

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

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO DI RECUPERO.....	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	7
3.1	Ubicazione	7
3.2	Inquadramento geologico e geomorfologico	7
3.3	Idrografia e Idrogeologia	8
4	INQUADRAMENTO SISMICO.....	9
4.1	Categorie del suolo di fondazione	11
4.2	Prova geofisica MASW	13
5	ANALISI DEI VINCOLI SOVRAORDINATI	14
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
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).....	18
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
7	STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO.....	20
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).	22

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

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

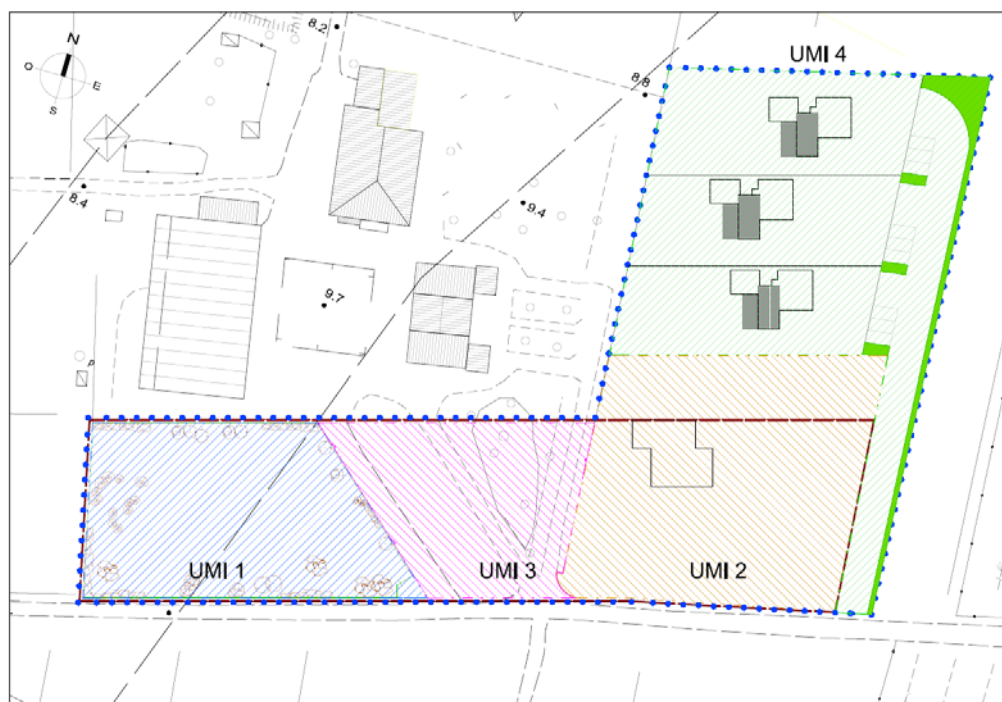


Figura I – Planimetria generale P.d.R. (Variante)

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/cm² (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/cm² (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	24
DISTANZA INTERGEOFONICA	1.5 m
LUNGHEZZA COMPLESSIVA STENDIMENTO	34.5 m
N. PUNTI DI SCOPPIO	2
OFF SET SCOPPI	2 m
TIPO DI ENERGIZZAZIONE	Mazza battente da 4.0 Kg
TEMPO DI ACQUISIZIONE	2 sec.
INTERVALLO DI CAMPIONAMENTO	4000 Hz

Tabella 2 – caratteristiche adottate per le indagini MASW

Tale indagine ha individuato un valore medio di **Vs₃₀ 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.

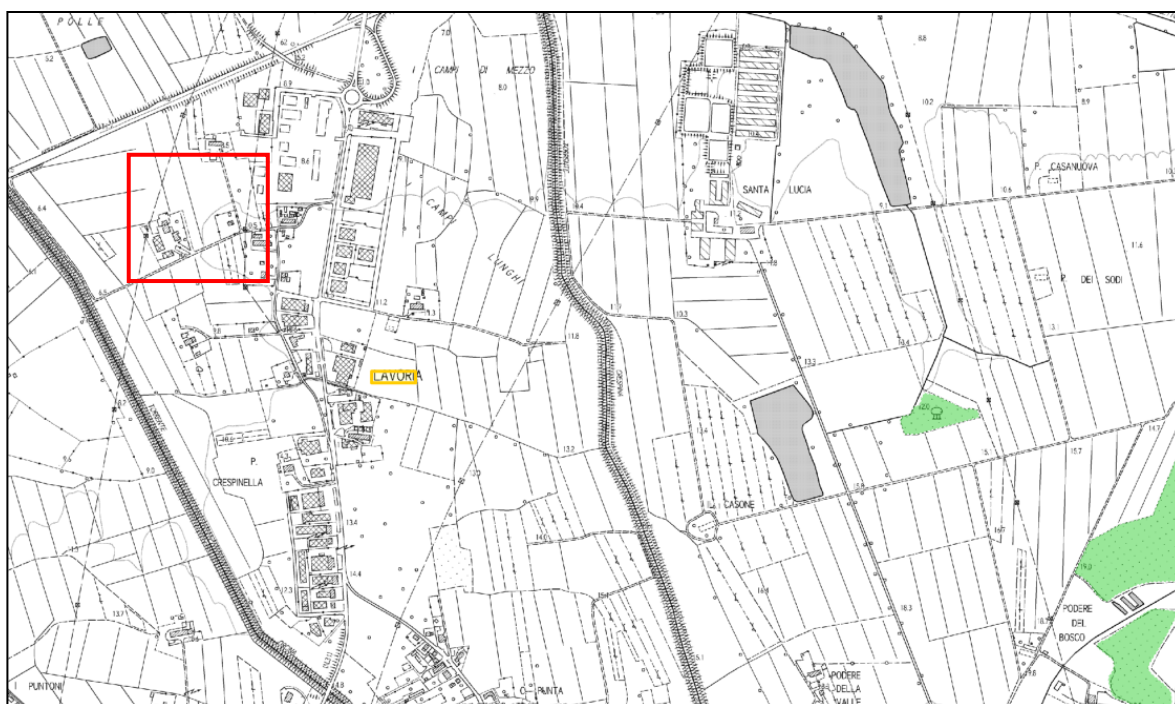


Figura II – cartografia PIT con valenza di piano paesaggistico.

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/cm² (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/cm² (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	γ (t/m ³)	C' (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	ϕ (°)	M _o (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. γ - peso di volume; Cu – coesione non drenata; c' – coesione efficace; ϕ – angolo di attrito; Mo – Modulo edometrico.

Prova penetrometrica statica CPT 2

STRATO	PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	γ (t/m ³)	C' (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	ϕ (°)	M _o (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. γ - peso di volume; Cu – coesione non drenata; c' – coesione efficace; ϕ – 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/cm². 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/cm².

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.

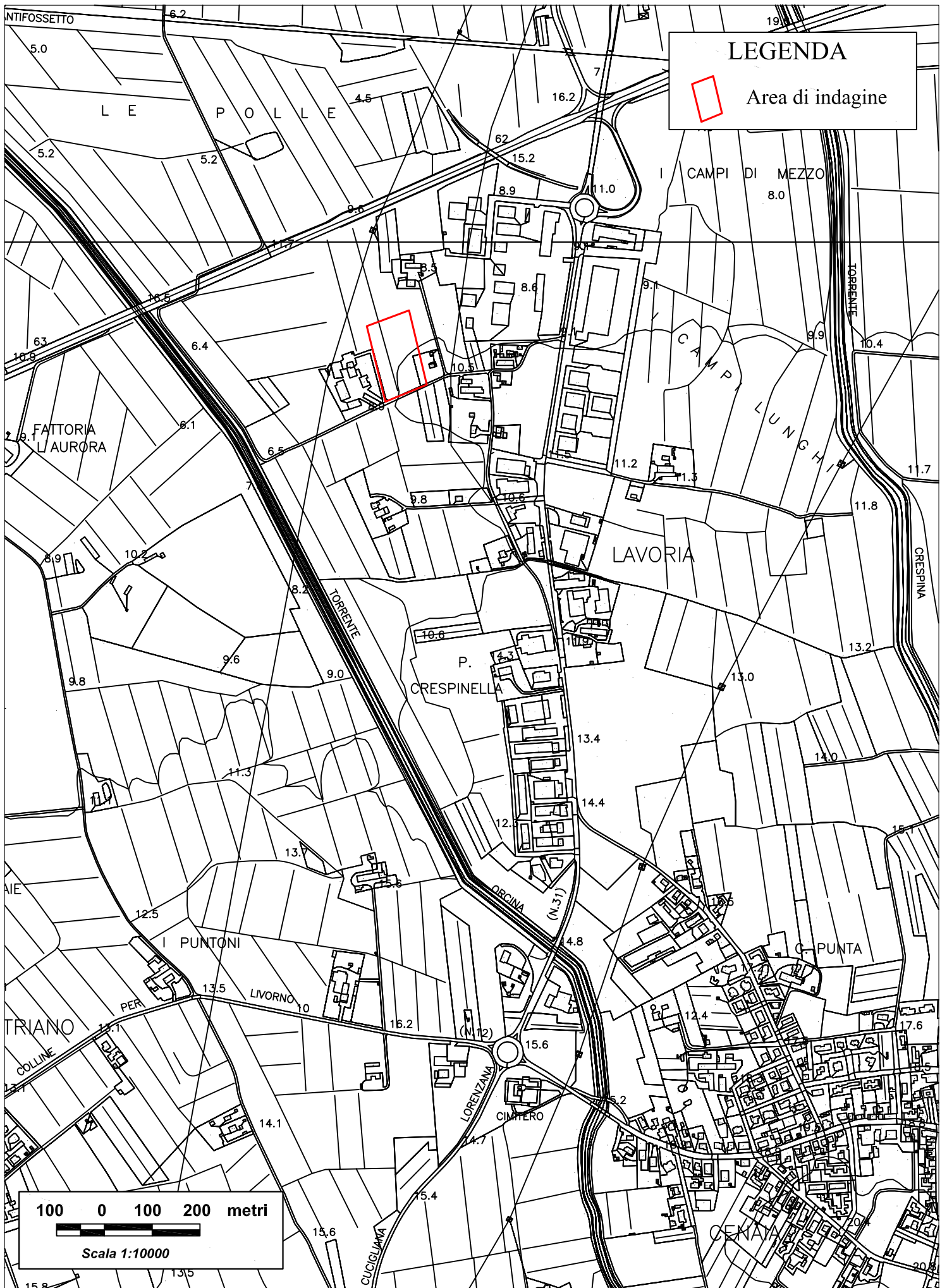
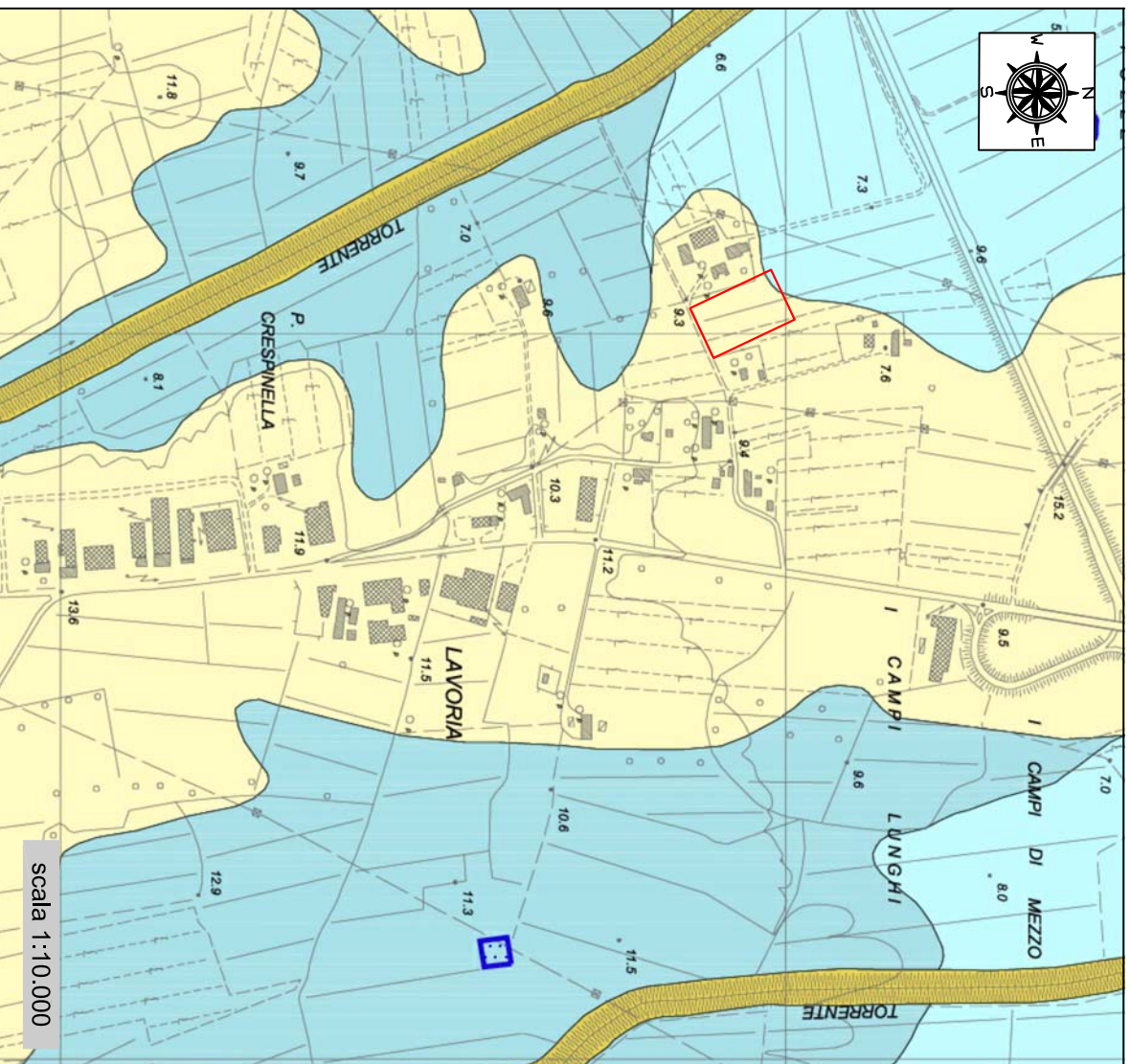


Figura 1- COROGRAFIA



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 Artica Islandica (Pleistocene inf.)

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

Area di intervento

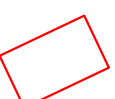


FIGURA 2 - STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA

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

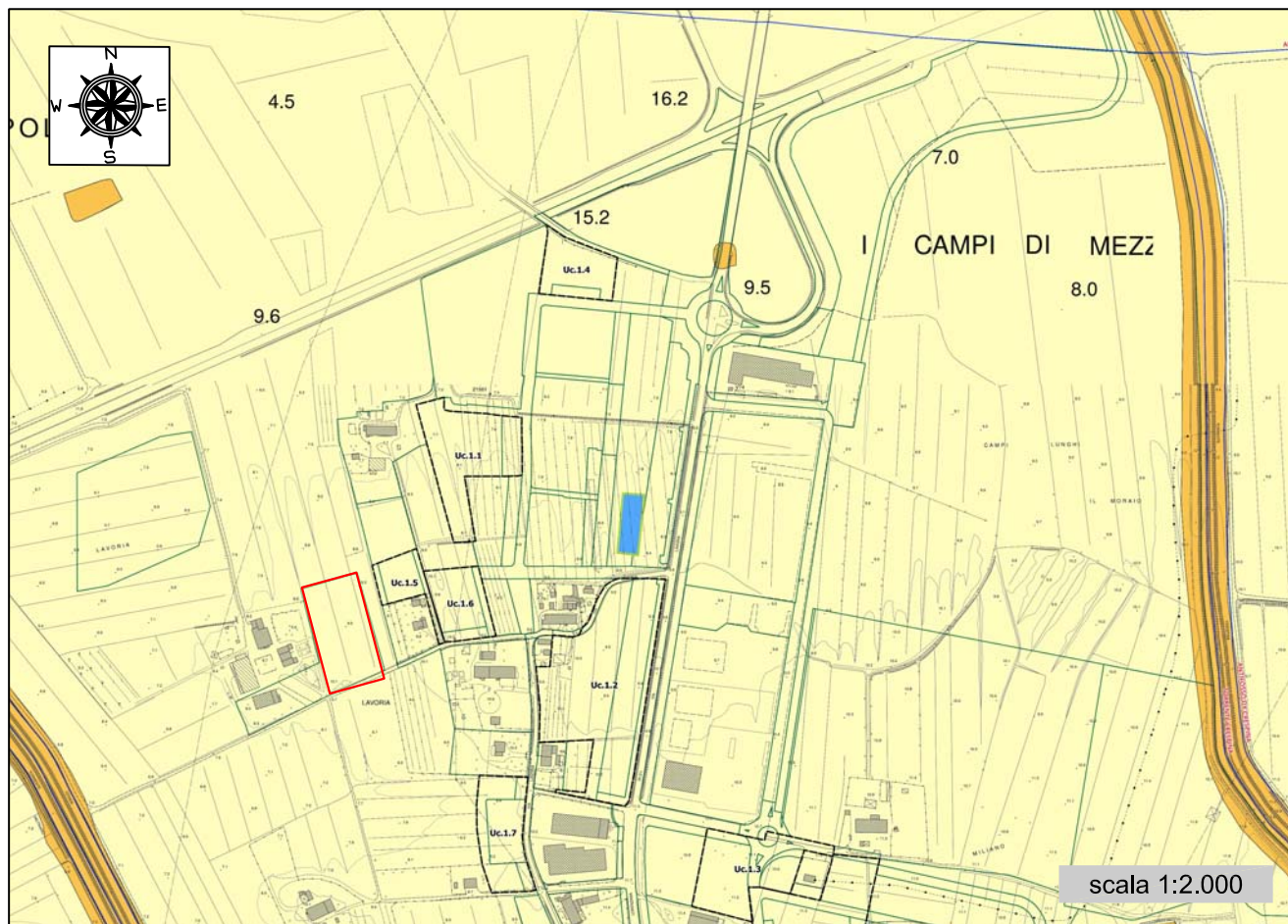




FIGURA 3 - STRALCIO DELLA CARTA DELLE AREE ED ELEMENTI ESPOSTI A FENOMENI GEOLOGICI


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

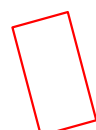
Pericolosità geologica

 Classe 4 - pericolosità molto elevata

 Classe 3 - pericolosità elevata

 Classe 2 - pericolosità media

 Classe 1 - pericolosità bassa

 Area si intervento

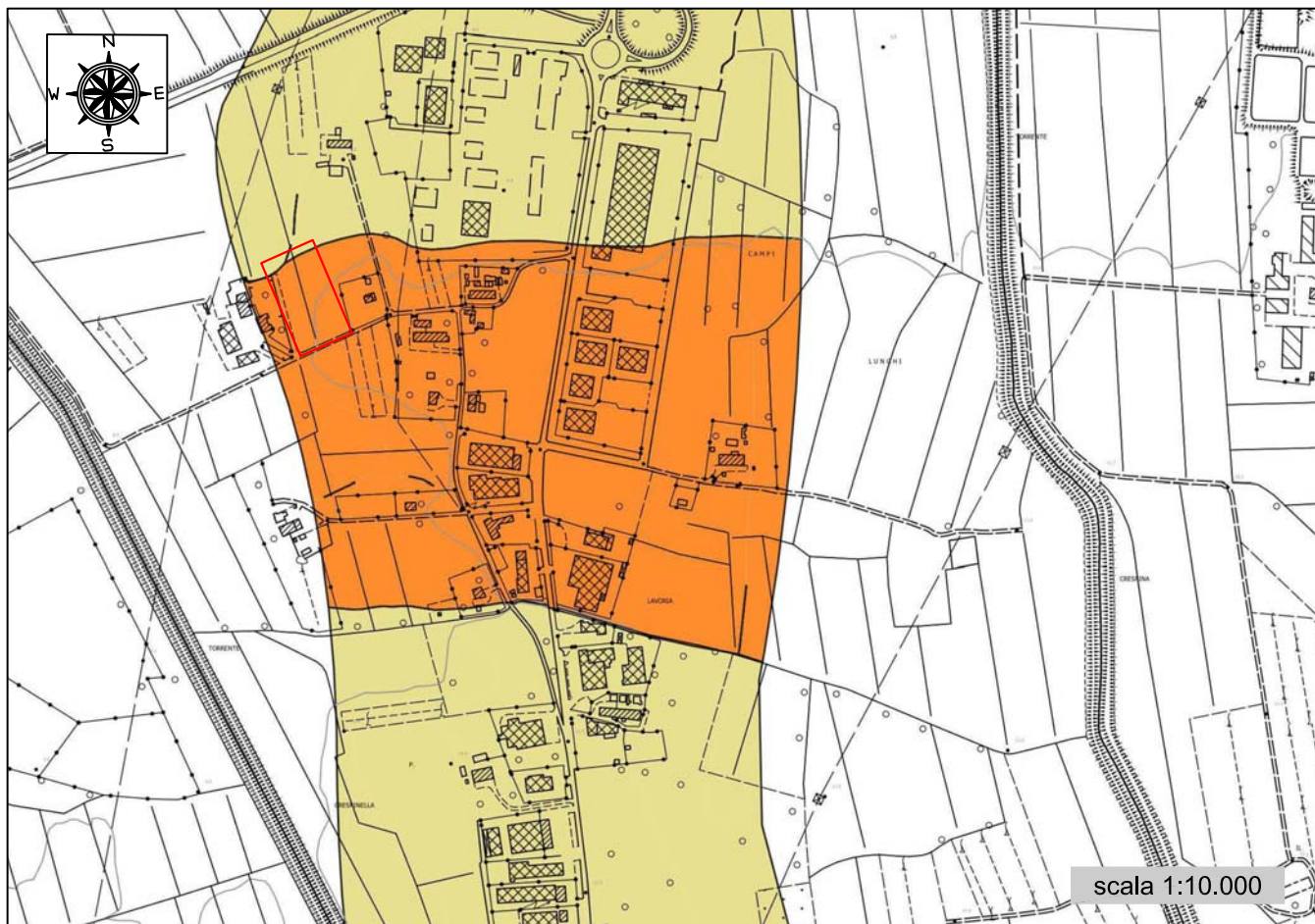


FIGURA 4 - STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA


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

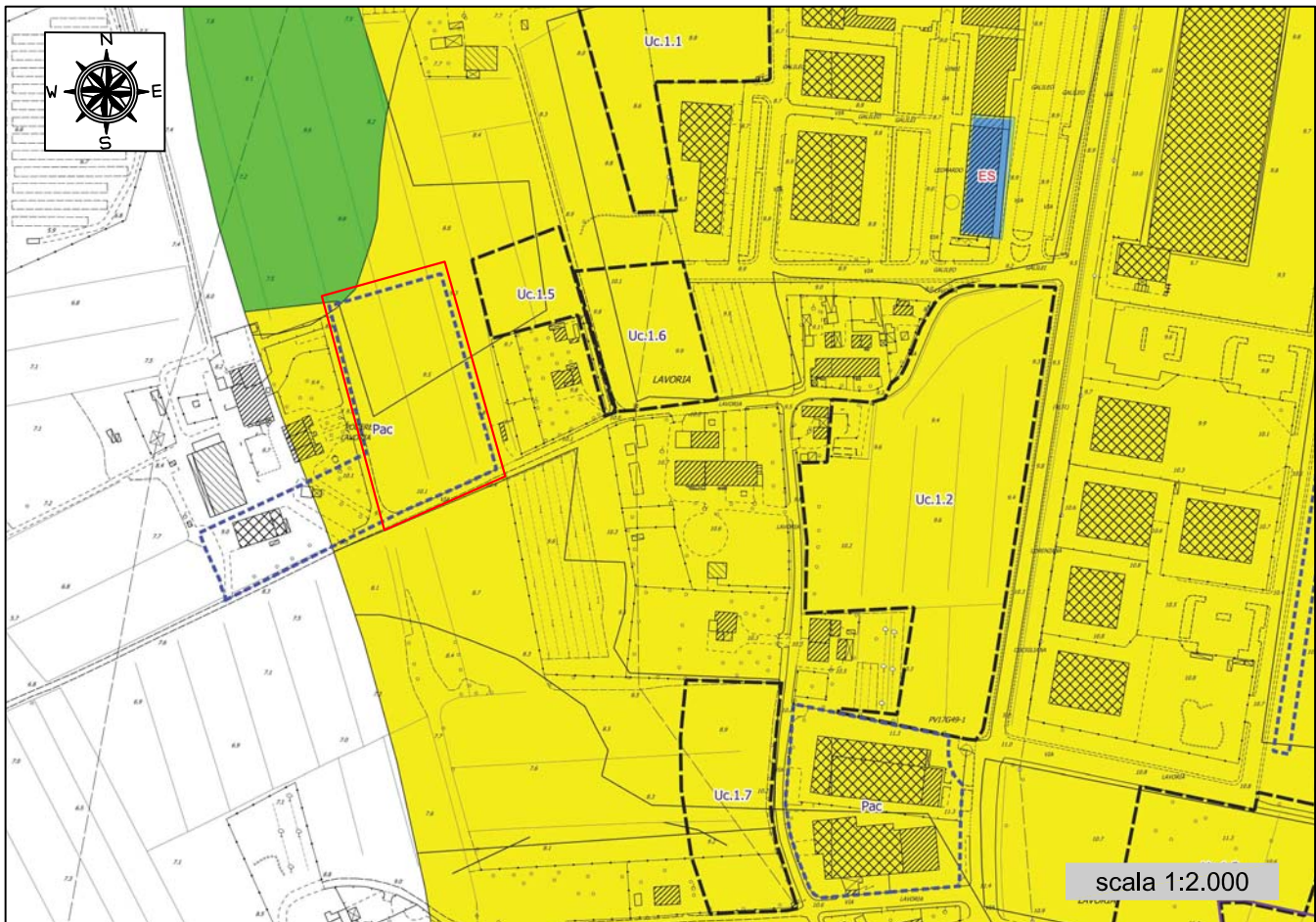


FIGURA 5 - STRALCIO DELLA CARTA DEL RISCHIO SISMICO

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

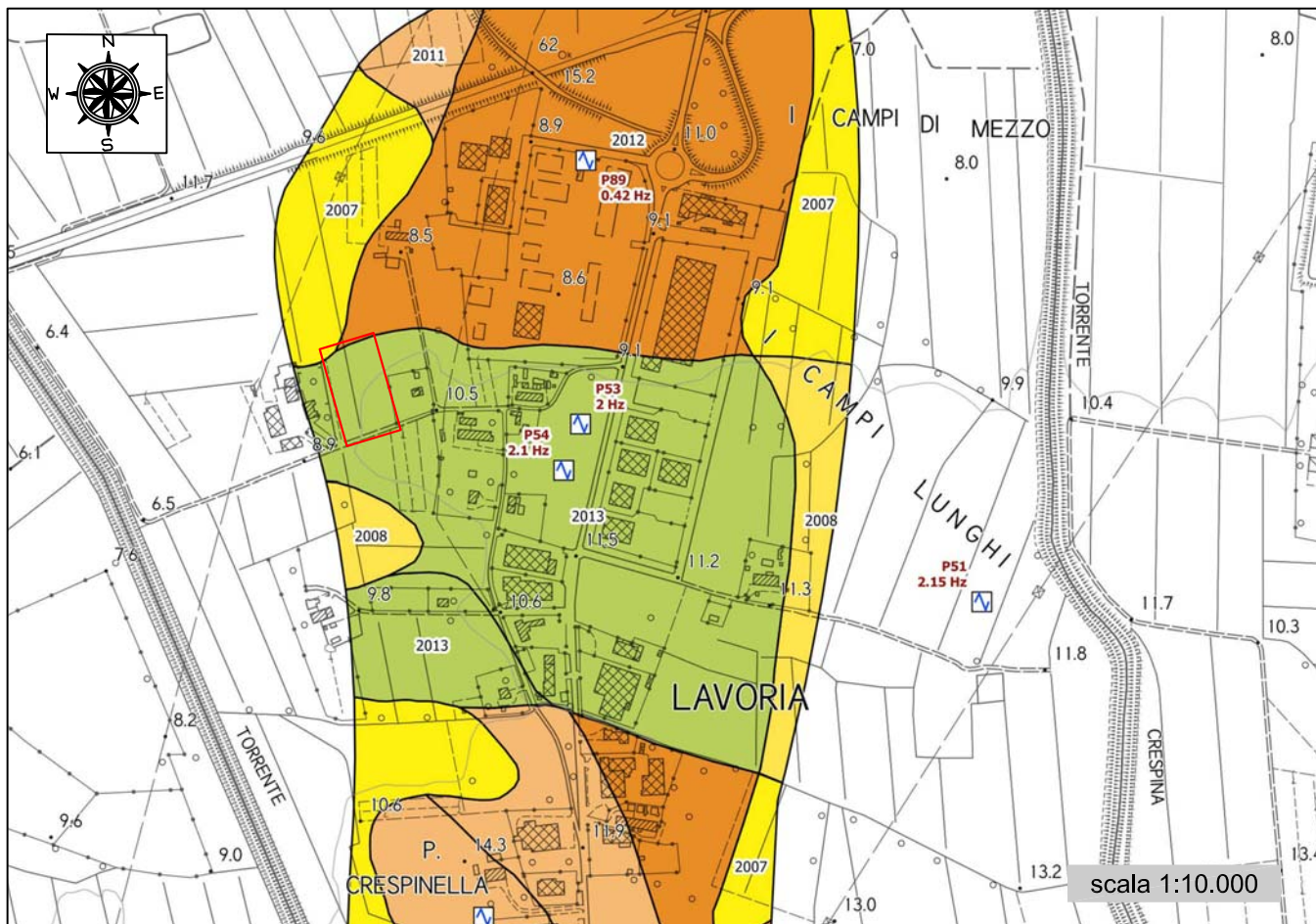


FIGURA 6 - STRALCIO DELLA CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

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

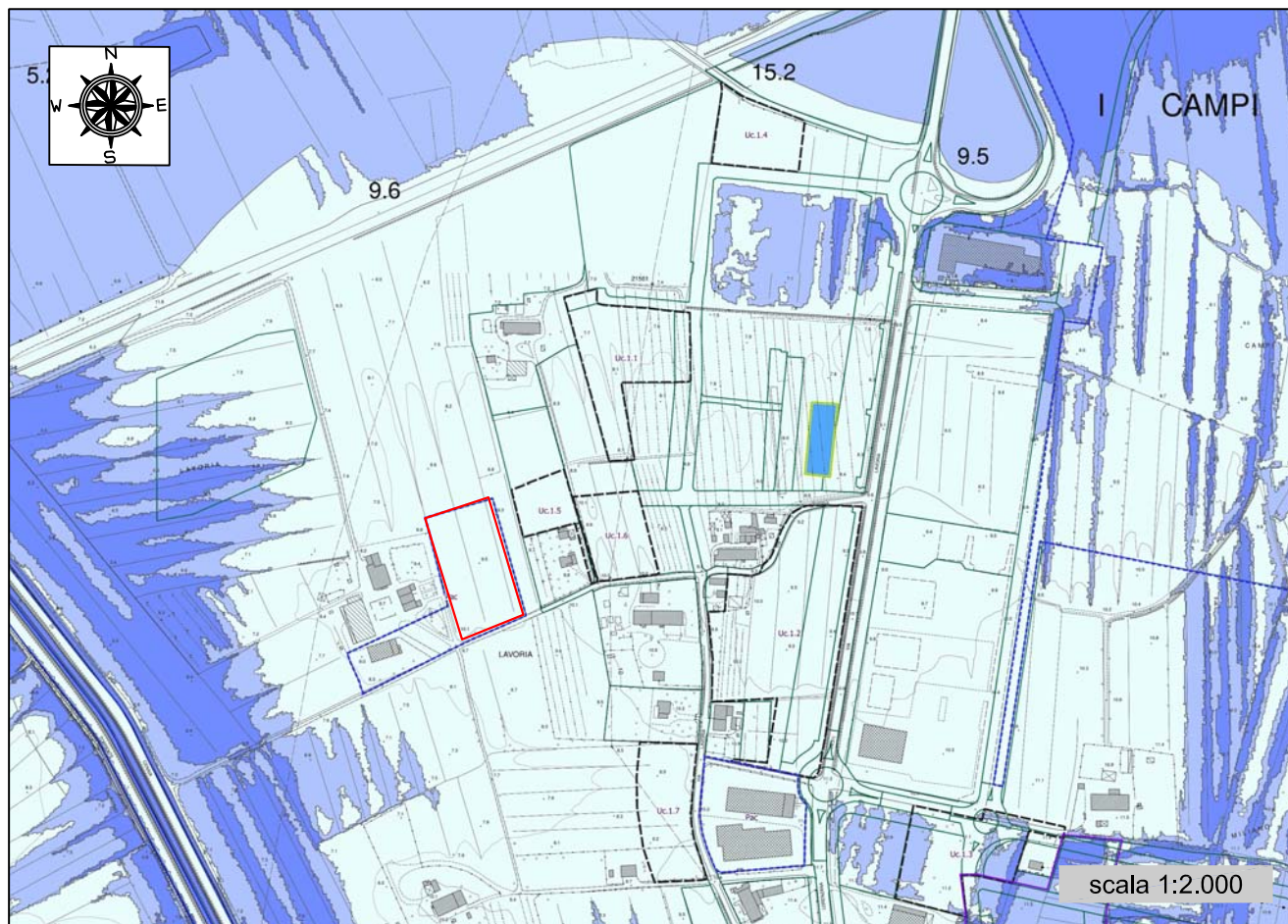


FIGURA 7 - STRALCIO DELLA CARTA DELLE AREE ED ELEMENTI ESPOSTI A FENOMENI ALLUVIONALI

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

ES Edifici strategici

AE Area di emergenza (AMMASSAMENTO)

AE Area di emergenza (RICOVERO)

AE Area di emergenza (AMMASSAMENTO - RICOVERO)

AE Area di emergenza (ATTESA)

Pericolosità da alluvioni

Classe P3 - alluvioni frequenti

Classe P2 - alluvioni poco frequenti

Classe P1 - alluvioni rare o di estrema intensità

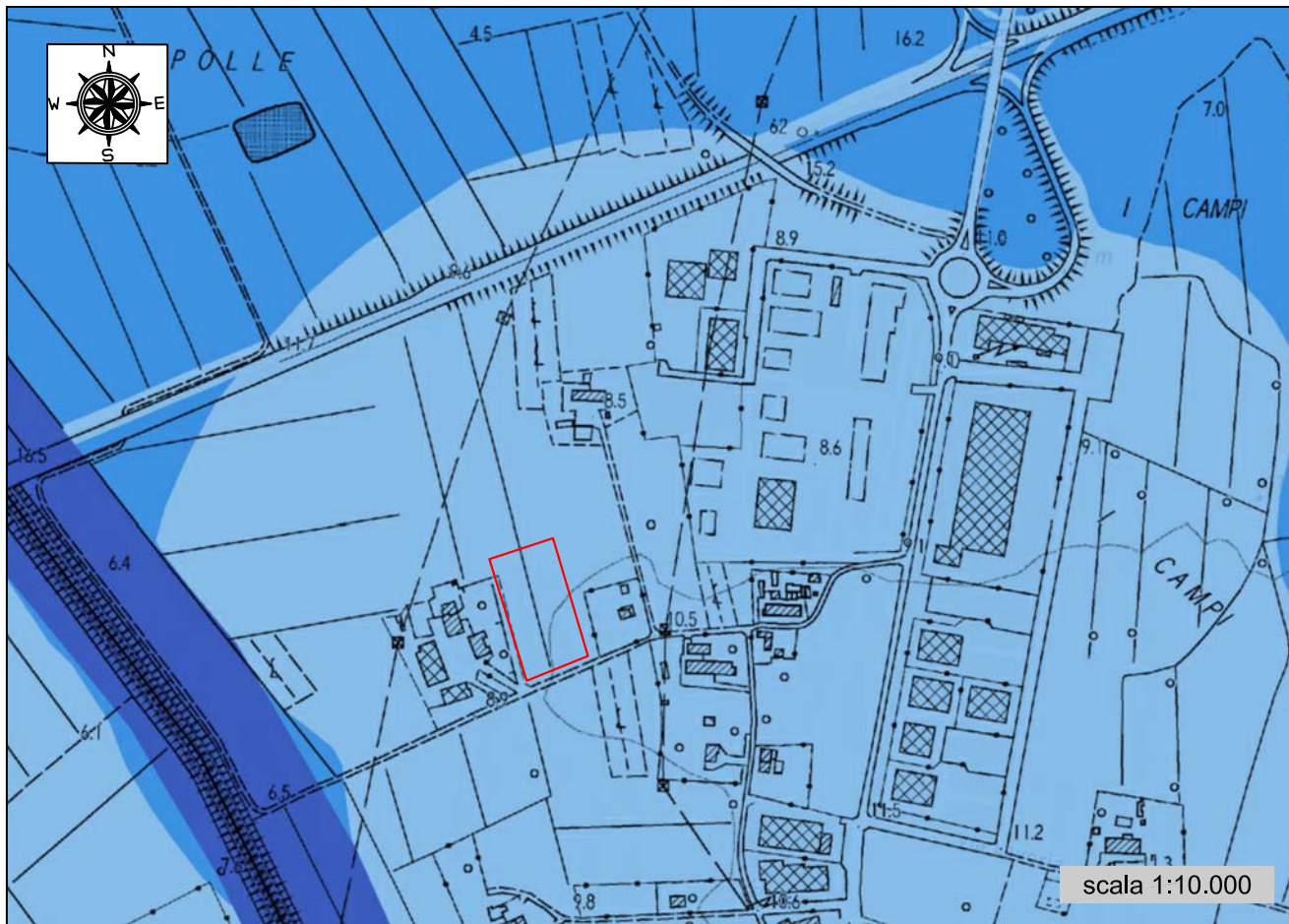


FIGURA 8 - MAPPA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE
 tratta da: Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale - PGRA

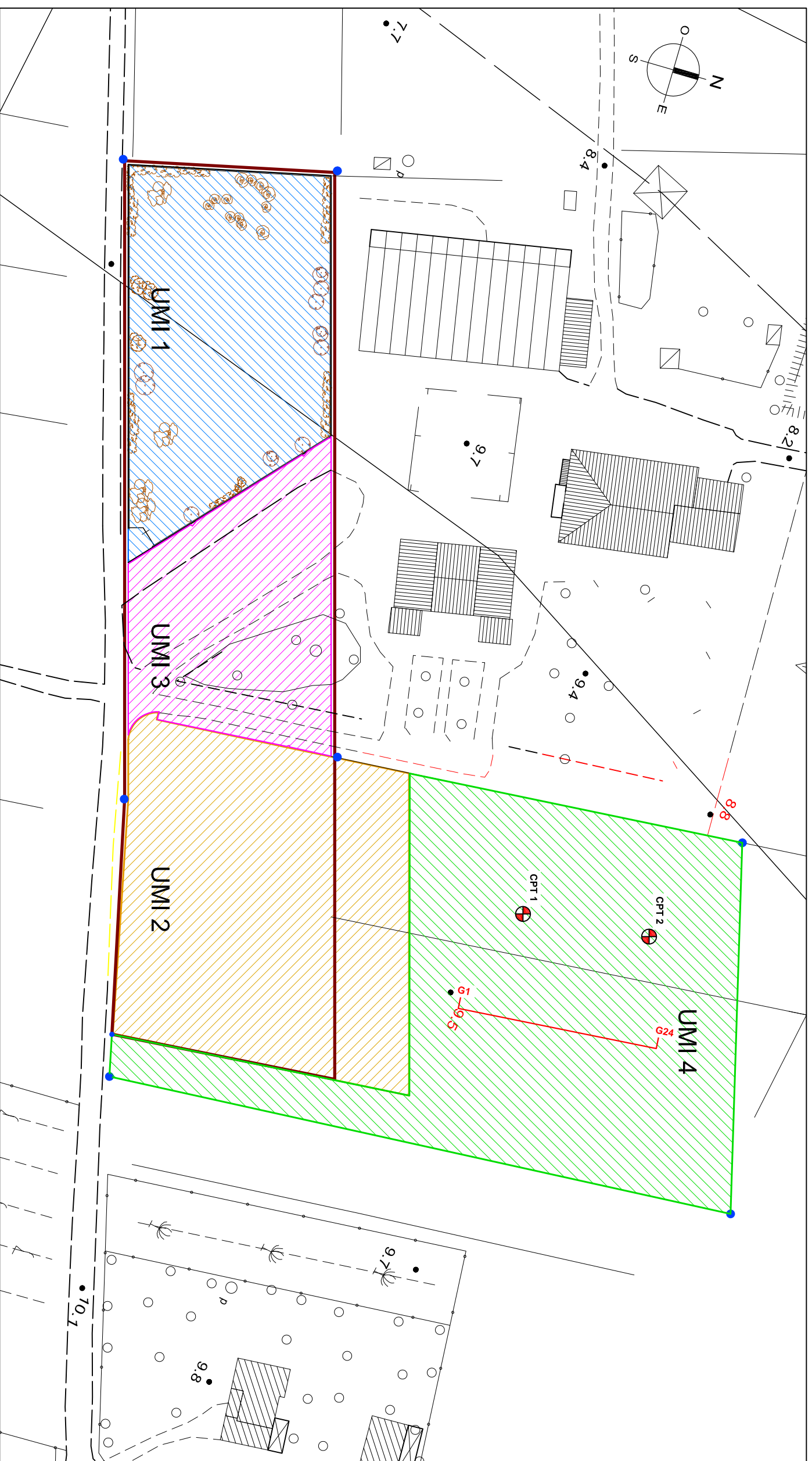
LEGENDA

— 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 G24 Profilo indagine sismica MASW


 perimetro area di recupero originario

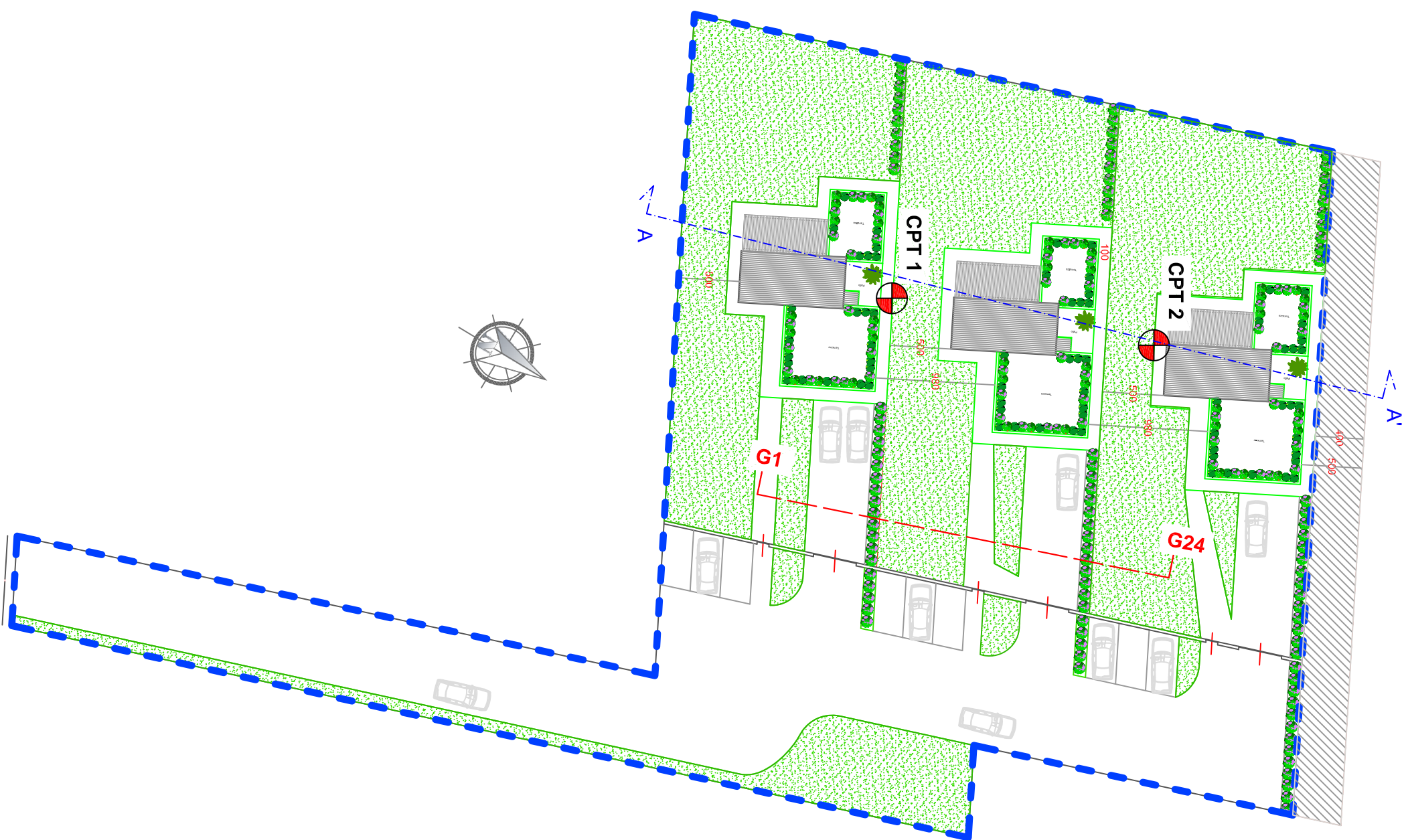
 perimetro area di recupero di progetto

 Unità minima di intervento 1

 Unità minima di intervento 2

 Unità minima di intervento 3

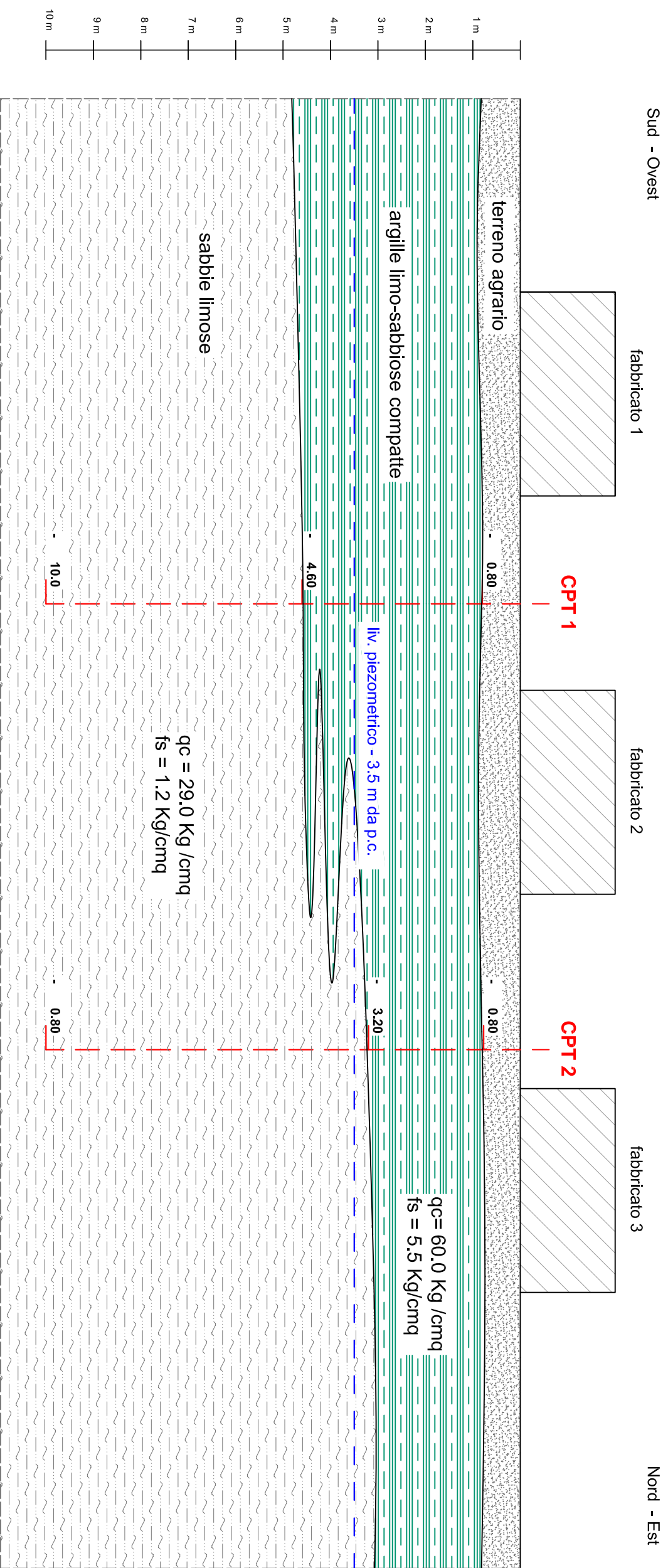
 Unità minima di intervento 4



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'

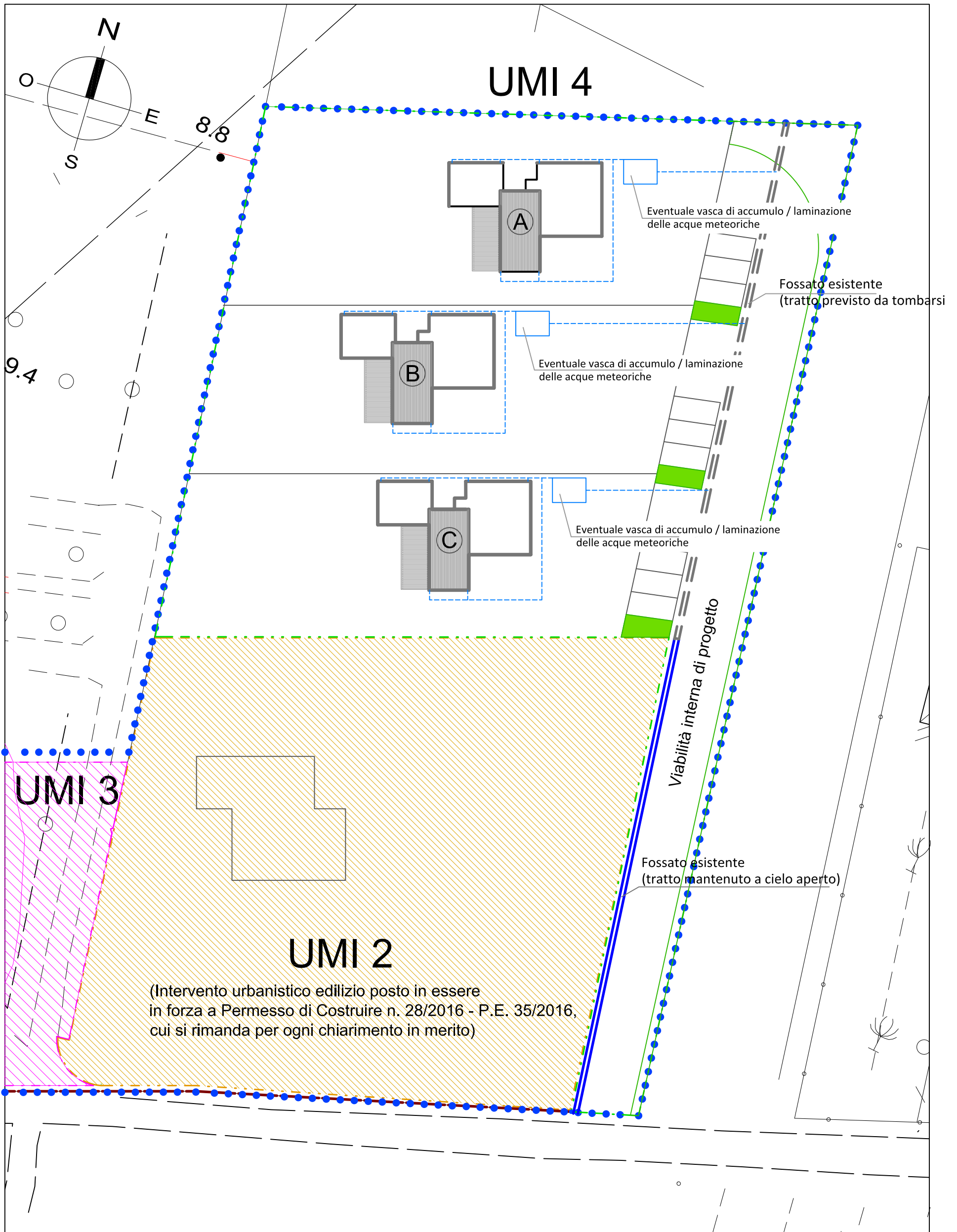


scala orizzontale 1:200
scala verticale 1:100

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 ²				punta	laterale	kg/cm ²		
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
1,00	81,0	154,0	81,0	8,47	10,0	6,00	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
2,00	61,0	143,0	61,0	5,93	10,0	7,00	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
3,00	48,0	125,0	48,0	5,13	9,0	8,00	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
4,00	80,0	160,0	80,0	4,60	17,0	9,00	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
5,00	31,0	59,0	31,0	1,27	24,0	10,00	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 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

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 ²				punta	laterale	kg/cm ²		
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
1,00	69,0	176,0	69,0	7,00	10,0	6,00	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
2,00	61,0	137,0	61,0	5,60	11,0	7,00	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
3,00	44,0	123,0	44,0	4,47	10,0	8,00	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
4,00	40,0	80,0	40,0	2,07	19,0	9,00	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
5,00	40,0	64,0	40,0	1,40	29,0	10,00	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 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

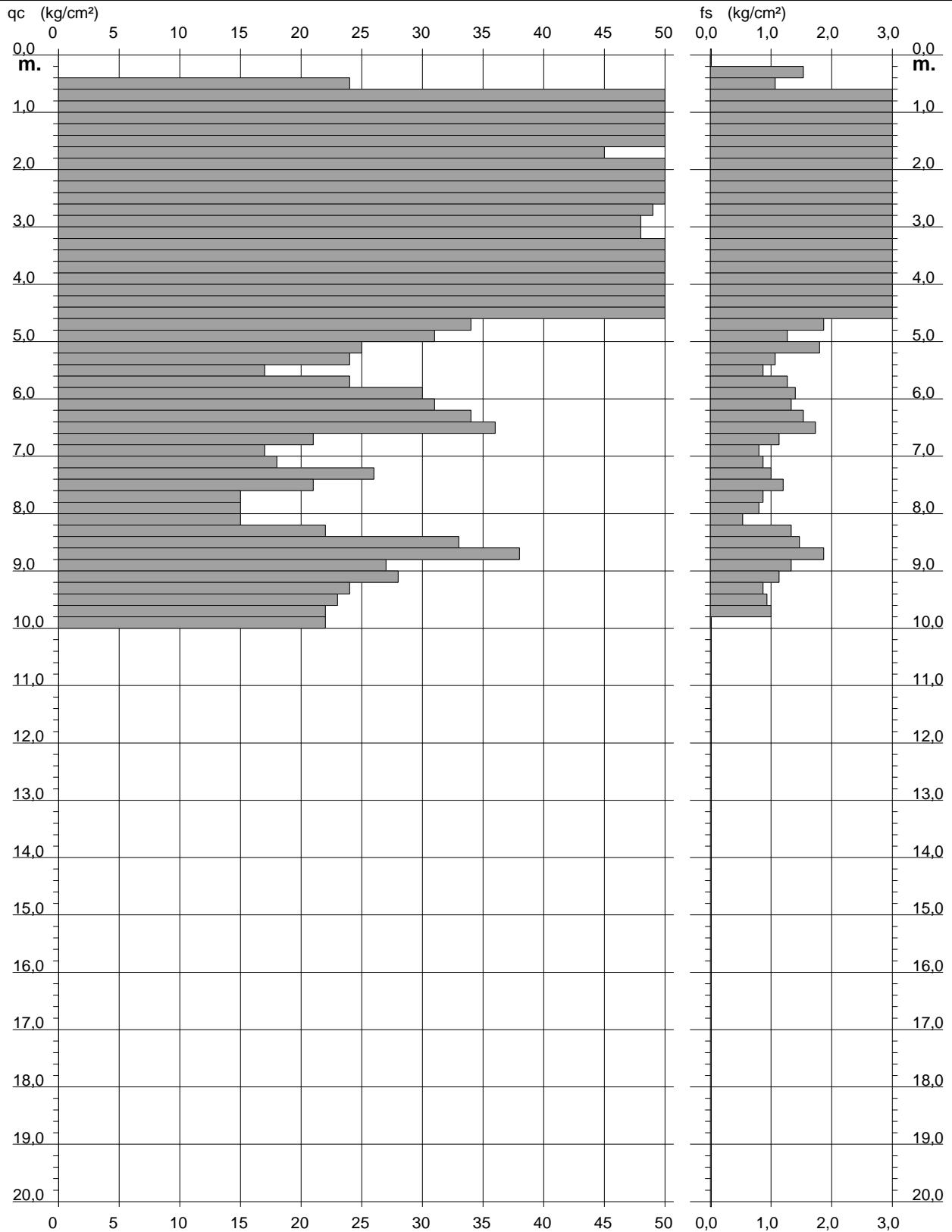
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

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



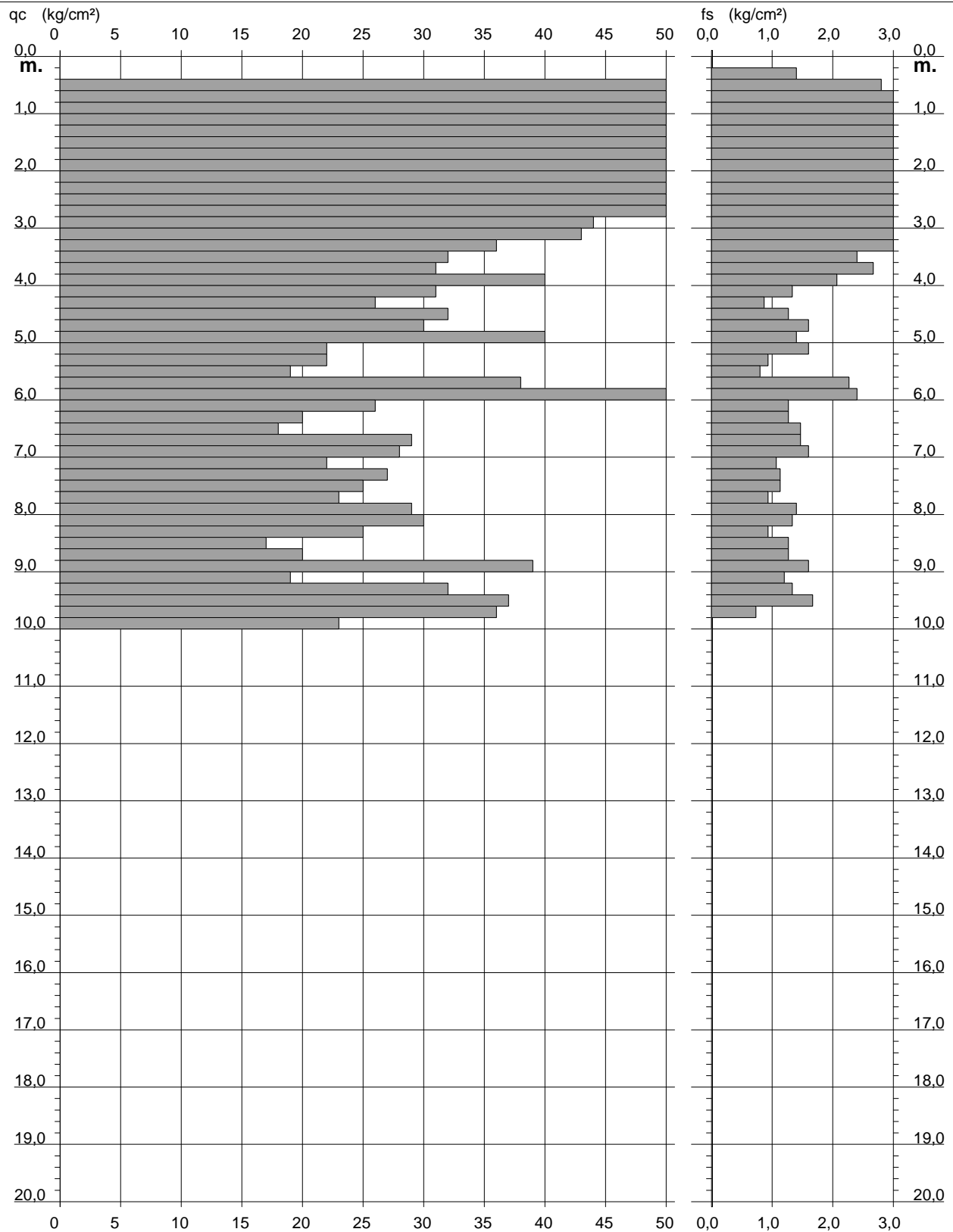
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

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



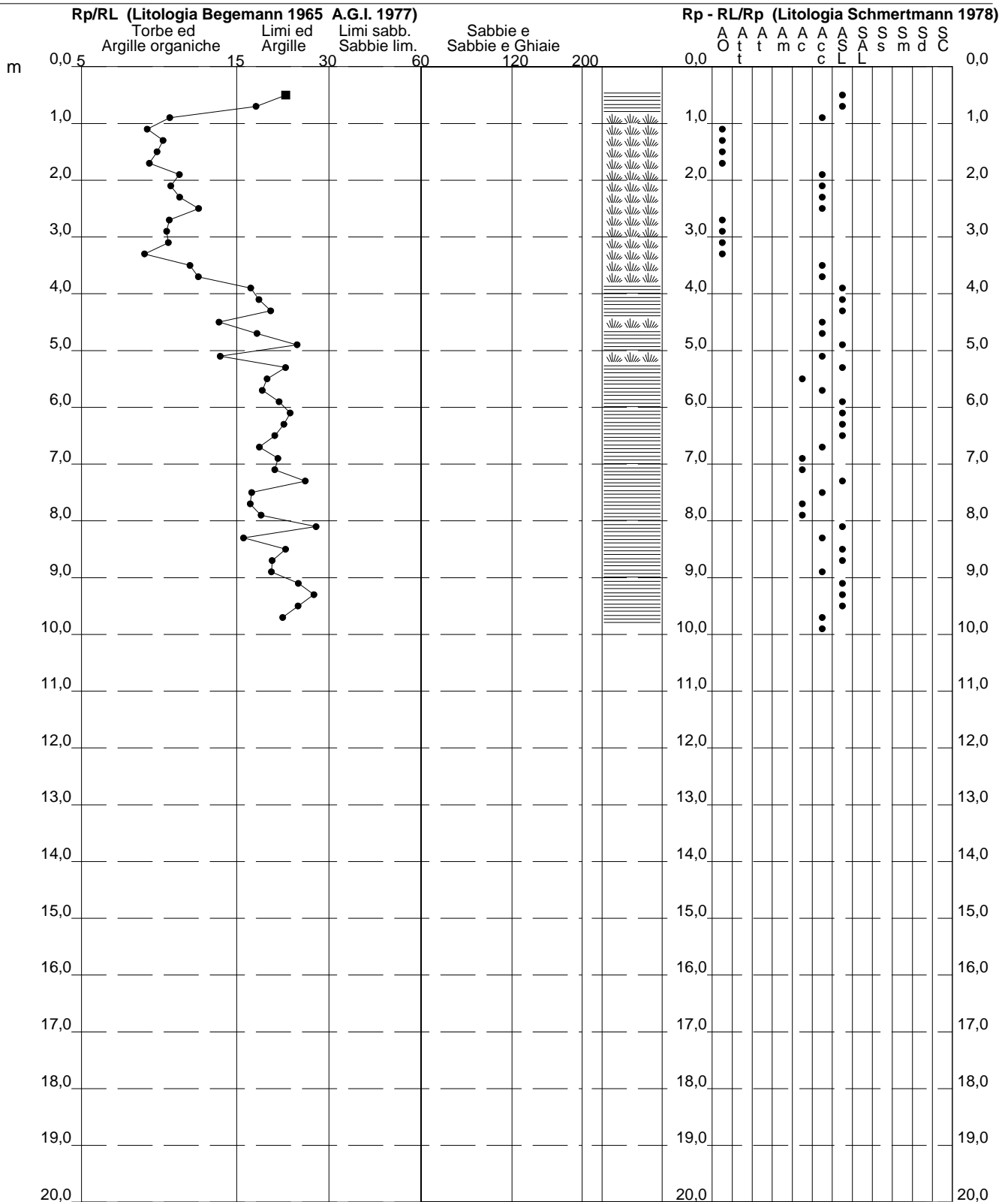
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

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



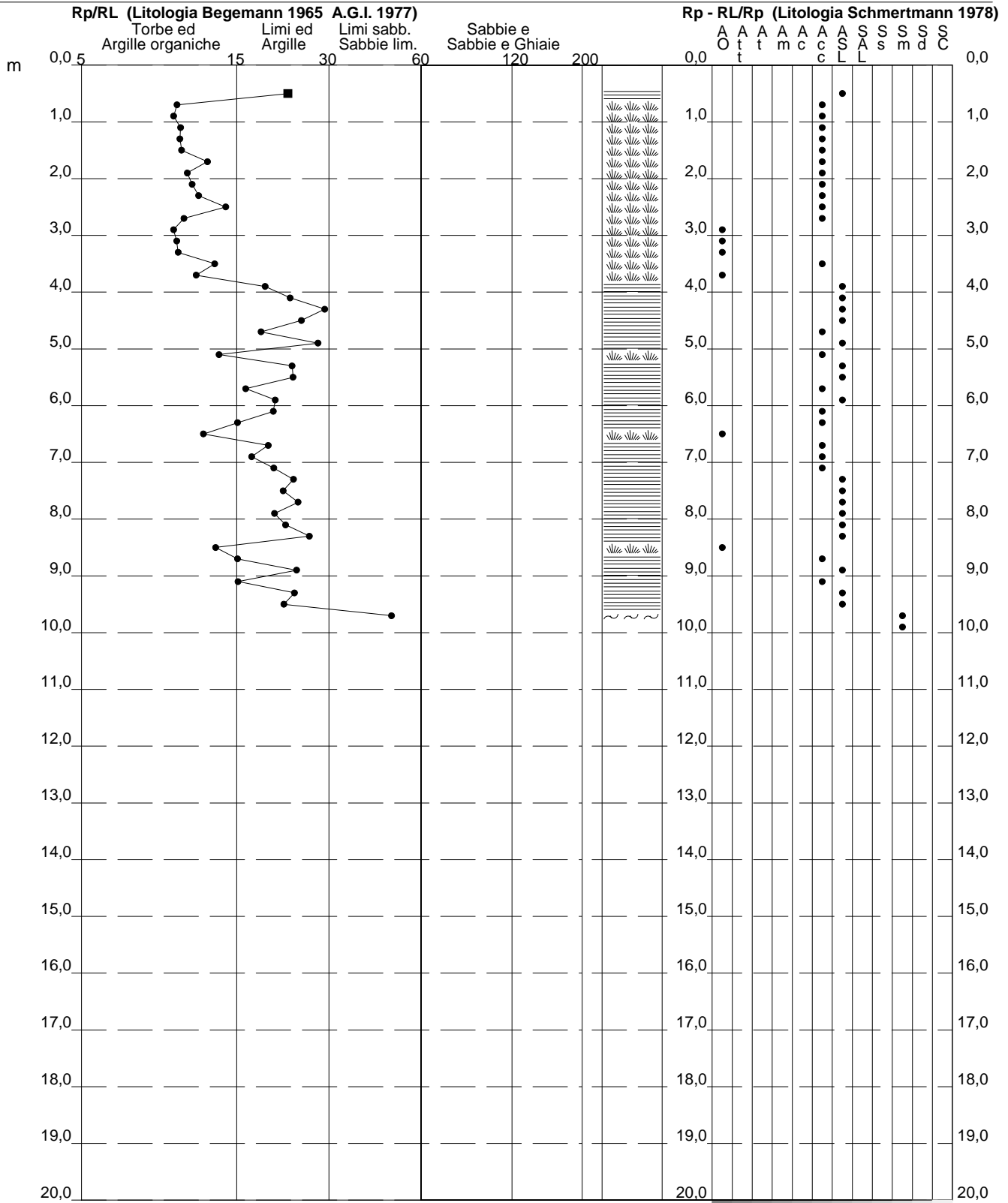
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

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



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

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)

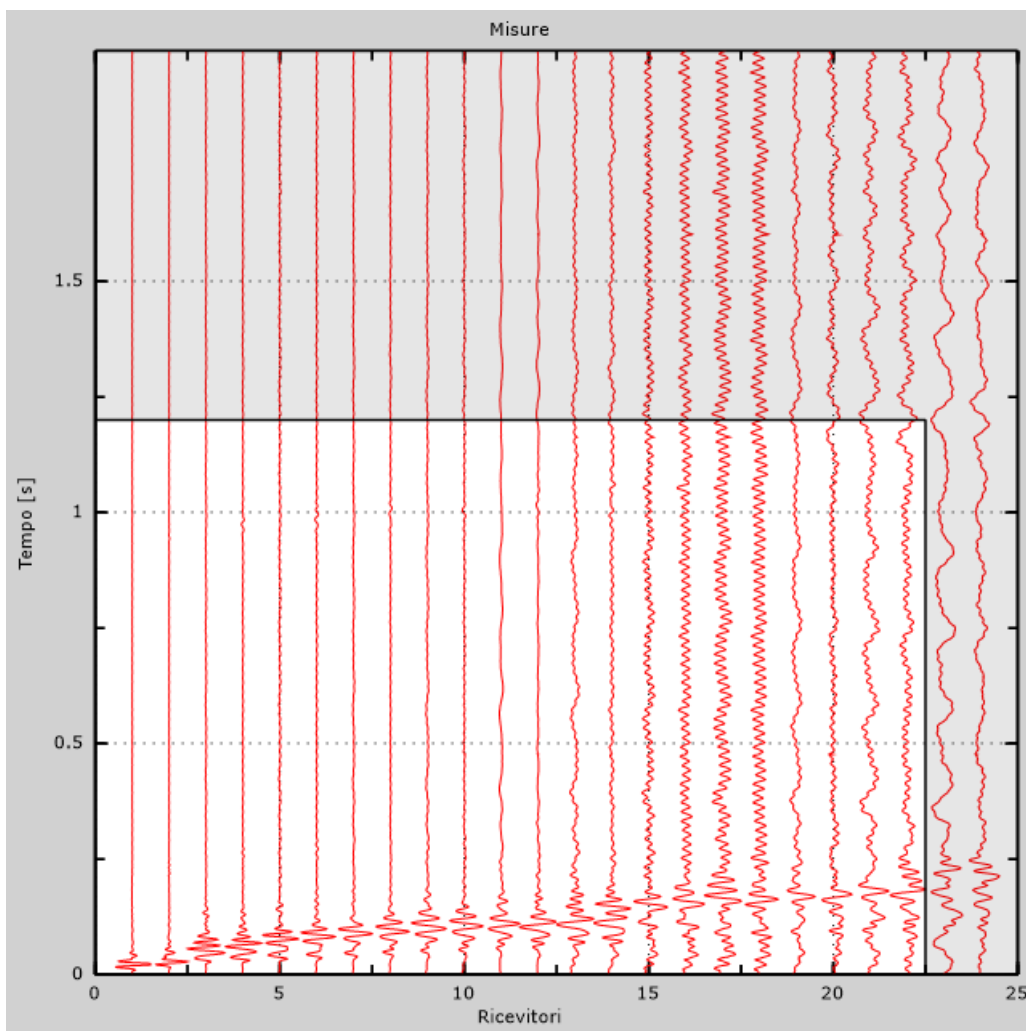


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

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

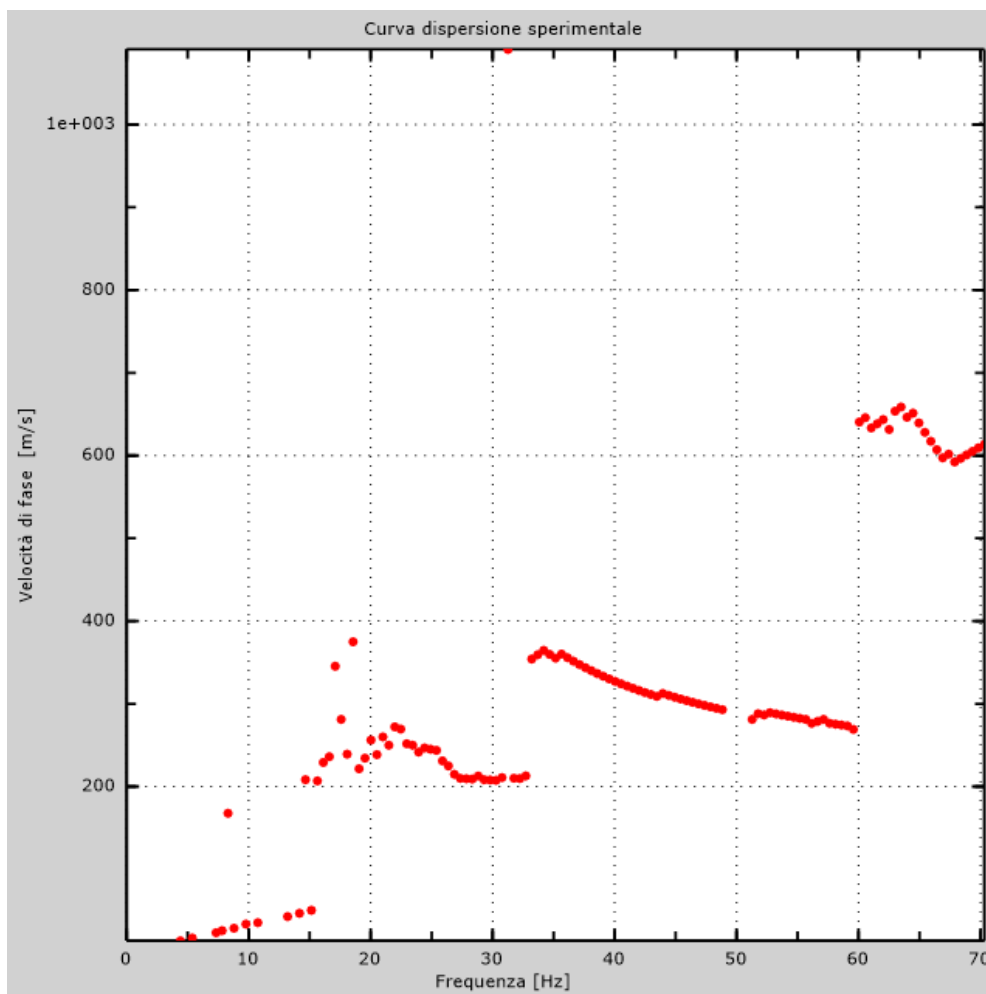


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

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

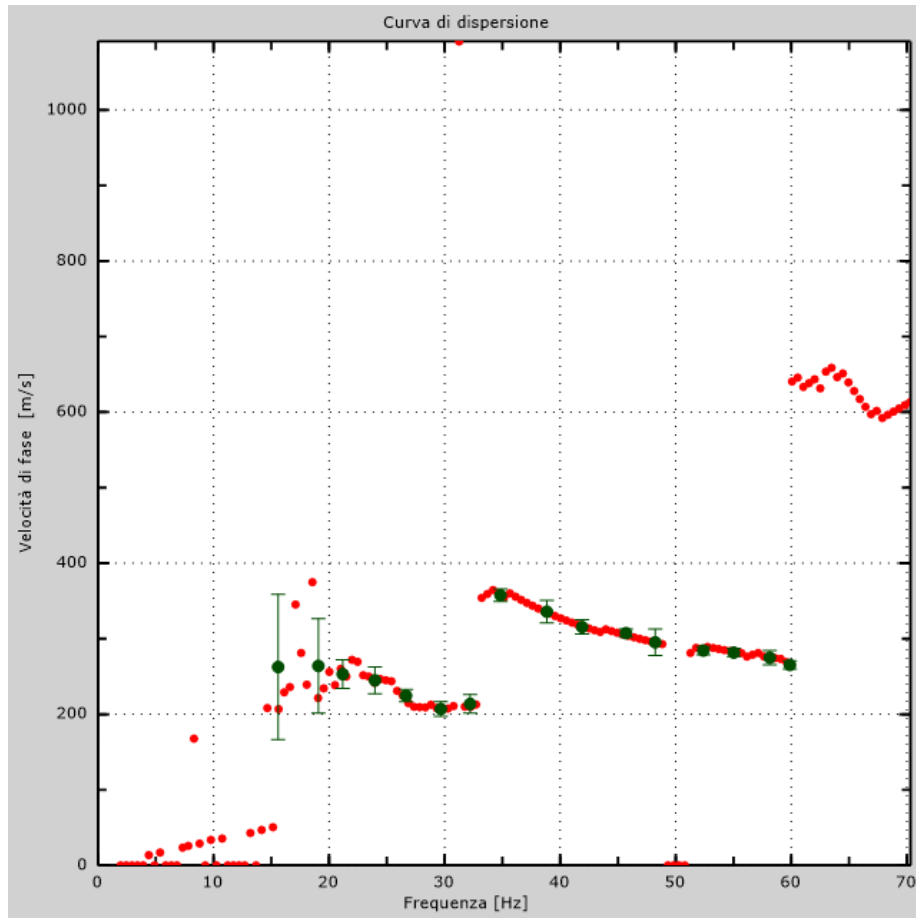


Figura 3: Curva di dispersione

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 ³]	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/m³] 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/m³] 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/m³] 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 ³]	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 ³]	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 ³]	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 ³]	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

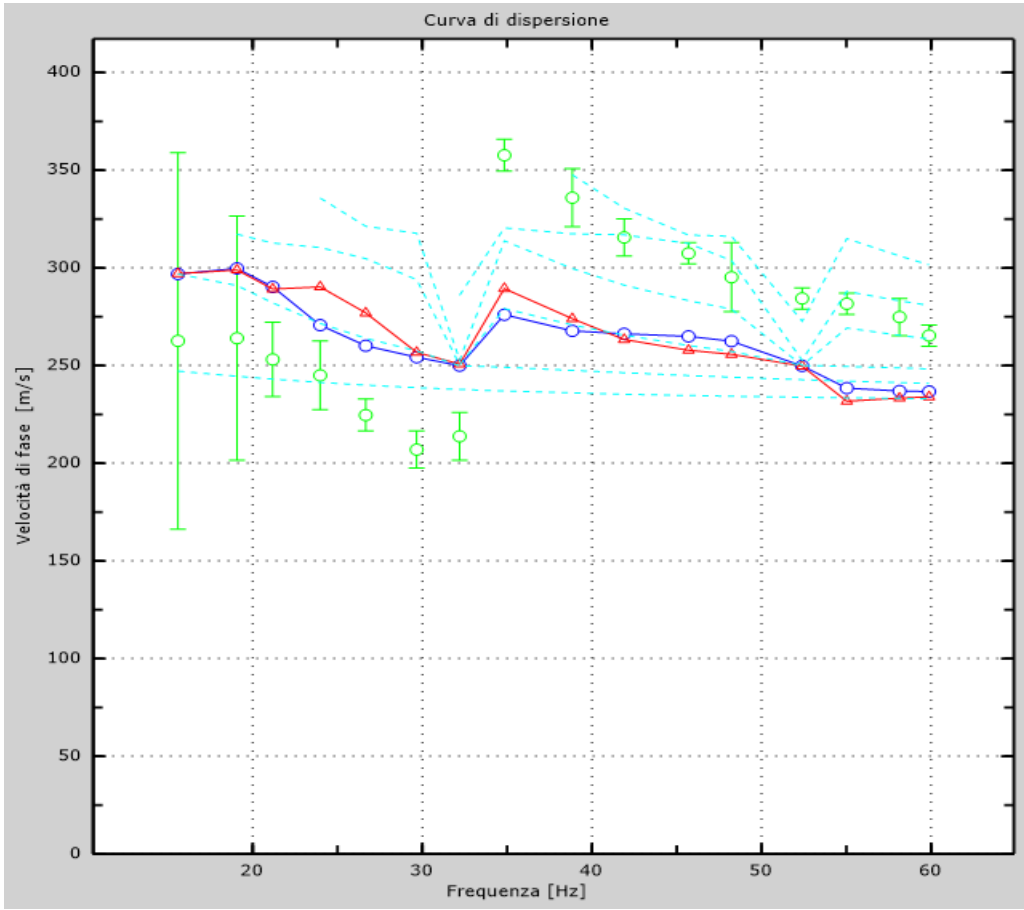


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

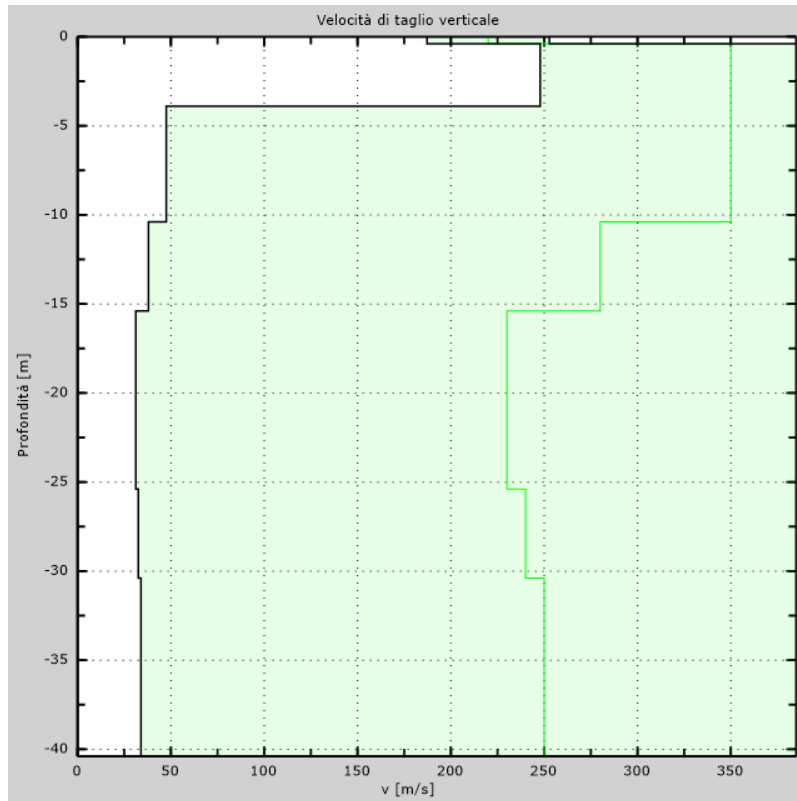


Figura 5: Profilo Vs numerico

5 - Risultati finali

Offset [m].....	0
Vs30 [m/s]	270
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	
Tipo di suolo	C