

**dr. 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: paolaviolanti@timenet.it  
pec: paolaviolanti@epap.sicurezzapostale.it  
cod.fisc. VLNPLA53P51D403Z  
part. I.V.A. 04363000482

## **COMUNE DI EMPOLI**

**Variante al Piano Strutturale ed al Regolamento  
Urbanistico Comunale,  
relativa alla realizzazione di verde pubblico attrezzato  
ed a due parcheggi a raso, lungo via Salaiola,  
COMUNE DI EMPOLI**

Provincia di Firenze

### **RELAZIONE SULLA FATTIBILITA' GEOLOGICA**

**indagine geologica L.R.T. n° 65 del 2014 e relativi regolamenti di attuazione**

ottobre 2019

**INDICE**  
**Paragrafi****PREMESSA****1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO****2 - CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO****3 - METODOLOGIA D'INDAGINE ED ELABORATI GRAFICI****4 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E LITOTECNICO****5 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE****6 - CARATTERISTICHE IDRAULICHE****7 - STRATIGRAFIA E LITOLOGIA DEL SOTTOSUOLO**

7.1. Interpretazione litostratigrafica delle prove geognostiche

7.2. Quadro sismico

**8 - PERICOLOSITA' DELL'AREA**

8.1. pericolosità geomorfologica

8.2. pericolosità sismica

8.3. pericolosità idraulica

**9 - FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO**

9.1. fattibilità geomorfologica

9.2. fattibilità sismica

9.3. fattibilità idraulica

**appendici al testo**

<b>appendice 1</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta geologica (Tav. 1.1)</i>
<b>appendice 2</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta Geomorfologica (Tav.1.2)</i>
<b>appendice 3</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta dati di base (Tav.1.3)</i>
<b>appendice 4</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta Idrogeologica (Tav.1.4)</i>
<b>appendice 5</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta Geolitotecnica (Tav.1.5)</i>
<b>appendice 6</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta delle MOPS Empoli (Tav.1.10)</i>
<b>appendice 7</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta della Pericolosità Geologica (Tav.1.12)</i>
<b>appendice 8</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta della Pericolosità Sismica (Tav.1.13)</i>
<b>appendice 9</b>	- Studio idrologico idraulico supp. R.U. (maggio 2013)	- <i>Carta della Pericolosità Idraulica (Tav.6.1)</i>
<b>appendice 10</b>		- <i>Cert. Prova Penetr. Statica (sett.2010)</i>
<b>appendice 11</b>		- <i>Relazione indagine sismica (sett. 2010)</i>

**Tavole****Tavola 1** - Variante Regolamento Urbanistico - Carta della Pericolosità e Fattibilità Geomorfologica (D.P.G.R. 53/R)**Tavola 2** - Variante Regolamento Urbanistico - Carta della Pericolosità e Fattibilità Sismica (D.P.G.R. 53/R)**Tavola 3** - Variante Regolamento Urbanistico - Carta della Pericolosità e Fattibilità Idraulica (D.P.G.R. 53/R)

**Variante al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico Comunale  
relativa alla realizzazione di verde pubblico attrezzato ed a due parcheggi a raso  
lungo via Salaiola,  
COMUNE DI EMPOLI**

Relazione geologica

---

La presente indagine è riferita alla Variante al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico Comunale relativa alla realizzazione di verde pubblico attrezzato ed a due parcheggi a raso lungo via Salaiola nel Comune di Empoli.

Gli studi, condotti secondo quanto definito dalla D.P.G.R. 25/10/2011, n.53/R (2013) sono basati sul quadro delle conoscenze ad oggi disponibili, costituite dalle indagini geologiche di supporto a:

- Piano Strutturale comunale;
- Regolamento Urbanistico comunale;
- Variante al Piano Strutturale (2013);
- Secondo Regolamento Urbanistico (2013)
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale (UoM Arno).

Gli approfondimenti relativi agli aspetti idraulici sono stati condotti dalla Società di ingegneria H.S. INGEGNERIA srl, i cui risultati sono discussi in un'apposita relazione allegata al presente rapporto di fattibilità.

#### **1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- L. R. 10 novembre 2014, n.65: "Norme per il Governo del Territorio";
- D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n.53/R: "Regolamento di attuazione dell'Art. 62 L.R. n.1/2005";
- D.G.R.T. 26 maggio 2014, n.421: "Aggiornamento classificazione sismica del territorio regionale".
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale (PGRA)

## 2 - CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

La Variante al P.S. ed al R.U. interessa due aree agricole ubicate al margine di Via Salaiola nella frazione di Corniola.

Il progetto con contestuale Variante al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico prevede la realizzazione di due parcheggi auto a raso per una capienza totale pari a 73 stalli di sosta.

La superficie interessata dall'intervento è di circa mq.4.400, di cui circa mq. 2.400 destinati ad aree parcheggio ed i rimanenti mq. 2.000 destinati a verde pubblico attrezzato.

Per la realizzazione delle aree a parcheggio verrà effettuato in primo luogo lo scorticamento dell'intera area e successivamente la formazione di adeguato cassonetto in materiale stabilizzato di cava adeguatamente compattato con sovrastante pavimentazione in conglomerato bituminoso.

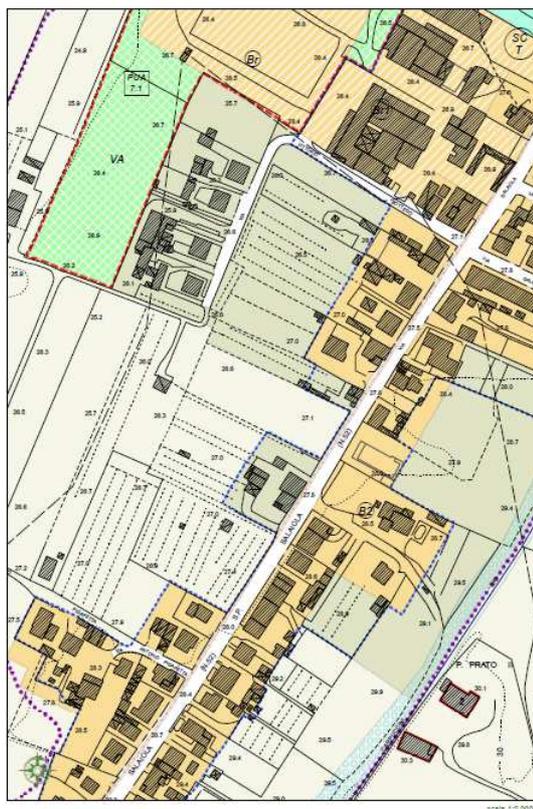
La regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche sarà garantito dalla realizzazione di adeguati pozzetti ad intercettazione idraulica e nuovi tratti di fognatura che si immetteranno nella rete fognaria esistente al centro della carreggiata di Via Salaiola (per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica allegata al progetto).



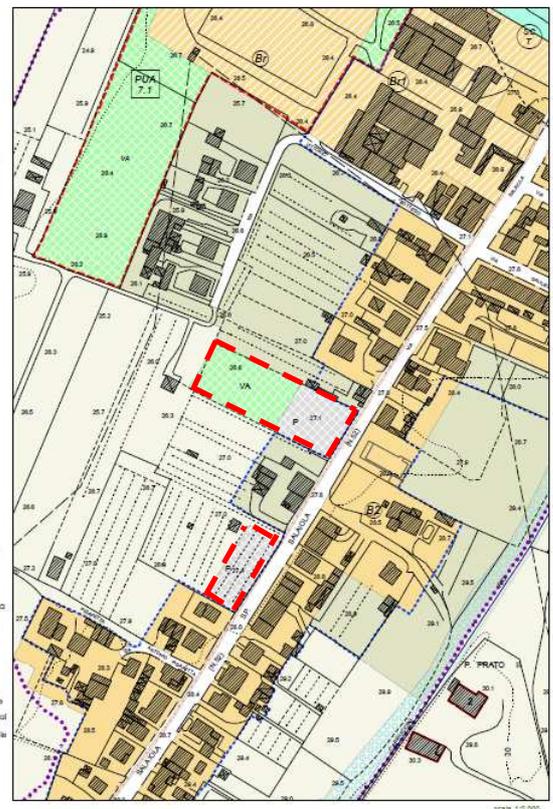
VARIANTE ex art. 34 LRT 65/2014

PROGETTO PER PARCHEGGI E VERDE PUBBLICI IN LOCALITA' CORNIOLA

RU vigente (estratto)



Proposta di variante



Legenda parziale (estratto RU)

- Parcheggi esistenti / di progetto
- Verde esistenti / di progetto
- Alimentato tipo di verde:
  - verde irriguato - pubblico / verde irriguato - privato
  - verde irriguato - privato
  - verde irriguato - privato
  - verde irriguato - privato
- Visibilità di progetto - da ristrutturare
- Visibilità esistente
- Piste ciclabili
- Zone ferroviarie
- Canti d'occupazione
- Ambiti del territorio aperto
  - Aree con esclusiva o prevalente funzione agricola
  - Aree agricole d'interesse primario
  - Aree agricole periurbane
- Ambiti ad elevato valore naturalistico e rete ecologica
  - Reti fluviali e contenimento del rischio idraulico
  - Aree in frangito ai canti d'occupazione e zone umide
- Geotopo Armevecchio - A.H.P.I.L.
- Aree a protezione paesistica e/o storico ambientale
  - Monumenti di rilevanza ambientale e/o storico-culturale
  - Aree di tutela dei monumenti di rilevanza ambientale e/o storico-culturale
  - Edifici Titoli del D.Lgs. n.490/99
  - Corridoi infrastrutturali

### **3 - METODOLOGIA D'INDAGINE ED ELABORATI GRAFICI**

Dagli elaborati che fanno parte della Relazione Geologica-Variante al Piano Strutturale (gennaio 2013, Relazione Geologica di Fattibilità-Secondo Regolamento Urbanistico Comunale (marzo 2013) e successive integrazioni a supporto al Piano Strutturale ai sensi della delibera C.R.94/85, abbiamo estratto i dati contenuti nella:

<i>Carta Geologica (Tav.1.1)</i>	<i>appendice 1</i>
<i>Carta Geomorfologica (Tav.1.2)</i>	<i>appendice 2</i>
<i>Carta dei dati di base (Tav.1.3)</i>	<i>appendice 3</i>
<i>Carta Idrogeologica (Tav.1.4)</i>	<i>appendice 4</i>
<i>Carta Geolitotecnica (Tav.1.5)</i>	<i>appendice 5</i>
<i>Carta delle MOPS Empoli (Tav.1.10)</i>	<i>appendice 6</i>
<i>Carta della Pericolosità Geologica (Tav.1.12)</i>	<i>appendice 7</i>
<i>Carta della Pericolosità Sismica (Tav. 1.13)</i>	<i>appendice 8</i>
<i>Carta della Pericolosità Idraulica (Tav. 6.1)</i>	<i>appendice 9</i>

da cui, in particolare si evincono le seguenti indicazioni:  
alle aree d'intervento, sono state attribuite

- **Pericolosità Geologica G.2** (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)
- **Pericolosità Sismica S.2** (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)
- **Pericolosità Idraulica I.2 e I.3** (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)

I dati acquisiti nell'ambito degli approfondimenti svolti nel corso dell'indagine in oggetto sono stati sintetizzati nelle seguenti tavole tematiche:

<i>Variante P.S. e R.U. - Carta della Pericolosità e Fattibilità Geologica (D.P.G.R. 53/R)</i>	<i>TAVOLA 1</i>
<i>Variante P.S. e R.U. - Carta della Pericolosità e Fattibilità Sismica (D.P.G.R. 53/R)</i>	<i>TAVOLA 2</i>
<i>Variante P.S. e R.U. - Carta della Pericolosità e Fattibilità Idraulica (D.P.G.R. 53/R)</i>	<i>TAVOLA 3</i>

### **4 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E LITOTECNICO**

La Variante al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico, interessa due aree, delimitate dalla Via Salaiola a Sud-Est; situate nella frazione di Corniola, si trovano alla quota di circa 26,50 m. s.l.m.

L'intera area si presenta nell'insieme pianeggiante, con piccole variazioni di quota tra i vari punti.

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

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.

La modalità di deposizione fluviale ed alluvionale di questi depositi, legata alle frequenti fasi di reincisione e deposito dei corsi d'acqua, è estremamente variabile negli spessori, nella continuità laterale e nella granulometria.

I depositi quaternari sopra descritti, poggiano in profondità su di un substrato di età pliocenica, caratterizzato essenzialmente da sedimenti argillosi e limoso-argillosi.

La Carta Geolitotecnica allegata alla Variante al P.S. 2013, indica la presenza, sia in superficie che più in profondità di litologie prevalentemente argilloso-limose, con caratteristiche geotecniche discrete.

## **5 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

La permeabilità dei terreni affioranti nel complesso risulta bassa; i livelli sabbiosi intercalati a quelli argilloso-limosi che costituiscono le alluvioni attuali e recenti, sono sede di falde acquifere freatiche o di tipo semiconfinato.

L'area è caratterizzata dalla presenza di una linea di drenaggio preferenziale, il Rio dei Cappuccini che scorre a circa m.100 ad Est.

La natura litologica, a scarsa permeabilità, dei terreni affioranti, può favorire la formazione di ristagni d'acqua in superficie: sarà opportuno curare in modo particolare lo smaltimento delle acque meteoriche.

Ad Ovest dell'area in esame, è presente la centrale acquedottistica di Corniola, costituita da una serie di pozzi che attingono da vari livelli acquiferi in parte continui e in parte lenticolari, distribuiti in uno spessore di 15,00 m. a partire dal piano di campagna.

Il quadro idrogeologico dell'area è stato individuato, sia sulla base delle informazioni stratigrafiche e dei livelli di falda provenienti dalle Penetrometrie effettuate nell'area, sia dai dati inseriti nella "Relazione Geologica – Variante al Piano Strutturale 2013" (GE.T.AS. gennaio 2013); il tetto della falda varia da 5,00 m. a 10,00 m. dal p.d.c.

## **6 - CARATTERISTICHE IDRAULICHE**

Nel P.S. del Comune di Empoli approvato con D.C.C. n.72 del 04/11/2013, le aree oggetto di Variante al P.S. ed al R.U., sotto il profilo idraulico, ricadono nelle seguenti perimetrazioni:

- pericolosità idraulica ai sensi del DPGR 53/R (appendice 9): PI2 media e PI3 elevata

Gli approfondimenti relativi agli aspetti idraulici sono stati condotti dalla Società di ingegneria H.S. INGEGNERIA srl, i cui risultati sono discussi in un'apposita relazione allegata al presente rapporto di fattibilità.

## **7 - STRATIGRAFIA E LITOLOGIA DEL SOTTOSUOLO**

La caratterizzazione fisico-meccanica dei litotipi che costituiscono il sottosuolo delle aree in esame è stata eseguita utilizzando i risultati di n.1 prova penetrometrica di tipo statico eseguita nel mese di settembre 2010 da questo stesso Studio Professionale nelle immediate vicinanze delle aree oggetto di Variante (appendice 3, appendice 10).

### **7.1 - Interpretazione litostratigrafica della prova geognostica di riferimento**

La penetrometria di riferimento, ha raggiunto la profondità di m. 14,00 dal p.d.c.; a tale profondità si è verificato rifiuto strumentale avendo incontrato un livello di sabbie e ghiaie molto addensate.

I risultati della prova in sito, unitamente alle penetrometrie allegatae al P.S. comunale, hanno permesso di ricostruire la stratigrafia del sottosuolo dell'area e di precisare le proprietà geomeccaniche dei singoli litotipi individuati.

La prova penetrometrica statica è stata effettuata dalla ditta Geoservizi; 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.

Oltrepassati i primi m. 0,60/0,80 di terreno vegetale sono stati registrati, fino a circa m.9,80 parametri geomeccanici indicativi di un litotipo argilloso con una certa percentuale di limo, geotecnicamente buono, con valori di Rp mediamente compresi tra i 15 ed i 22 Kg/cmq.

I terreni immediatamente sottostanti, fino alla profondità di circa m.13,20 sono risultati essere litotipi limoso-argillosi di buona consistenza, con valori di Rp mediamente compresi tra i 32 ed i 46 Kg/cmq. Da questa quota, fino alla profondità di m. 14,00 al di sotto del p.d.c., i litotipi attraversanti, prevalentemente costituiti da sabbie e ghiaie, presentano caratteristiche geotecniche ottime, con valori di Rp che superano i 200 Kg/cmq. causando rifiuto strumentale.

Nel foro lasciato dalla prova, è stata registrata la presenza di acqua a m. 13,00 dal p.d.c. attuale.

Nella seguente tabella si riporta sinteticamente la stratigrafia del sottosuolo dell'area in oggetto:

Profondità dal p.d.c. (m)	Stratigrafia	Stato medio di consistenza
0,00 - 0,60/0,80	coltre alterata sup.	-
0,60/0,80 - 9,80	argilla, argilla-limosa	medio
9,80 - 13,20	limo, limo-argilloso	medio-alto
13,20 - 14,00	sabbia e ghiaia	medio-alto e alto

## 7.2 - Quadro sismico

Per ottemperare a quanto stabilito al punto 4 del D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n°53/R, abbiamo integrato il quadro conoscitivo costituito dagli studi geologici di supporto allo S.U. Comunale vigente, con i risultati di un'indagine sismica eseguita nelle vicinanze delle aree in oggetto (settembre 2010).

Lo scopo della prospezione è stato quello di identificare e ricostruire, sulla base delle loro caratteristiche fisiche e meccaniche, i rapporti geometrici degli strati di terreno ed il valore di Vs30.

E' stato realizzato un profilo sismico tomografico a rifrazione per determinare le variazioni della velocità delle onde di volume "P" nel sottosuolo; inoltre sono state realizzate, una prova "Re.Mi." (Refraction Microtremor) ed una prova MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) per ricostruire la distribuzione della velocità delle onde di taglio "S" (appendice 11).

L'interpretazione dell'indagine sismica ha evidenziato sostanzialmente un assetto stratigrafico circa sub orizzontale. In superficie si evidenziano terreni con velocità sismica inferiore a 600 m/s fino alla profondità di circa 3 metri. Inferiormente la velocità sismica aumenta in modo graduale fino alla profondità di circa 5 metri, dove si registra la velocità sismica di 1.000 m/s. Al di sotto si evidenzia un aumento di velocità ma con un gradiente leggermente superiore a quanto registrato superiormente e alla profondità di 9 metri si ha la velocità sismica di 1.800 m/s.

L'interpretazione della prova Re.Mi., per le onde S, ha reso evidente la seguente successione:

Profondità da P.C.		Velocità Onde S (m/s)
0	5,6	148
5,6	12,5	261
12,5	40	494

Per questo terreno il valore di Vs30 (calcolato da p.c.) risulta pari a 302 m/s;

L'interpretazione della prova MASW, per le onde S, ha reso evidente la seguente successione:

Best model			Mean model		
Profondità da P.C		Velocità Onde S (m/s)	Profondità da P.C		Velocità Onde S (m/s)
0	6,1	149	0	6,1	149
6,1	12,4	273	6,1	12,4	273
12,4	40	441	12,4	40	441
Vs30 = 289 m/s			Vs30 = 289 m/s		

Le prove Re.Mi. e MASW evidenziano che l'area è collocata, secondo la normativa italiana, in **classe C**.

## **8 - PERICOLOSITA' DELL'AREA**

### **8.1. pericolosità geologica**

Sulla base dei dati disponibili, sono state condotte nuove valutazioni circa la pericolosità geologica in ottemperanza a quanto definito al Punto C.1 dell'Allegato A al D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R.

La pericolosità già definita nella Variante al Piano Strutturale Comune di Empoli, (gennaio 2013) è stata confermata.

La rappresentazione grafica di quanto sopra è inserita nella Tavola 1 dove abbiamo elaborato la Carta della Pericolosità Geologica:

#### ➤ **PERICOLOSITÀ GEOLOGICA MEDIA G.2 ai sensi del DPGR n.53/R:**

dove sono inserite le "aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente od 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%".

### **8.2 pericolosità sismica**

Le valutazioni di pericolosità sismica sono state definite a partire dai risultati riportati nella Carta delle MOPS.

Anche in questo caso, è stata condotta la classificazione della Pericolosità Sismica a partire da quanto definito al punto C.5 dell'Allegato 1 al D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R.

Le valutazioni di pericolosità sismica sono state definite a partire dai risultati riportati nella Carta delle MOPS; la zona ricade nella Microzona Z1 caratterizzata da un substrato stabile potenzialmente suscettibile di amplificazioni locali per l'esistenza di un contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido la cui profondità è stimabile oltre i cento metri; in queste condizioni non si determinano effetti di amplificazione delle onde sismiche in superficie.

L'analisi generale ha portato a confermare la pericolosità già definita nella Variante al Piano Strutturale del Comune di Empoli, (gennaio 2013).

La rappresentazione grafica di quanto sopra è inserita nella Tavola 2 dove abbiamo elaborato la Carta della Pericolosità Sismica:

#### ➤ **PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA, S.2 - ai sensi del DPGR n.53/R.**

### **8.3. pericolosità idraulica**

Nella Tavola 3 abbiamo elaborato la Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi del D.P.G.R. 53/R: nella relazione idraulica (H.S. INGEGNERIA srl), a firma dell'ing. Pucci, alle aree oggetto di Variante al P.S. ed al R.U. relative alla realizzazione di verde pubblico attrezzato ed a due parcheggi a raso lungo via Salaiola nel Comune di Empoli, nella frazione di Corniola, dopo le verifiche fatte viene attribuita:

#### ➤ **PERICOLOSITÀ IDRAULICA MEDIA I.2 ai sensi del DPGR n.53/R.**

"aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < TR \leq 500$  anni"

"Con riferimento alla L.R. 41/2018 le aree di Variante non risultano interessate né da alluvioni frequenti né da alluvioni poco frequenti, e pertanto non sono da dettare in relazione alla citata legge specifiche condizioni di fattibilità.

Per quanto concerne la classificazione di pericolosità idraulica del piano di Gestione Rischio Alluvioni (PRGA) le aree di Variante risultano in classe di pericolosità da alluvioni bassa P1, "corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale".

## **9 - FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO**

### **9.1. fattibilità geologica**

Sulla base di tutto quanto sopra la fattibilità geologica della Variante al P.S. ed al R.U. relativa alla realizzazione di verde pubblico attrezzato ed a due parcheggi a raso lungo via Salaiola nel Comune di Empoli, espressa nei termini del D.P.G.R. 53/R è stata definita equivalente alla:

#### **❖ FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI, Classe F2 - DPGR n.53/R:** (Tavola 1)

*"Nelle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, così come previste dalla normativa vigente (D.P.G.R. 36/R e NTC 2018), dovranno essere eseguite indagini geologiche e geotecniche finalizzate alla verifica delle caratteristiche geotecniche ed alla parametrizzazione geotecnica dei terreni del substrato di fondazione."*

### **9.2. fattibilità sismica**

Sulla base di tutto quanto sopra la fattibilità sismica della Variante al P.S. ed al R.U. relativa alla realizzazione di verde pubblico attrezzato ed a due parcheggi a raso lungo via Salaiola, Comune di Empoli, espressa nei termini del D.P.G.R. 53/R è stata definita equivalente alla:

#### **❖ FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI, Classe F2 - DPGR n.53/R:** (Tavola 2)

*"Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica media (S2), e da pericolosità sismica bassa (S1) non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia."*

### **9.2. fattibilità idraulica**

Nelle conclusioni della relazione idraulica (H.S. INGEGNERIA srl), a firma dell'ing. Pucci, si legge:

"Il relazione alle condizioni di pericolosità derivanti dagli studi effettuati si evidenzia quanto segue:

- il DPGR 53/R-2011 per le aree a pericolosità I2 media indica che "possono non essere dettate specifiche condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico"
- le limitazioni di fattibilità di cui alla L.R. 41/2018 non sono da applicare al caso in esame in quanto le aree non risultano interessate da alluvioni "frequenti" o "poco frequenti"
- la Disciplina al Piano del PGRA per le aree P1 indica che "sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico"

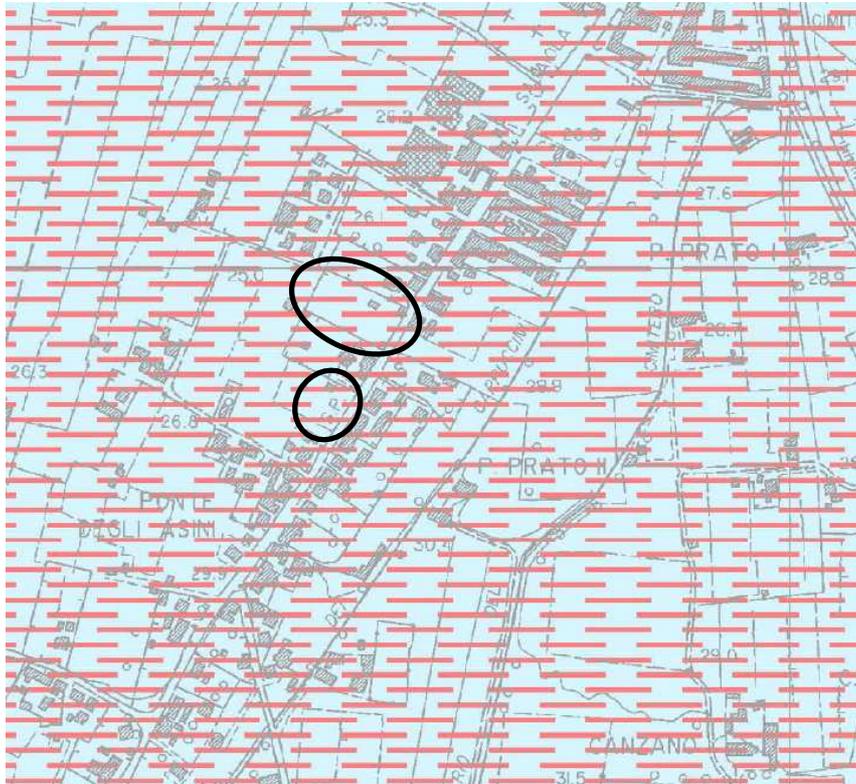
Secondo quanto sopra, alle aree oggetto di Variante si assegna la seguente classe di fattibilità idraulica ai sensi del DPGR 53/R-2011:

#### **❖ FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI F2 ai sensi del DPGR n.53/R:** (Tavola 3)

*"Gli approfondimenti di indagine da eseguire a livello di progetto, legati alla gestione del rischio, riguardano il rispetto di quanto prescritto al paragrafo 3.2.2 della Relazione Geologica di Fattibilità del Secondo RU comunale in merito al contenimento degli effetti derivati dall'impermeabilizzazione dei suoli."*

Dr. Geol. Paola Violanti

## carta geologica

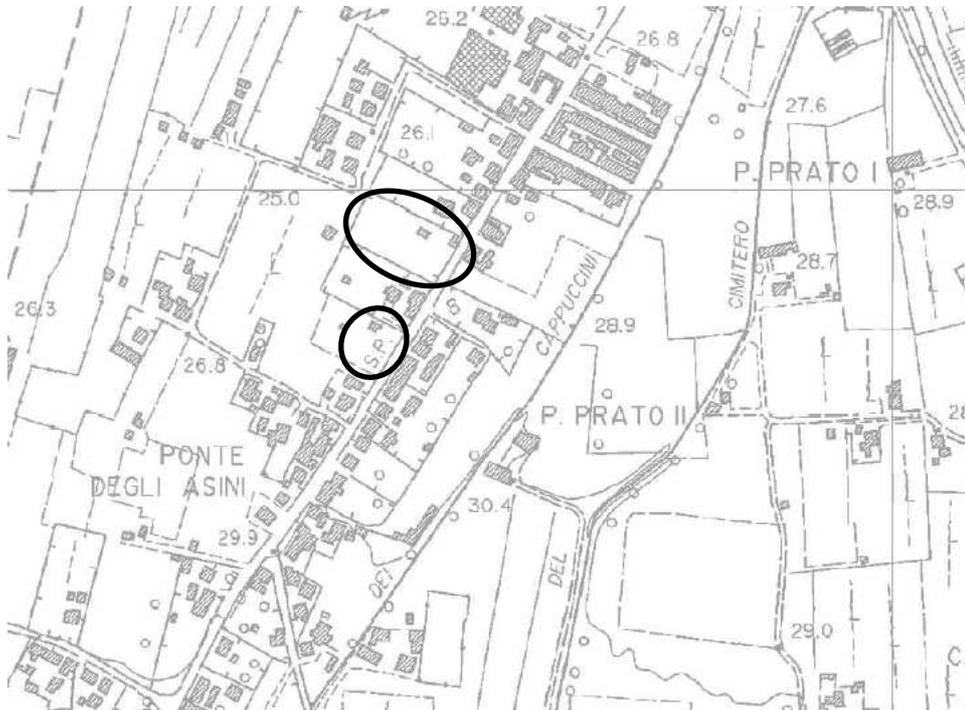


Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-1

### FORMAZIONI GEOLOGICHE

	Detriti di versante		(dt)
	Alluvioni: Ghiaie Sabbie		(bc)
	Alluvioni: Sabbie Limi	<b>OLOCENE</b>	(be)
	Alluvioni: Limi Argille		(bf)
	Alluvioni terrazzate		(bn1)
	Conglomerati Sabbie Limi	<b>PLEISTOCENE</b>	(QPL)
	Argille azzurre		(FAA)
	Ghiaie e Conglomerati	<b>PLIOCENE</b>	(ACO2)
	Sabbie marine		(ACO1)

## carta geomorfologica

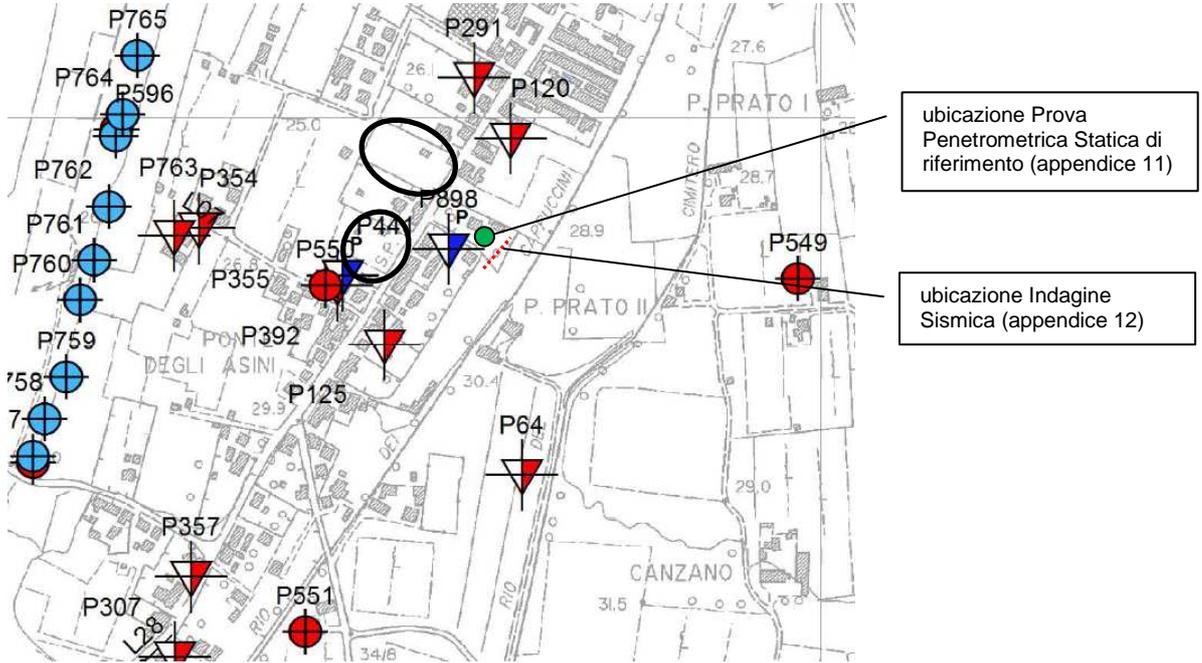


Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-2

-  cave attive
-  cave dismesse
-  cave dismesse ripristinate e/o rinaturalizzate
-  Laghetti collinari
-  Corona di frana e/o scarpata quiescente o inattiva e/o scarpata morfologica di maggiore entità
-  Corona di frana e/o scarpata quiescente o inattiva e/o scarpata morfologica di modesta entità
-  Corona di frana e/o scarpata attiva di maggiore entità
-  Corona di frana e/o scarpata attiva di modesta entità
-  Area calanchiva
-  Area con presenza di soliflusso localizzato
-  Frana attiva per scorrimento
-  Frana attiva per colamento a dinamica lenta
-  Frana quiescente per scorrimento
-  Frana quiescente per colamento a dinamica lenta
-  Colluvio e/o detrito di versante
-  Riporto
-  Confine comunale

appendice 3

carta dati di base



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

- Sondaggi
- Prove penetrometriche statiche - CPT
- Prove penetrometriche dinamiche
- Pozzi
- Intersezione con scalone E4E

STRATIGRAFIA NEI SONDAGGI

- Terreno vegetale e/o riporto
- Argilla
- Limo
- Limo sabbioso
- Sabbia
- Ghiaia

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENI DI PIANURA

- CARATTERISTICHE SCADENTI: I terreni sono caratterizzati da valori medi di  $R_p < 10 \text{ kg/cm}^2$
- CARATTERISTICHE DISCRETE: I terreni sono caratterizzati da valori medi  $10 < R_p < 20 \text{ kg/cm}^2$
- CARATTERISTICHE BUONE: I terreni sono caratterizzati da valori medi di  $R_p > 20 \text{ kg/cm}^2$

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENI DI COLLINA

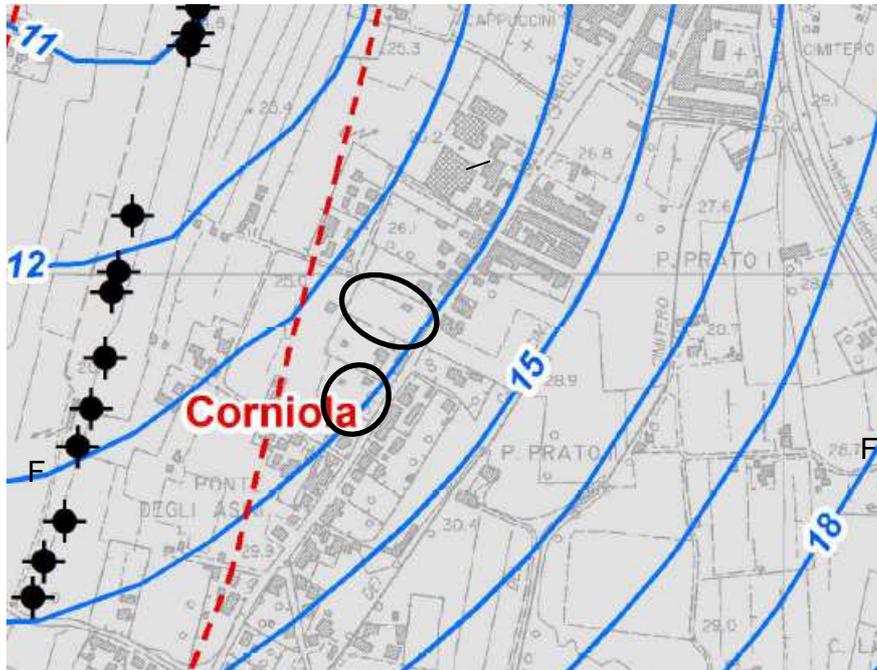
- CARATTERISTICHE BUONE: I terreni sono caratterizzati da valori medi di  $R_p > 20 \text{ kg/cm}^2$



Successione pre-Quaternaria

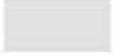
- Argilla Azzone

### carta idrogeologica

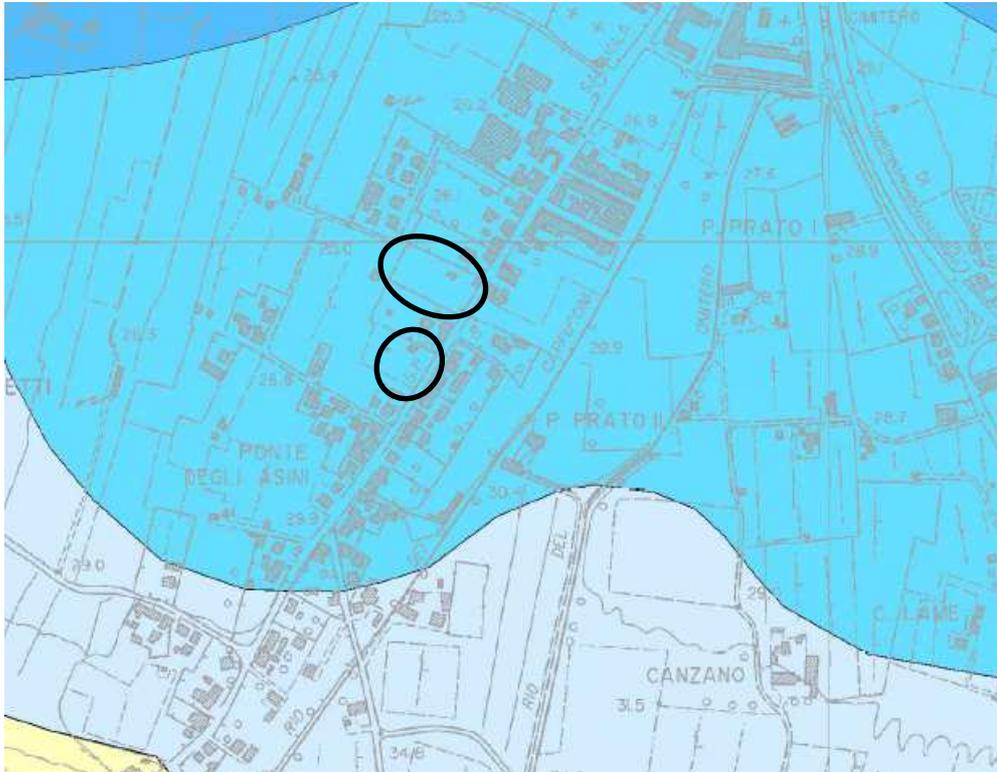


Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-4

#### 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

## carta geolitotecnica

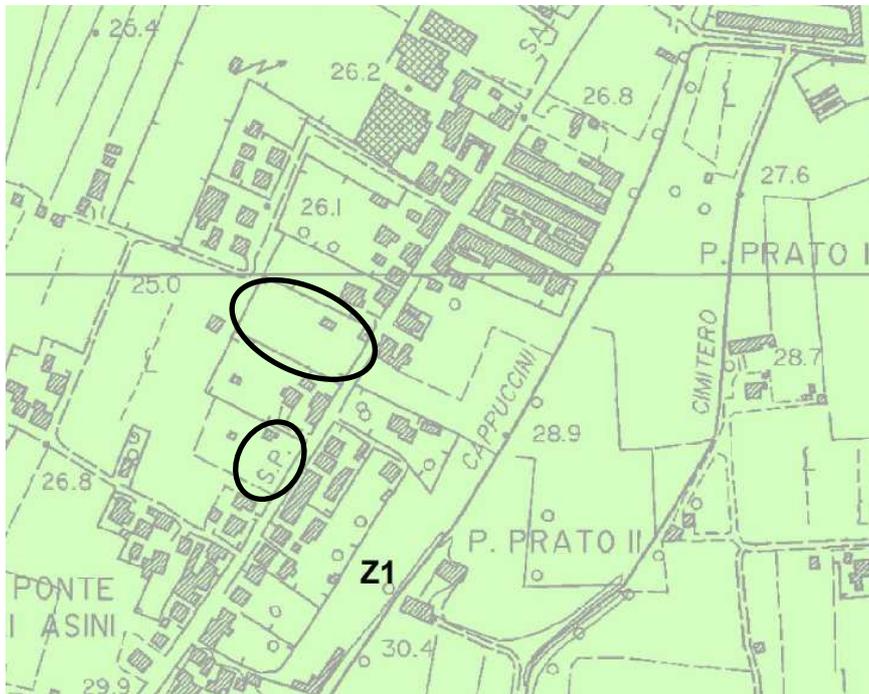


Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-5

### Legenda

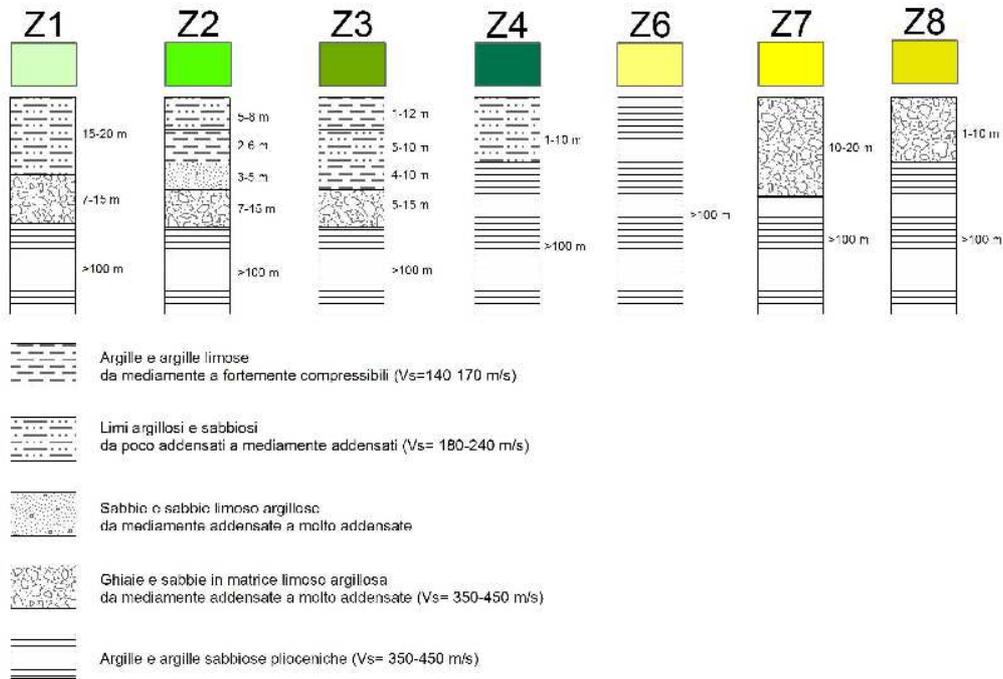
- Confine comunale
- Traccia delle sezioni geologico-tecniche
- - - Isobata del tetto dello strato scadente
-  PIANURA: Aree con presenza di terreni scadenti a profondità inferiori a 10 m
-  PIANURA: Caratteristiche geotecniche buone
-  PIANURA: Caratteristiche geotecniche discrete
-  PIANURA: Caratteristiche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

**carta delle MOPS Empoli**

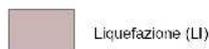


Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-10

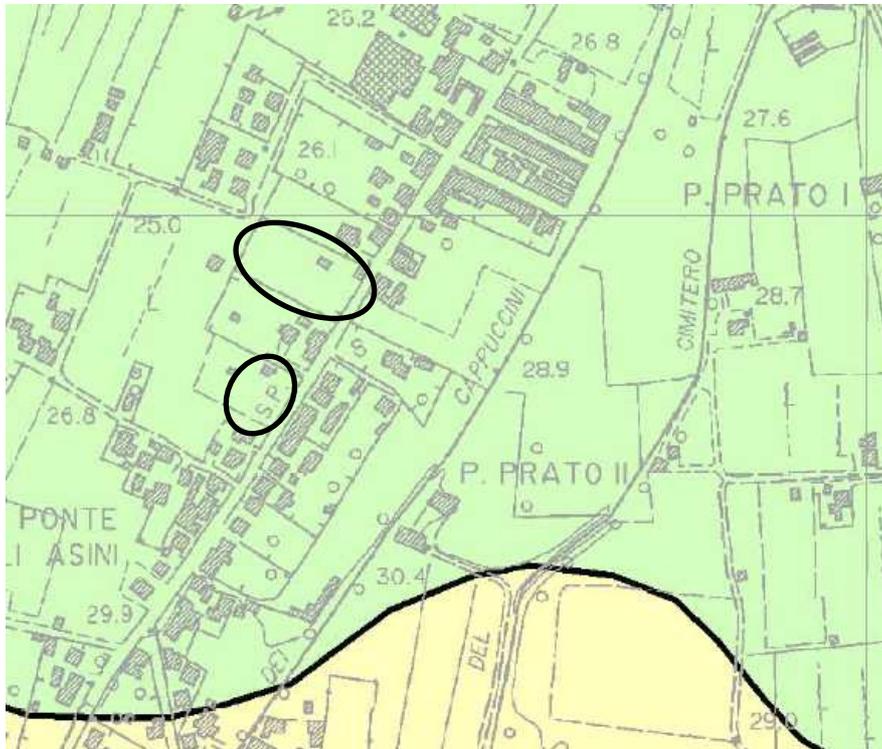
**ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE**



**ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'**



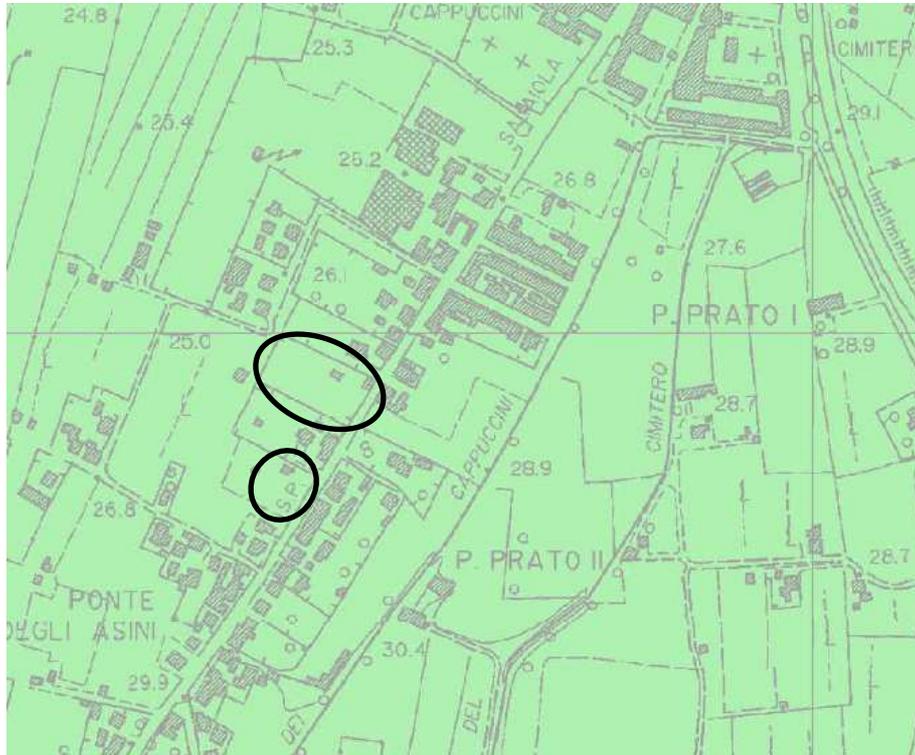
**carta della pericolosità geologica ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R/2011**



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

LEGENDA:		
	<b>G1 PERICOLOSITA' GEOLOGICA BASSA</b>	Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.
	<b>G2 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MEDIA</b>	Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e glaciali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 20%.
	<b>G3 PERICOLOSITA' GEOLOGICA ELEVATA</b>	Aree 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%.
	<b>G4 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MOLTO ELEVATA</b>	Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi e da intensi fenomeni erosivi.
	DISCARICA	
	CONFINE COMUNALE	

carta della pericolosità sismica



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

LEGENDA:	
	<p><b>S2 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA</b></p>
<p>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);</p>	
	<p><b>S3 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA</b></p>
<p>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 scadenli 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 interossato 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;</p>	
	<p><b>S4 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MOLTO ELEVATA</b></p>
<p>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;</p>	
	<p><b>CONFINE COMUNALE</b></p>

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



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

**Legenda**

Pericolosità definita da studi idraulici	Pericolosità su base geomorfologica e storico-inventariale
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: cyan; border: 1px solid black;"></span> 13 Pericolosità idraulica elevata	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, lightgreen 2px, lightgreen 4px); border: 1px solid black;"></span> 11 Pericolosità idraulica modesta
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> 14 Pericolosità idraulica molto elevata	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, lightgreen 2px, lightgreen 4px); border: 1px solid black;"></span> 12 Pericolosità idraulica media
	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, cyan, cyan 2px, transparent 2px, transparent 4px); border: 1px solid black;"></span> 13 Pericolosità idraulica elevata
	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, cyan, cyan 2px, transparent 2px, transparent 4px); border: 1px solid black;"></span> 14 Pericolosità idraulica molto elevata

## TABELLA DATI DI CAMPAGNA

 <p><b>GEOSERVIZI S.p.A.</b> di Cosco e Spazio Via U. Foscolo, 4 Ghazzone (PI) Tel. 0503870470 BNA.01121470512</p>		prove totali: 1 Prova numero: 1 Committente: DOTT. VIOLANTI Località: EMPOLI Cantiere: CORNIOLA Data: 6/9/10	
		profondità massima: 14 quota falda: 13 quota piano campagna:	
certificato num: 157/2010			
PROF.	punta	punta+manicotto	Rt
0,2			42
0,4			84
0,6	51	71	101
0,8	72	88	127
1	31	63	90
1,2	23	40	70
1,4	16	38	73
1,6	18	27	62
1,8	16	39	48
2	9	28	34
2,2	8	17	28
2,4	11	18	35
2,6	11	19	44
2,8	14	27	60
3	19	33	75
3,2	16	36	84
3,4	16	32	96
3,6	15	31	109
3,8	17	30	110
4	18	36	152
4,2	21	39	180
4,4	23	44	211
4,6	20	39	217
4,8	21	46	261
5	21	44	288
5,2	18	44	291
5,4	18	33	304
5,6	23	39	311
5,8	20	41	321
6	16	37	320
6,2	15	32	321
6,4	18	35	327
6,6	18	37	361
6,8	17	37	472
7	17	37	466
7,2	16	36	444
7,4	12	33	433
7,6	14	28	444
7,8	16	30	438
8	20	39	440
8,2	24	43	428
8,4	21	43	434
8,6	21	46	442
8,8	21	45	462
9	22	47	479
9,2	24	45	486
9,4	15	34	481
9,6	11	31	482
9,8	13	27	490
10	30	44	507

# TABELLA DATI DI CAMPAGNA

 <p><b>GEOSERVIZI S.p.A.</b> di Cosco e Spazio Via U. Foscolo, 4 Ghazzone (PI) Tel. 0503870470 BNA.01121470512</p>		prove totali: 1 Prova numero: 1 Committente: DOTT. VIOLANTI Località: EMPOLI Cantiere: CORNIOLA Data: 6/9/10	
		profondità massima: 14 quota falda: 13 quota piano campagna:	
certificato num: 157/2010			
PROF.	punta	punta+manicotto	Rt
10,2	31	37	521
10,4	44	76	539
10,6	44	85	583
10,8	51	81	626
11	60	95	662
11,2	60	107	702
11,4	65	112	732
11,6	57	110	756
11,8	49	105	784
12	34	84	810
12,2	33	68	822
12,4	19	31	814
12,6	65	77	825
12,8	15	32	800
13	14	35	836
13,2	29	35	838
13,4	106	144	867
13,6	201	237	937
13,8	236	258	1001
14	258	301	1037
14,2			
14,4			
14,6			
14,8			
15			
15,2			
15,4			
15,6			
15,8			
16			
16,2			
16,4			
16,6			
16,8			
17			
17,2			
17,4			
17,6			
17,8			
18			
18,2			
18,4			
18,6			
18,8			
19			
19,2			
19,4			
19,6			
19,8			
20			



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

Via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 339-1344492

---

---

### PROVA PENETROMETRICA STATICA

---

---

### ELABORAZIONE NUMERICA DEI RISULTATI

---

---

Committente: DOTT. VIOLANTI  
Località: EMPOLI  
Cantiere: CORNIOLA  
Data: 6/9/10  
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	$\gamma$	Peso di volume
~.~.~.~.~	ss	sabbia sciolta	$\sigma'_{vo}$	Pressione verticale efficace
~.~.~.~.~	sm	sabbia mediamente addensata	$\phi$	Angolo di attrito interno
~.~.~.~.~	sdg	sabbia densa e/o ghiaia	Dr	Densità relativa
*****	rip	riporto	Cu	Coesione non drenata
			m <sub>v</sub>	Coeff. di compressibilità volum.



**GEOSERVIZI S.N.C.**  
 di Cosco e Spadaro  
 Via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
 tel e fax 050-878470 cell. 339-1344492

Prova numero: 1

Data: 6/9/10

Committente: DOTT. VIOLANTI

Località: EMPOLI

Cantiere: CORNIOLA

Profondità massima: 14,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 13,0 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]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2				431	1,80	0,04	-	-	-	-	non ril.	
0,4				851	1,80	0,07	-	-	-	-	non ril.	
0,6	52,1	1,33	39	1021	1,86	0,11	31	-	-	6,4	~~~~	sl
0,8	73,3	1,07	69	1283	1,97	0,15	44	100	-	4,6	~~~~	sm
1	32,3	2,13	15	913	1,95	0,19	-	-	1,28	12,4	=====	a
1,2	24,3	1,13	21	713	1,93	0,23	-	-	0,96	16,5	=====	a
1,4	17,3	1,47	12	743	1,60	0,26	-	-	0,68	21,5	#####	aot
1,6	19,3	0,60	32	633	1,70	0,29	-	-	0,76	16,7	~~~~	l
1,8	17,4	1,53	11	494	1,60	0,32	-	-	0,68	21,3	#####	aot
2	10,4	1,27	8	354	1,53	0,35	-	-	0,40	35,6	#####	aot
2,2	9,4	0,60	16	294	1,87	0,39	-	-	0,36	24,3	=====	a
2,4	12,4	0,47	27	364	1,91	0,43	-	-	0,48	20,9	====~	al
2,6	12,4	0,53	23	454	1,91	0,47	-	-	0,48	20,9	=====	a
2,8	15,5	0,87	18	615	1,91	0,51	-	-	0,60	19,5	=====	a
3	20,5	0,93	22	765	1,92	0,55	-	-	0,80	19,5	=====	a
3,2	17,5	1,33	13	855	1,61	0,58	-	-	0,68	21,1	#####	aot
3,4	17,5	1,07	16	975	1,92	0,62	-	-	0,68	19,4	=====	a
3,6	16,5	1,07	15	1105	1,91	0,65	-	-	0,63	19,4	=====	a
3,8	18,7	0,87	22	1117	1,92	0,69	-	-	0,72	19,6	=====	a
4	19,7	1,20	16	1537	1,92	0,73	-	-	0,76	19,9	=====	a
4,2	22,7	1,20	19	1817	1,93	0,77	-	-	0,88	17,7	=====	a
4,4	24,7	1,40	18	2127	1,93	0,81	-	-	0,95	16,2	=====	a
4,6	21,7	1,27	17	2187	1,93	0,85	-	-	0,83	18,5	=====	a
4,8	22,8	1,67	14	2628	1,93	0,89	-	-	0,88	17,6	=====	a
5	22,8	1,53	15	2898	1,93	0,92	-	-	0,87	17,6	=====	a
5,2	19,8	1,73	11	2928	1,63	0,96	-	-	0,75	18,7	#####	aot
5,4	19,8	1,00	20	3058	1,92	0,99	-	-	0,75	19,9	=====	a
5,6	24,8	1,07	23	3128	1,93	1,03	-	-	0,95	16,1	=====	a
5,8	21,9	1,40	16	3229	1,93	1,07	-	-	0,83	18,3	=====	a
6	17,9	1,40	13	3219	1,61	1,10	-	-	0,67	20,7	#####	aot
6,2	16,9	1,13	15	3229	1,92	1,14	-	-	0,63	19,4	=====	a
6,4	19,9	1,13	18	3289	1,92	1,18	-	-	0,75	20,0	=====	a
6,6	19,9	1,27	16	3629	1,92	1,22	-	-	0,75	20,0	=====	a
6,8	19,0	1,33	14	4740	1,92	1,26	-	-	0,71	19,7	=====	a
7	19,0	1,33	14	4680	1,92	1,30	-	-	0,71	19,7	=====	a
7,2	18,0	1,33	14	4460	1,92	1,33	-	-	0,67	19,5	=====	a
7,4	14,0	1,40	10	4350	1,57	1,37	-	-	0,51	26,4	#####	aot
7,6	16,0	0,93	17	4460	1,91	1,40	-	-	0,59	19,5	=====	a
7,8	18,2	0,93	19	4402	1,92	1,44	-	-	0,67	19,5	=====	a
8	22,2	1,27	18	4422	1,93	1,48	-	-	0,83	18,0	=====	a
8,2	26,2	1,27	21	4302	1,94	1,52	-	-	0,99	15,3	=====	a
8,4	23,2	1,47	16	4362	1,93	1,56	-	-	0,86	17,3	=====	a
8,6	23,2	1,67	14	4442	1,93	1,60	-	-	0,86	17,3	=====	a
8,8	23,3	1,60	15	4643	1,93	1,64	-	-	0,87	17,2	=====	a
9	24,3	1,67	15	4813	1,93	1,67	-	-	0,91	16,5	=====	a
9,2	26,3	1,40	19	4883	1,94	1,71	-	-	0,98	15,2	=====	a
9,4	17,3	1,27	14	4833	1,92	1,75	-	-	0,62	19,4	=====	a
9,6	13,3	1,33	10	4843	1,56	1,78	-	-	0,46	27,8	#####	aot
9,8	15,4	0,93	17	4924	1,91	1,82	-	-	0,54	19,6	=====	a
10	32,4	0,93	35	5094	1,76	1,86	29	-	-	10,3	~~~~	sl



**GEOSERVIZI S.N.C.**  
 di Cosco e Spadaro  
 Via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
 tel e fax 050-878470 cell. 339-1344492

Prova numero: 1

Data: 6/9/10

Committente: DOTT. VIOLANTI

Località: EMPOLI

Cantiere: CORNIOLA

Profondità massima: 14,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 13,0 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]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
10,2	33,4	0,40	84	5234	1,77	1,89	28	17	-	10,0		sm
10,4	46,4	2,13	22	5414	1,98	1,93	-	-	1,78	8,6		al
10,6	46,4	2,73	17	5854	1,98	1,97	-	-	1,78	8,6		a
10,8	53,6	2,00	27	6286	2,00	2,01	-	-	2,06	7,5		al
11	62,6	2,33	27	6646	2,02	2,05	-	-	2,42	6,4		al
11,2	62,6	3,13	20	7046	2,02	2,09	-	-	2,42	6,4		al
11,4	67,6	3,13	22	7346	2,03	2,13	-	-	2,62	5,9		al
11,6	59,6	3,53	17	7586	2,01	2,17	-	-	2,30	6,7		a
11,8	51,7	3,73	14	7867	1,99	2,21	-	-	1,98	7,7		a
12	36,7	3,33	11	8127	1,96	2,25	-	-	1,38	10,9		a
12,2	35,7	2,33	15	8247	1,96	2,29	-	-	1,34	11,2		a
12,4	21,7	0,80	27	8167	1,93	2,33	-	-	0,77	18,4		al
12,6	67,7	0,80	85	8277	1,94	2,37	30	36	-	4,9		sm
12,8	17,8	1,13	16	8028	1,92	2,41	-	-	0,62	19,4		a
13	16,8	1,40	12	8388	1,60	2,42	-	-	0,58	22,0		aot
13,2	31,8	0,40	80	8408	1,76	2,43	28	9	-	10,5		sm
13,4	108,8	2,53	43	8698	2,10	2,45	34	-	-	3,1		sl
13,6	203,8	2,40	85	9398	2,10	2,48	36	73	-	1,6		sdg
13,8	239,0	1,47	163	10040	2,10	2,50	37	78	-	1,4		sdg
14	261,0	2,87	91	10400	2,10	2,52	37	81	-	1,3		sdg
14,2												
14,4												
14,6												
14,8												
15												
15,2												
15,4												
15,6												
15,8												
16												
16,2												
16,4												
16,6												
16,8												
17												
17,2												
17,4												
17,6												
17,8												
18												
18,2												
18,4												
18,6												
18,8												
19												
19,2												
19,4												
19,6												
19,8												
20												



**GEOSERVIZI S.N.C.**

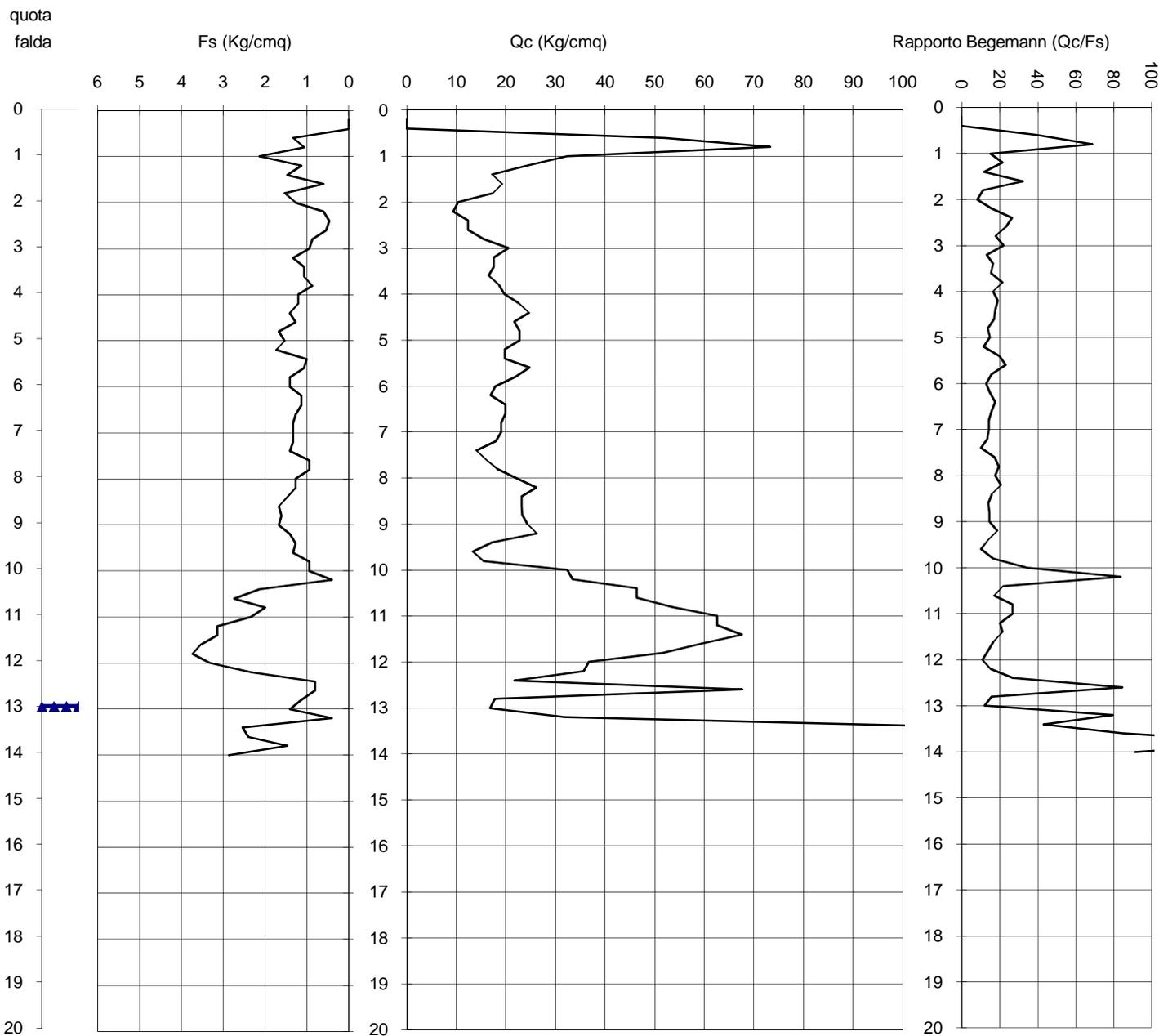
di Cosco e Spadaro

Via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 339-1344492

Prova numero 1  
Committente DOTT. VIOLANTI  
Località EMPOLI  
Cantiere CORNIOLA  
Data 6/9/10

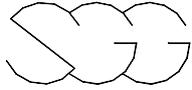
Profondità massima (m): 14

Quota falda (m dal p.c.): 13



PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI

appendice 11

AGG.	DESCRIZIONE AGGIORNAMENTO	DATA	FIRMA
COMMITTENTE : <b>Dott.sa Geol. Paola Violanti</b>		N. Arch. 3923/10	
		N. Commessa R337	
LOCALITA': <b>Via Salaiola – Comune di Empoli (FI)</b>			
INDAGINE: <b>RICOSTRUZIONE DEL SOTTOSUOLO</b>			
OGGETTO: <b>RAPPORTO TECNICO</b>		N. Copie	N. Pagine FORMATO A4 <input type="checkbox"/> A3 <input type="checkbox"/>
<b>Il Tecnico: Dr. Geol. Filippo Giorgi</b>			
 STUDIO DI GEOLOGIA E GEOFISICA S.r.l. STRADA MASSETANA ROMANA , 56 – SIENA – ITALY – Tel. 057749276 – Fax 0577287254 – e.mail: info@sgg.it		DATA	CONTROLLO

Tutti i diritti sono riservati.  
 La riproduzione e la divulgazione a terzi e' vietata.

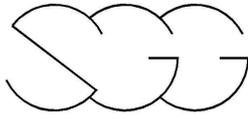


## INDICE

1	- INTRODUZIONE	Pag.	3
2	- INDAGINI SISMICHE SVOLTE	Pag.	4
3	- STRUMENTAZIONI, PERSONALE IMPIEGATO E QUALITÀ	Pag.	5
4	- FINALITA' DELLA PROSPEZIONE	Pag.	6
5	- ESECUZIONE DEI RILIEVI	Pag.	7
6	- ANALISI DELLE VELOCITA' DELLE ONDE DI VOLUME "P"	Pag.	10
7	- ANALISI DELLE VELOCITA' DELLE ONDE SUPERFICIALI "R"	Pag.	11
8	- ANALISI DEI RISULTATI	Pag.	18

## ALLEGATO

TAV 1	Planimetria ubicativa profilo sismico a rifrazione con prova Re.Mi. e MASW	scala	1:500 1:1.000
-------	----------------------------------------------------------------------------	-------	------------------



## 1 - INTRODUZIONE

Il presente rapporto riferisce i risultati ottenuti da un'indagine sismica, condotta per conto del dott.sa Paola Violanti in via Salaiola nel comune di Empoli (FI).

Le finalità della prospezione erano quelle di identificare e ricostruire, sulla base delle loro caratteristiche fisiche, i rapporti geometrici dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area indagata, e di fornire il valore  $V_{s30}$  utile per la classificazione del terreno nelle varie categorie di suolo come prescritto dalla nuova normativa antisismica.

A tal scopo è stato realizzato un profilo sismico tomografico a rifrazione per determinare le variazioni della velocità delle onde di volume "P" nel sottosuolo. Inoltre, per permettere una più adeguata rappresentazione del terreno indagato sono state realizzate, in corrispondenza dello stendimento sismico, una prova "Re.Mi." (Refraction Microtremor) ed una prova MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) in modo da ricostruire la distribuzione della velocità delle onde di taglio "S".

Nella presente relazione sono illustrate le metodologie esecutive ed interpretative delle misure geofisiche ed i risultati della prospezione secondo un criterio essenzialmente geofisico.

Il rilievo è stato eseguito il giorno 6 Settembre 2010.



## 2 - INDAGINI SISMICHE SVOLTE

In accordo con la Committenza, l'indagine geofisica si è svolta attraverso l'esecuzione di un profilo sismico a rifrazione, elaborato con metodo tomografico. Inoltre, in corrispondenza dello stendimento sismico costituito da 24 geofoni, è stata acquisita una prova "Re.Mi." e una prova "MASW". L'ubicazione del profilo è riportata nella tavola allegata.

Di seguito si riporta il dettaglio delle indagini:

<b>Profilo sismico a rifrazione n°</b>	<b>prove Re.Mi. n°</b>	<b>prove MASW n°</b>	<b>Interdistanza Geofoni (m)</b>	<b>Geofoni n°</b>	<b>Lunghezza * (m)</b>
1	1	1	2,5	24	60

\* Si ricorda che la misura riportata per il profilo è comprensiva dei punti di scoppio esterni allo stendimento geofonico realizzato.



### 3 – STRUMENTAZIONI, PERSONALE IMPIEGATO, E QUALITA'

#### Strumentazione

Per l'esecuzione della prospezione sono state utilizzate le seguenti strumentazioni ed attrezzature:

n°	Strumentazione PER INDAGINI SISMICHE	COD. IDENT.
1	Sismografo GEOMETRICS "GEODE" 24 ch- 24 bit	SGG-SI-47
1	Computer portatile HP per registrazione dei dati di campagna;	
24	Geofoni verticali con frequenza pari a 4,5 Hz	SGG-SI-02
1	Cavo di collegamento per geofoni	SGG-SI-39H
1	Massa battente da 5 kg	

Tutti gli strumenti di misura impiegati, in riferimento con il "calendario di taratura" afferente al "sistema di qualità" in uso presso questo studio, sono periodicamente tarati presso il LABORATORIO CETACE di Prato, della CESVIT S.p.A., ed accreditato SIT (Servizio di Taratura in Italia).

#### Risorse coinvolte

Per l'esecuzione della prospezione di campagna e della relativa interpretazione in ufficio, sono state coinvolte le seguenti risorse:

- Responsabile dell'incarico F. GIORGI
- Responsabile della prospezione F. GIORGI
- Responsabile Assicurazione Qualità C. ROSSI
- Prospektori geofisici F. GIORGI
- Interpretazione F. GIORGI
- Editing F. GIORGI



Tutte le risorse umane coinvolte sono state utilizzate nel rispetto della certificazione SA8000 in materia di responsabilità sociale.

#### SISTEMA QUALITÀ

La prospezione geofisica è stata eseguita in riferimento alle specifiche SP0302 e SP0901; l'elaborazione dei dati è avvenuta in conformità all'istruzione IS0901.

Per la registrazione delle varie attività sono stati utilizzati i moduli del sistema qualità in uso presso questo studio.

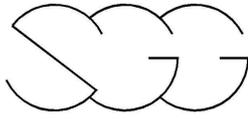
#### AUTOMEZZI

- ◆ 1 Nissan Navarra Double Cab (DM 270 XH).

## **4 - FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE**

Le finalità della prospezione geofisica possono così essere sinteticamente riassunte:

- *definire il modello del sottosuolo in riferimento alla velocità di propagazione delle onde "P";*
- *definire il valore del Vs30.*



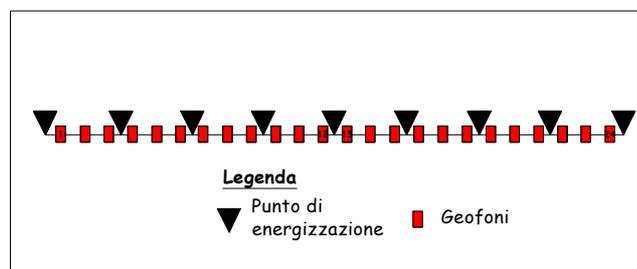
## 5 – ESECUZIONE DEI RILIEVI

### Profilo sismico tomografico a rifrazione onde “P”

Lo scopo della prova consiste nel determinare il profilo di rigidità del sito attraverso la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di compressione ( $V_p$ ), secondo fasi d’acquisizione differenti e determinare le geometrie sepolte (spessori e superfici di contatto) dei sismostrati individuati.

La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in prossimità del sito da investigare, delle sollecitazioni dinamiche verticali per la generazione delle onde P e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate mediante sensori a componente verticale (geofoni).

Di seguito si riporta lo schema dell’array sismico realizzato per la base da 60 m con sistema ricevente composto da 24 geofoni utilizzati per lo svolgimento dell’indagine:



**Figura n°1:** rappresentazione schematica di array sismico a rifrazione

Come sistema energizzante per la generazione delle onde P è stata adottata una massa battente da 5 kg in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza, con forme d’onda ripetibili, ovvero con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione.



In riferimento all'indagine geofisica i profili sismici a rifrazione eseguiti presentano le seguenti caratteristiche:

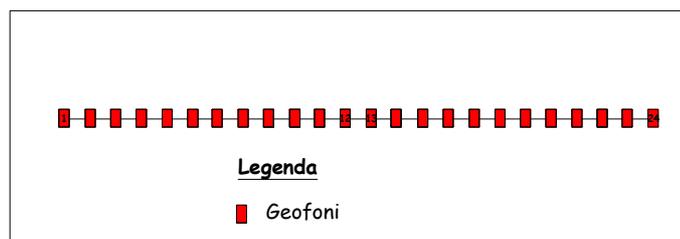
- *Numero geofoni: 24;*
- *Spaziatura dei geofoni: 2,5 metri;*
- *Frequenza geofoni: 4,5 Hz;*
- *Spaziatura dei tiri: 7,5 metri;*
- *Sorgente: massa battente da 5 kg*

### **Prova Refraction Microtremor ("Re.Mi.")**

Lo scopo della prova Re.Mi. consiste nel determinare il profilo di rigidità del sito tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di Rayleigh ed un successivo processo d'inversione, attraverso il quale è fornita una stima indiretta della distribuzione delle Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio).

La prova consiste nell'acquisire i microtremori naturali e/o artificiali a bassa frequenza, che si propagano all'interno del mezzo indagato.

L'acquisizione dei dati è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione (a geofono singolo; vedi figura n° 2) disposta sul terreno con array lineare da 24 geofoni.



**Figura n°2:** rappresentazione schematica di array per la prova Re.Mi.

Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni da 4,5 Hz, è stato programmato un tempo di registrazione pari a 30 secondi con un passo di campionamento di 0,02 secondi.



In riferimento all'indagine geofisica la prova Re.Mi. è stata acquisita con le seguenti caratteristiche:

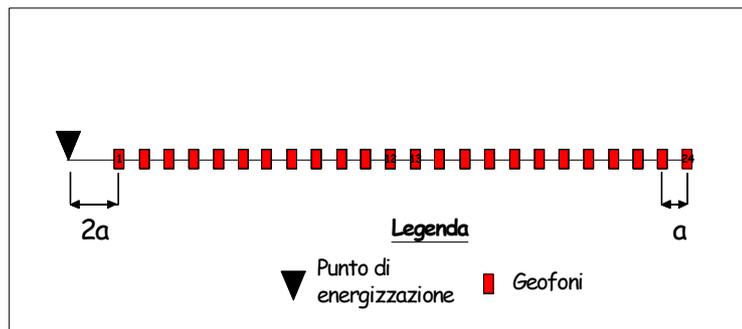
- Numero geofoni: 24;
- Spaziatura dei geofoni: 2,5 metri;
- Frequenza geofoni: 4,5 Hz;
- Tempo di registrazione degli eventi: 30 s;
- Tempo di campionamento:  $2 \times 10^{-3}$  s;
- n° 8 registrazioni.

### **Prove Multi-channel Analysis of Surface Waves ("MASW")**

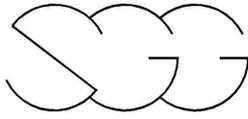
Lo scopo della prova MASW è quello di ricostruire il profilo di rigidezza del sito tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di Rayleigh con un successivo processo d'inversione, attraverso il quale è fornita una stima indiretta della distribuzione delle onde Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio).

La prova consiste nel produrre in un punto sulla superficie del terreno, in corrispondenza del sito da investigare, una sollecitazione dinamica verticale in un determinato campo di frequenze e nel registrare tramite uno stendimento lineare di sensori le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate.

L'acquisizione dei dati è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione (a geofono singolo da 4,5 Hz) disposta sul terreno con array lineare da 24 geofoni.



**Figura n°3:** rappresentazione schematica di array per prova MASW



## 6 – ANALISI DELLE VELOCITA' DELLE ONDE DI VOLUME "P"

### Profilo sismico tomografico a rifrazione

La fase d'interpretazione dei dati acquisiti in campagna è stata preceduta dalla lettura dei tempi sismici registrati.

I tempi d'arrivo delle onde "P" sono letti attraverso uno specifico programma di *picking* ed in seguito tabellati. Tale programma permette di apprezzare variazioni di tempo dell'ordine di  $0,1 \times 10^{-3}$  s.

Dopo, per mezzo dello specifico programma SEISOPT@PROV5.0, è stata eseguita un'interpretazione con metodologia tomografica dei profili sismici.

La metodologia tomografica prevede la suddivisione dello spazio bidimensionale in celle quadrate o rettangolari secondo una maglia prefissata, con l'attribuzione ad ognuna di un determinato valore di velocità sismica. Il programma calcola quindi il tempo di transito dell'onda sismica attraverso le maglie del modello e confronta tale valore con quello sperimentale, impiegando iterativamente algoritmi di calcolo adeguati, previo controllo dei tragitti dei raggi sismici. Per successive iterazioni si perviene a dei valori di velocità sismica per le diverse celle che soddisfino contemporaneamente più raggi sismici.

L'elaborazione dei dati è sviluppata tramite un'analisi con modellazione del sottosuolo su base anisotropa, la quale fornisce, in seguito ad un'elaborazione con metodologie iterative R.T.C. e ad algoritmi di ricostruzione tomografica, il campo delle velocità sismiche del sottosuolo attraverso la suddivisione dello spazio in celle regolari.

Nel caso specifico è stata utilizzata una maglia quadrata di dimensioni  $1,2 \times 1,2$  metri. Nella restituzione, i valori di velocità sismica attribuiti alla singola cella, sono rappresentati attraverso una scala colorimetrica. Inoltre, per facilitare la lettura delle velocità sulle sezioni, sono state disegnate le curve d'isovelocità con equidistanza pari a 200 m/s.

Per la determinazione del modello d'interpretazione, il software utilizza il metodo d'inversione controllato MONTECARLO, basato su una modellizzazione avanzata, dove i modelli derivati dagli algoritmi propri del programma sono



accettati o rifiutati basandosi su un criterio statistico.

In particolare, i risultati in termine d'affidabilità statistica dell'interpretazione operata, risultano essere i seguenti:

profilo sismico	precisione (s <sup>2</sup> )	n° di iterazioni
<b>1</b>	2,5 <sup>-006</sup>	42.347

dove per *precisione* si intende la sommatoria degli scarti al quadrato tra i valori sperimentali e quelli calcolati nelle dromocrone diviso per il numero dei punti e per *iterazioni* il numero di volte che il programma ha eseguito la verifica del modello totale.

## 7 – ANALISI DI VELOCITA' DELLE ONDE SUPERFICIALI

L'analisi delle onde di superficie è finalizzato alla determinazione del valore  $V_{s30}$ . Per raggiungere tale obiettivo sono state utilizzate due differenti acquisizioni (ReMi e MASW).

In entrambi metodologie il parametro  $V_{s30}$ , corrisponde alla velocità equivalente di propagazione entro i primi 30 metri di profondità delle onde superficiali ed è calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente lo spessore (in m) e la velocità delle onde S (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei primi 30 metri di profondità. Il valore del parametro  $V_{s30}$  di ciascuna prova, Re.Mi. e MASW, è riportato, per convenzione, al centro del relativo stendimento geofonico.



### **Prova Refraction Microtremor (“Re.Mi.”)**

Sull’allineamento del profilo sismico è stata eseguita una prova “Re.Mi.”, al fine di caratterizzare il sottosuolo anche attraverso l’ausilio della velocità delle onde di superficie.

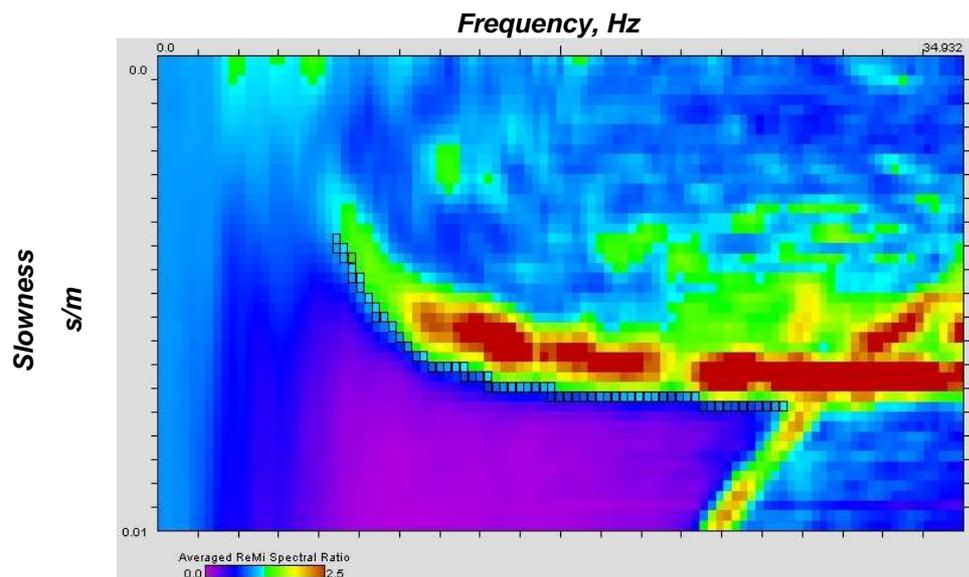
Il metodo “Re.Mi.” consente di eseguire un’analisi del terreno mediante l’uso dei microtremori, naturali e/o artificiali, i quali si propagano all’interno dello stesso.

La metodologia Refraction Microtremor permette altresì di definire il parametro  $V_{s30}$ , utile per la classificazione dei terreni nelle categorie di suolo da utilizzare in seguito per la descrizione dell’azione sismica in sito.

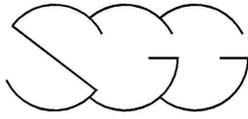
Si precisa che Il valore del parametro  $V_{s30}$  della prova Re.Mi. è riportato, per convenzione, al centro del relativo stendimento geofonico.

Per l’interpretazione dei dati sperimentali è stato utilizzato uno specifico programma (*SeiSopt “Re.Mi. Version 5.0”*).

L’elaborazione del segnale consiste nell’operare una trasformata bidimensionale “*slowness-frequency*” (*p-f*), che analizza l’energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni (orizzontale e verticale) della linea sismica, e nel rappresentarne poi lo spettro di potenza su un grafico *p-f* (fig. 4).

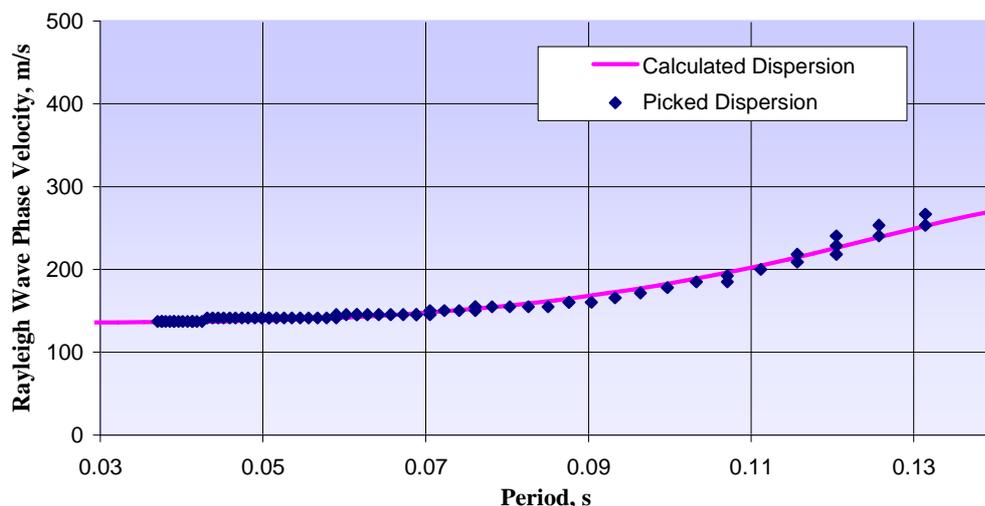


**Figura 4:** grafico *p-f* tratto dalla prova Re.Mi.



Nella sopra riportata immagine sono evidenziati gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza rilevante, e ciò consente un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh in quanto queste presentano un carattere dispersivo rispetto a quelle riconducibili ad altre modalità e tipi d'onda.

Sullo spettro di frequenza è eseguito un “picking” (soprassegno con quadratini neri) attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (inverso della velocità di fase) per alcune frequenze (fig. 4). Tali valori di picking poi sono riportati su di un diagramma periodo-velocità di fase (fig. 5) sui quali è sovrapposta la curva di dispersione al fine di ottimizzare il modello interpretativo.



**Figura 5:** Diagramma periodo – velocità di fase tratto dalla prova Re.Mi.

Variando la geometria del modello interpretativo ed i valori di velocità delle onde “S” si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione, rappresentata con il colore magenta nella figura 6; si consegue un buon fitting con i valori sperimentali e si assume tale modello come interpretativo. Al fine di ridurre le incognite, ottenere una maggiore attendibilità del modello e ridurre i casi d'equivalenza, si opera introducendo nell'interpretazione, come inamovibili, i seguenti elementi:

- per la densità si utilizzano valori di bibliografia associati ai litotipi presenti nel sottosuolo dell'area indagata;



- Il numero degli strati e la loro rispettiva potenza, sono assunti in relazione alle informazioni stratigrafiche e alle discontinuità sismiche individuate sulla base del modello interpretativo tomografico delle onde "P";
- La velocità delle onde P è assunta in relazione all'interpretazione tomografica dei profili sismici a rifrazione e dei carotaggi sismici.

Lo studio dello spettro di potenza permette in definitiva la ricostruzione di un modello sismico monodimensionale del sottosuolo (fig. 6), con le velocità delle onde di superficie "S" (espresse in m/s) e la profondità (espressa in metri).

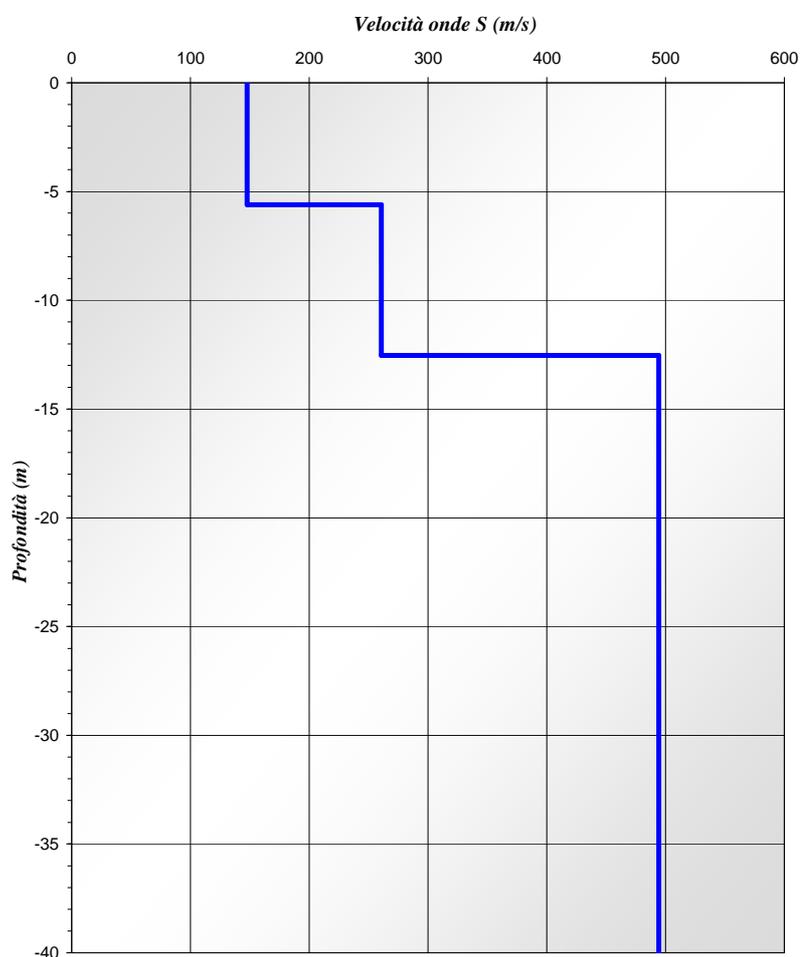


Figura 6: modello interpretativo, tratto dalla prova Re.Mi. le cui modifiche influenzano direttamente la curva di dispersione.



### **Prove Multi-channel Analysis of Surface Waves (“MASW”)**

Sull’allineamento del profilo sismico è stata eseguita una prova MASW, al fine di caratterizzare il sottosuolo anche attraverso l’ausilio della velocità delle onde superficiali.

Il metodo “MASW” consente di eseguire un’analisi dei dati sismici in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della velocità delle onde S.

La metodologia MASW permette altresì di definire il parametro  $V_{s30}$ , utile per la classificazione dei terreni nelle categorie di suolo da utilizzare in seguito per la descrizione dell’azione sismica in sito.

Si ricorda che il valore del parametro  $V_{s30}$  della prova MASW è riportato, per convenzione, al centro del relativo stendimento geofonico.

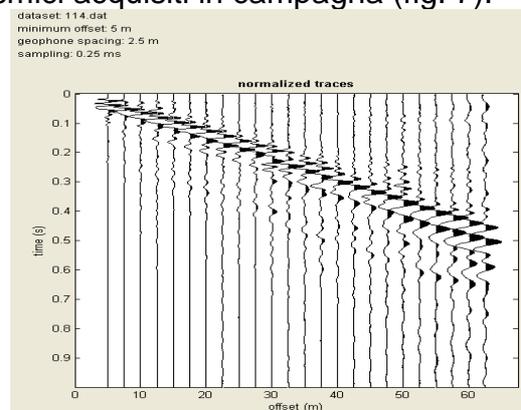
Per l’interpretazione dei dati sperimentali è stato utilizzato uno specifico programma (winMASW Version 4.1.1pro).

Il profilo verticale di  $V_s$  è ottenuto tramite l’inversione (considerando tanto il modo fondamentale che quelli superiori) delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh.

La procedura si sviluppa in due fasi:

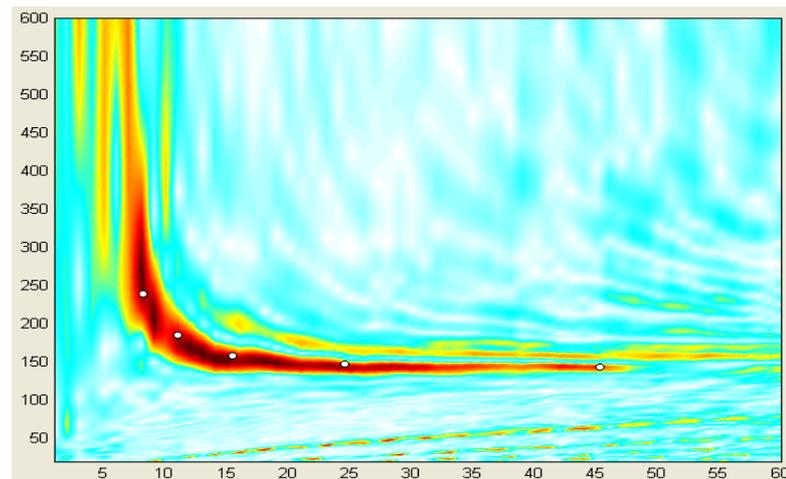
- determinazione dello spettro della velocità sulla quale si identifica la curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione attraverso l’utilizzo di algoritmi genetici.

L’elaborazione del segnale consiste inizialmente nel calcolo dello spettro di velocità dei dati sismici acquisiti in campagna (fig. 7).



**Figura 7: dati di campagna.**

Sullo spettro di velocità (fig. 8) è eseguito un “picking” della curva di dispersione (soprassegno con cerchietti) individuando un insieme di punti che appartengono ad un certo modo (in questo caso al modo fondamentale) di propagazione dell’onda superficiale di Rayleigh.



**Figura 8:** spettro di velocità tratto dalla prova MASW e relativo picking.

Allo scopo di ottenere una prima valutazione del possibile modello del terreno è altresì effettuata una modellazione diretta del terreno tramite il calcolo di una curva di dispersione appartenente ad un modello a tre strati, i cui valori di  $V_s$  e degli spessori sono definiti sulla base di osservazioni desunte e dalla tomografia sismica a rifrazione e delle stratigrafie dei sondaggi.

Successivamente per ottenere il profilo verticale di  $V_s$  è eseguita l’inversione della curva di dispersione precedentemente “piccata”. Tale inversione è eseguita tramite l’utilizzo di algoritmi genetici che consentono di ottenere soluzioni affidabili ed una stima dell’attendibilità del modello ricavato in termini di deviazione standard.

L’operazione di inversione è ottimizzata definendo uno spazio di ricerca i cui confini sono definiti da valori di  $V_s$  e spessori all’interno dei quali si cerca la soluzione. Tali assunzioni sono fatte sulla base delle conoscenze geologiche del sito e delle informazioni derivate dalla sismica a rifrazione.



Una volta fissati i limiti minimi e massimi dello spazio di ricerca, sono quindi impostati i parametri genetici che definiscono sia il numero di individui (ossia il numero di modelli che costituiscono la popolazione che si evolverà verso soluzioni sempre migliori) sia il numero di generazioni al passare delle quali sono esplorati modelli sempre migliori.

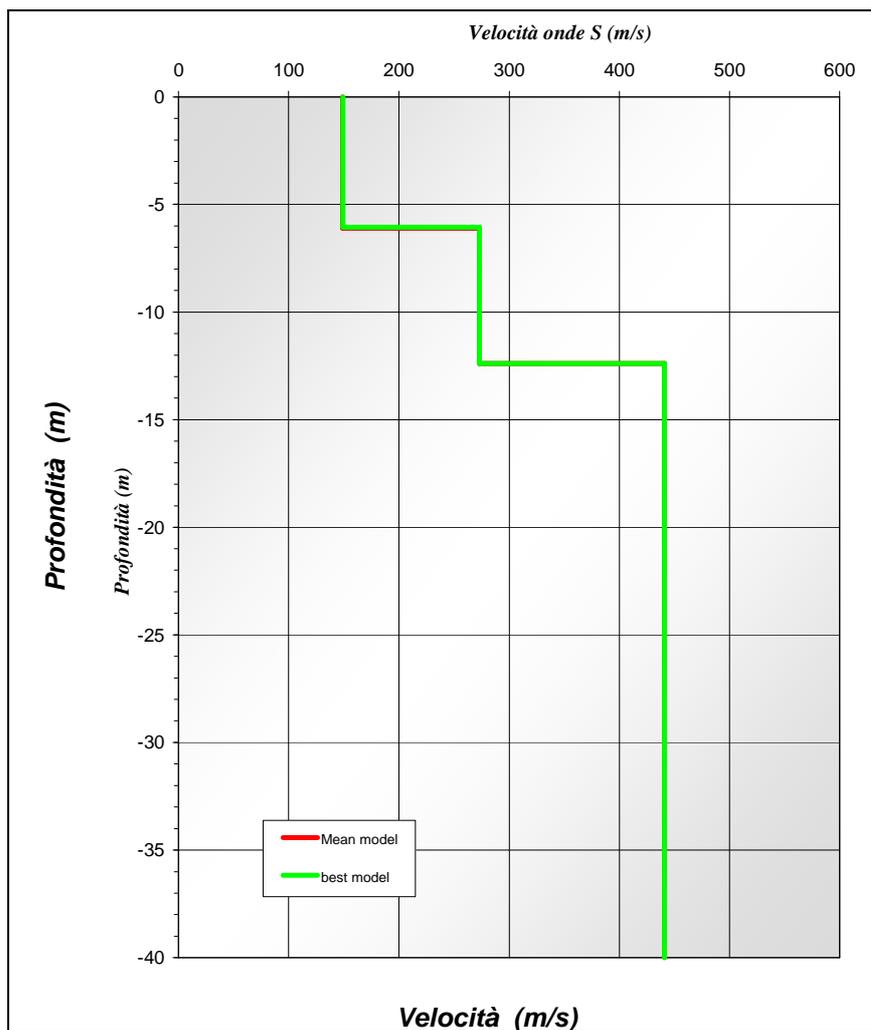
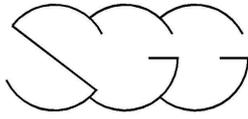


Figura 9 modello interpretativo, tratto dalla prova MASW.

L'analisi dei dati attraverso l'uso di algoritmi genetici porta in ultima analisi alla definizione del profilo verticale della Vs (fig. 9) in funzione della profondità con associato il valore del Vs 30.



## 8 – ANALISI DEI RISULTATI

Nel complesso l'indagine geofisica eseguita ha permesso di caratterizzare il sottosuolo sia con il modello di distribuzione della velocità delle onde "P", tramite l'interpretazione tomografica, sia con il modello di distribuzione della velocità delle onde "S", attraverso l'analisi della prova Re.Mi e della prova MASW.

I risultati dell'indagine geofisica di seguito descritti sono stati riportati nella tavola allegata.

### **Profilo sismico tomografico a rifrazione**

Il profilo sismico a rifrazione ha permesso di rappresentare il sottosuolo con un modello di distribuzione della velocità delle onde "P" che si correla bene con le prove geofisiche realizzate nel sito.

La sua interpretazione ha evidenziato sostanzialmente un assetto stratigrafico circa sub orizzontale. In superficie si evidenziano terreni con velocità sismica inferiore a 600 m/s fino alla profondità di circa 3 metri. Inferiormente la velocità sismica aumenta in modo graduale fino alla profondità di circa 5 metri, dove si registra la velocità sismica di 1.000 m/s. Al di sotto si evidenzia un aumento di velocità ma con un gradiente leggermente superiore a quanto registrato superiormente e alla profondità di 9 metri si ha la velocità sismica di 1.800 m/s.

### **Prova Re.Mi.**

L'interpretazione della prova Re.Mi. , relativamente alle onde S, ha reso evidente la seguente successione:

Profondità da P.C		Velocità Onde S (m/s)
0	5,6	148
5,6	12,5	261
12,5	40	494

Per questo terreno il valore di Vs30 (calcolato da p.c.) risulta pari a 302 m/s.

In definitiva, la prova Re.Mi. realizzata evidenzia che l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa italiana, in **classe C**.



### **Prova MASW**

L'interpretazione della prova MASW, relativamente alle onde S, ha reso evidente la seguente successione:

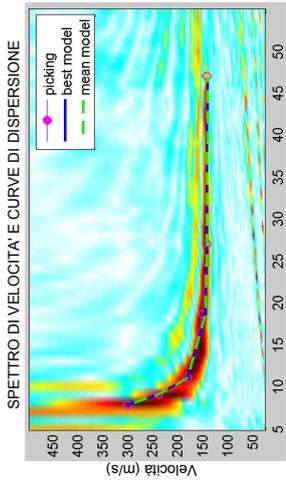
<b>Best model</b>			<b>Mean model</b>		
<b>Profondità da P.C</b>		<b>Velocità Onde S (m/s)</b>	<b>Profondità da P.C</b>		<b>Velocità Onde S (m/s)</b>
0	6,1	149	0	6,1	149
6,1	12,4	273	6,1	12,4	273
12,4	40	441	12,4	40	441
Vs30 = 289 m/s			Vs30 = 289 m/s		

In definitiva, la prova MASW realizzata evidenzia che l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa italiana, in **classe C**.

Siena, Settembre 2010

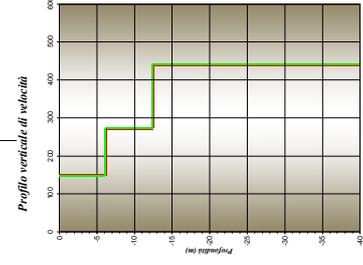
Dr. Geol. Filippo Giorgi

## Prova MASW

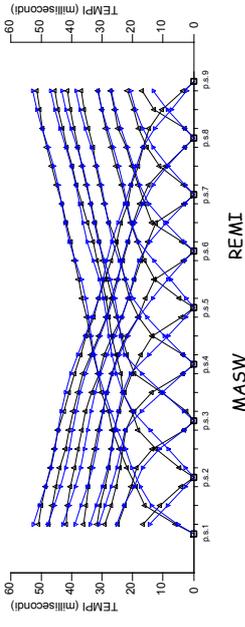


best model  
 $V_{s30} = 289 \text{ m/s}$   
 Site Class C

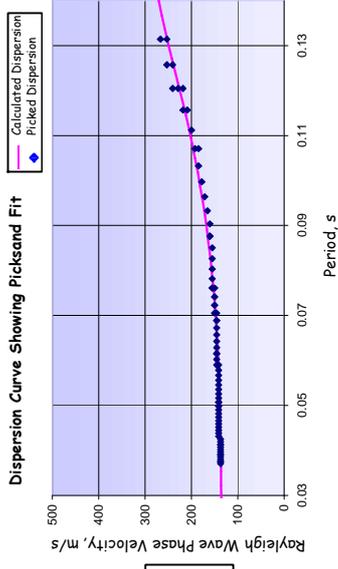
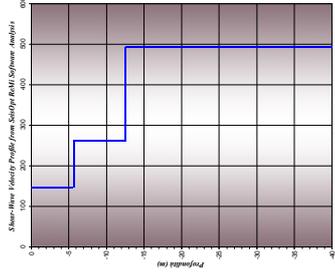
mean model  
 $V_{s30} = 289 \text{ m/s}$   
 Site Class C



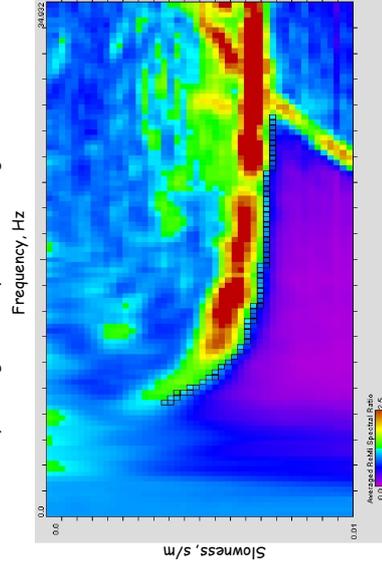
## Prova Re.Mi



Vs Refraction Microtremor,  
 $V_{s30} = 302 \text{ m/s}$   
 Site Class C

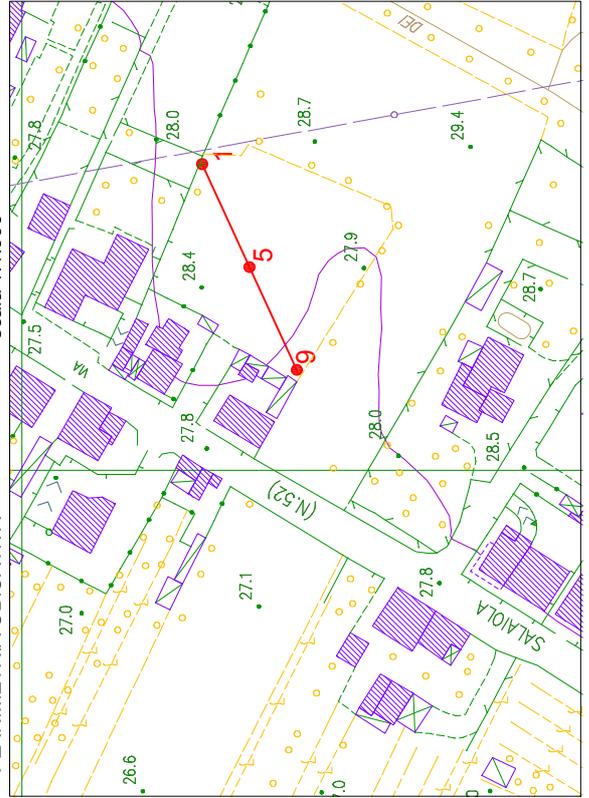


## p-f Image with Dispersion Modeling Picks



## PLANIMETRIA UBICATIVA

scala 1:1.000

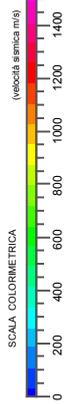


## LEGENDA:

Profilo sismico a rifrazione con ubicazione dei punti di scoppio di riferimento

## LEGENDA:

- Dromocrono:
  - dati sperimentali
  - valori calcolati con interpretazione tomografica
- Punto di scoppio
- Superficie topografica
- Curve di isovelocità e relativo valore
- Prove ReMi e Masw
- Maglia della tomografica 1.2 x 1.2 m



AGS.	DESCRIZIONE, AGGIORNAMENTO	DATA	FIRMA
PRECISIONE: _____ DATAZIONE: _____ QUOTE: _____ PROFONDITÀ: _____			
COMMITTENTE : Dott.sa Geol. Paola Violanti		N. Arch. 3923/10 N. Commessa R337	
UNITÀ : via Salaiola - Comune di Empoli (FI)			
INDAGINE: Ricostruzione del sottosuolo			
OGGETTO: Indagine geofisica			
SCALA: 1:500 1:1.000		N. Tavole 1 TAV. 1	
TAVOLA: Planimetria ubicativa profilo sismico a rifrazione con prova Re.Mi. e MASW		FORMATO A2	
TECNICI: Dr. Geol. Filippo Giorgi			
STUDIO DI GEOLOGIA E GEOFISICA s.r.l. STRADA MASSETANA ROMANA, 56 - SIENA - ITALY Tel. 0577 49276 - Fax 0577 287254 - e-mail: info@egg.it		DATA CONTROLLO	

Tutti i diritti sono riservati. La riproduzione e la divulgazione a terzi è vietata.

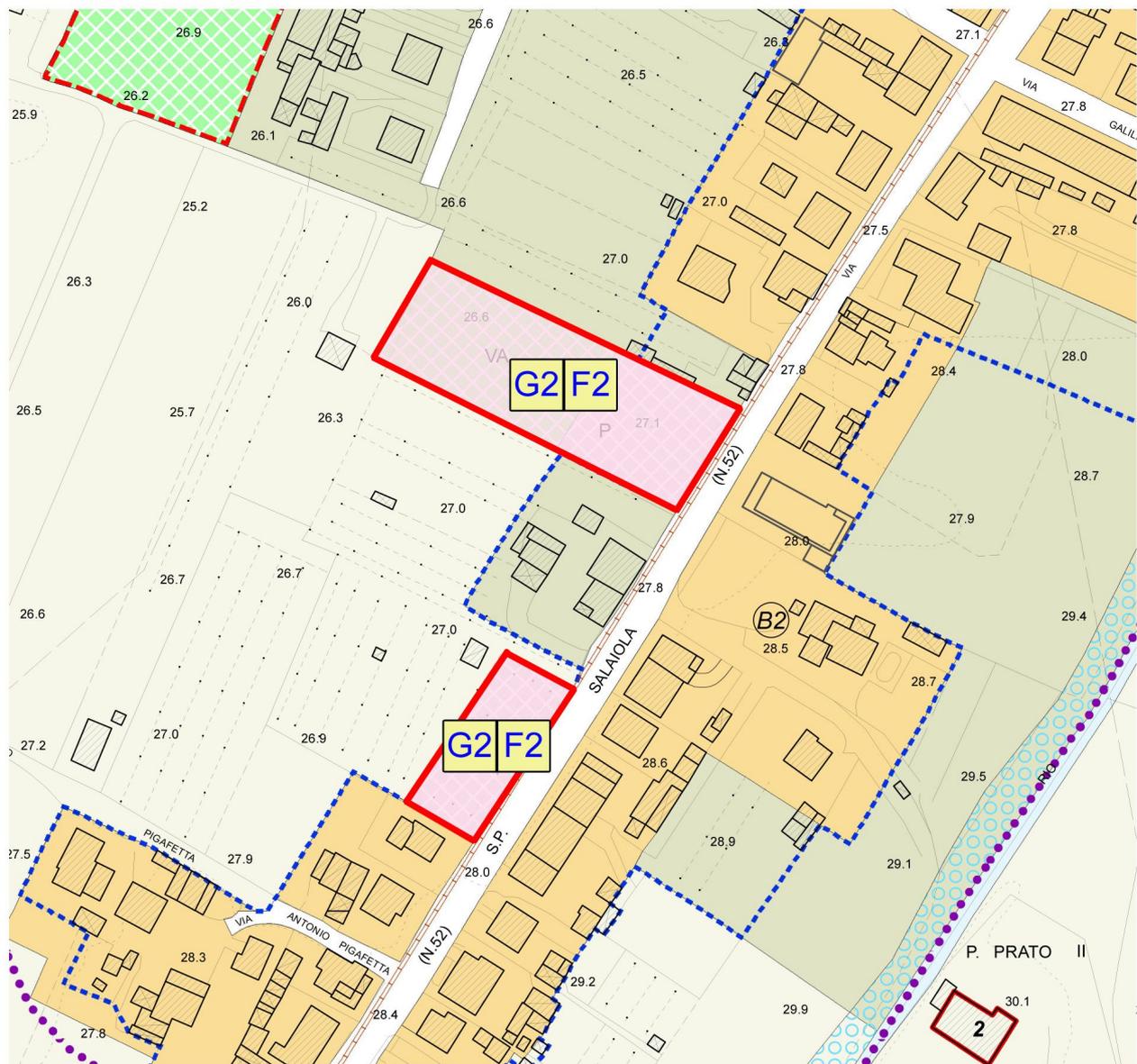
Variante al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico Comunale relativa alla realizzazione di verde pubblico attrezzato ed a due parcheggi a raso lungo via Salaiola, COMUNE DI EMPOLI

## CARTA DELLA PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' GEOMORFOLOGICA

Scala 1:2000

(AI SENSI DEL D.P.G.P. 53/R)

 Perimetro aree soggette a Variante



- G1** Pericolosità geomorfologica bassa
- G2** Pericolosità geomorfologica media
- G3** Pericolosità geomorfologica elevata
- G4** Pericolosità geomorfologica molto elevata

- F1** Fattibilità senza particolari limitazioni
- F2** Fattibilità con normali vincoli
- F3** Fattibilità condizionata
- F4** Fattibilità limitata

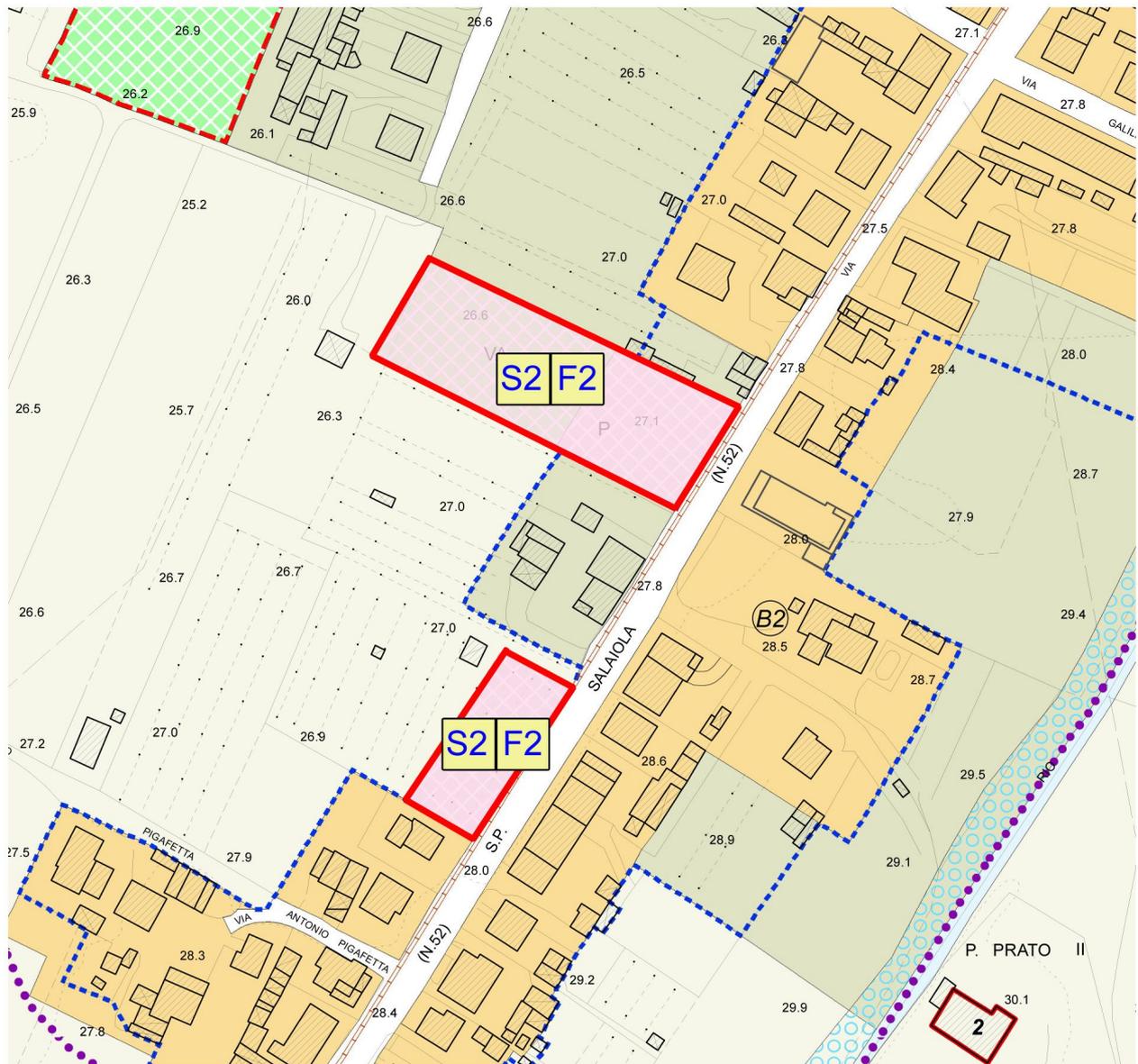
Variante al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico Comunale relativa alla realizzazione di verde pubblico attrezzato ed a due parcheggi a raso lungo via Salaiola, COMUNE DI EMPOLI

## CARTA DELLA PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' SISMICA

Scala 1:2000

(AI SENSI DEL D.P.G.P. 53/R)

 Perimetro aree soggette a Variante



**G1** Pericolosità geomorfologica bassa  
**G2** Pericolosità geomorfologica media  
**G3** Pericolosità geomorfologica elevata  
**G4** Pericolosità geomorfologica molto elevata

**F1** Fattibilità senza particolari limitazioni  
**F2** Fattibilità con normali vincoli  
**F3** Fattibilità condizionata  
**F4** Fattibilità limitata

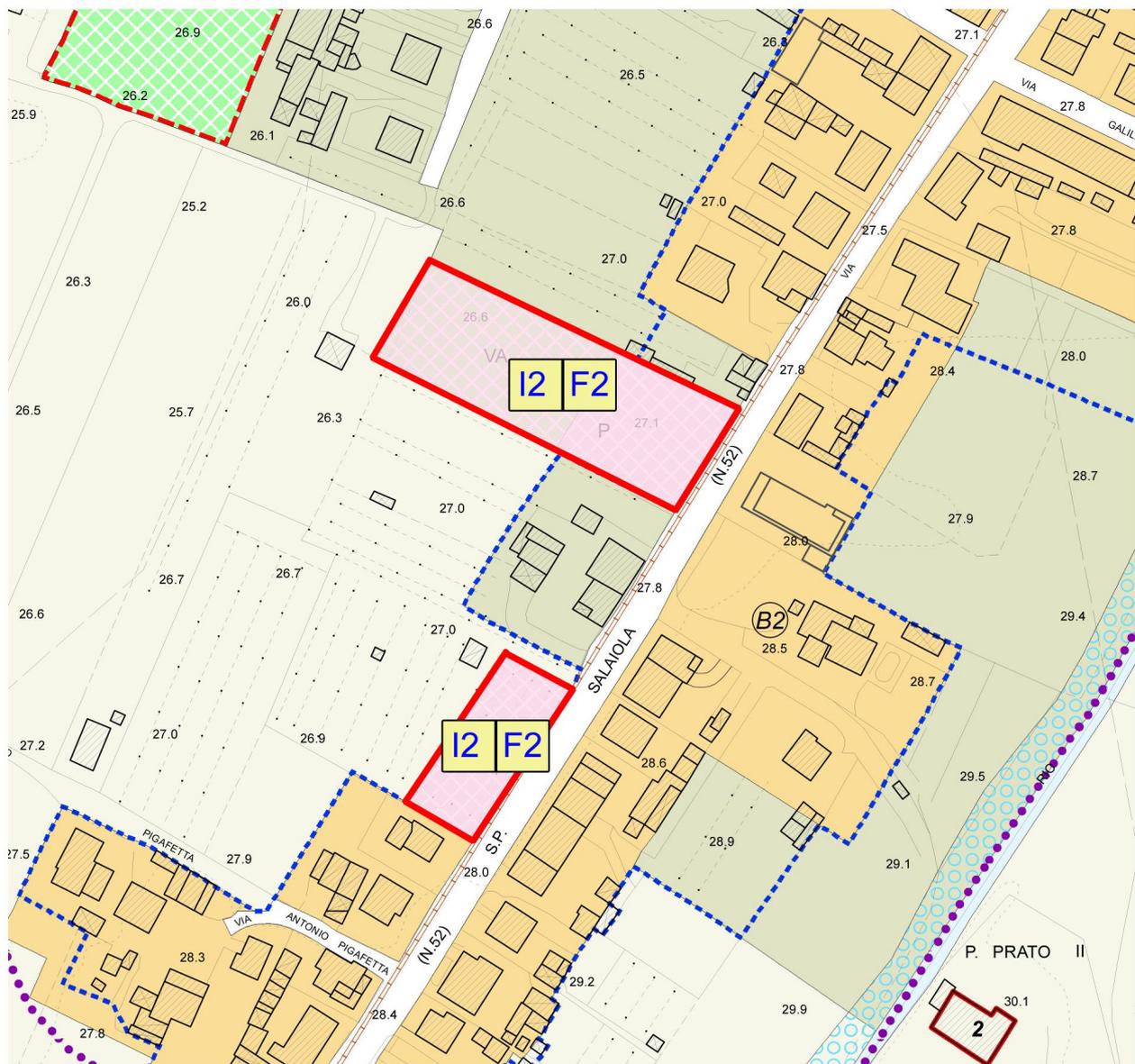
Variante al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico Comunale relativa alla realizzazione di verde pubblico attrezzato ed a due parcheggi a raso lungo via Salaiola, COMUNE DI EMPOLI

## CARTA DELLA PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' IDRAULICA

Scala 1:2000

(AI SENSI DEL D.P.G.P. 53/R)

 Perimetro aree soggette a Variante



- I1** Pericolosità geomorfologica bassa
- I2** Pericolosità geomorfologica media
- I3** Pericolosità geomorfologica elevata
- I4** Pericolosità geomorfologica molto elevata

- F1** Fattibilità senza particolari limitazioni
- F2** Fattibilità con normali vincoli
- F3** Fattibilità condizionata
- F4** Fattibilità limitata