

**dott. geol. Paola Violanti**

Ordine Geologi della Toscana n. 229  
via Osteria Bianca, 43  
50053 Ponte a Elsa, Empoli, FI  
tel e fax: 0571 931212 - 3479186530  
e – mail: paolaviolanti53@gmail.com  
pec: paolaviolanti@epap.sicurezzapostale.it  
cod.fisc.VLNPLA53P51D403Z  
part. I.V.A. 04363000482

**Comune di Empoli**

**scuola primaria “Michelangelo”, installazione  
di un montacarichi per la movimentazione dei pasti,  
via Livornese, 3. Località Santa Maria a Ripa,  
Comune di Empoli, Fi**

**CARATTERIZZAZIONE, MODELLAZIONE GEOLOGICA E  
MODELLAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE DEL SITO**

**- Indagine geologica e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo (D.M. 17.01.2018)**

*giugno 2021*

## **INDICE**

### **Paragrafi**

---

#### **PREMESSA**

#### **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

#### **CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO**

##### **MODELLAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE DEL SITO**

#### **1 - CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA, GEOLOGICA E SISMICA DEL SITO**

#### **2 - CONTESTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO**

#### **3 - PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' GEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA DELL'AREA**

#### **4 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA ED INDAGINE GEOFISICA DI RIFERIMENTO**

4.1. Quadro stratigrafico

4.2. Quadro sismico

#### **5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE E LIQUEFAZIONE**

#### **6 - CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEL SOTTOSUOLO**

#### **7 - PROBLEMATICHE GEOLOGICO-TECNICHE, PARAMETRI CARATTERISTICI**

#### **CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

#### **appendici al testo**

---

<b>appendice 1</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- Carta geologica (Tav.1.1)
<b>appendice 2</b>	- P.S. del Comune di Empoli	- Carta dei dati di base 1/10.000
<b>appendice 3</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- Carta Idrogeologica (Tav.1.4)
<b>appendice 4</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- Carta Geolitotecnica (Tav.1.5)
<b>appendice 5</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- Carta delle MOPS Empoli (Tav.1.10)
<b>appendice 6</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- Carta Pericolosità Geologica (Tav. 12)
<b>appendice 7</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- Carta della Pericolosità Sismica (Tav.1.13)
<b>appendice 8</b>	- Studio idrologico idraulico supp. R.U. (maggio 2013)	- Carta della Pericolosità Idraulica (Tav.6.1)
<b>appendice 9</b>	- Studio idrologico idraulico supp. R.U. (maggio 2013)	- Carta dei livelli-Empoli Ovest (Tav.8.2)
<b>appendice 10</b>	- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale (PGRA)	
<b>appendice 11</b>		- Certif. Prova Penetrom. Statica (2001)
<b>appendice 12</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- Prova sismica L06 Dati di base

#### **Tavole**

---

**Tavola 1** - inquadramento intervento piano terra, pianta stato di progetto, sezione geo-litologica stato di progetto

## **scuola primaria “Michelangelo”, installazione di un montacarichi per la movimentazione dei pasti, via Livornese, 3. Località Santa Maria a Ripa, Comune di Empoli, Fi**

### **Premessa**

La presente indagine è stata redatta a supporto dell'intervento per l'installazione di un montacarichi per la movimentazione dei pasti alla Scuola Primaria “Michelangelo”, via Livornese, 3, località Santa Maria a Ripa, Comune di Empoli, Fi.

Partendo dagli elaborati di conoscenza contenuti negli studi geologici di supporto al P.R.G. vigente del Comune di Empoli, e negli elaborati del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), si sono svolti approfondimenti in merito alle proprietà geotecniche del sottosuolo ed alle condizioni di pericolosità idraulica e sono state individuate le problematiche concernenti l'intervento in progetto, sia sotto l'aspetto geotecnico che del rischio idraulico.

Ai sensi del D.P.G.R. n. 36/r del 2009, art. 7 comma 3, la classe di indagine relativa all'intervento risulta essere per volumetria la n. 1; *“riferita ad opere di volume lordo inferiore a centocinquanta metri cubi con altezza in gronda inferiore a sei metri. Con riferimento a tale classe d'indagine, sono sufficienti considerazioni di natura geologica, geofisica e geotecnica basate su indagini, da allegare in copia al progetto, già eseguite in prossimità dell'intervento o desunte da studi già compiuti e pubblicati con riferimento alle aree interessate. Tali considerazioni sono adeguatamente motivate, giustificate ed argomentate e sono compiute anche in presenza di problematiche di versante.”*.

Per la caratterizzazione geotecnica del substrato sono stati utilizzati, i dati d'archivio costituiti da n°1 prova penetrometrica statica effettuata nel maggio 2001 da questo stesso studio professionale nelle immediate vicinanze dell'area in oggetto e da una prova sismica ubicata a breve distanza, contenuta nei dati di base del Piano Strutturale comunale, caratterizzata dagli stessi contesti geologici, geomorfologici e geotecnici (appendice 1).

### **Normativa di riferimento**

- Variante al Piano Strutturale del Comune di Empoli, Relazione Geologica, gennaio 2013;
- Regolamento Urbanistico Comune di Empoli – approvato con D.D.C. 04/11/2013
- Studio idrologico idraulico di supporto al Nuovo Regolamento Urbanistico del Comune di Empoli L.R. n.1 03/01/2005 – D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R – D.P.C.M. 06/05/2005 e D.Lgs n.49 23/02/2010 – Ufficio Tecnico Genio Civile di Area Vasta Firenze-Prato-Pistoia-Arezzo - Comune di Empoli, giugno 2013;
- Legge Regionale n.41, 24 luglio 2018
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale (PGRA);
- Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014: “Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519 /2006 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008 - Revoca della DGRT 431/2006”.
- D.M. 17 gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”;

## Caratteristiche dell'intervento

L'intervento in oggetto interessa il plesso scolastico "Michelangelo" situato in Empoli, località. Santa Maria a Ripa, Via Livornese, 3.

La scuola è disposta su due piani fuori terra; l'intervento è scaturito dall'esigenza di poter trasportare le vivande dal piano terreno, dov'è posta la cucina, al piano primo dove sono disposte tre aule, in modo da facilitare tutto il servizio mensa.

Al fine di evitare di intervenire sulla struttura portante interna dell'edificio, è stata valutata una struttura in esterno, sul fronte laterale della scuola, su via di Pratovecchio; l'elemento principale dell'intervento sarà l'installazione di una piattaforma elevatrice oleodinamica, in conformità con i requisiti della legge 9 gennaio 1989 n. 13, d.m. 236/89.

L'elevatore sarà posizionato in corrispondenza dell'uscita secondaria laterale presente su via di Pratovecchio, occupandone parte della luce, mentre al piano primo sarà demolita una porzione del sottofinestra presente, per creare lo sbarco dell'elevatore.

Ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 la struttura in progetto ha le seguenti caratteristiche:

TIPO DI COSTRUZIONE	VITA NOMINALE	CLASSE D'USO	COEFF. D'USO	PERIODO DI RIFERIMENTO Vr
2	≥ 50	II	1,0	50

## MODELLAZIONE GEOLOGICA

### E

## MODELLAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE DEL SITO

### 1 - Caratterizzazione morfologica, geologica e sismica del sito

L'area in esame, situata nel centro storico di S. Maria a Ripa sul lato Sud di via Livornese ad una quota pari a circa 25,20 m. s.l.m., si trova all'interno di un contesto geomorfologico completamente pianeggiante che deve la sua origine ai depositi fluviali ed alluvionali che il Fiume Arno, che scorre a circa m.600 Nord, con andamento Est-Ovest e il Rio S. Maria e di S. Anna, che dista circa m.200 Est, con andamento Sud-Nord, hanno depositato durante le innumerevoli variazioni dei loro alvei.

L'area è caratterizzata dalla presenza in superficie di depositi alluvionali recenti, in cui prevalgono le componenti a granulometria fine rappresentate essenzialmente da argille e limi e subordinatamente da sabbie più o meno limose: la letteratura geologica li indica con il termine "depositi alluvionali recenti" (bf).

Similare è la situazione nel sottosuolo, la cui stratigrafia è costituita da una successione di terreni alluvionali con uno spessore che si aggira intorno ai 40-50 metri, costituiti in prevalenza da argille e limi, con intercalazioni di orizzonti sabbiosi e ghiaiosi sedi di falda acquifera; questi terreni poggiano in profondità su di un substrato di età pliocenica, caratterizzato essenzialmente da terreni limosi e/o limoso-argillosi.

Nell'area non sono presenti indizi di dissesto gravitativo e/o idrodinamico che possano condizionare la fattibilità del progetto in questione.

L'inquadramento geologico, indica fin d'ora la presenza, sia in superficie che più in profondità di litologie prevalentemente argilloso-limose, con caratteristiche geomeccaniche discrete.

Per quanto riguarda la caratterizzazione e la pericolosità sismica, secondo il D.M. 17 gennaio 2018 queste vanno definite mediante un approccio "sito dipendente".

Considerata l'entità dell'intervento, per la determinazione della categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC, e per quanto disposto dal D.P.G.R. n. 36/r del 2009, art. 7 comma 3, per cui la classe di indagine relativa all'intervento in oggetto risulta essere la n. 1, si è ritenuto adeguato utilizzare i dati della prova penetrometrica di riferimento (maggio 2001) e della prospezione sismica di riferimento dei Dati di Base.

## **2 - Contesto idrologico ed idrogeologico**

Dal punto di vista idrogeologico, la permeabilità dei terreni affioranti nel complesso risulta bassa.

La pianura alluvionale è caratterizzata da due acquiferi principali: un acquifero superiore A1 legato ad un livello sabbioso, lenticolare e di spessore variabile entro m. 15,00 dal p.d.c. ed un acquifero inferiore A2 che rappresenta l'acquifero principale sia per continuità sia per spessore.

La piezometria è direzionata verso Nord in direzione del fiume Arno; la falda superficiale è spesso associata a livelli di sabbie-limose; nel foro di perforazione della prova penetrometrica di riferimento effettuata nel maggio 2001 non è stata rilevata (almeno fino a - 8,00 m. dal p.d.c.) la presenza di acqua.

## **3 - Pericolosità e fattibilità geologica, idraulica e sismica dell'area**

### **Pericolosità geologica:**

Per l'individuazione degli elementi di pericolosità si è fatto riferimento alla Carta della Pericolosità geologica dello S.U. vigente (gennaio 2013); l'area ricade nella **Classe G2**, ***pericolosità media***.

### **Pericolosità idraulica:**

- *Regolamento Urbanistico del Comune di Empoli*

Lo Studio Idrologico idraulico di supporto al Nuovo Regolamento Urbanistico del Comune di Empoli, (giugno 2013) ha portato all'individuazione dell'area d'intervento nella **Classe I2**, ***pericolosità idraulica media***.

- *Pericolosità idraulica PGRA*

L'intervento in oggetto si colloca in area a ***pericolosità idraulica P1 bassa*** ai sensi del PGRA Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale.

In sintesi, quindi, l'area sotto il profilo idraulico non è soggetta alle direttive derivanti dalla L.R. 41/2018

### **Pericolosità sismica:**

Per l'individuazione degli elementi di pericolosità si è fatto riferimento alla Carta della Pericolosità sismica dello strumento urbanistico vigente (gennaio 2013) secondo la quale l'area d'intervento ricade nella **Classe S2** ***pericolosità sismica locale media***.

**Fattibilità secondo il R.U.**

Nella Relazione Geologica di Fattibilità allegata al Secondo R.U. del Comune di Empoli (marzo 2013) redatta ai sensi del D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n.53/R. per la valutazione delle classi di fattibilità si deve tenere conto, oltre alla tipologia di intervento, alle effettive problematiche che hanno portato all'individuazione della classe di pericolosità.

Nella "Relazione Geologica di Fattibilità" (marzo 2013) sono inserite le Tabelle Orientative per l'assegnazione delle Classi di Fattibilità:

Tipo d'intervento 3)

- Pericolosità Geologica G2, FATTIBILITA' GEOLOGICA F2
- Pericolosità Sismica S2, FATTIBILITA' SISMICA F2
- Pericolosità Idraulica I2, R.U. Pericolosità I1 PGRA, FATTIBILITA' IDRAULICA F1

**4 - Risultati indagine geognostica ed indagine geofisica di riferimento****4.1 - Quadro stratigrafico**

Considerata l'entità dell'intervento e l'assetto geologico dell'area, per precisare le caratteristiche geomeccaniche del volume di sottosuolo significativo, si sono utilizzati i risultati di n.1 prova penetrometrica statica effettuata nel maggio 2001 (appendice 11) nelle vicinanze dell'area in oggetto e dei dati di n.1 prospezione sismica (Dati di Base) effettuata a circa m.150 di distanza dall'area d'intervento, caratterizzata dagli stessi contesti geologici, geomorfologici e geotecnici (appendice 1, appendice 2, appendice 12).

Nella Tavola 1 è stato schematizzato un modello geologico del sottosuolo indagato con la stratigrafia ricavata dalla prova, ed il modello geotecnico del substrato di fondazione.

I dati a disposizione consentono di delineare un quadro stratigrafico sufficientemente chiaro, sulla base del quale si possono individuare le problematiche di ordine geotecnico, legate alla realizzazione delle opere in progetto.

La penetrometria statica è stata eseguita dalla ditta Geoservizi di Pisa; lo strumento utilizzato è un Penetrometro Statico TG 73 200 KN PAGANI con spinta massima da 20 t., munito di manicotto (Punta Begemann) per la misura dell'attrito laterale; le variazioni del rapporto Rp/Ral (resistenza di punta/resistenza per attrito laterale) registrati dallo strumento nel punto di indagine, hanno permesso l'individuazione dei litotipi presenti nel sottosuolo.

I certificati dei dati registrati in campagna, l'elaborazione numerica, la rappresentazione grafica dei principali parametri geotecnici, sono riportati in appendice 11.

La prova penetrometrica PP1 è stata effettuata partendo dal p.d.c. ed ha raggiunto la profondità di m.8,00 dal p.d.c.; come illustrato dai Logs dell'appendice 11, il sottosuolo dell'area è caratterizzato da depositi alluvionali fini, perlopiù caratterizzati da argilla-limosa.

Più in particolare, la prova geognostica, oltrepassati i primi m.0,40 di terreno alterato e fino alla profondità massima raggiunta dalla prova (8,00 m. dal p.d.c.), ha registrato la presenza di sedimenti argilloso-limosi mediamente addensati con valori di Rp che oscillano intorno ai 15-20 Kg/cm<sup>2</sup>.

Nella seguente tabella si riporta sinteticamente la stratigrafia del sottosuolo dell'area di intervento.

Profondità dal p.d.c. (m)	Stratigrafia	Stato medio di consistenza
0,00 - 0,40	terreno alterato	-
0,40 - 8,00	argilla-limosa	medio

Nella Tavola 1 sono stati riportati i valori medi e caratteristici dei parametri geotecnici del terreno per ogni strato individuato, in corrispondenza della prova penetrometrica ai sensi della Circolare n. 617/2009 del C.S.L.P.

## 4.2 - Quadro sismico

### Caratteristiche sismiche del sito

Nel D.G.R.T. 26, 05, 2014, n.421: "Aggiornamento classificazione sismica del territorio regionale", il territorio di Empoli è classificato sismico nella zona "3".

### Categoria di sottosuolo

Per identificare e ricostruire, sulla base delle loro caratteristiche fisiche, i rapporti geometrici dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area indagata, è stata utilizzata una indagine geofisica effettuata a Nord-Est, con le stesse caratteristiche geolitologiche dell'area in oggetto (appendice 1).

Nell'ambito di dette indagini sismiche è stato possibile determinare un profilo verticale della velocità delle onde S e quindi calcolare i moduli elastici dinamici ed il valore  $V_{s30}$  del sottosuolo (appendice 12).

Visti i parametri di resistenza dei litotipi presenti nel sottosuolo dell'area di intervento, l'andamento della  $V_s$  ed il valore della  $V_{s30}$ , il substrato dell'area di intervento si inquadra in un profilo stratigrafico corrispondente alla categoria di sottosuolo "C", definita, secondo il D.M. 17 gennaio 2018, come segue:

....  
 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 tra 180 m/s e 360 m/s

## 5 - Risposta sismica locale e Liquefazione

L'azione sismica di progetto in base alla quale deve essere verificato il rispetto degli stati limite, è stata valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", riferita ad un sito ideale, rigido e con superficie topografica orizzontale (categoria "a" delle NTC), definita a livello nazionale dell'INGV.

La risposta sismica locale (coefficienti sismici di sito) è stata poi determinata correggendo l'azione sismica individuata, tenendo conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo e dalla morfologia della superficie (categoria del sottosuolo, coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica).

Per far questo si è utilizzato il software della ditta Geostru "Gestrus PS parametri sismici" che, a partire dai dati di input quali Vita Nominale dell'edificio, categoria di sottosuolo e categoria topografica, restituisce i coefficienti sismici ( $K_h$ ,  $K_v$ ,  $\beta$ ) che modificano in ampiezza, durata e contenuto in frequenza l'azione sismica di riferimento e quindi l'accelerazione massima attesa al sito ( $A_{max}$  in  $m/s^2$ ), in relazione ai  $T_r$  considerati. I risultati restituiti dal programma vengono riportati qui di seguito.

### Parametri sismici

Tipo di elaborazione: fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 43,720339

longitudine: 10,931048

Classe: 2

Vita nominale: 50

**Siti di riferimento**

Sito 1	ID: 20276	Lat: 43,706930	Lon: 10,931130	Distanza: 1491,0
Sito 2	ID: 20277	Lat: 43,708420	Lon: 11,000230	Distanza: 5716,0
Sito 3	ID: 20055	Lat: 43,758400	Lon: 10,998250	Distanza: 6859,9
Sito 4	ID: 20054	Lat: 43,756910	Lon: 10,929020	Distanza: 4069,8

**Parametri sismici**

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50 anni
Coefficiente cu:	1

	<b>Operatività (SLO)</b>	<b>Danno (SLD)</b>	<b>alvanguardia della vita (SLV)</b>	<b>Prevenzione dal collasso (SLC)</b>
<i>Probabilità di superamento [%]</i>	81	63	10	5
<i>Tr [anni]</i>	30	50	475	975
<i>Ag</i>	0,044 g	0,053 g	0,121 g	0,158 g
<i>Fo</i>	2,561	2,580	2,486	2,403
<i>Tc* [s]</i>	0,245	0,257	0,290	0,295

**Coefficienti Sismici**

	<b>SLO:</b>	<b>SLD:</b>	<b>SLV:</b>	<b>SLC:</b>
<i>Ss</i>	1,500	1,500	1,500	1,470
<i>Cc</i>	1,670	1,640	1,580	1,570
<i>St</i>	1,000	1,000	1,000	1,000
<i>Kh</i>	0,013	0,016	0,044	0,056
<i>Kv</i>	0,007	0,008	0,022	0,028
<i>Amax</i>	0,642	0,782	1,781	2,283
<i>Beta</i>	0,200	0,200	0,240	0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

**- Liquefazione**

La zona in oggetto risulta non suscettibile alla liquefazione per i seguenti motivi: l'insieme dei dati acquisiti nel corso dell'indagine hanno evidenziato che il volume significativo di sottosuolo dell'area è costituito da litotipi prevalentemente argilloso-limosi non monogranulari saturi, con permeabilità bassa.

Sulla base dell'assetto litologico-stratigrafico dell'area di intervento si ritiene che la probabilità di liquefazione dei terreni di fondazione sia trascurabile ed ai sensi di quanto indicato al par. 7.11.3.4.2 delle NTC, di poter escludere la verifica a liquefazione.

## 6 - Caratterizzazione fisico-meccanica del sottosuolo

L'insieme delle indagini di riferimento hanno consentito di inquadrare l'assetto geologico locale del substrato di fondazione e di individuare l'andamento delle geometrie sepolte e quindi sono risultate idonee per definire i termini delle problematiche geologico-tecniche connesse alla realizzazione delle opere in progetto.

I risultati della prova penetrometrica di riferimento mostrano che nel sottosuolo al di sotto di un primo spessore di terreno superficiale alterato, si estendono litotipi argilloso-limosi che presentano caratteristiche geotecniche discrete.

In ottemperanza a quanto indicato nelle Istruzioni per l'applicazione delle N.T.C. (D.M. 17 gennaio 2018), in coerenza con gli eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri, a partire dai parametri medi, è derivata da una stima cautelativa, scegliendo il valore più appropriato tra quelli ottenuti durante la prova geognostica di riferimento.

La successione stratigrafica del substrato di fondazione, con i principali parametri geotecnici attribuibili ai litotipi individuati è stata riportata nella tabella sottostante;

n. strato	Prof. dal p.c. (m)	valori	Cu (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	γ ((g/cm <sup>3</sup> )	Mv (cm <sup>2</sup> /t)
1	0,00 - 0,40	medio caratt.	- -	- -	- -	- -
2	0,40 - 8,00	medio caratt.	0,80 <b>0,70</b>	22 <b>20</b>	1,90 <b>1,90</b>	17,2 <b>19,6</b>

Cu=Coesione non drenata Kg/cm<sup>q</sup>

C'= coesione efficace kg/cm<sup>q</sup>

φ'(°) =angolo di attrito

Mv=Coefficiente di compressibilità volumetrica cm<sup>q</sup>/t

γ= Peso di volume KN/m<sup>c</sup>

Ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018, la categoria topografica di cui alla tabella 3.2.III è la "T1".

## 7 - Problematiche geologico-tecniche, parametri caratteristici

La verticale investigata dalla Prova Penetrometrica Statica di riferimento (m.8,00 dal p.d.c.), è stata ritenuta idonea per definire le problematiche geotecniche, in quanto entro tali profondità si esaurisce l'influenza dei carichi applicati in superficie dalle strutture in progetto; in funzione dei carichi di esercizio che scaturiranno dalla progettazione esecutiva, si potrà valutare la soluzione fondazionale più idonea.

Risulta dalla sezione geo-litologica, che il piano di posa delle fondazioni dovrà essere impostato ad una profondità al di sotto di m.0,40 rispetto al p.d.c. attuale per poter superare la coltre superficiale costituita da terreno alterato geotecnicamente degradato; il peso della struttura verrà sopportato dal litotipo costituito dalle argille-limose di media consistenza per i quali la prova statica PP1 di riferimento (maggio 2001) ha fatto registrare valori di Rp compresi tra 15 e 20 Kg/cm<sup>q</sup>.

L'intervento non prevede opere di movimento terra se non quelle strettamente necessarie alla realizzazione delle fondazioni; il terreno di scavo sarà smaltito nel rispetto della normativa vigente in materia.

Nella tabella seguente si riportano i parametri caratteristici dei litotipi individuati, ai sensi della Circolare del C.S.L.P. 617/2009 e delle NTC 2018.

n. strato	Prof. dal p.c. (m)	valori	Cu (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	Mv (cm <sup>2</sup> /t)
1	0,00 - 0,40	caratt.	-	-	-	-
2	0,40 - 8,00	caratt.	0,70	20	1,90	19,60

Nel caso dell'intervento in oggetto, il volume di sottosuolo significativo, cioè quel volume maggiormente interessato dalla diffusione dei carichi applicati in fondazione, si estende, con fondazioni di tipo a platea, fino ai 4 - 5 m al di sotto del p.d.c. attuale.

### **Considerazioni conclusive**

Ai sensi del D.M. 17 Gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni", nella presente relazione sono state fornite indicazioni geologico-tecniche per la verifica della sicurezza e delle prestazioni delle strutture in progetto, sulla base delle indagini geotecniche e geofisiche di riferimento e tenendo conto dei dati geotecnici al contorno.

L'area indagata si presenta morfologicamente stabile e risulterà tale anche a seguito dell'intervento in progetto.

Il piano di posa delle fondazioni, dovrà superare la coltre di terreno alterato dello spessore di circa m.0,40; il peso delle strutture verrà sopportato dal litotipo costituito dalle argille-limose, con discrete caratteristiche geotecniche.

Visti, sia i risultati dell'indagine geognostica, sia i risultati dell'indagine geofisica di riferimento si ritiene adeguato adottare per l'area di intervento un profilo stratigrafico corrispondente alla categoria di sottosuolo "C" (D.M. 17 gennaio 2018).

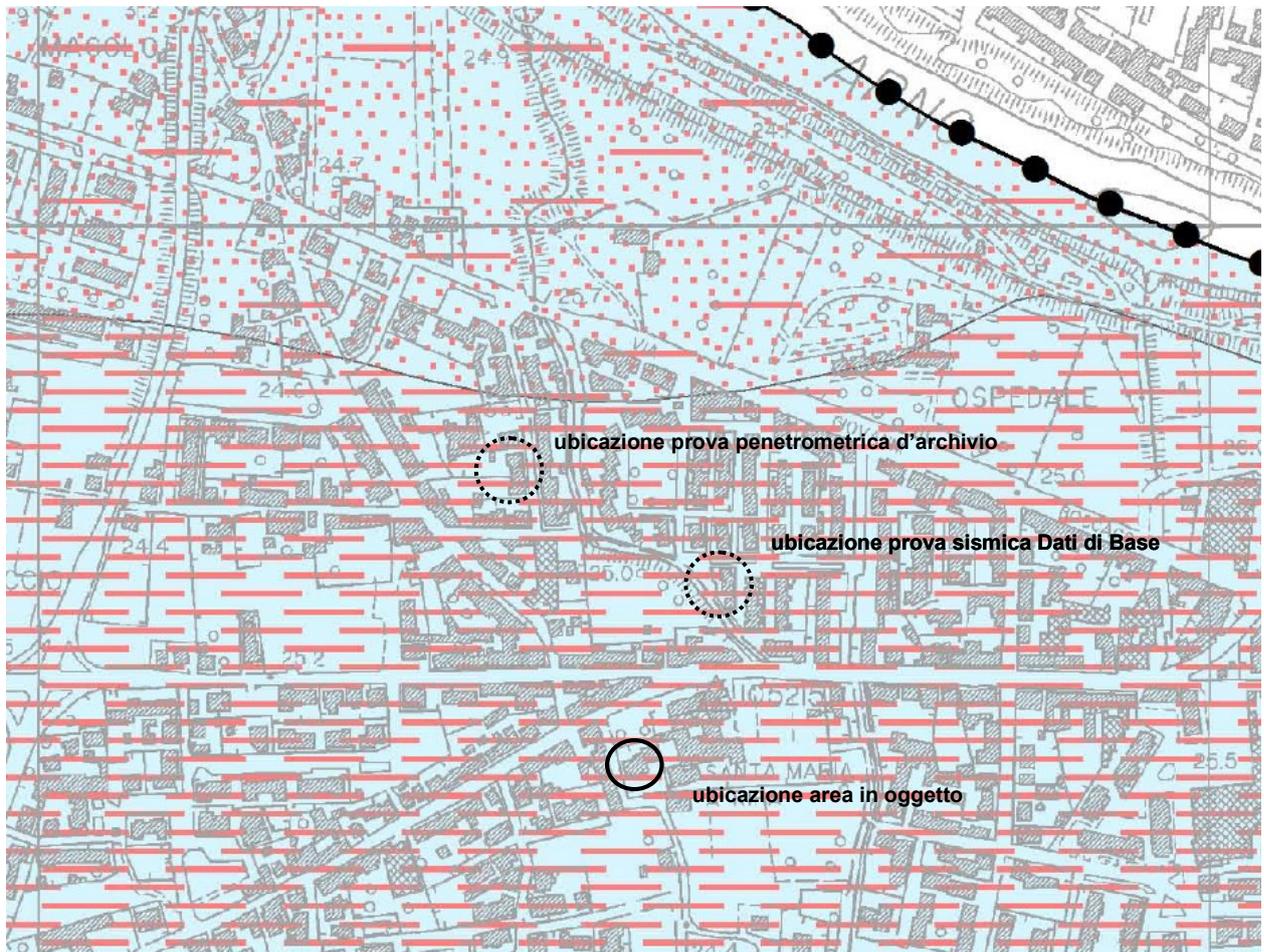
Sulla base dei risultati ottenuti e nei limiti di quanto sopra prescritto si conclude che l'intervento in progetto è compatibile con il contesto geologico, geotecnico ed idraulico nel quale si inserisce.

dr. geol. Paola Violanti

Ponte a Elsa, giugno, 2021

appendice 1

carta geologica



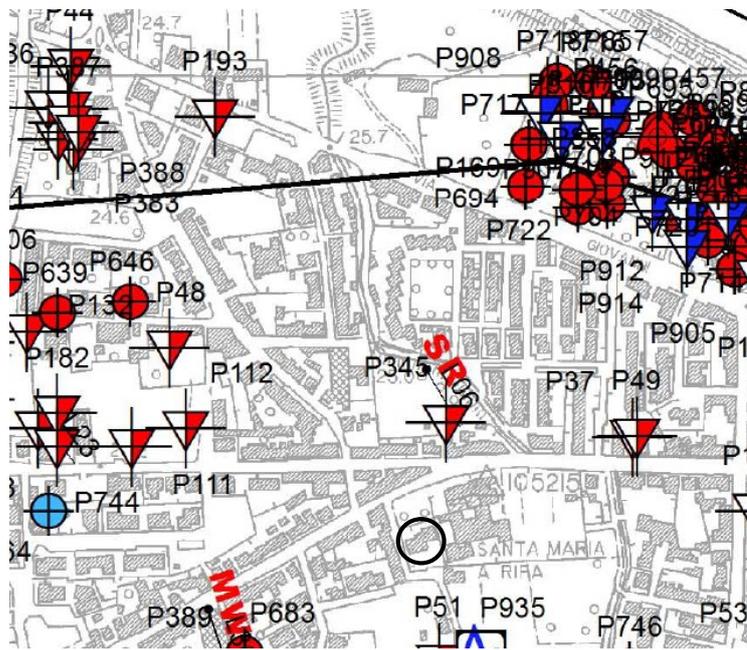
Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-1

FORMAZIONI GEOLOGICHE

	Detriti di versante	(dt)
	Alluvioni: Ghiaie Sabbie	(bc)
	Alluvioni: Sabbie Limi	(be)
	Alluvioni: Limi Argille	(bf)
	Alluvioni terrazzate	(bn1)
	Conglomerati Sabbie Limi	(QPL)
	Argille azzurre	(FAA)
	Ghiaie e Conglomerati	(ACO2)
	Sabbie marine	(ACO1)

appendice 2

carta dei dati di base



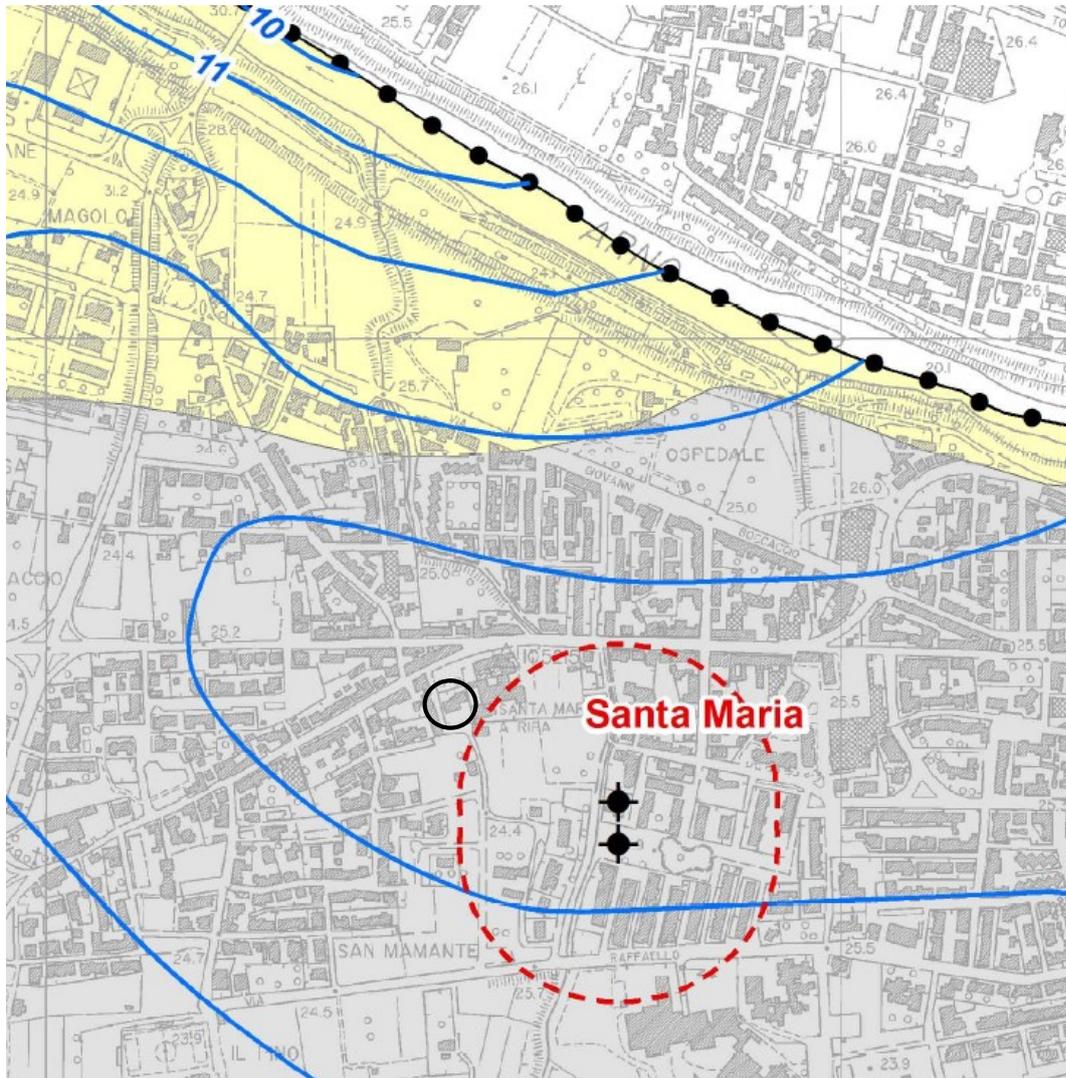
Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-3

Legenda

- Confine comunale
  - Traccia delle sezioni geologico-tecniche
- Indagini puntuali**
- ⊗ CARICO PIASTRA
  - ▽ CPT
  - ▽<sup>E</sup> CPTE
  - ▲ DILATOMETRIE
  - <sup>OH</sup> DOWN-HOLE
  - ▽<sup>P</sup> DPSH
  - <sup>H</sup> HCSR
  - ⊕ POZZI
  - <sup>S</sup> SONDAGGI
  - ⊕ TRINCEE
- Indagini lineari**
- <sup>MW</sup>— MASW
  - <sup>RM</sup>— REMI
  - <sup>SR</sup>— SISMICA A RIFRAZIONE

appendice 3

carta idrogeologica



Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-4

**Legenda**

-  Pozzi
  -  Aree di rispetto dei campi pozzi
  -  Isopiezometriche (m, s.l.m.), luglio 2002
  -  Confine comunale
- Classi di permeabilità**
-  CLASSE 1 Bassa
  -  CLASSE 2 Media
  -  CLASSE 3 Elevata
  -  Corpi detritici e/o corpi di frana con permeabilità da bassa a media

**appendice 4**

**carta geolitotecnica**



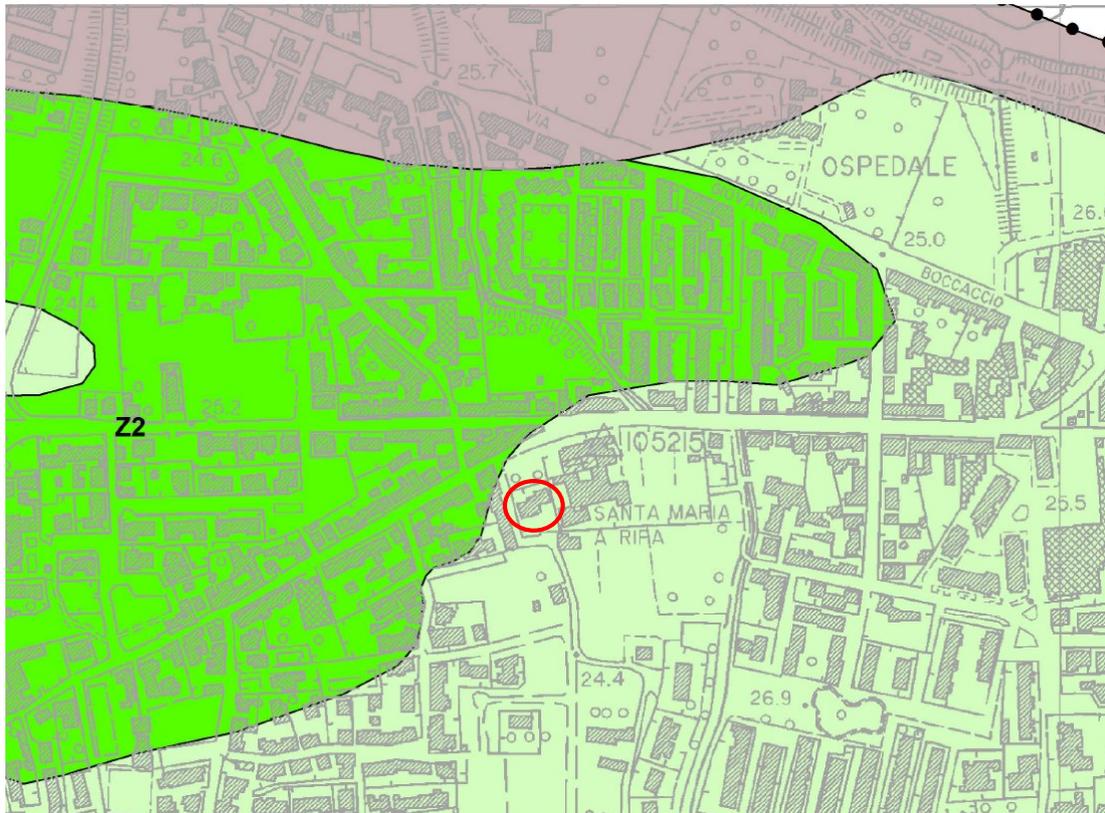
Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-5

**Legenda**

- Confine comunale
- Traccia delle sezioni geologico-tecniche
- - - Isobata del tetto dello strato scadente
-  PIANURA: Aree con presenza di terreni scadenti a profondità inferiori a 10 m
-  PIANURA: Caratteristiche geotecniche buone
-  PIANURA: Caratteristiche geotecniche discrete
-  PIANURA: Caratteristiche geotecniche scadenti
-  COLLINA: Caratteristiche geotecniche buone
-  COLLINA: Caratteristiche geotecniche discrete
-  COLLINA: Caratteristiche geotecniche scadenti

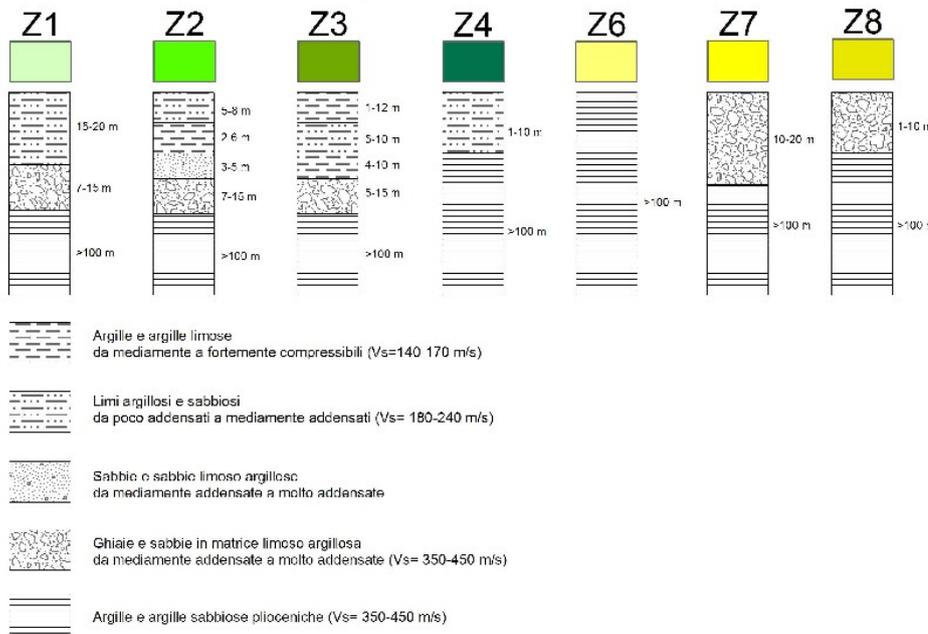
appendice 5

carta delle MOPS Empoli



Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-10

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE



ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'



appendice 6

carta della pericolosità geologica ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R/2011

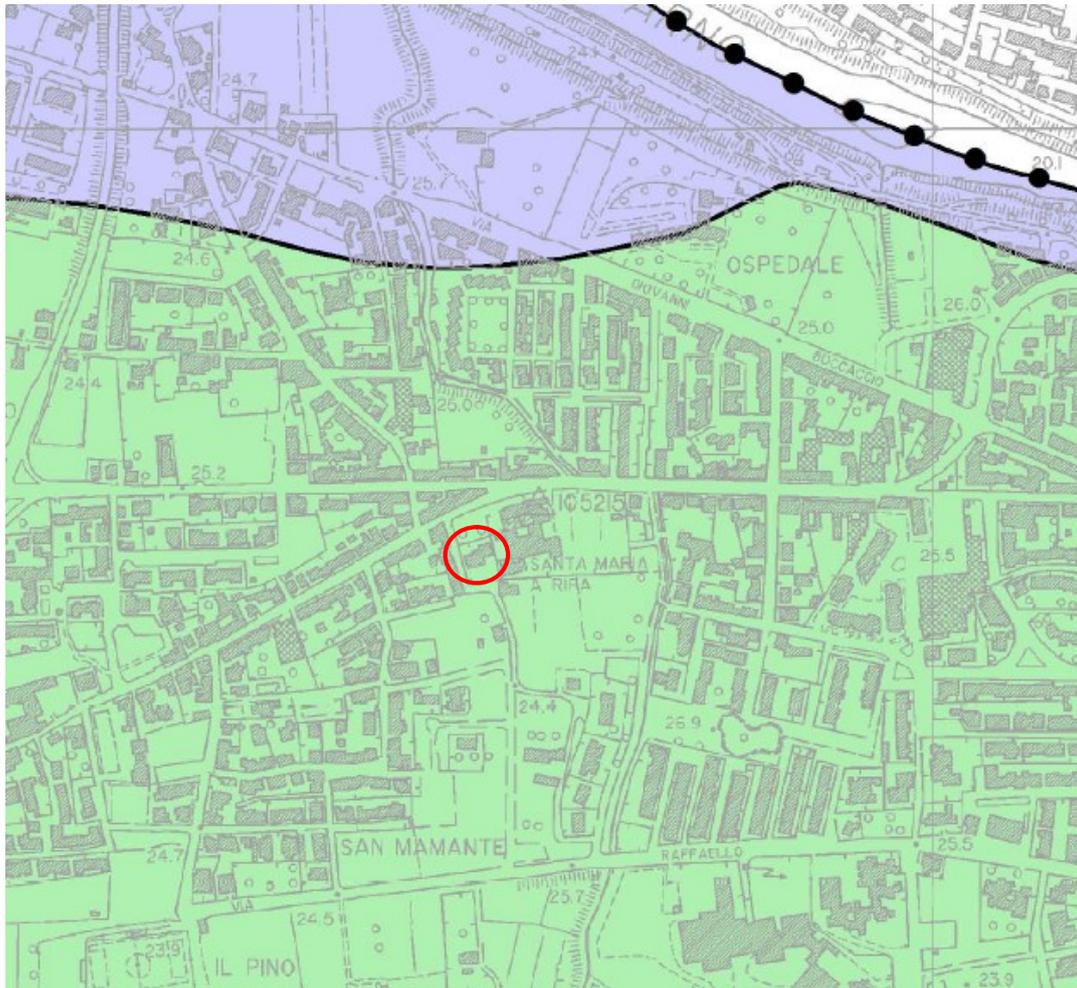


Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-12

LEGENDA:		
	G1 PERICOLOSITA' GEOLOGICA BASSA	Are in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacurali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici.
	G2 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MEDIA	Are in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giacurali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 20%.
	G3 PERICOLOSITA' GEOLOGICA ELEVATA	Are in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 20%.
	G4 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MOLTO ELEVATA	Are in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi e da intensi fenomeni erosivi.
	DISCARICA	
	CONFINE COMUNALE	

appendice 7

carta della pericolosità sismica

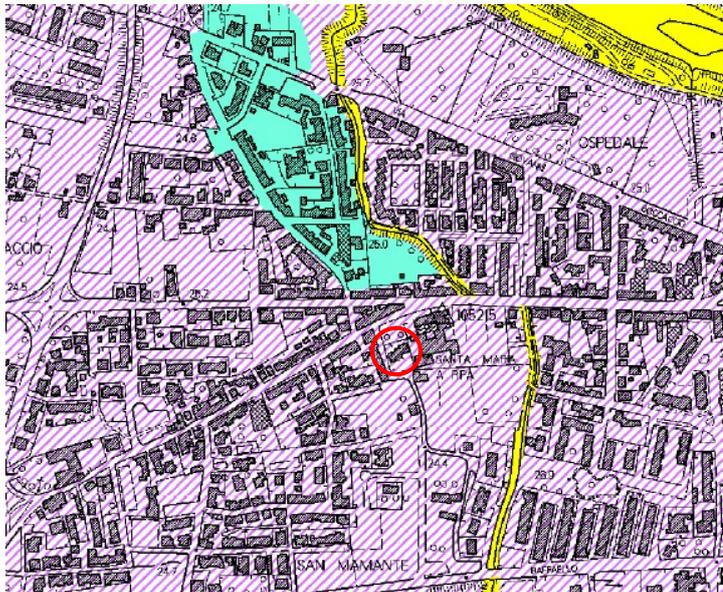


Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-13

LEGENDA:	
	<b>S2 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA</b>  Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe S3);
	<b>S3 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA</b>  Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente e che pertanto potrebbero subire riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti tranne quelli classificati in Zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche significativamente diverse; arco incrociato da deformazioni legato alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono dare deformazioni in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;
	<b>S4 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MOLTO ELEVATA</b>  Zone suscettibili di instabilità di versante attiva e che pertanto potrebbero subire un accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in Zona Sismica 2;
	<b>CONFINE COMUNALE</b>

appendice 8

carta della pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R/2011



Tav. 6.1 Estratta Studio idrologico idraulico supporto al N.R.U. del Comune di Empoli 2013

Legenda

Pericolosità definita da studi idraulici		Pericolosità su base geomorfologica e storico-inventariale	
	I3 Pericolosità idraulica elevata		I1 Pericolosità idraulica modesta
	I4 Pericolosità idraulica molto elevata		I2 Pericolosità idraulica media
			I3 Pericolosità idraulica elevata
			I4 Pericolosità idraulica molto elevata

  
 REGIONE  
TOSCANA

  
 Comune di Empoli

Ufficio Tecnico del Genio Civile  
di Area Vasta Firenze-Prato-Pistoia-Arezzo

**STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO DI  
SUPPORTO AL NUOVO REGOLAMENTO  
URBANISTICO DEL COMUNE DI EMPOLI**

L.R. n° 1 03/01/2005 - D.P.G.R. 25/11/2011 n° 53/R  
- D.P.C.M. 06/05/2005 e D.Lgs n°49 23/02/2010

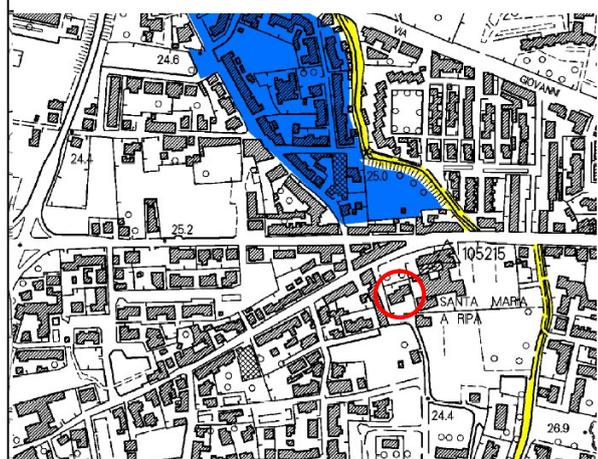
**Tavola 5.2 - Pericolosità idraulica i sensi del D.P.C.M.  
a 06/05/2005 - Rii Friano, Pagnana, Stella,  
S. Anna e Vitiana**

Dirigente Ufficio Tecnico  
del Genio Civile  
Ing. G.Fianchisti

Comune di Empoli  
Dirigente Gestione del Territorio  
Arch. M.Carletti

Gruppo di Lavoro  
Ing. F.Baroni  
Ing. F.Martelli  
Geol. C.Simoncini

Maggio 2013



Legenda

 P14 Pericolosità idraulica molto elevata

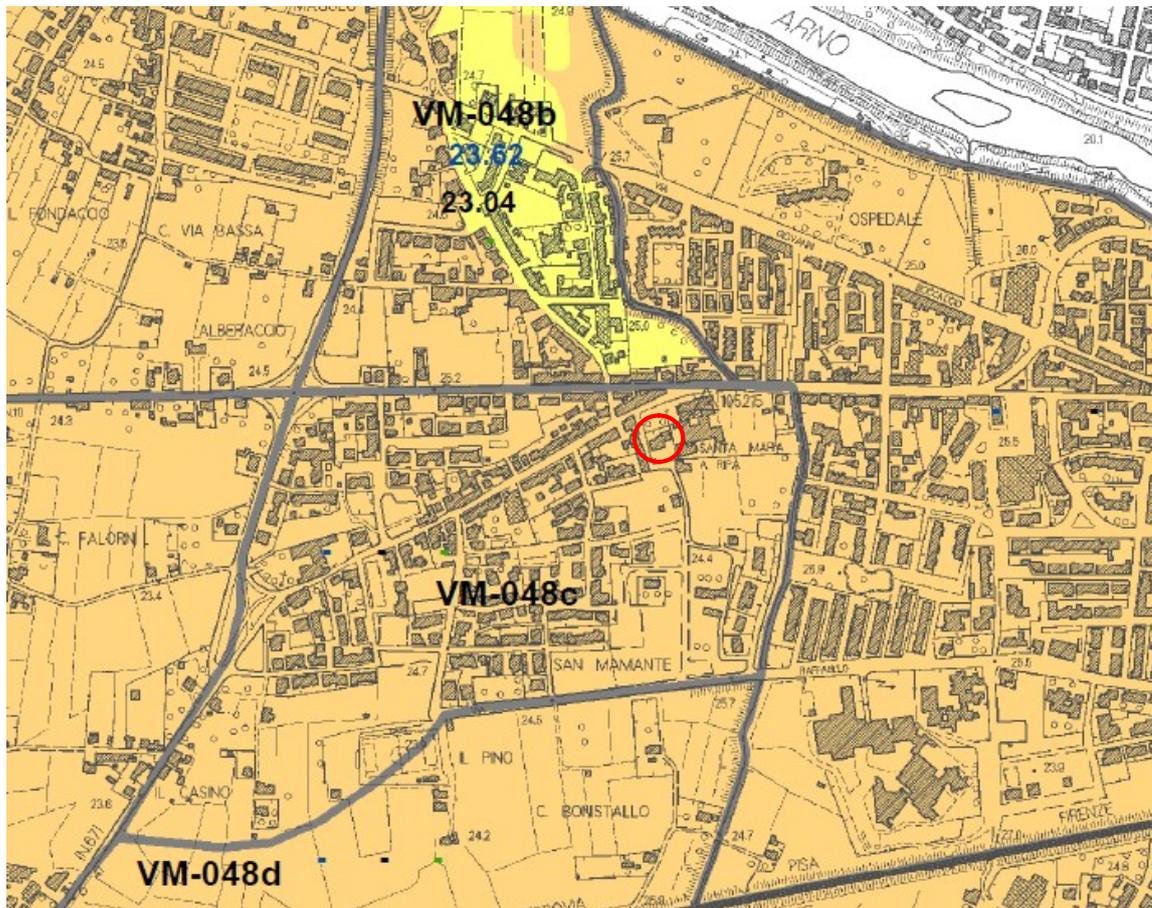
 P13 Pericolosità idraulica elevata

 P12 Pericolosità idraulica media

Scala 1:5.000

appendice 9

Carta dei livelli – Empoli Ovest



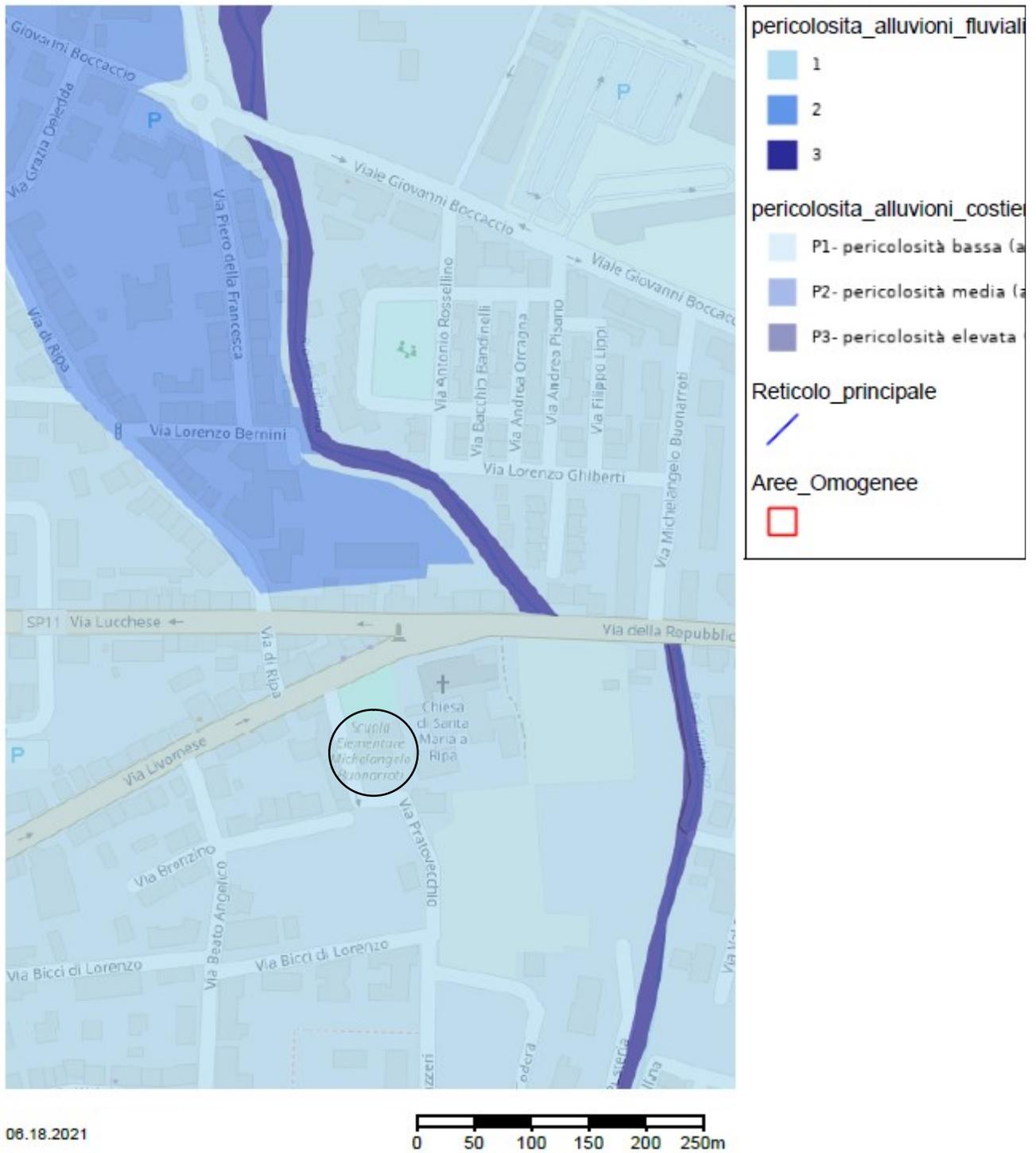
Tav. 8.2 Estratta Studio idrologico idraulico supporto al N.R.U. del Comune di Empoli 2013

Legenda

- H200** Livello idrometrico [m s.l.m.] per eventi con tempi di ritorno  $Tr_{200}$
- H100** Livello idrometrico [m s.l.m.] per eventi con tempi di ritorno  $Tr_{100}$
- H30** Livello idrometrico [m s.l.m.] per eventi con tempi di ritorno  $Tr_{30}$
- VD39a** Area di potenziale esondazione
-  Limiti aree a pericolosità idraulica I3

Le aree ricadenti nei limiti della pericolosità idraulica I3 con quote del terreno superiori ai livelli idrici riportati nella presente Tavola sono soggette al transito delle esondazioni e convenzionalmente si assume un battente idrico di +0.3 m sul piano campagna

### Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale (PGRA)





**GEOSERVIZI S.N.C. di Cosco e Spadaro**

Via E. Calabresi - 56121 Montacchiello (PI)

Cell. 339-1344492

geoservizipisa@gmail.com

---



---

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ELABORAZIONE NUMERICA DEI RISULTATI

---



---

Committente: DOTT. VIOLANTI  
 Località: EMPOLI  
 Cantiere: VIA P. DELLA FRANCESCA  
 Data: 10/5/01  
 N. prove: 1

**Caratteristiche del sistema**

Penetrometro statico TG 73 200KN Pagani  
 Punta meccanica tipo "Begemann"  
 Diametro = 35,7 mm; Angolo di apertura = 60°  
 Ap=10 cm<sup>2</sup>; At=20 cm<sup>2</sup>; Am=150 cm<sup>2</sup>  
 Velocità di avanzamento = 2 cm/sec  
 peso aste interne: 0,130 Kg  
 passo di lettura: 20 cm

**LEGENDA**

#####	aot	argilla organica e/o torba	Qc	Resistenza alla Punta (Kg/cm <sup>2</sup> )
=====	a	argilla	Fs	Attrito laterale unitario (Kg/cm <sup>2</sup> )
====~	al	argilla limosa	Qc/Fs	Rapporto Begemann
~~~~~	l	limo	Rt	Spinta totale (rivest.+punta)
~.~.~.~.~	sl	sabbia e limo	γ	Peso di volume
~.~.~.~.~	ss	sabbia sciolta	σ'vo	Pressione verticale efficace
~.~.~.~.~	sm	sabbia mediamente addensata	φ	Angolo di attrito interno
~.~.~.~.~	sdg	sabbia densa e/o ghiaia	Dr	Densità relativa
*****	rip	riporto	Cu	Coesione non drenata
			mv	Coeff. di compressibilità volum.

# TABELLA DATI DI CAMPAGNA

 <p><b>GEOSERVIZI snc</b> Via S. Calabrese - Loc. Montacchiello Ospedaletto (PI) CF/RIVA 01121470502</p>		prove totali: 1 Prova numero: 1 Committente: DOTT. VIOLANTI Località: EMPOLI Cantiere: VIA P. DELLA FRANCESCA Data: 10/5/01	
certificato num: 122-2001		profondità massima: 8 quota falda: quota piano campagna:	
PROF.	punta	punta+manicotto	Rt
0,2			2
0,4			12
0,6	9	13	18
0,8	16	23	25
1	16	23	42
1,2	19	30	58
1,4	22	44	78
1,6	19	46	91
1,8	14	22	101
2	16	40	98
2,2	20	35	111
2,4	19	40	125
2,6	19	41	135
2,8	18	41	152
3	18	40	171
3,2	20	36	181
3,4	20	40	202
3,6	25	35	211
3,8	17	41	223
4	16	24	228
4,2	14	28	240
4,4	12	28	253
4,6	15	28	263
4,8	11	22	259
5	16	26	266
5,2	20	26	268
5,4	31	38	271
5,6	15	27	266
5,8	16	27	261
6	8	14	256
6,2	24	29	260
6,4	11	19	266
6,6	26	41	278
6,8	14	28	291
7	12	22	280
7,2	7	25	276
7,4	8	10	266
7,6	5	14	267
7,8	7	13	270
8	6	12	221
8,2			
8,4			
8,6			
8,8			
9			
9,2			
9,4			
9,6			
9,8			
10			



**GEOSERVIZI S. N. C.**  
 di Cosco e Spadaro  
 Via E. Calabresi - 56121 Montacchiello (PI)  
 Cell. 339-1344492  
 geoservizipisa@gmail.com

Prova numero: 1

Data: 10/5/01

Committente: DOTT. VIOLANTI

Località: EMPOLI

Cantiere: VIA P. DELLA FRANCESCA

Profondità massima: 8,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: m dal p.c.

**parametri geotecnici stimati**

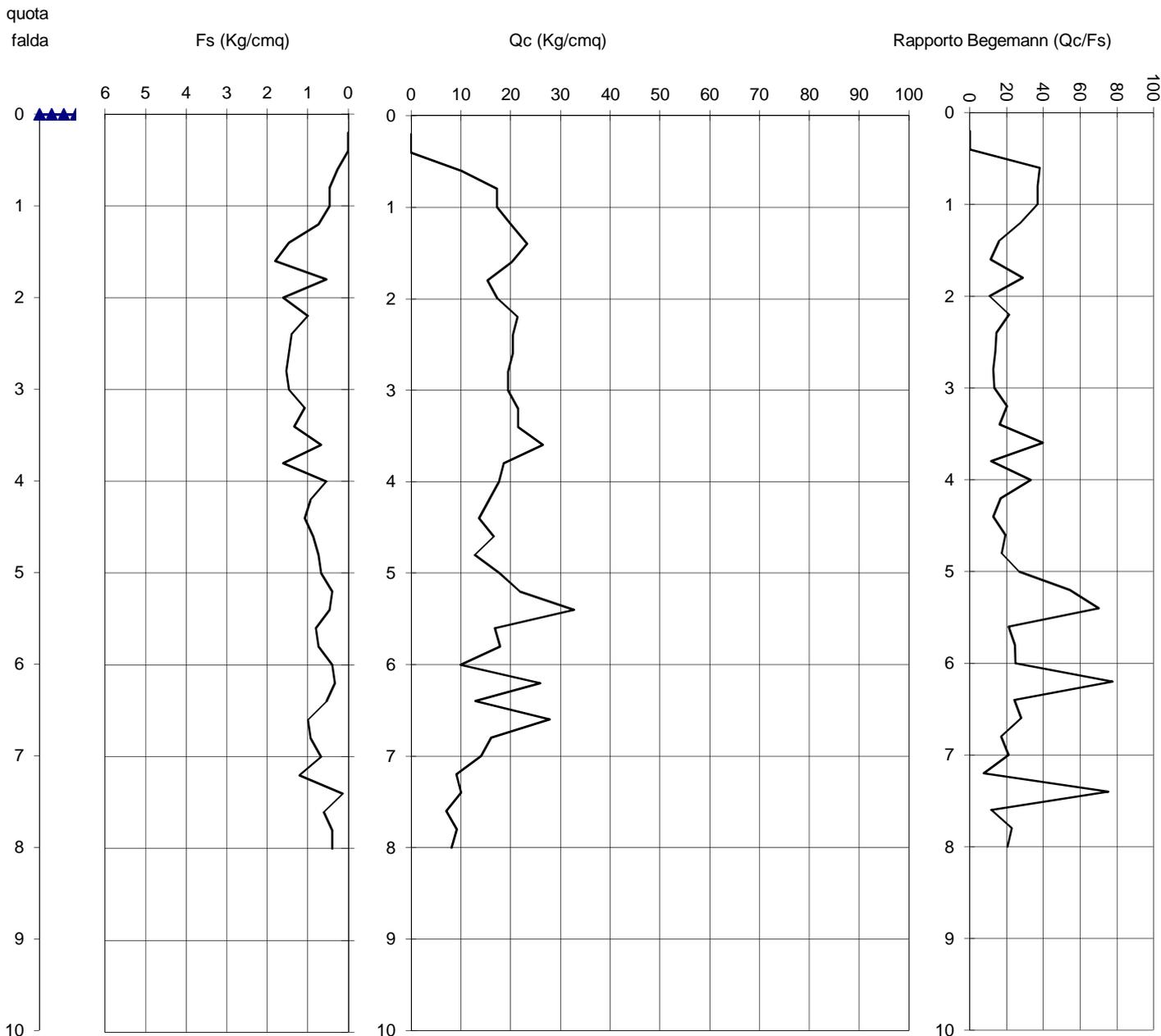
Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	m <sub>v</sub> [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2				31	1,80	0,04	-	-	-	-	non ril.	
0,4				131	1,80	0,07	-	-	-	-	non ril.	
0,6	10,1	0,27	38	191	1,65	0,11	-	-	0,40	22,0	~~~~~	l
0,8	17,3	0,47	37	263	1,69	0,14	-	-	0,68	17,0	~~~~~	l
1	17,3	0,47	37	433	1,69	0,17	-	-	0,68	17,0	~~~~~	l
1,2	20,3	0,73	28	593	1,92	0,21	-	-	0,80	19,7	=====	al
1,4	23,3	1,47	16	793	1,93	0,25	-	-	0,92	17,2	=====	a
1,6	20,3	1,80	11	923	1,92	0,29	-	-	0,80	18,3	=====	a
1,8	15,4	0,53	29	1024	1,91	0,33	-	-	0,60	19,6	=====	al
2	17,4	1,60	11	994	1,60	0,36	-	-	0,68	21,3	#####	aot
2,2	21,4	1,00	21	1124	1,93	0,40	-	-	0,84	18,7	=====	a
2,4	20,4	1,40	15	1264	1,92	0,44	-	-	0,80	19,6	=====	a
2,6	20,4	1,47	14	1364	1,92	0,47	-	-	0,80	19,6	=====	a
2,8	19,5	1,53	13	1535	1,63	0,51	-	-	0,76	19,0	#####	aot
3	19,5	1,47	13	1725	1,92	0,54	-	-	0,76	19,8	=====	a
3,2	21,5	1,07	20	1825	1,93	0,58	-	-	0,84	18,6	=====	a
3,4	21,5	1,33	16	2035	1,93	0,62	-	-	0,84	18,6	=====	a
3,6	26,5	0,67	40	2125	1,73	0,66	28	-	-	12,6	#####	sl
3,8	18,7	1,60	12	2247	1,62	0,69	-	-	0,72	19,9	#####	aot
4	17,7	0,53	33	2297	1,69	0,72	-	-	0,68	16,9	~~~~~	l
4,2	15,7	0,93	17	2417	1,91	0,76	-	-	0,60	19,5	=====	a
4,4	13,7	1,07	13	2547	1,57	0,79	-	-	0,51	27,1	#####	aot
4,6	16,7	0,87	19	2647	1,91	0,83	-	-	0,63	19,4	=====	a
4,8	12,8	0,73	17	2608	1,91	0,87	-	-	0,48	20,7	=====	a
5	17,8	0,67	27	2678	1,92	0,91	-	-	0,67	19,4	=====	al
5,2	21,8	0,40	54	2698	1,71	0,94	29	17	-	15,3	=====	sm
5,4	32,8	0,47	70	2728	1,76	0,98	31	31	-	10,2	=====	sm
5,6	16,8	0,80	21	2678	1,92	1,01	-	-	0,63	19,4	=====	a
5,8	17,9	0,73	24	2629	1,92	1,05	-	-	0,67	19,4	=====	a
6	9,9	0,40	25	2579	1,90	1,09	-	-	0,35	23,5	=====	a
6,2	25,9	0,33	78	2619	1,73	1,13	29	19	-	12,9	=====	sm
6,4	12,9	0,53	24	2679	1,91	1,16	-	-	0,47	20,6	=====	a
6,6	27,9	1,00	28	2799	1,94	1,20	-	-	1,07	14,3	=====	al
6,8	16,0	0,93	17	2930	1,91	1,24	-	-	0,59	19,5	=====	a
7	14,0	0,67	21	2820	1,91	1,28	-	-	0,51	20,0	=====	a
7,2	9,0	1,20	8	2780	1,52	1,31	-	-	0,31	39,2	#####	aot
7,4	10,0	0,13	75	2680	1,65	1,34	28	2	-	33,2	#####	ss
7,6	7,0	0,60	12	2690	1,50	1,37	-	-	0,23	46,0	#####	aot
7,8	9,2	0,40	23	2722	1,86	1,41	-	-	0,31	24,6	=====	a
8	8,2	0,40	20	2232	1,81	1,45	-	-	0,27	26,6	=====	a
8,2												
8,4												
8,6												
8,8												
9												
9,2												
9,4												
9,6												
9,8												
10												



GEOSERVIZI S. N. C.  
di Cosco e Spadaro  
Via E. Calabresi - 56121 Montacchiello(PI)  
Cell. 339-1344492

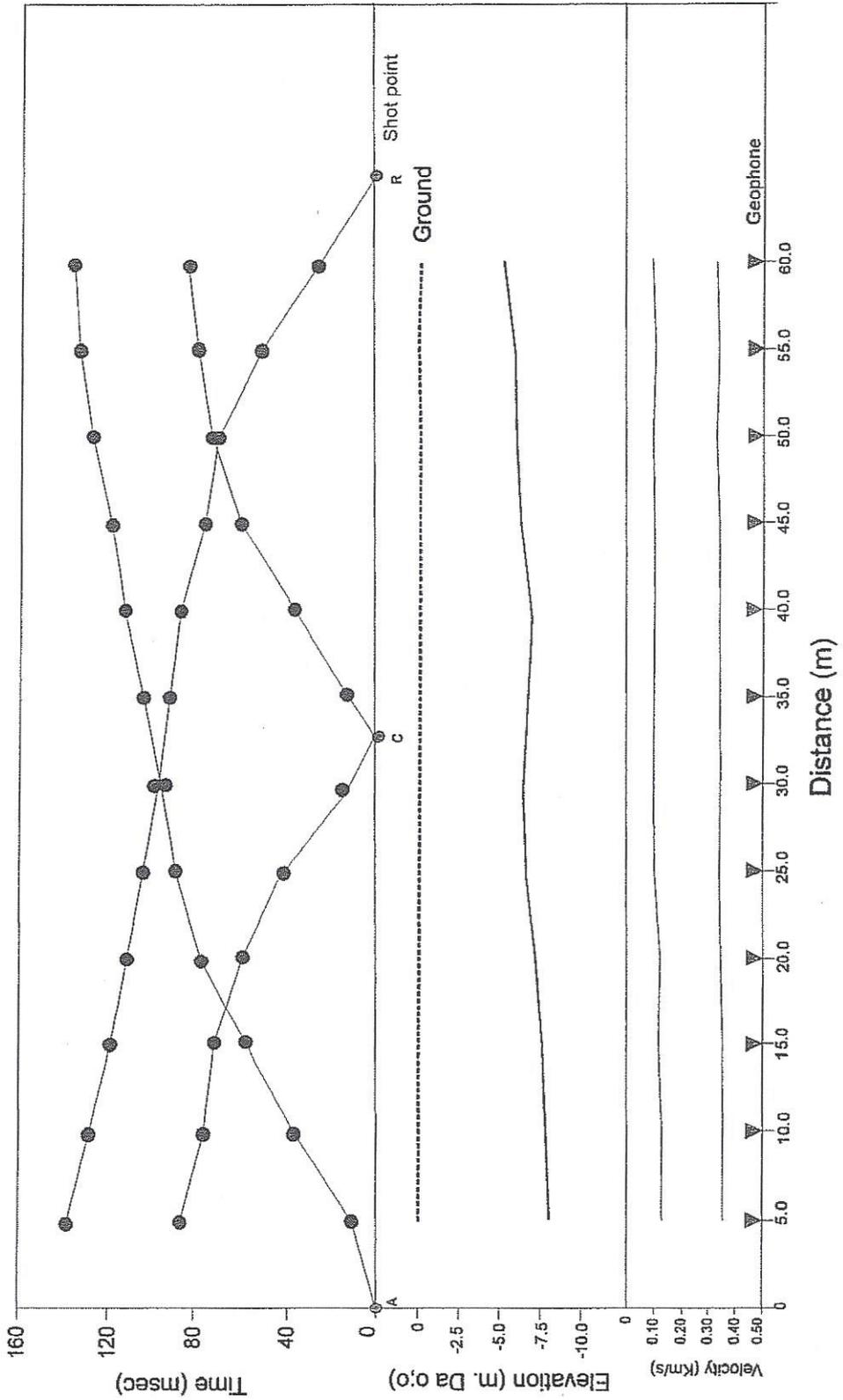
Prova numero 1  
Committente DOTT. VIOLANTI  
Località EMPOLI  
Cantiere VIA P. DELLA FRANCESCA  
Data 10/5/01

Profondità massima (m): 8  
Quota falda (m dal p.c.):

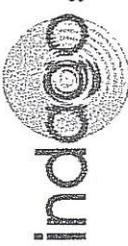


PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI

TORRE TECNICA S.R.L. SISTO  
 Via ...  
 ...



**Progetto di demolizione e ricostruzione di fabbricato posto a Santa Maria in Via della repubblica**  
 Sezione sismica a rifrazione sh  
 Equipment: D O L A N G  
 Energizzazione: massa batt. Geofoni: 10 Hz OR



**indago** S.n.c.

Servizi di Geologia e Ingegneria Ambientale

Via de Ambris, 14 50052 CERTALDOO (FI) - C.F. e P.I. 0404570407  
 tel 0571 832040 fax 0571 830003 E-mail: info@indago.com.it

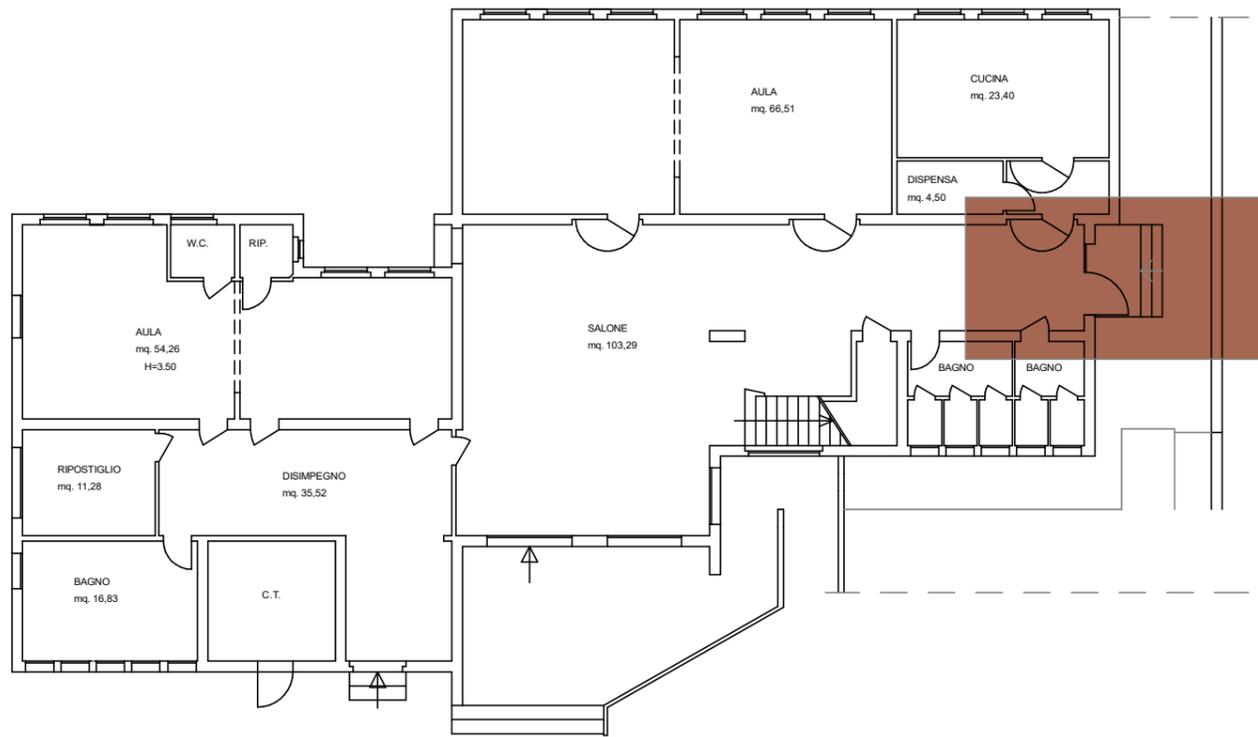
Pos. Arch.: 750/10



La sezione sismica (presente in Appendice B) in onde SH evidenzia la presenza di un rifrattori più superficiale con  $V_{sh}$  comprese tra 118 m/s e 148 m/s di spessore complessivamente compreso tra circa 1.4 e 3.9 metri poggiate su un rifratore con  $V_{sh}$  comprese tra 353 m/s e 370 m/s. Purtroppo non è stato possibile individuare la base di questo rifratore data la lunghezza della sezione sismica. Lunghezza imposta dalle condizioni logistiche del sito.

La ricostruzione delle VS30 lungo il profilo (assumendo profondità fino a 30.0 metri per l'ultimo orizzonte) ha consentito di determinare la VS30 media dell'area che risulta pari a 312.64 m/s. Questo valore di velocità consente di attribuire la categoria di sottosuolo alla **classe C: Depositi a grana fina di media consistenza.**

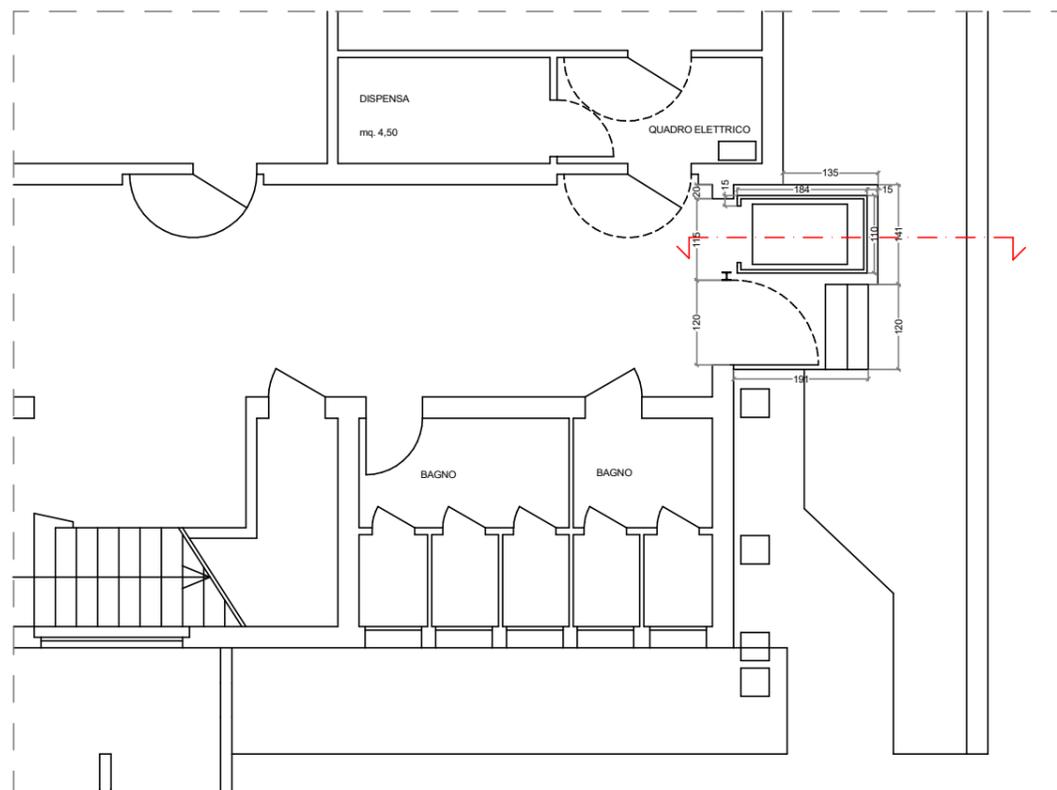
Inquadramento intervento - Piano terra 1:200



Profondità dal p.d.c (m)	Stratigrafia	Stato medio di consistenza
0,00 - 0,40	terreno alterato	-
0,40 - 8,00	argilla-limosa	medio

n. strato	Prof. dal p.d.d. (m)	valori	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Φ (°)	Y (t/m <sup>3</sup> )	Mv (cm <sup>2</sup> /t)
1	0,00 - 0,40	medio caratt.	-	-	-	-
2	0,40 - 8,00	medio caratt.	0,80 0,70	22 20	1,90 1,90	17,2 19,6

Pianta - stato di progetto 1:100



Sezione geo-litologica 1:100

