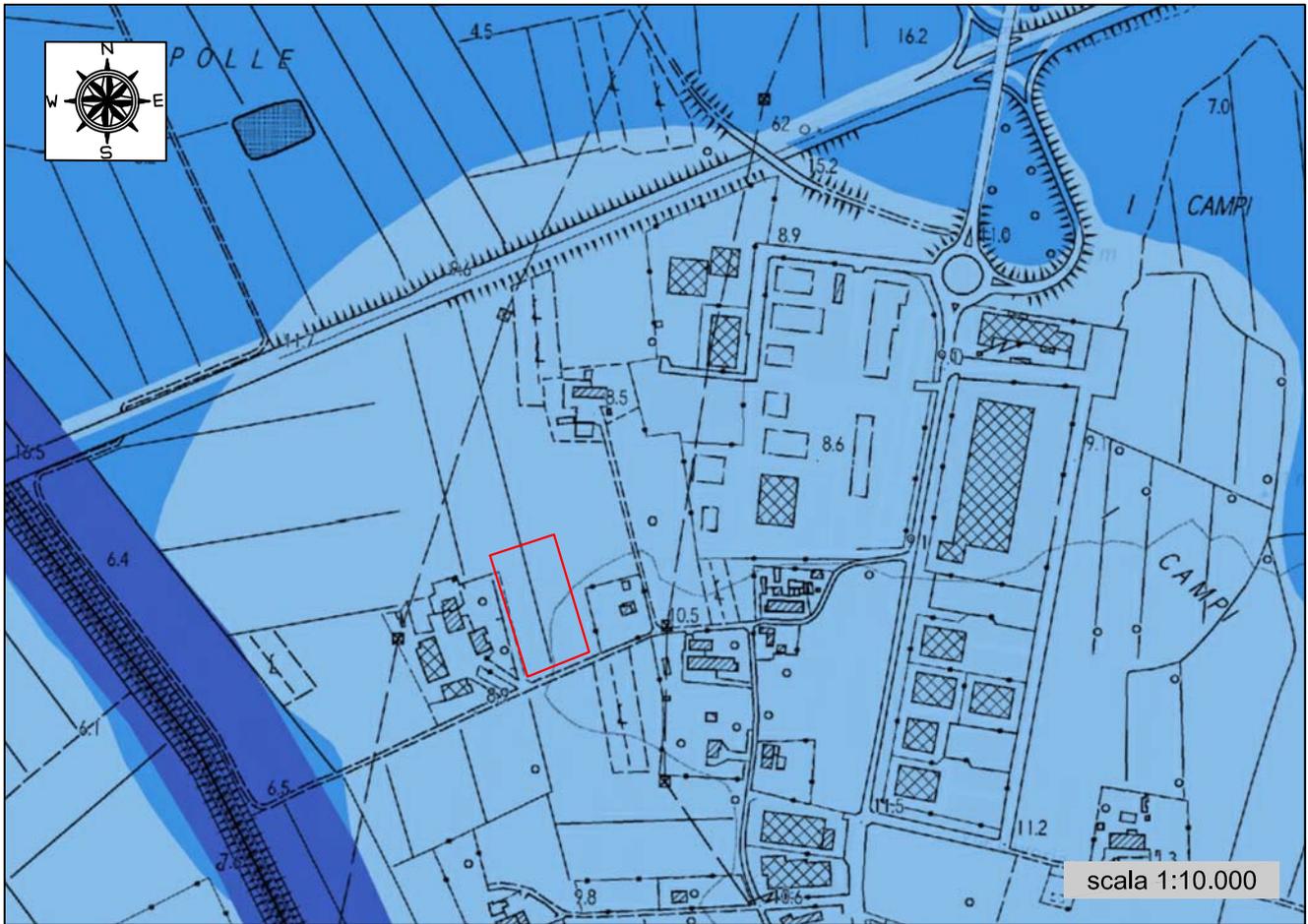
 Area di emergenza (ATTESA)

**Pericolosità da alluvioni**

 Classe P3 - alluvioni frequenti

 Classe P2 - alluvioni poco frequenti

 Classe P1 - alluvioni rare o di estrema intensità



**FIGURA 8 - MAPPA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE**  
 tratta da: Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale - PGRA

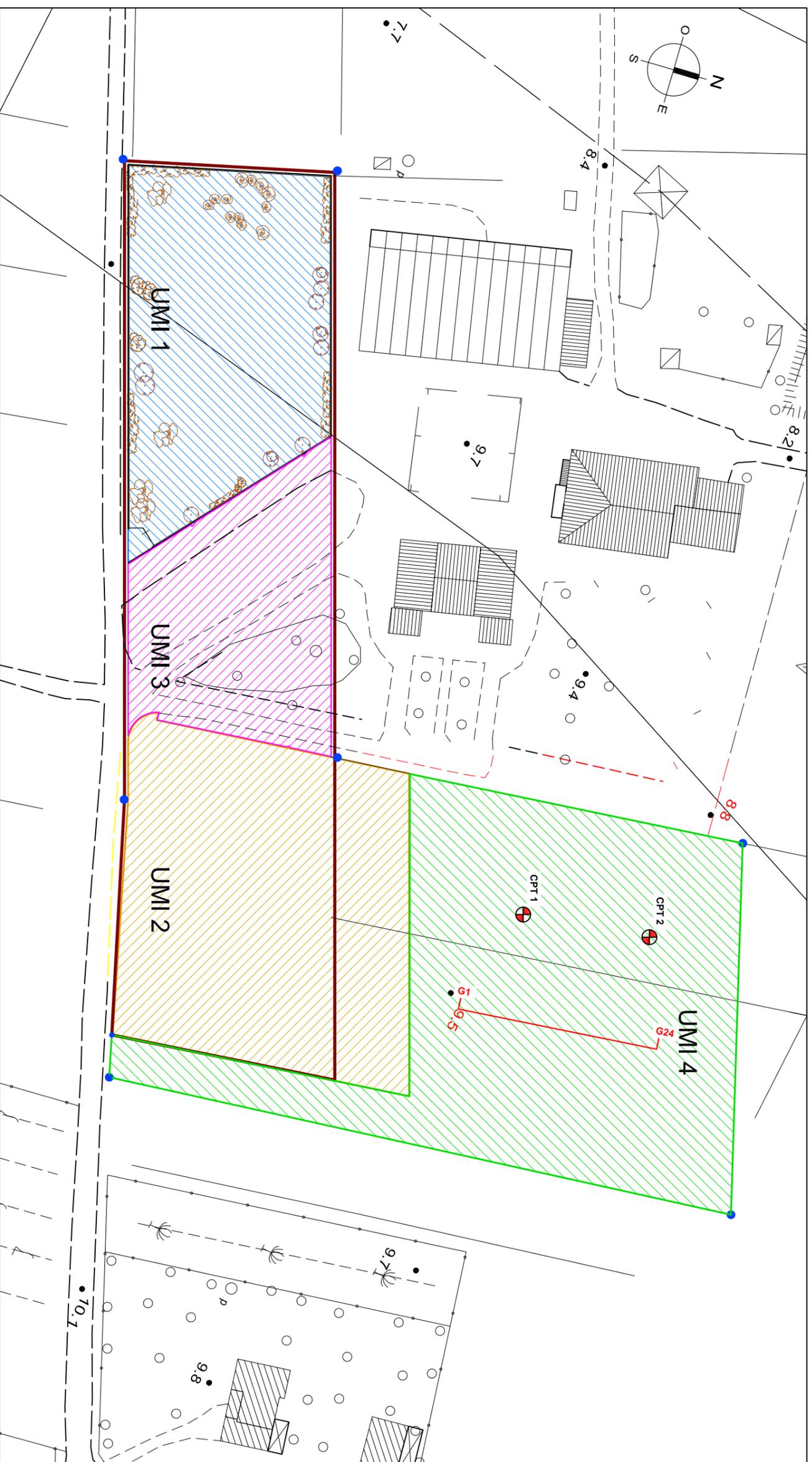
**LEGENDA**

— Reticolo\_principale  
 Pericolosità Dominio Fluviale

- P1
- P2
- P3

Area di intervento

**FIGURA 9 - VARIANTE DI PROGETTO** (con sovrapposta area di Pdr originario)



**LEGENDA**

CPT 1



Ubicazione prova penetrometrica statica

G1



Profilo indagine sismica MASW

perimetro area di recupero originario

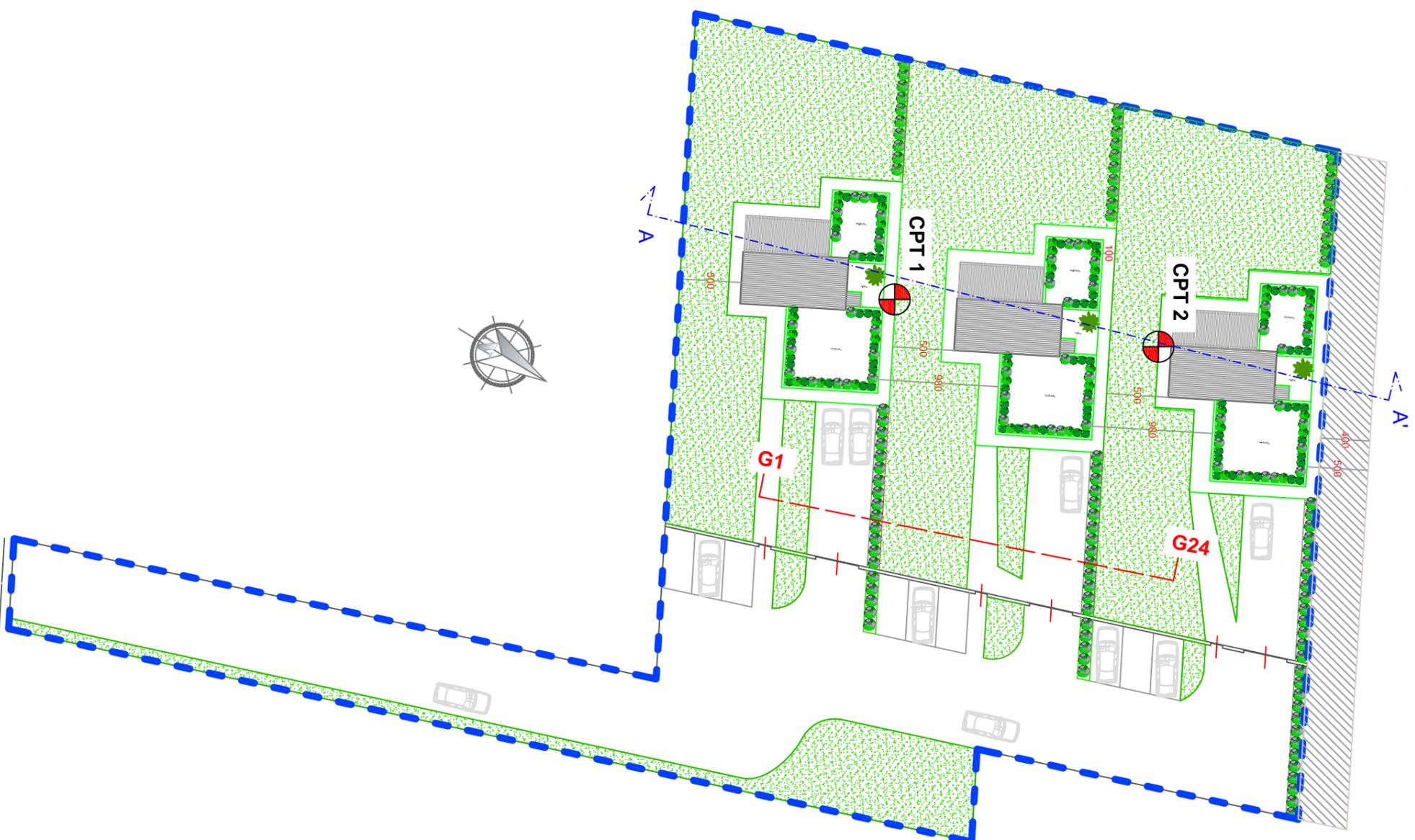
perimetro area di recupero di progetto

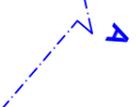
Unità minima di intervento 1

Unità minima di intervento 2

Unità minima di intervento 3

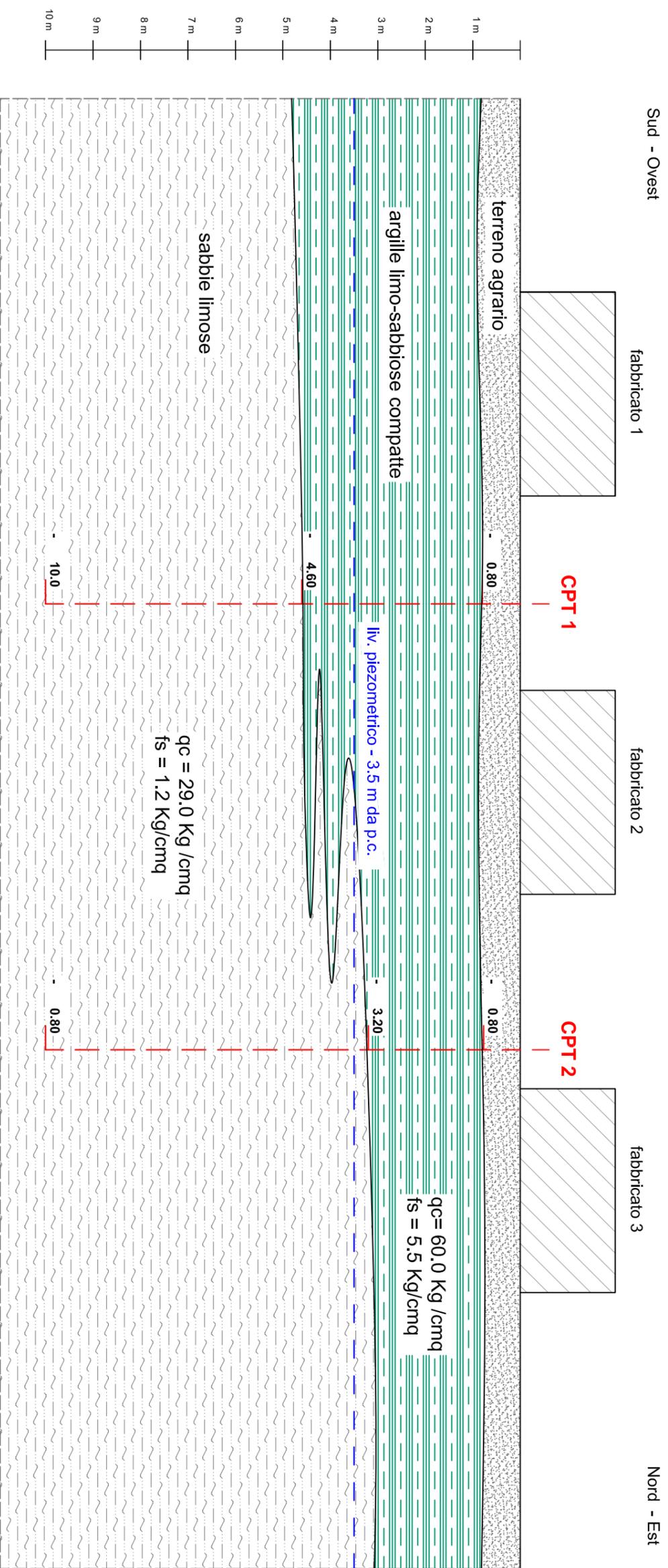
Unità minima di intervento 4



LEGENDA	
	Ubicazione prova penetrometrica statica
	Profilo indagine sismica MASW
	Traccia della sezione litostратigrafica

**FIGURA 10**  
**Planimetria generale ed ubicazione indagini geognostiche**  
 (scala 1:400)

FIGURA 11 - Sezione litostratigrafica A-A'

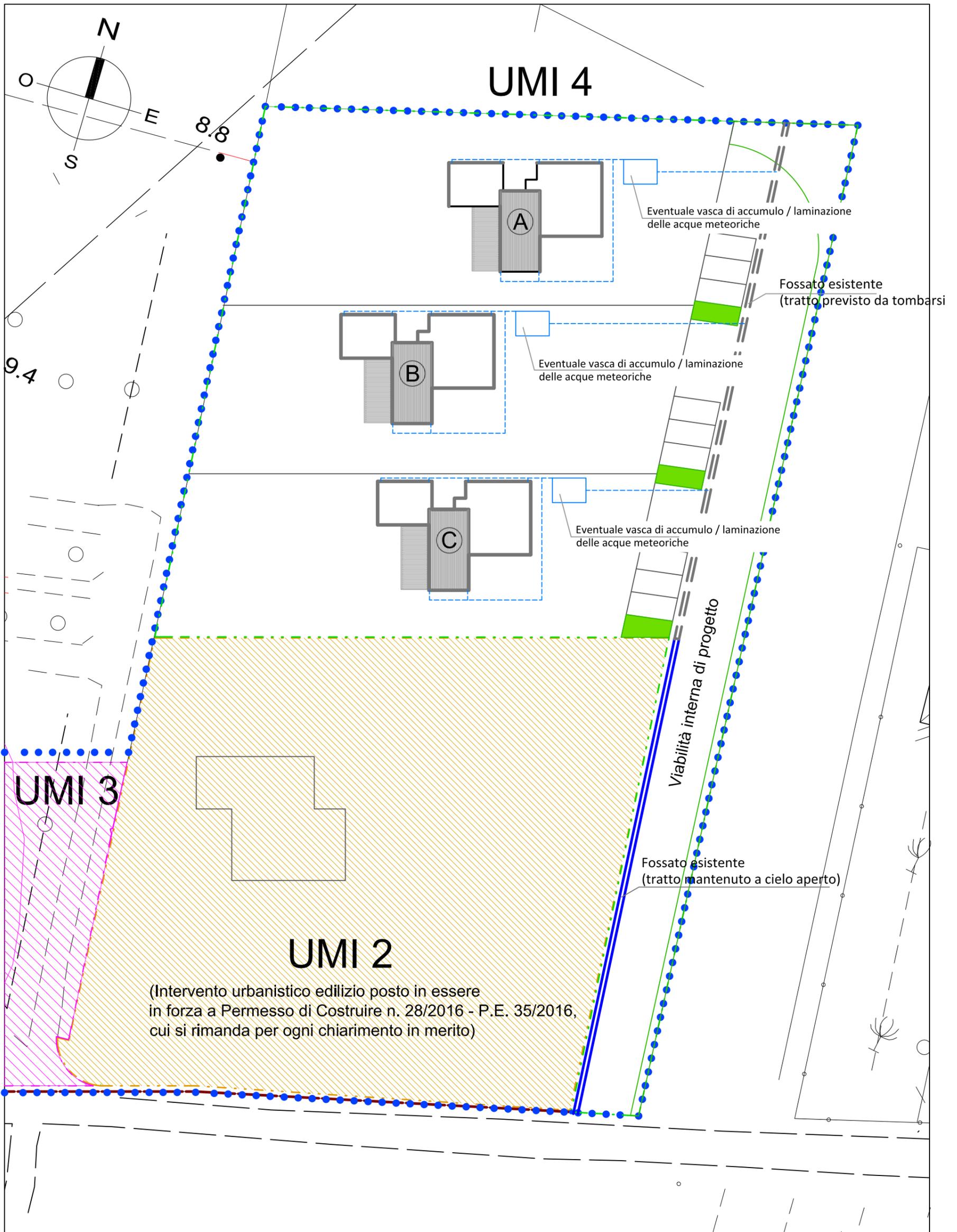


scala orizzontale 1:200  
scala verticale 1:100

FIGURA 11  
SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA A - A'

FIGURA 12

PLANIMETRI A GENERALE E SCHEMA DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE



SCALA 1:400

**ALLEGATO 1**

**CERTIFICATI ED ELABORATI  
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE  
CPT1 E CPT 2**

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi  
 - lavoro :  
 - località : loc. Lavoria  
 - note :

- data : 23/01/2024  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	25,0	44,0	25,0	1,80	14,0
0,40	----	----	--	1,53	----	5,40	24,0	51,0	24,0	1,07	22,0
0,60	24,0	47,0	24,0	1,07	22,0	5,60	17,0	33,0	17,0	0,87	20,0
0,80	88,0	104,0	88,0	4,87	18,0	5,80	24,0	37,0	24,0	1,27	19,0
<b>1,00</b>	81,0	154,0	81,0	8,47	10,0	<b>6,00</b>	30,0	49,0	30,0	1,40	21,0
1,20	73,0	200,0	73,0	9,00	8,0	6,20	31,0	52,0	31,0	1,33	23,0
1,40	65,0	200,0	65,0	7,13	9,0	6,40	34,0	54,0	34,0	1,53	22,0
1,60	50,0	157,0	50,0	5,73	9,0	6,60	36,0	59,0	36,0	1,73	21,0
1,80	45,0	131,0	45,0	5,47	8,0	6,80	21,0	47,0	21,0	1,13	19,0
<b>2,00</b>	61,0	143,0	61,0	5,93	10,0	<b>7,00</b>	17,0	34,0	17,0	0,80	21,0
2,20	63,0	152,0	63,0	6,53	10,0	7,20	18,0	30,0	18,0	0,87	21,0
2,40	57,0	155,0	57,0	5,53	10,0	7,40	26,0	39,0	26,0	1,00	26,0
2,60	64,0	147,0	64,0	5,40	12,0	7,60	21,0	36,0	21,0	1,20	17,0
2,80	49,0	130,0	49,0	5,13	10,0	7,80	15,0	33,0	15,0	0,87	17,0
<b>3,00</b>	48,0	125,0	48,0	5,13	9,0	<b>8,00</b>	15,0	28,0	15,0	0,80	19,0
3,20	48,0	125,0	48,0	5,07	9,0	8,20	15,0	27,0	15,0	0,53	28,0
3,40	53,0	129,0	53,0	6,67	8,0	8,40	22,0	30,0	22,0	1,33	16,0
3,60	57,0	157,0	57,0	5,13	11,0	8,60	33,0	53,0	33,0	1,47	22,0
3,80	63,0	140,0	63,0	5,33	12,0	8,80	38,0	60,0	38,0	1,87	20,0
<b>4,00</b>	80,0	160,0	80,0	4,60	17,0	<b>9,00</b>	27,0	55,0	27,0	1,33	20,0
4,20	96,0	165,0	96,0	5,20	18,0	9,20	28,0	48,0	28,0	1,13	25,0
4,40	86,0	164,0	86,0	4,27	20,0	9,40	24,0	41,0	24,0	0,87	28,0
4,60	56,0	120,0	56,0	4,07	14,0	9,60	23,0	36,0	23,0	0,93	25,0
4,80	34,0	95,0	34,0	1,87	18,0	9,80	22,0	36,0	22,0	1,00	22,0
<b>5,00</b>	31,0	59,0	31,0	1,27	24,0	<b>10,00</b>	22,0	37,0	22,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi  
 - lavoro :  
 - località : loc. Lavoria  
 - note :

- data : 23/01/2024  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	22,0	43,0	22,0	1,60	14,0
0,40	----	----	--	1,40	----	5,40	22,0	46,0	22,0	0,93	24,0
0,60	64,0	85,0	64,0	2,80	23,0	5,60	19,0	33,0	19,0	0,80	24,0
0,80	72,0	114,0	72,0	7,13	10,0	5,80	38,0	50,0	38,0	2,27	17,0
<b>1,00</b>	69,0	176,0	69,0	7,00	10,0	<b>6,00</b>	50,0	84,0	50,0	2,40	21,0
1,20	65,0	170,0	65,0	6,27	10,0	6,20	26,0	62,0	26,0	1,27	21,0
1,40	53,0	147,0	53,0	5,13	10,0	6,40	20,0	39,0	20,0	1,27	16,0
1,60	55,0	132,0	55,0	5,27	10,0	6,60	18,0	37,0	18,0	1,47	12,0
1,80	64,0	143,0	64,0	5,07	13,0	6,80	29,0	51,0	29,0	1,47	20,0
<b>2,00</b>	61,0	137,0	61,0	5,60	11,0	<b>7,00</b>	28,0	50,0	28,0	1,60	17,0
2,20	58,0	142,0	58,0	5,13	11,0	7,20	22,0	46,0	22,0	1,07	21,0
2,40	64,0	141,0	64,0	5,40	12,0	7,40	27,0	43,0	27,0	1,13	24,0
2,60	81,0	162,0	81,0	5,60	14,0	7,60	25,0	42,0	25,0	1,13	22,0
2,80	56,0	140,0	56,0	5,27	11,0	7,80	23,0	40,0	23,0	0,93	25,0
<b>3,00</b>	44,0	123,0	44,0	4,47	10,0	<b>8,00</b>	29,0	43,0	29,0	1,40	21,0
3,20	43,0	110,0	43,0	4,27	10,0	8,20	30,0	51,0	30,0	1,33	22,0
3,40	36,0	100,0	36,0	3,53	10,0	8,40	25,0	45,0	25,0	0,93	27,0
3,60	32,0	85,0	32,0	2,40	13,0	8,60	17,0	31,0	17,0	1,27	13,0
3,80	31,0	67,0	31,0	2,67	12,0	8,80	20,0	39,0	20,0	1,27	16,0
<b>4,00</b>	40,0	80,0	40,0	2,07	19,0	<b>9,00</b>	39,0	58,0	39,0	1,60	24,0
4,20	31,0	62,0	31,0	1,33	23,0	9,20	19,0	43,0	19,0	1,20	16,0
4,40	26,0	46,0	26,0	0,87	30,0	9,40	32,0	50,0	32,0	1,33	24,0
4,60	32,0	45,0	32,0	1,27	25,0	9,60	37,0	57,0	37,0	1,67	22,0
4,80	30,0	49,0	30,0	1,60	19,0	9,80	36,0	61,0	36,0	0,73	49,0
<b>5,00</b>	40,0	64,0	40,0	1,40	29,0	<b>10,00</b>	23,0	34,0	23,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

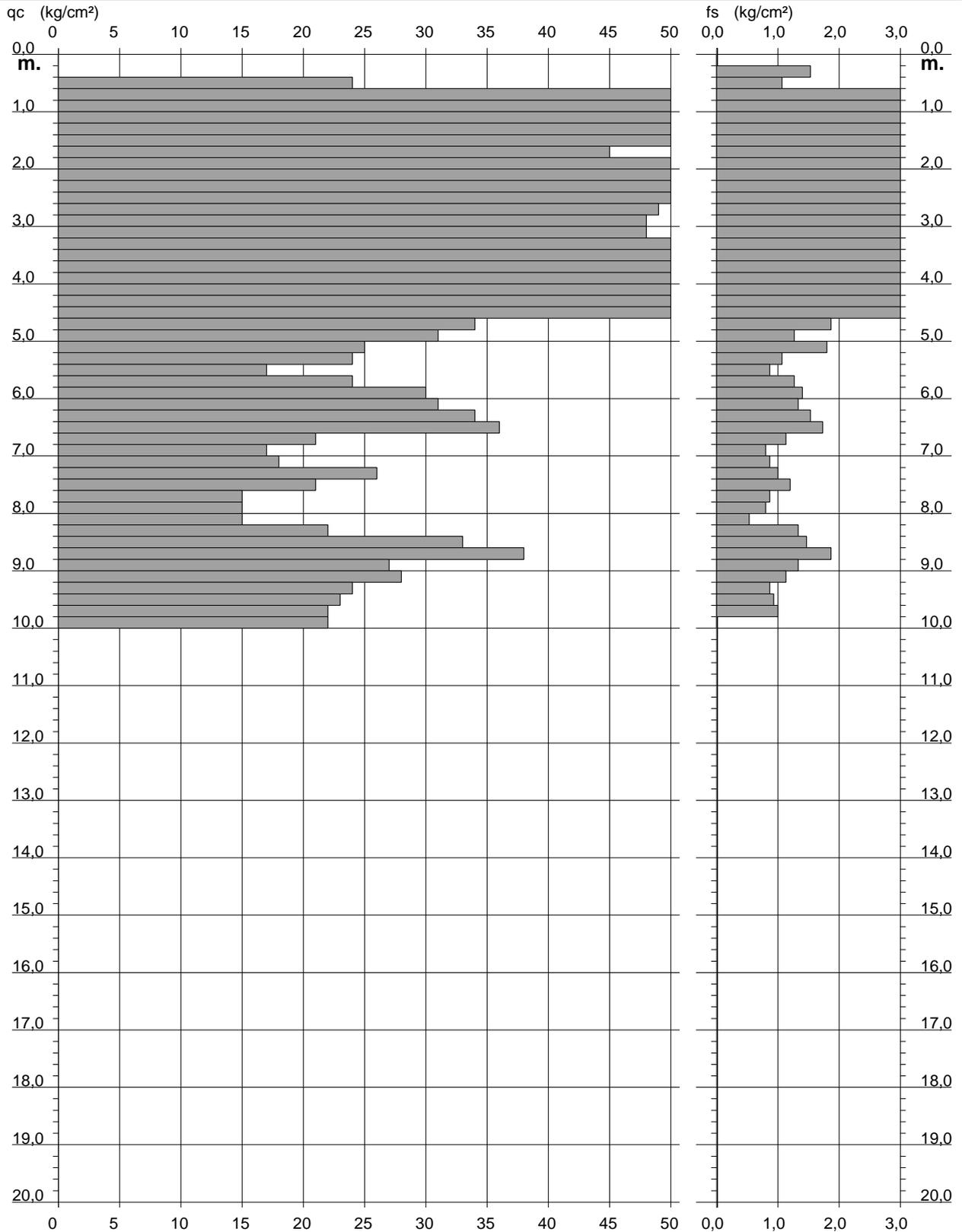
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 1**

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi  
- lavoro :  
- località : loc. Lavoria

- data : 23/01/2024  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



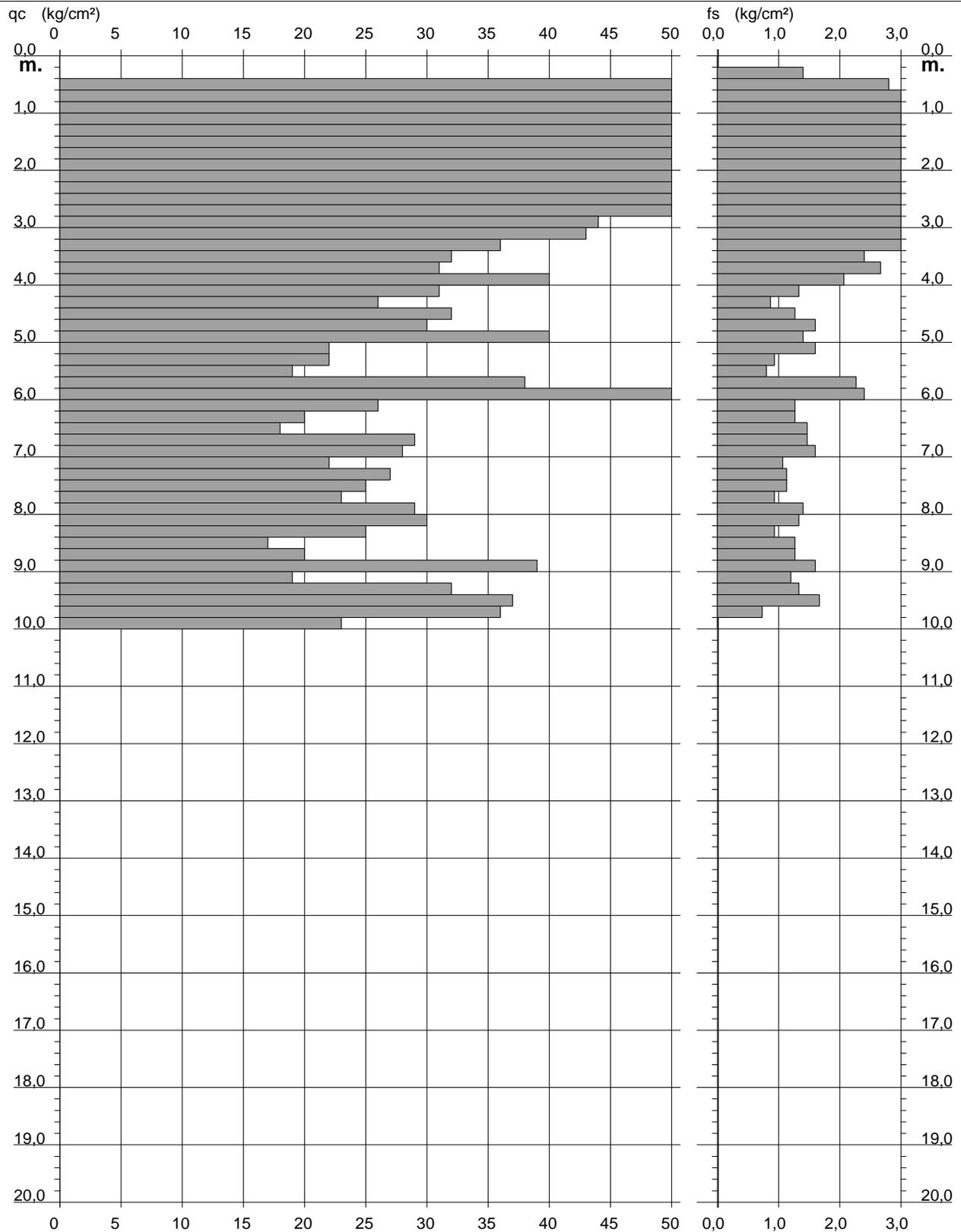
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi  
- lavoro :  
- località : loc. Lavoria

- data : 23/01/2024  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



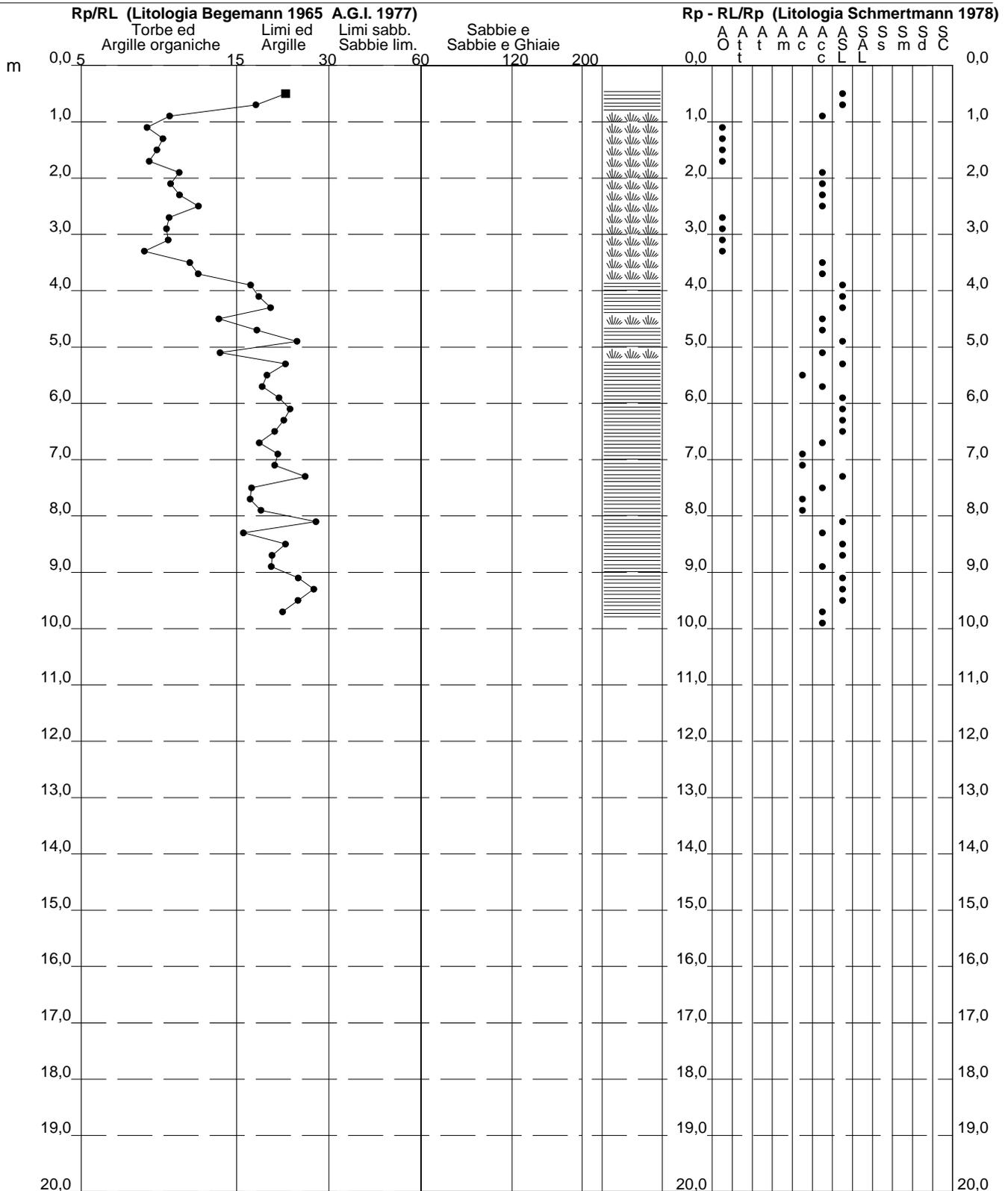
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi  
 - lavoro :  
 - località : loc. Lavoria  
 - note :

- data : 23/01/2024  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



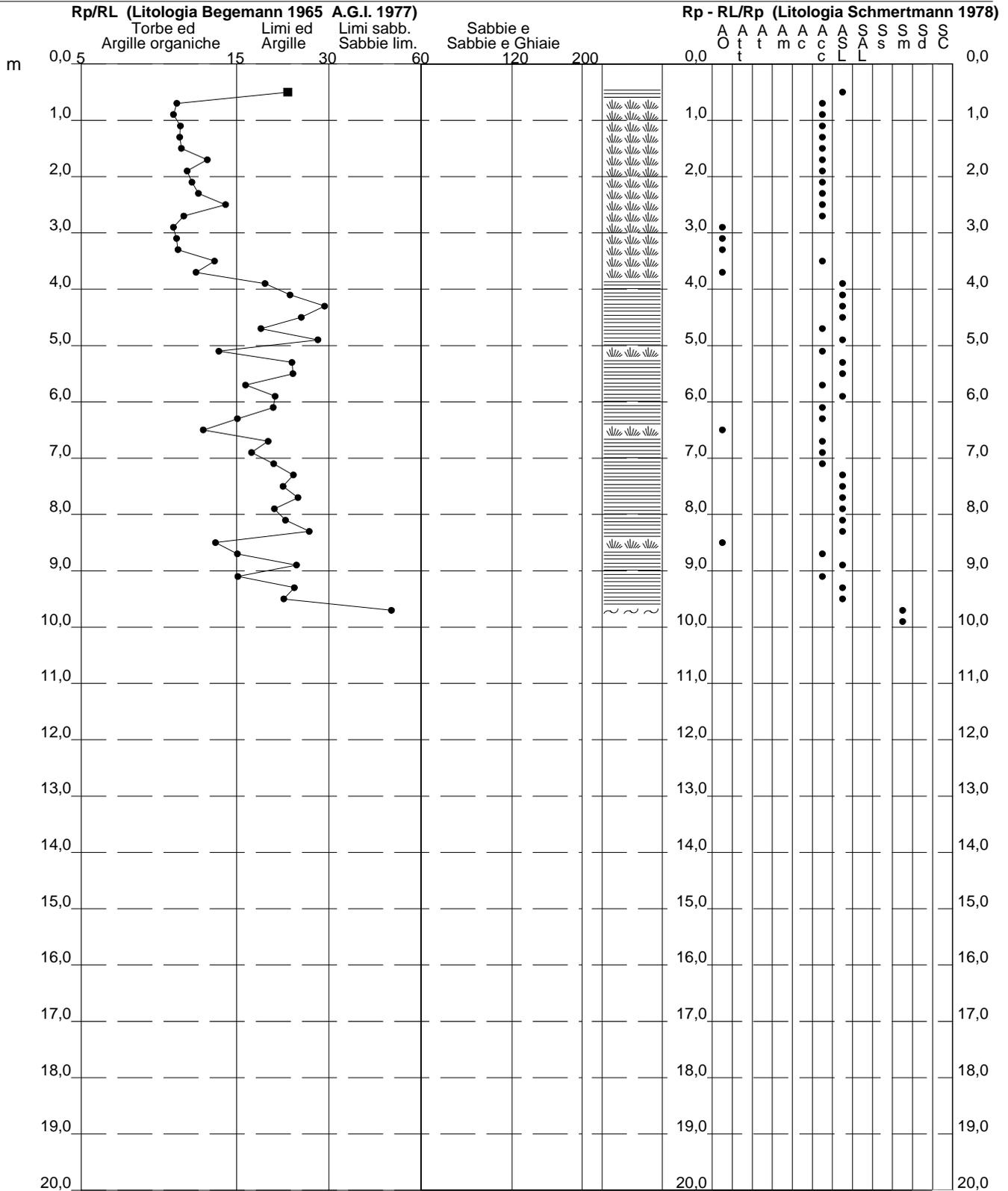
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi  
 - lavoro :  
 - località : loc. Lavoria  
 - note :

- data : 23/01/2024  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi  
 - lavoro :  
 - località : loc. Lavoria  
 - note :

- data : 23/01/2024  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	qc kg/cm <sup>2</sup>	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	d'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	NATURA COESIVA			NATURA GRANULARE														
								Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>				
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	24	22	4/./	1,85	0,11	0,89	84,6	151	227	72	77	39	40	42	44	40	28	0,179	40	60	72	--	--	--	
0,80	88	18	4/./	1,85	0,15	2,93	99,9	499	748	264	100	42	43	45	46	45	33	0,258	147	220	264	--	--	--	
1,00	81	10	4/./	1,85	0,19	2,70	99,9	459	689	243	100	42	43	45	46	43	33	0,258	135	203	243	--	--	--	
1,20	73	8	4/./	1,85	0,22	2,43	99,9	414	621	219	98	42	43	44	46	42	32	0,251	122	183	219	--	--	--	
1,40	65	9	4/./	1,85	0,26	2,17	89,3	368	553	195	90	41	42	44	45	41	32	0,224	108	163	195	--	--	--	
1,60	50	9	4/./	1,85	0,30	1,67	54,5	283	425	150	78	39	41	42	44	39	31	0,183	83	125	150	--	--	--	
1,80	45	8	4/./	1,85	0,33	1,50	41,2	255	383	135	71	38	40	42	44	38	31	0,163	75	113	135	--	--	--	
2,00	61	10	4/./	1,85	0,37	2,03	52,8	346	519	183	79	39	41	43	44	39	32	0,188	102	153	183	--	--	--	
2,20	63	10	4/./	1,85	0,41	2,10	48,8	357	536	189	78	39	41	42	44	39	32	0,184	105	158	189	--	--	--	
2,40	57	10	4/./	1,85	0,44	1,90	38,6	323	485	171	72	38	40	42	44	38	31	0,167	95	143	171	--	--	--	
2,60	64	12	4/./	1,85	0,48	2,13	40,4	363	544	192	75	38	40	42	44	38	32	0,173	107	160	192	--	--	--	
2,80	49	10	4/./	1,85	0,52	1,63	26,4	278	417	147	64	37	39	41	43	37	31	0,140	82	123	147	--	--	--	
3,00	48	9	4/./	1,85	0,55	1,60	23,6	272	408	144	61	37	39	41	43	36	31	0,134	80	120	144	--	--	--	
3,20	48	9	4/./	1,85	0,59	1,60	21,8	272	408	144	60	36	38	41	43	36	31	0,129	80	120	144	--	--	--	
3,40	53	8	4/./	1,85	0,63	1,77	22,8	300	451	159	61	37	39	41	43	36	31	0,135	88	133	159	--	--	--	
3,60	57	11	4/./	1,85	0,67	1,90	23,3	323	485	171	63	37	39	41	43	36	31	0,138	95	143	171	--	--	--	
3,80	63	12	4/./	1,85	0,70	2,10	24,7	357	536	189	65	37	39	41	43	36	32	0,144	105	158	189	--	--	--	
4,00	80	17	4/./	1,85	0,74	2,67	31,2	453	680	240	72	38	40	42	44	37	33	0,164	133	200	240	--	--	--	
4,20	96	18	4/./	1,85	0,78	3,20	36,8	544	816	288	77	39	40	42	44	38	34	0,180	160	240	288	--	--	--	
4,40	86	20	4/./	1,85	0,81	2,87	30,3	487	731	258	72	38	40	42	44	37	33	0,165	143	215	258	--	--	--	
4,60	56	14	4/./	1,85	0,85	1,87	16,8	317	476	168	56	36	38	40	42	35	31	0,120	93	140	168	--	--	--	
4,80	34	18	4/./	1,85	0,89	1,13	8,5	211	316	102	38	33	36	38	41	32	29	0,075	57	85	102	--	--	--	
5,00	31	24	4/./	1,85	0,93	1,03	7,2	230	344	93	34	33	35	38	41	31	29	0,066	52	78	93	--	--	--	
5,20	25	14	4/./	1,85	0,96	0,91	5,8	257	385	75	25	32	34	37	40	29	28	0,048	42	63	75	--	--	--	
5,40	24	22	4/./	1,85	1,00	0,89	5,4	272	407	72	23	31	34	37	40	29	28	0,044	40	60	72	--	--	--	
5,60	17	20	2/./	1,85	1,04	0,72	4,0	289	433	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,80	24	19	4/./	1,85	1,07	0,89	5,0	296	445	72	21	31	34	37	40	29	28	0,040	40	60	72	--	--	--	
6,00	30	21	4/./	1,85	1,11	1,00	5,5	301	451	90	28	32	35	37	40	30	29	0,054	50	75	90	--	--	--	
6,20	31	23	4/./	1,85	1,15	1,03	5,5	311	466	93	28	32	35	37	40	30	29	0,054	52	78	93	--	--	--	
6,40	34	22	4/./	1,85	1,18	1,13	5,9	314	471	102	31	32	35	38	40	30	29	0,059	57	85	102	--	--	--	
6,60	36	21	4/./	1,85	1,22	1,20	6,1	321	481	108	32	32	35	38	41	30	30	0,062	60	90	108	--	--	--	
6,80	21	19	4/./	1,85	1,26	0,82	3,7	355	533	63	13	30	33	36	39	27	27	0,025	35	53	63	--	--	--	
7,00	17	21	2/./	1,85	1,30	0,72	3,0	355	533	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,20	18	21	2/./	1,85	1,33	0,75	3,1	366	549	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,40	26	26	4/./	1,85	1,37	0,93	3,9	385	577	78	18	31	33	36	39	28	28	0,034	43	65	78	--	--	--	
7,60	21	17	4/./	1,85	1,41	0,82	3,2	391	587	63	10	29	32	36	39	26	27	0,021	35	53	63	--	--	--	
7,80	15	17	2/./	1,85	1,44	0,67	2,4	358	537	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,00	15	19	2/./	1,85	1,48	0,67	2,3	361	542	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,20	15	28	2/./	1,85	1,52	0,67	2,2	364	546	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,40	22	16	4/./	1,85	1,55	0,85	2,9	422	633	66	9	29	32	35	39	26	28	0,019	37	55	66	--	--	--	
8,60	33	22	4/./	1,85	1,59	1,10	4,0	445	667	99	23	31	34	37	40	28	29	0,043	55	83	99	--	--	--	
8,80	38	20	4/./	1,85	1,63	1,27	4,6	454	680	114	27	32	34	37	40	29	30	0,051	63	95	114	--	--	--	
9,00	27	20	4/./	1,85	1,66	0,95	3,1	459	689	81	15	30	33	36	39	27	28	0,028	45	68	81	--	--	--	
9,20	28	25	4/./	1,85	1,70	0,97	3,1	469	704	84	15	30	33	36	39	27	28	0,029	47	70	84	--	--	--	
9,40	24	28	4/./	1,85	1,74	0,89	2,7	458	687	72	9	29	32	35	39	26	28	0,020	40	60	72	--	--	--	
9,60	23	25	4/./	1,85	1,78	0,87	2,6	456	684	69	7	29	32	35	39	26	28	0,016	38	58	69	--	--	--	
9,80	22	22	4/./	1,85	1,81	0,85	2,4	453	679	66	5	29	32	35	38	25	28	0,013	37	55	66	--	--	--	
10,00	22	--	4/./	1,85	1,85	0,85	2,4	456	684	66	5	29	32	35	38	25	28	0,012	37	55	66	--	--	--	



## ALLEGATO 2

# ELABORATI INDAGINE SISMICA CON TECNICA MASW

**Dot. SAMUELE MORANDI – Geologo**

Via Bologna, 11 – 56025 Pontedera (Pisa)  
Tel. 338/4170741 e-mail: [morandisamuele@tiscali.it](mailto:morandisamuele@tiscali.it)

# Risultati delle analisi MASW

Sito: Lavoria  
Data: Gennaio 2024

# 1 - Dati sperimentali

Nome del file delle tracce .....  
Numero di ricevitori..... 24  
Numero di campioni temporali ..... 2000  
Passo temporale di acquisizione ..... 1ms  
Numero di ricevitori usati per l'analisi ..... 22  
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms  
L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... 1200ms  
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

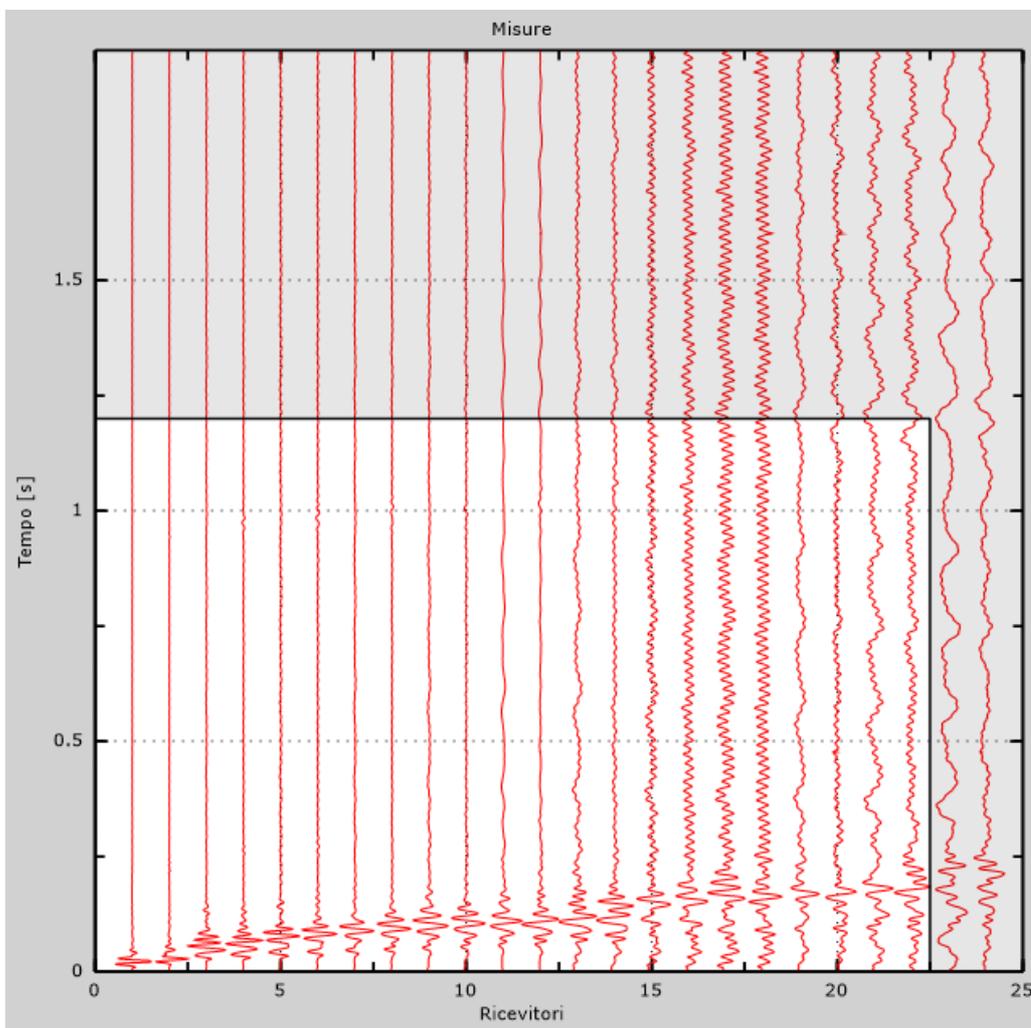


Figura 1: Tracce sperimentali

## 2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale..... 70Hz  
Frequenza iniziale ..... 2Hz

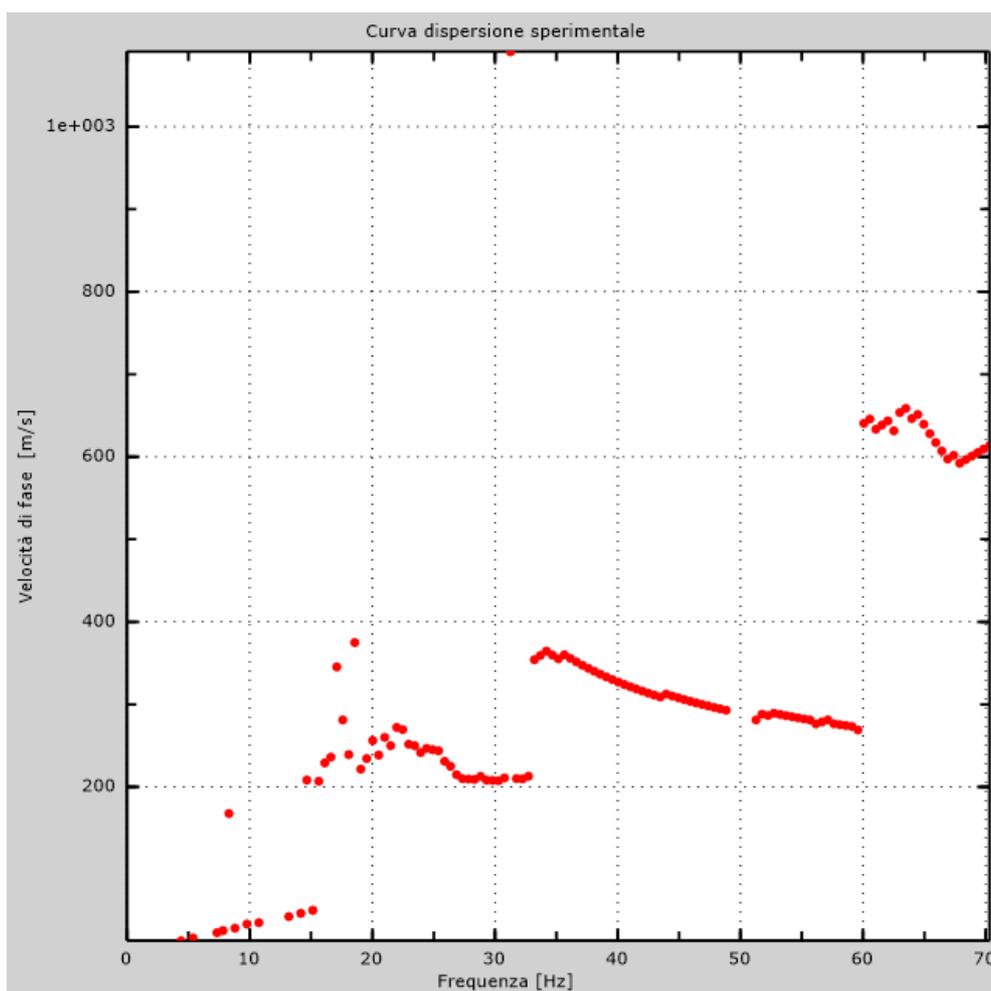


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

### 3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
15.5912	262.615	166.244	358.986
19.0706	263.972	201.534	326.41
21.1793	253.113	234.111	272.116
23.9734	244.969	227.324	262.615
26.662	224.609	216.465	232.753
29.667	206.964	197.462	216.465
32.1974	213.75	201.534	225.967
34.8334	357.628	349.484	365.772
38.8399	335.911	320.98	350.842
41.8976	315.551	306.049	325.052
45.6933	307.407	301.977	312.836
48.2238	295.191	277.545	312.836
52.3886	284.332	278.903	289.761
55.0245	281.617	276.188	287.047
58.1349	274.831	265.329	284.332
59.8746	265.329	259.9	270.759

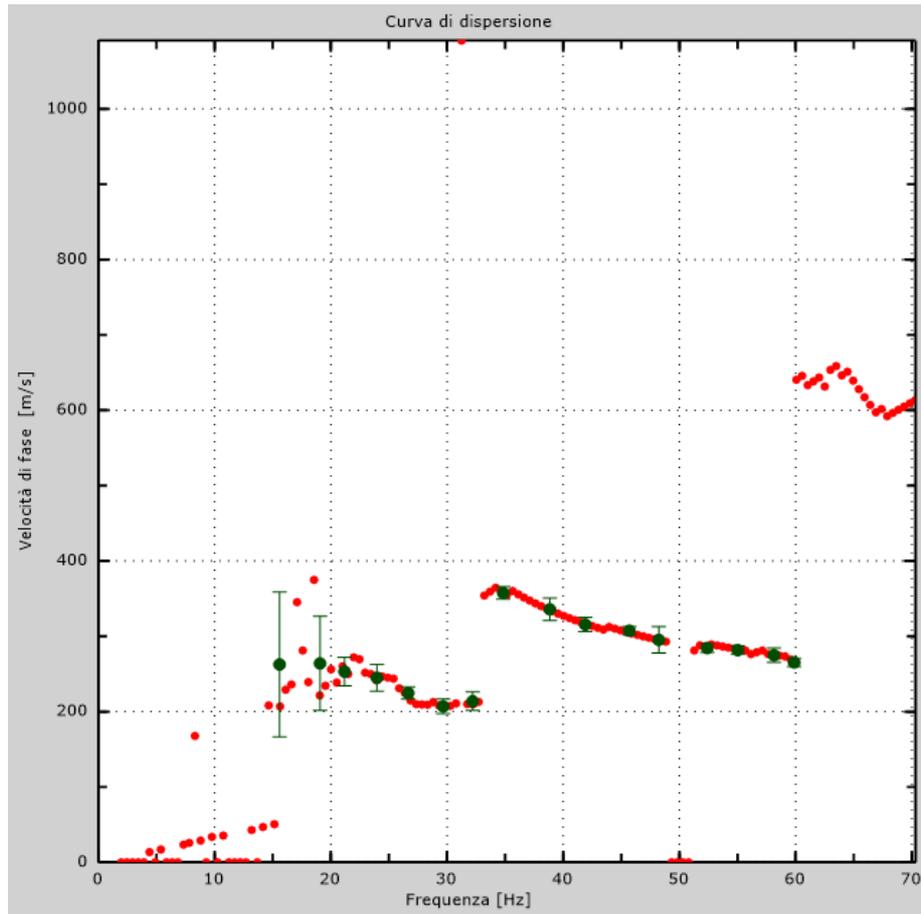


Figura 3: Curva di dispersione

## 4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio).....	8
Spaziatura ricevitori [m].....	1.5m
Numero ricevitori .....	24
Numero modi.....	6

### Strato 1: terreno pedologico

h [m] .....	0.4
z [m] .....	-0.4
Densità [kg/m <sup>3</sup> ] .....	1700
Poisson .....	0.35
Vs [m/s].....	220
Vp [m/s].....	457.97
Vs min [m/s].....	100
Vs max [m/s] .....	330.000000

Falda non presente nello strato  
 Strato non alluvionale  
 Vs fin.[m/s]..... 220.000

**Strato 2: argilla limo sabbiosa**

h [m] ..... 3.5  
 z [m] ..... -3.9  
 Densità [kg/m<sup>3</sup>] ..... 1900  
 Poisson ..... 0.35  
 Vs [m/s] ..... 350  
 Vp [m/s] ..... 728.58  
 Vs min [m/s] ..... 150  
 Vs max [m/s] ..... 525.000000  
 Falda non presente nello strato  
 Strato non alluvionale  
 Vs fin.[m/s]..... 350.000

**Strato 3: sabbie limose**

h [m] ..... 6.5  
 z [m] ..... -10.4  
 Densità [kg/m<sup>3</sup>] ..... 1850  
 Poisson ..... 0.48  
 Vs [m/s] ..... 350  
 Vp [m/s] ..... 1784.66  
 Vs min [m/s] ..... 200  
 Vs max [m/s] ..... 525.000000  
 Falda presente nello strato  
 Strato non alluvionale  
 Vs fin.[m/s]..... 350.000

**Strato 4**

h [m] ..... 5  
 z [m] ..... -15.4  
 Densità [kg/m<sup>3</sup>] ..... 1850  
 Poisson ..... 0.48  
 Vs [m/s] ..... 280  
 Vp [m/s] ..... 1427.73  
 Vs min [m/s] ..... 220  
 Vs max [m/s] ..... 420.000000  
 Falda presente nello strato  
 Strato non alluvionale  
 Vs fin.[m/s]..... 280.000

### Strato 5

h [m] .....	5
z [m] .....	-20.4
Densità [kg/m <sup>3</sup> ] .....	1850
Poisson .....	0.48
Vs [m/s] .....	230
Vp [m/s] .....	1172.77
Vs min [m/s] .....	200
Vs max [m/s] .....	345.000000
Falda presente nello strato Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s] .....	230.000

### Strato 6

h [m] .....	5
z [m] .....	-25.4
Densità [kg/m <sup>3</sup> ] .....	1850
Poisson .....	0.35
Vs [m/s] .....	230
Vp [m/s] .....	478.78
Vs min [m/s] .....	200
Vs max [m/s] .....	345.000000
Falda non presente nello strato Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s] .....	230.000

### Strato 7

h [m] .....	5
z [m] .....	-30.4
Densità [kg/m <sup>3</sup> ] .....	1850
Poisson .....	0.35
Vs [m/s] .....	240
Vp [m/s] .....	499.60
Vs min [m/s] .....	145.90
Vs max [m/s] .....	360.000000
Falda non presente nello strato Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s] .....	240.000

### Strato 8

h [m] .....	0
z [m] .....	-∞
Densità [kg/m <sup>3</sup> ] .....	1850
Poisson .....	0.48

$V_s$  [m/s] ..... 250  
 $V_p$  [m/s] ..... 1274.75  
 $V_s$  min [m/s] ..... 200  
 $V_s$  max [m/s] ..... 375.000000  
 Falda presente nello strato  
 Strato non alluvionale  
 $V_s$  fin.[m/s] ..... 250.000

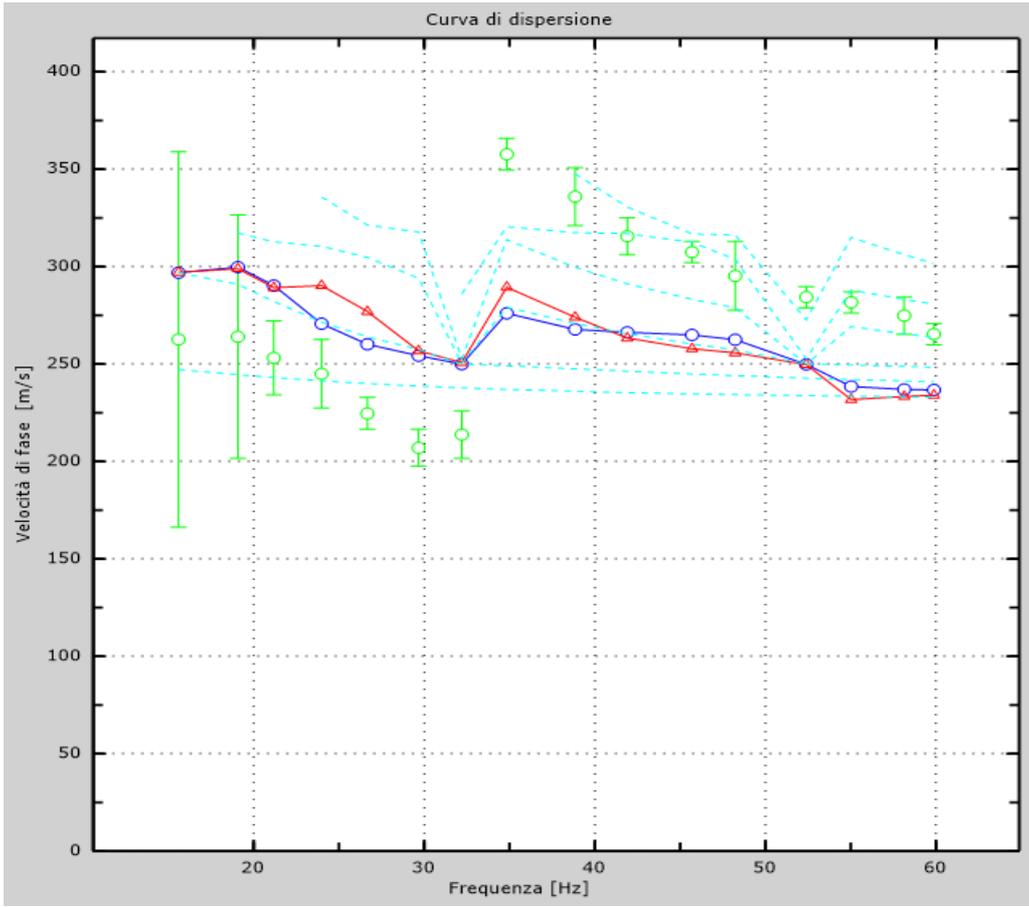


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

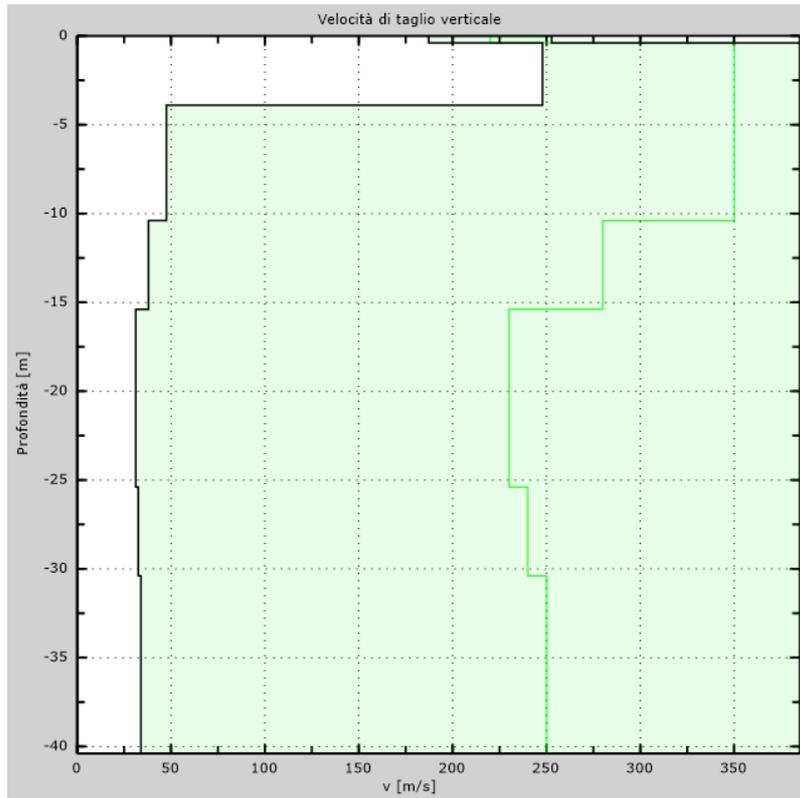


Figura 5: Profilo Vs numerico

## 5 - Risultati finali

Offset [m].....	0
<b>Vs30 [m/s] .....</b>	<b>270</b>
La normativa applicata è il DM 17 gennaio 2018	
Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.	
L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 7	
<b>Tipo di suolo .....</b>	<b>C</b>