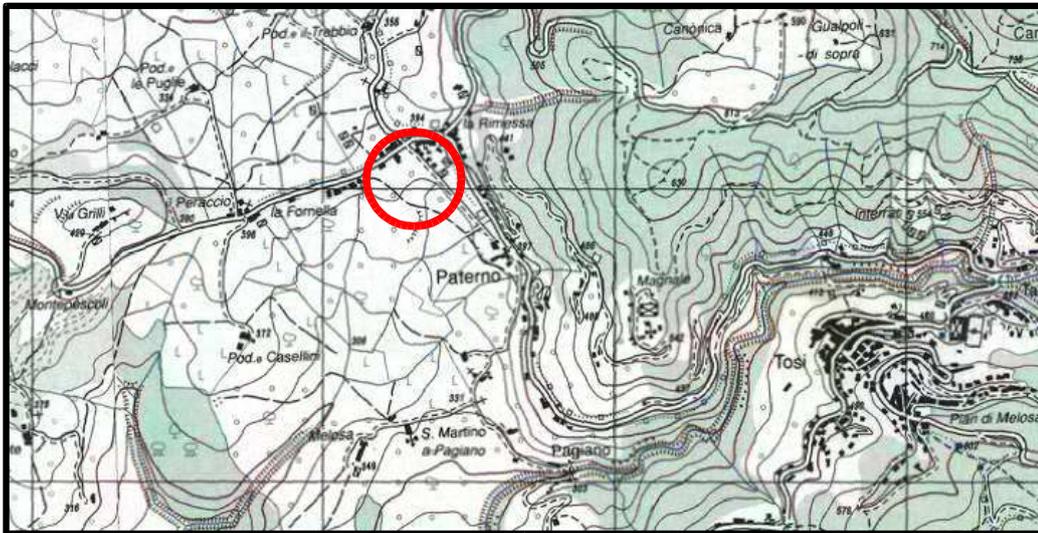


**COMUNE** Pelago

**LOCALITA'** Paterno, via Togliatti



**COMMITT.** EDILCIESE srl  
Vannini

**OGGETTO** **VARIANTE AL PUE – (PROGETTO  
URBANISTICO ESECUTIVO  
CONVENZIONATO) – AMBITO 5.1 . VIA  
TOGLIATTI – PER LA REALIZZAZIONE  
DI ALLOGGI DI EDILIZIA PRIVATA**

**RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA**

*di FATTIBILITA'*

(L.R. 65/2014; D.P.G.R. 30/01/2020 n° 5/R)



## **1 - Riferimenti normativi.**

La presente Relazione con allegati è stata redatta, su incarico di Edilciesse srl, ai sensi e in conformità al L.R. 65/2014 e alla D.P.G.R. n° 5R/2020.

## **2 - Dati di base.**

Per lo studio del terreno sono state utilizzate informazioni rilevabili ad un attento esame di superficie.

Per la compilazione della Relazione sono stati utilizzati i numerosi dati derivanti dal primo progetto di PUE e dall'indagine per il permesso di costruire del primo lotto, i lavori del quale poi non sono stati portati a termine.

Si riporta nella specifica cartografia l'ubicazione e la tipologia delle indagini eseguite all'interno del comparto e si allegano i dati in allegato alla presente Relazione.

## **3 - Caratteristiche morfologiche, litologiche e stratigrafiche.**

### **3.1- Geomorfologia.**

L'area in studio è situata in via Togliatti, presso la Frazione di Paterno, in Comune di Pelago.

Il comparto è compreso tra le quote di 384 e 369 m s.l.m. circa.

L'andamento morfologico del lotto presenta acclività contenute entro il 10% ed esso, più in generale, occupa la parte mediana di un rilievo alto collinare la pendice del quale, verso valle, dove sono presenti materiali sciolti colluviali, degrada dolcemente verso sud ovest, mentre verso monte, in corrispondenza del passaggio alle arenarie del substrato, sale con acclività maggiori.

Nell'area e nelle sue vicinanze non vi sono movimenti franosi, né processi geomorfici naturali in atto di una qualche rilevanza.

Localmente sono presenti muri in pietra, realizzati per sostenere piccoli terrazzamenti. E' presente anche un muro di sostegno, sempre in pietra, a contenimento di via dello Stradone che presenta delle porzioni localmente franate che saranno ripristinate.

Il quadro di complessiva stabilità è confermato anche dalla Cartografia di PAI (“Carta dei dissesti Geomorfologici” - Autorità distrettuale dell'Appennino Settentrionale) che non rileva nel comparto e né nelle sue vicinanze, aree a pericolosità da dissesti di natura geomorfologica media o elevata.

### **3.1- Geologia.**

Su l'area, affiorano i terreni di un DEPOSITO ELUVIO COLLUVIALE costituiti da materiali sciolti, eterogenei ed eterometrici, derivanti dall'alterazione in posto o dopo breve trasporto, dei materiali del substrato roccioso.

Si tratta nello specifico di sabbie e limi argillosi sciolti inglobanti elementi litoidi eterometrici.

Le indagini eseguite hanno evidenziato che lo spessore di questa copertura tende ad aumentare progressivamente procedendo verso est. Si passa da spessori estremamente ridotti (substrato quasi affiorante) a spessori compresi tra alcuni metri fino anche ad oltre 10.

In particolare gli spessori della copertura in corrispondenza dei lotti risultano seguenti:

- Lotto n.1 (porzione est): max 1,0 m;
- Lotto n.1 (porzione ovest): 7/8,5 m;
- Lotto n.2: 7/8,5 m;
- Lotto n.3: maggiore di 10 m;
- Lotto n.4: maggiore di 10 m.

Il substrato roccioso è rappresentato dai terreni appartenenti all'UNITA' DEL MONTE MORELLO, in particolare dalla Formazione di Sillano (non affiorante ma presente al di sotto della coltre detritica eluvio colluviale) e della Pietraforte (che affiora estesamente nell'area studiata, anche se non all'interno del comparto dove si rileva anch'essa al di sotto della copertura

superficiale).

La Formazione di Sillano è costituita prevalentemente da argilliti varicolori con intercalazioni di arenarie e calcareniti con marne. La Pietraforte invece è un esteso livello lenticolare inglobato in Sillano costituito prevalentemente da arenarie torbiditiche quarzoso-calcaree compatte e resistenti di colore marrone all'alterazione e grigie al taglio fresco.

Procedendo dal comparto in studio verso monte (dunque verso est) ed esternamente ad esso, il substrato roccioso è costituito dalle ARENARIE DEL MONTE FALTERONA. Si tratta di arenarie torbiditiche a composizione quarzoso feldspatica di colore grigio azzurro con alternati livelli siltosi in spessori anche di qualche metro.

#### **4 - Caratteristiche idrogeologiche.**

##### **4.1- Permeabilità.**

I materiali affioranti nell'area in studio sono dotati di permeabilità variabile.

I materiali detritici della coltre sono costituiti da materiali sciolti caratterizzati da permeabilità primaria per porosità che risulta variabile in funzione dell'abbondanza dei materiali fini.

Solitamente la presenza abbondante di matrice argillosa determina una permeabilità bassa, ma localmente si osservano livelli grossolani sciolti ben permeabili.

I materiali litoidi del substrato presentano una permeabilità secondaria legata alla fratturazione dei litotipi generalmente media.

Gli scavi eseguiti hanno evidenziato la presenza locale di acqua nei primi metri a partire dal piano campagna a profondità variabili tra 1,5 e 2,5 m.

L'area in studio è rappresentata da un tratto di versante caratterizzato da una morfologia con pendenze non sempre uniformi fatto questo che può determinare locali ristagni di acqua di provenienza di monte sia a causa del ruscellamento superficiale, sia per la presenza di acqua di scorrimento ipodermico.

La coltre detritica che sovrasta il substrato roccioso localmente è caratterizzata da una permeabilità sufficiente a favorire l'infiltrazione delle acque di precipitazione e il loro successivo scorrimento verso valle nei primi metri di suolo fino al contatto con la roccia integra, meno permeabile.

Si tratta evidentemente di accumuli locali e legati a periodi piovosi, non aventi le caratteristiche di vere e proprie falde sfruttabili.

Di questo però si dovrà tenere conto in fase di progettazione e durante la fase esecutiva dei lavori, sia per quanto riguarda le operazioni di scavo per la realizzazione della viabilità e delle fondazioni degli edifici prevedendo anche idonei drenaggi che raccolgano e allontanino le acque di scorrimento limitandone le infiltrazioni.

Falde idriche significative e potenzialmente suscettibili di sfruttamento su questi terreni si trovano comunque a profondità di molte decine di metri e l'infiltrazione profonda dell'area nel suo complesso non verrà modificata dalla realizzazione delle opere in oggetto.

#### **4.2- Idrologia superficiale**

All'interno del comparto in studio è presente un elemento del reticolo idrografico (come individuato nella carta del reticolo realizzata ai sensi della LR 79/2012, aggiornata con il DCR n. 81/2021).

Si dovrà evidentemente rispettare le distanze previste dalle norme vigenti in particolare modo l'area di non edificabilità nella fascia di 10 m dai cigli di sponda.

In particolare l'elemento del reticolo in oggetto rappresenta la parte sommitale di un torrente che drena l'area in studio verso sud il cui alveo risulta sagomato in pietrame.

I progetti dovranno prevedere opere atte a raccogliere tutte le acque di precipitazione e di scorrimento sulla nuova viabilità, sui parcheggi e sui nuovi fabbricati di progetto (oltre a quelle provenienti eventualmente dai terreni a monte del comparto) e convogliarle correttamente verso il recettore prima dell'uscita dal comparto.

#### **4.3- Idrologia sotterranea.**

La falda idrica principale si incontra a profondità maggiore di 10 m per cui è ininfluente. Anche considerando sue possibili oscillazioni stagionali i lavori previsti non interferiranno in alcun modo con essa.

#### **5 - Stabilità.**

Per la morfologia subpianeggiante, la giacitura orizzontale dei terreni, la litologia e l'idrologia, per l'assenza di fenomeni franosi e di processi geomorfici naturali in atto, l'area del comparto nel complesso è stabile e i lavori di progetto non altereranno tale situazione.

#### **6- Modello Geologico.**

Le indagini eseguite in passato nell'area in studio hanno consentito di elaborare un modello geologico dell'area.

In particolare nel comparto in oggetto si possono individuare tre diversi livelli stratigrafici:

- **LIVELLO 1:** SUOLO VEGETALE e/o terreno di riporto

Si tratta del livello più superficiale del sottosuolo costituito prevalentemente da limo e sabbie sciolte in spessori che possono raggiungere al massimo 1,2 m dal p.c.

- **LIVELLO 2:** COLTRE DETRITICA ELUVIO COLLUVIALE

Depositi costituiti da sabbie, sabbie limose localmente argillose. All'interno di questo livello è stata localmente incontrata acqua. Lo spessore è variabile, e come spiegato più in dettaglio al par. 3, tende ad aumentare verso est. In prossimità del perimetro ovest lo spessore è ridotto fino quasi a determinare l'affioramento del substrato sottostante, mentre verso ovest la sua base si trova a profondità anche maggiori di 10 m.

Questo orizzonte rappresenterà il terreno di fondazione dei fabbricati di progetto.

Dal punto di vista delle proprietà meccaniche si tratta di terreni estremamente variabili a cui

possiamo attribuire orientativamente i seguenti valori:

- $\varphi = 26^\circ$
- $c' = 0,15 \text{ kg/cm}$

### - LIVELLO 3: SUBSTRATO ROCCIOSO

Il substrato litoide si trova a profondità che possono essere estremamente ridotte nella zona occidentale fino ad arrivare anche a -10 m dal p.c. Prevalentemente si osserva la facies arenacea di Sillano o la Pietraforte.

## 7 - Classi di Pericolosità.

### 7.1- Pericolosità Geologica.

Il PS vigente individua nell'area in oggetto la classe di pericolosità G2 (pericolosità media) in tutta la superficie del comparto.

La cartografia di PAI (“Carta dei dissesti Geomorfologici” - Autorità distrettuale dell'Appennino Settentrionale) non rileva nel comparto e né nelle sue vicinanze, aree a pericolosità da dissesti di natura geomorfologica media o elevata

Ai sensi del D.P.G.R. n° 53R/2011, nel presente studio, si è ritenuto di confermare la classe di pericolosità attribuita dal P.S.

### 7.2- Pericolosità da alluvioni.

Il PS e il PGRA non prevedono classi di pericolosità all'interno dell'area in studio.

All'interno del comparto in studio è presente un elemento del reticolo idrografico (come individuato nella carta del reticolo realizzata ai sensi della LR 79/2012, aggiornata con il DCR n. 81/2021).

### 7.2- Carta delle MOPS e Pericolosità sismica.

Nell'agosto 2014 il Comune di Pelago ha incaricato il Dott. Geol. Eros Aiello di realizzare le

indagini e gli studi di microzonazione sismica (MS) sui centri urbani, da svolgere ai sensi della Delibera della Giunta Regionale Toscana n. 971 del 25 novembre 2013 e degli Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica “ICMS” (documento approvato nell’ottobre 2013 dalla Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e Province Autonome).

Il livello 1 rappresenta una prima fase di raccolta dati finalizzata alla realizzazione della “Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)”. Si sintetizzano di seguito le principali considerazioni riassuntive in merito alle indagini eseguite e alla definizione delle MOPS per la zona di interesse:

- il comparto in studio dal punto di vista Geologico Tecnico è caratterizzato dalla presenza di TERRENI DI COPERTURA (SMec) costituiti da sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente di versante ((eluvi, colluvi);
- sono state eseguite all'interno dell'area in studio n. 3 stendimenti di sismica a rifrazione i risultati delle quali sono riportati nella specifica Relazione;
- la Carta delle MOPS individua nel comparto in studio la zona Z2 (zona stabile suscettibile di amplificazione locale): *coltre alteritica e eluvio colluviale in spessori di 5-15 m sovrastante a substrato lapideo stratificato*;
- la categoria sismica di sottosuolo è “E”.

Nell’aprile 2017 il Comune di Pelago ha incaricato il Dott. Geol. Eros Aiello di realizzare le indagini e studi di microzonazione sismica (MS) di livello 2 sui centri urbani, da svolgere ai sensi della Delibera della Giunta Regionale Toscana n. 144 del 23 febbraio 2015 e degli Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica “ICMS” (documento approvato nel novembre 2008 dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni). Il livello 2 è una ulteriore fase di approfondimento che prevede metodologie di analisi numerica semplificate e ulteriori indagini ed è finalizzato alla

realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica”. Ferme restando le medesime conclusioni in merito a inquadramento geologico, modello geologico e geologico tecnico del sottosuolo, si riportano di seguito i principali risultati della MS di livello 2 per la zona oggetto della presente relazione:

- nella porzione del comparto individuata nella Carta delle MOPS di livello 1 come zona stabile suscettibile di amplificazione locale viene attribuito un fattore di amplificazione sismica pari a 2 per l'intervallo 0,1-0,5 s e 1,3 per l'intervallo 0,5-1,0 s; il valore di FA calcolato in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA) è 2.
- nella porzione del comparto individuata nella Carta delle MOPS di livello 1 come zona di attenzione per instabilità viene attribuito un fattore di amplificazione sismica pari a 2 per l'intervallo 0,1-0,5 s e 1,3 per l'intervallo 0,5-1,0 s; il valore di FA calcolato in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA) è 2.

Il PS vigente, a partire dalle MOPS ha attribuito a tutta l'area del comparto la classe di Pericolosità sismica media (S2). Ai sensi del D.P.G.R. n° 53R/2011, nel presente studio, si è ritenuto di confermare a tutta l'area la classe di pericolosità attribuita dal P.S.

## **8 - Prescrizioni di Fattibilità in relazione agli aspetti geologici, idraulici e sismici.**

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

Le opere di progetto ricadono in classe di Pericolosità Geologica G.2.

L'area non presenta alcun fenomeno di instabilità o dissesto.

La Relazione Geologica di supporto al progetto esecutivo dovrà valutare lo spessore della coltre detritica presente e determinarne in dettaglio le sue caratteristiche stratigrafiche.

Ai sensi del D.P.G.R. n° 5R/2020 gli interventi di progetto possono essere realizzati senza particolari prescrizioni.

Le indagini geologiche dovranno essere eseguite nel rispetto della DPGR 1R/2022 e al DM 17/01/2018.

### **8.2- Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio da alluvione.**

Le opere di progetto sono esterne alle classi di Pericolosità Idraulica e pertanto non sono soggette a prescrizioni particolari.

La progettazione esecutiva dovrà prevedere opere di regimazione delle acque superficiali al fine di evitare fenomeni di erosione superficiale.

Si dovranno rispettare le distanze dal corso d'acqua del reticolo presente nell'area in studio.

### **8.3-Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio sismico.**

Le opere di progetto ricadono in classe di Pericolosità Sismica S.2.

Prima della fase esecutiva dei lavori dovranno essere determinati gli spessori della copertura, le geometrie e le velocità sismiche dei singoli litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra copertura e substrato rigido.

Le indagini geologiche dovranno essere eseguite nel rispetto della DPGR 1R/2009 e al DM 17/01/2018.

**DOTT. FRANCESCO MENCHI  
GEOLOGO**

**SAN GIOVANNI VALDARNO, 20 aprile 2022.**

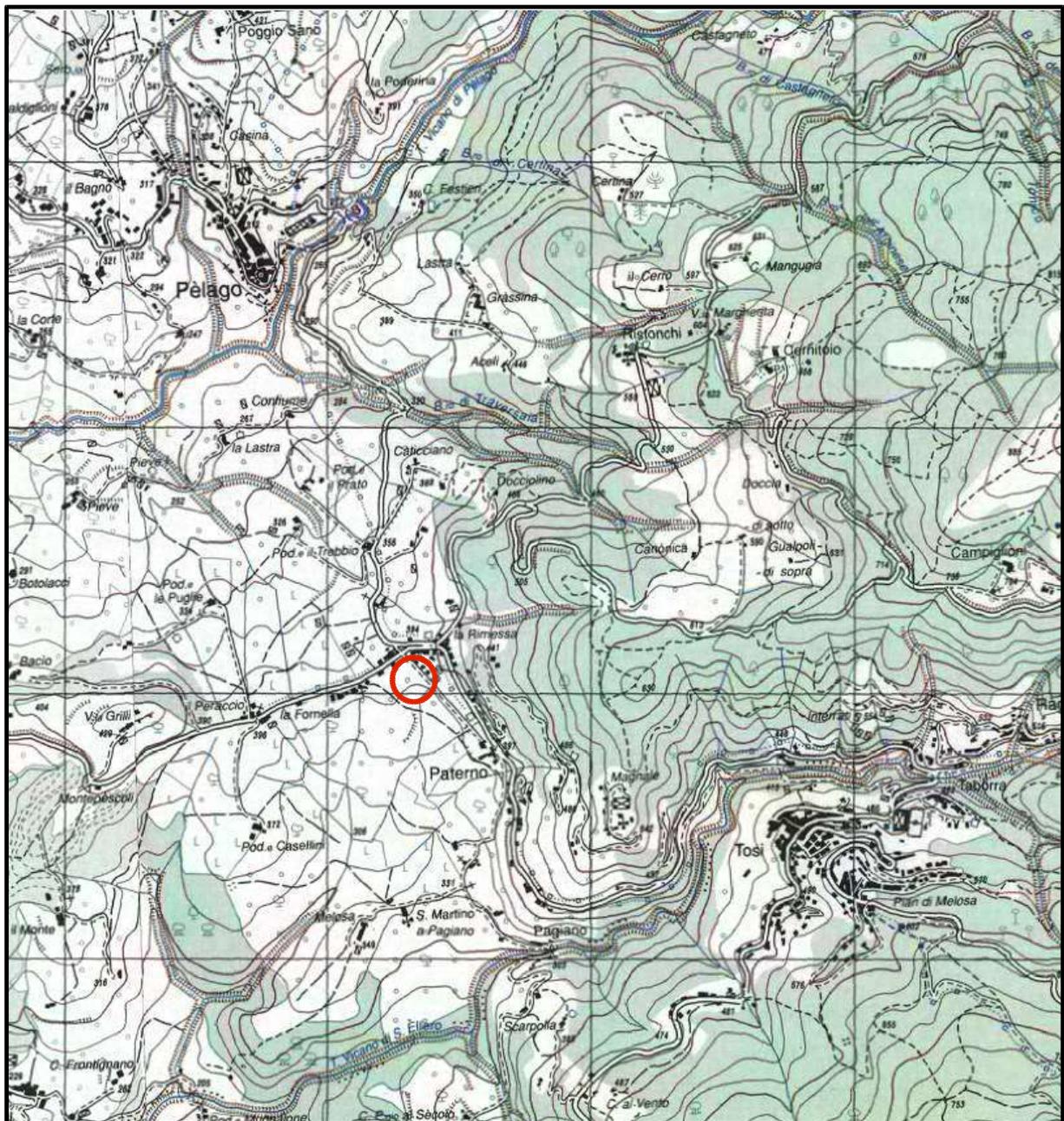
**Allegati:**

- a - Carta corografica 1:25.000
- b - Carta corografica 1:10.000
- c - Carta delle pendenze 1:5.000
- d - Carta geomorfologica 1:10.000
- e - Carta geologica (stralcio P.S.) 1:10.000
- f - Carta del reticolo 1:3.300
- g - Carta Idrogeologica 1:10.000
- h - Carta dei dati di base 1:1.000
- i - Carta della pericolosità geologica (stralcio P.S.) 1:5.000
- l - Carta PAI 1:8.000
- m - Carta della pericolosità idraulica (stralcio P.S.) 1:10.000
- n - Carta PGRA 1:12.000
- o - Carta Geologico Tecnica 1:5.000
- p - Carta delle MOPS 1:5.000
- q - Carte Microzonazione sismica FH
- r - Carta della pericolosità sismica (stralcio P.S.) 1:2.000
- s - Scheda di fattibilità
- t - Dati di base

# CARTA COROGRAFICA 1:25.000



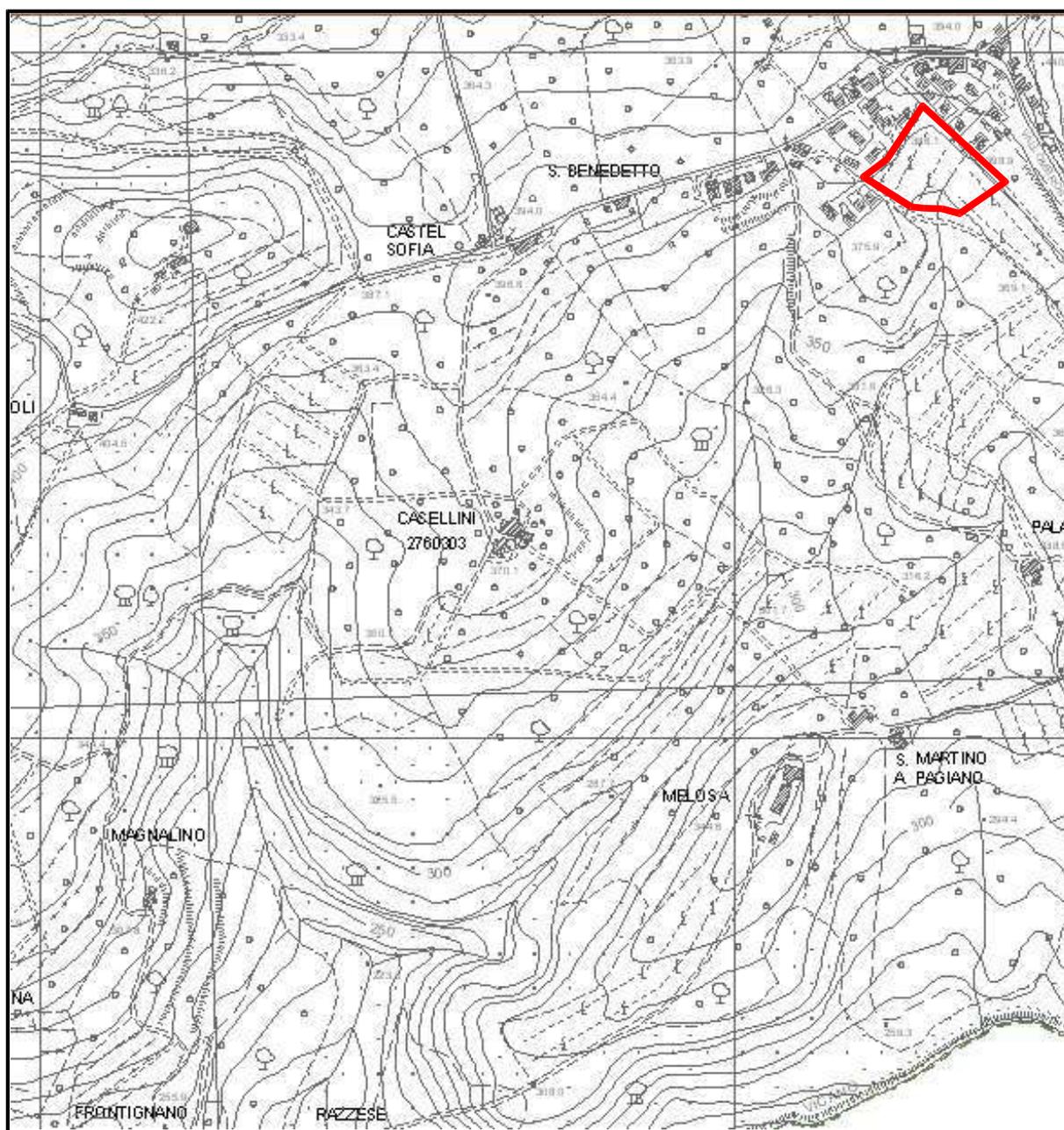
Area in studio



# CARTA COROGRAFICA 1:10.000



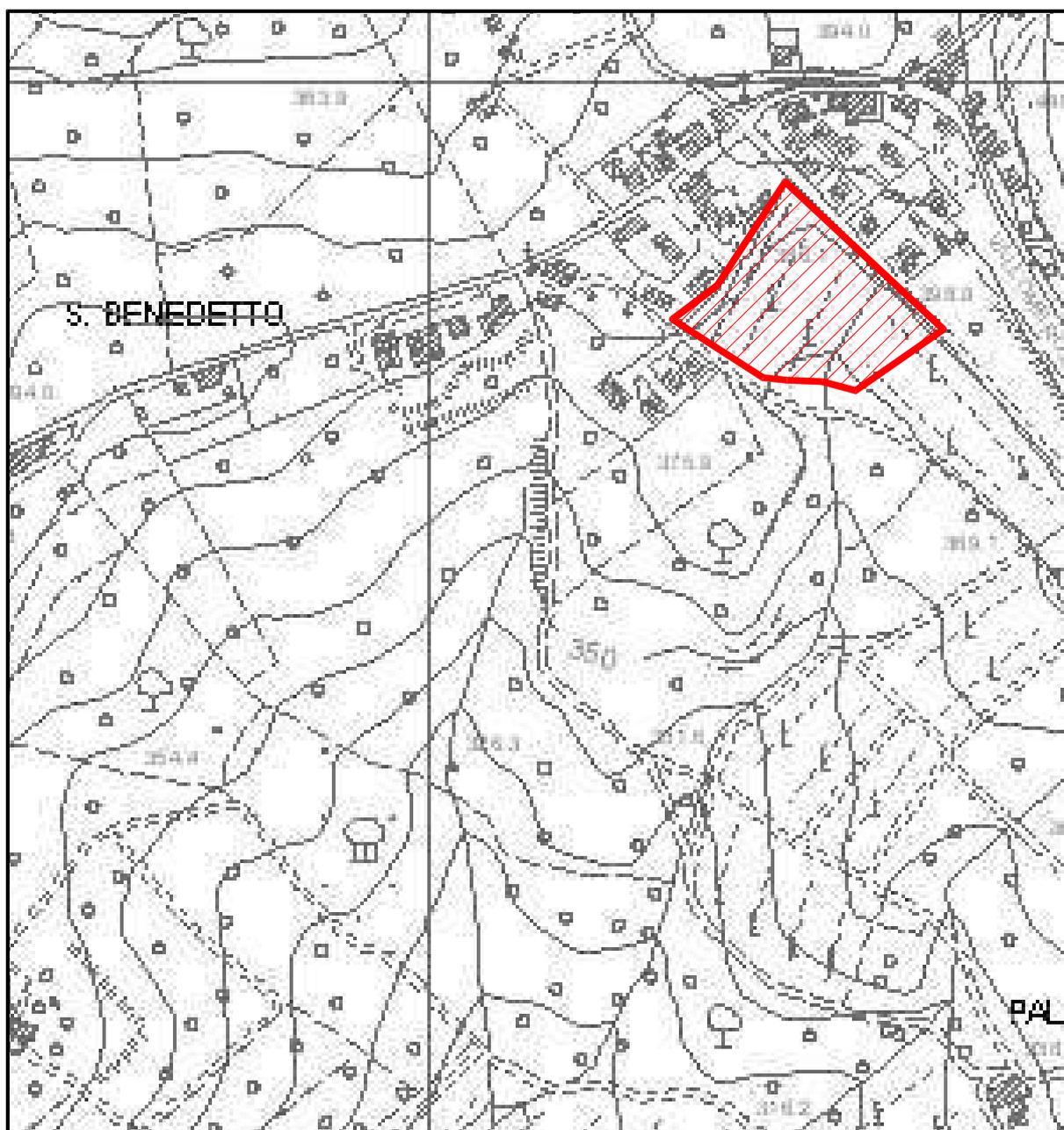
Area in oggetto



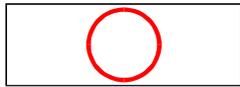
# CARTA DELLE PENDENZE 1:5.000



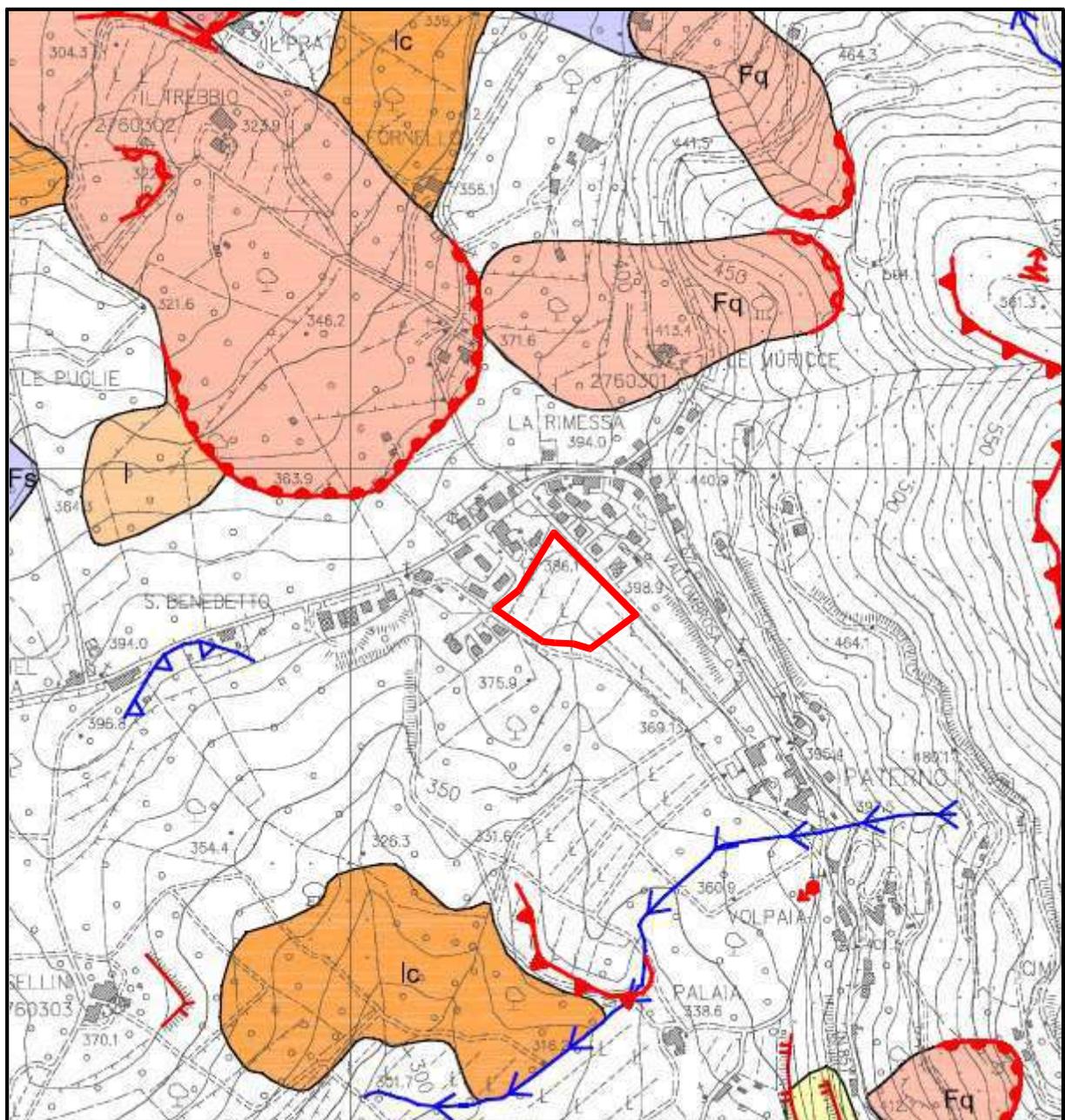
Pendenze 0% ÷ 10%



# CARTA GEOMORFOLOGICA 1:10.000



Area interessata



# CARTA GEOLOGICA 1:10.000

## Stralcio CARG

**a4** Deposito colluviale ed eluviale: depositi di materiale fine, talora selezionato dall'azione mista delle acque ruscellanti e della gravità.



### PTF FORMAZIONE DELLA PIETRAFORTE

Alternanze arenaceo-pelittiche in strati gradati da medi a molto spessi con granulometria alla base degli strati medio-grossolana e rapporto A/P generalmente  $> 1$ . Le arenarie si presentano marroni-giallastre in superficie alterata e grigie al taglio. Depositi torbiditici presumibilmente intercalati in SIL. Potenza di qualche decina di metri

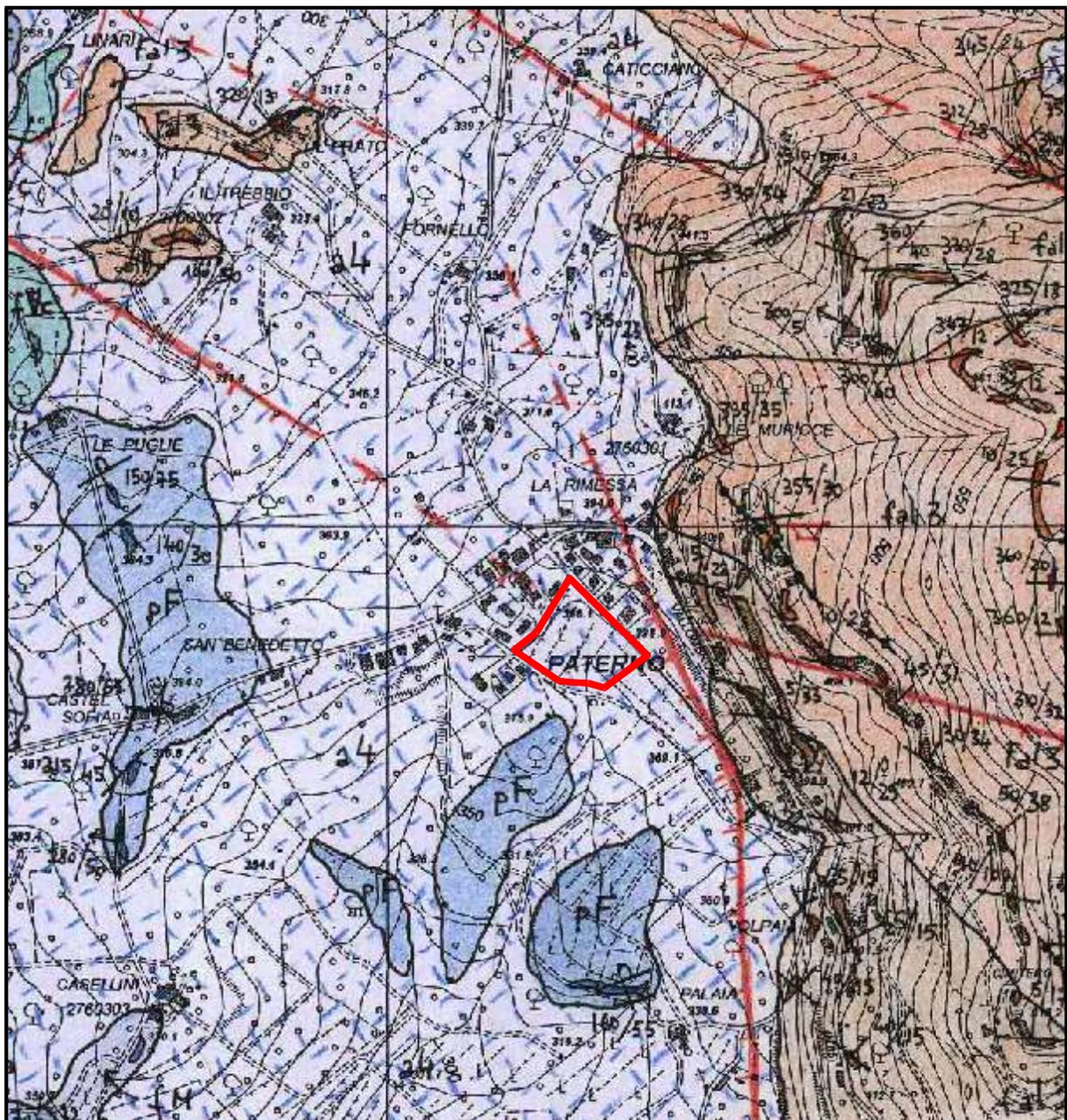
Età: Cretaceo sup.



### FAL 3 Membro di Montalto

Arenarie, marne, argilliti e siltiti con  $1/4 < A/P < 2$ . Stratificazione da molto sottile a molto spessa, talora in banchi. Si alternano pacchi decametrici di strati sottili con peliti prevalenti a banchi o strati molto spessi ravvicinati. Sono presenti, specialmente verso la base, numerosi livelli calcarenitici, in strati da medi a molto spessi. Nella parte alta del membro prevalenti peliti con rari banchi. La potenza massima è di almeno 800 metri. Contatto inferiore su FAL2.

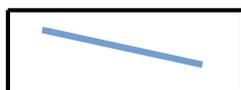
Età: Chattiano– Aquitaniano (MNN1a-MNN1d).



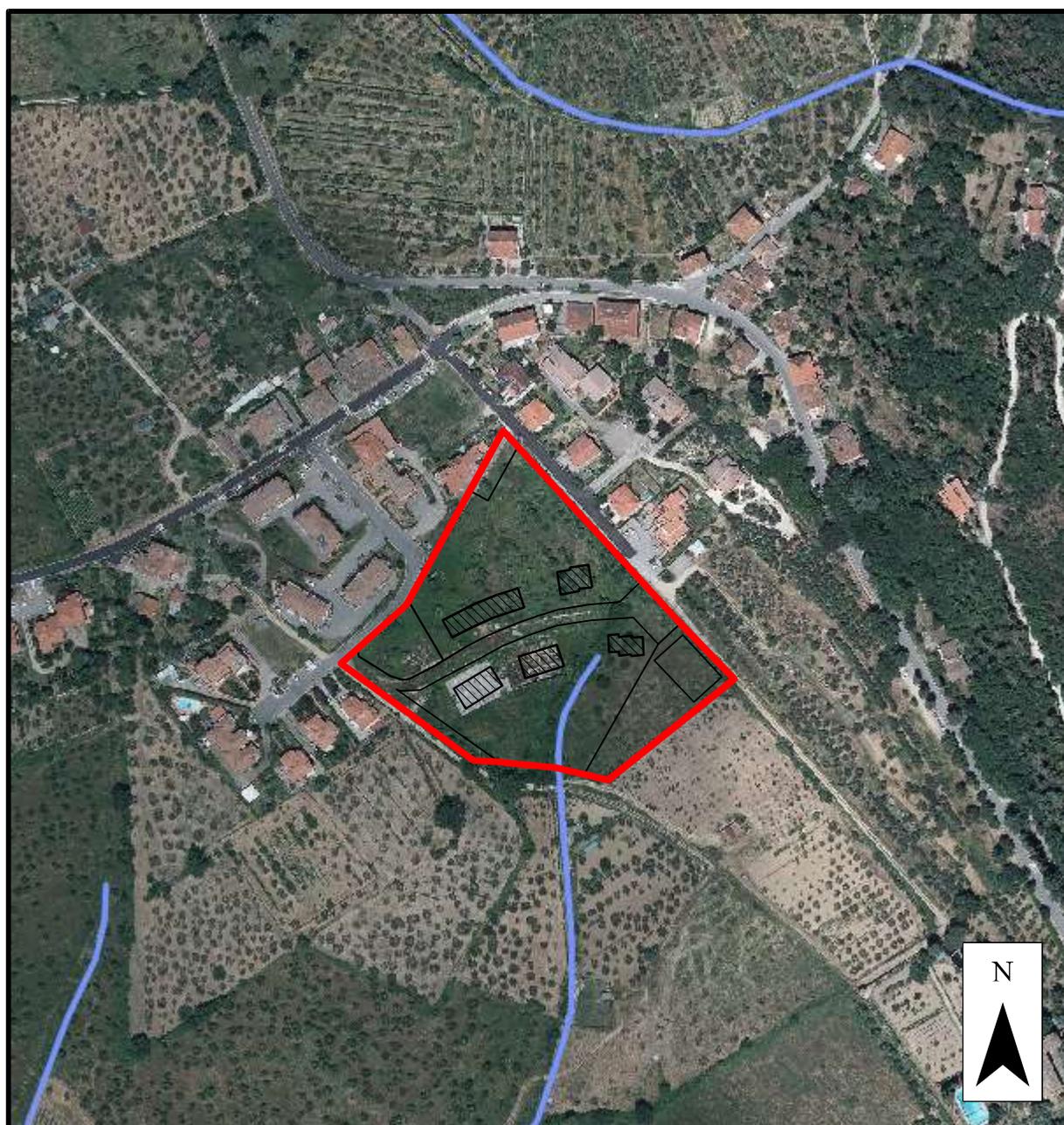
**CARTA DEL RETICOLO 1:3.300**  
**(stralcio carta del reticolo LR 79/2012, aggiornamento DCR 81/2021)**



Perimetro P.U.E.



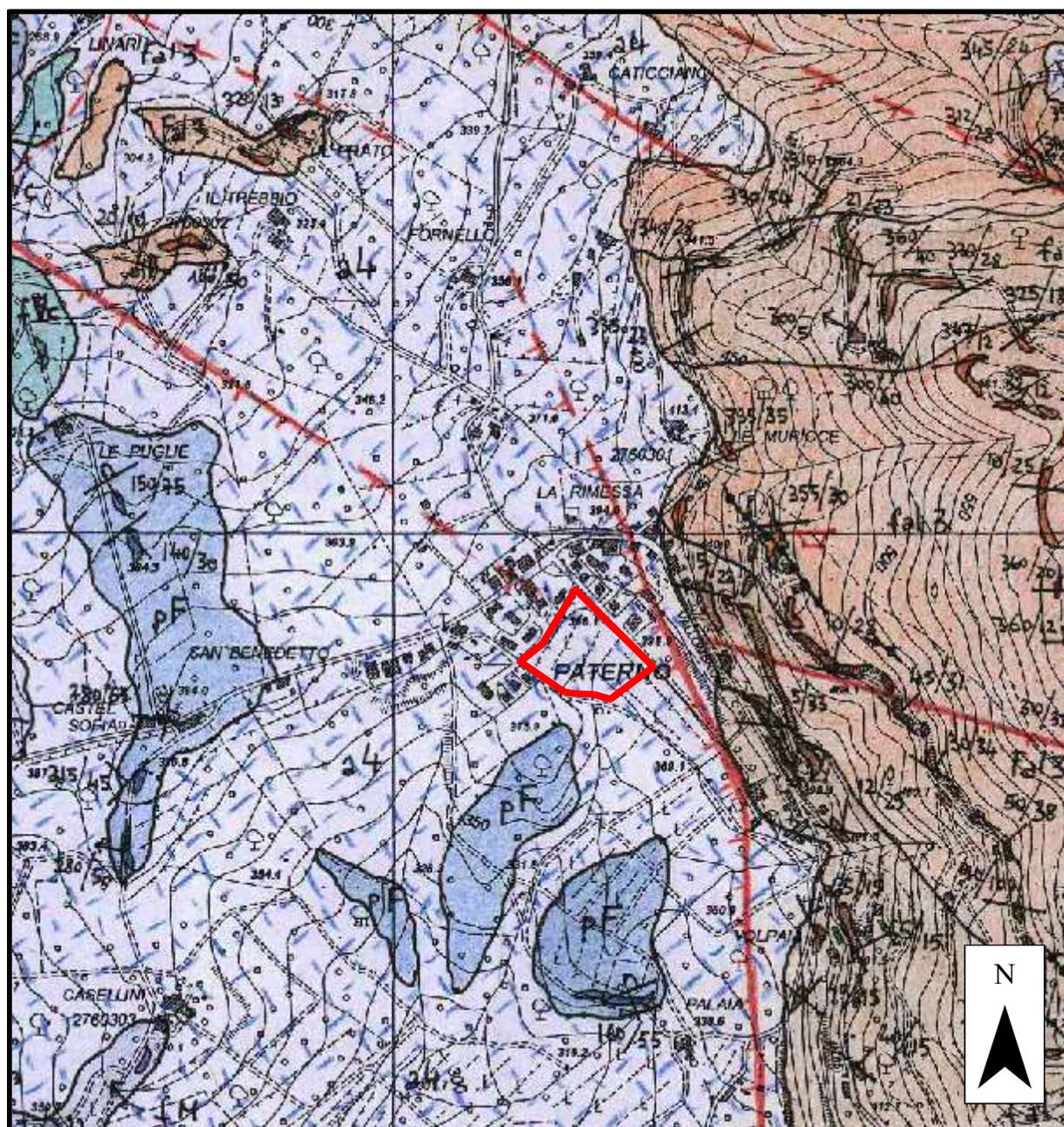
Elemento del reticolo idrografico



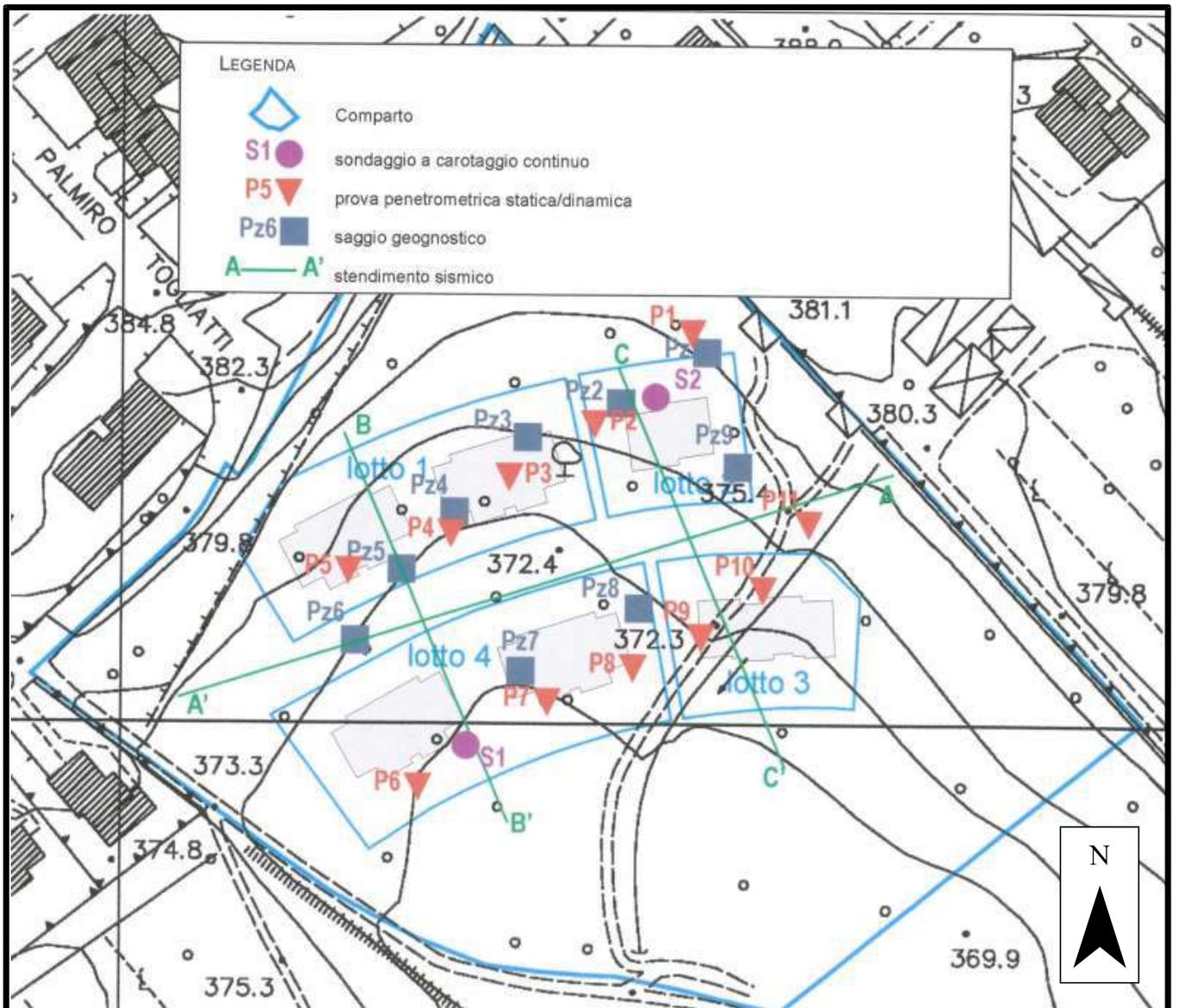
## CARTA IDROGEOLOGICA 1:10.000

**a4:** materiali sciolti caratterizzati da permeabilità primaria per porosità variabile in funzione del contenuto di elementi fini, generalmente media. Possibili locali accumuli di acqua in corrispondenza del passaggio alle sottostanti formazioni litoidi.

**PTF e FAL3:** Alternanza di arenarie e peliti con marne. Materiali caratterizzati da permeabilità secondaria per fratturazione. Falde generalmente presenti a profondità di decine di metri con portate generalmente buone.



**CARTA DEI DATI DI BASE 1:1000**  
**Stralcio PUA adottato dal comune di cui il presente studio costituisce Variante**



# CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA 1:5.000

Stralcio P.S. vigente

## Legenda

*Pericolosità geologica (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)*



**Pericolosità geologica molto elevata (G.4)**: aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza e di possibile evoluzione, aree interessate da soliflussi.



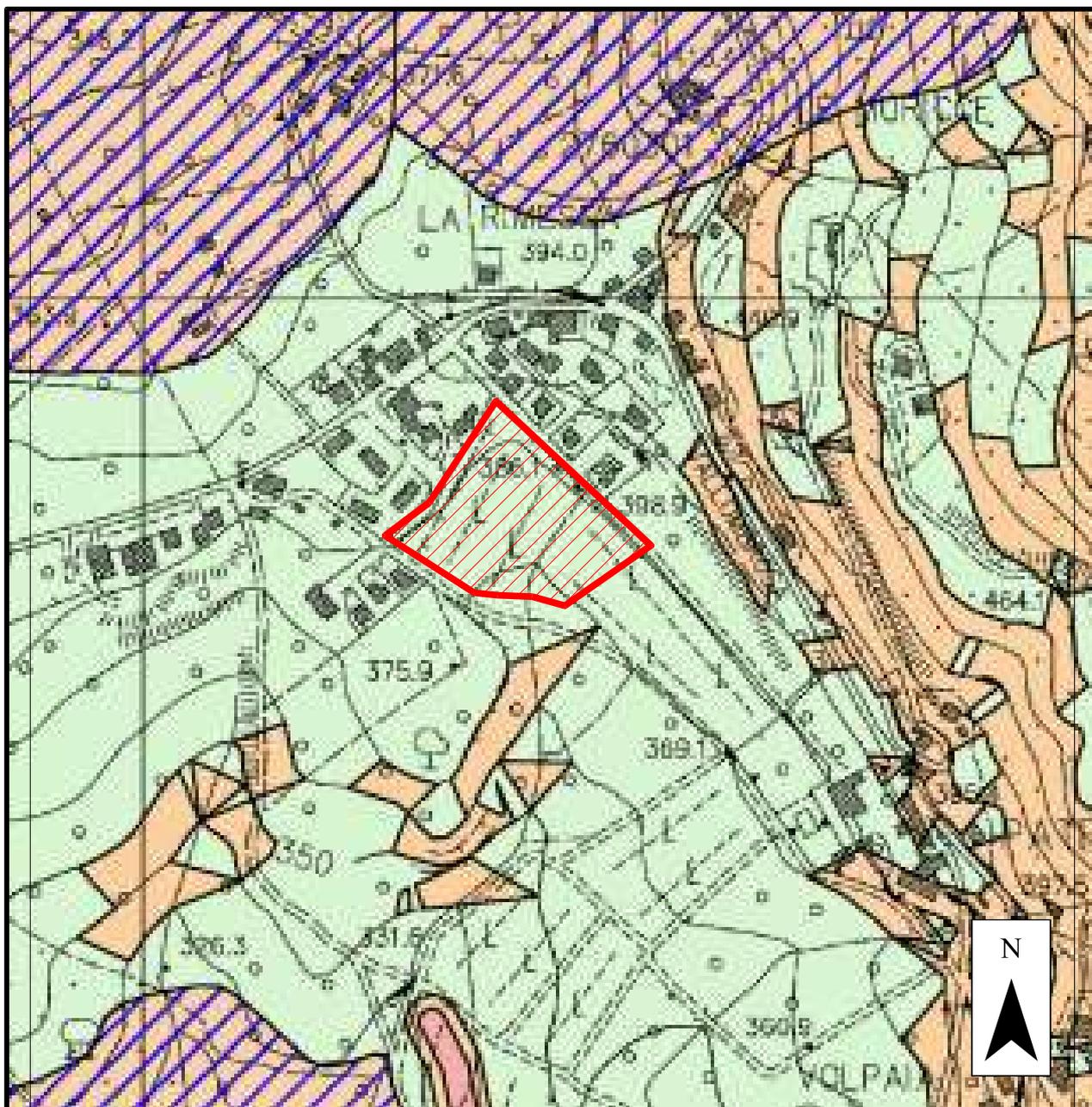
**Pericolosità geologica elevata (G.3)**: aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'attività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti, corpi detritici su versanti con pendenza superiore al 25%.



**Pericolosità geologica media (G.2)**: aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturari dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.



**Pericolosità geologica bassa (G.1)**: aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturari non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.



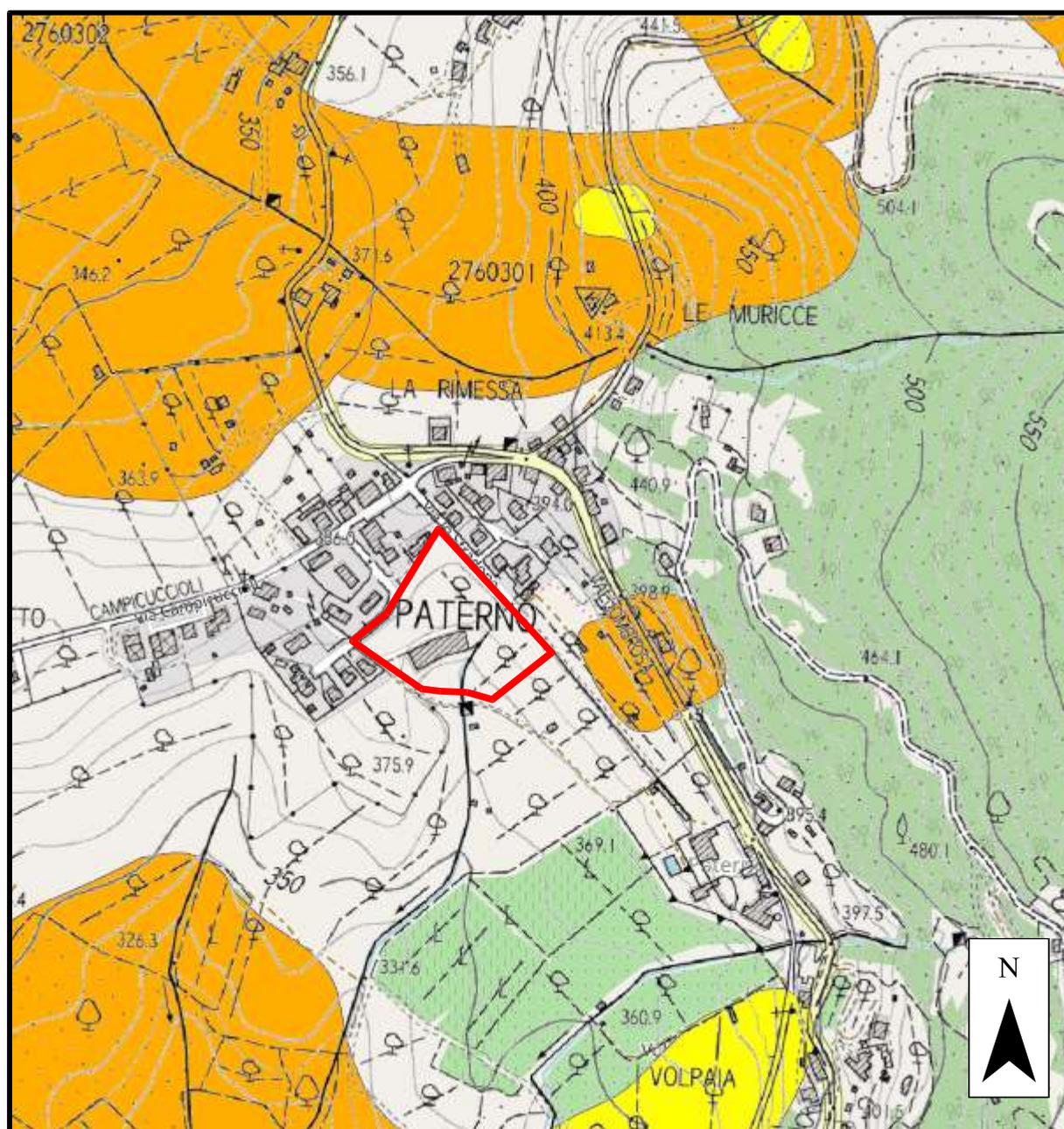
## CARTA PAI 1:8.000

Stralcio "Pericolosità da dissesti di natura geomorfologica" - Autorità distrettuale Appennino settentrionale

### Progetto di PAI "Dissesti Geomorfoloici" - Pericolosità da dissesti di natura geomorfologica

Pericolosità da dissesti di natura geomorfologica

-  P2 - pericolosità media
-  P3a - pericolosità elevata (tipo a)
-  P3b - pericolosità elevata (tipo b)
-  P4 - pericolosità molto elevata



# CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA 1:10.000

stralcio P.S.

## LEGENDA

Pericolosità idraulica (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)



**Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):** aree interessate da allagamenti per eventi con  $T_r$  minore o uguale a 30 anni. Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni:  
a) vi sono notizie storiche di inondazioni  
b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.



**Pericolosità idraulica elevata (I.3):** aree interessate da allagamenti per eventi con  $30 < T_r < 200$  anni. Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorrono almeno una delle seguenti condizioni:  
a) vi sono notizie storiche di inondazioni  
b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.  
-aree collinari e/o montane nella zona di svaso di laghi e invasi in cui il rischio idraulico dipende dalla tenuta del paramento di valle e dal suo stato di manutenzione.



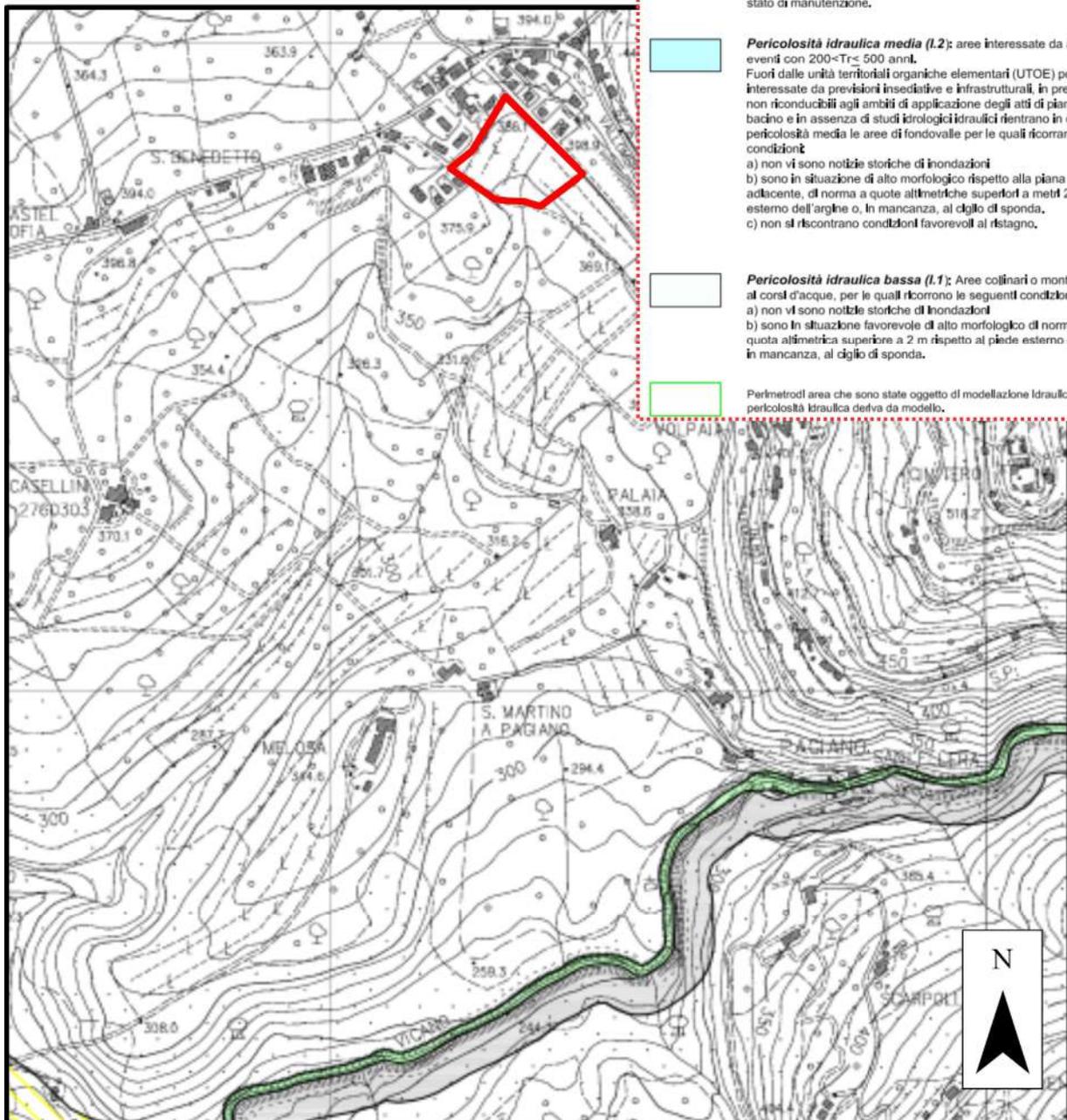
**Pericolosità idraulica media (I.2):** aree interessate da allagamenti per eventi con  $200 < T_r < 500$  anni. Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:  
a) non vi sono notizie storiche di inondazioni  
b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.  
c) non si riscontrano condizioni favorevoli al ristagno.



**Pericolosità idraulica bassa (I.1):** Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua, per le quali ricorrono le seguenti condizioni:  
a) non vi sono notizie storiche di inondazioni  
b) sono in situazione favorevole di alto morfologico di norma poste a quota altimetrica superiore a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

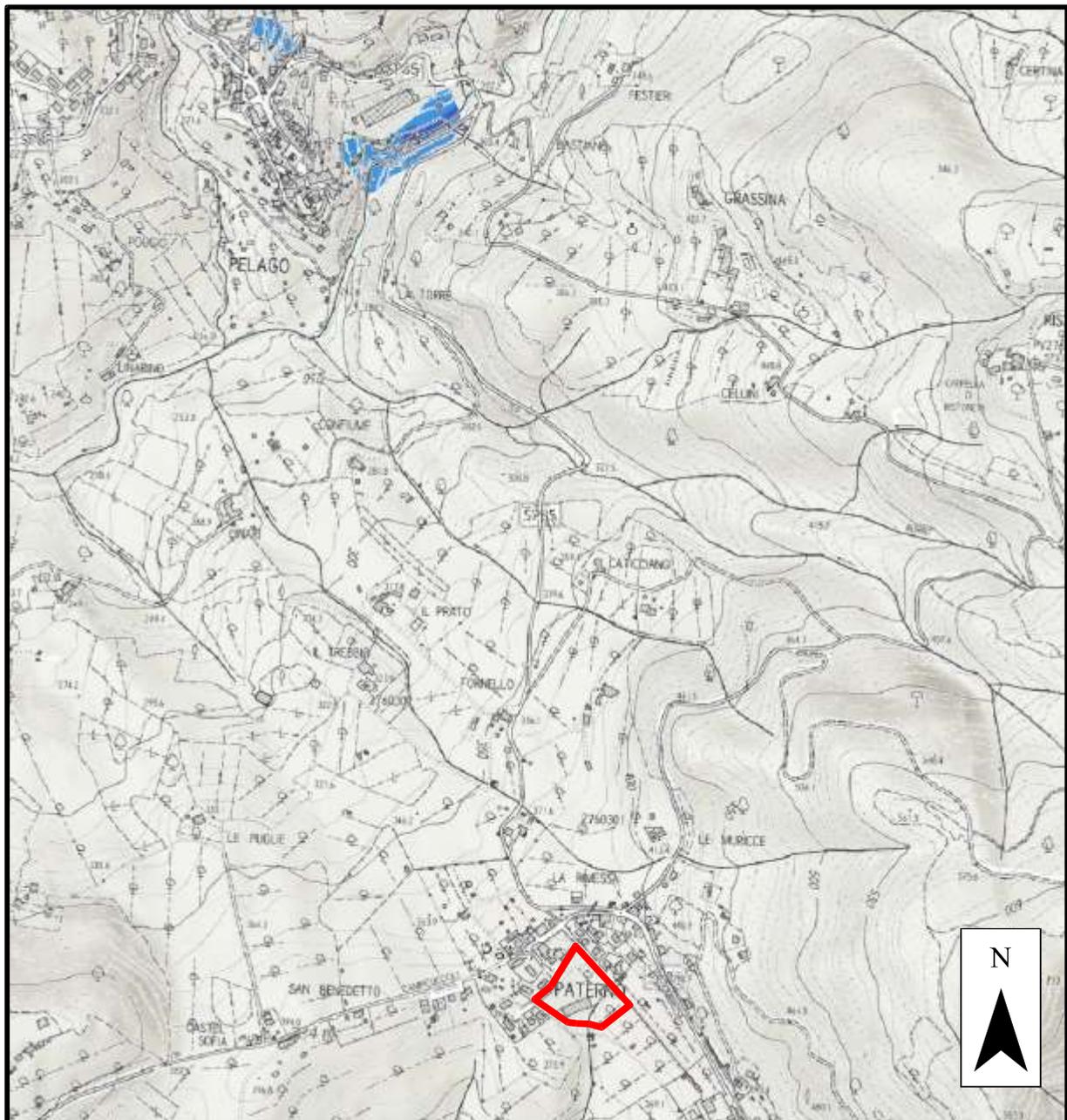


Perimetrali aree che sono state oggetto di modellazione idraulica, pertanto la pericolosità idraulica deriva da modello.



# CARTA PGRA 1:12.000

## Stralcio Mappa della Pericolosità da alluvione – Autorità distrettuale Appennino settentrionale



# CARTA GEOLOGICO TECNICA 1:5.000

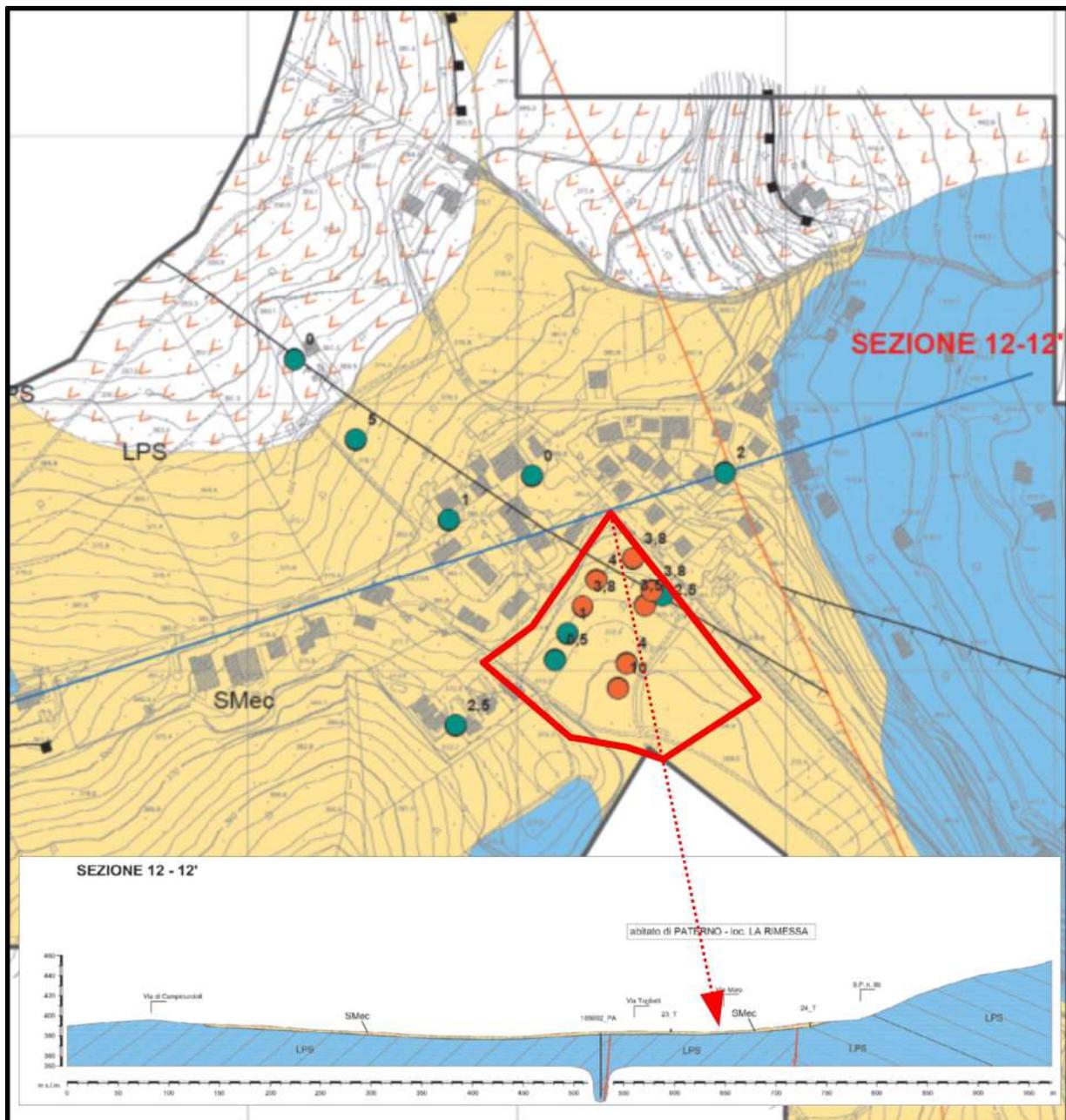
stralcio aggiornamento P.S. - Tavola G. 14

## Terreni di copertura

- RI** Terreni contenenti resti di attività antropica
- GMfd** Ghaie limose, miscela di ghiaie, sabbie e limo di ambiente di versante (falda detritica)
- SMec** Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente di versante (eluvi/colluvi)
- SMes** Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente fluvio lacustre (argine/barre/canali)
- MLec** Limi organici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente di versante (eluvi/colluvi)

## Substrato geologico

- LPS** Lapideo stratificato
- ALS** Alternanza di litotipi, stratificato



# CARTA MOPS 1:5.000

stralcio aggiornamento P.S. - Tavola G. 16

3060

Zone suscettibili di instabilità (faglie attive e capaci)

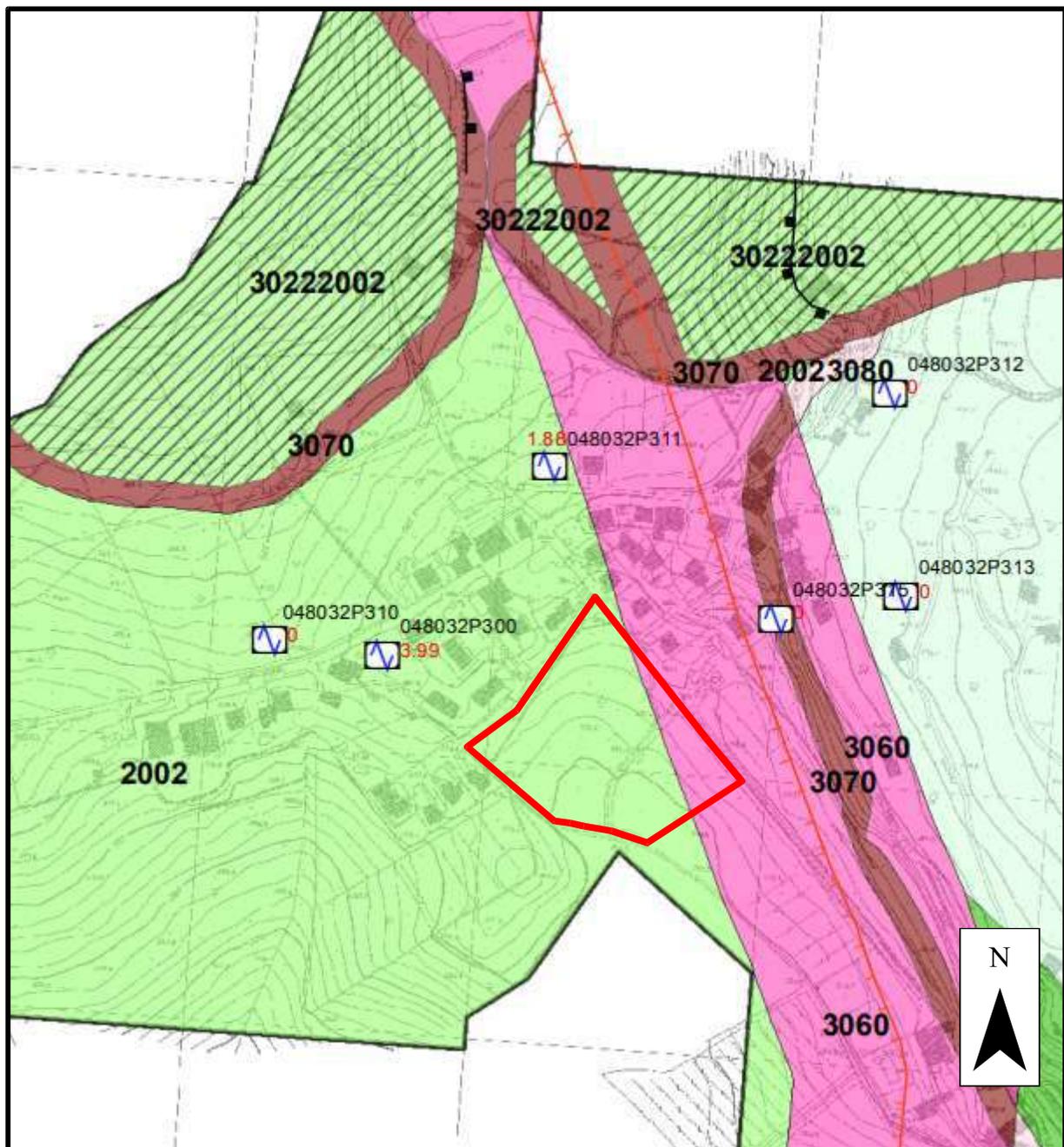
Z2

2002

Coltre alteritica e/o  
eluvio-colluviale  
(talora con riporti)

5-15 m

Substrato lapideo  
stratificato



**CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA  
FH 0.1 - 0.5 - Tavola G. 20**

**Legenda**

**Zone stabili**

 FH = 1

**Zone stabili suscettibili di  
amplificazioni locali**

 FH = 1,1 - 1,2

 FH = 1,3 - 1,4

 FH = 1,5 - 1,6

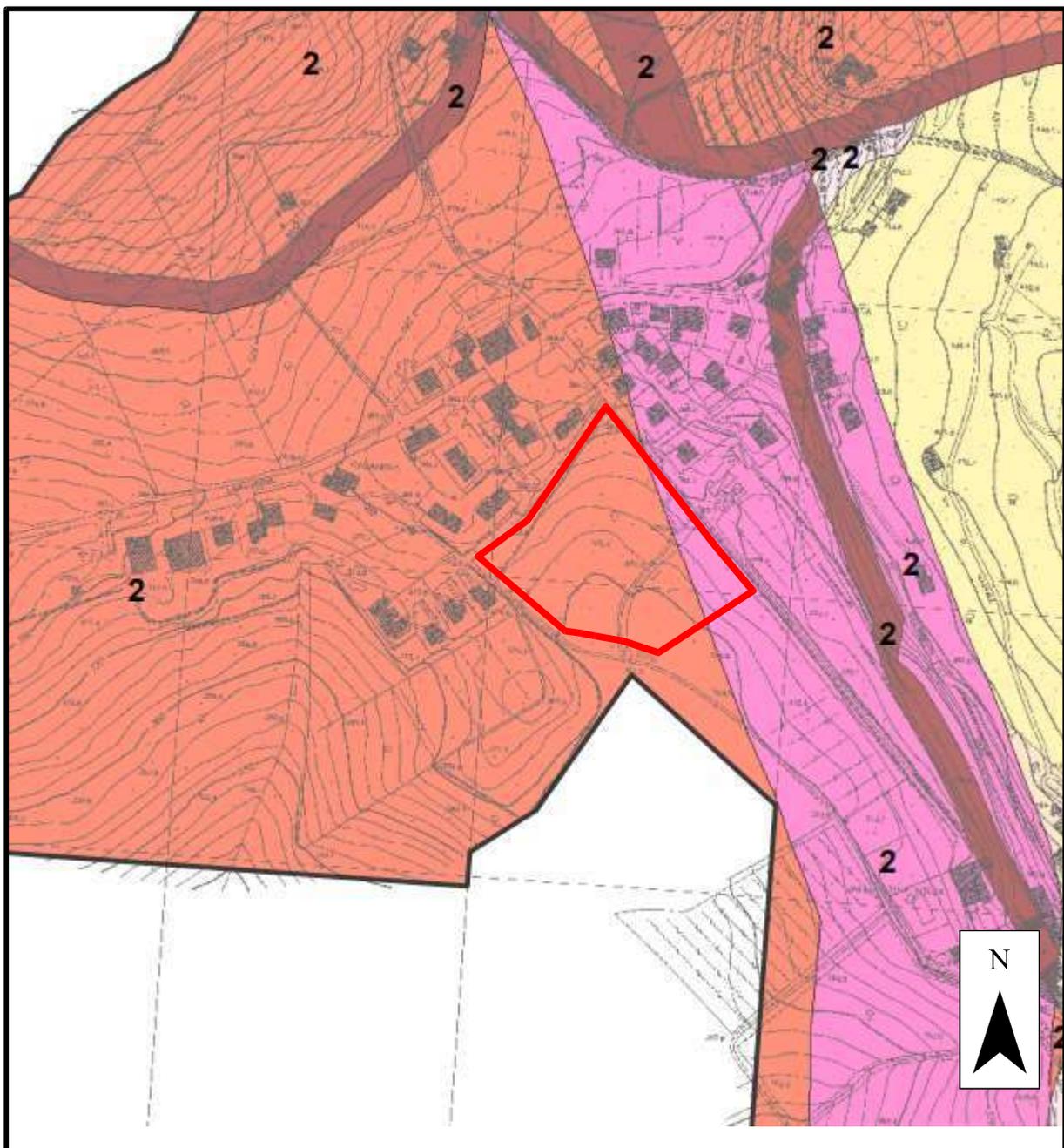
 FH = 1,9 - 2,0

 FH = 2,0 - 2,1

**Zone di attenzione  
per instabilità**



ZAFR - Zona di attenzione per faglie attive e capaci



**CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA**  
**FH 0.5 – 1,0 - Tavola G. 24**

**Legenda**

**Zone stabili**

 FH = 1

**Zone stabili suscettibili di  
amplificazioni locali**

 FH = 1,1 - 1,2

 FH = 1,3 - 1,4

 FH = 1,5 - 1,6

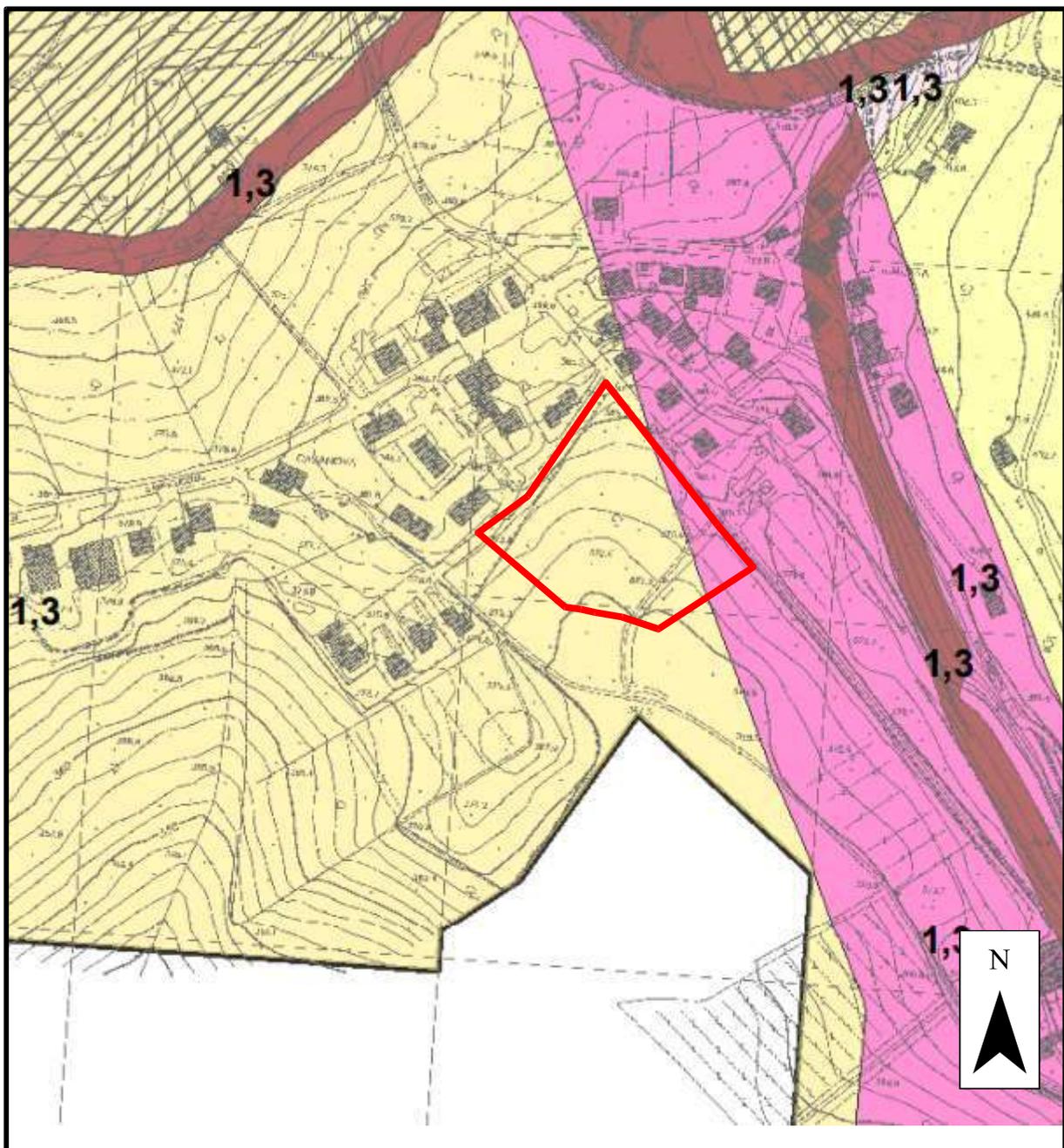
 FH = 1,9 - 2,0

 FH = 2,0 - 2,1

**Zone di attenzione  
per instabilità**



ZAFR – Zona di attenzione per faglie attive e capaci



CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA  
FH MAX - PGA - Tavola G. 28

Legenda

Zone stabili

 FH = 1

Zone stabili suscettibili di  
amplificazioni locali

 FH = 1,1 - 1,2

 FH = 1,3 - 1,4

 FH = 1,5 - 1,6

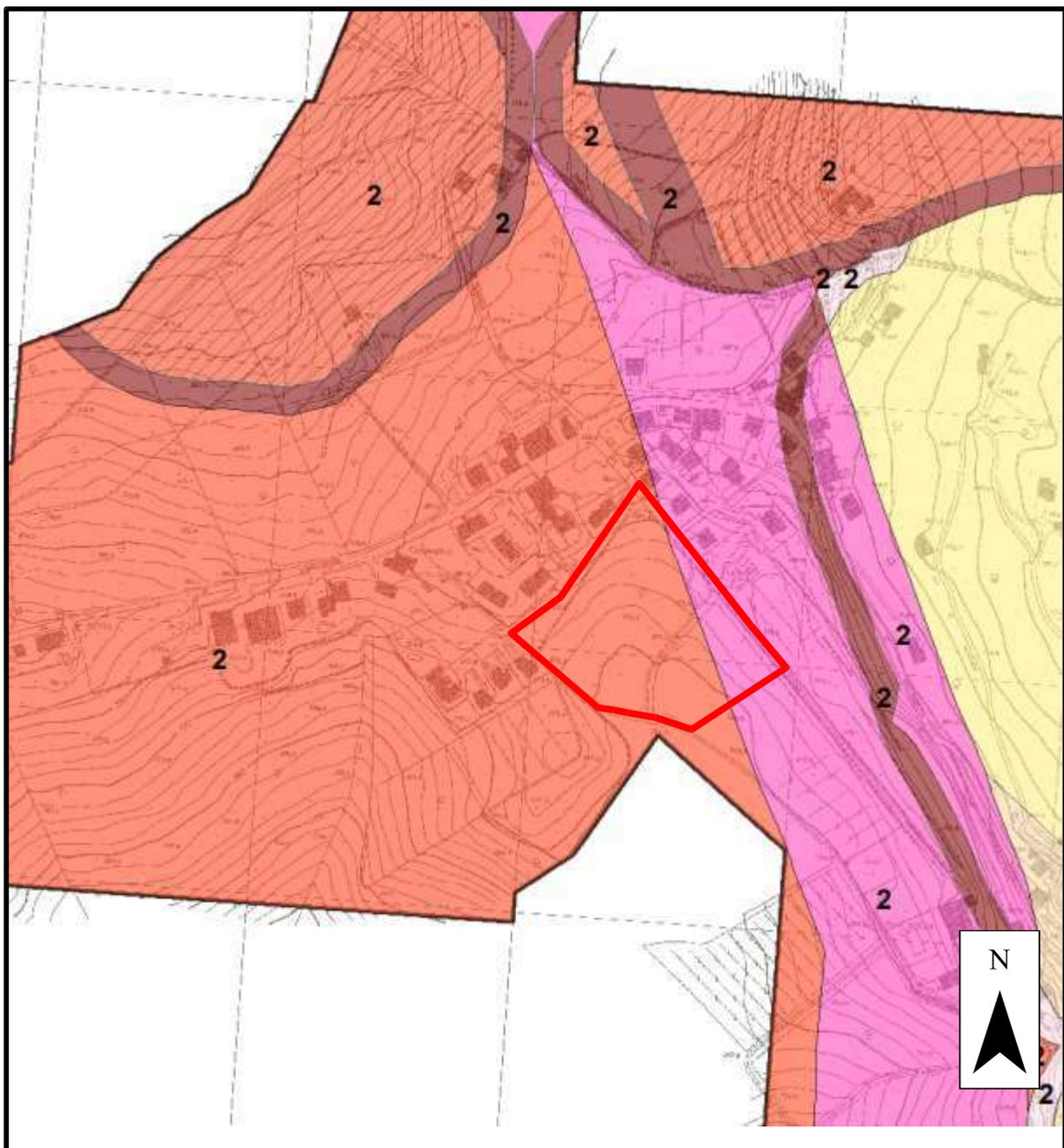
 FH = 1,9 - 2,0

 FH = 2,0 - 2,1

Zone di attenzione  
per instabilità



ZAFR - Zona di attenzione per faglie attive e capaci



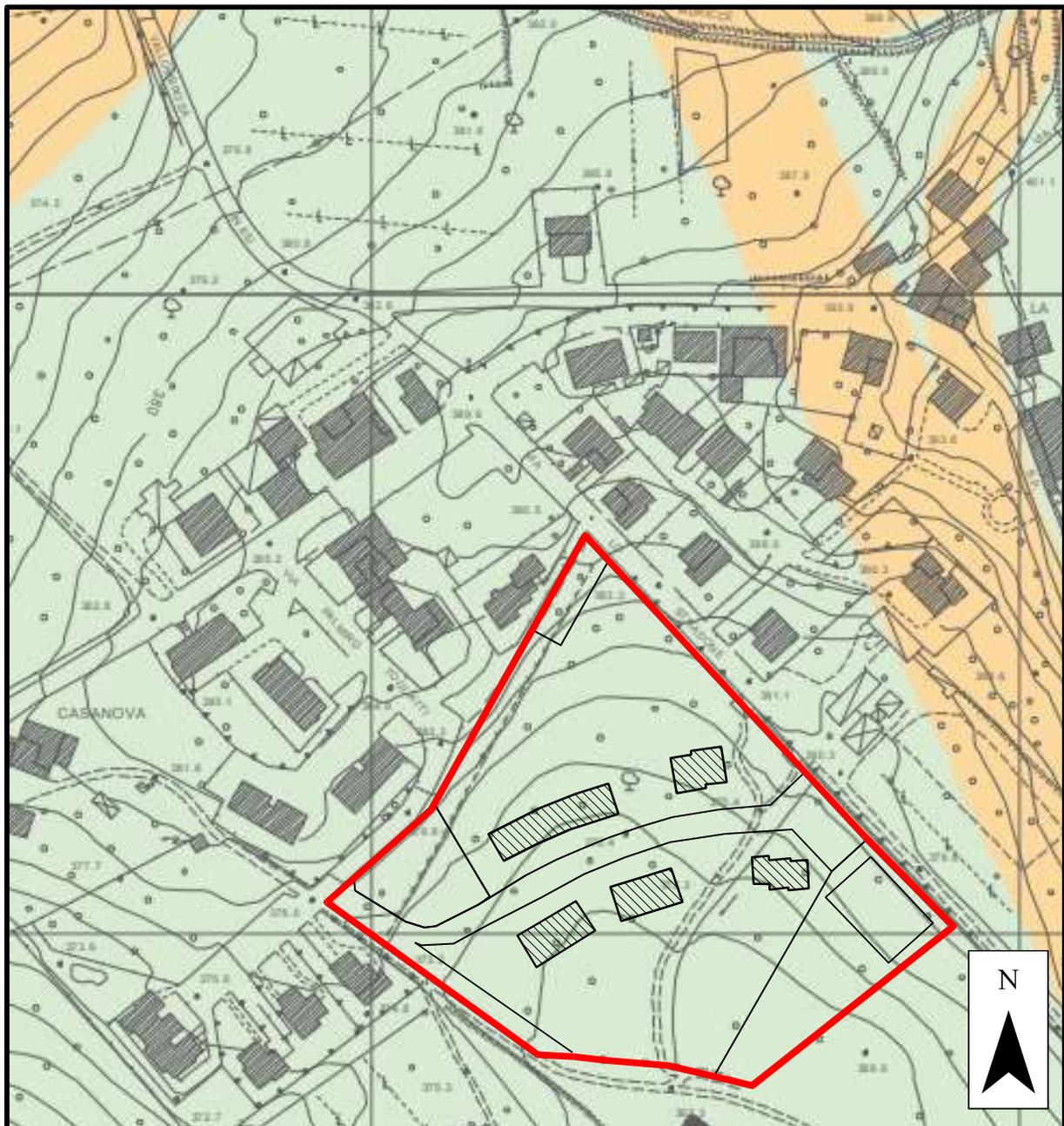
# CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA 1:2.000

## stralcio nuovo P.S. adottato

### LEGENDA

Pericolosità della pericolosità sismica locale (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)

-  **Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)**  
Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;
-  **Pericolosità sismica locale elevata (S.3)**  
Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dare luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazioni in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contenuto di impedenza sismica atteso fra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.
-  **Pericolosità sismica locale media (S.2)**  
Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)
-  **Pericolosità sismica locale bassa (S.1)**  
Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.



## Scheda di fattibilità degli interventi

**VARIANTE AL PUE – (PROGETTO URBANISTICO ESECUTIVO CONVENZIONATO)  
AMBITO 5.1 . VIA TOGLIATTI – PER LA REALIZZAZIONE DI ALLOGGI DI EDILIZIA PRIVATA**

<b>OGGETTO:</b>	<b>VARIANTE AL PUE</b> (Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato) AMBITO 5.1.VIA TOGLIATTI per la realizzazione di alloggi di edilizia privata
<b>GEOLITOLOGIA:</b>	<b>a4 – Depositi Eluvio Colluviali</b> Depositi sciolti talora selezionati dall'attività dei corsi d'acqua e depositati generalmente dopo breve trasporto.
<b>IDROGEOLOGIA:</b>	<b>a4:</b> materiali sciolti caratterizzati da permeabilità primaria per porosità variabile in funzione del contenuto di elementi fini, generalmente media. Possibili locali accumuli di acqua in corrispondenza del passaggio alle sottostanti formazioni litoidi. Falde generalmente presenti nel substrato litoide sottostante a profondità di decine di metri con portate generalmente buone.
<b>GEOMORFOLOGIA:</b>	Area da subpianeggiante a debolmente acclive. Nessuna evidenza di movimenti gravitativi. Zona nel complesso stabile
<b>MOPS:</b>	Zona stabile suscettibile di amplificazione locale (zona Z2 – 2002) Zona di attenzione per instabilità (zona di attenzione per faglie attive e capaci)
<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA:</b>	G.2 (Pericolosità geologica media)
<b>PERICOLOSITA' PER ALLUVIONI:</b>	Assente
<b>PERICOLOSITA' SISMICA:</b>	S.2 (pericolosità sismica media)
<b>TUTELA DEI 10 M DEI CORSI D'ACQUA:</b>	Presente

### **CRITERI GENERALI DI FATTIBILITA' IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI**

Le opere di progetto ricadono in classe di Pericolosità Geologica **G.2**.

L'area non presenta alcun fenomeno di instabilità o dissesto. La Realazione Geologica di supporto al progetto esecutivo dovrà valutare lo spessore della coltre detritica presente e determinarne in dettaglio le sue caratteristiche stratigrafiche e tecniche.

Ai sensi del D.P.G.R. n° 5R/2020 gli interventi di progetto possono essere realizzati senza particolari prescrizioni.

Le indagini geologiche dovranno essere eseguite nel rispetto della DPGR 1R/2022 e al DM 17/01/2018.

### **CRITERI GENERALI DI FATTIBILITA' IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI**

Le opere di progetto ricadono in classe di Pericolosità Sismica **S.2**. Prima della fase esecutiva dei lavori dovranno essere determinati gli spessori della copertura, le geometrie e le velocità sismiche dei singoli litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra copertura e substrato rigido. Le indagini geologiche dovranno essere eseguite nel rispetto della DPGR 1R/2009 e al DM 17/01/2018.

### **CRITERI GENERALI DI FATTIBILITA' IN RELAZIONE AL RISCHIO DA ALLUVIONI**

Le opere di progetto sono esterne alle classi di Pericolosità Idraulica e pertanto non sono soggette a prescrizioni particolari. La progettazione esecutiva dovrà prevedere opere di regimazione delle acque superficiali al fine di evitare fenomeni di erosione superficiale. Si dovranno rispettare le distanze dal corso d'acqua del reticolo presente nell'area in studio ai sensi della LR 41/2018.

GALILEO GEOFISICA – Piazza Giotto 8, AR  
Dott. Simone Secci – Dott. Lorenzo Batti

**COMUNE DI PELAGO  
PROVINCIA DI FIRENZE**

**“STUDIO TRAMITE SISMICA A RIFRAZIONE CON ONDE  
P ED SH SVOLTO SU DI UN TERRENO SU CUI  
VERRANNO COSTRUITI NUOVI EDIFICI”**



**RELAZIONE GEOFISICA**

## INDICE

### **PREMESSA**

*CENNI TEORICI*

*PRINCIPALI LIMITI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE*

### **STRUMENTAZIONE USATA**

### **SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE**

### **METODOLOGIE USATE PER L'ACQUISIZIONE E L'ANALISI DEI DATI**

*ACQUISIZIONE DEI DATI*

*ELABORAZIONE DEI DATI*

*SOFTWARE DI ELABORAZIONE PER SISMICA A RIFRAZIONE.*

### **GEOMETRIA DELLE SEZIONI SVOLTE**

### **COMMENTO ALLE SEZIONI**

*CONSIDERAZIONI GENERALI*

*AA'-P*

*AA'-Sh*

*AA' P+Sh*

*BB'*

*CC'*

*CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICO-DINAMICA DEI LITOTIPI INCONTRATI*

### **CATEGORIA DI SUOLO**

### **ALLEGATI**

### **UBICAZIONE DELLE INDAGINI**

### **SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA AA'**

### **SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA E SISMOTOMOGRFICA BB'**

### **SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA E SISMOTOMOGRFICA CC'**

### **SEZIONE SISMOTOMOGRFICA AA' P**

### **SEZIONE SISMOTOMOGRFICA AA' SH**

## **PREMESSA**

Le indagini sono avvenute con lo scopo di avere informazioni su di un terreno che sarà interessato dalla costruzione di nuovi edifici

Il lavoro è stato eseguito per commissione e sotto la direzione tecnica di Ghea Engineering & Consulting S.r.l.

Si sono eseguiti tre sondaggi sismici a rifrazione, di cui uno lungo 120 metri (AA') eseguito con onde P ed Sh a norma V.E.L., ed altri 2 ortogonali a quest'ultimo della lunghezza di 72 metri (BB' e CC') eseguiti con le sole onde di compressione.

## ***CENNI TEORICI***

La metodologia della sismica a rifrazione consiste nel produrre delle onde sismiche nel terreno tramite un energizzamento (scoppio), tale energia può essere generata tramite un grave che percuote il terreno (martello o peso), oppure tramite lo scoppio di una carica esplosiva.

In particolare la sismica a rifrazione studia il comportamento dell'onda rifratta.

Tale onda, viaggiando all'interfaccia fra due mezzi a differente velocità, manda in superficie una serie di segnali (vibrazioni) che vengono registrati da degli accelerometri (geofoni).

Tali geofoni, posti ad una equidistanza nota l'uno dall'altro vanno a formare la stesa sismica.

L'indagine procede energizzando in posizioni note.

Il segnale così registrato è convogliato ad una scheda di conversione A/D, e quindi registrato e conservato in memoria.

L'acquisizione dei dati da parte del sismografo parte quando un particolare circuito "trigger" è attivato dall'energizzazione nel terreno.

Per ogni registrazione viene registrato un segnale, costituito da una traccia per ciascun geofono, riconoscendo su ciascuna traccia il primo arrivo dell'onda rifratta si genera una retta, detta dromocrona, dalla inclinazione della quale si può risalire alla velocità ed alla geometria (interpolando più dromocrone) dei rifrattori.

Le metodologie di interpretazioni dei dati vanno dalle più semplici (metodo delle intercette) che richiedono solo 2 scoppi per profilo, al metodo del reciproco (Hokins 1957) e del reciproco generalizzato (G.R.M. Palmer 1980) che richiedono 5-7 scoppi per profilo, fino alle tecniche tomografiche, che richiedono almeno 7 scoppi per stendimento.

Le basi su cui si fonda ogni tecnica sono differenti, così come è crescente la complessità dell'elaborazione, tant'è che i G.R.M e soprattutto le tecniche tomografiche sarebbero improponibili senza l'ausilio di computer.

L'elaborazione che restituisce ogni tecnica risulta via via più completa e dettagliata, fino ad arrivare ad una mappatura di discontinuità molto articolate ottenibile con le più moderne tecniche tomografiche.

## ***PRINCIPALI LIMITI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE***

Il limite principale della sismica a rifrazione consiste nel fatto che tale tecnica presuppone un incremento costante della velocità andando in profondità.

Se, ad esempio, abbiamo un modello in cui al disotto di uno strato continuo di argilla dura abbiamo della sabbia molle, e al disotto di questa roccia, il passaggio fra argilla e sabbia non produce rifrazione, ed il modello che andrò a ricostruirmi sarà un modello di terreno errato.

Per questo le indagini sismiche andranno sempre accoppiate, soprattutto in situazioni dove inversioni di velocità sono frequenti (ad esempio i depositi quaternari) ad indagini geotecniche dirette.

Tali inconvenienti sono stati parzialmente risolti dalle tecniche tomografiche, dove tramite il ray tracing è possibile stabilire il percorso del raggio sismico ed individuare zone (sempre che siano limitate ad una parte interna allo stendimento) dove è avvenuta un'inversione di velocità, caratterizzate da un'assenza di copertura dei medesimi.

## **STRUMENTAZIONE USATA**

- Sismografo Ambrogeo Echo 2002 seismic unit
- Numero dei canali 24
- A/D conversione 16 bit
- Geofoni verticali da 14 hz (sismica a rifrazione con onde p)
- Geofoni orizzontali da 10 hz.

*Trigger-onde P interruttore inerziale*  
*Trigger-onde Sh interruttore inerziale*

## **SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE**

*Massa battente (martello), minibang*

*Traversina in legno gravata dal carico aggiuntivo di un autoveicolo e percossa nei due sensi da mazze da 10 kg*

## **METODOLOGIE USATE PER L'ACQUISIZIONE E L'ANALISI DEI DATI**

### **ACQUISIZIONE DEI DATI**

I dati in campagna sono stati acquisiti in maniera conforme a quanto specificato dalle norme V.E.L. e dalle raccomandazioni del Prof. Signanini.

Per quello che riguarda le onde di taglio, prima della generazione delle medesime si è proceduto ad un efficiente accoppiamento della trave con il terreno.

La traversina veniva poi percossa nei due sensi, per implementare il segnale ed abbattere le fasi spurie

In particolare, dove necessario si è implementato il segnale tramite sommatoria delle misure.

### **ELABORAZIONE DEI DATI**

L'elaborazione dei dati è avvenuta seguendo un preciso ordine:

- 1) conversione delle tracce dal formato Ambrogeo a SU
- 2) picking
- 3) assemblamento delle dromocrone e correzione del picking ( visualizzazione delle tracce su scale temporali adeguate)
- 4) analisi sommaria delle dromocrone
- 5) analisi tramite G.R.M.
- 6) analisi tramite metodi tomografici
- 7) restituzione della sezione sismostratigrafica

Come si potrà intuire la sezione sismostratigrafica viene eseguita sulla base della sezione sismotomografica, considerando però anche i dati provenienti dalle altre elaborazioni (ad esempio i G.R.M. discretizzano in maniera più netta i contatti rispetto alla tomografia, che però riesce a dare una migliore risoluzione delle discontinuità laterali).

Per quello che riguarda la classificazione sismica si farà riferimento ad i dati provenienti dal G.R.M. , come previsto dalle norme tecniche della regione Toscana ).

#### SOFTWARE DI ELABORAZIONE PER LA SISMICA A RIFRAZIONE

Winsim 10-6 (wgeosoft) per l'elaborazione ed il filtraggio dei sismogrammi, elaborazione con i metodi classici , plus-minus , G.R.M. , convoluzione delle tracce.

Software Seismic Unix per filtraggio ed elaborazione dati

Software Rayfract 32 (intelligent resource) - elaborazioni sismotomografiche e con il metodo del Plus-Minus e G.R.M.

### **GEOMETRIA DELLE SEZIONI SVOLTE**

Per la stesa AA' si è usato tutto lo spazio disponibile nel sito per stendere la sezione, non è stato possibile effettuare i tiri estremi, mentre questo è stato possibile per le stese BB' e CC'

STESA AA'- Lunghezza 120 metri, passo 5, 7 energizzazioni, 2 esterne e 5 interne (una ogni 4 geofoni)

STESA BB' e CC'-Lunghezza 72 metri, passo 3, 9 energizzazioni, 4 esterne e 5 interne

### **COMMENTO ALLE SEZIONI**

#### CONSIDERAZIONI GENERALI

Su tutte le sezioni si evince un modello sismostratigrafico con un forte contrasto di velocità nei primi metri, sintomo di un passaggio da un materiale sciolto ad un materiale di natura lapidea.

Nella parte iniziale delle sezioni (la parte più alta) si è notato un ispessimento di questo livello, unito ad un aumento delle velocità , tant'è che si è ipotizzata la presenza di un sismostrato B, probabilmente costituito o da sedimenti sciolti maggiormente compattati rispetto ad A o di una fase lapidea molto alterata.

Segue quindi il substrato litoide (C e D).

Anche in questo caso si notano due possibili sismostrati.

D corrisponde senza ombra di dubbio al litoide inalterato e tenace.

Per quello che riguarda C dobbiamo fare due considerazioni:

La sezione sismotomografica in Sh tende ad appiattirsi nella parte finale, questo potrebbe significare una possibile inversione di velocità.

Si noterà infine che i valori di velocità non eccedono i 600-700 m/sec.

Nella stessa sezione, svolta con onde di compressione si nota in corrispondenza della zona suddetta:

Una generale diminuzione del gradiente di velocità ed un inversione di velocità in profondità.

Al sismostrato C possono corrispondere quindi livelli lapidei meno compatti (lente di marnoscisti o arenaria fratturata) o livelli di materiali sciolti molto compattati .

## AA'-P

La sezione, svolta parallelamente agli edifici in progetto , mostra una netta differenza di velocità fra i primi livelli , costituiti da materiali prevalentemente sciolti ed il sottostante livello lapideo

Fig.1

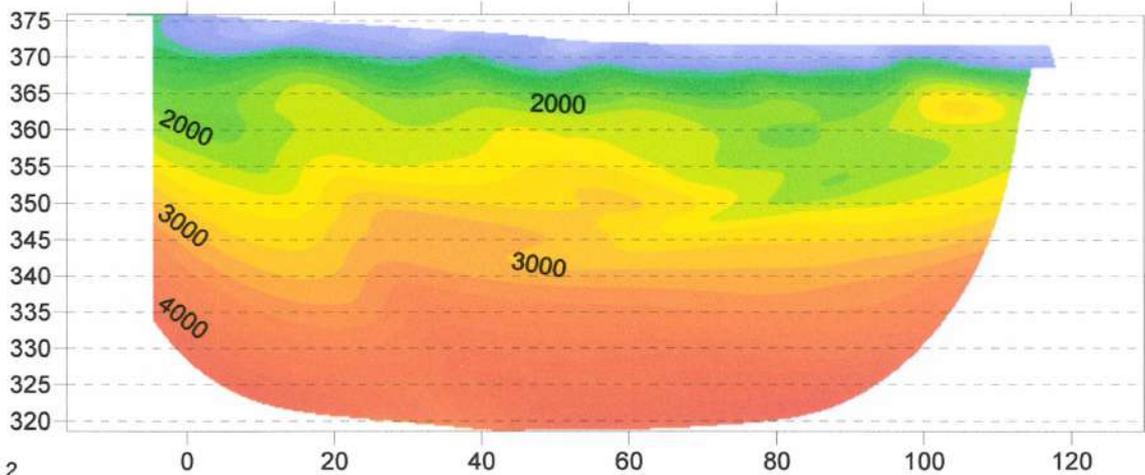
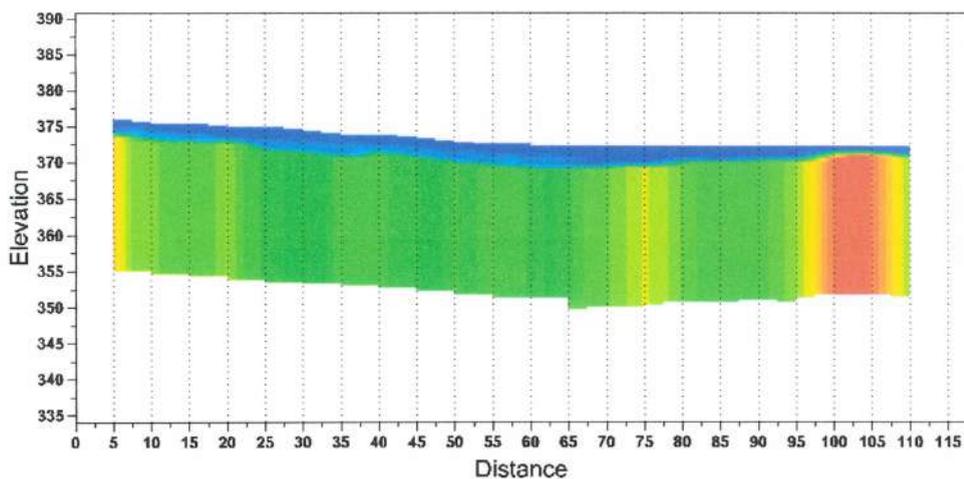


Fig.2



Tale andamento è confermato sia con l'elaborazione ottenuta con il metodo dei G.R.M. (fig.2) che con la tomografia sismica (a cui si è fatto riferimento per l'interpretazione stratigrafica).

Sulla tomografia si nota inoltre un maggior numero di informazioni sul litoide di base, con la possibile presenza di una lente nella parte terminale della sezione.

### AA'-Sh

L'analisi svolta con le onde Sh mostra molte analogie, ma anche qualche differenza con l'analisi svolta con le onde di volume.

Fig.3

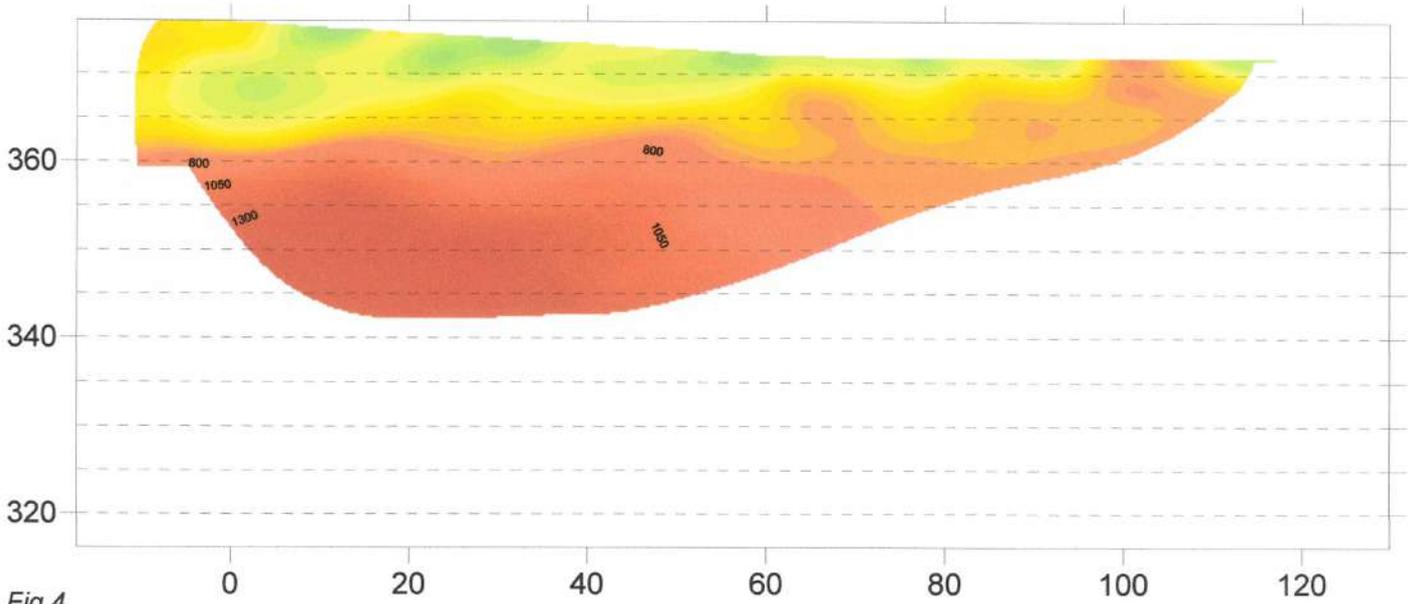
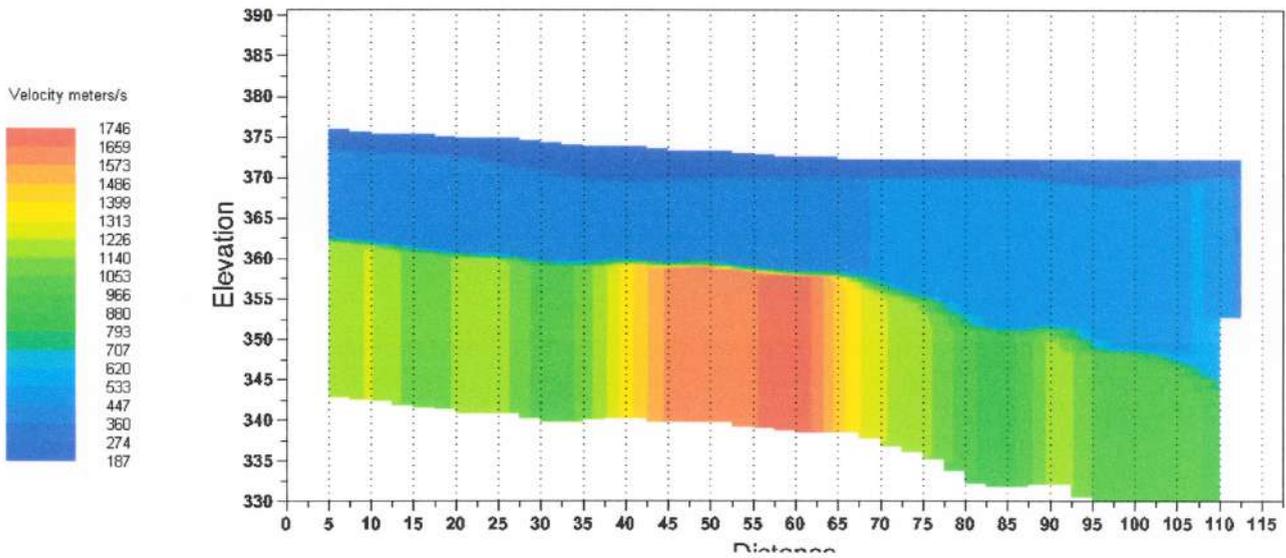


Fig.4



Anche in questo l'interpretazioni con i G.R.M. (fig.3) e con la tecnica tomografica (fig.4) mostrano risultati simili, con i G.R.M. che discretizzano essenzialmente il contatto fra la fascia più superficiale dei materiali sciolti ed i sottostanti materiali litoidi.

Si notano altresì, in maniera più netta rispetto al rilievo in P, due fasce con velocità intermedia, una all'inizio ed una alla fine del profilo

#### AA'-P+Sh

Da un confronto fra le sezioni in P ed Sh si evince la possibile esistenza di due fasce, probabilmente interne al litoide, caratterizzate da velocità minori rispetto al sottostante bedrock.

Tale informazione ci viene fornita inoltre dal percorso del raggio sismico, che in sh individua una zona d'ombra nella parte iniziale della sezione, mentre nel rilievo in P si nota tale fenomeno nella parte finale della medesima.

La zona caratterizzata dalla presenza di materiali sciolti ( A ) mostra un aumento di spessore passando dalla parte finale alla parte iniziale della sezione.

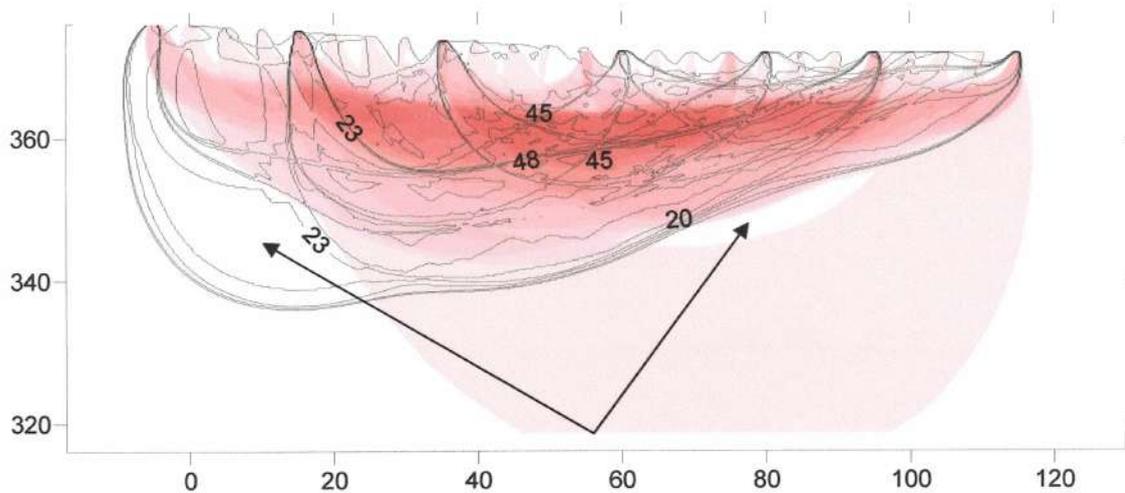


Fig.5-Percorso del raggio sismico in onde P( tonalità di rosso) ed Sh (linee nere), con le frecce vengono indicate le due zone d'ombra del raggio sismico  
L'addensamento massimo delle linee si ha al contatto fra roccia e materiali sciolti.

BB'

La sezione BB' mostra un modello sismostratigrafico costituito da 2 orizzonti , il primo caratterizzato da sedimenti sciolti, il secondo da substrato litoide.  
Possibile un aumento di spessore della coltre ed una diminuzione di compattezza del litoide andando verso la parte iniziale della sezione.

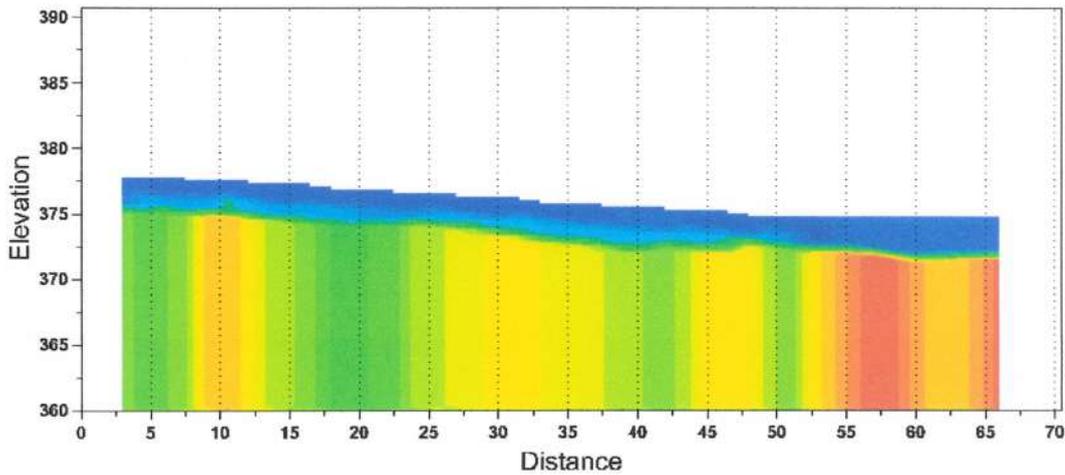


Fig.6

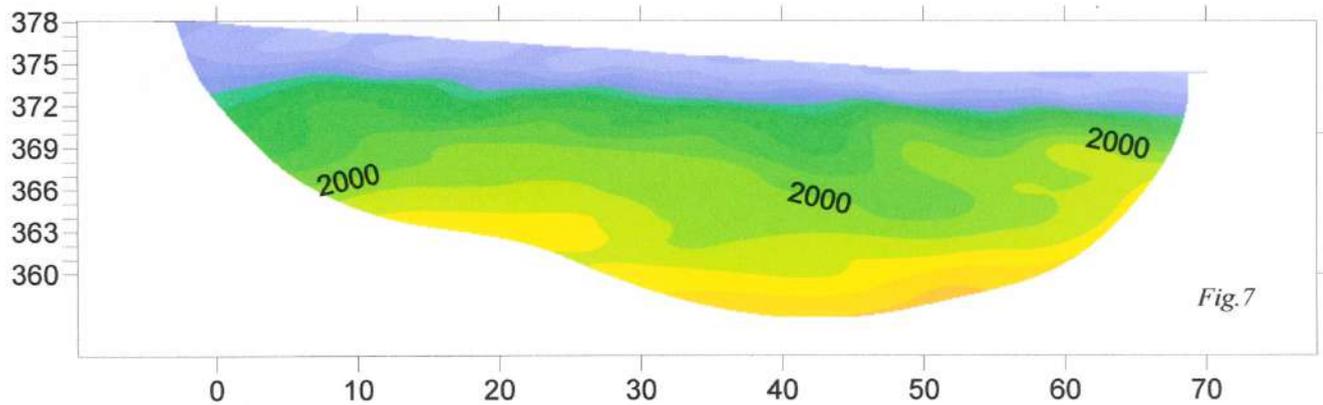


Fig.7

CC'

Anche in questo caso si nota un modello costituito da due sismostrati, con una coltre di materiali sciolti giacenti sopra un substrato rigido.

La compattezza di tale substrato sembra variare verso la parte iniziale della sezione, con una diminuzione della compattezza ed una conseguente diminuzione delle velocità

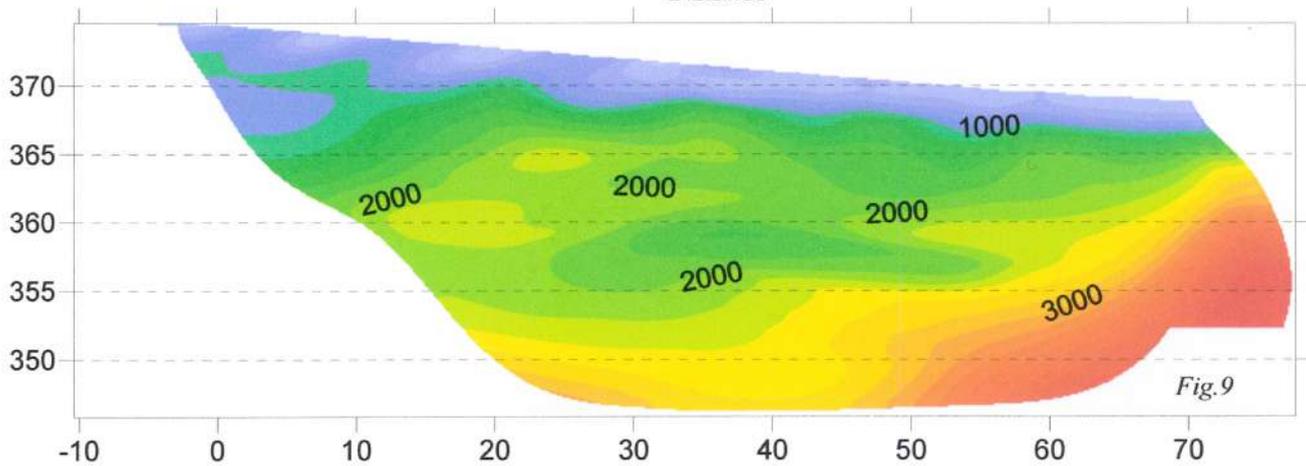
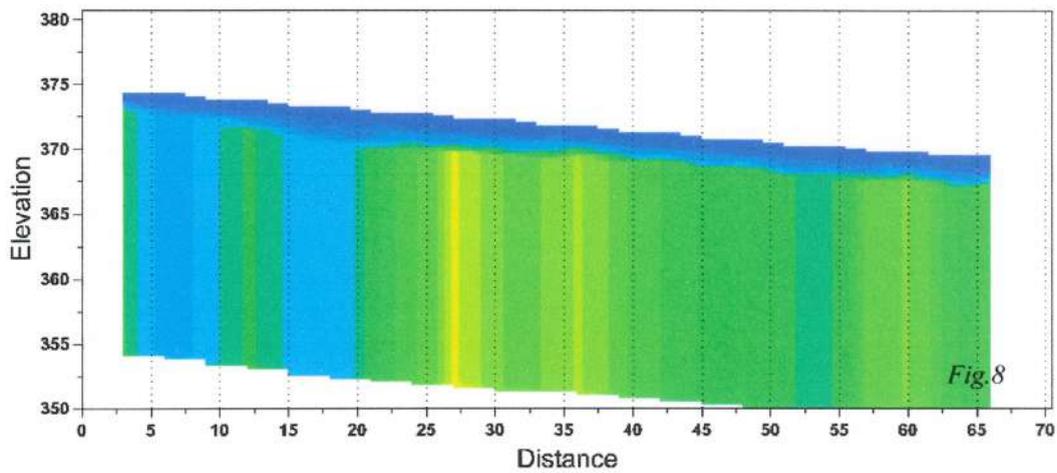


Fig.8 e Fig.9-sismo sezione ottenuta con il metodo dei G.R.M. e con tecnica tomografica

## CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICO-DINAMICA DEI LITOTIPI INCONTRATI

Per la discretizzazione geotecnica dei materiali incontrati si fa riferimento a valori delle velocità lette sulle dromocrone ( pendenza delle medesime ) , che corrispondono grossomodo ai valori medi delle velocità estrapolate con la tecnica tomografica .

A= trattasi probabilmente di materiali sciolti, presentano velocità in P ed Sh basse, con una velocità media in Sh di 208 m./sec. ed una velocità in P di 486 m./sec.

B=si sono registrate velocità medie in Sh di 353 m./sec. e di 1700 m./sec. in P

C=si sono registrate velocità medie di 500 m./sec. in Sh e di 1900 m./sec. in P

Probabilmente B e C appartengono ad un'unica unità stratigrafica , di cui il sismostrato B rappresenta la fase più alterata.

La notevole differenza fra velocità in P ed Sh potrebbe stare ad indicare la presenza di falda , mentre da un punto di vista stratigrafico tali velocità sono compatibili con sedimenti sciolti da mediamente addensati ad addensati o con livelli lapidei a prevalente natura argilloscitica (che sono caratterizzati da velocità in Sh sui 500 m/sec ed in p prossime ai 2000 m/sec ).

D=substrato lapideo, la velocità del medesimo risulta di circa 1100 m/sec in Sh e di 2500 m/sec in P

Si allega una tabella con i valori dei parametri dinamici ricavati dai dati delle velocità:

Strati n°	$V_P$ [m/s]	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\nu$	$V_S$ [m/s]	$G_0$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
A	486	1700	0.3878	208	750
B	1700	1800	0.4772	355	2313
C	1900	1800	0.4628	500	4588
D	2500	2000	0.35	1200	29414

$V_P$  Velocità medie onde longitudinali  
 $V_S$  Velocità medie onde di Taglio  
 $\gamma$  Peso di volume della litologia  
 $\nu$  Modulo di Poisson (numero puro)  
 $G_0$  Modulo di taglio dinamico

## CATEGORIA DI SUOLO

Si riscontra la presenza fra 3 e 15 metri di un contatto fra materiali sciolti e roccia  
La classe sismica di riferimento per l'intera lottizzazione sarà **E**

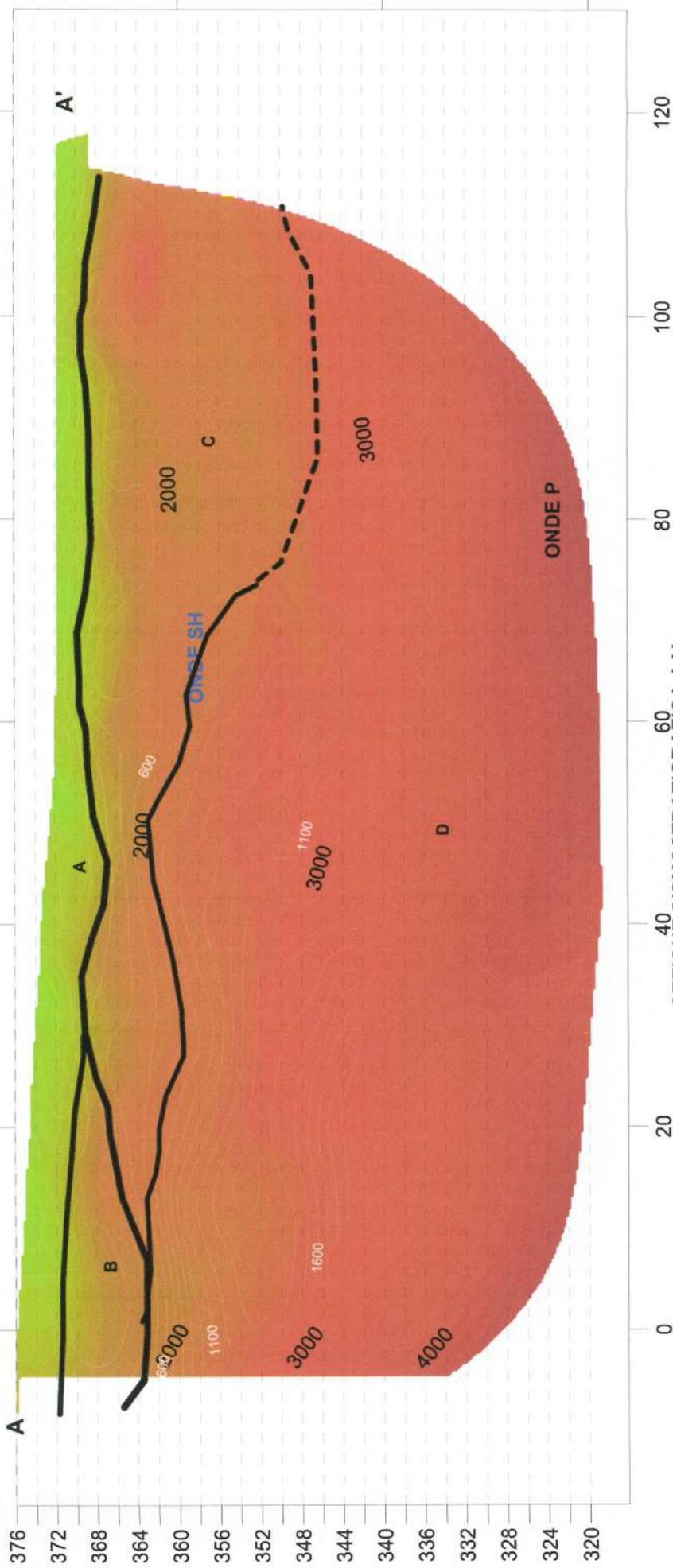
Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

## ALLEGATI

*UBICAZIONE DELLE INDAGINI  
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA AA'  
SEZIONE SISMOTRATIGRAFICA E SISMOTOMOGRAFICA BB'  
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA E SISMOTOMOGRAFICA CC'  
SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA AA' P  
SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA AA' SH*



**MAPPA CON L'UBICAZIONE DELLE INDAGINI**

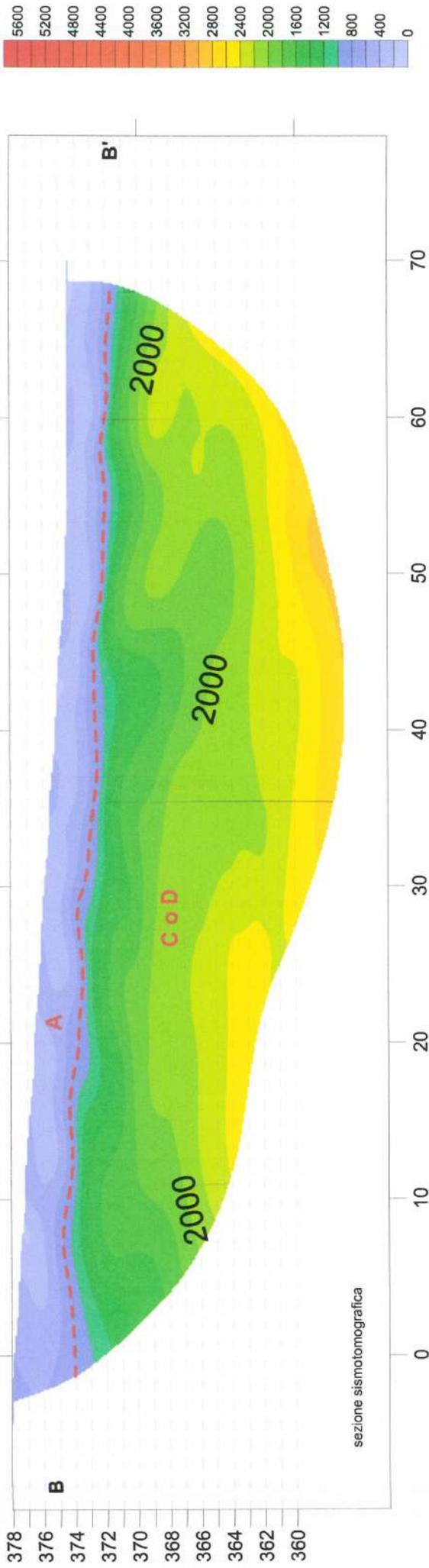


**SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA AA'**  
 Alla sezione sismotomografica in p (grafico colorato) è stato sovrapposto il rilievo in Sh (linee bianche).

Strati n°	V <sub>p</sub> [m/s]	γ [kg/m <sup>3</sup> ]	v	V <sub>s</sub> [m/s]	Go [kg/cm <sup>2</sup> ]
A	486	1700	0.3878	208	750
B	1700	1800	0.4772	355	2313
C	1900	1800	0.4628	500	4588
D	2500	2000	0.35	1200	29414

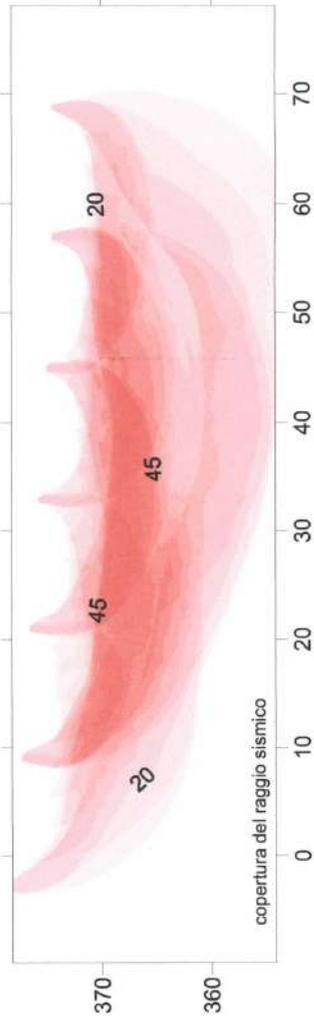
V<sub>p</sub> Velocità medie onde longitudinali  
 V<sub>s</sub> Velocità medie onde di Taglio  
 γ Peso di volume della litologia  
 v Modulo di Poisson (numero puro)  
 Go Modulo di taglio dinamico

A= trattasi probabilmente di materiali sciolti, presentano velocità in P ed Sh basse, con una velocità media in Sh di 208 m/sec ed una velocità in P di 486 m/sec.  
 B=si sono registrate velocità medie in Sh di 353 m/sec e di 1700 m/sec in P  
 C=si sono registrate velocità medie di 500 m/sec in Sh e di 1900 m/sec in P  
 Probabilmente B e C appartengono ad un'unica unità stratigrafica, di cui il sismostrato B rappresenta la fase più alterata.  
 La notevole differenza fra velocità in P ed Sh potrebbe stare ad indicare la presenza di falda, mentre da un punto di vista stratigrafico tali velocità sono compatibili con sedimenti sciolti da mediamente addensati ad addensati o con livelli lapidei a prevalente natura argillosa (che sono caratterizzati da velocità in Sh sui 500 m/sec ed in P prossime ai 2000 m/sec).  
 D=substrato lapideo, la velocità del medesimo risulta di circa 1100 m/sec in Sh e di 2500 m/sec in P



SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA -Rappresentazione bidimensionale dove attraverso una scala cromatica viene rappresentata la variazione di velocità all'interno dei terreni indagati  
 COPERTURA DEL RAGGIO SISMICO-Percorso del raggio sismico nel sottosuolo

## SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA BB'



A= trattasi probabilmente di materiali sciolti, presentano velocità in P ed Sh basse, con una velocità media in Sh di 208 m/sec ed una velocità in P di 486 m/sec.

B=si sono registrate velocità medie in Sh di 353 m/sec e di 1700 m/se in P

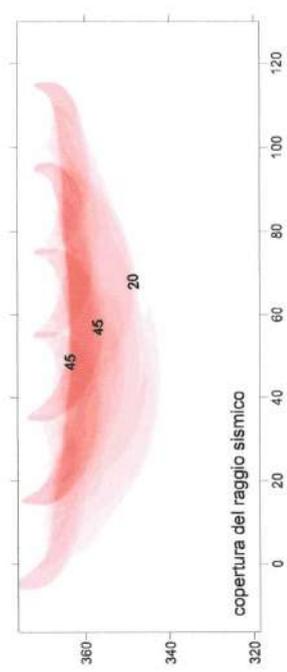
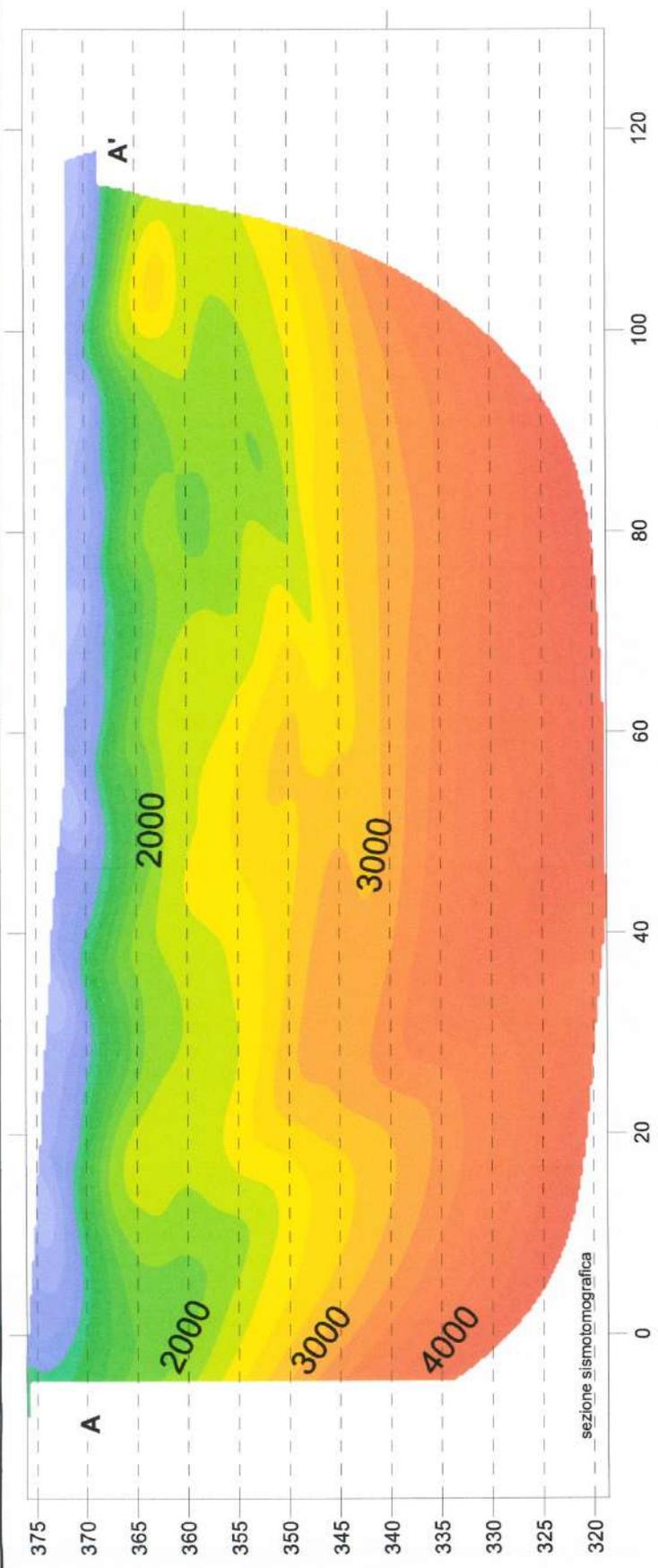
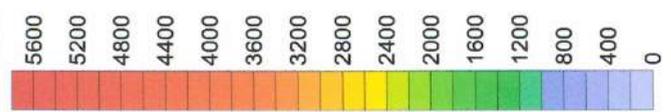
C=si sono registrate velocità medie di 500 m/sec in Sh e di 1900 m/sec in P

Probabilmente B e C appartengono ad un'unica unità stratigrafica, di cui il sismostato B rappresenta la fase più alterata.

La notevole differenza fra velocità in P ed Sh potrebbe stare ad indicare la presenza di falda, mentre da un punto di vista stratigrafico tali velocità sono compatibili con sedimenti sciolti da mediamente addensati ad addensati o con livelli lapidei a prevalente natura argilloscistica (che sono caratterizzati da velocità in Sh sui 500 m/sec ed in p prossime ai 2000 m/sec).

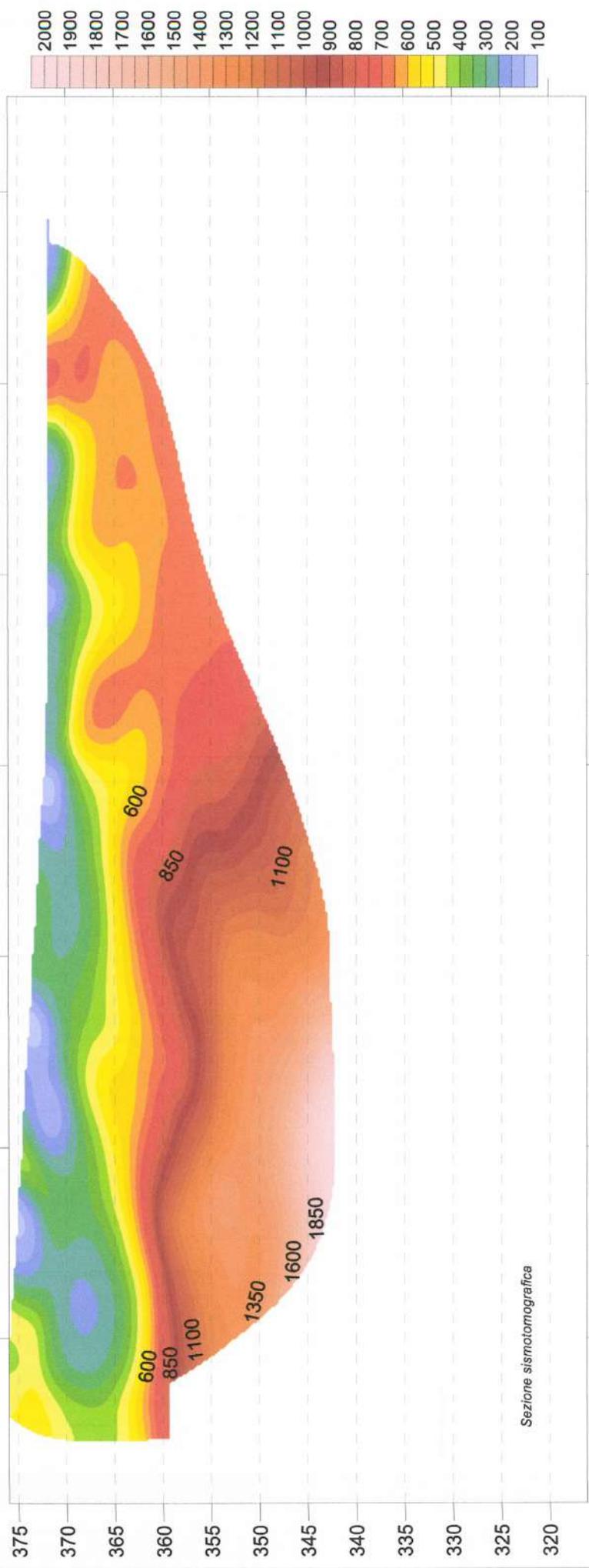
D=substrato lapideo, la velocità del medesimo risulta di circa 1100 m/sec in Sh e di 2500 m/sec in P





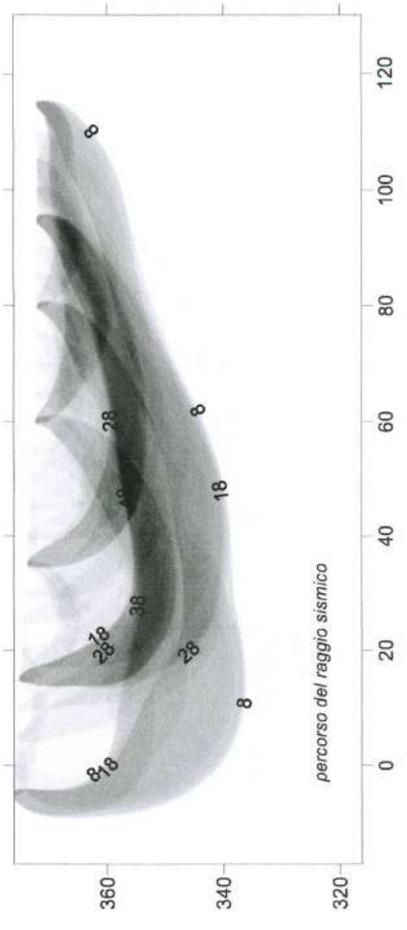
SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA - Rappresentazione bidimensionale dove attraverso una scala cromatica viene rappresentata la variazione di velocità all'interno dei terreni indagati  
COPERTURA DEL RAGGIO SISMICO - Percorso del raggio sismico nel sottosuolo

**SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA AA'-ONDE P**



**SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA AA' IN SH**

SEZIONE SISMOTOMOGRAFICA - Rappresentazione bidimensionale dove attraverso una scala cromatica viene rappresentata la variazione di velocità all'interno dei terreni indagati  
 COPERTURA DEL RAGGIO SISMICO - Percorso del raggio sismico nel sottosuolo



**TECNA**

Via Ser Gorello, 11/a 52100 AREZZO  
 tel. 0575 / 323501 - fax 0575 / 22730 - cell. 0348 / 7007360

Rif.: 035.11

COMMITTENTE:				CAMPIONI				SONDAGGIO: 1				
Ghea Engineering & Consulting S.r.l.				Pareti sottili Osterberg Carotiere semplice Carotiere doppio S.P.T. Coclea				Pagina: 1 Quota: piano campagna Data: 05/04/2008 a 06/04/2008 Responsabile: Dr. Giuliano Moretti Operatore: sig. Giampaolo Gambinelli				
CANTIERE:				INDAGINE:				Foto:				
Pelago (Fi), località Paterno, via Togliatti				Piano Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)				sì				
COORDINATE		PIEZOMETRI		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				H	Manovre % Recup.	Rivest.	Falda	Piezo.
X = 0,00 m Y = 0,00 m Z = 0,00 m		ATA Tubo aperto CSG Casagrande										
profondità	stratigrafia	campioni		Pocket	Torvane	S.P.T.						
S01-0201-012		tipo	n°	quota	Kg/cm²	Kg/cm²	colpi	quota				
0	0,00								Terreno vegetale limoso-argilloso marrone rossastro			
	0,60								0,60			
1									Limi argillosi marroni scarsamente compatti con trovanti millimetrici e screziature rossastre			
2									1,90			
	2,50	1		2,50					Limi argilloso sabbiosi marroni scarsamente compatti			
	0,50								1,00			
3									Sabbie medie debolmente limose di colore da ocra a grigio-azzurro			
	3,50								1,50			
4		2		4,50					Sabbie medie debolmente limose grigio-azzurre			
	0,50								0,50			
5	5,00								Limi argillosi massivi con screziature rossastre, locali livelli di colore grigio-azzurro e resti carboniosi; sono presenti livelli di limi sabbiosi da ocra a grigio-azzurri compatti			
	5,50								4,20			
6									Limi argillosi grigi compatti			
	9,70								0,30			
10	10,00											

note:

Carotaggio: verticale continuo con carotiere semplice  
 Sonda tipo: Beretta T41



**LABOTER s.n.c.**  
Laboratorio geotecnico  
A.L.G.I. n. 89



---

Via Nazario Sauro 440 - 51030 Pontelungo (PT) - Tel. 0573 570566 - Fax. 0573 910056 - e.mail : laboter@laboterpt.it  
P. IVA : 00515880474 - C.C.I.A.A. 139089

---

## ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente **Ghea Geologi associati**

Località: **Loc. Paterno - Pelago (FI)**

Rapporto di prova n° : **75** del : **27/6/08**

CAMPIONI PERVENUTI : **27/03/08**

n° CAMPIONI PERVENUTI : **4**

---

Prove eseguite :	
Apertura campioni (ASTM D2488-93)	X
Contenuto d'acqua (ASTM D2216-92)	X
Peso di volume (M.I. PT 09/03)	X
Analisi granulometrica (ASTM D422-63)	X
Limiti di Atterberg (ASTM D4318-84)	
Peso specifico dei grani (ASTM D854-92)	X
Prova di taglio diretto (ASTM D3080-72)	X
Prova di compressione ELL (ASTM D2166-85)	X
Prova edometrica IL (ASTM D2435-90)	
Prova triassiale (ASTM D2850-87)	
Prove di permeabilità (ASTM D2434-68)	
Classificazione U.S.C.S.(ASTM D2487-93)	
Prova di compattazione (ASTM D2168-80)	

---

Direttore Laboratorio  
Dott. Geologo Paolo Tognelli

## TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Comm.te : Ghea Geologi associati  
Località : Loc. Paterno - Pelago (FI)

Rapporto di prova n° : 75

del : 27/6/08

Sond.	1	1	2	2			
Camp.	1	2	1	2			
da - a -	2,50-3,00	4,50-5,20	2,40-3,00	4,00-4,50			
$\gamma$	2,014	1,988	2,023	2,027			
w	22,8	23,0	21,2	19,8			
Gs	2,546	2,575	2,495	2,515			
Gd	1,640	1,617	1,670	1,692			
e	0,553	0,592	0,494	0,486			
Sr	105	100	107	102			
n	36	37	33	33			
A	28,2	18,0	28,0	37,9			
L	37,3	31,3	25,0	33,4			
S	29,2	43,1	33,5	28,0			
G	5,2	7,7	13,4	0,6			
USCS							
Wl							
Wp							
Ip							
Ic							
Wr							
k							
$\phi_r$							
cr							
$\phi'$	26	30	27	23			
c'	0,19	0,10	0,15	0,69			
$\phi$							
cu							
cu (ELL)	0,52	0,17	0,28	1,75			
Mod. Edom							
0.25-0.5							
0.5-1.0							
1.0-2.0							
2.0-4.0							
4.0-8.0							
8.0-16.0							
16.0-32.0							
Cc							

\* valore non determinato sperimentalmente

Gs (gr/cm<sup>3</sup>) = peso specifico dei grani - Gd (gr/cm<sup>3</sup>) = densità secca - g (gr/cm<sup>3</sup>) = peso di volume

w (%) = umidità naturale - e = indice dei vuoti - Sr (%) = grado di saturazione - n (%) = porosità

A (%) = argilla - L (%) = limo - S (%) = sabbia - G (%) = ghiaia

Wl (%) = limite liquido - Wp (%) = limite plastico - Ip (%) = ind. di plasticità - Ic = ind. di consistenza

 $\phi$  (°) = angolo di attrito interno non drenato - cu (Kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata $\phi'$  (°) = angolo di attrito drenato - c' (Kg/cm<sup>2</sup>) = coesione drenata $\phi_r$  (°) = angolo di attrito interno residuo - cr (Kg/cm<sup>2</sup>) = coesione residuacu (Kg/cm<sup>2</sup>) = sforzo a rottura prova ELL k (m/sec) = coefficiente di permeabilità

Cc = indice di compressibilità

cv(i) = coefficiente di consolidazione -

Committente : Ghea Geologi associati  
 Cantiere : Loc. Paterno - Pelago (FI)  
 Sond. : 1 Camp. : 1 da.....m.: 2,50-3,00  
 Tipo di campione : Indisturbato Lunghezza (cm.) = 50  
**Rapporto prova n° : 75 del : 27/6/08**

Descrizione campione :  
 Limo con sabbia e argilla leggermente ghiaioso, con tracce magnesiache, marrone

Tipo di campione : **Indisturbato** in : **Fustella**  
 Lunghezza (cm.) = **50**

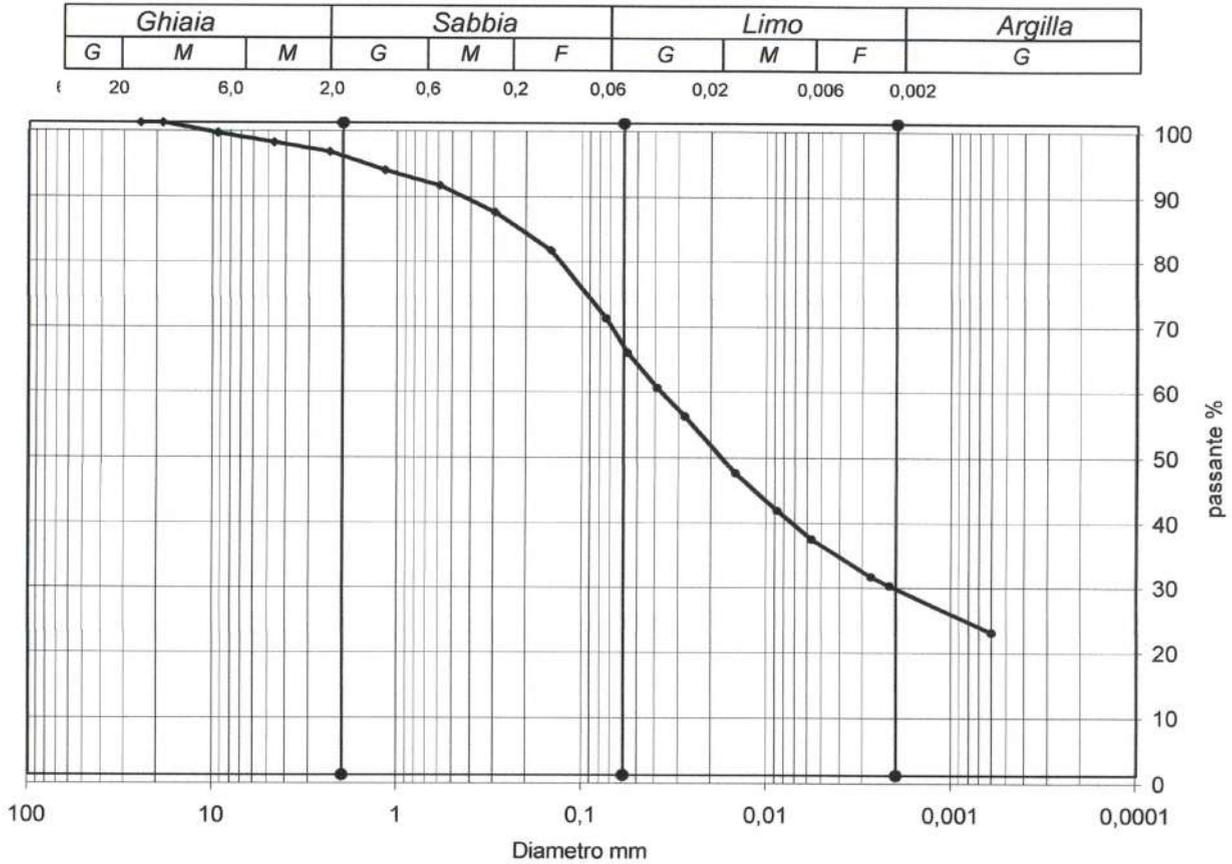


Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) = **1,5** (kPa) **147,1**  
 Vane test (kg/cm<sup>2</sup>) (kPa)

Caratteristiche fisiche del campione				kN/m <sup>3</sup>		Limiti di Atterberg	
Peso di volume g (gr/cm <sup>3</sup> ) =		<b>2,014</b>				Class. Casagrande =	
Umidità naturale w (%) =		<b>22,8</b>				Limite Liquido WL % =	
Peso Specifico Gs (gr/cm <sup>3</sup> ) =		<b>2,546</b>		<b>25,0</b>		Limite Plastico WP % =	
Densità secca Gd (gr/cm <sup>3</sup> ) =		<b>1,640</b>		<b>16,1</b>		Indice di Plasticità IP =	
Indice dei vuoti e =		<b>0,553</b>				Indice di Consistenza Ic =	
Saturazione (%) =		<b>105</b>				Limite Ritiro WR % =	
Porosità n (%) =		<b>36</b>					
Analisi Granulometrica				Taglio Diretto CD		Taglio Diretto UU	
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla	φ' (°)	c' (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	CU (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>5,2</b>	<b>29,2</b>	<b>37,3</b>	<b>28,2</b>	<b>26</b>	<b>0,19</b>		
					kPa		kPa
					<b>19,1</b>		
				Parametri residui		ELL	
				φ' (°)	c' (kg/cm <sup>2</sup> )	CU (kg/cm <sup>2</sup> )	k
						<b>0,52</b>	m/sec
					kPa	kPa	
						<b>51,4</b>	
Prova di compressione edometrica					Prove eseguite sul campione		
Indice compressibilità Cc =							
PRESS.	cv	k	E	E			
kg/cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	kg/cm <sup>2</sup>	kPa			
0.25-0.5					umidità naturale w	X	
0.5-1.0					peso volume γ	X	
1.0-2.0					peso specifico Gs	X	
2.0-4.0					limiti Atterberg LA	-	
4.0-8.0					granulometria Gr	X	
8.0-16.0					taglio diretto TD	X	
16.0-32.0					compressione ELL	X	
					edometria ED	-	
					permeabilità Pr	-	
					proctor PT	-	
					riassiale TX	-	
Indice di ricomprensione							
Indice di rigonfiamento							

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Ghea Geologi associati  
 Cantiere..... Loc. Paterno - Pelago (FI)  
 Sond 1 Camp.... 1 da..... 2,50-3,00  
 Cert. n° : 842 del : 27/6/08 Pagina : 1/1



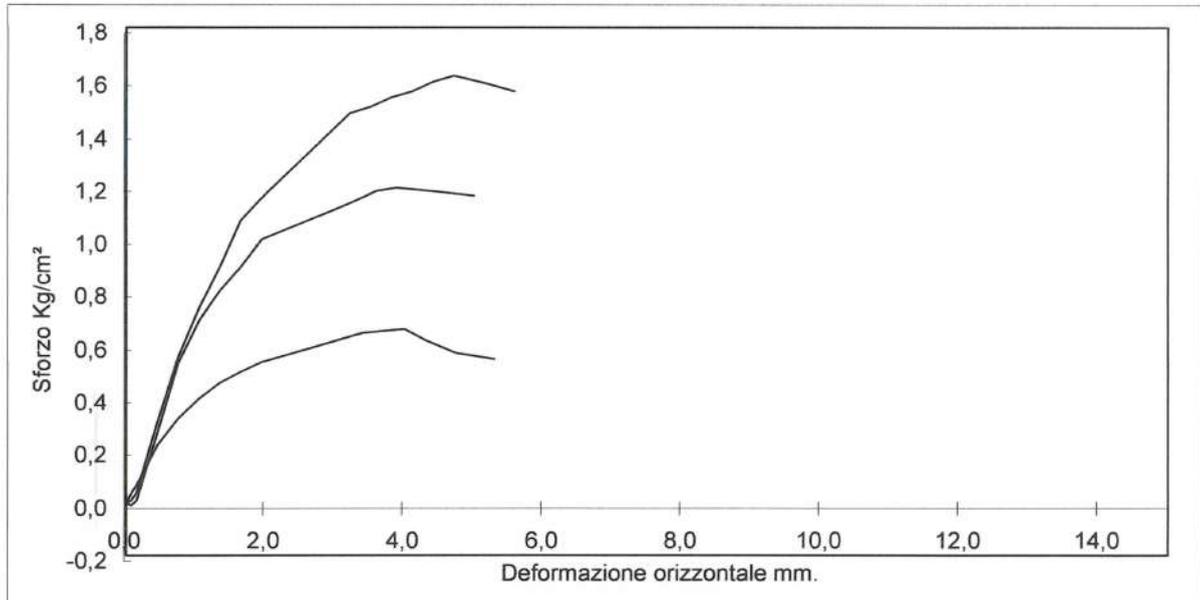
Coeff. d'uniformità Cu =				Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
Coeff. di curvatura Cc =				%	%	%	%
				5,2	29,2	37,3	28,2
Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	D90 = 0,5649	
19	100,0	0,150	80,6	0,0058	36,3	D60 = 0,0417	
9,5	98,5	0,075	70,1	0,0027	30,5	D50 = 0,0204	
4,75	97,1	0,057	64,7	0,0022	29,0	D30 = 0,0026	
2,36	95,6	0,0396	59,4	0,0006	21,8	D10 =	
1,18	92,8	0,0280	55,0				
0,600	90,5	0,0150	46,4				
0,300	86,4	0,0088	40,6				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:		Temperatura (°C)	25	
Correz.menisco	0,5	Correz. T°+dispendente	-3	Gs (gr/cm³)	2,546
Viscosità acqua	2E-05	passante ASTM n	200	Peso iniziale (gr)	40



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
Consolidato drenato CD

Committente..... Ghea Geologi associati  
 Cantiere..... Loc. Paterno - Pelago (FI)  
 Sond.... 1 Camp... 1 da..... 2,50-3,00  
 Cert. n° : 843 del : 27/6/08 Pagina : 2/2



Velocità mm/min.	0,010	PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
		Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		20	17,92	20	17,66	20	17,82
Lato (mm)		60		60		60	
Volume (cm <sup>3</sup> )		63,34	50,67	63,34	43,75	63,34	50,38
$\gamma$ umido (g/cm <sup>3</sup> )		2,002	1,401	2,026	1,533	1,898	1,445
$\gamma$ secco (g/cm <sup>3</sup> )		1,534	1,163	1,553	1,259	1,455	1,185
Umidità (%)		30,5	20,5	30,5	21,7	30,5	22,0

**PARAMETRI A ROTTURA**

Pressione verticale Kg/cm <sup>2</sup> .....		1		2		3
Sforzo a rottura Kg/cm <sup>2</sup> .....		0,656		1,192		1,617
Deform. verticale consolidazione mm.....		1,600		1,99		2,12
Deform. verticale mm....		2,080		2,35		2,18
Deformazione orizzontale mm....		4,000		3,900		4,720



Committente : Ghea Geologi associati  
 Cantiere : Loc. Paterno - Pelago (FI)  
 Sond. : 1 Camp. : 2 da.....m.: 4,50-5,20  
 Tipo di campione : Indisturbato Lunghezza (cm.) = 56  
 Rapporto prova n° : 75 del : 27/6/08

Descrizione campione :  
 Sabbia con limo argillosa leggermente ghiaiosa, grigio verdastro, poco addensata

Tipo di campione : **Indisturbato** in : **Fustella**  
 Lunghezza (cm.) = **56**

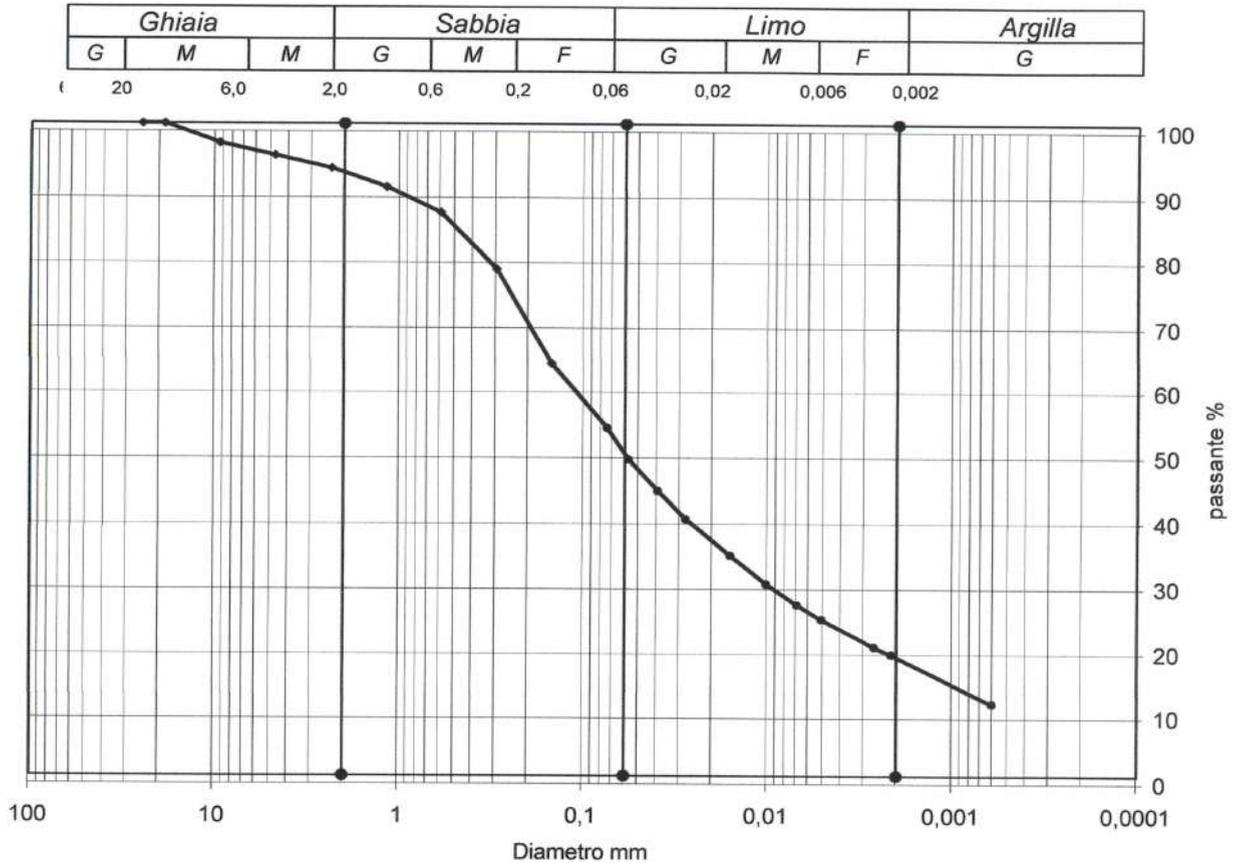


Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) = **0,0** (kPa) **0,0**  
 Vane test (kg/cm<sup>2</sup>) = **3,5** (kPa) **343,2**

Caratteristiche fisiche del campione				kN/m <sup>3</sup>		Limiti di Atterberg	
Peso di volume g (gr/cm <sup>3</sup> ) =	<b>1,988</b>					Class. Casagrande =	
Umidità naturale w (%) =	<b>23,0</b>					Limite Liquido WL % =	
Peso Specifico Gs (gr/cm <sup>3</sup> ) =	<b>2,575</b>	<b>25,3</b>				Limite Plastico WP % =	
Densità secca Gd (gr/cm <sup>3</sup> ) =	<b>1,617</b>	<b>15,9</b>				Indice di Plasticità IP =	
Indice dei vuoti e =	<b>0,592</b>					Indice di Consistenza I <sub>c</sub> =	
Saturazione (%) =	<b>100</b>					Limite Ritiro WR % =	
Porosità n (%) =	<b>37</b>						
Analisi Granulometrica				Taglio Diretto CD		Taglio Diretto UU	
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla	φ' (°)	c' (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	cu (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>7,7</b>	<b>43,1</b>	<b>31,3</b>	<b>18,0</b>	<b>30</b>	<b>0,10</b>		
					kPa		kPa
					<b>10,0</b>		
				Parametri residui		ELL	
				φ' (°)	c' (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	k
						<b>0,17</b>	m/sec
					kPa	kPa	
						<b>16,5</b>	
Prova di compressione edometrica							
Indice compressibilità C <sub>c</sub> =				Prove eseguite sul campione			
PRESS. kg/cm <sup>2</sup>	cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec	E kg/cm <sup>2</sup>	E kPa	umidità naturale w		X
0.25-0.5					peso volume γ		X
0.5-1.0					peso specifico G <sub>s</sub>		X
1.0-2.0					limiti Atterberg LA		-
2.0-4.0					granulometria Gr		X
4.0-8.0					taglio diretto TD		X
8.0-16.0					compressione ELL		X
16.0-32.0					edometria ED		-
					permeabilità Pr		-
Indice di ricompressione					proctor PT		-
Indice di rigonfiamento					riassiale TX		-

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Ghea Geologi associati  
 Cantiere..... Loc. Paterno - Pelago (FI)  
 Sond 1 Camp.... 2 da..... 4,50-5,20  
 Cert. n° : 845 del : 27/6/08 Pagina : 1/1



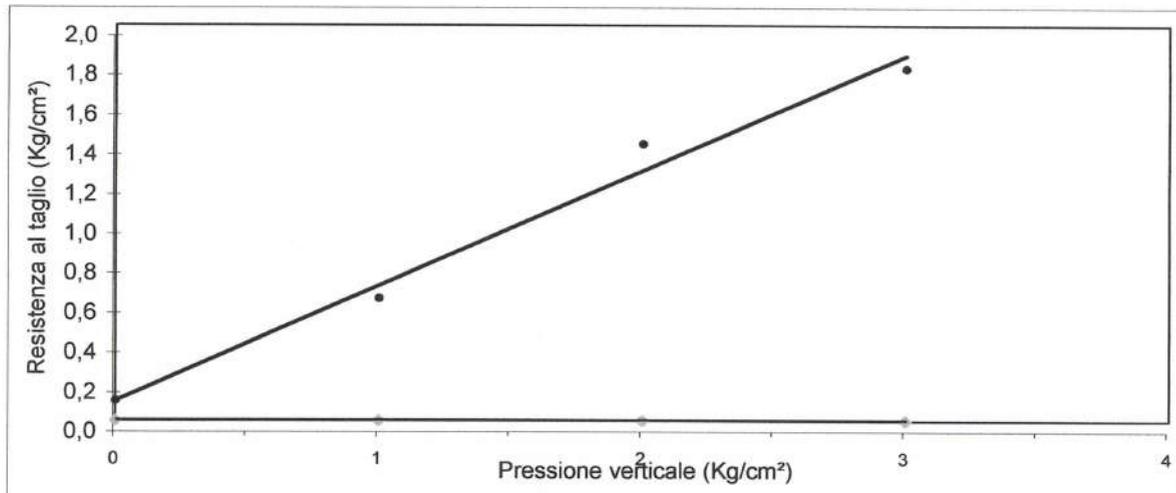
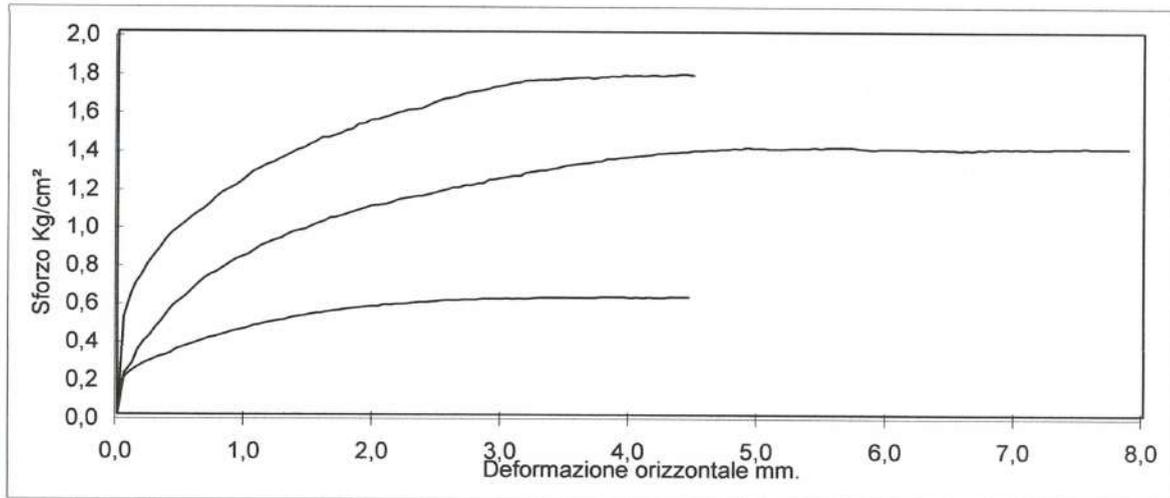
Coeff. d'uniformità Cu =				Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
Coeff. di curvatura Cc =				%	%	%	%
				7,7	43,1	31,3	18,0
Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	D90 = 1,1313	
19	100,0	0,150	63,2	0,0070	26,3	D60 = 0,1255	
9,5	97,0	0,075	53,3	0,0052	24,1	D50 = 0,0628	
4,75	95,2	0,057	48,5	0,0027	19,8	D30 = 0,0108	
2,36	93,2	0,0396	43,7	0,0021	18,7	D10 = 0,0006	
1,18	90,3	0,0280	39,4	0,0006	11,0		
0,600	86,4	0,0162	33,9				
0,300	77,8	0,0102	29,6				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:		Temperatura (°C)	25	
Correz.menisco	0,5	Correz. T°+dispersente	-3	Gs (gr/cm³)	2,575
Viscosità acqua	2E-05	passante ASTM n	200	Peso iniziale (gr)	40

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Consolidato drenato CD

Committente..... Dott. Geol. Marco De Martin Mazzalon  
 Cantiere..... Via Maestri del Lavoro - Monsummano T.me (PT)  
 Sond.... 1 Camp... 1 da.....  
 Cert. n° : 922 del : 9/7/08 Pagina : 2/2



		PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3		
Velocità	mm/min.	0,010	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)			25	23,35	25	22,45	25	23,25
Diametro (mm)			60		60		60	
Volume (cm <sup>3</sup> )			70,69		70,69		70,69	
$\gamma$ umido (g/cm <sup>3</sup> )			1,994		1,994		2,034	
$\gamma$ secco (g/cm <sup>3</sup> )			1,617		1,617		1,649	
Umidità (%)			23,3	22,3	23,3	20,9	23,3	19,6
PARAMETRI A ROTTURA								
Pressione verticale Kg/cm <sup>2</sup>			1		2		3	
Sforzo a rottura Kg/cm <sup>2</sup>			0,617		1,400		1,780	
Deformazione verticale consolidazione mm			1,300		2,15		1,34	
Deformazione verticale a rottura mm			1,650		2,550		1,750	
Deformazione orizzontale a rottura mm			4,450		7,880		4,490	



## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

**PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - ( area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$ )
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (  $\varnothing$  35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. =  $150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm / sec}$  ( $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$ )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett.  $\Rightarrow$  Spinta)  $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta  $R_p \text{ ( Kg / cm}^2 \text{)} = (L. \text{ punta}) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale  $R_L \text{ ( Kg / cm}^2 \text{)} = [(L. \text{ laterale}) - (L. \text{ punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale  $R_t \text{ ( Kg)} = (L. \text{ totale}) C_t$

$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta ( fase 1 )
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S \text{ ( Kg)}$ , corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $C_t$ .

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale  $R_L$  viene computata 20 cm sopra la punta.

### CONVERSIONI

1 kN ( kiloNewton ) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton ) = 1000 kN = 1000000 N  $\approx$  100 t

1 kPa ( kiloPascal ) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa ( MegaPascal ) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t / m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN

## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto:  $F = (R_p / R_L)$

( Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977 )

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = R_p / R_L$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di  $R_p$  e di  $FR = (R_L / R_p) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

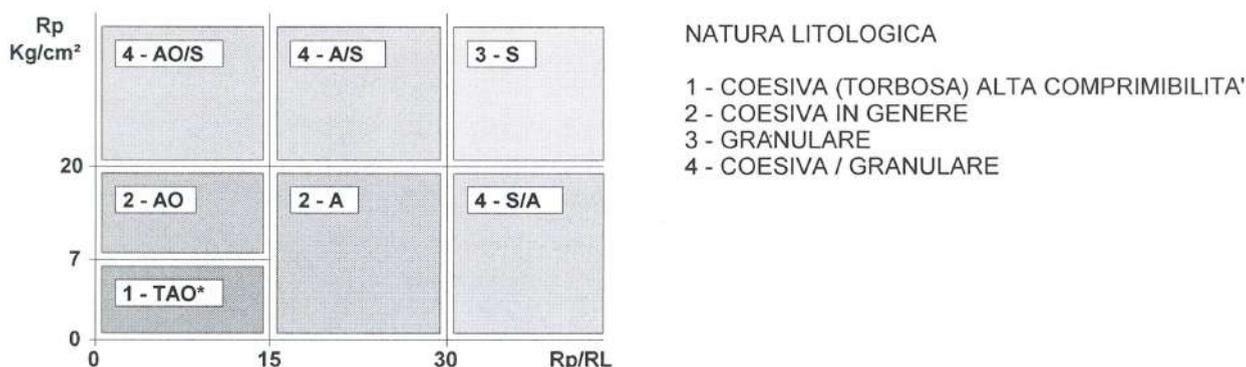
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

### SCELTE LITOLOGICHE ( validità orientativa )

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $R_p / R_L$  ( Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977 ), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI anche se  $( R_p / R_L ) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI anche se  $( R_p / R_L ) < 30$



### PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $R_p$  - natura ]  
( Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi ) [ correlazioni :  $C_u$  -  $R_p$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi ) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [ correl. : Eu -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  -  $R_p$  ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983 )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo -  $R_p$  - natura ]  
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)  
[ correlazioni : Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ] (Schmertmann 1976 )
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  - Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)  
 $\phi'_{1s}$  - (Schmertmann) sabbia fine uniforme       $\phi'_{2s}$  - sabbia media unif./ fine ben gradata  
 $\phi'_{3s}$  - sabbia grossa unif./ media ben gradata       $\phi'_{4s}$  - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.  
 $\phi'_{dm}$  - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C.       $\phi'_{my}$  - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari )  
(  $g$  = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : (Amax/g) - Dr]

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 6**

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl  
- lavoro : Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)  
- località : Pelago, località Paterno, via Togliatti  
- note :

- data : 01/04/2008  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	0,13	----	5,20	25,0	38,0	25,0	0,60	42,0
0,40	17,0	19,0	17,0	0,87	20,0	5,40	34,0	43,0	34,0	2,33	15,0
0,60	10,0	23,0	10,0	0,93	11,0	5,60	30,0	65,0	30,0	2,40	12,0
0,80	11,0	25,0	11,0	0,87	13,0	5,80	44,0	80,0	44,0	3,20	14,0
<b>1,00</b>	7,0	20,0	7,0	1,20	6,0	<b>6,00</b>	52,0	100,0	52,0	3,13	17,0
1,20	6,0	24,0	6,0	0,93	6,0	6,20	46,0	93,0	46,0	2,27	20,0
1,40	14,0	28,0	14,0	0,60	23,0	6,40	41,0	75,0	41,0	2,80	15,0
1,60	20,0	29,0	20,0	1,33	15,0	6,60	54,0	96,0	54,0	2,53	21,0
1,80	19,0	39,0	19,0	1,53	12,0	6,80	50,0	88,0	50,0	3,87	13,0
<b>2,00</b>	18,0	41,0	18,0	1,07	17,0	<b>7,00</b>	54,0	112,0	54,0	4,13	13,0
2,20	17,0	33,0	17,0	0,33	51,0	7,20	48,0	110,0	48,0	3,33	14,0
2,40	15,0	20,0	15,0	0,80	19,0	7,40	50,0	100,0	50,0	6,00	8,0
2,60	13,0	25,0	13,0	0,67	19,0	7,60	90,0	180,0	90,0	4,47	20,0
2,80	13,0	23,0	13,0	0,67	19,0	7,80	83,0	150,0	83,0	7,53	11,0
<b>3,00</b>	16,0	26,0	16,0	1,07	15,0	<b>8,00</b>	87,0	200,0	87,0	3,40	26,0
3,20	14,0	30,0	14,0	0,87	16,0	8,20	101,0	152,0	101,0	6,13	16,0
3,40	8,0	21,0	8,0	0,60	13,0	8,40	78,0	170,0	78,0	10,60	7,0
3,60	5,0	14,0	5,0	0,40	12,0	8,60	61,0	220,0	61,0	8,53	7,0
3,80	8,0	14,0	8,0	0,53	15,0	8,80	130,0	258,0	130,0	5,87	22,0
<b>4,00</b>	12,0	20,0	12,0	0,53	22,0	<b>9,00</b>	160,0	248,0	160,0	6,00	27,0
4,20	10,0	18,0	10,0	0,67	15,0	9,20	94,0	184,0	94,0	7,27	13,0
4,40	9,0	19,0	9,0	0,53	17,0	9,40	160,0	269,0	160,0	12,00	13,0
4,60	12,0	20,0	12,0	0,53	22,0	9,60	400,0	580,0	400,0	6,87	58,0
4,80	16,0	24,0	16,0	0,80	20,0	9,80	288,0	391,0	288,0	9,80	29,0
<b>5,00</b>	14,0	26,0	14,0	0,87	16,0	<b>10,00</b>	113,0	260,0	113,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  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 7**

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl  
 - lavoro : Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)  
 - località : Pelago, località Paterno, via Togliatti  
 - note :

- data : 01/04/2008  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	0,53	----	5,20	31,0	60,0	31,0	1,67	19,0
0,40	6,0	14,0	6,0	0,53	11,0	5,40	32,0	57,0	32,0	1,67	19,0
0,60	8,0	16,0	8,0	0,60	13,0	5,60	31,0	56,0	31,0	1,40	22,0
0,80	6,0	15,0	6,0	3,33	2,0	5,80	30,0	51,0	30,0	1,80	17,0
<b>1,00</b>	20,0	70,0	20,0	2,13	9,0	<b>6,00</b>	24,0	51,0	24,0	1,13	21,0
1,20	15,0	47,0	15,0	0,53	28,0	6,20	46,0	63,0	46,0	1,33	34,0
1,40	16,0	24,0	16,0	0,67	24,0	6,40	40,0	60,0	40,0	1,93	21,0
1,60	18,0	28,0	18,0	0,80	22,0	6,60	24,0	53,0	24,0	1,27	19,0
1,80	16,0	28,0	16,0	0,60	27,0	6,80	26,0	45,0	26,0	1,00	26,0
<b>2,00</b>	16,0	25,0	16,0	0,67	24,0	<b>7,00</b>	19,0	34,0	19,0	0,47	41,0
2,20	13,0	23,0	13,0	0,60	22,0	7,20	24,0	31,0	24,0	0,87	28,0
2,40	13,0	22,0	13,0	0,47	28,0	7,40	22,0	35,0	22,0	0,67	33,0
2,60	10,0	17,0	10,0	0,47	21,0	7,60	50,0	60,0	50,0	3,20	16,0
2,80	8,0	15,0	8,0	0,33	24,0	7,80	56,0	104,0	56,0	2,93	19,0
<b>3,00</b>	9,0	14,0	9,0	1,27	7,0	<b>8,00</b>	66,0	110,0	66,0	3,73	18,0
3,20	8,0	27,0	8,0	0,67	12,0	8,20	62,0	118,0	62,0	2,80	22,0
3,40	7,0	17,0	7,0	0,07	105,0	8,40	65,0	107,0	65,0	3,60	18,0
3,60	9,0	10,0	9,0	0,33	27,0	8,60	61,0	115,0	61,0	5,00	12,0
3,80	5,0	10,0	5,0	0,27	19,0	8,80	65,0	140,0	65,0	4,87	13,0
<b>4,00</b>	8,0	12,0	8,0	0,47	17,0	<b>9,00</b>	50,0	123,0	50,0	4,47	11,0
4,20	10,0	17,0	10,0	0,27	37,0	9,20	55,0	122,0	55,0	3,07	18,0
4,40	4,0	8,0	4,0	0,20	20,0	9,40	61,0	107,0	61,0	2,80	22,0
4,60	8,0	11,0	8,0	0,73	11,0	9,60	48,0	90,0	48,0	2,27	21,0
4,80	10,0	21,0	10,0	1,07	9,0	9,80	51,0	85,0	51,0	2,53	20,0
<b>5,00</b>	32,0	48,0	32,0	1,93	17,0	<b>10,00</b>	45,0	83,0	45,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
 - 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 8

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl  
- lavoro : Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)  
- località : Pelago, località Paterno, via Togliatti  
- note :

- data : 01/04/2008  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	0,73	----	5,20	19,0	31,0	19,0	0,67	28,0
0,40	7,0	18,0	7,0	0,53	13,0	5,40	31,0	41,0	31,0	1,47	21,0
0,60	5,0	13,0	5,0	0,40	12,0	5,60	20,0	42,0	20,0	1,20	17,0
0,80	9,0	15,0	9,0	0,40	22,0	5,80	26,0	44,0	26,0	1,33	19,0
<b>1,00</b>	10,0	16,0	10,0	0,60	17,0	<b>6,00</b>	28,0	48,0	28,0	1,27	22,0
1,20	15,0	24,0	15,0	0,73	20,0	6,20	36,0	55,0	36,0	1,60	22,0
1,40	19,0	30,0	19,0	0,93	20,0	6,40	26,0	50,0	26,0	0,93	28,0
1,60	14,0	28,0	14,0	0,60	23,0	6,60	26,0	40,0	26,0	1,47	18,0
1,80	41,0	50,0	41,0	2,20	19,0	6,80	26,0	48,0	26,0	1,40	19,0
<b>2,00</b>	47,0	80,0	47,0	1,93	24,0	<b>7,00</b>	42,0	63,0	42,0	1,80	23,0
2,20	21,0	50,0	21,0	1,00	21,0	7,20	39,0	66,0	39,0	1,73	22,0
2,40	17,0	32,0	17,0	0,60	28,0	7,40	34,0	60,0	34,0	1,87	18,0
2,60	14,0	23,0	14,0	0,73	19,0	7,60	44,0	72,0	44,0	2,40	18,0
2,80	12,0	23,0	12,0	0,73	16,0	7,80	33,0	69,0	33,0	1,87	18,0
<b>3,00</b>	13,0	24,0	13,0	0,67	19,0	<b>8,00</b>	38,0	66,0	38,0	2,47	15,0
3,20	15,0	25,0	15,0	0,60	25,0	8,20	32,0	69,0	32,0	1,87	17,0
3,40	13,0	22,0	13,0	0,60	22,0	8,40	40,0	68,0	40,0	3,20	12,0
3,60	12,0	21,0	12,0	0,60	20,0	8,60	46,0	94,0	46,0	2,33	20,0
3,80	11,0	20,0	11,0	0,60	18,0	8,80	49,0	84,0	49,0	2,67	18,0
<b>4,00</b>	7,0	16,0	7,0	0,53	13,0	<b>9,00</b>	61,0	101,0	61,0	2,20	28,0
4,20	9,0	17,0	9,0	0,73	12,0	9,20	55,0	88,0	55,0	2,40	23,0
4,40	7,0	18,0	7,0	0,53	13,0	9,40	47,0	83,0	47,0	2,33	20,0
4,60	7,0	15,0	7,0	0,53	13,0	9,60	45,0	80,0	45,0	4,67	10,0
4,80	5,0	13,0	5,0	0,27	19,0	9,80	68,0	138,0	68,0	1,80	38,0
<b>5,00</b>	10,0	14,0	10,0	0,80	12,0	<b>10,00</b>	53,0	80,0	53,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
- 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>)

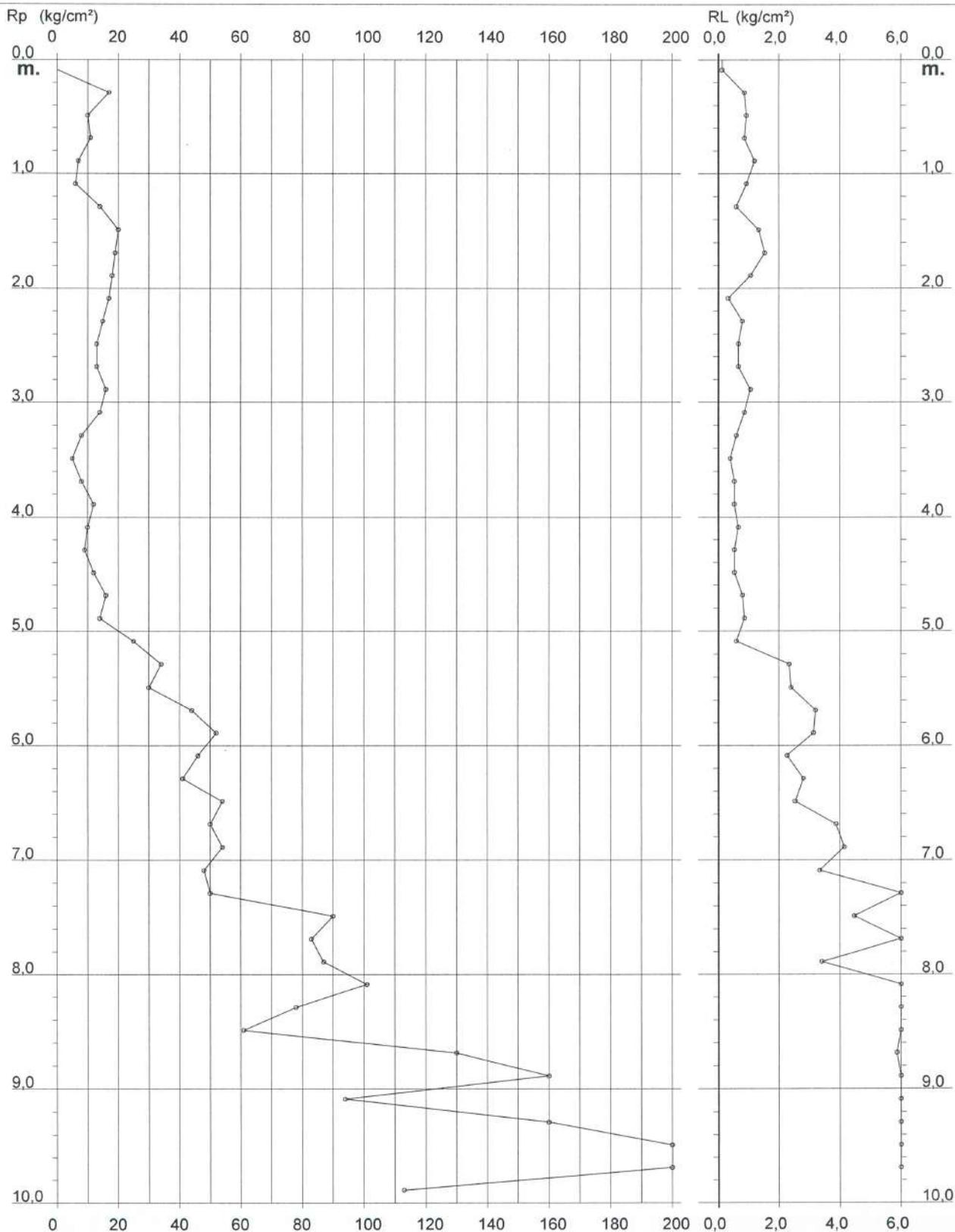
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 6**

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl  
 - lavoro : Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)  
 - località : Pelago, località Paterno, via Togliatti

- data : 01/04/2008  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



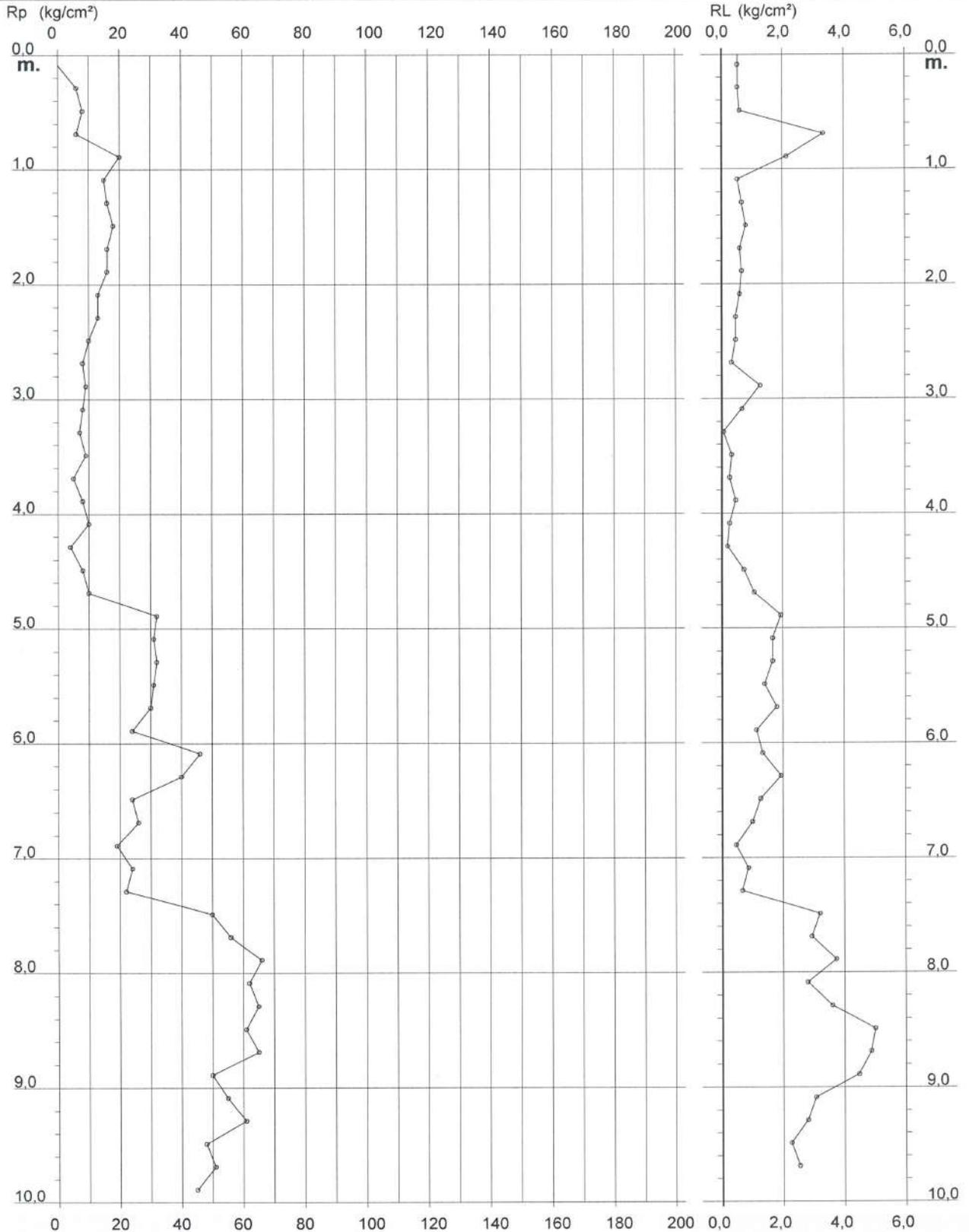
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 7**

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl  
 - lavoro : Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)  
 - località : Pelago, località Paterno, via Togliatti

- data : 01/04/2008  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



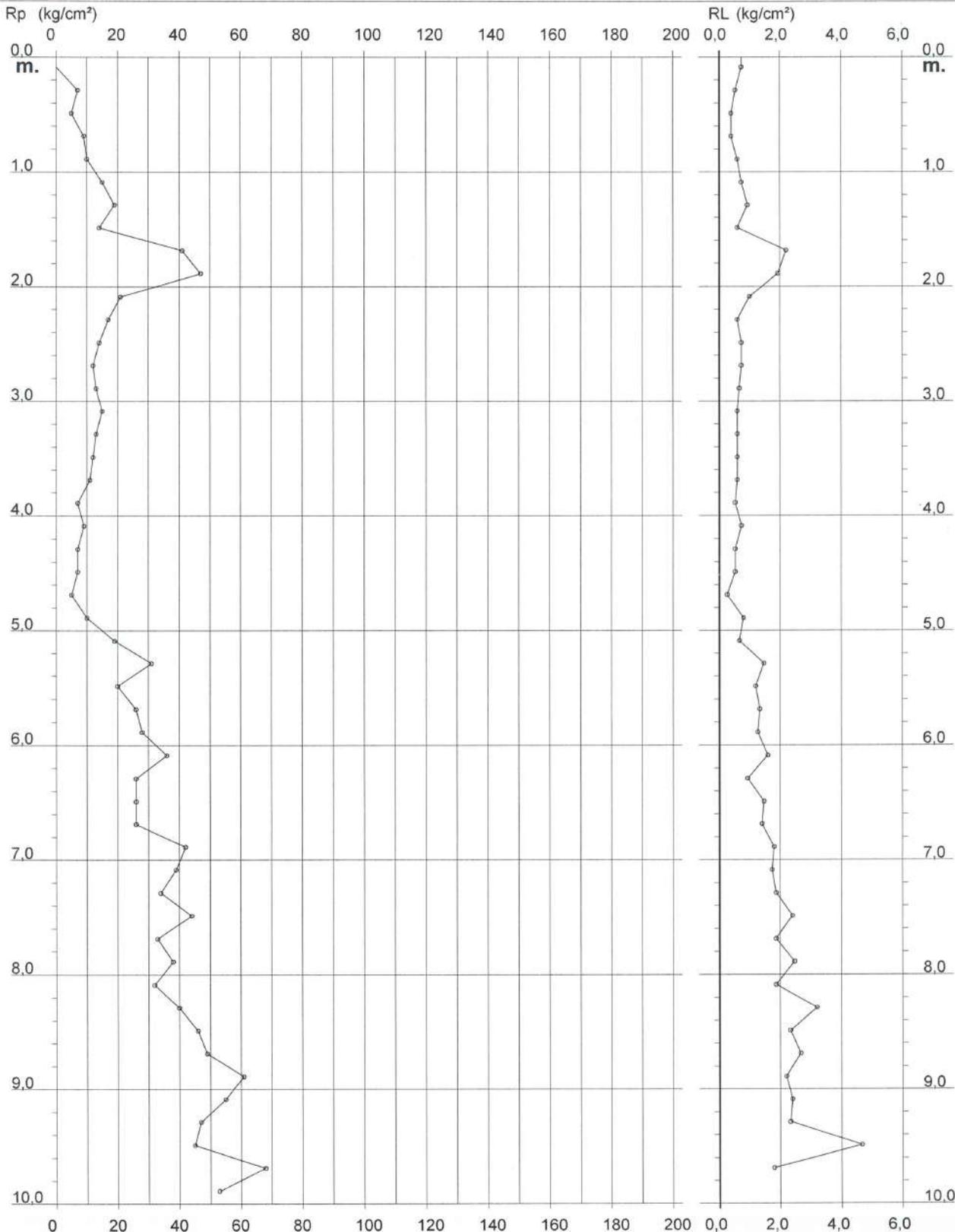
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 8**

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl  
 - lavoro : Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)  
 - località : Pelago, località Paterno, via Togliatti

- data : 01/04/2008  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



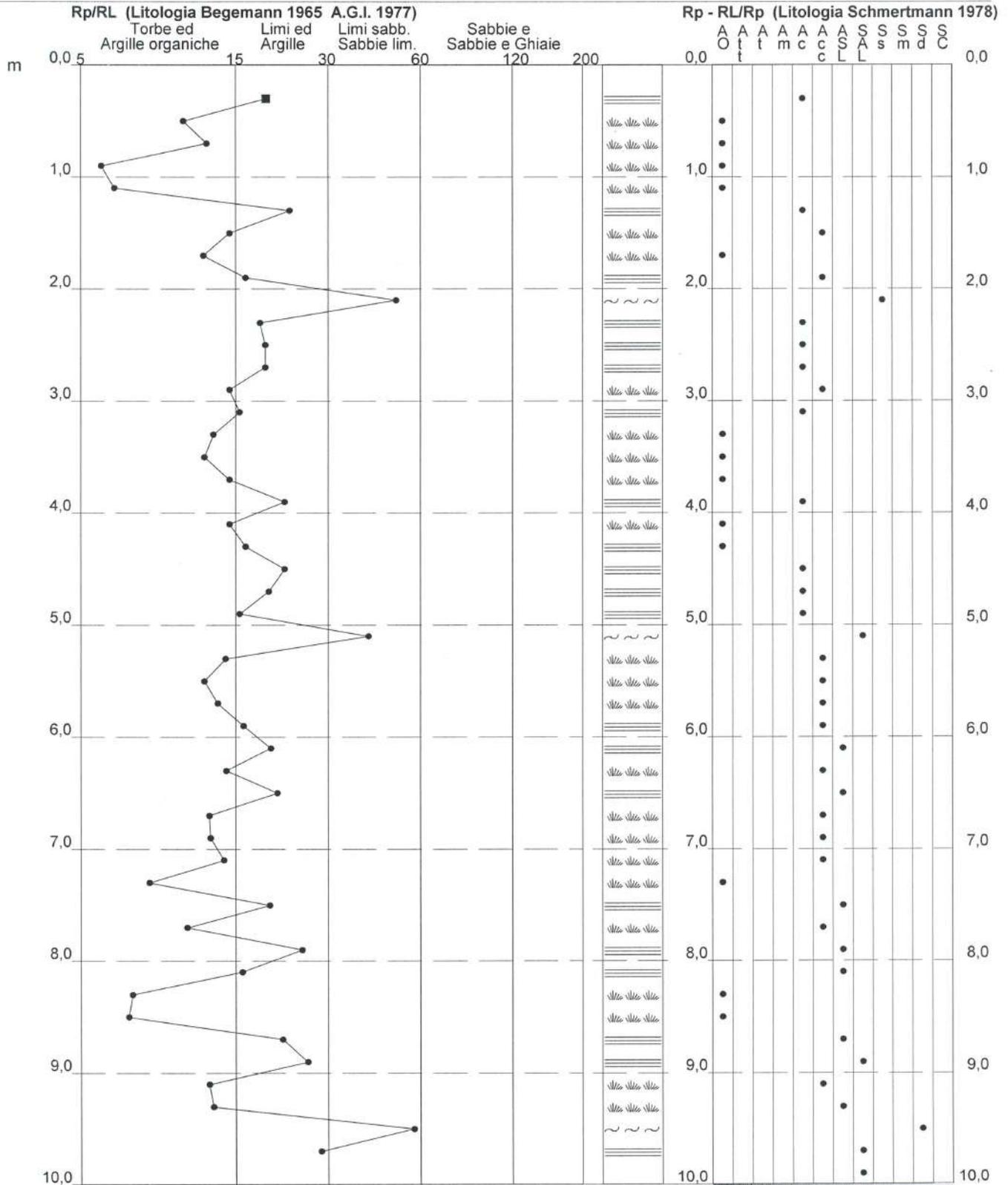
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 6

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl  
 - lavoro : Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)  
 - località : Pelago, località Paterno, via Togliatti  
 - note :

- data : 01/04/2008  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



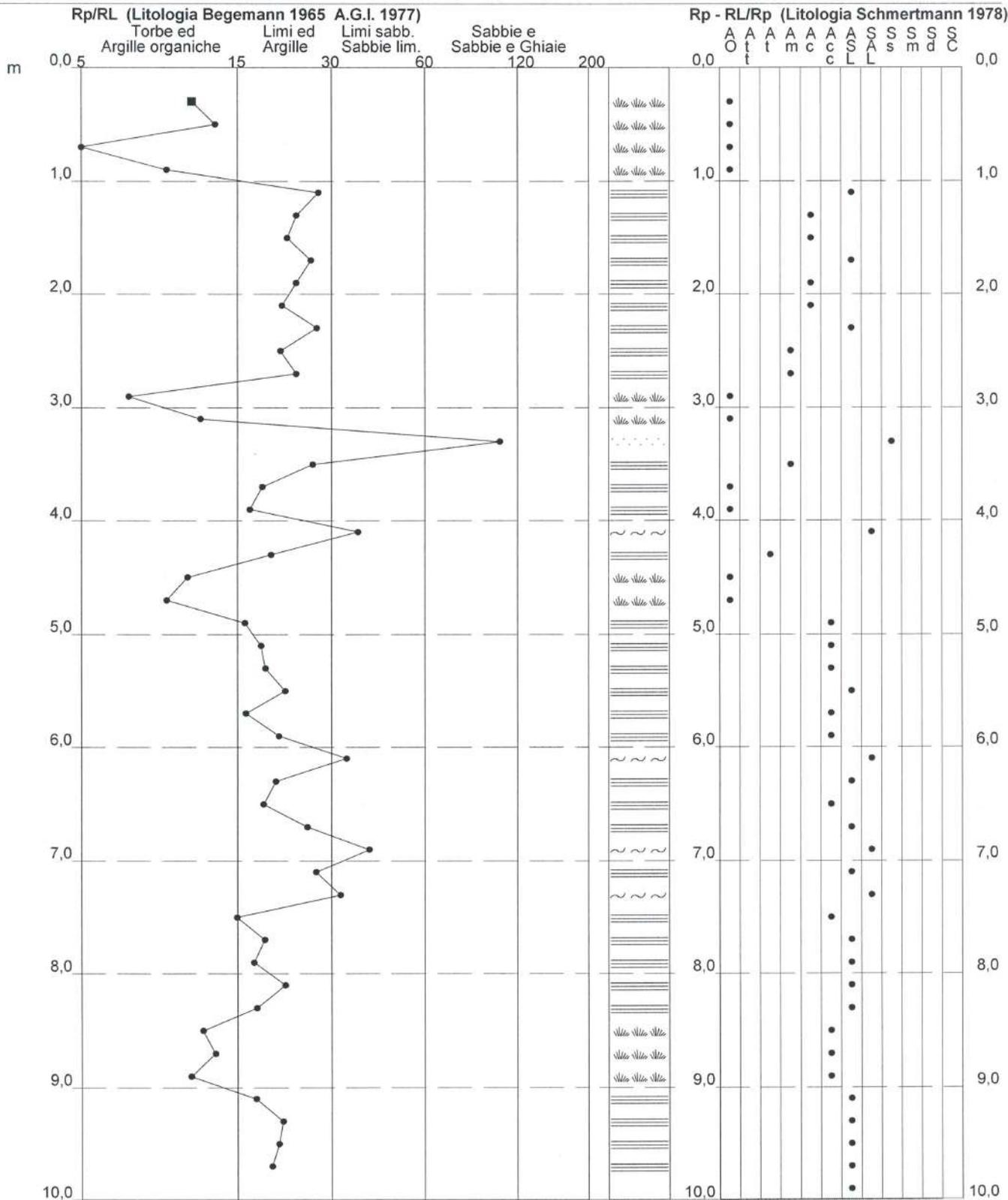
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 7

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl  
 - lavoro : Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)  
 - località : Pelago, località Paterno, via Togliatti  
 - note :

- data : 01/04/2008  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



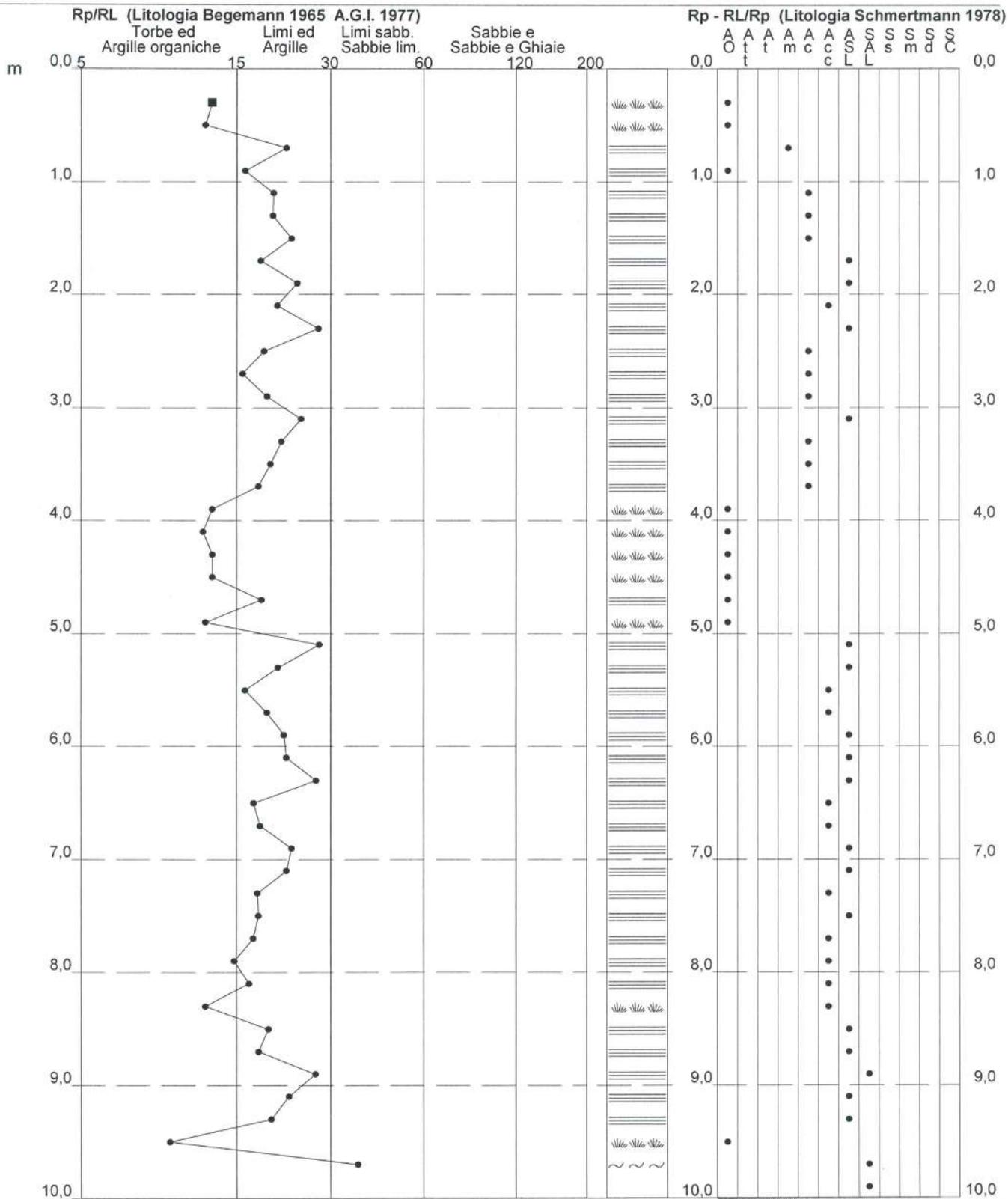
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 8

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl  
- lavoro : Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)  
- localit  : Pelago, localit  Paterno, via Togliatti  
- note :

- data : 01/04/2008  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert. : 1 : 50



# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 6

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl  
- lavoro : Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)  
- località : Pelago, località Paterno, via Togliatti  
- note :

- data : 01/04/2008  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	17	20	2/III	1,85	0,07	0,72	99,9	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	10	11	2/III	1,85	0,11	0,50	41,2	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	11	13	2/III	1,85	0,15	0,54	31,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	7	6	1***	1,85	0,19	0,35	13,9	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	6	6	1***	1,85	0,22	0,30	9,1	13	19	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	14	23	2/III	1,85	0,26	0,64	19,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	20	15	4/II	1,85	0,30	0,80	21,8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,095	33	50	60	
1,80	19	12	2/III	1,85	0,33	0,78	18,1	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	18	17	2/III	1,85	0,37	0,75	15,2	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	17	51	4/II	1,85	0,41	0,72	12,9	123	184	54	33	33	35	38	41	32	27	0,064	28	43	51	
2,40	15	19	2/III	1,85	0,44	0,67	10,4	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	13	19	2/III	1,85	0,48	0,60	8,4	114	172	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	13	19	2/III	1,85	0,52	0,60	7,6	126	189	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	16	15	2/III	1,85	0,55	0,70	8,3	132	198	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	14	16	2/III	1,85	0,59	0,64	6,9	150	224	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	8	13	2/III	1,85	0,63	0,40	3,6	178	266	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	5	12	1***	1,85	0,67	0,25	1,8	31	46	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	8	15	2/III	1,85	0,70	0,40	3,1	194	291	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	12	22	2/III	1,85	0,74	0,57	4,5	206	309	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	10	15	2/III	1,85	0,78	0,50	3,6	219	329	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	9	17	2/III	1,85	0,81	0,45	3,0	222	333	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	12	22	2/III	1,85	0,85	0,57	3,8	240	359	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	16	20	2/III	1,85	0,89	0,70	4,6	247	371	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	14	16	2/III	1,85	0,93	0,64	3,9	259	389	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	25	42	3....	1,85	0,96	--	--	--	--	--	25	32	34	37	40	29	28	0,048	42	63	75	
5,40	34	15	4/II	1,85	1,00	1,13	7,4	246	369	102	35	33	35	38	41	31	29	0,068	57	85	102	
5,60	30	12	4/II	1,85	1,04	1,00	6,0	274	411	90	30	32	35	38	40	30	29	0,057	50	75	90	
5,80	44	14	4/II	1,85	1,07	1,47	9,3	256	384	132	42	34	36	39	41	32	31	0,085	73	110	132	
6,00	52	17	4/II	1,85	1,11	1,73	11,0	295	442	156	47	35	37	39	42	33	31	0,096	87	130	156	
6,20	46	20	4/II	1,85	1,15	1,53	9,0	272	408	138	42	34	36	39	41	32	31	0,084	77	115	138	
6,40	41	15	4/II	1,85	1,18	1,37	7,5	290	435	123	37	33	36	38	41	31	30	0,073	68	103	123	
6,60	54	21	4/II	1,85	1,22	1,80	10,2	306	459	162	46	34	37	39	42	32	31	0,094	90	135	162	
6,80	50	13	4/II	1,85	1,26	1,67	8,9	298	447	150	43	34	36	39	41	32	31	0,086	83	125	150	
7,00	54	13	4/II	1,85	1,30	1,80	9,5	311	466	162	45	34	37	39	42	32	31	0,090	90	135	162	
7,20	48	14	4/II	1,85	1,33	1,60	7,9	321	481	144	40	34	36	39	41	31	31	0,079	80	120	144	
7,40	50	8	4/II	1,85	1,37	1,67	8,0	328	493	150	41	34	36	39	41	31	31	0,081	83	125	150	
7,60	90	20	4/II	1,85	1,41	3,00	16,2	510	765	270	60	36	38	41	43	34	33	0,131	150	225	270	
7,80	83	11	4/II	1,85	1,44	2,77	14,2	470	708	249	57	36	38	40	43	34	33	0,121	138	208	249	
8,00	87	26	4/II	1,85	1,48	2,90	14,6	493	740	261	58	36	38	40	43	34	33	0,124	145	218	261	
8,20	101	16	4/II	1,85	1,52	3,37	17,0	572	859	303	62	37	39	41	43	35	34	0,136	168	253	303	
8,40	78	7	4/II	1,85	1,55	2,60	11,9	442	663	234	53	35	38	40	42	33	33	0,111	130	195	234	
8,60	61	7	4/II	1,85	1,59	2,03	8,5	377	566	183	44	34	36	39	41	32	32	0,088	102	153	183	
8,80	130	22	4/II	1,85	1,63	4,33	21,3	737	1105	390	69	38	40	41	44	36	35	0,156	217	325	390	
9,00	160	27	4/II	1,85	1,66	5,33	26,9	907	1360	480	76	39	40	42	44	37	36	0,176	267	400	480	
9,20	94	13	4/II	1,85	1,70	3,13	13,5	533	799	282	57	36	38	40	43	34	34	0,122	157	235	282	
9,40	160	13	4/II	1,85	1,74	5,33	25,5	907	1360	480	75	38	40	42	44	37	36	0,173	267	400	480	
9,60	400	58	3....	1,85	1,78	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	667	1000	1200	
9,80	288	29	4/II	1,85	1,81	9,60	50,4	1632	2448	864	94	41	43	44	46	39	40	0,236	480	720	864	
10,00	113	--	3....	1,85	1,85	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	34	34	0,134	188	283	339	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 7**

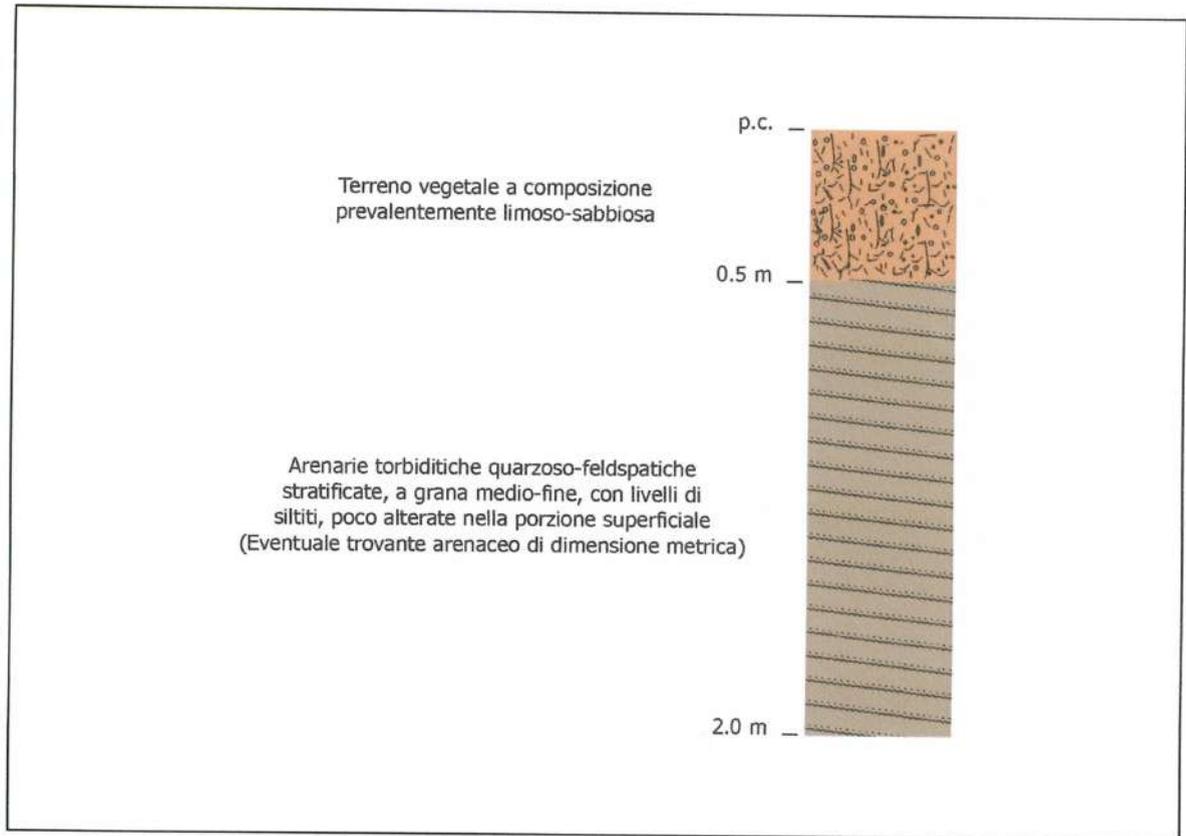
2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl  
- lavoro : Progetto Urbanistico Esecutivo Convenzionato (PUE)  
- località : Pelago, località Paterno, via Togliatti  
- note :

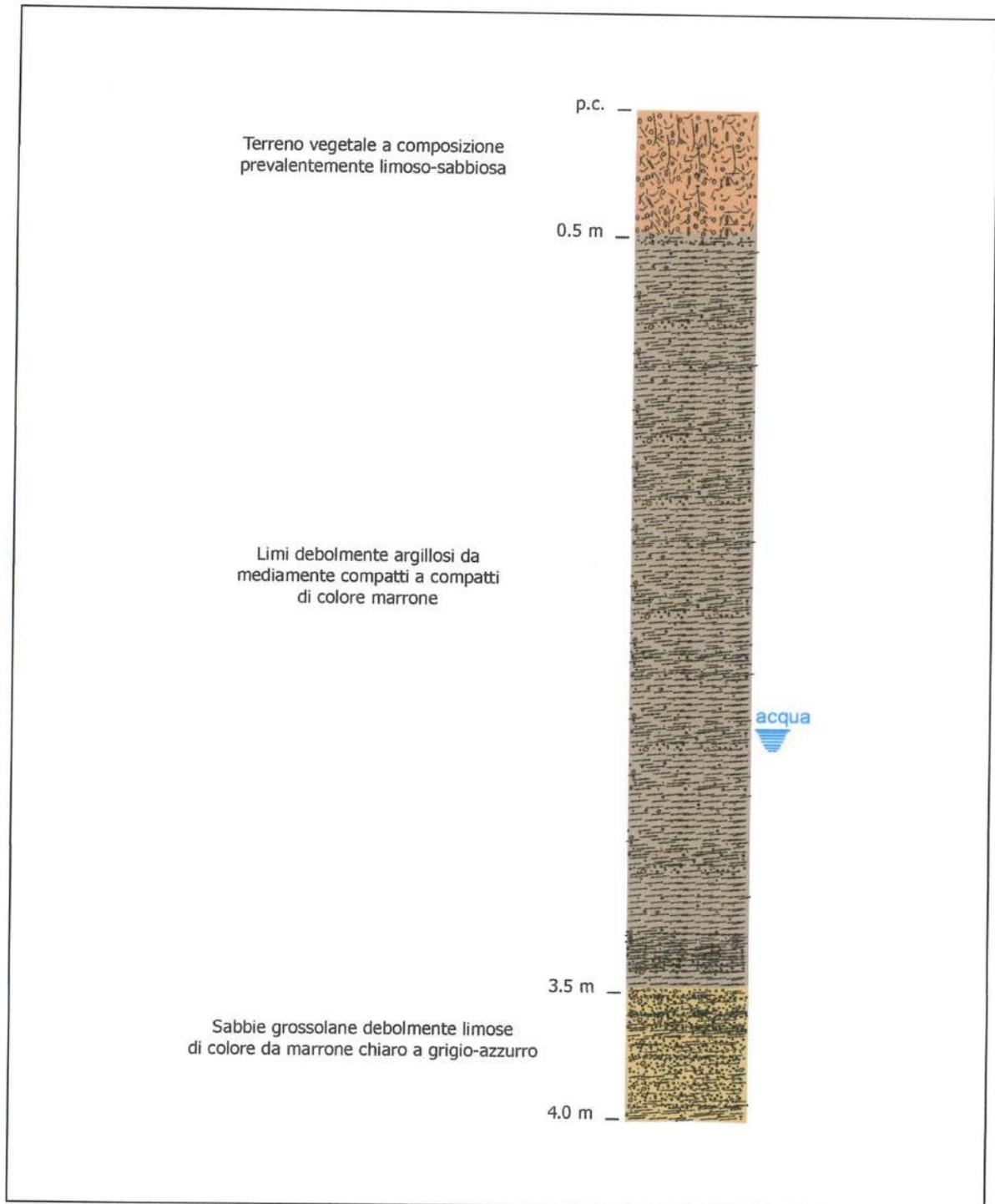
- data : 01/04/2008  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y t/m²	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	6	11	1***	1,85	0,07	0,30	36,1	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	8	13	2////	1,85	0,11	0,40	31,2	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	6	2	1***	1,85	0,15	0,30	15,2	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	20	9	4//	1,85	0,19	0,80	39,2	136	204	60	58	36	38	40	43	37	27	0,125	33	50	60	
1,20	15	28	2////	1,85	0,22	0,67	24,8	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	16	24	2////	1,85	0,26	0,70	21,6	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	18	22	2////	1,85	0,30	0,75	20,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	16	27	2////	1,85	0,33	0,70	15,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	16	24	2////	1,85	0,37	0,70	13,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	13	22	2////	1,85	0,41	0,60	10,3	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	13	28	2////	1,85	0,44	0,60	9,2	106	159	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	10	21	2////	1,85	0,48	0,50	6,6	123	185	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	8	24	2////	1,85	0,52	0,40	4,5	144	217	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	8	7	2////	1,85	0,55	0,45	4,8	154	231	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	8	12	2////	1,85	0,59	0,40	3,8	166	250	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	7	105	4//	1,85	0,63	0,35	3,0	172	258	32	--	28	31	35	38	25	26	--	12	18	21	
3,60	9	27	2////	1,85	0,67	0,45	3,8	187	281	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	5	19	2////	1,85	0,70	0,25	1,7	143	215	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	8	17	2////	1,85	0,74	0,40	2,9	200	300	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	10	37	4//	1,85	0,78	0,50	3,6	219	329	40	--	28	31	35	38	26	26	--	17	25	30	
4,40	4	20	2////	1,85	0,81	0,20	1,1	120	179	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	8	11	2////	1,85	0,85	0,40	2,4	213	320	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	10	9	2////	1,85	0,89	0,50	3,1	244	366	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	32	17	2////	1,85	0,93	1,07	7,5	226	340	96	35	33	35	38	41	31	29	0,068	53	80	96	
5,20	31	19	4//	1,85	0,96	1,03	6,9	243	365	93	33	33	35	38	41	31	29	0,063	52	78	93	
5,40	32	19	4//	1,85	1,00	1,07	6,8	253	380	96	33	33	35	38	41	31	29	0,064	53	80	96	
5,60	31	22	4//	1,85	1,04	1,03	6,3	271	406	93	31	32	35	38	40	30	29	0,060	52	78	93	
5,80	30	17	4//	1,85	1,07	1,00	5,7	288	431	90	29	32	35	37	40	30	29	0,055	50	75	90	
6,00	24	21	4//	1,85	1,11	0,89	4,8	308	462	72	20	31	34	37	40	28	28	0,039	40	60	72	
6,20	46	34	3:..	1,85	1,15	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	32	31	0,084	77	115	138	
6,40	40	21	4//	1,85	1,18	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	31	30	0,072	67	100	120	
6,60	24	19	4//	1,85	1,22	0,89	4,2	341	512	72	18	31	33	36	39	28	28	0,034	40	60	72	
6,80	26	26	4//	1,85	1,26	0,93	4,8	351	527	78	20	31	34	37	40	28	28	0,038	43	65	78	
7,00	19	41	4//	1,85	1,30	0,78	3,3	363	544	58	9	29	32	35	39	26	27	0,018	32	48	57	
7,20	24	28	4//	1,85	1,33	0,89	3,8	375	563	72	16	30	33	36	39	27	28	0,031	40	60	72	
7,40	22	33	3:..	1,85	1,37	--	--	--	--	--	12	30	33	36	39	27	28	0,024	37	55	66	
7,60	50	16	4//	1,85	1,41	1,67	7,8	340	511	150	40	34	36	39	41	31	31	0,079	83	125	150	
7,80	56	19	4//	1,85	1,44	1,87	8,7	342	513	168	43	34	36	39	41	32	31	0,087	93	140	168	
8,00	66	18	4//	1,85	1,48	2,20	10,3	374	561	198	48	35	37	39	42	32	32	0,099	110	165	198	
8,20	62	22	4//	1,85	1,52	2,07	9,2	361	542	186	45	34	37	39	42	32	32	0,093	103	155	186	
8,40	65	18	4//	1,85	1,55	2,17	9,5	373	560	195	46	34	37	39	42	32	32	0,095	108	163	195	
8,60	61	12	4//	1,85	1,59	2,03	8,5	377	566	183	44	34	36	39	41	32	32	0,088	102	153	183	
8,80	65	13	4//	1,85	1,63	2,17	9,0	386	579	195	45	34	37	39	42	32	32	0,092	108	163	195	
9,00	50	11	4//	1,85	1,66	1,67	6,3	434	651	150	36	33	36	38	41	30	31	0,070	83	125	150	
9,20	55	18	4//	1,85	1,70	1,83	6,9	430	644	165	38	33	36	38	41	31	31	0,076	92	138	165	
9,40	61	22	4//	1,85	1,74	2,03	7,6	423	635	183	41	34	36	39	41	31	32	0,083	102	153	183	
9,60	48	21	4//	1,85	1,78	1,60	5,5	481	722	144	33	33	35	38	41	30	31	0,064	80	120	144	
9,80	51	20	4//	1,85	1,81	1,70	5,8	485	727	153	34	33	35	38	41	30	31	0,067	85	128	153	
10,00	45	--	3:..	1,85	1,85	--	--	--	--	--	30	32	35	37	40	29	31	0,057	75	113	135	

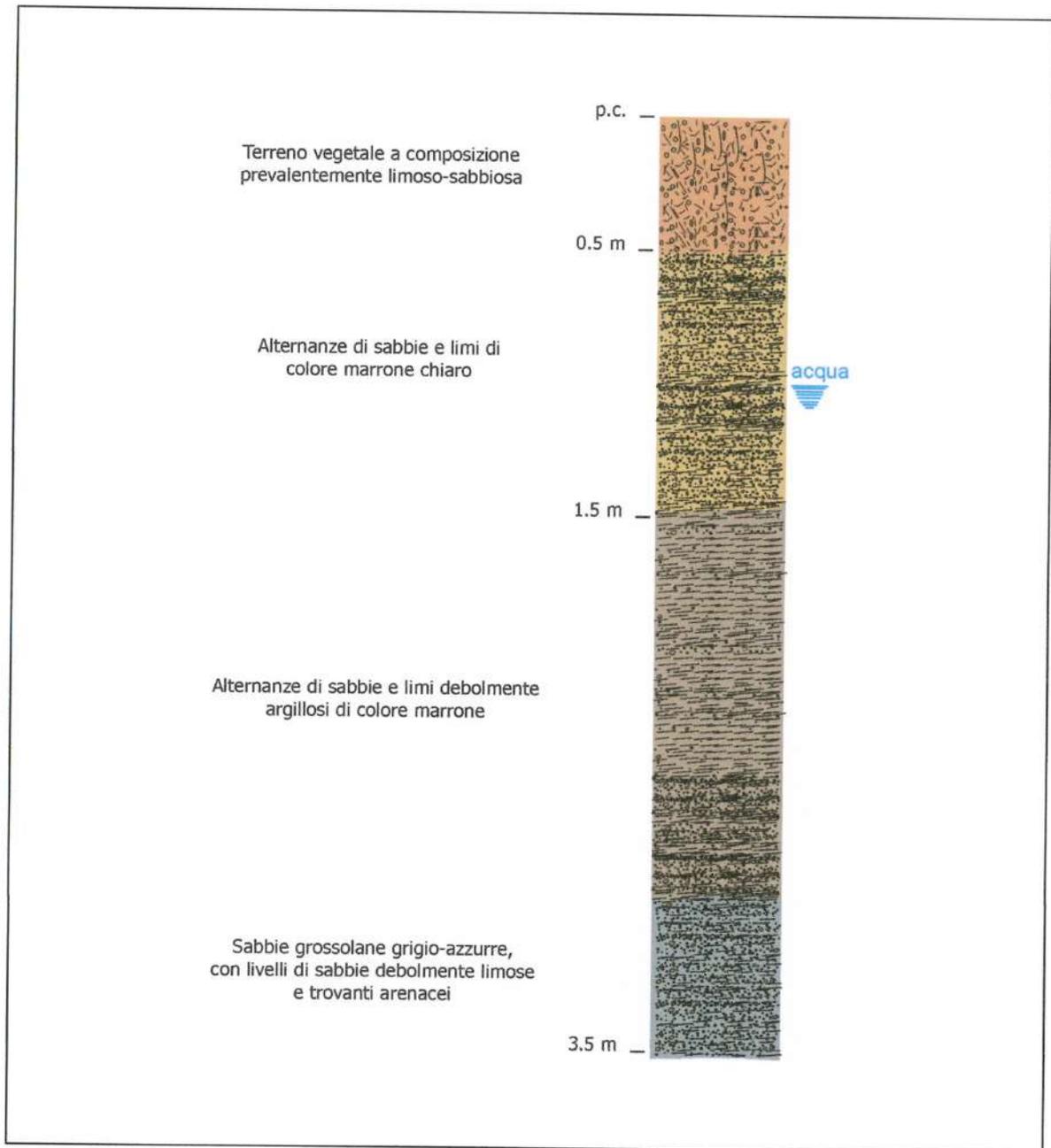




Saggio n. 6.



Saggio n. 7.



Saggio n. 8.