

# COMUNE DI TERRICCIOLA

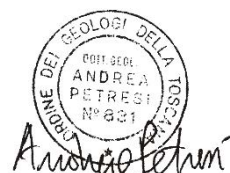
(PROVINCIA DI PISA)



PIANO ATTUATIVO IN ZONA PRODUTTIVA D3 DI NUOVA  
ATTUAZIONE, DI PROPRIETA' MANGINI ARMANDO, VIA  
SALAIOLA, LA ROSA, COMUNE DI TERRICCIOLA (PI).

## RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

COMMITTENTE:  
MANGINI ARMANDO



dicembre 2016

DOTT. GEOL. ANDREA PETRESI  
VICOLO PETRESI, 7 - 56037 PECCIOLI (PI)  
0587636054-3389608019  
[apetre@libero.it](mailto:apetre@libero.it)  
[a.petresi@pec.geologitoscana.net](mailto:a.petresi@pec.geologitoscana.net)  
P.IVA: 01481020509

## INDICE

|   |        |
|---|--------|
| 1 – Premessa                                    | pag. 3 |
| 2 - Inquadramento geomorfologico                | pag. 5 |
| 3 – Inquadramento geologico                     | pag. 5 |
| 4 – Piano di Bacino Fiume Arno                  | pag. 6 |
| 5 – Inquadramento Piano Strutturale vigente     | pag. 6 |
| 6 – Dati di base                                | pag. 9 |
| 7 – Pericolosità Geologica, Sismica e Idraulica | pag.12 |
| 8 - Fattibilità                                 | pag.15 |

Fig.1 – Inquadramento geografico (scala 1:10.000)

Fig.2 – Inquadramento geologico e geomorfologico (scala 1:5.000)

Fig.3 – Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) estratto

Estratti da Indagine Geologica Variante n.5 del 15/03/2014 Comune di Terricciola:

- Carta della Vulnerabilità Geologica (scala 1:5.000);
  - Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica (scala 1:5.000);
  - **Carta degli interventi strutturali per la riduzione del Rischio Idraulico nel Bacino dell'Arno (scala 1:5.000);**
  - Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante (scala 1:5.000);
  - Carta della Pericolosità Idraulica (scala 1:5.000);
  - Perimetrazione delle aree con pericolosità geologica geomorfologica (scala 1:5.000);
  - Carta della Fattibilità;
- 
- Carta della Pericolosità (scala 1:1000)
  - Carta della Fattibilità (scala 1:1.000)

Allegati: certificati sondaggio geognostico, documentazione fotografica carote di sondaggio, ubicazione indagine, certificati analisi campioni indisturbati (Laboter), indagine sismica Down-Hole.

## 1 - PREMESSA

Per incarico del sig. Mangini Armando è stata effettuata un'indagine (**"Relazione geologica di fattibilità"**) sul terreno interessato da un Piano Attuativo in zona Produttiva D3 di nuova attuazione (UTOE 6 La Rosa), di proprietà Mangini Armando, via Salaiola, La Rosa, comune di Terricciola (Progettista Arch. Alfonso Guiggi, via Fontana, 2, 56037 – Peccioli, Pisa). **L'area produttiva D3 è stata suddivisa in 3 sotto comparti a1, a2, a3, al fine di poterli attuare autonomamente nel tempo con distinte convenzioni edilizie: la progettazione urbanistica sarà comunque unitari e comprenderà anche un'area ricadente in zona D2 produttiva di completamento ricompresa tra l'area di nuova edificazione e il complesso commerciale Magazzini Mangini.**

**Lo studio ha lo scopo di definire il grado di pericolosità dell'area** oggetto di variante e la conseguente classe di fattibilità sulla base di:

- analisi dei dati ricavati dagli studi geologici a corredo degli atti di pianificazione territoriale (P.S. e R.U.) eseguiti in tutto il territorio comunale di Terricciola;
- rilevamento di campagna delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche in un intorno significativo della zona oggetto di variante;
- definizione della pericolosità geologica, idraulica e sismica;
- **valutazione della fattibilità dell'intervento** in riferimento alle classi di pericolosità definite con indicazione delle eventuali prescrizioni da osservare.

Riferimenti normativi:

- D.P.C.M. 6/05/2005 "Approvazione del Piano di Bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico;
- L.R. n.1 3/01/2005 "Norme per il governo del territorio";
- D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R "Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. 3/01/2005 n.1;
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/01/2006: "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (Comune di Terricciola classificato in Zona Sismica S3);
- D.G.R.T. n.878 dell'8/10/2012: "Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. n. 3519 del 28/01/2006 ai sensi del D.M.14/01/2008;
- D.P.G.R. 22/10/2012 n.58/R: "Regolamento di attuazione dell'art.117, comma 2, g, della L.R. n.3/01/2005 n.1. Verifiche nelle zone a bassa sismicità. Determinazione del campione da assoggettare a verifica;
- Piano Strutturale Comune di Terricciola approvato con D.C.C. n.40 del 02/08/2002;
- Variante puntuale al R.U. vigente finalizzata alla modifica della disciplina di dettaglio normativa e cartografica prevalentemente inerente alla funzione turistico ricettiva, infrastrutturale e dei servizi pubblici (Variante n.5 approvata con D.C.C. n.6 del 15/03/2014).

## 2 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Cartograficamente la zona ricade nella sezione n° 285050, della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000.

La zona in esame, sotto il profilo idrografico, è inserita nel bacino del Fiume Era, più specificatamente **l'area di intervento è situata ad un'altezza** di m 49 s.l.m., in un contesto morfologico pianeggiante.

Tenuto conto delle caratteristiche geomorfologiche dell'area di intervento e di un suo congruo intorno, si può constatare che non sussistono, sotto il profilo geomorfologico, problemi di stabilità.

## 3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Sotto il profilo geologico, secondo le *"Indagine geologica di supporto al Piano Regolatore Generale di Terricciola e frazioni"* (Studio Technogeo, giugno 2002), **nell'area in esame** (fig. 2) ed in un congruo intorno affiorano: *Alluvioni attuali e recenti* e *Alluvioni Terrazzate*, qui di seguito descritte.

- *Alluvioni attuali e recenti*: depositi fluviali con aspetto e consistenza di un limo con scarsi orizzonti conglomeratici che

quando presenti sono costituiti da alternanze di livelli ciottolosi e livelli sabbiosi cementati. Età: Pleistocene Sup..

- **Alluvioni terrazzate**: alternanze di sabbie ed argille, che conferiscono un comportamento litotecnico ai depositi paragonabile a quello di un limo. Età: Pliocene medio.

#### 4 – PIANO DI BACINO FIUME ARNO

Per quanto riguarda il Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) adottato l'11 novembre 2004, la normativa di piano è entrata in vigore con il **D.P.C.M. 6 maggio 2005**: "*Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico*" (GU n.230 del 3 ottobre 2005); si fa presente che la zona in oggetto non è compresa nelle aree **P.F.: 4,3,2,1**.

Per quanto riguarda il nuovo Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) approvato con deliberazione n.235 del 3 marzo 2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Arno; si fa presente che la zona in oggetto è compresa nelle aree **P1 (aree a pericolosità da alluvione bassa)**, in cui *sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico*.

#### 5 - INQUADRAMENTO PIANO STRUTTURALE VIGENTE

Lo Strumento urbanistico vigente (Piano Strutturale del 02/08/2002) è supportato da indagini geologico – tecniche redatte ai sensi della vecchia direttiva regionale (L.R. n.21 del 17/04/1984, D.R.

n. 94 del 12/02/1985, D.R. n.230 del 21/06/1994, della L.R. n.5 del 16/01/1995, PIT provincia di Pisa – D.C.P. 349 del 18/12/98 e P.I.T. – D.C.R. 12 del 25/01/2000) in base alla quale erano state definite la pericolosità del territorio e la fattibilità degli interventi attuabili nelle varie zone: le Carte di Fattibilità del Regolamento Urbanistico risalgono al giugno 2002. Tutta la normativa è stata sostituita da una nuova direttiva regionale (D.P.G.R. n.53/R del 25/10/2011) che ha modificato i criteri di zonazione del rischio geomorfologico, idraulico e la valutazione della pericolosità sismica locale: la Variante n.5 approvata con D.C.C. n.6 del 15/03/2014 segue quanto riportato al paragrafo 2 del punto c del D.P.G.R. n.53/R del 25 10/2011.

Dalla consultazione delle *"Indagine geologica di supporto al Piano Regolatore Generale di Terriciola e frazioni"* (Studio Technogeo, giugno 2002), la variante in esame ricade, per quanto riguarda la **Pericolosità Geomorfologica**, all'interno della classe 2 – pericolosità bassa (*corrisponde a situazioni geologico-tecniche e morfologiche apparentemente stabili, sulle quali però permangono dubbi che possono essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione delle trasformazioni; in essa ricadono le aree di fondovalle con sottosuolo costituito prevalentemente da terreni di buone caratteristiche geotecniche*)

La **Pericolosità Idraulica** appartiene alla classe 2 – pericolosità bassa (*riguarda le aree apparentemente non coinvolgibili da eventi di esondazione o sommersione, corrispondono ai depositi terrazzati*).

Per quanto riguarda la **Vulnerabilità Idrogeologica** essa appartiene alla classe 3 – vulnerabilità media: sottoclasse 3b (*corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre...*).

Secondo le *"Indagini geologiche della Variante n.5 approvata con D.C.C. n. 6 del 15/03/2014"* (Geol. Stefani Simone, Lucca, dicembre 2013), la variante in esame ricade, per quanto riguarda la

**Pericolosità Geomorfologica**, all'interno della classe G.2 – Pericolosità Geologica Media (*"aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici sui versanti con pendenze inferiori al 25%"*).

La **Pericolosità Idraulica** appartiene alla classe I.2 – pericolosità idraulica media: per le zone coperte dagli studi idrologico-idraulici, essa è riferita alle aree interessate da allagamenti per venti compresi tra  $200 < Tr < 500$  anni.

*Per le zone di fondovalle non protette da opere idrauliche, esterne a quelle studiate, per le quali ricorrano 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.*

Secondo le classi di **Vulnerabilità Idrogeologica** ai sensi dell'art. n.20 del P.T.C. della Provincia di Pisa, l'area di variante appartiene alla classe 3 – Vulnerabilità Media; sottoclasse 3b (*corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre, ...nelle aree collinari o montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi a bassa permeabilità*).

### **Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e pericolosità sismica**

La recente classificazione sismica redatta dalla Regione Toscana (D.G.R.T. 26/05/2014 n.421) ha aggiornato, secondo quanto prescritto dall'O.P.C.M. 3159/2006, il quadro precedentemente definito dall'O.P.C.M. 3274/2003 e dalla D.G.R.T. 461/2006, confermando il comune di Terricciola nella classe 3.



Attualmente nel comune di Terricciola non sono disponibili studi di microzonazione sismica di livello 1 (quindi non sono disponibili carte MOPS). Le conoscenze più generali sui depositi alluvionali affioranti e sui rapporti litostratigrafici e tettonici con le formazioni del bedrock roccioso, consentono, in prima approssimazione, di collocare l'area di variante nella classe di **Pericolosità sismica media S.2** (*è stata attribuita alle 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; alle zone stabili suscettibili di amplificazione locali che non rientrano tra quelle previste per la classe S.3*).

## 6 – DATI DI BASE

Per l'accertamento delle caratteristiche fisico - meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo dell'area di variante, sono state utilizzati i dati acquisiti da un sondaggio geognostico, da una prova penetrometrica statica e da un'indagine sismica Down Hole eseguiti nell'area di variante.

Il **sondaggio geognostico** (realizzato dalla ditta Mappo Geognostica s.r.l. di Splanate, Lu, per le caratteristiche vedi certificato di prova n.198/2016 allegato) a carotaggio continuo fino a 10 m dal p.c. e a distruzione di nucleo fino a 33 m. Ad una profondità compresa tra 4,0 m e 4,5 m dal p.c., è stato prelevato un **campione indisturbato (1)** con campionatore tipo Shelby a pareti sottili spinto a pressione: esso è stato sottoposto (vedi allegato) a

determinazione del peso di volume, determinazione del contenuto di acqua, determinazione della massa volumica reale, analisi granulometrica per via umida e prova di taglio diretto CD.

La prova di taglio diretto ha dato i seguenti parametri:

$$\Phi' = 22,1^\circ$$

$$c' = 18,0 \text{ kPa}$$

Il campione **(1)** ha un peso di volume medio pari  $19,9 \text{ kN/m}^3$ , un contenuto di acqua medio pari al 23,0% ed è risultato essere un limo argilloso con tracce torbose e concrezioni calcaree con limo molto compatta.

Ad una profondità compresa tra 7,0 m e 7,5 m dal p.c., è stato prelevato un **campione indisturbato (2)** con campionatore tipo Shelby a pareti sottili spinto a pressione: esso è stato sottoposto (vedi allegato) a determinazione del peso di volume, determinazione del contenuto di acqua, determinazione della massa volumica reale, analisi granulometrica per via umida, prova di permeabilità a carico variabile in edometro e prova edometrica.

Il campione **(2)** ha un peso di volume medio pari  $18,1 \text{ kN/m}^3$ , un contenuto di acqua medio pari al 30,0%, una permeabilità pari a  $2,49 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$  ed è risultato essere un limo con sabbia argilloso mediamente addensato.

I litotipi incontrati fino alla profondità di m 10 dal p.c. sono i seguenti:

0,00 - 0,20 m dal p.d.c.: terreno di copertura vegetale

0,70 - 7,70 m dal p.d.c.: limo sabbioso marrone mediamente compatto

7,70 – 10,00 m dal p.d.c.: argilla limosa di colore grigio  
mediamente plastica

Sono stati inoltre utilizzati i dati di una prova penetrometrica statica, eseguita nel novembre 1997 dal Dott. Geol. Eraldo Santarnecchi. La prova è stata spinta fino alla profondità di m 8,0 dal p.c. ed è stata realizzata con penetrometro statico da 200 KN, munito di punta Begemann.

I dati relativi al rapporto Begemann ( $Q_c - F_s$ ) permettono una distinzione di massima, dal punto di vista granulometrico, dei litotipi attraversati dalle aste del penetrometro.

Si è così potuto ricostruire la stratigrafia del terreno interessato **dall'opera in progetto che viene qui di seguito riportata per la verticale indagata con i relativi parametri geotecnici; tali parametri sono da considerarsi "prudenziali"** (**Cu** coesione non drenata;  $\phi$  angolo di attrito interno; **mv** coefficiente di compressibilità volumetrica;  $\gamma$  peso di volume).

### PROVA CPT1

|               |  |
|---------------|--|
| m 0,00 – 0,80 | Terreno vegetale.  |
| m 0,80 – 2,20 | Sabbie grossolane da mediamente a fortemente addensate di bassa compressibilità:<br>$\gamma \approx 1,90$ kg/dmc.                              |
| m 2,20 - 8,00 | Argille mediamente compatte:<br><b>Cu</b> $\approx 0,70 - 0.75$ kg/cmq;<br><b>mv</b> $\approx 12 - 15$ cmq/t;<br>$\gamma \approx 1,90$ kg/dmc. |

Esaminando i risultati di un'indagine geofisica Down-Hole, eseguita da Mappo Geognostica (vedi relazione allegata), il terreno in esame appartiene alla categoria di **suolo di tipo "C", depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti**, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi da 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero  $15 < N_{SPT30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $C_{u30} > 70$  KPa nei terreni a grana fine), secondo le **Nuove Norme Tecniche delle Costruzioni, approvate con DM 14 gennaio 2008 e pubblicate sulla G. U. n. 29 del 4 febbraio 2008, Suppl. Ord. n.30 e Circolare 2 febbraio 2009, n.617, C.S.LL.PP.**

## 7 – PERICOLOSITA' GEOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA

In base alle attuali conoscenze sugli aspetti geologici, geomorfologici e idraulici e considerando i dati del sondaggio **geognostico, della prova penetrometrica e dell'indagine sismica Down Hole**, sono state definite le classi di pericolosità secondo l'Allegato A del D.P.G.R. n.53/R del 25/10/2011, nell'area di variante.

### 7.1 PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Sulla base di quanto rilevato mediante l'analisi delle indagini geognostiche sopra descritte e considerando le indagini geologiche del Piano Strutturale e della Variante si conferma la classe **G.2 – Pericolosità Geologica Media** (**"aree in cui sono**

*presenti fenomeni inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici sui versanti con pendenze inferiori al 25%”).*

## 7.2 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Anche in questo caso, per le considerazioni già descritte nel paragrafo 5, si ipotizza una Pericolosità sismica media **S.2** (è stata attribuita alle 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; alle zone stabili suscettibili di amplificazione locali che non rientrano tra quelle previste per la classe S.3).

## 7.3 PERICOLOSITA' IDRAULICA

La Pericolosità Idraulica appartiene alla classe **I.2** – pericolosità idraulica media: per le zone coperte dagli studi idrologico-idraulici, essa è riferita alle aree interessate da allagamenti per venti compresi tra  $200 < Tr < 500$  anni.

*Per le zone di fondovalle non protette da opere idrauliche, esterne a quelle studiate, per le quali ricorrano le seguenti condizioni:*

- c) non vi sono notizie storiche di inondazioni;*
- d) 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.*

Da "Norme tecniche di attuazione -Variante n.5 approvata con D.C.C. del 15/03/2014", Comune di Terricciola:

Comune di Terricciola  
Variante puntuale al R.UCOMUNE DI TERRICCIOLA  
(Provincia di Pisa)

## 8.1.5 – U.T.O.E. 6 “AREE PRODUTTIVE DI LA ROSA” SCHEDA N°4

S.T.1 - Sistema Territoriale vallivo dei fiumi Cascina, Era e Sterza

## CARATTERI DELL'AREA

| Comparto | LOCALITA' | DESTINAZIONE ATTUALE  | DESTINAZIONE VARIANTE   |
|----------|-----------|---|---|
| b        | La Rosa   | Aree D3: produttive di nuova attuazione   | Zona F: Aree per attrezzature (pp) pubbliche di interesse generale<br>Aree D3: produttive di nuova attuazione (comparti b e c)<br>Viabilità |
|          | La Rosa   | > Aree di pertinenza di edifici storici<br>> Viabilità<br>> Aree D2: produttive di completamento<br>> Aree D3: produttive di nuova attuazione | Area di rispetto di edifici storici   |
| a        | La Rosa   | Aree D3: produttive di nuova attuazione   | Frazionamento in tre comparti a1/a2/a3: produttive di nuova attuazione  |

## CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' DEL P.S. VIGENTE

| Comparto        | PERICOLOSITA' IDRAULICA | PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA |
|-----------------|-------------------------|------------------------------|
| U.T.O.E. 6 (pp) | 3a - 2                  | 3a - 2                       |

## CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R

| Comparto        | PERICOLOSITA' IDRAULICA | PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA |
|-----------------|-------------------------|------------------------------|
| U.T.O.E. 6 (pp) | I3* - I2                | G2                           |

*\*interessa l'area di variante solo per una piccola porzione*

## VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA AI SENSI DEL PTC PISA.

| Comparto        | VULNERABILITA' ACQUIFERO |
|-----------------|--------------------------|
| U.T.O.E. 6 (pp) | 4a-3b                    |

## PAI ARNO - PERIMETRAZIONE DELLE AREE CON PERICOLOSITA' IDRAULICA E DA FENOMENI GEOMORFOLOGICI - LIVELLO DI SINTESI

| Comparto        | PERICOLOSITA' IDRAULICA | PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA | INTERVENTI STRUTTURALI |
|-----------------|-------------------------|------------------------------|------------------------|
| U.T.O.E. 6 (pp) | P3*-P2*-P1              | -                            | A*                     |

*\*interessa l'area di variante solo per una piccola porzione*

## 8 – FATTIBILITA'

Secondo il D.P.G.R n.53/R del 25/10/2011, l'attribuzione del grado di fattibilità rappresenta la sintesi finale dello studio geologico e di indica la compatibilità fra le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrauliche e sismiche di un'area rispetto alle scelte urbanistiche.

La normativa regionale al punto C 2 dell'Allegato A definisce i diversi gradi di fattibilità secondo il seguente schema:


|    |   |   |
|----|---|---|
| F1 | Fattibilità senza particolari limitazioni | <i>Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abitativo dell'attività edilizia</i>   |
| F2 | Fattibilità con normali vincoli           | <i>Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia delle indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abitativo dell'attività edilizia</i>   |
| F3 | Fattibilità condizionata                  | <i>Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali ai fini dell'individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di interventi o dei piani attuativi o in loro assenza in sede di predisposizione dei progetti edilizi</i> |
| F4 | Fattibilità limitata                      | <i>Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi in messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione</i>  |

La classe di fattibilità definisce pertanto il grado di rischio e si determina mediante il confronto tra la tipologia della trasformazione urbanistica e la classe di pericolosità attribuita all'area esaminata (geologica, sismica e idraulica) tenendo conto delle definizioni indicate nella normativa regionale.

Gli elaborati seguenti sono tratti da: "Norme tecniche di attuazione - Variante n.5 - approvata con D.C.C. del 15/03/2014", Comune di Terricciola:



## PRESCRIZIONI DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA



| FATTIBILITA' GEOLOGICA | PRESCRIZIONI   |
|------------------------|--|
| F 1                    | Fattibilità senza particolari limitazioni.<br>Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia, fatto salvo il regime autorizzativo previsto per legge.  |
| F 2                    | Fattibilità geologica con normali vincoli –<br>Gli interventi soggetti a Piano attuativo e gli interventi diretti non necessitano di indagini di dettaglio a livello di "Piano Attuativo", ma il progetto dovrà basarsi su un'apposita indagine geognostica mirata alla ricostruzione del modello geologico-tecnico così come previsto dalla normativa vigente e dovrà perseguire l'obiettivo di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.   |
| F 3                    | Fattibilità geologica condizionata.<br>L'attuazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici da condursi sia nel caso di intervento diretto, sia di Piano Attuativo, estesi all'intorno geologico significativo per il contesto evidenziato, finalizzati all'analisi della forma o del processo geomorfologico legata alla dinamica del versante e, nel caso di frane quiescenti, alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza.<br>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto indicato in <i>D.P.G.R. 09 luglio 2009 n. 36/R.</i><br>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto riportato in <i>D.M. 14.01.2008 - Nuove Norme Tecniche per le costruzioni</i> e correlata <i>Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"</i> di cui al <i>D.M. 14 gennaio 2008.</i><br>- Le indagini geofisiche dovranno essere preferibilmente condotte secondo i criteri stabiliti dalle Istruzioni Tecniche del <i>Progetto V.E.L. – Regione Toscana</i><br><br>Aree a pericolosità elevata da processi geomorfologici di versante e da frana (P.F.3)<br>Nella aree coincidenti con la classe P.F.3 del P.A.I. gli interventi sono disciplinati anche dall'Art.11 delle Norme del P.A.I. stesso. |
| F 4                    | Previsioni urbanistiche ed infrastrutturali subordinate alla realizzazione degli interventi di messa in sicurezza individuati nel presente Strumento Urbanistico e definiti nella relativa scheda norma.   |
| F 4*                   | Le condizioni di non fattibilità si riferiscono a tutte quelle potenziali trasformazioni del territorio, non ammissibili in quanto riferibili a tipologie di interventi vietate dalle norme dei Piani di bacino e/o vietate dal Regolamento 53/R.<br>Gli interventi non sono attuabili per la mancanza di studi e verifiche di dettaglio e conseguente individuazione e definizione degli interventi di messa in sicurezza in sede di redazione del presente Strumento Urbanistico.  |

Tab. 1

## PRESCRIZIONI DELLA FATTIBILITA' IDRAULICA

| FATTIBILITA' IDRAULICA | PRESCRIZIONI   |
|------------------------|--|
| F 1                    | Fattibilità senza particolari limitazioni. Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia, fatto salvo il regime autorizzativo previsto per legge.   |
| F 2                    | Fattibilità idraulica con normali vincoli. Per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico. Qualora si voglia perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica, possono essere indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravii di pericolosità in altre aree.   |
| F 3                    | <p><b>Fattibilità idraulica condizionata</b><br/>Sono da rispettare i seguenti criteri:</p> <p>a) E' consentita la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a 200 metri lineari assicurandone la trasparenza idraulica e il non aumento del rischio nelle contermini;</p> <p>b) Sono consentiti aumento di superfici coperta inferiori a 50 mq per edificio, previa messa in sicurezza rispetto ad eventi con Tr 200 anni conseguita tramite sistemi di auto sicurezza;</p> <p>c) Sono vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamento per ragioni di tutela igienico sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'Autorità idraulica competente;</p> <p>d) Non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni inferiori a 500 mq e/o i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;</p> <p>e) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. Ai fini dell'incremento del livello di rischio, laddove non siano attuabili interventi strutturali di messa in sicurezza, possono non essere considerati gli interventi urbanistico-edilizi comportanti volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 200 metri cubi in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fino ad 1 chilometro quadrato, volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 500 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni comprese tra 1 e 10 kmq, o volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 1000 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni superiori a 10 kmq;</p> <p>f) in caso di nuove previsioni che, singolarmente o complessivamente comportino la sottrazione di estese aree alla dinamica delle acque di esondazione o ristagno, non possono essere realizzati interventi di semplice compensazione volumetrica ma devono prevedersi interventi strutturali sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio. In presenza di progetti definitivi, approvati e finanziati, delle opere di messa in sicurezza strutturali possono essere attivate forme di gestione del rischio residuo, ad esempio mediante la predisposizione di piani di protezione civile comunali;</p> <p>g) per gli ampliamenti di superficie coperta per volumi tecnici di estensione inferiore a 50 mq per edificio non sono necessari interventi di messa in sicurezza.</p> <p>Aree a pericolosità idraulica elevata (P.I.3)</p> |

Variazione puntuale al R.U

|     |   |
|-----|---|
|     | Nella aree coincidenti con la classe P.I.3 del P.A.I. gli interventi sono disciplinati anche dall'Art.7 delle Norme del P.A.I. stesso.  |
| F4* | Le condizioni di non fattibilità si riferiscono a tutte quelle potenziali trasformazioni del territorio, la cui attuazione è da considerarsi vietata in quanto riferibili a tipologie di interventi vietate dalle norme dei Piani di bacino e/o vietate dal Regolamento 53/R. Gli interventi non sono attuabili per la mancanza di studi e verifiche di dettaglio e conseguente individuazione e definizione degli interventi di messa in sicurezza in sede di redazione del presente Strumento Urbanistico. Gli interventi nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata sono inoltre soggetti alle limitazioni e prescrizioni riportate in L.R. 21 maggio 2012 n.21 "Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua." |

Tab. 2

## ABACO PER LA DETERMINAZIONE DEL LIVELLO DI RISCHIO IDROGEOLOGICO

| AREA DI VARIANTE                             | TIPO DI INTERVENTO                | RISCHIO IDROGEOLOGICO    |       |       |     |         |    |
|--|-----------------------------------|--------------------------|-------|-------|-----|---------|----|
|  |                                   | VULNERABILITA' ACQUIFERO |       |       |     |         |    |
|  |                                   | IRR.                     | BASSA | MEDIA |     | ELEVATA |    |
|  |                                   | 1                        | 2     | 3a    | 3b  | 4a      | 4b |
| <b>UTOE</b>                                  |                                   |                          |       |       |     |         |    |
| UTOE 1 Parco ambientale ex-cave Comparto 1.1 | Area sport -ricreativa -ricettiva |                          |       |       |     | III     | IV |
| UTOE 1 Parco ambientale ex-cave Comparto 1.2 | Area sport - ricreativa-ricettiva |                          |       |       |     | III     | IV |
| UTOE 1 Parco ambientale ex-cave Comparto 1.3 | Area turistico -ricettiva         | I                        |       |       |     | III     |    |
| UTOE 1 Parco ambientale ex-cave Comparto 1.4 | Area ricreativa e tempo libero    |                          |       |       |     | III     | IV |
| Locanda "La Sterza                           | Area sport -ricreativa -ricettiva |                          |       |       |     | III     | IV |
| UTOE 3 Selvatelle Locanda "da Carlo"         | Area turistico -ricettiva         |                          |       |       | III |         |    |
| UTOE 10.a "San Marco"                        | Area turistico -ricettiva         |                          |       | II    |     |         |    |
| UTOE 10.b "Via del Pino"                     | Area turistico -ricettiva         |                          |       | II    |     |         |    |
| UTOE 19 "Poder Nuovo"                        | Area turistico -ricettiva         |                          | II    | II    |     |         |    |
| UTOE 6 "La Rosa"                             | Area produttiva                   |                          |       |       |     | III     | IV |

**Rischio irrilevante I:** la trasformazione o l'attività è pienamente ammissibile, se non auspicabile, nei riguardi della vocazione riscontrata nelle parti di territorio interessate;

**Rischio basso II:** la trasformazione o l'attività è ammissibile, ma è richiesta verifica a livello locale delle caratteristiche idrogeologiche e della vulnerabilità.

**Rischio medio/alto III:** per gli insediamenti a maggiore incidenza sul territorio (aree produttive, aree turistico ricettive) ricadenti nelle aree a vulnerabilità 3b e 4a, la trasformazione o l'attività è subordinata alle condizioni poste da una valutazione puntuale della vulnerabilità idrogeologica, e quindi da un progetto sulla mitigazione dello stato di rischio accertato, tenuto conto anche delle caratteristiche della trasformazione o attività.

La concreta ammissibilità delle trasformazioni e delle attività che ne derivano, deve conseguire da uno studio idrogeologico di dettaglio, esteso ad un significativo intorno delle aree interessate, contenente al minimo a quanto disposto alle prescrizioni definite in Appendice 3, comma 3.3 della relazione delle indagini geologiche del Regolamento Urbanistico:

- caratterizzazione geometrica e calcolo dei parametri idrogeologici dell'acquifero (Permeabilità e Trasmissività) incluse le condizioni di separazione tra gli acquiferi diversi; la procedura prevede il censimento dei pozzi presenti nell'area e l'esecuzione di prove di portata su di essi;
- caratterizzazione idrogeologica della copertura satura ed insatura della falda acquifera tramite sondaggi geognostici e/o prove di permeabilità "in situ";
- individuazione dell'area di ricarica dell'acquifero;
- verifica della vulnerabilità dell'acquifero in relazione sia ai tempi di arrivo di eventuali inquinanti che alle alterazioni di regime dinamico indotte da nuovi pozzi.

Sono comunque ammissibili e non soggetti alla verifica puntuale della vulnerabilità idrogeologica gli interventi di tipo conservativo che non comportino nuovi apporti o modifiche dello stato di fatto in merito allo stoccaggio, produzione e smaltimento dei reflui e in ogni caso di sostanze potenzialmente inquinanti le acque.

**Rischio elevato IV:** la trasformazione o l'attività oltreché subordinata alle condizioni poste da una valutazione puntuale della vulnerabilità idrogeologica ancora conforme al minimo a quanto disposto per la classe di rischio III e quindi da un progetto sulla mitigazione dello stato di rischio accertato, può essere definita ammissibile solamente ove si dimostri il permanere di fabbisogni altrimenti non soddisficibili, per insussistenza di alternative ovvero per la loro rilevante maggiore onerosità in termini di bilancio ambientale, economico e sociale complessiva.

Le trasformazioni sono ammissibili, a condizione che la loro effettuazione produca un consistente miglioramento della situazione presente di potenziale vulnerazione delle risorse idriche, quale la realizzazione di una pubblica fognatura dinamica, con recapito finale dei reflui in impianto di depurazione, a servizio non soltanto del nuovo insediamento, ma anche dei vicini insediamenti che ne difettono.

Sono comunque ammissibili e non soggetti alla verifica puntuale della vulnerabilità idrogeologica gli interventi di tipo conservativo che non comportino nuovi apporti o modifiche dello stato di fatto in merito allo stoccaggio, produzione e smaltimento dei reflui e in ogni caso di sostanze potenzialmente inquinanti le acque.

Per tutti gli interventi, ai fini della tutela e salvaguardia delle risorse idriche, si dovrà fare riferimento a quanto contenuto nel D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. nonché al Piano di Tutela delle Acque approvato dalla Regione Toscana ai sensi della Direttiva 2000/60/CEE del D.Lgs. 152/99 e s.m.i. e alla LR 20/2006 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" e relativo Regolamento di attuazione D.P.G.R. n.46/R del 08.09.2008 e s.m.i.

Le nuove autorizzazioni allo scarico delle acque reflue e gli allacci alla pubblica fognatura sono regolate dalle procedure definite al Capo II e Capo III della LR 20/2006 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" e secondo i criteri stabiliti dal relativo Regolamento di attuazione D.P.G.R. n.46/R del 08.09.2008 e s.m.i..

Relazione di Fattibilità -

47

Alla luce di quanto emerso (vedi anche carta della pericolosità e della fattibilità), la **Fattibilità geologica** è **F2**, la **Fattibilità sismica** è **F2** (si ipotizza, in quanto il comune di Terricciola non ha studi MOPS: non sono previste particolari condizioni alle indagini di supporto agli interventi previsti), la **Fattibilità idraulica** **F2**; il livello del rischio idrogeologico è un **Rischio medio-alto III**. L'intervento urbanistico (Variante) previsto dovrà osservare le prescrizioni sopra descritte.

Peccioli, dicembre 2016

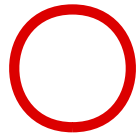
Andrea Petresi



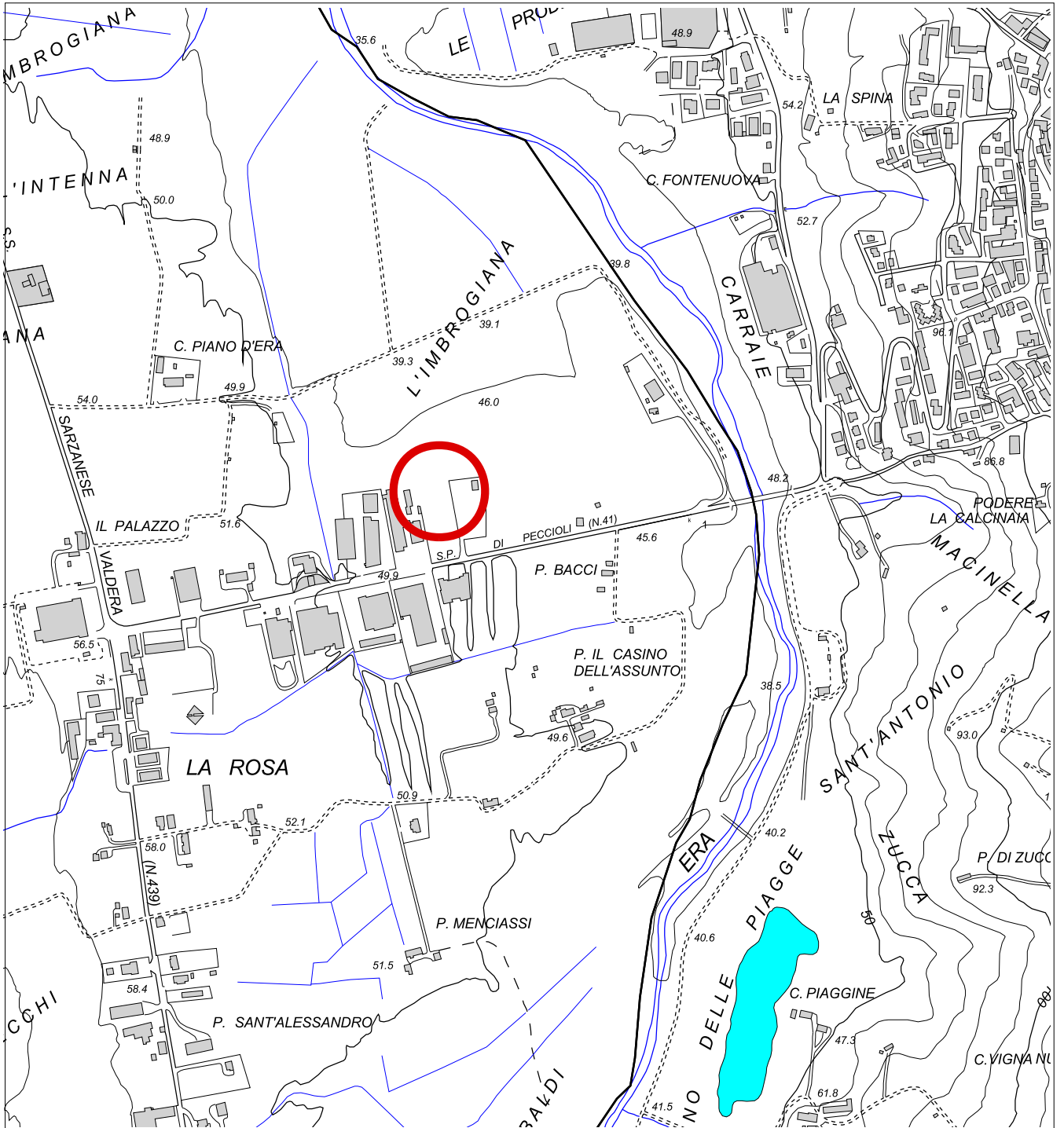
Stampa professionale del Dott. Geol. Andrea Petresi, iscritto all'Ordine dei Geologi della Provincia di Grosseto. Sotto la stampella è presente la firma manoscritta di Andrea Petresi.

# Figura 1 - scala 1:10.000

## Inquadramento geografico



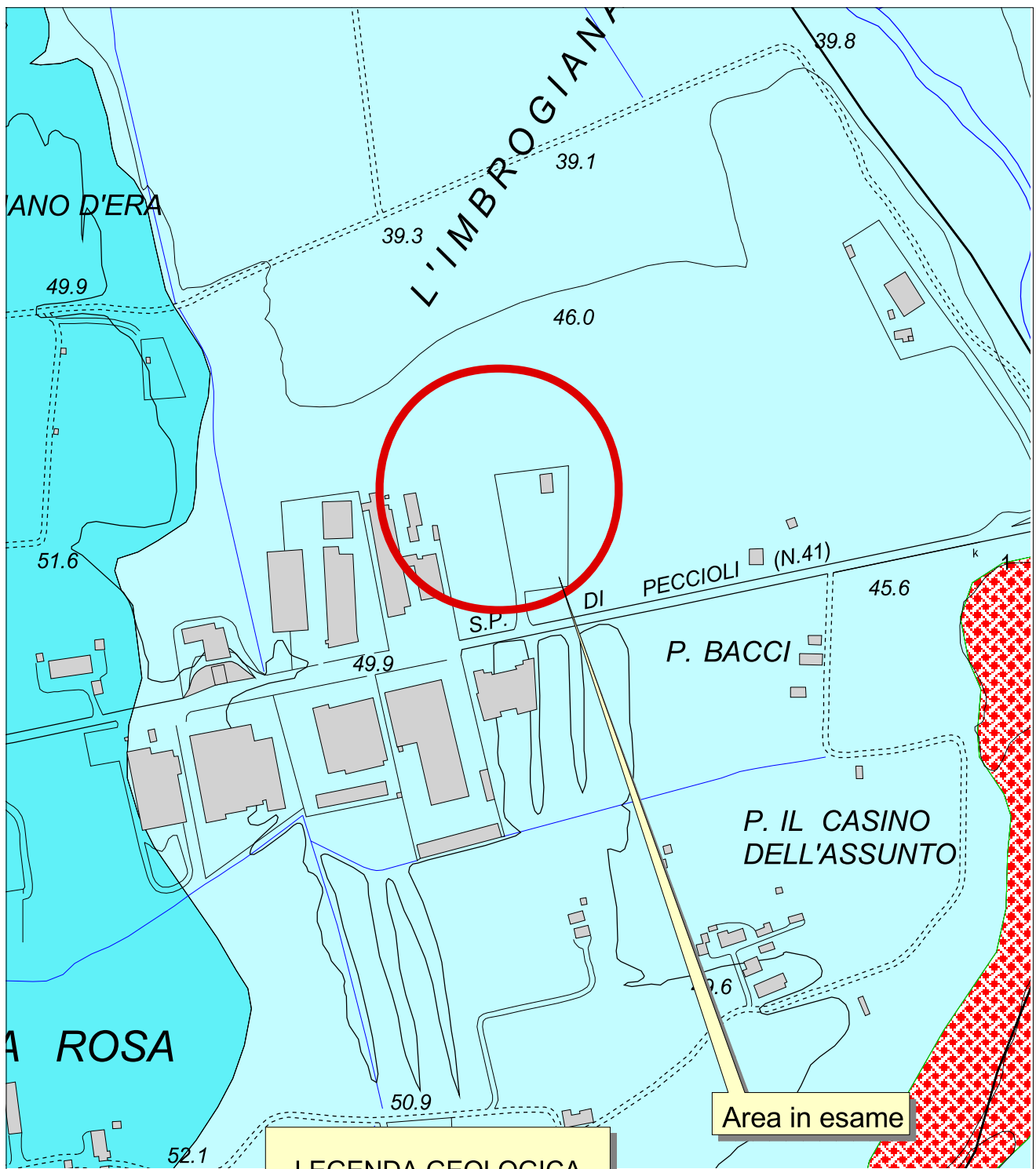
Ubicazione area di intervento



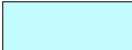
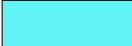
100 0 100 200 Meters



Figura 2 - Inquadramento geologico e geomorfologico  
scala 1:5.000



30 0 30 60 Meters

-  Alluvioni recenti
-  Alluvioni terrazzate

# Figura 3

Autorità di Bacino del Fiume Arno

## Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni - Rischio Idraulico

Stralcio n.596

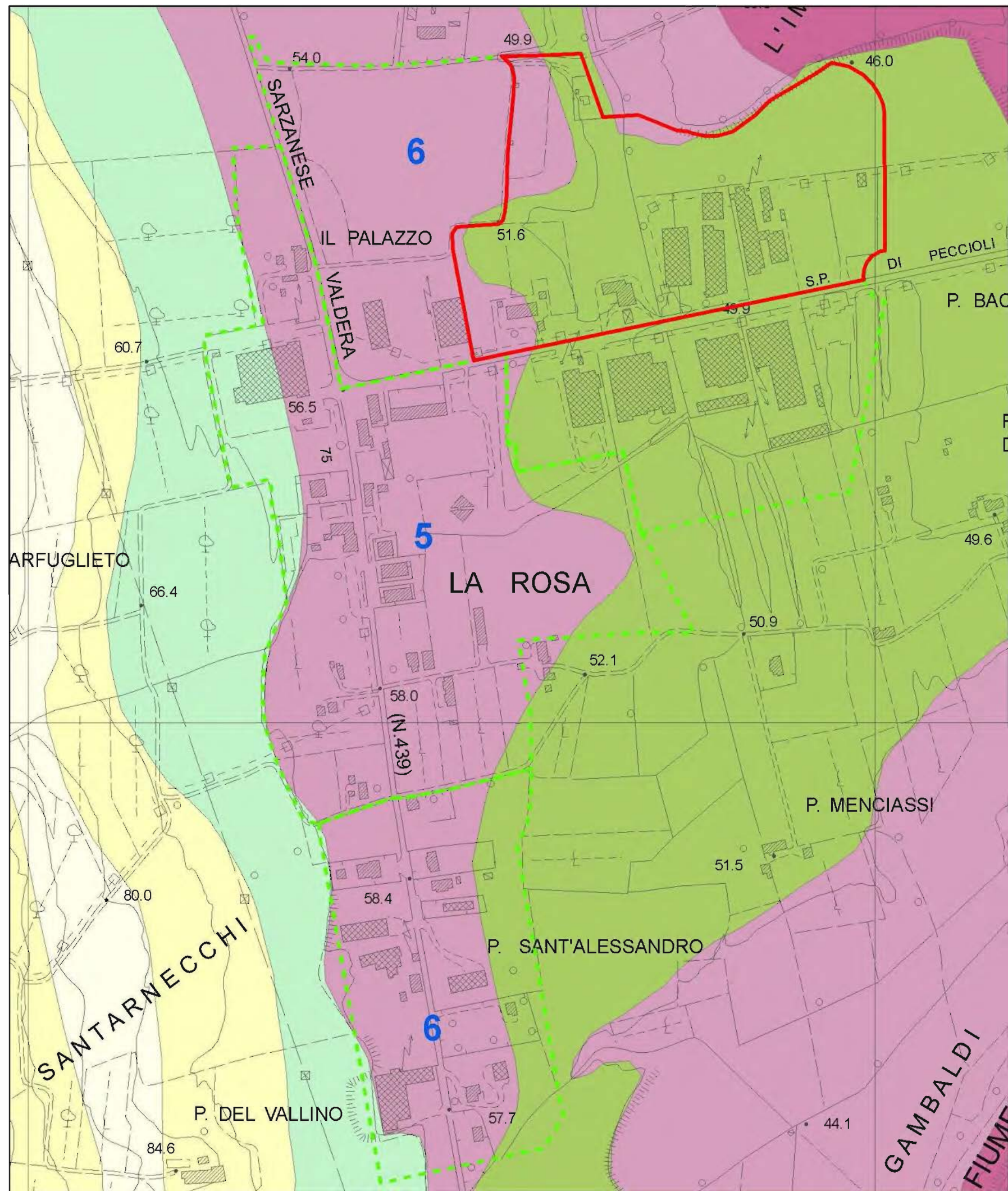
○ Area in esame



■ R1 ■ R2 ■ R3 ■ R4

**Carta della vulnerabilità idrogeologica**

(Tratta dal Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa - art. L.R. 1/2005)



- 1** **classe 1** - vulnerabilità irrilevante: riguarda le aree in cui la risorsa idrica considerata non è presente, essendo i terreni praticamente privi di circolazione idrica sotterranea, per cui gli eventuali inquinanti raggiungono direttamente le vicine acque superficiali o ristagnano sul terreno; in essa ricadono a esempio i complessi marnosi e argillosi e alcuni complessi sedimentari metamorfosati;
- 2** **classe 2** - vulnerabilità bassa: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è apparentemente non vulnerabile, in base a considerazioni riguardanti la natura degli eventuali acquiferi e quella dei terreni di copertura, ma per cui permangono margini di incertezza dovuti a diversi fattori, quali la scarsa disponibilità di dati, la non precisa definibilità delle connessioni idrogeologiche, e simili; corrisponde altresì alle situazioni in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda superiori a 30 giorni; in essa ricadono corpi idrici multifalda caratterizzati dalla presenza di alternanze tra litotipi a diversa ma comunque bassa permeabilità non completamente definiti si base idrogeologica, terreni a bassa permeabilità sciolti o litoidi con pendenze superiori al 20 per cento o con piezometria media profonda, terreni alluvionali in vallette secondarie in cui non si rilevano indizi certi di circolazione idrica e con bacino di alimentazione caratterizzato in affioramento da litologie argilloso-sabbiose;

**classe 3** - vulnerabilità media:



sottoclasse 3 a: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 15 ed i 30 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali scarsamente permeabili con falda prossima al piano campagna, da falde idriche in materiali a medio-bassa permeabilità con piezometria depressa per cause naturali, da falde idriche spesso sospese attestata in terrazzi alluvionali nondirettamente connessi con gli acquiferi principali ovvero in estesi corpi detritici pedecollinari, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità e le zone interessate da falde freatiche attestata in complessi detritici sufficientemente estesi o con evidenze di circolazione idrica;

sottoclasse 3 b: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali mediamente permeabili con livelli piezometrici prossimi al piano campagna, quelle di ricarica di acquiferi confinati a bassa permeabilità, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, quelle a permeabilità medio-alta ma con superficie freatica depressa per cause naturali, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi a media permeabilità, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sciolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco permeabili;

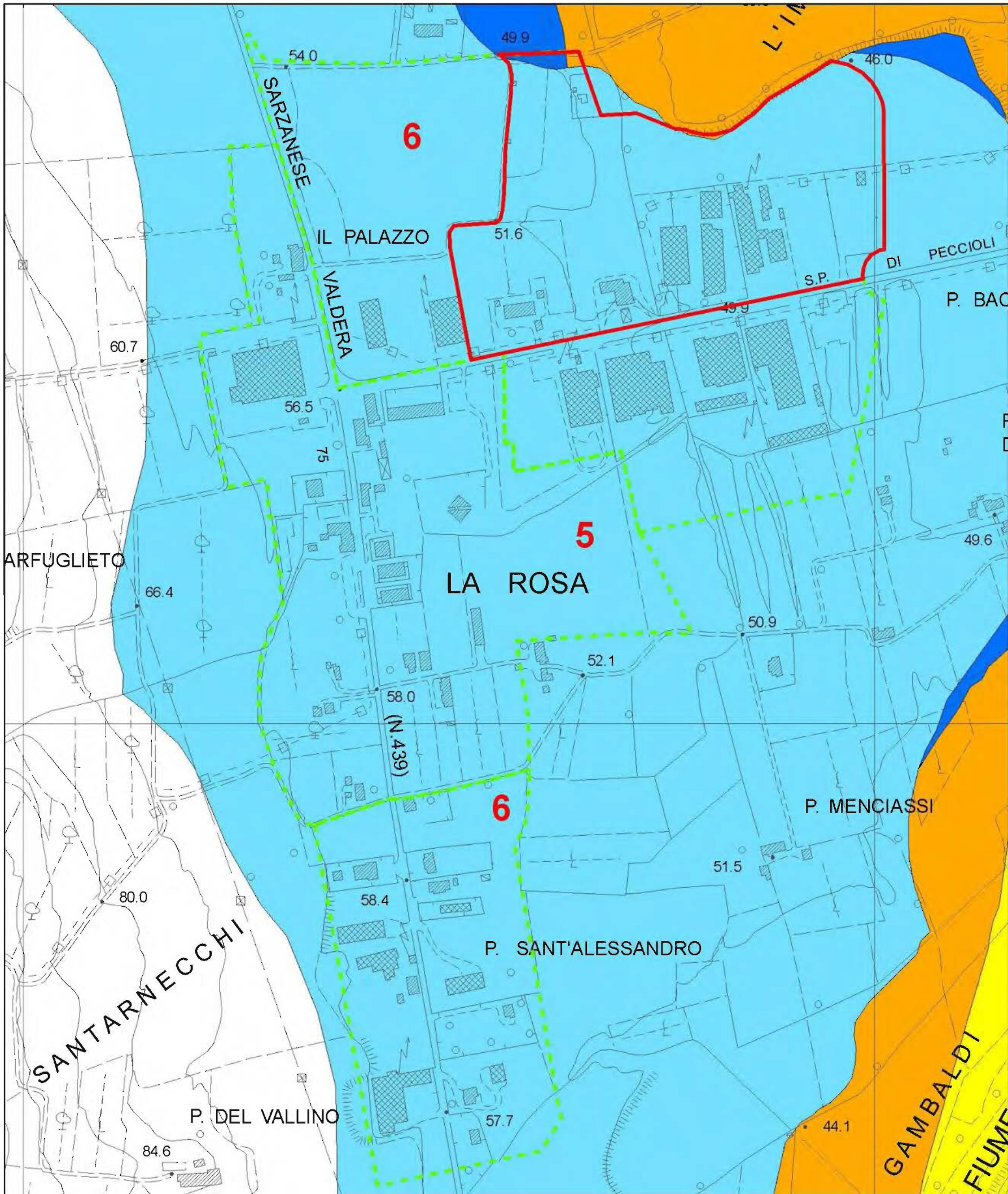
**classe 4** - vulnerabilità elevata

sottoclasse 4a: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra 1 e 7 giorni, quali quelle di ricarica di acquiferi confinati a media permeabilità, quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali molto permeabili con falda prossima al piano campagna, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie molto permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi altamente permeabili, le zone di affioramento di terreni sciolti a permeabilità elevata con sufficiente estensione e ricarica, le zone di infiltrazione in terreni a permeabilità medio-alta, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie mediamente permeabili;

sottoclasse 4b: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è esposta, cioè in cui si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di eventuali inquinanti; in essa ricadono zone di ricarica di acquiferi confinati ad alta permeabilità, zone di alveo o di golena morfologicamente depresse nelle quali la falda è esposta o protetta soltanto da esigui spessori di sedimenti, zone nelle quali, per cause naturali o per azioni antropiche, si verifica una alimentazione indotta con acque facilmente contaminabili delle falde freatiche o semiconfinate, zone interessate da rete acquifera in materiali carbonatici a carsismo completo ed altamente sviluppato, zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie molto permeabili, zone di cava con falda esposta nelle pianure alluvionali.

 Area oggetto di variante
  Limite UTOE

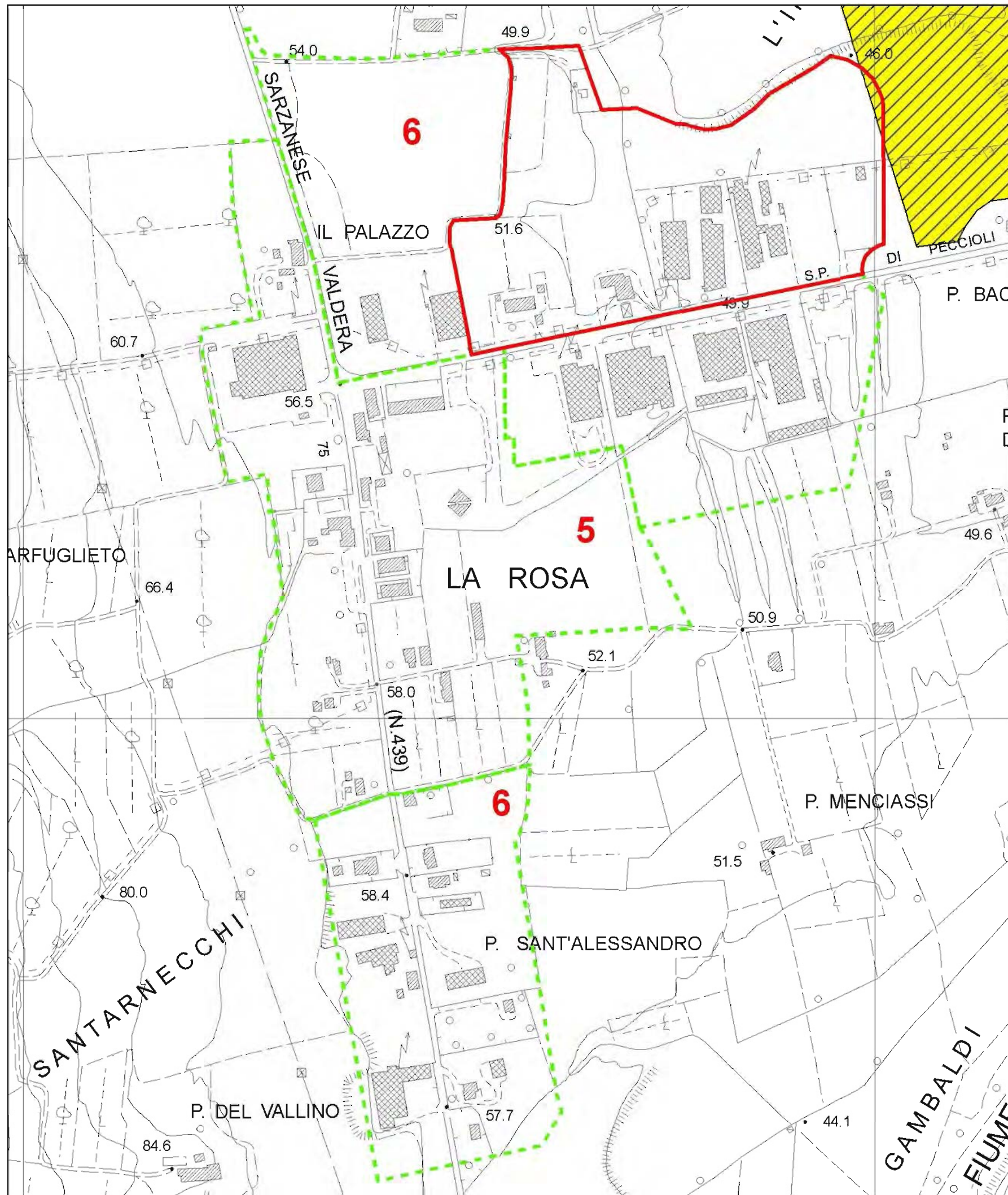




|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| <b>UTOE 5 - La Rosa</b><br><b>UTOE 6 - Area produttiva di 'La Rosa'</b>   | Tav. n.<br><b>4.6</b><br>1:5.000 |
| <b>Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica</b><br><i>(Tratto da: Piano di Bacino del fiume Arno - stralcio "Assetto Idrogeologico"</i><br><i>Livello di sintesi - Adattamento alla CTR 1:10.000)</i> |                                  |

| Pericolosità |   |
|--------------|---|
|              | P.I.4 - Aree a pericolosità molto elevata |
|              | P.I.3 - Aree a pericolosità elevata       |
|              | P.I.2 - Aree a pericolosità media         |
|              | P.I.1 - Aree a pericolosità moderata      |

|  |                          |  |             |
|--|--------------------------|--|-------------|
|  | Area oggetto di variante |  | Limite UTOE |
|--|--------------------------|--|-------------|



UTOE 5 - La Rosa  
 UTOE 6 - Area produttiva di 'La Rosa'

Tav. n.  
**4.7**  
 1:5.000

**Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno**

(Tratto da: Piano di Bacino del fiume Arno - stralcio "Assetto Idrogeologico"  
 Livello di sintesi - Adattamento alla CTR 1:10.000)

**Interventi strutturali di tipo "A"**



Casse di esondazione



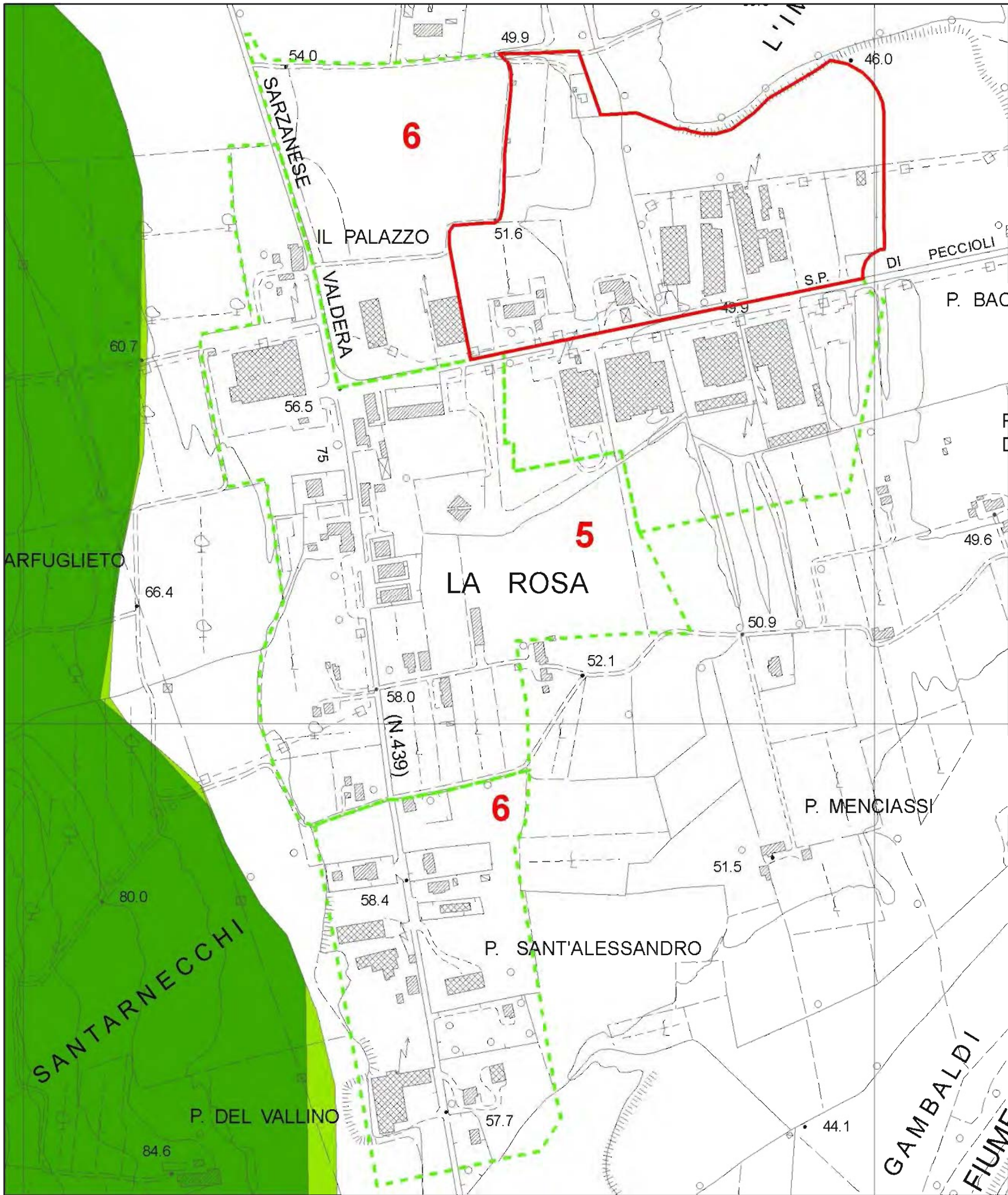
Aree golenali







Area oggetto di variante



Limite UTOE



|  |  |                                  |
|--|--|----------------------------------|
| <b>UTOE 5 - La Rosa</b><br><b>UTOE 6 - Area produttiva di 'La Rosa'</b>  |  | Tav. n.<br><b>4.8</b><br>1:5.000 |
| <b>"Comparti 1.1, 1.2, 1.3"</b>  |  |                                  |
| <b>Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante</b><br><i>(Tratto da: Piano di Bacino del fiume Arno - stralcio "Assetto Idrogeologico" Livello di sintesi - Adattamento alla CTR 1:10.000)</i> |  |                                  |

| Pericolosità  |   |
|---|---|
|   | P.F.4 - Aree a pericolosità molto elevata |
|  | P.F.3 - Aree a pericolosità elevata       |
|  | P.F.2 - Aree a pericolosità media         |
|  | P.F.1 - Aree a pericolosità moderata      |

|   |                          |   |             |
|---|--------------------------|---|-------------|
|  | Area oggetto di variante |  | Limite UTOE |
|---|--------------------------|---|-------------|

PIANO D'ERA

39.3

L'IMBI

49.9

46.

51.6

S.P.

49.9

UTOE 6 - Area produttiva di 'La Rosa'





Tav. n.

4.9

1:2.000

**Carta della pericolosità idraulica**  
(Ai sensi del D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R)

**Pericolosità**

-  I 4 - Pericolosità idraulica molto elevata
-  I 3 - Pericolosità idraulica elevata
-  I 2 - Pericolosità idraulica media
-  I 1 - Pericolosità idraulica bassa



Area oggetto di variante



Limite UTOE

PIANO D'ERA

39.3

L'IMBI

49.9

46.

51.6

49.9

S.P.

UTOE 6 - Area produttiva di 'La Rosa'

Tav. n.

4.10

1:2.000

**Perimetrazione delle aree con pericolosità  
geologica - geomorfologica**

(Ai sensi del D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R)

**Pericolosità**



**G.4** **Pericolosità geologica molto elevata** - aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi e da aree definite ad elevata pericolosità nel quadro conoscitivo di P.S.



**G.3** **Pericolosità geologica elevata** - aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico ed aree estrattive rimodellate tramite riempimento con limi di lavorazione; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%; aree ricadenti nella classe PF3 del PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.



**G.2** **Pericolosità geologica media** - aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.



**G.1** **Pericolosità geologica bassa** - aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori preponderanti al verificarsi di processi morfoevolutivi.



Area oggetto di variante





Limite UTOE


**Carta della fattibilità**


(Ai sensi del D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R)


**Fattibilità**

- 

**Classe 4\* - Fattibilità limitata** - Previsioni edificatorie non attuabili per la mancanza di individuazione e definizione dei necessari interventi di messa in sicurezza in sede del presente strumento urbanistico
- 

**Classe 3 - Fattibilità condizionata** - Previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.
- 

**Classe 2 - Fattibilità con normali limitazioni** - Previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni al fine della valida formazione del titolo abitativo all'attività edilizia.
- 

**Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni** - Previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abitativo all'attività edilizia.
- 

**Fattibilità Limitata** - Area soggetta ad interventi strutturali di tipo A (casce di esondazione). Vincolo di inedificabilità ai sensi della norma 2 di Piano di Bacino Stralcio - Riduzione Rischio Idraulico - Fiume Arno



Area oggetto di variante

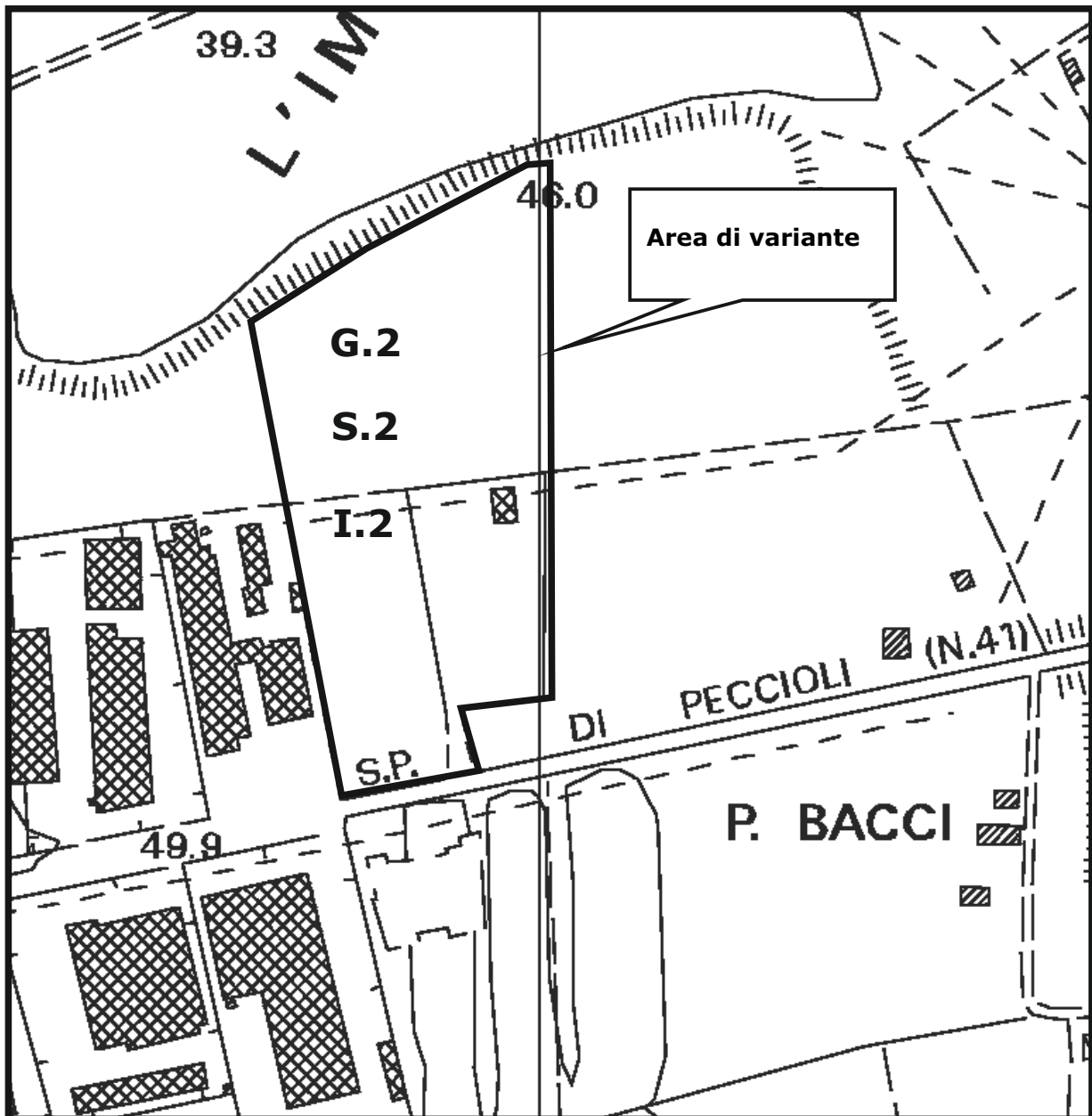


Limite UTOE



# CARTA DELLA PERICOLOSITA'

scala 1.000



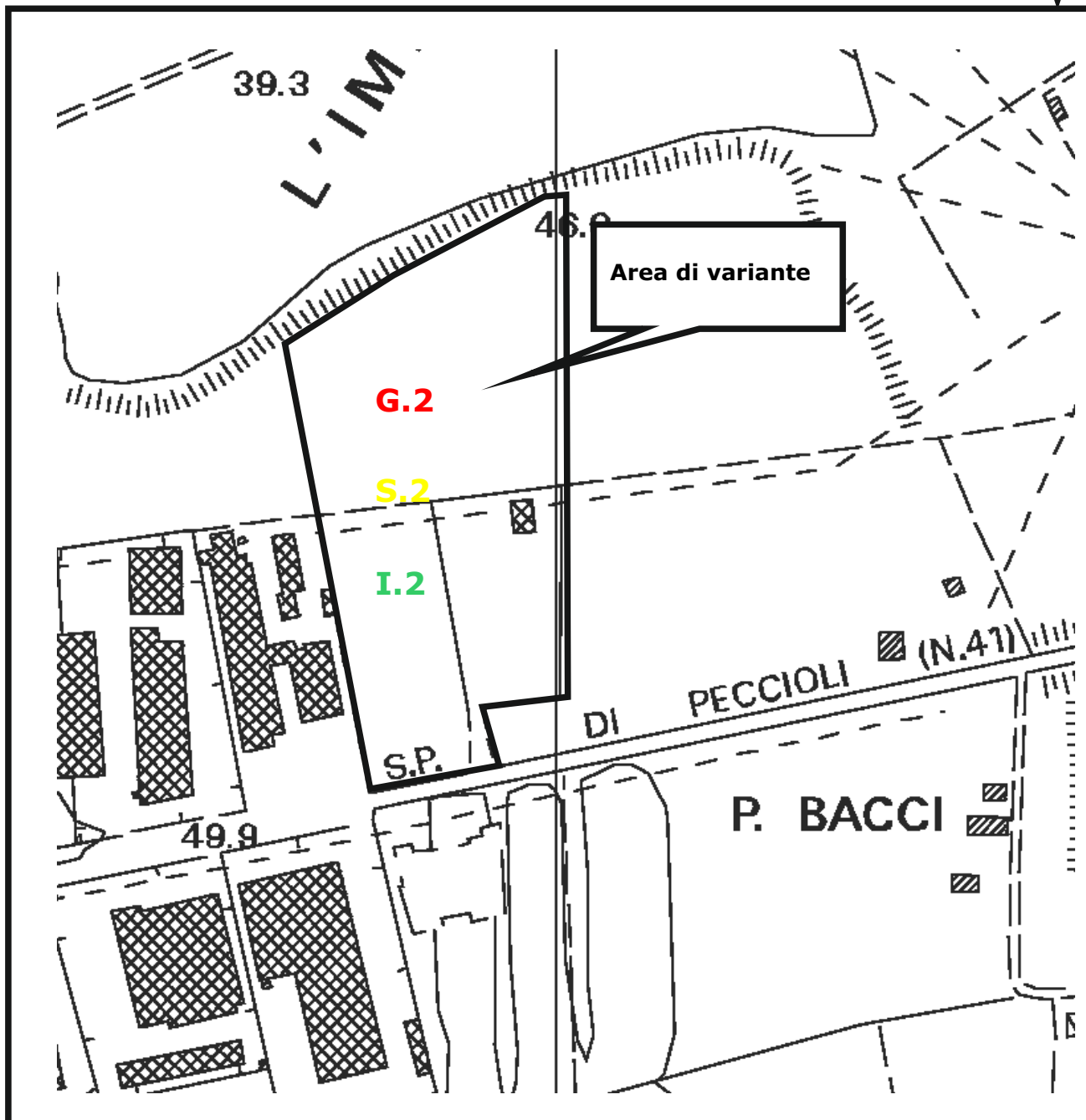
**PERICOLOSITA' GEOLOGICA G.2**

**PERICOLOSITA' SISMICA S.2**

**PERICOLOSITA' IDRAULICA I.2**

# CARTA DELLA FATTIBILITA'

scala 1.000



**FATTIBILITA' GEOLOGICA G.2**

**FATTIBILITA' SISMICA S.2**

**FATTIBILITA' IDRAULICA I.2**



Cantiere: Via Salaiola Località: La Rosa di Terricciola (PI) Data inizio: 21/09/2016 Data fine: 22/09/2016  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Il presente certificato è composto da n. 5 pagine

## SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Norma di riferimento: *raccomandazioni AGI 1977.*

Deviazione dalla norma: Nessuna

Verbale di accettazione n. 126/2016 Del. 21/09/2016

Certificato di prova n. 197/2016 del. 20/10/2016

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Perforatrice: Sonda IPC DRILL 650

Caratteristiche tecniche della perforatrice: Il gruppo rotary è costituito da un motore di 315 cm<sup>3</sup> che consente una coppia massima di 745 daNm e un numero di giri massimi di 289 r.p.m. Il gruppo morsa-svitatore, una forza di serraggio di 15904 daN e una coppia di sviamento pari a 3000 daNm.

Diametro perforazione  $\phi$ : 101

Diametro rivestimento  $\phi$ : 126

Sistema di perforazione: Carotaggio continuo   
Distruzione di nucleo

Int. Certificati:

Geol. Petresi Andrea

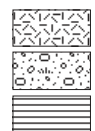
Cantiere: Via Salaiola Località: La Rosa di Terricciola (PI) Data inizio: 21/09/2016 Data fine: 22/09/2016

Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Liv. falda (m da p.c.): \_\_\_\_\_ Quota p.c. (m s.l.m.): \_\_\_\_\_ Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

| o  | R | A | Pz | metri | LITOLOGIA | Campioni              | RP | VT | Prel. %   | S.P.T. | RQD % | prof      | DESCRIZIONE   |
|----|---|---|----|-------|-----------|-----------------------|----|----|-----------|--------|-------|-----------|---|
| mm | V | R | S  | bat.  |           |                       |    |    | 0 --- 100 | S.P.T. | N     | 0 --- 100 | m   |
|    |   |   |    | 0.2   |           |                       |    |    |           |        |       | 0.2       | Terreno di copertura vegetale.                        |
|    |   |   |    | 1     |           |                       |    |    |           |        |       |           | Limi sabbiosi di colore marrone, mediamente compatti. |
|    |   |   |    | 2     |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 3     |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 4     |           | 1) She < 4,00<br>4,50 |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 5     |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 6     |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 7     |           | 2) She < 7,00<br>7,50 |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 8     |           |                       |    |    |           |        |       | 7.7       | Argilla limosa di colore grigio mediamente plastica.  |
|    |   |   |    | 9     |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 10    |           |                       |    |    |           |        |       | 10.0      | Perforazione eseguita a distruzione di nucleo.        |
|    |   |   |    | 11    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 12    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 13    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 14    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 15    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 16    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 17    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 18    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 19    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 20    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 21    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 22    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 23    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |
|    |   |   |    | 24    |           |                       |    |    |           |        |       |           |   |

She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg  
 Ar = Livello acqua rinvenuta  
 As = Livello acqua stabilizzata  
 Pz. = Piezometro  
 Rp = Penetrometro tascabile  
 V.T. = Vane Test (kg/cm<sup>2</sup>) max-residuo  
 S.P.T. = Standard Penetration Test  
 N = Nspt  
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto

Terreno vegetale

Argilla

Limo

Sabbia

Ghiaia, ciottoli

NOTE:

Int. Certificati:

Geol. Petresi Andrea

Cantiere: Via Salaiola Località: La Rosa di Terricciola (PI) Data inizio: 21/09/2016 Data fine: 22/09/2016

Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Liv. falda (m da p.c.): \_\_\_\_\_ Quota p.c. (m s.l.m.): \_\_\_\_\_ Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

| Ø<br>mm | R<br>v | A<br>r | A<br>s | Pz | metri<br>bat. | LITOLOGIA | Campioni | RP | VT | Prel. %<br>0 -- 100 | S.P.T.<br>S.P.T. | N | RQD %<br>0 -- 100 | prof.<br>m | DESCRIZIONE                                    |
|---------|--------|--------|--------|----|---------------|-----------|----------|----|----|---------------------|------------------|---|-------------------|------------|--|
|         |        |        |        |    | 25            |           |          |    |    |                     |                  |   |                   |            | Perforazione eseguita a distruzione di nucleo. |
|         |        |        |        |    | 26            |           |          |    |    |                     |                  |   |                   |            |  |
|         |        |        |        |    | 27            |           |          |    |    |                     |                  |   |                   |            |  |
|         |        |        |        |    | 28            |           |          |    |    |                     |                  |   |                   |            |  |
|         |        |        |        |    | 29            |           |          |    |    |                     |                  |   |                   |            |  |
|         |        |        |        |    | 30            |           |          |    |    |                     |                  |   |                   |            |  |
|         |        |        |        |    | 31            |           |          |    |    |                     |                  |   |                   |            |  |
|         |        |        |        |    | 32            |           |          |    |    |                     |                  |   |                   |            |  |
|         |        |        |        |    | 33            |           |          |    |    |                     |                  |   |                   | 33.0       |  |

Installato tubo in PVC, diametro 80mm, per prova sismica in foro tipo down hole

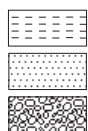
She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg  
 Ar = Livello acqua rinvenuta  
 As = Livello acqua stabilizzata  
 Pz = Piezometro  
 Rp = Penetrometro tascabile  
 V.T. = Vane Test (kg/cmq) max-residuo  
 S.P.T. = Standard Penetration Test  
 N = Nspt  
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto

Terreno vegetale

Argilla



Limo

Sabbia

Ghiaia, ciottoli

NOTE: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Cantiere: Via Salaiola Località: La Rosa di Terricciola (PI) Data inizio: 21/09/2016 Data fine: 22/09/2016  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 1: da 0,0 m a - 5,0 m



Cassetta n. 2: da - 5,0 m a - 10,0 m

Cantiere: Via Salaiola Località: La Rosa di Terricciola (PI) Data inizio: 21/09/2016 Data fine: 22/09/2016  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

## UBICAZIONE INDAGINE





**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**  
Certificazione settore "A" - Prove di laboratorio su terre  
*Decreto 2436 del 14/03/2013 - ART. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010*

# LABOTER s.n.c. di Paolo Tognelli e C. Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr.2436/13

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Committente :</b>             | <b>Dott. Geol. Andrea Petresi</b>                  |
| <b>Cantiere :</b>                | <b>Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI)</b> |
| <b>Verbale Accettazione n° :</b> | <b>286 del 23/09/2016</b>                          |
| <b>Data Certificazione :</b>     | <b>10/10/2016</b>                                  |
| <b>Campioni n°:</b>              | <b>2</b>   |
| <b>Certificati da n° a n° :</b>  | <b>02862 a 02872</b>                               |

Il direttore del laboratorio  
Dott. Geologo Paolo Tognelli

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

| Riferimento |             |                 | Caratteristiche fisiche |                               |                                     |                                     |                                 |                 |             |           | Granulometria |             |           |              | Permeab.    | Taglio diretto |          | Edometrica  |             |             |              |              |
|-------------|-------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------|-----------|---------------|-------------|-----------|--------------|-------------|----------------|----------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Sond.<br>n° | Camp.<br>n° | Profondità<br>m | W<br>%                  | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\gamma_{sec}$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\gamma_{sat}$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\gamma_s$<br>kN/m <sup>3</sup> | Indice<br>vuoti | Poros.<br>% | Sat.<br>% | Ghiaia<br>%   | Sabbia<br>% | Limo<br>% | Argilla<br>% | K<br>cm/sec | $\phi$<br>°    | c<br>kPa | 24,6<br>kPa | 49,2<br>kPa | 98,4<br>kPa | 196,8<br>kPa | 393,6<br>kPa |
| 1           | 1           | 4.0-4.5         | 23,0                    | 19,9                          | 16,2                                | 20,0                                | 26,3                            | 0,63            | 38,6        | 98,0      |               | 2,5         | 54,5      | 43,0         |             | 22,1           | 18       |             |             |             |              |              |
| 1           | 2           | 7.0-7.5         | 30,0                    | 18,1                          | 13,9                                | 18,5                                | 26,0                            | 0,87            | 46,5        | 91,5      |               | 38,9        | 44,0      | 17,1         | 2,49E-04    |                |          | 5688        | 4512        | 5908        | 8277         | 9231         |



|              |   |                |         |
|--------------|---|----------------|---------|
| COMMITTENTE: | Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                |         |
| RIFERIMENTO: | Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                |         |
| SONDAGGIO:   | 1   | CAMPIONE:      | 1       |
|              |   | PROFONDITA': m | 4.0-4.5 |

**CARATTERISTICHE FISICHE**

|                        |       |                   |
|------------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale       | 23,0  | %                 |
| Peso di volume         | 19,9  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco   | 16,2  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo  | 20,0  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico         | 26,3  | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti       | 0,629 |                   |
| Porosità               | 38,6  | %                 |
| Grado di saturazione   | 98,0  | %                 |
| Limite di liquidità    |       | %                 |
| Limite di plasticità   |       | %                 |
| Indice di plasticità   |       | %                 |
| Indice di consistenza  |       | %                 |
| Passante al set. n° 40 |       |                   |
| Limite di ritiro       |       | %                 |
| CNR-UNI 10006/00       |       |                   |

**ANALISI GRANULOMETRICA**

|                   |          |    |
|-------------------|----------|----|
| Ghiaia            |          | %  |
| Sabbia            | 2,5      | %  |
| Limo              | 54,5     | %  |
| Argilla           | 43,0     | %  |
| D 10              | 0,000644 | mm |
| D 50              | 0,006835 | mm |
| D 60              | 0,010679 | mm |
| D 90              | 0,045175 | mm |
| Passante set. 10  | 100,0    | %  |
| Passante set. 42  | 99,6     | %  |
| Passante set. 200 | 97,5     | %  |

**COMPRESSIONE**

|                |     |
|----------------|-----|
| $\sigma$       | kPa |
| $c_u$          | kPa |
| $\sigma_{Rim}$ | kPa |
| $c_{u Rim}$    | kPa |

**TAGLIO DIRETTO**

|                         |      |     |
|-------------------------|------|-----|
| Prova consolidata-lenta |      |     |
| $c$                     | 17,6 | kPa |
| $\phi$                  | 22,1 | °   |
| $c_{Res}$               |      | kPa |
| $\phi_{Res}$            |      | °   |

**PERMEABILITA'**

|                |        |
|----------------|--------|
| Coefficiente k | cm/sec |
|----------------|--------|

**COMPRESSIONE TRIASSIALE**

|      |           |     |              |   |
|------|-----------|-----|--------------|---|
| C.D. | $C_d$     | kPa | $\phi_d$     | ° |
| C.U. | $C'_{cu}$ | kPa | $\phi'_{cu}$ | ° |
|      | $C_{cu}$  | kPa | $\phi_{cu}$  | ° |
| U.U. | $C_u$     | kPa | $\phi_u$     | ° |

**PROVA EDOMETRICA**

| $\sigma$<br>kPa | E<br>kPa | $C_v$<br>cm <sup>2</sup> /sec | k<br>cm/sec |
|-----------------|----------|-------------------------------|-------------|
|                 |          |                               |             |

**FOTOGRAFIA**



**OSSERVAZIONI**

|                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| Tipi di campione: Cilindrico | Qualità del campione: Q 5 |
|------------------------------|---------------------------|

| Posizione delle prove<br>CF GR TD | cm | Rp<br>kPa | VT<br>kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE  |
|-----------------------------------|----|-----------|-----------|----|---|
|                                   | 0  |           |           |    | Limo argilloso con tracce torbose e concrezioni calcaree<br>Munsell Soil Color Charts : 2.5Y 5/4 marrone oliva chiaro   |
|                                   | 10 | 220       |           |    | Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test<br>< 24.5 kPa molto molle<br>24.5 - 49.1 kPa molle<br>49.1 - 98.1 kPa plastico<br>98.1 - 196.2 kPa consistente<br>196.2 - 392.4 kPa molto consistente<br>>392,4 kPa duro |
|                                   | 20 | 260       |           |    |   |
|                                   | 30 | 300       |           |    |   |
|                                   | 36 |           |           |    |   |





|   |            |                                    |                          |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02862               | Pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: 28/09/16 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            | <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi: 29/09/16   |

|   |                    |                               |
|---|--------------------|-------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                    |                               |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                    |                               |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1   | <b>CAMPIONE:</b> 1 | <b>PROFONDITA':</b> m 4.0-4.5 |

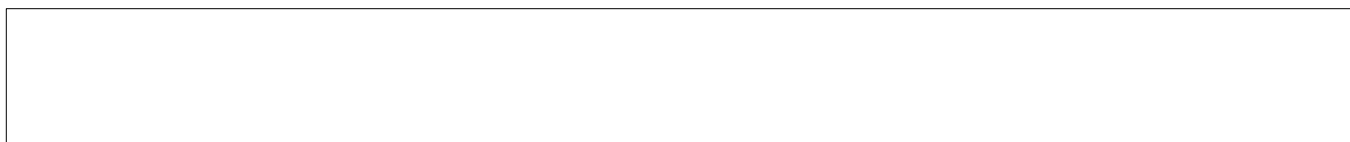
CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 23,0 %**

- Struttura del materiale:
- Omogeneo
  - Stratificato
  - Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





|  |            |                             |                          |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 02863</b>        | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 10/10/16 | Inizio analisi: 28/09/16 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 286 del 23/09/16 |            | Apertura campione: 28/09/16 | Fine analisi: 28/09/16   |

|  |             |                |         |
|--|-------------|----------------|---------|
| COMMITTENTE: Dott. Geol. Andrea Petresi                  |             |                |         |
| RIFERIMENTO: Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |             |                |         |
| SONDAGGIO: 1   | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m | 4.0-4.5 |

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,9 kN/m<sup>3</sup>**





|   |            |                                    |                          |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02864               | Pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: 29/09/16 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            | <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi: 29/09/16   |

|   |                    |                       |         |
|---|--------------------|-----------------------|---------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                    |                       |         |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                    |                       |         |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1   | <b>CAMPIONE:</b> 1 | <b>PROFONDITA':</b> m | 4.0-4.5 |

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = 26,3**  
 $\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = 26,3**

Metodo:       A       B

Capacità del picnometro:      100 ml

Temperatura di prova:      22,5 °C



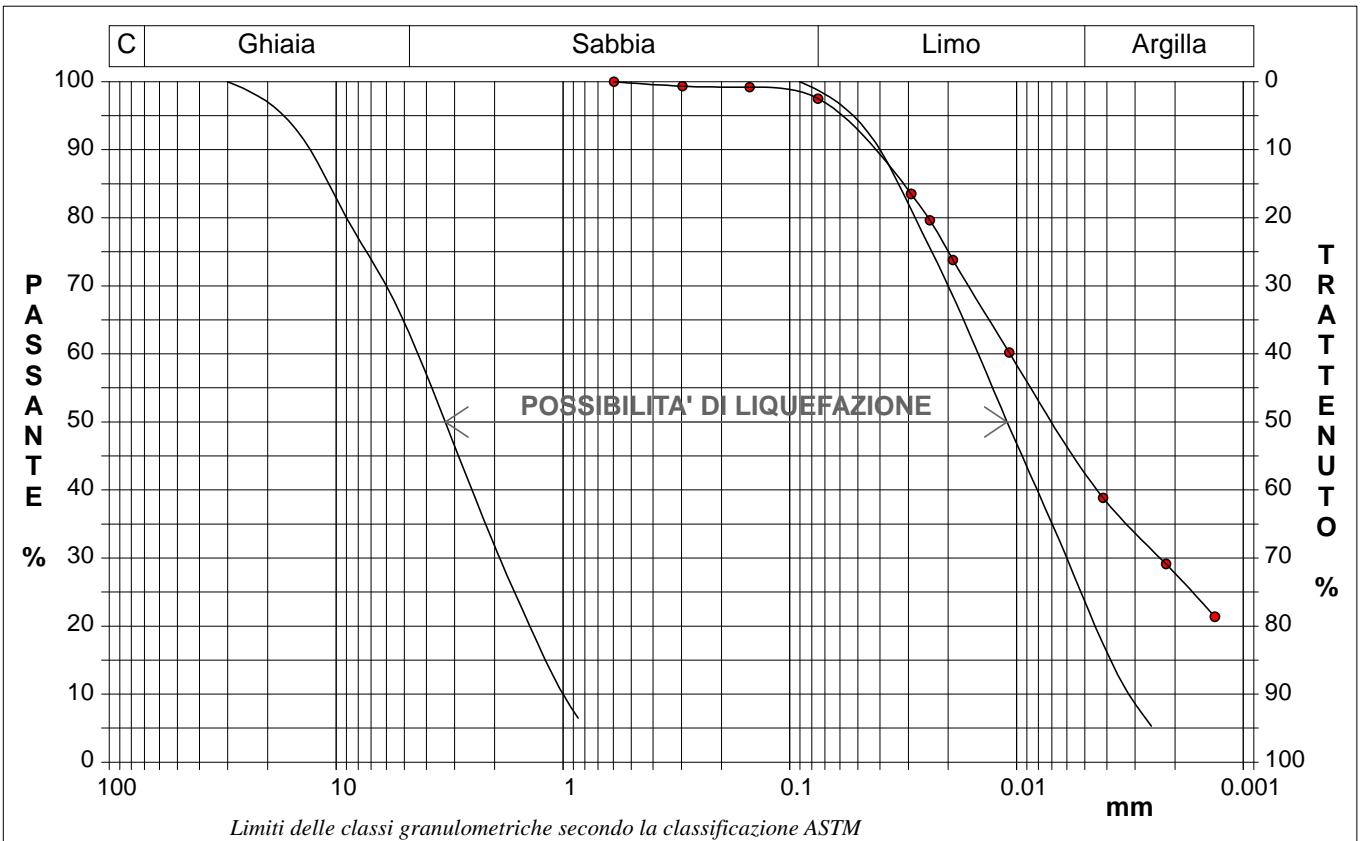
|   |            |                                    |                          |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02865               | Pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: 30/09/16 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            | <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi: 03/10/16   |

|   |                    |                               |
|---|--------------------|-------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                    |                               |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                    |                               |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1   | <b>CAMPIONE:</b> 1 | <b>PROFONDITA':</b> m 4.0-4.5 |

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

|                            |        |                                  |                           |     |            |            |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|-----|------------|------------|
| Ghiaia                     | 0,0 %  | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 100,0 %                   | D10 | 0,00064 mm |            |
| Sabbia                     | 2,5 %  | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 99,6 %                    | D30 | 0,00232 mm |            |
| Limo                       | 54,5 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 97,5 %                    | D50 | 0,00683 mm |            |
| Argilla                    | 43,0 % |                                  |                           | D60 | 0,01068 mm |            |
| Coefficiente di uniformità |        | 16,58                            | Coefficiente di curvatura |     | 0,79       |            |
|                            |        |                                  |                           |     | D90        | 0,04518 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 0,5950      | 100,00     | 0,0241      | 79,62      | 0,0013      | 21,36      |             |            |             |            |
| 0,2970      | 99,33      | 0,0190      | 73,80      |             |            |             |            |             |            |
| 0,1500      | 99,19      | 0,0108      | 60,20      |             |            |             |            |             |            |
| 0,0750      | 97,51      | 0,0042      | 38,84      |             |            |             |            |             |            |
| 0,0291      | 83,51      | 0,0022      | 29,13      |             |            |             |            |             |            |



|   |            |
|---|------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02866               | Pagina 1/4 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            |

|                                    |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: 03/10/16 |
| <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi: 05/10/16   |

|  |                    |                               |
|--|--------------------|-------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                 |                    |                               |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terriciola - Pisa (PI) |                    |                               |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1  | <b>CAMPIONE:</b> 1 | <b>PROFONDITA':</b> m 4.0-4.5 |

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

| Provino n°:                              | 1            | 2            | 3            |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino:                  | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa):               | 98           | 196          | 294          |
| Tensione a rottura (kPa):                | 64           | 91           | 143          |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 1,96         | 2,20         | 3,91         |
| Deformazione verticale a rottura (mm):   | 0,00         | 0,23         | 0,67         |
| Umidità iniziale e umidità finale (%):   | --- 25,2     | --- 25,0     | --- 25,7     |
| Peso di volume (kN/m³):                  | 19,8         | 20,1         | 19,8         |

**DIAGRAMMA**  
Tensione - Pressione verticale

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova:                 | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione:      | 0,007 mm / min      |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24                  |

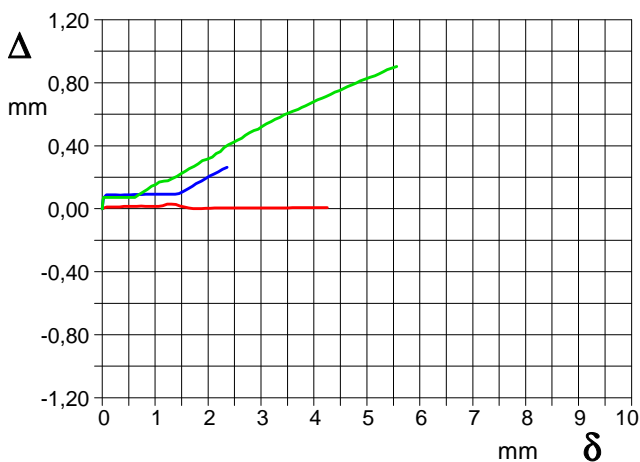
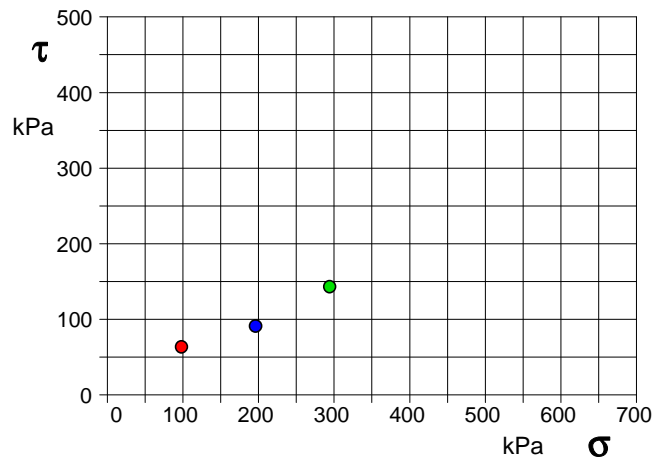


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

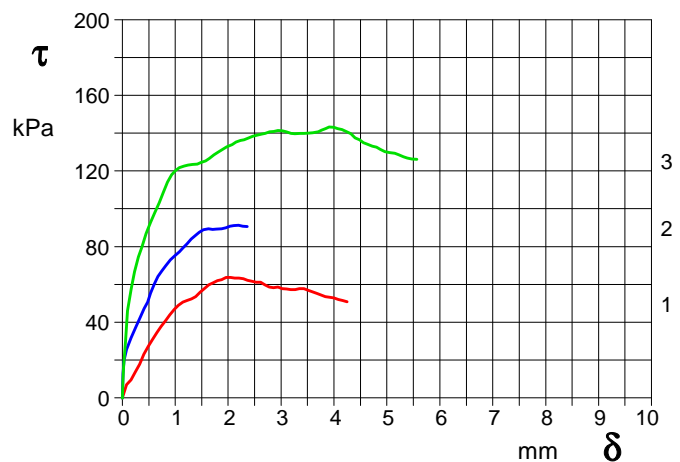


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



|   |            |
|---|------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02866               | Pagina 2/4 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            |

|                                    |                 |          |
|------------------------------------|-----------------|----------|
| <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: | 03/10/16 |
| <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi:   | 05/10/16 |

|   |                    |                               |
|---|--------------------|-------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                    |                               |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                    |                               |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1   | <b>CAMPIONE:</b> 1 | <b>PROFONDITA':</b> m 4.0-4.5 |

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

| Provino 1      |                 |                     | Provino 2      |                 |                     | Provino 3      |                 |                     |
|----------------|-----------------|---------------------|----------------|-----------------|---------------------|----------------|-----------------|---------------------|
| Spostam.<br>mm | Tensione<br>kPa | Deform. vert.<br>mm | Spostam.<br>mm | Tensione<br>kPa | Deform. vert.<br>mm | Spostam.<br>mm | Tensione<br>kPa | Deform. vert.<br>mm |
| 0,082          | 6,9             | 0,01                | 0,016          | 12,8            | 0,06                | 0,016          | 10,3            | 0,07                |
| 0,245          | 13,6            | 0,01                | 0,035          | 19,7            | 0,07                | 0,059          | 30,3            | 0,07                |
| 0,408          | 23,1            | 0,02                | 0,081          | 25,6            | 0,09                | 0,171          | 58,1            | 0,07                |
| 0,572          | 30,8            | 0,02                | 0,165          | 31,6            | 0,09                | 0,308          | 74,4            | 0,07                |
| 0,735          | 37,8            | 0,02                | 0,255          | 37,4            | 0,09                | 0,450          | 86,8            | 0,07                |
| 0,898          | 43,9            | 0,02                | 0,343          | 42,6            | 0,09                | 0,614          | 97,9            | 0,07                |
| 1,062          | 48,9            | 0,02                | 0,416          | 47,2            | 0,09                | 0,776          | 108,8           | 0,11                |
| 1,225          | 51,4            | 0,03                | 0,478          | 50,6            | 0,09                | 0,933          | 118,1           | 0,14                |
| 1,388          | 53,6            | 0,03                | 0,534          | 55,3            | 0,09                | 1,076          | 121,7           | 0,17                |
| 1,552          | 57,8            | 0,01                | 0,606          | 60,4            | 0,09                | 1,243          | 123,1           | 0,18                |
| 1,715          | 60,8            | 0,00                | 0,672          | 64,2            | 0,09                | 1,417          | 123,7           | 0,21                |
| 1,878          | 62,5            | 0,00                | 0,743          | 67,0            | 0,09                | 1,571          | 125,4           | 0,24                |
| 2,042          | 63,6            | 0,00                | 0,820          | 69,7            | 0,09                | 1,734          | 128,6           | 0,27                |
| 2,205          | 63,3            | 0,00                | 0,909          | 73,1            | 0,09                | 1,892          | 131,4           | 0,31                |
| 2,368          | 62,2            | 0,00                | 0,990          | 75,0            | 0,09                | 2,078          | 133,9           | 0,33                |
| 2,532          | 61,1            | 0,01                | 1,079          | 77,2            | 0,09                | 2,232          | 136,0           | 0,36                |
| 2,695          | 59,7            | 0,01                | 1,146          | 79,2            | 0,09                | 2,390          | 137,6           | 0,41                |
| 2,858          | 58,3            | 0,01                | 1,224          | 81,4            | 0,09                | 2,559          | 139,1           | 0,44                |
| 3,022          | 57,8            | 0,01                | 1,306          | 83,9            | 0,09                | 2,702          | 139,9           | 0,47                |
| 3,185          | 57,2            | 0,01                | 1,378          | 85,9            | 0,09                | 2,865          | 140,9           | 0,50                |
| 3,348          | 57,8            | 0,01                | 1,450          | 87,5            | 0,10                | 3,024          | 141,2           | 0,52                |
| 3,512          | 56,9            | 0,01                | 1,534          | 89,0            | 0,11                | 3,190          | 140,0           | 0,55                |
| 3,675          | 55,2            | 0,01                | 1,631          | 89,4            | 0,13                | 3,357          | 139,8           | 0,58                |
| 3,838          | 53,6            | 0,01                | 1,705          | 89,1            | 0,14                | 3,524          | 140,1           | 0,61                |
| 4,002          | 52,8            | 0,01                | 1,770          | 89,2            | 0,16                | 3,702          | 140,8           | 0,63                |
| 4,165          | 51,4            | 0,01                | 1,874          | 89,4            | 0,18                | 3,842          | 142,5           | 0,65                |
|                |                 |                     | 1,954          | 90,0            | 0,19                | 3,999          | 143,1           | 0,68                |
|                |                 |                     | 2,033          | 90,7            | 0,21                | 4,152          | 141,9           | 0,70                |
|                |                 |                     | 2,108          | 91,1            | 0,22                | 4,319          | 139,7           | 0,73                |
|                |                 |                     | 2,195          | 91,2            | 0,23                | 4,484          | 136,4           | 0,75                |
|                |                 |                     | 2,276          | 90,7            | 0,25                | 4,635          | 134,2           | 0,78                |
|                |                 |                     | 2,362          | 90,6            | 0,26                | 4,806          | 132,5           | 0,80                |
|                |                 |                     |                |                 |                     | 4,960          | 130,3           | 0,82                |
|                |                 |                     |                |                 |                     | 5,151          | 129,4           | 0,84                |
|                |                 |                     |                |                 |                     | 5,313          | 127,5           | 0,87                |
|                |                 |                     |                |                 |                     | 5,471          | 126,4           | 0,89                |



|   |            |                                    |                          |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02866               | Pagina 3/4 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: 03/10/16 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            | <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi: 05/10/16   |

|   |                    |                       |         |
|---|--------------------|-----------------------|---------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                    |                       |         |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                    |                       |         |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1   | <b>CAMPIONE:</b> 1 | <b>PROFONDITA':</b> m | 4.0-4.5 |

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 1                  |       |
|----------------------------|-------|
| Pressione (kPa)            | 98    |
| Altezza iniziale (cm)      | 2,00  |
| Altezza finale (cm)        | 1,99  |
| Sezione (cm <sup>2</sup> ) | 36,00 |
| T <sub>50</sub> (min)      | 0,0   |
| Df (mm)                    | 7     |
| Vs (mm/min)                | 0,000 |

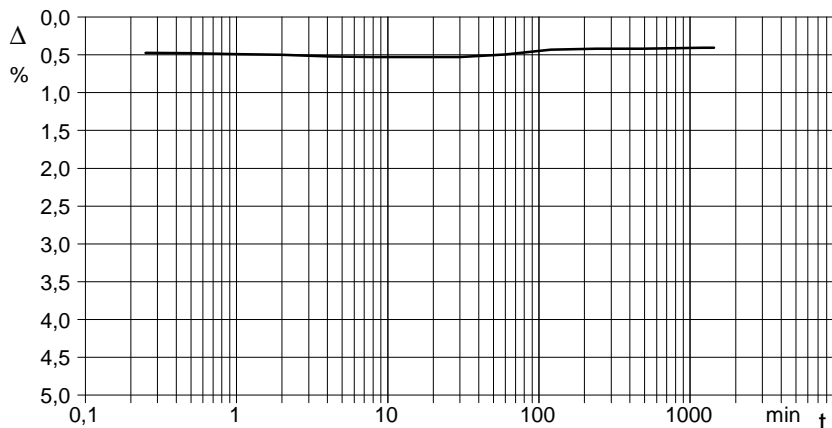


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 2                  |       |
|----------------------------|-------|
| Pressione (kPa)            | 196   |
| Altezza iniziale (cm)      | 1,92  |
| Altezza finale (cm)        | 1,86  |
| Sezione (cm <sup>2</sup> ) | 36,00 |
| T <sub>50</sub> (min)      | 0,0   |
| Df (mm)                    | 7     |
| Vs (mm/min)                | 0,000 |

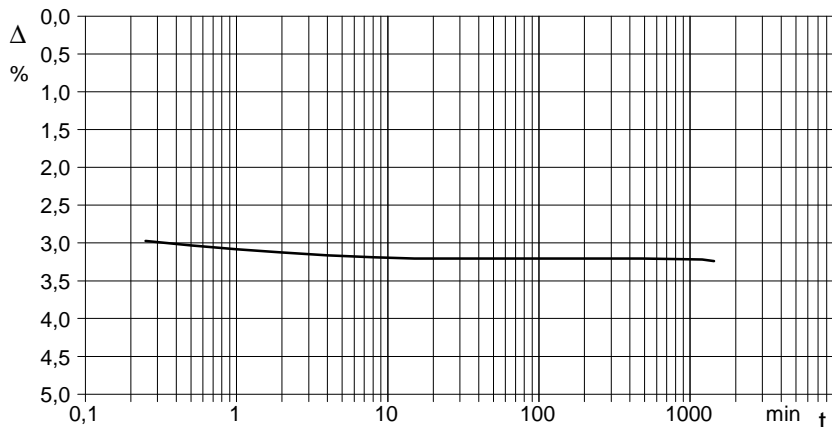
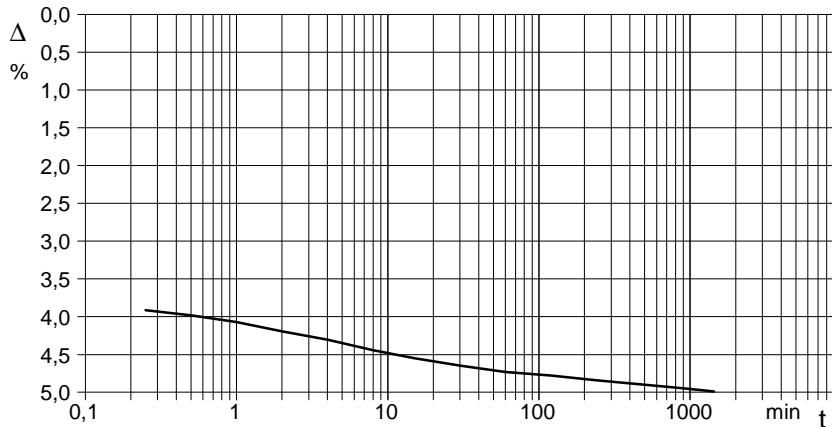


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 3                  |       |
|----------------------------|-------|
| Pressione (kPa)            | 294   |
| Altezza iniziale (cm)      | 1,98  |
| Altezza finale (cm)        | 1,88  |
| Sezione (cm <sup>2</sup> ) | 36,00 |
| T <sub>50</sub> (min)      | 0,0   |
| Df (mm)                    | 7     |
| Vs (mm/min)                | 0,000 |



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$      $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$      $t_f = 50 \times T_{50}$      $V_s = D_f / t_f$



|   |            |                                    |                          |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02866               | Pagina 4/4 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: 03/10/16 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            | <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi: 05/10/16   |

|  |                    |                       |         |
|--|--------------------|-----------------------|---------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                 |                    |                       |         |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terriciola - Pisa (PI) |                    |                       |         |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1  | <b>CAMPIONE:</b> 1 | <b>PROFONDITA':</b> m | 4.0-4.5 |

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

| Provino 1       |                  |             | Provino 2       |                  |             | Provino 3       |                  |             |
|-----------------|------------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|
| Tempo<br>minuti | Cedim.<br>mm/100 | Cedim.<br>% | Tempo<br>minuti | Cedim.<br>mm/100 | Cedim.<br>% | Tempo<br>minuti | Cedim.<br>mm/100 | Cedim.<br>% |
| 0,00            | 0,00             | 0,00        | 0,00            | 0,00             | 0,00        | 0,00            | 0,00             | 0,00        |
| 0,25            | 9,50             | 0,48        | 0,25            | 57,10            | 2,97        | 0,25            | 77,50            | 3,91        |
| 0,50            | 9,60             | 0,48        | 0,50            | 58,20            | 3,03        | 0,50            | 78,80            | 3,98        |
| 1,00            | 9,80             | 0,49        | 1,00            | 59,20            | 3,08        | 1,00            | 80,60            | 4,07        |
| 2,00            | 10,00            | 0,50        | 2,00            | 60,00            | 3,13        | 2,00            | 83,00            | 4,19        |
| 4,00            | 10,40            | 0,52        | 4,00            | 60,70            | 3,16        | 4,00            | 85,20            | 4,30        |
| 8,00            | 10,60            | 0,53        | 8,00            | 61,20            | 3,19        | 8,00            | 88,00            | 4,44        |
| 15,00           | 10,60            | 0,53        | 15,00           | 61,50            | 3,20        | 15,00           | 90,10            | 4,55        |
| 30,00           | 10,60            | 0,53        | 30,00           | 61,50            | 3,20        | 30,00           | 92,00            | 4,65        |
| 60,00           | 9,90             | 0,50        | 60,00           | 61,50            | 3,20        | 60,00           | 93,65            | 4,73        |
| 120,00          | 8,60             | 0,43        | 120,00          | 61,50            | 3,20        | 120,00          | 94,64            | 4,78        |
| 240,00          | 8,40             | 0,42        | 240,00          | 61,50            | 3,20        | 240,02          | 95,90            | 4,84        |
| 480,00          | 8,40             | 0,42        | 480,00          | 61,50            | 3,20        | 480,02          | 96,93            | 4,90        |
| 900,00          | 8,20             | 0,41        | 900,00          | 61,70            | 3,21        | 900,02          | 97,99            | 4,95        |
| 1200,00         | 8,10             | 0,41        | 1200,00         | 61,80            | 3,22        | 1200,02         | 98,43            | 4,97        |
| 1440,00         | 8,10             | 0,41        | 1440,00         | 62,20            | 3,24        | 1440,02         | 98,80            | 4,99        |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |
|                 |                  |             |                 |                  |             |                 |                  |             |



|  |             |                |         |
|--|-------------|----------------|---------|
| COMMITTENTE: Dott. Geol. Andrea Petresi                  |             |                |         |
| RIFERIMENTO: Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |             |                |         |
| SONDAGGIO: 1   | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m | 4.0-4.5 |

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

| Provino n°:                              | 1            | 2            | 3            |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino:                  | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa):               | 98           | 196          | 294          |
| Tensione a rottura (kPa):                | 64           | 91           | 143          |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 1,96         | 2,20         | 3,91         |
| Deformazione verticale a rottura (mm):   | 0,00         | 0,23         | 0,67         |
| Umidità iniziale e umidità finale (%):   | --- 25,2     | --- 25,0     | --- 25,7     |
| Peso di volume (kN/m³):                  | 19,8         | 20,1         | 19,8         |

**DIAGRAMMA**  
Tensione - Pressione verticale

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| Coesione:                  | 17,6 kPa |
| Angolo di attrito interno: | 22,1 °   |

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova:                 | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione:      | 0,007 mm / min      |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24                  |

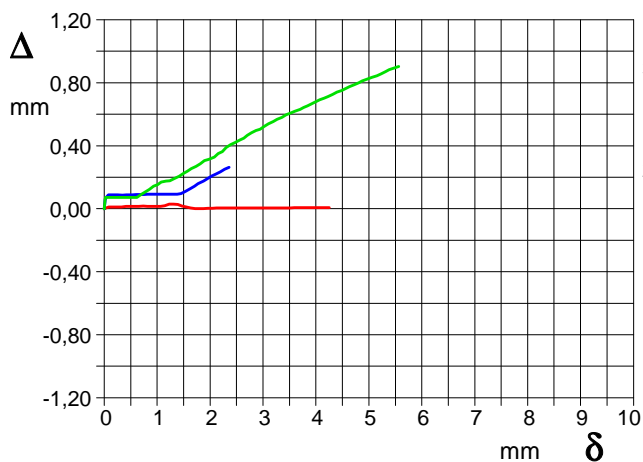
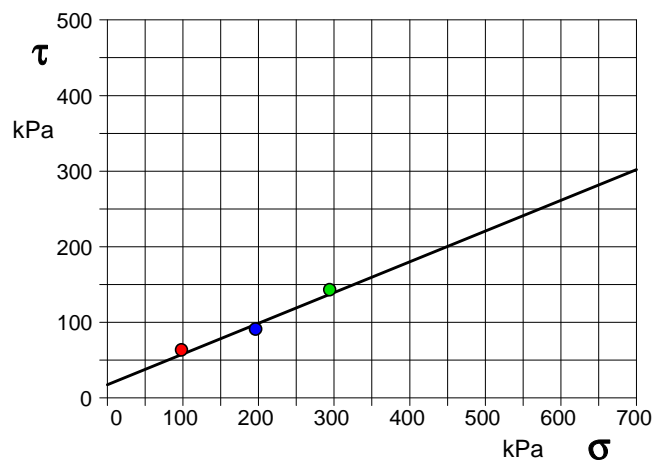


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

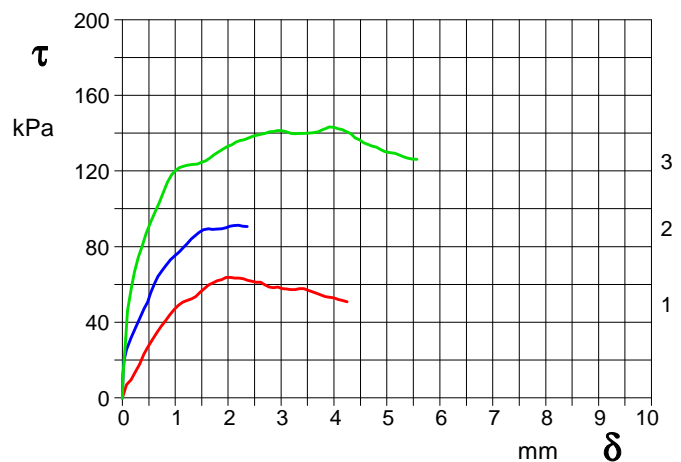


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



|              |   |                |         |
|--------------|---|----------------|---------|
| COMMITTENTE: | Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                |         |
| RIFERIMENTO: | Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                |         |
| SONDAGGIO:   | 1   | CAMPIONE:      | 2       |
|              |   | PROFONDITA': m | 7.0-7.5 |

**CARATTERISTICHE FISICHE**

|                        |       |                   |
|------------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale       | 30,0  | %                 |
| Peso di volume         | 18,1  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco   | 13,9  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo  | 18,5  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico         | 26,0  | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti       | 0,868 |                   |
| Porosità               | 46,5  | %                 |
| Grado di saturazione   | 91,5  | %                 |
| Limite di liquidità    |       | %                 |
| Limite di plasticità   |       | %                 |
| Indice di plasticità   |       | %                 |
| Indice di consistenza  |       | %                 |
| Passante al set. n° 40 |       | %                 |
| Limite di ritiro       |       | %                 |
| CNR-UNI 10006/00       |       |                   |

**ANALISI GRANULOMETRICA**

|                   |          |    |
|-------------------|----------|----|
| Ghiaia            |          | %  |
| Sabbia            | 38,9     | %  |
| Limo              | 44,0     | %  |
| Argilla           | 17,1     | %  |
| D 10              | 0,000880 | mm |
| D 50              | 0,048273 | mm |
| D 60              | 0,071716 | mm |
| D 90              | 0,253922 | mm |
| Passante set. 10  | 99,9     | %  |
| Passante set. 42  | 96,1     | %  |
| Passante set. 200 | 61,1     | %  |

**COMPRESSIONE**

|                |     |
|----------------|-----|
| $\sigma$       | kPa |
| $c_u$          | kPa |
| $\sigma_{Rim}$ | kPa |
| $c_{u\ Rim}$   | kPa |

**TAGLIO DIRETTO**

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| Prova consolidata-lenta |     |
| $c$                     | kPa |
| $\phi$                  | °   |
| $c_{Res}$               | kPa |
| $\phi_{Res}$            | °   |

**PERMEABILITA'**

|                |           |        |
|----------------|-----------|--------|
| Coefficiente k | 2,490E-04 | cm/sec |
|----------------|-----------|--------|

**COMPRESSIONE TRIASSIALE**

|      |           |     |              |   |
|------|-----------|-----|--------------|---|
| C.D. | $C_d$     | kPa | $\phi_d$     | ° |
| C.U. | $C'_{cu}$ | kPa | $\phi'_{cu}$ | ° |
|      | $C_{cu}$  | kPa | $\phi_{cu}$  | ° |
| U.U. | $C_u$     | kPa | $\phi_u$     | ° |

**PROVA EDOMETRICA**

| $\sigma$<br>kPa | E<br>kPa | $C_v$<br>cm <sup>2</sup> /sec | k<br>cm/sec |
|-----------------|----------|-------------------------------|-------------|
| 12,3 ÷ 24,5     | 5688     | 0,000271                      | 4,67E-09    |
| 24,5 ÷ 49,0     | 4512     | 0,000176                      | 3,82E-09    |
| 49,0 ÷ 98,1     | 5908     | 0,000111                      | 1,83E-09    |
| 98,1 ÷ 196,2    | 8277     | 0,000205                      | 2,43E-09    |
| 196,2 ÷ 392,3   | 9231     | 0,000344                      | 3,66E-09    |
| 392,3 ÷ 784,6   | 12222    | 0,000504                      | 4,05E-09    |
| 784,6 ÷ 1569,3  | 20171    | 0,000322                      | 1,57E-09    |

**FOTOGRAFIA**



**OSSERVAZIONI**

|                              |  |                           |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Tipo di campione: Cilindrico |  | Qualità del campione: Q 5 |
|------------------------------|--|---------------------------|

| Posizione delle prove |   | cm | Rp<br>kPa | VT<br>kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE  |
|-----------------------|---|----|-----------|-----------|----|---|
| CF                    | K | ED | GR        |           |    |   |
|                       |   |    |           |           |    | Limo con sabbia argilloso mediamente addensato<br>Munsell Soil Color Charts : 2.5Y 4/4 marrone oliva  |
|                       |   |    |           | 50        |    | Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test<br>< 24.5 kPa molto molle<br>24.5 - 49.1 kPa molle<br>49.1 - 98.1 kPa plastico<br>98.1 - 196.2 kPa consistente<br>196.2 - 392.4 kPa molto consistente<br>>392,4 kPa duro |
|                       |   |    |           | 40        |    |   |
|                       |   |    |           | 40        |    |   |
|                       |   |    |           |           | 49 |   |



**LABOTER snc**  
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

|   |            |                                    |                          |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02867               | Pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: 28/09/16 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            | <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi: 29/09/16   |

|   |                    |                               |
|---|--------------------|-------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                    |                               |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                    |                               |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1   | <b>CAMPIONE:</b> 2 | <b>PROFONDITA':</b> m 7.0-7.5 |

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 30,0 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



|  |                             |                          |
|--|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 02868</b> Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 10/10/16 | Inizio analisi: 28/09/16 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 286 del 23/09/16     | Apertura campione: 28/09/16 | Fine analisi: 28/09/16   |

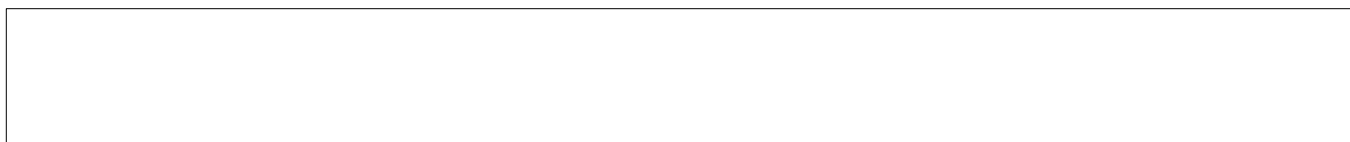
|  |             |                |         |
|--|-------------|----------------|---------|
| COMMITTENTE: Dott. Geol. Andrea Petresi                  |             |                |         |
| RIFERIMENTO: Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |             |                |         |
| SONDAGGIO: 1   | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m | 7.0-7.5 |

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 18,1 kN/m<sup>3</sup>**





|   |            |                                    |                          |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02869               | Pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: 29/09/16 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            | <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi: 29/09/16   |

|  |                    |                       |         |
|--|--------------------|-----------------------|---------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                 |                    |                       |         |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terriciola - Pisa (PI) |                    |                       |         |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1  | <b>CAMPIONE:</b> 2 | <b>PROFONDITA':</b> m | 7.0-7.5 |

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = 26,0**  
 $\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = 26,0**

Metodo:      A      B

Capacità del picnometro:     100 ml

Temperatura di prova:     22,5 °C





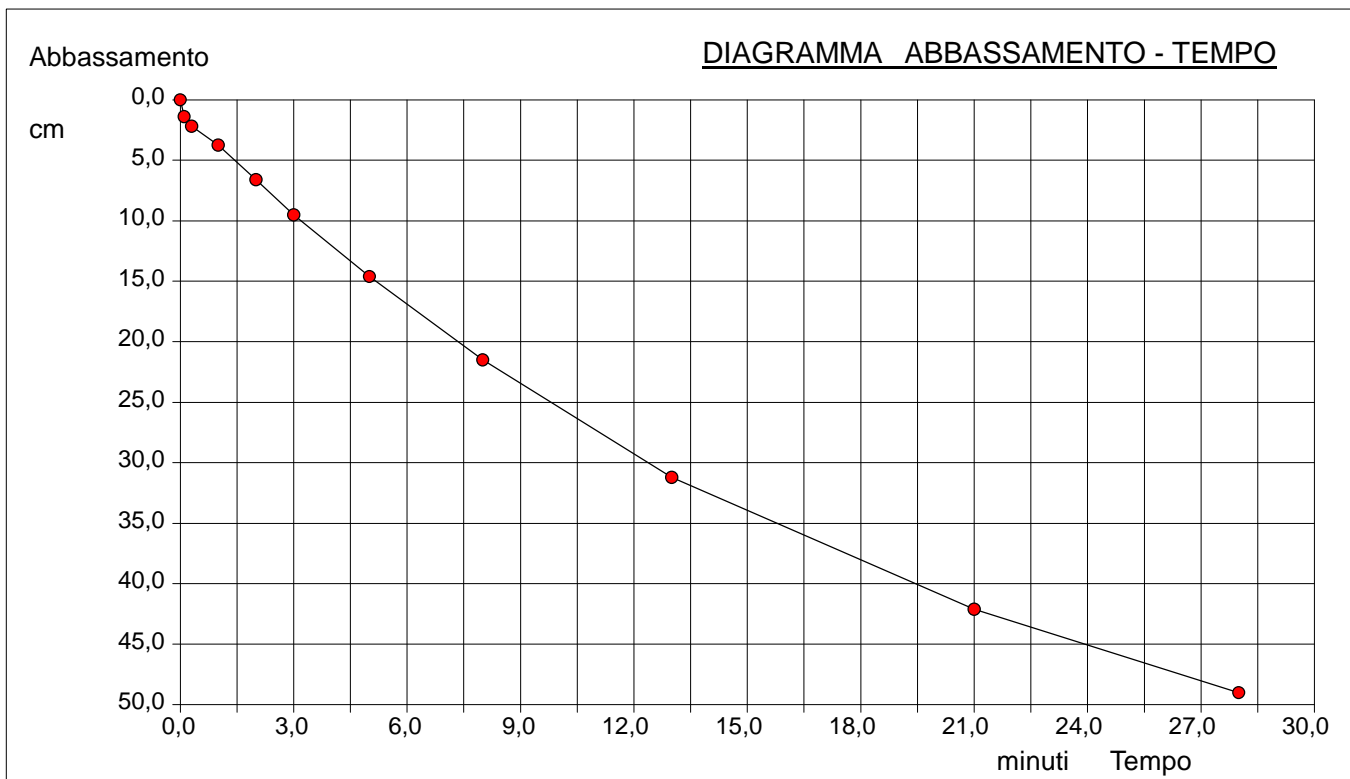
|   |            |
|---|------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02870               | Pagina 1/1 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            |

|                                    |                 |          |
|------------------------------------|-----------------|----------|
| <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: | 30/09/16 |
| <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi:   | 04/10/16 |

|   |                    |                               |
|---|--------------------|-------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                    |                               |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                    |                               |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1   | <b>CAMPIONE:</b> 2 | <b>PROFONDITA':</b> m 7.0-7.5 |

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN EDMETRO

| CARATTERISTICHE DEL PROVINO |          |                   | Tempo minuti | Abbassamento tot. cm | Abbassamento parz. cm | Permeabilità cm/sec |
|-----------------------------|----------|-------------------|--------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Altezza provino             | 2,00     | cm                | 0,1          | 1,4                  | 1,4                   | 2,38E-04            |
| Diametro provino            | 5,03     | cm                | 0,3          | 2,2                  | 0,8                   | 6,91E-05            |
| Sezione provino             | 19,87    | cm <sup>2</sup>   | 1,0          | 3,7                  | 1,6                   | 4,00E-05            |
| Volume provino              | 39,74    | cm <sup>3</sup>   | 2,0          | 6,6                  | 2,9                   | 5,38E-05            |
| Massa provino               | 78,9     | g                 | 3,0          | 9,5                  | 2,9                   | 5,83E-05            |
| Peso di volume              | 19,5     | kN/m <sup>3</sup> | 5,0          | 14,6                 | 5,1                   | 5,67E-05            |
| Umidità provino             | - -      | %                 | 8,0          | 21,5                 | 6,9                   | 6,09E-05            |
|                             |          |                   | 13,0         | 31,2                 | 9,7                   | 7,02E-05            |
|                             |          |                   | 21,0         | 42,1                 | 10,9                  | 9,14E-05            |
|                             |          |                   | 28,0         | 49,0                 | 6,9                   | 2,49E-04            |
| Carico idraulico iniziale   | 50,00    | cm                |              |                      |                       |                     |
| Coeff. di permeabilità      | 2,49E-04 | cm/sec            |              |                      |                       |                     |





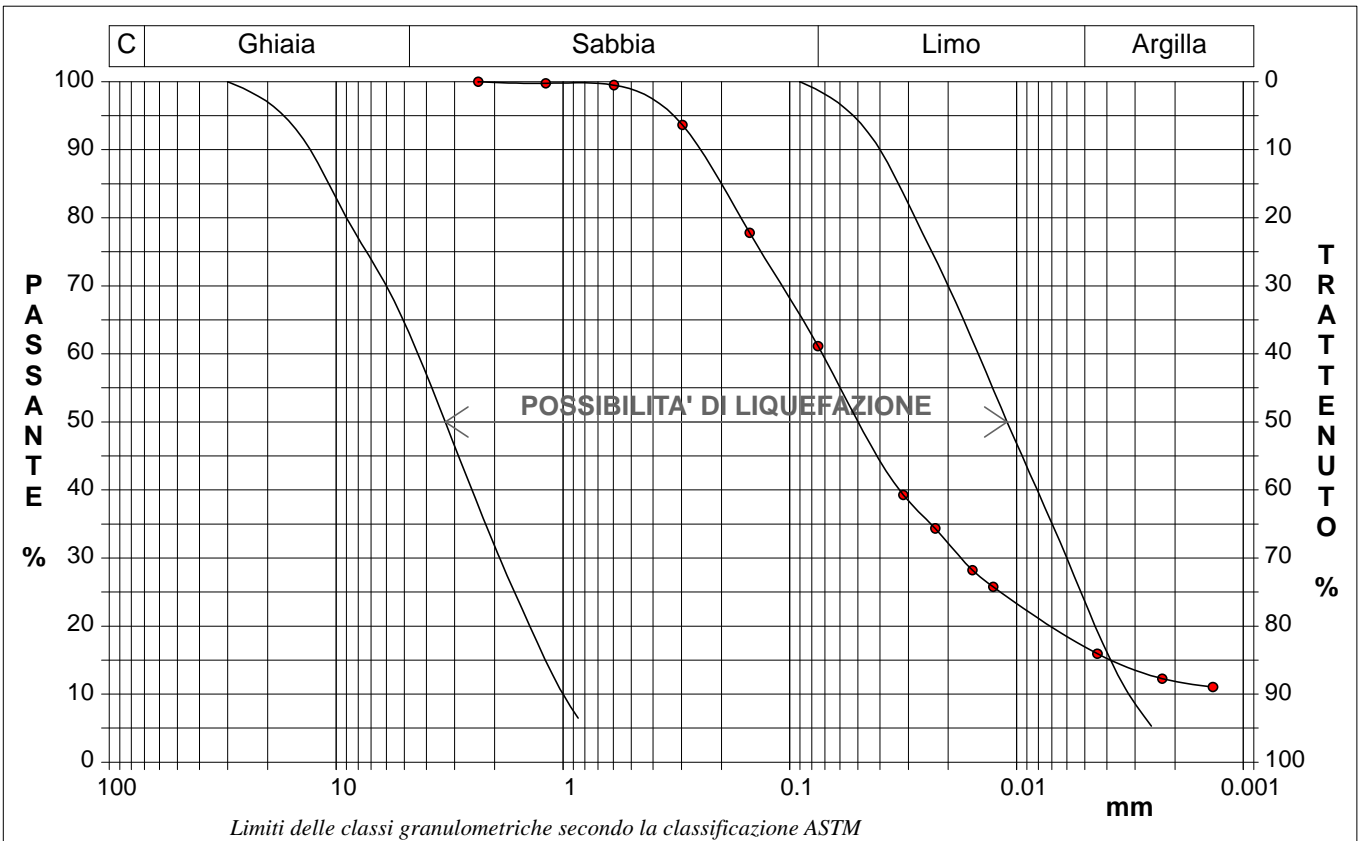
|   |            |                                    |                          |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02871               | Pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: 30/09/16 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            | <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi: 03/10/16   |

|   |                    |                               |
|---|--------------------|-------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                    |                               |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                    |                               |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1   | <b>CAMPIONE:</b> 2 | <b>PROFONDITA':</b> m 7.0-7.5 |

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

|                            |        |                                  |                           |     |            |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|-----|------------|
| Ghiaia                     | 0,0 %  | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 99,9 %                    | D10 | 0,00088 mm |
| Sabbia                     | 38,9 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 96,1 %                    | D30 | 0,01746 mm |
| Limo                       | 44,0 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 61,1 %                    | D50 | 0,04827 mm |
| Argilla                    | 17,1 % |                                  |                           | D60 | 0,07172 mm |
| Coefficiente di uniformità |        | 81,49                            | Coefficiente di curvatura |     | 4,83       |
|                            |        |                                  |                           | D90 | 0,25392 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 2,3600      | 100,00     | 0,0750      | 61,13      | 0,0044      | 15,95      |             |            |             |            |
| 1,1900      | 99,76      | 0,0315      | 39,25      | 0,0023      | 12,27      |             |            |             |            |
| 0,5950      | 99,49      | 0,0228      | 34,35      | 0,0014      | 11,04      |             |            |             |            |
| 0,2970      | 93,64      | 0,0156      | 28,21      |             |            |             |            |             |            |
| 0,1500      | 77,77      | 0,0127      | 25,76      |             |            |             |            |             |            |



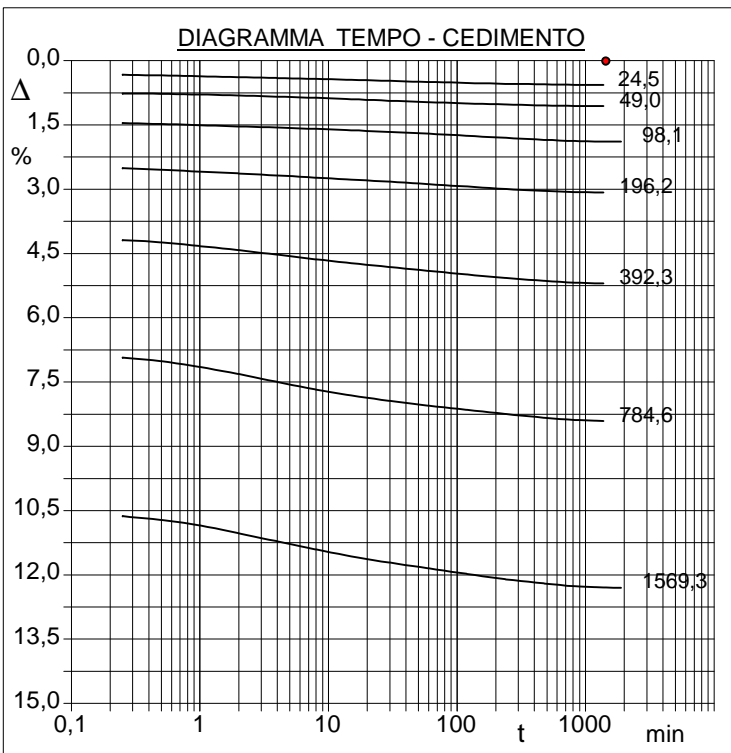
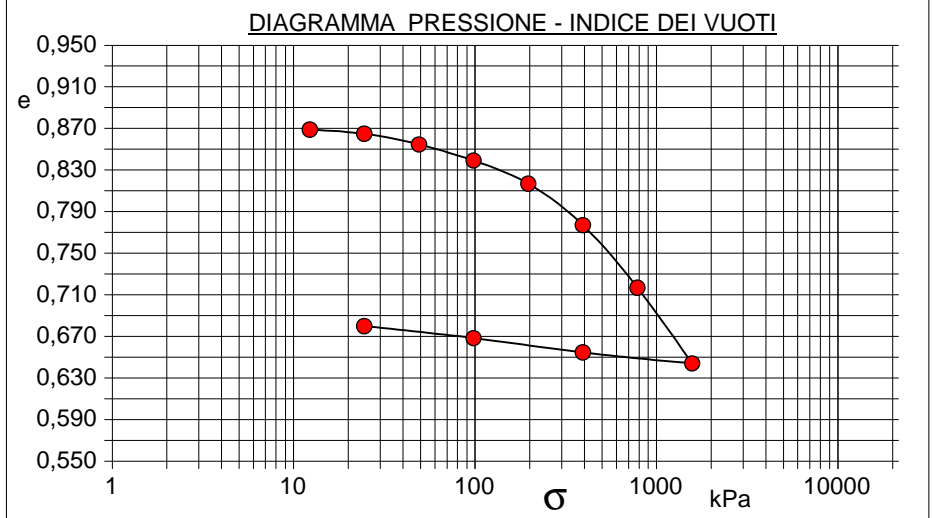
|   |            |                                    |                          |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02872               | Pagina 1/2 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: 28/09/16 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            | <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi: 09/10/16   |

|   |                    |                               |  |
|---|--------------------|-------------------------------|--|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                    |                               |  |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                    |                               |  |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1   | <b>CAMPIONE:</b> 2 | <b>PROFONDITA':</b> m 7.0-7.5 |  |

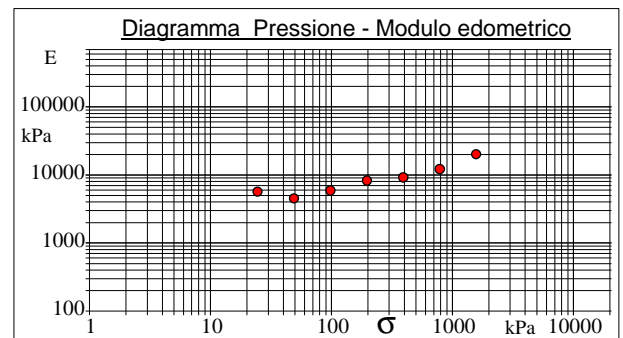
**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

| Caratteristiche del campione        |       |
|-------------------------------------|-------|
| Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> ) | 18,09 |
| Umidità (%)                         | 30,4  |
| Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> ) | 26,01 |
| Altezza provino cm                  | 2,00  |
| Diametro provino cm                 | 5,00  |
| Sezione provino (cm <sup>2</sup> )  | 19,63 |
| Volume provino (cm <sup>3</sup> )   | 39,27 |
| Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> ) | 18,32 |
| Indice dei vuoti                    | 0,87  |
| Porosità (%)                        | 46,65 |
| Saturazione (%)                     | 92,2  |



| Pressione kPa | Cedim. mm/100 | Indice Vuoti | Cc    | Modulo kPa | Cv cm <sup>2</sup> /sec | k cm/sec |
|---------------|---------------|--------------|-------|------------|-------------------------|----------|
| 12,3          | 6,0           | 0,869        |       |            |                         |          |
| 24,5          | 10,3          | 0,865        | 0,013 | 5688       | 0,000271                | 4,67E-09 |
| 49,0          | 21,2          | 0,855        | 0,034 | 4512       | 0,000176                | 3,82E-09 |
| 98,1          | 37,8          | 0,839        | 0,052 | 5908       | 0,000111                | 1,83E-09 |
| 196,2         | 61,5          | 0,817        | 0,074 | 8277       | 0,000205                | 2,43E-09 |
| 392,3         | 104,0         | 0,777        | 0,132 | 9231       | 0,000344                | 3,66E-09 |
| 784,6         | 168,2         | 0,717        | 0,200 | 12222      | 0,000504                | 4,05E-09 |
| 1569,3        | 246,0         | 0,644        | 0,242 | 20171      | 0,000322                | 1,57E-09 |
| 392,3         | 234,6         | 0,655        |       |            |                         |          |
| 98,1          | 220,0         | 0,668        |       |            |                         |          |
| 24,5          | 207,6         | 0,680        |       |            |                         |          |







|   |            |                                    |                          |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 02872               | Pagina 2/2 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/10/16 | Inizio analisi: 28/09/16 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 286 del 23/09/16 |            | <b>Apertura campione:</b> 28/09/16 | Fine analisi: 09/10/16   |

|   |                    |                               |  |
|---|--------------------|-------------------------------|--|
| <b>COMMITTENTE:</b> Dott. Geol. Andrea Petresi                  |                    |                               |  |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Cantiere La Rosa di Terricciola - Pisa (PI) |                    |                               |  |
| <b>SONDAGGIO:</b> 1   | <b>CAMPIONE:</b> 2 | <b>PROFONDITA':</b> m 7.0-7.5 |  |

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

| Pressione 24,5 kPa |               |           |               | Pressione 49,0 kPa |               |           |               | Pressione 98,1 kPa |               |           |               | Pressione 196,2 kPa |               |           |               |
|--------------------|---------------|-----------|---------------|--------------------|---------------|-----------|---------------|--------------------|---------------|-----------|---------------|---------------------|---------------|-----------|---------------|
| Tempo min          | Cedim. mm/100 | Tempo min | Cedim. mm/100 | Tempo min          | Cedim. mm/100 | Tempo min | Cedim. mm/100 | Tempo min          | Cedim. mm/100 | Tempo min | Cedim. mm/100 | Tempo min           | Cedim. mm/100 | Tempo min | Cedim. mm/100 |
| 0,02               | 0,2           |           |               | 0,02               | 11,3          |           |               | 0,02               | 21,2          |           |               | 0,02                | 37,8          |           |               |
| 0,25               | 2,7           |           |               | 0,25               | 15,3          |           |               | 0,25               | 29,1          |           |               | 0,25                | 50,2          |           |               |
| 0,50               | 2,8           |           |               | 0,50               | 15,5          |           |               | 0,50               | 29,6          |           |               | 0,50                | 50,9          |           |               |
| 1,00               | 2,9           |           |               | 1,00               | 15,8          |           |               | 1,00               | 30,1          |           |               | 1,00                | 51,8          |           |               |
| 2,00               | 3,1           |           |               | 2,00               | 16,2          |           |               | 2,00               | 30,7          |           |               | 2,00                | 52,6          |           |               |
| 4,00               | 3,3           |           |               | 4,00               | 16,8          |           |               | 4,00               | 31,2          |           |               | 4,00                | 53,6          |           |               |
| 8,00               | 3,4           |           |               | 8,00               | 17,3          |           |               | 8,00               | 31,8          |           |               | 8,00                | 54,6          |           |               |
| 15,00              | 3,6           |           |               | 15,00              | 17,9          |           |               | 15,00              | 32,5          |           |               | 15,00               | 55,5          |           |               |
| 30,00              | 3,8           |           |               | 30,00              | 18,7          |           |               | 30,00              | 33,2          |           |               | 30,00               | 56,5          |           |               |
| 60,00              | 4,0           |           |               | 60,00              | 19,4          |           |               | 60,00              | 34,1          |           |               | 60,00               | 57,7          |           |               |
| 120,00             | 4,2           |           |               | 120,00             | 20,0          |           |               | 120,00             | 35,1          |           |               | 120,00              | 58,8          |           |               |
| 240,00             | 4,3           |           |               | 240,00             | 20,5          |           |               | 240,00             | 36,0          |           |               | 240,00              | 59,9          |           |               |
| 480,00             | 4,4           |           |               | 480,00             | 20,9          |           |               | 480,00             | 36,9          |           |               | 480,00              | 60,8          |           |               |
| 900,00             | 4,5           |           |               | 900,00             | 21,1          |           |               | 900,00             | 37,6          |           |               | 900,00              | 61,4          |           |               |
| 1200,00            | 4,5           |           |               | 1200,00            | 21,2          |           |               | 1200,00            | 37,7          |           |               | 1200,00             | 61,5          |           |               |
| 1406,37            | 4,5           |           |               | 1440,00            | 21,2          |           |               | 1440,00            | 37,8          |           |               | 1440,00             | 61,5          |           |               |
|                    |               |           |               |                    |               |           |               | 2160,00            | 37,8          |           |               |                     |               |           |               |

| Pressione 392,3 kPa |               |           |               | Pressione 784,6 kPa |               |           |               | Pressione 1569,3 kPa |               |           |               | Pressione -- kPa |               |           |               |
|---------------------|---------------|-----------|---------------|---------------------|---------------|-----------|---------------|----------------------|---------------|-----------|---------------|------------------|---------------|-----------|---------------|
| Tempo min           | Cedim. mm/100 | Tempo min | Cedim. mm/100 | Tempo min           | Cedim. mm/100 | Tempo min | Cedim. mm/100 | Tempo min            | Cedim. mm/100 | Tempo min | Cedim. mm/100 | Tempo min        | Cedim. mm/100 | Tempo min | Cedim. mm/100 |
| 0,02                | 61,5          |           |               | 0,02                | 104,0         |           |               | 0,02                 | 168,2         |           |               |                  |               |           |               |
| 0,25                | 83,7          |           |               | 0,25                | 138,6         |           |               | 0,25                 | 212,6         |           |               |                  |               |           |               |
| 0,50                | 84,8          |           |               | 0,50                | 140,3         |           |               | 0,50                 | 214,4         |           |               |                  |               |           |               |
| 1,00                | 86,5          |           |               | 1,00                | 143,0         |           |               | 1,00                 | 217,0         |           |               |                  |               |           |               |
| 2,00                | 88,4          |           |               | 2,00                | 146,3         |           |               | 2,00                 | 220,6         |           |               |                  |               |           |               |
| 4,00                | 90,6          |           |               | 4,00                | 150,0         |           |               | 4,00                 | 224,4         |           |               |                  |               |           |               |
| 8,00                | 92,7          |           |               | 8,00                | 153,5         |           |               | 8,00                 | 228,1         |           |               |                  |               |           |               |
| 15,00               | 94,5          |           |               | 15,00               | 156,3         |           |               | 15,00                | 231,4         |           |               |                  |               |           |               |
| 30,00               | 96,3          |           |               | 29,98               | 158,8         |           |               | 30,00                | 234,3         |           |               |                  |               |           |               |
| 60,00               | 98,1          |           |               | 59,98               | 161,1         |           |               | 60,00                | 236,9         |           |               |                  |               |           |               |
| 120,00              | 99,8          |           |               | 119,98              | 163,0         |           |               | 120,00               | 239,6         |           |               |                  |               |           |               |
| 240,00              | 101,5         |           |               | 239,98              | 165,0         |           |               | 240,00               | 242,1         |           |               |                  |               |           |               |
| 480,00              | 102,8         |           |               | 479,98              | 166,7         |           |               | 480,00               | 244,1         |           |               |                  |               |           |               |
| 900,00              | 103,7         |           |               | 899,98              | 167,8         |           |               | 900,00               | 245,4         |           |               |                  |               |           |               |
| 1199,98             | 103,9         |           |               | 1199,98             | 168,1         |           |               | 1200,00              | 245,7         |           |               |                  |               |           |               |
| 1439,98             | 104,0         |           |               | 1439,98             | 168,2         |           |               | 1440,00              | 245,9         |           |               |                  |               |           |               |
|                     |               |           |               |                     |               |           |               | 2160,00              | 246,0         |           |               |                  |               |           |               |

## COMUNE DI TERRICCIOLA (PI)

Indagine geofisica down hole eseguita per la  
realizzazione di fabbricato artigianale in loc. la Rosa

Ottobre 2016

Indagine geofisica down hole eseguita per la realizzazione di  
fabbricato artigianale in loc. la Rosa

### PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati di un'indagine sismica "down hole" eseguita, su incarico della committenza, in via Salaiola nel comune di Terricciola (PI) per l'intervento di realizzazione di fabbricato artigianale.

Le misure sono state effettuate all'interno di un sondaggio geognostico, attrezzato per l'esecuzione di prove down-hole, che sono state eseguite nel tratto compreso tra 33 m di profondità ed il piano di campagna.

### GENERALITÀ SULLE PROSPEZIONI SISMICHE DOWN HOLE

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio opportunamente rivestito (figura 1).

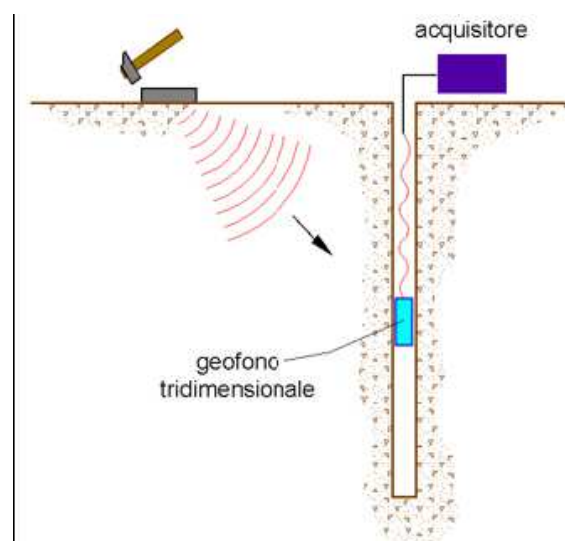


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

- 1) una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- 2) uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;

- 3) un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- 4) un trasduttore (trigger) per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.

Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante rivestimento o di fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo (mediamente  $\phi < 15$  cm).

I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, generalmente in PVC pesante da piezometri  $\phi$  80 mm, e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e talvolta bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso.

Prima di iniziare l'indagine è opportuno assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

La sorgente consiste in una piastra (di alluminio, acciaio, legno, ...) per l'energizzazione delle onde  $V_p$  che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 - 3,0 m; alla stessa distanza è posta la trave di battuta per l'energizzazione delle onde  $V_s$ , orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro.

Alla sorgente (mazza di battuta od esplosivo) è agganciato il trasduttore di velocità o l'interruttore meccanico utilizzato come trigger.

A questo punto il ricevitore viene assicurato alla parete del tubo di rivestimento in PVC mediante il dispositivo ad aria compressa integrato nel geofono tridimensionale, e le sorgenti vengono colpite rispettivamente in senso verticale (per generare onde di compressione P) e lateralmente (generando onde di taglio SH); al momento dell'energizzazione, con massa battente da almeno 5 kg, parte la registrazione del segnale di trigger e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni, la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

Interpretazione - Metodo diretto

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto ( $t$ ) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se  $d$  è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 2),  $r$  la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori,  $z$  la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti ( $t_{corr}$ ) mediante la seguente formula di conversione:

$$t_{corr} = \frac{z}{r} t$$

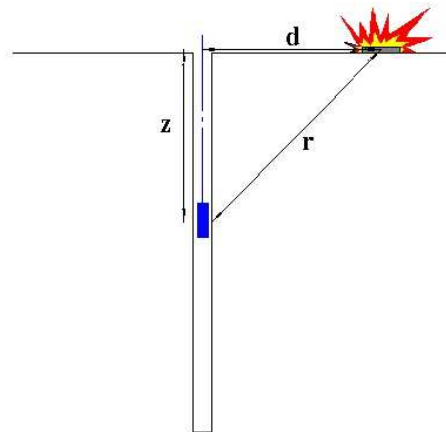


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico  $t_{corr}$ - $z$  in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 3).

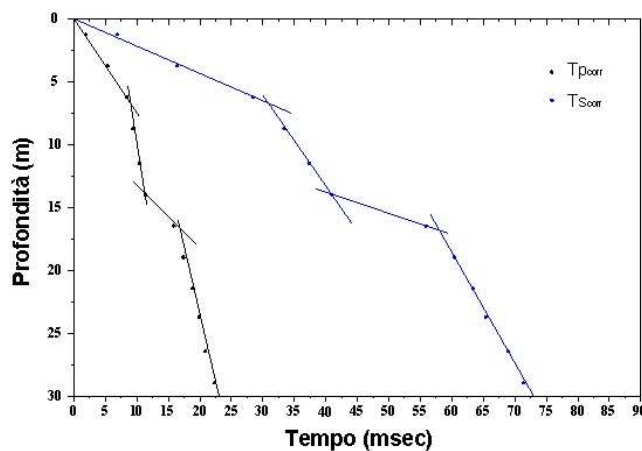


Figura 3 – Grafico delle dromocrone

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

1) coefficiente di Poisson medio:

$$\nu = (0,5 (V_p/V_s)^2 - 1) / ((V_p/V_s)^2 - 1)$$

2) modulo di Young medio:

$$E = V_s^2 \gamma ((3V_p^2 - 4V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2))$$

3) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$K = \gamma (V_p^2 - 4/3 V_s^2)$$

### Interpretazione - Metodo intervallo

Con il metodo intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi (figura 4) posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (velocità d'intervallo).

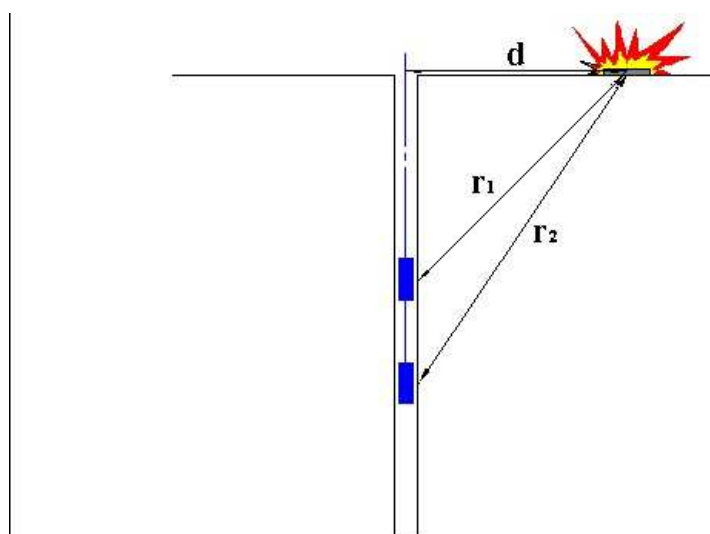


Figura 4 – Schema di down hole con metodo intervallo

Quando si dispone di un solo ricevitore, cioè nell'ipotesi in cui le coppie non corrispondano ad un unico impulso, i valori di velocità determinati vengono definiti di pseudo-intervallo, consentendo un'apparente migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la 1.0) e la velocità di intervallo delle onde P e S, con relativo grafico (figura 6), con la formula seguente:

$$v_{p,s} = \frac{r_2 - r_1}{t_{2corr} - t_{1corr}}$$

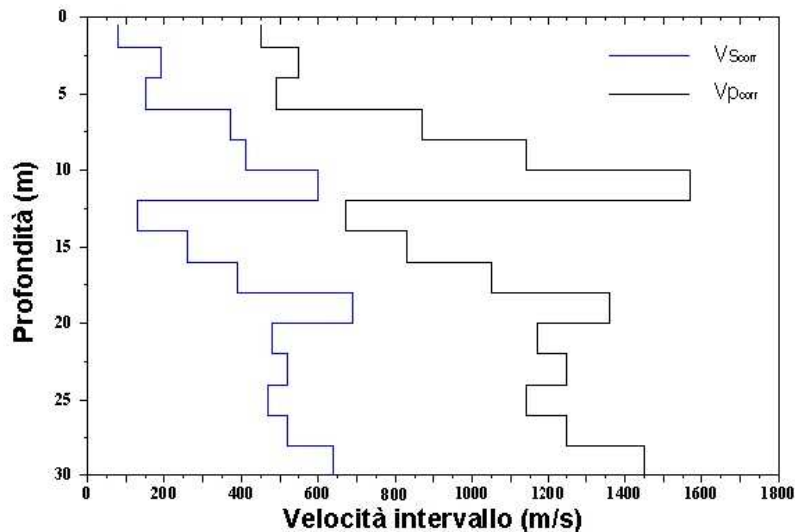


Figura 6 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

Ottenute le velocità intervallo si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate sopra.

I limiti del metodo intervallo sono :

- a) esso non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;
- b) non è applicabile nel caso in cui  $t_{2corr} < t_{1corr}$ .

#### ATTREZZATURA E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura *AMBROGEO "ECHO 12-24/2002 Sismic Unit"*, avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%

- . sampler:
  - 25 msec (191 punti)
  - 50 msec (383 punti)
  - 100 msec (1530 punti)
  - 200 msec (3060 punti)
  - 400 msec (6121 punti)
  - 1000 msec
- . sampling: 130 micro/sec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 2002" vers. 7.00.

L'attrezzatura è completata da geofono down hole tridimensionale con bombola di aria compressa per il "packer" di ancoraggio, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter e/o cannoncino per cartucce industriali con geofono starter per le onde *Sp*, cavo trigger da 200 m montato su rullo e trave di battuta per le onde *Sh*.

Le energizzazioni sono state eseguite a 3.00 m dall'asse del foro con rilievo delle onde sismiche *Sp* ed *Sh*. Il canale 1 del sismografo è stato utilizzato per l'acquisizione delle onde *Vp*, con tempo di acquisizione 200 msec, mentre i canali 2 e 3 sono stati utilizzati per l'acquisizione delle onde *Vs* collegandosi ai due sensori ortogonali del geofono tridimensionale, con tempo di acquisizione 200 msec.

L'acquisizione è iniziata da - 33 m da p.c., fino alla quota di -1 m da p.c.

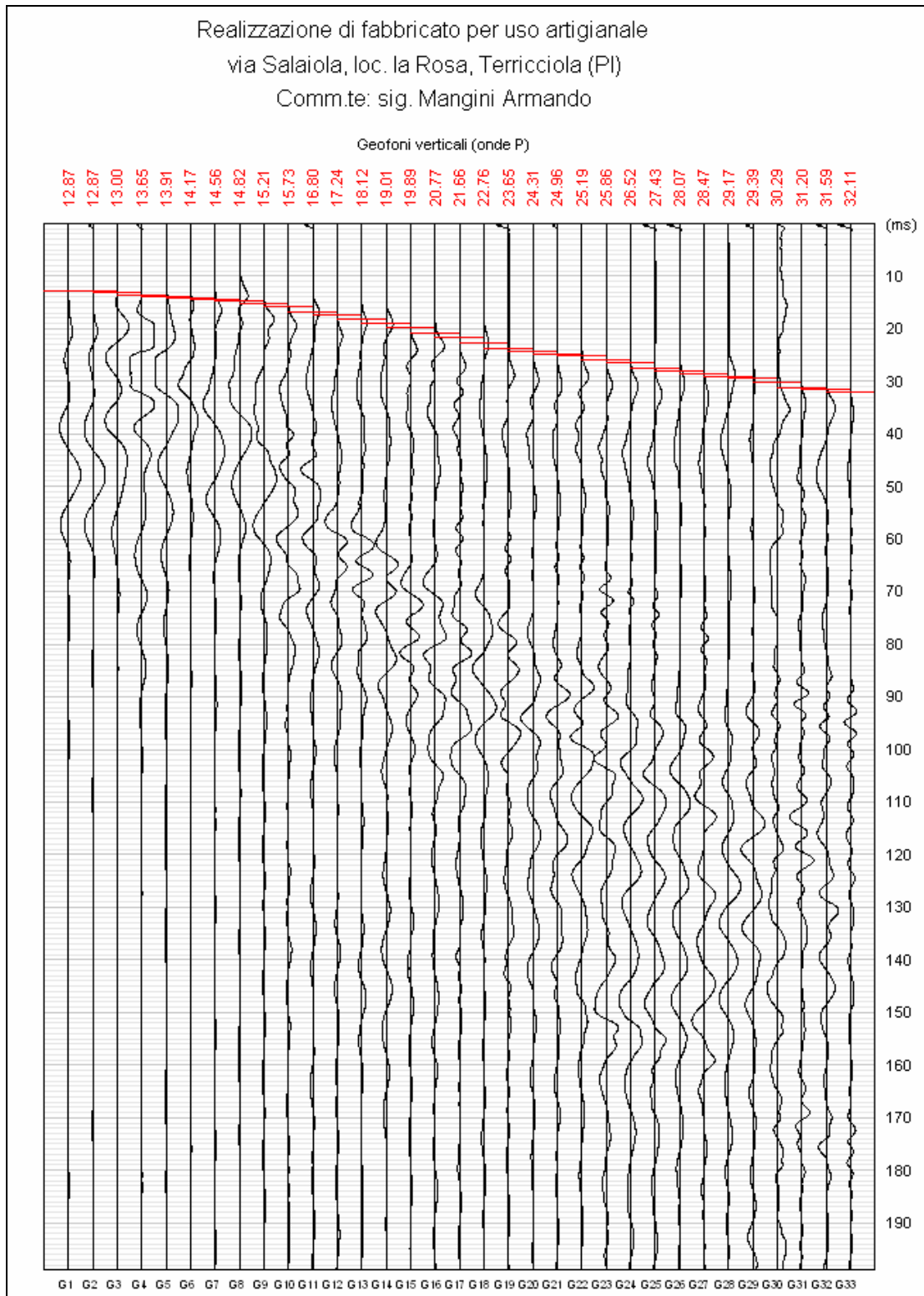
#### INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *Intersism 2.0* della *geo&soft international*. Tale programma è in grado di operare direttamente con i dati della strumentazione *Ambrogeo* (\*.dat \*.sgy) per la definizione dei tempi di primo arrivo ed il successivo tracciamento delle *dromocrone* (*travel-time curves*).

Il calcolo è stato eseguito con il metodo dell'intercetta, che nel caso specifico si è dimostrato efficace ed adatto. Nella pagine che seguono sono quindi riportati i diagrammi relativi alle dromocrone (primi arrivi) relativi alle onde P ed onde S, la ricostruzione stratigrafica che ne deriva, e l'interpretazione completa dei dati sismici.

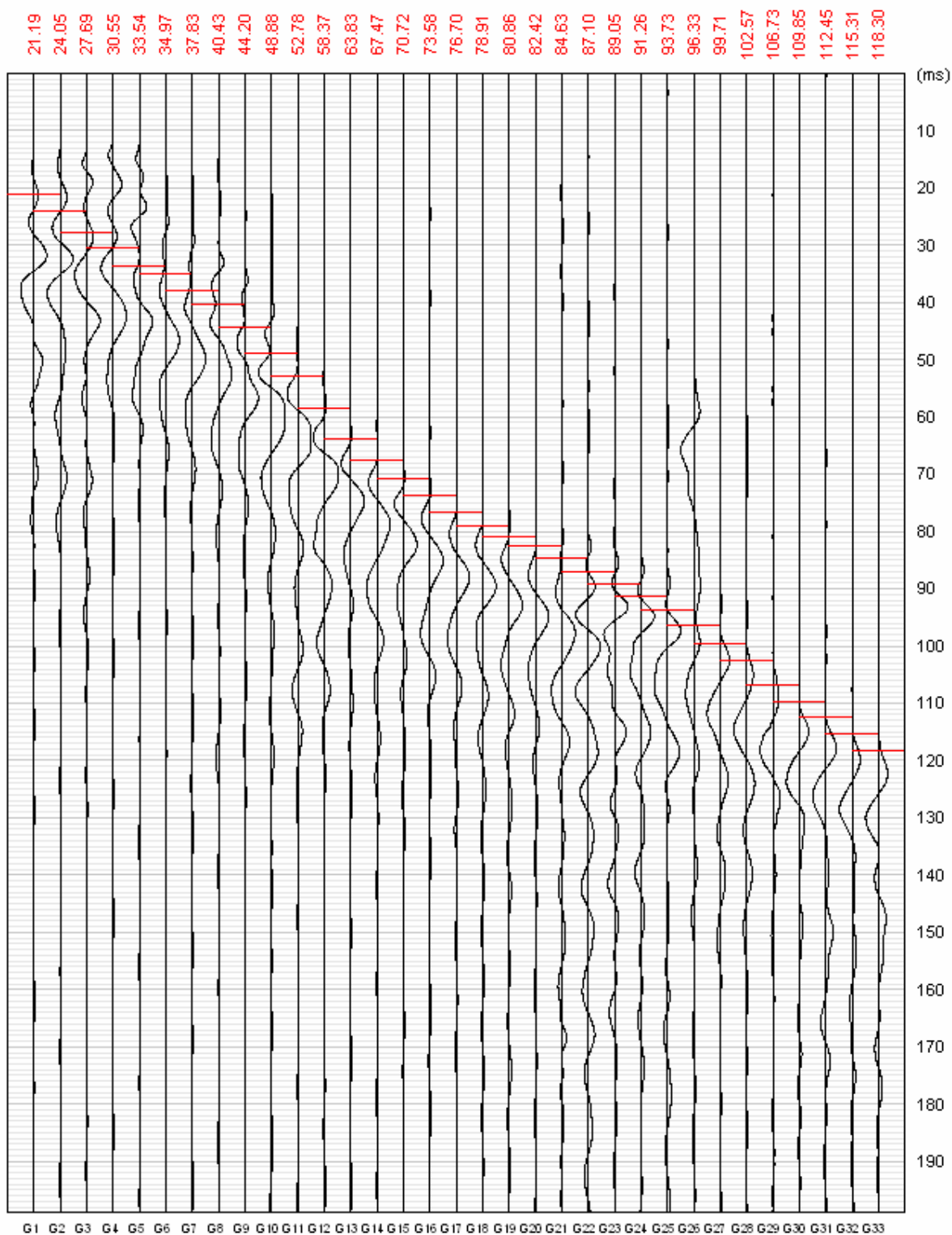


Si ricorda che la stratigrafia sismica può non corrispondere esattamente con quella geologica e geotecnica, dato che essa considera maggiormente le caratteristiche elastiche e di addensamento dei terreni piuttosto che la stratigrafia caratteristica.



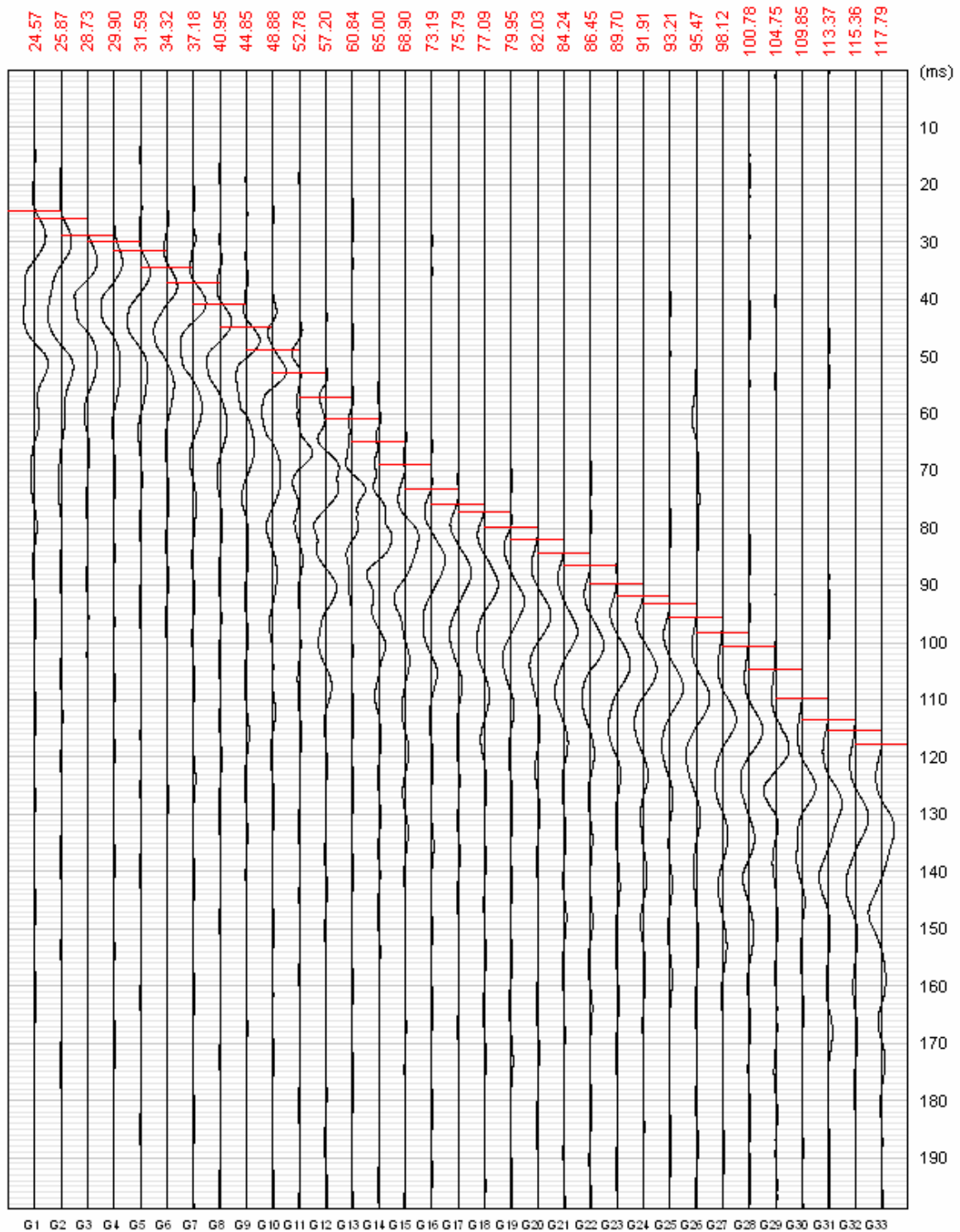
Realizzazione di fabbricato per uso artigianale  
via Salaiola, loc. la Rosa, Terricciola (PI)  
Comm.te: sig. Mangini Armando

Geofoni orizzontali (onde Sx)

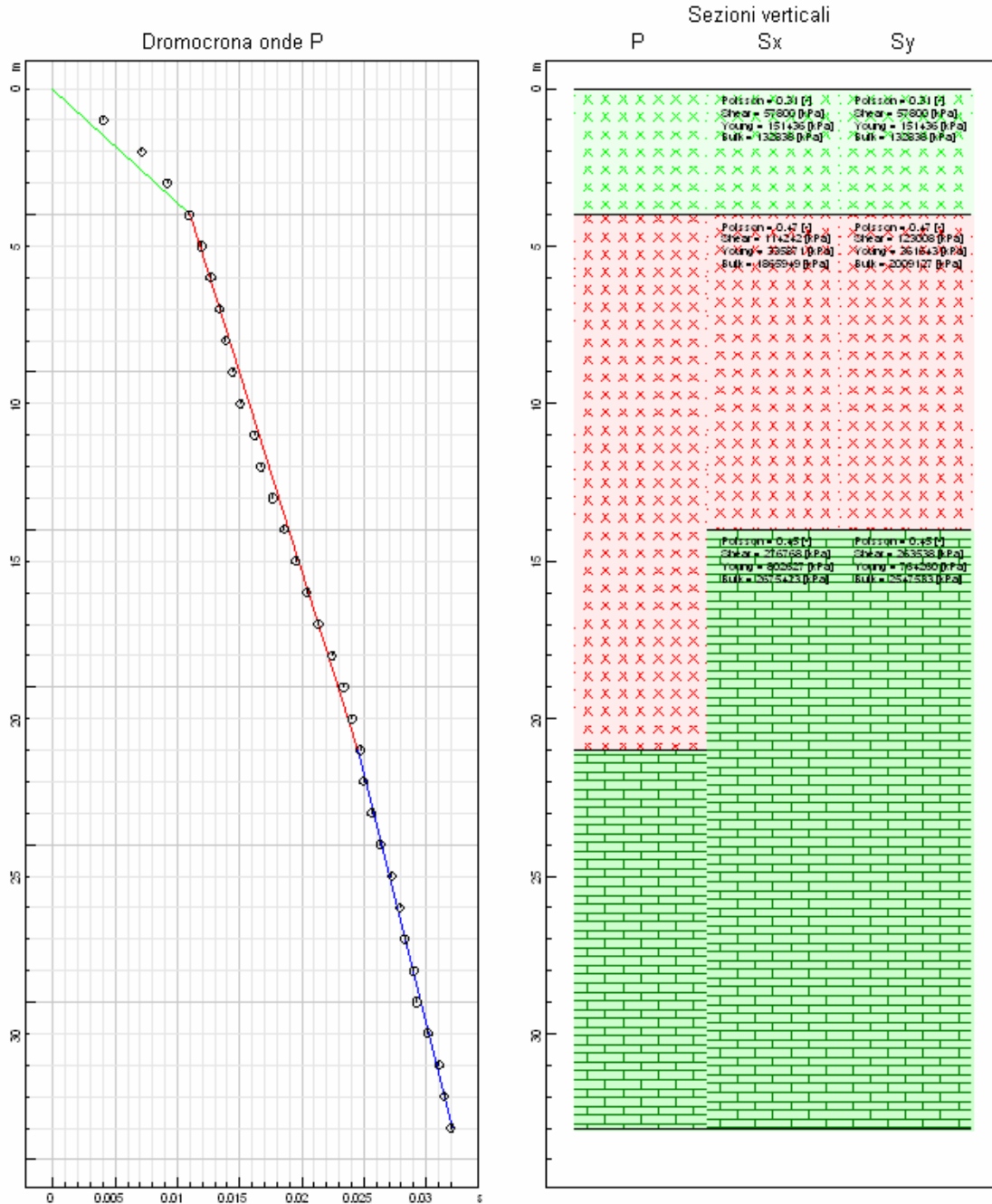


Realizzazione di fabbricato per uso artigianale  
via Salaiola, loc. la Rosa, Terricciola (PI)  
Comm.te: sig. Mangini Armando

Geofoni orizzontali (onde Sy)

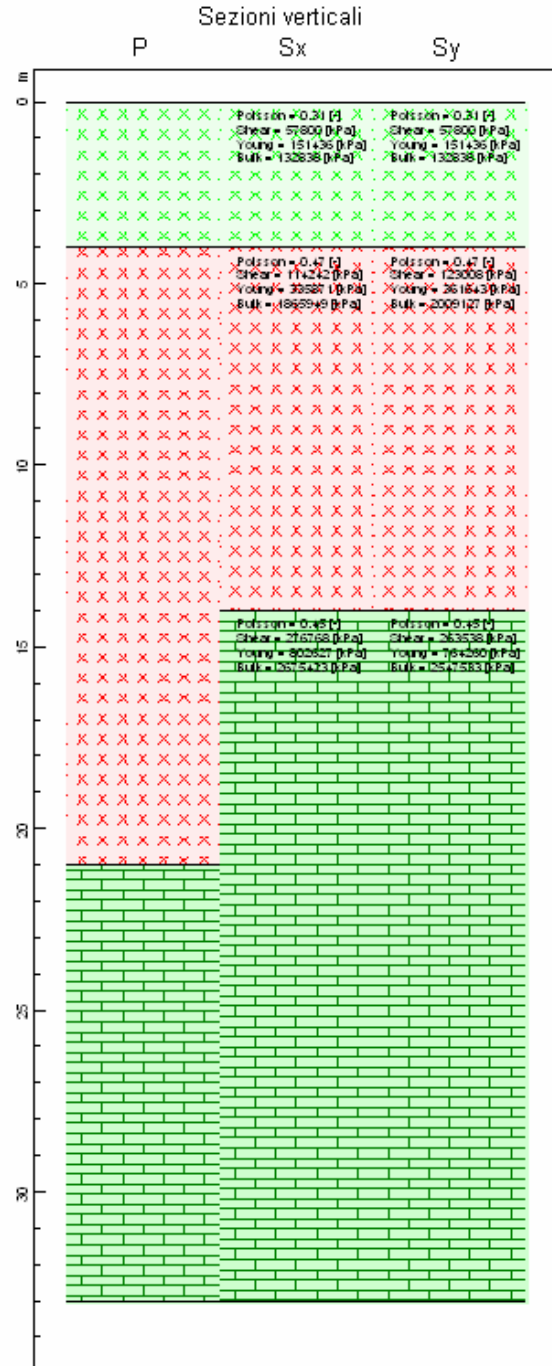
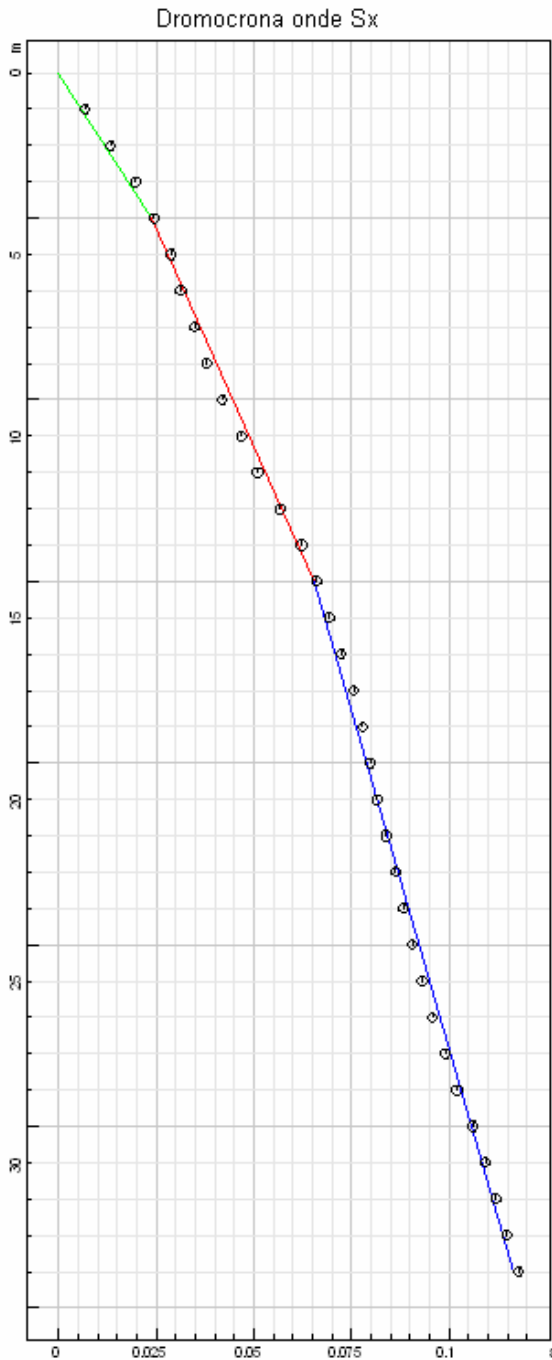


Realizzazione di fabbricato per uso artigianale  
 via Salaiola, loc. la Rosa, Terricciola (PI)  
 Comm.te: sig. Mangini Armando



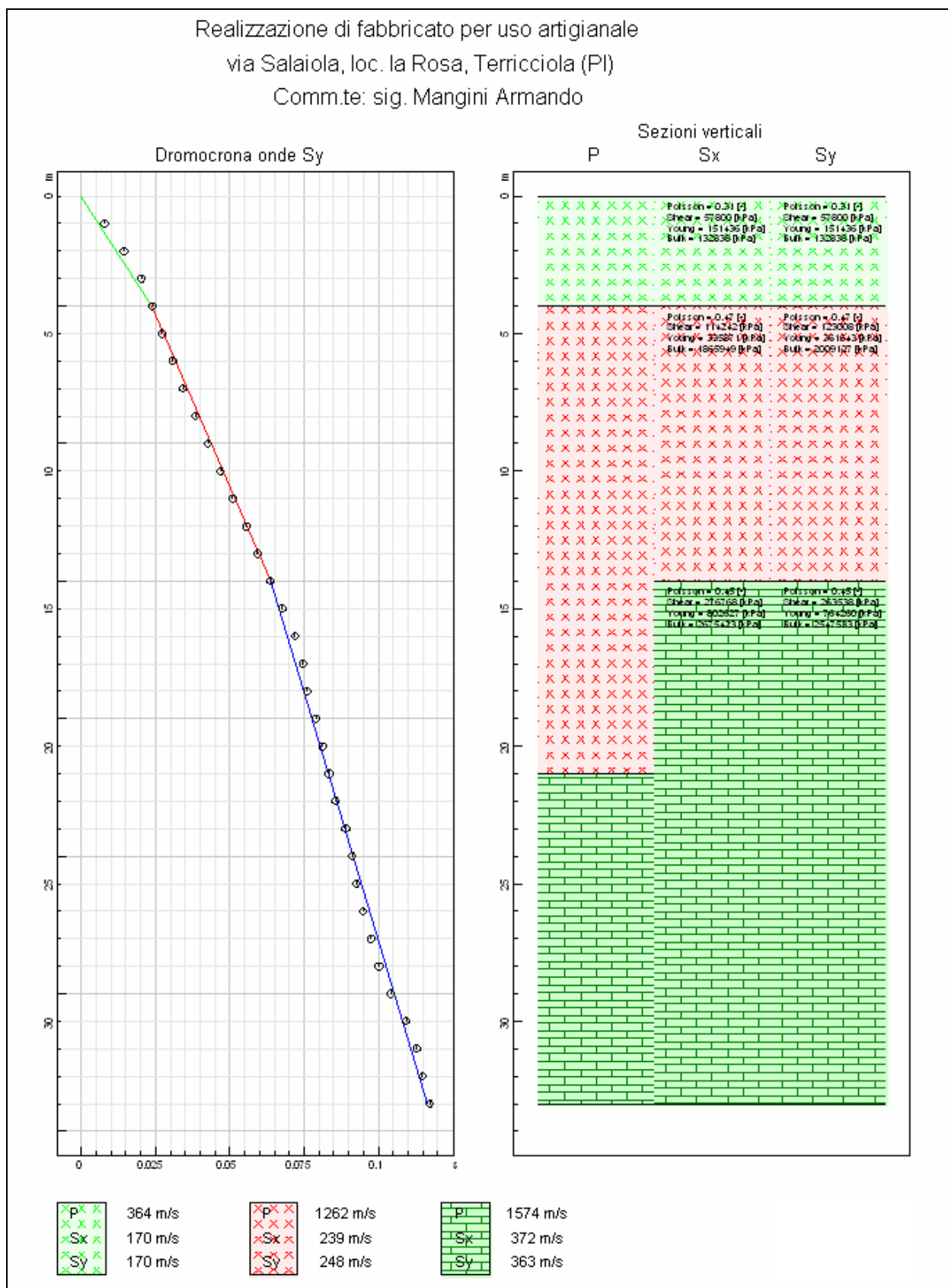
|  |         |  |          |  |          |
|--|---------|--|----------|--|----------|
|  | 364 m/s |  | 1262 m/s |  | 1574 m/s |
|  | 170 m/s |  | 239 m/s  |  | 372 m/s  |
|  | 170 m/s |  | 248 m/s  |  | 363 m/s  |

Realizzazione di fabbricato per uso artigianale  
 via Salaiola, loc. la Rosa, Terricciola (PI)  
 Comm.te: sig. Mangini Armando



|    |         |    |          |    |          |
|----|---------|----|----------|----|----------|
| P  | 364 m/s | P  | 1262 m/s | P  | 1574 m/s |
| Sx | 170 m/s | Sx | 239 m/s  | Sx | 372 m/s  |
| Sy | 170 m/s | Sy | 248 m/s  | Sy | 363 m/s  |

Realizzazione di fabbricato per uso artigianale  
 via Salaiola, loc. la Rosa, Terricciola (PI)  
 Comm.te: sig. Mangini Armando



## ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

Realizzazione di fabbricato per uso artigianale  
via Salaiola, loc. la Rosa, Terricciola (PI)  
Comm.te: sig. Mangini Armando

## DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO

Distanza = 3.00 [m]

## PRIMI ARRIVI

| N° Geof. | Profondità [m] | Onde P [ms] | Onde S (X) [ms] | Onde S (Y) [ms] | Onde P (corretti) [ms] | Onde S (X) (corretti) [ms] | Onde S (Y) (corretti) [ms] |
|----------|----------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1        | 1.00           | 12.87       | 21.19           | 24.57           | 4.07                   | 6.70                       | 7.77                       |
| 2        | 2.00           | 12.87       | 24.05           | 25.87           | 7.14                   | 13.34                      | 14.35                      |
| 3        | 3.00           | 13.00       | 27.69           | 28.73           | 9.19                   | 19.58                      | 20.32                      |
| 4        | 4.00           | 13.65       | 30.55           | 29.90           | 10.92                  | 24.44                      | 23.92                      |
| 5        | 5.00           | 13.91       | 33.54           | 31.59           | 11.93                  | 28.76                      | 27.09                      |
| 6        | 6.00           | 14.17       | 34.97           | 34.32           | 12.67                  | 31.28                      | 30.70                      |
| 7        | 7.00           | 14.56       | 37.83           | 37.18           | 13.38                  | 34.77                      | 34.17                      |
| 8        | 8.00           | 14.82       | 40.43           | 40.95           | 13.88                  | 37.86                      | 38.34                      |
| 9        | 9.00           | 15.21       | 44.20           | 44.85           | 14.43                  | 41.93                      | 42.55                      |
| 10       | 10.00          | 15.73       | 48.88           | 48.88           | 15.07                  | 46.82                      | 46.82                      |
| 11       | 11.00          | 16.80       | 52.78           | 52.78           | 16.20                  | 50.92                      | 50.92                      |
| 12       | 12.00          | 17.24       | 58.37           | 57.20           | 16.72                  | 56.63                      | 55.49                      |
| 13       | 13.00          | 18.12       | 63.83           | 60.84           | 17.66                  | 62.20                      | 59.28                      |
| 14       | 14.00          | 19.01       | 67.47           | 65.00           | 18.58                  | 65.97                      | 63.56                      |
| 15       | 15.00          | 19.89       | 70.72           | 68.90           | 19.50                  | 69.35                      | 67.56                      |
| 16       | 16.00          | 20.77       | 73.58           | 73.19           | 20.42                  | 72.32                      | 71.94                      |
| 17       | 17.00          | 21.66       | 76.70           | 75.79           | 21.33                  | 75.53                      | 74.64                      |
| 18       | 18.00          | 22.76       | 78.91           | 77.09           | 22.45                  | 77.84                      | 76.04                      |
| 19       | 19.00          | 23.65       | 80.86           | 79.95           | 23.36                  | 79.87                      | 78.97                      |
| 20       | 20.00          | 24.31       | 82.42           | 82.03           | 24.04                  | 81.51                      | 81.12                      |
| 21       | 21.00          | 24.96       | 84.63           | 84.24           | 24.71                  | 83.78                      | 83.39                      |
| 22       | 22.00          | 25.19       | 87.10           | 86.45           | 24.96                  | 86.30                      | 85.66                      |
| 23       | 23.00          | 25.86       | 89.05           | 89.70           | 25.64                  | 88.30                      | 88.95                      |
| 24       | 24.00          | 26.52       | 91.26           | 91.91           | 26.32                  | 90.56                      | 91.20                      |
| 25       | 25.00          | 27.43       | 93.73           | 93.21           | 27.23                  | 93.06                      | 92.55                      |
| 26       | 26.00          | 28.07       | 96.33           | 95.47           | 27.88                  | 95.70                      | 94.84                      |
| 27       | 27.00          | 28.47       | 99.71           | 98.12           | 28.30                  | 99.10                      | 97.52                      |
| 28       | 28.00          | 29.17       | 102.57          | 100.78          | 29.01                  | 101.99                     | 100.20                     |
| 29       | 29.00          | 29.39       | 106.73          | 104.75          | 29.24                  | 106.16                     | 104.20                     |
| 30       | 30.00          | 30.29       | 109.85          | 109.85          | 30.14                  | 109.30                     | 109.30                     |
| 31       | 31.00          | 31.20       | 112.45          | 113.37          | 31.05                  | 111.93                     | 112.85                     |
| 32       | 32.00          | 31.59       | 115.31          | 115.36          | 31.45                  | 114.81                     | 114.86                     |
| 33       | 33.00          | 32.11       | 118.30          | 117.79          | 31.98                  | 117.81                     | 117.31                     |

## VELOCITA' ONDE P

| Strato | Profondità [m] | Velocità [m/s] |
|--------|----------------|----------------|
| 1      | 4              | 364            |
| 2      | 21             | 1262           |
| 3      | 33             | 1574           |

## PARAMETRI ONDE SX

| Strato | Profondità [m] | Velocità [m/s] | Poisson [-] | Shear [kPa] | Young [kPa] | Bulk [kPa] |
|--------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 1      | 4              | 170            | 0.31        | 57800.0     | 151436      | 132838     |
| 2      | 14             | 239            | 0.47        | 114242..    | 335871      | 1865949    |
| 3      | 33             | 372            | 0.45        | 276768..    | 802627      | 2675422    |

## PARAMETRI ONDE SY

| Strato | Profondità [m] | Velocità [m/s] | Poisson [-] | Shear [kPa] | Young [kPa] | Bulk [kPa] |
|--------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 1      | 4              | 170            | 0.31        | 57800.0     | 151436      | 132838     |
| 2      | 14             | 248            | 0.47        | 123008..    | 361643      | 2009127    |
| 3      | 33             | 363            | 0.45        | 263538..    | 764260      | 2547532    |

Dai dati riportati nelle tavole e nei tabulati allegati si fa riferimento a valori delle velocità delle onde Sh di circa 170 m/s per uno spessore di circa 4,0 m; da tale profondità e fino alla profondità di 14.0 m si evidenzia un incremento della velocità delle onde di taglio pari a circa 240 m/s, dalla profondità di 14.0 m e fino alla profondità di 33.0 m si evidenzia un ulteriore incremento delle velocità pari a circa 372 m/s.

I valori delle velocità delle onde P ricalcano l'andamento generale delle onde Sh; nello specifico i valori delle velocità delle onde P risulta essere pari circa 364 m/s fino alla profondità di circa 4.0 m; al di sotto di tale profondità si evidenzia un importante incremento delle velocità delle onde di taglio con velocità di circa 1262 m/s fino alla profondità di 21.0 m da p.c.. Da tale profondità e fino a 33.0 m da p.c. si evidenzia un ulteriore incremento delle velocità pari a circa 1574 m/s.

**Spianate, 26 Ottobre 2016.**

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.  
 Loc. Biagioni, 60 - 55010 SPIANATE (LU)  
**Mappo Geognostica**  
 Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069  
 C.F. e P.IVA 02019570460  
 Reg. Imp. Sp. LU 00009990969  
 Capitale versato € 12.000,00

**Geol. Massimo Benedetti**

