

***Dr. Geol. Paola Violanti***

Ordine Geologi della Toscana n. 229  
via Osteria Bianca, 43  
50057 Ponte a Elsa FI  
tel e fax: 0571 931212 - 3479186530  
e – mail: paolaviolanti@timenet.it  
cod.fisc. VLNPLA53P51D403Z  
part. I.V.A. 04363000482

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AD INIZIATIVA PRIVATA  
VIA C. CATTANEO, LOCALITA' POZZALE**

**SCHEDA NORMA 7.4**

**COMUNE DI EMPOLI  
Provincia di Firenze**

**RELAZIONE SULLA FATTIBILITA' GEOLOGICA**

**indagine geologica L.R. 03/01/2005 n° 1 e relativi regolamenti di attuazione**

***dicembre 2014***

**PREMESSA**

**1 - CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO**

1.1. Situazione urbanistica: Scheda Norma per le aree soggette a Piano Attuativo - Scheda n°7.4

**2 - METODOLOGIA D'INDAGINE ED ELABORATI GRAFICI**

**3 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E LITOTECNICO**

**4 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

**5 - CARATTERISTICHE IDRAULICHE**

**6- RISULTATI PROVE GEOGNOSTICHE E RISULTATI INDAGINE SISMICA**

6.1. Quadro stratigrafico

6.2. Quadro sismico

**7 - PERICOLOSITA' DELL'AREA**

7.1. pericolosità geomorfologica

7.2. pericolosità idraulica

7.3. pericolosità sismica

**8 - FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO**

8.1. fattibilità geomorfologica

8.2. fattibilità idraulica

8.3. fattibilità sismica

**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 Idrogeologica (Tav.1.4)</i>
<b>appendice 4</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta Geolitotecnica (Tav.1.5)</i>
<b>appendice 5</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta delle MOPS Empoli (Tav.1.10)</i>
<b>appendice 6</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta della Pericolosità Geologica (Tav.1.12)</i>
<b>appendice 7</b>	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta della Pericolosità Sismica (Tav.1.13)</i>
<b>appendice 8</b>	- Secondo R.U. Rel. Geologica di Fattibilità (marzo 2013)	- <i>Carta Fatt. interventi previsti dal Piano (Tav.2.1)</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>	- P.T.C.P. della Provincia di Firenze	- <i>Carta instabilità versanti e pericolosità Idraulica</i>
<b>appendice 11</b>	- Autorità Bacino Fiume Arno D.P.C.M. 05/11/99	- <i>Carta guida delle aree allagate</i>
<b>appendice 12</b>	- Autorità di Bacino del Fiume Arno P.A.I.	- <i>Carta della Pericolosità Idraulica</i>
<b>appendice 13</b>		- <i>Certificati Prove Penetrometriche Statiche</i>
<b>appendice 14</b>		- <i>Relazione profilo sismico</i>

**Tavole**

---

**Tavola 1** - Planimetria Generale, Ubicazione prove geognostiche, Ubicazione profilo sismico a rifrazione

**Tavola 1a** - Sezione litostratigrafica A-A

**Tavola 1b** - Sezione litostratigrafica B-B

**Tavola 1c** - Sezione litostratigrafica C-C

**Tavola 2** - Piano Attuativo - Carta della Pericolosità e Fattibilità Geomorfologica (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)

**Tavola 3** - Piano Attuativo - Carta della Pericolosità e Fattibilità Idraulica (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)

**Tavola 4** - Piano Attuativo - Carta della Pericolosità e Fattibilità Sismica (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)

## **PREMESSA**

La presente indagine geologica è stata redatta ai sensi della L.R. n°01/05, Del. C.R. n°94/85, Del. C.R. n°12/2000, D.P.G.R. 25/10/2011 n°53/R, "Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005 n°1 "Norme per il governo del territorio" in materia di indagini geologiche" ed è stata finalizzata alla valutazione della fattibilità geologica dell'intervento urbanistico avente le caratteristiche di "**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AD INIZIATIVA PRIVATA UBICATO NEL COMUNE DI EMPOLI, VIA C. CATTANEO, LOCALITA' POZZALE**" (Scheda **Norma 7.4 del Secondo Regolamento Urbanistico del Comune di Empoli**)

In ottemperanza alla sezione 6.1 della D.C.R. 94/85, si è proceduto nell'indagine a partire dagli elementi di conoscenza contenuti all'interno degli studi geologici di supporto allo Strumento Urbanistico Comunale vigente; si sono svolti approfondimenti in merito al funzionamento del reticolo drenante superficiale, alla costituzione litologica del sottosuolo ed alle proprietà geomeccaniche dei terreni interessati dal PUA.

## **1 - CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO**

La zona oggetto di Piano Attuativo si colloca al margine Sud-Est dell'abitato di Pozzale; l'area risulta delimitata a Nord da via Sottopoggio per San Donato e dalle abitazioni, ad Ovest da Via Carlo Cattaneo e dalle abitazioni presenti, a Sud e ad Est da area agricole d'interesse primario.

### **1.1 - Situazione urbanistica: Scheda n° 7.4**

**"REGOLAMENTO URBANISTICO - COMUNE DI EMPOLI  
SCHEDE NORMA PER LE AREE SOGGETTE A PIANO ATTUATIVO**

U.T.O.E. n° 7 "L'espansione lineare Corniola - Pozzale - Case Nuove"

Zona territoriale omogenea C

#### **1. DESCRIZIONE**

L'area oggetto dell'intervento si interpone tra il nucleo più antico del Pozzale e la vecchia Val d'Orme, in un contesto prevalentemente residenziale.

#### **2. TIPOLOGIA DELLA TRASFORMAZIONE**

Nuovo Impianto

#### **3. SUPERFICIE DELL'AREA D'INTERVENTO**

Mq. 17107

#### **4. OBIETTIVI QUALITATIVI GENERALI DI PROGETTO**

Rafforzare le strutture e l'identità dei luoghi senza aggravare lo sviluppo lineare.

#### **5. DIMENSIONAMENTO DI PROGETTO**

a) Superficie territoriale **St** mq. 17107

b) Superficie per opere di urbanizzazione primaria:

- strade e piazze di R.U. mq. 1819

- parcheggi pubblici (individuati su aree interne al PUA) mq. 2216

- parcheggi pubblici (individuati su aree di prop. pubblica esterne al PUA) mq. 223

- verde pubblico di R.U. mq. 6000

c) Superficie fondiaria **Sf** a-b

d) Superficie per opere di urbanizzazione secondaria mq. 6,5 ogni 30 mq. di Sul

#### **6. ELEMENTI PRESCRITTIVI (invarianti di progetto)**

a) I nuovi edifici dovranno garantire, attraverso l'applicazione di parametri e tipologie adeguati, un corretto inserimento paesaggistico nel rispetto del contesto circostante, tenendo conto del tessuto edilizio posto a nord del comparto e delle aree rurali situate nelle vicinanze;

b) L'area a verde deve essere attrezzata per il gioco ed il tempo libero, non vi potranno essere realizzate manufatti anche provvisori.

c) I parcheggi pubblici devono essere arredati con piante d'alto fusto nella misura minima di una pianta ogni 50 mq e con siepi ed alberature lungo il perimetro esterno;

d) Le alberature devono essere scelte tra le essenze consigliate nella Guida;

e) Le quantità di cui al precedente punto 5 capoverso d) dovranno essere garantite nei modi che seguono:

- cessione al Comune di un'area anche esterna al perimetro d'intervento, ma in aree destinate ad opere di urbanizzazione secondaria nell'UTOE n. 7;

- oppure corresponsione al Comune di una somma pari al costo di esproprio della suddetta quantità.

f) Ferme restando le quantità minime di parcheggio privato di cui all'art. 15 delle NTA del RU, per la destinazione residenziale dovrà essere garantito almeno un posto auto ogni 50 mq di SUL e comunque un posto auto per ogni unità immobiliare. Detta condizione potrà essere soddisfatta anche mediante la realizzazione di una quota aggiuntiva di parcheggi pubblici all'interno delle quantità di verde pubblico previsto dalla scheda, fatto salvo il rispetto delle quantità minime previste dal DM 1444/68.

## 7. PARAMETRI URBANISTICO-EDILIZI

- a) Superficie utile lorda **Sul** 5068 mq
- b) Rapporto di copertura fondiario **Rc** 0,30
- c) Altezza massima **H** 10,50 m
- d) Numero massimo di piani fuori terra **N°** 3
- e) Distanza minima dai fili stradali e dagli spazi pubblici **Ds** 5,00 m
- f) Distanza minima dai confini **Dc** 5,00 m
- g) Distanza minima tra i fabbricati **Df** 10,00 m
- h) Tipologie edilizie: abitazioni singole, binate, a schiera o in linea

## 8. DESTINAZIONI AMMESSE

- Residenziale;
- commerciale limitatamente ad esercizi di vicinato;
- artigianale di servizio;
- direzionale.

Le destinazioni diverse dalla residenziale possono interessare non più del 20% della Sul totale e comportano, se introdotte, la necessità di adeguare le superfici di cui al precedente punto 5 alle quantità stabilite dall'art. 14 delle norme del R.U.

Le destinazioni commerciali comportano la necessità di adeguamento delle superfici a parcheggio secondo i disposti della disciplina attuativa di urbanistica commerciale.

## 9. VALUTAZIONE DI PERICOLOSITÀ

### 9.1 - Caratteristiche geologico tecniche dell'area:

Terreni caratterizzati generalmente dalla presenza di strati con Rp compresa tra 10 e 20 kg/cm<sup>2</sup> e da intervalli limitati con Rp > 20 kg/cm<sup>2</sup>. Queste caratteristiche possono peggiorare o migliorare in funzione dell'incidenza dei livelli con Rp intorno a 10 kg/cm<sup>2</sup> rispetto a quelli con Rp intorno a 20 kg/cm<sup>2</sup>. La resistenza a rottura è variabile da media a bassa mentre la compressibilità è variabile da media ad elevata.

### 9.2 - Pericolosità Geologica:

G.2 Pericolosità geologica media.

### 9.3 - Pericolosità Idraulica:

I.3 Pericolosità idraulica elevata.

### 9.4 - Pericolosità Sismica:

S.2/S.3 Pericolosità sismica locale da media a elevata (per terreni suscettibili di liquefazione dinamica).

## 10. CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ

### 10.1 - Condizioni di Fattibilità Geologico-tecnica:

F2 Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto.

### 10.2 - Condizioni di Fattibilità Idraulica:

F4 Fattibilità condizionata alla preventiva o contestuale realizzazione di tutti i seguenti interventi lungo il T.Orme:

1. cassa di espansione C\_ORME3
2. cassa di espansione C\_ORME4
3. chiusure idrauliche e adeguamenti arginali in sinistra idraulica tra le località Fornace e Bussotto, come meglio individuati nella tavola 7 e al paragrafo 7.4 delle indagini idrologico-idrauliche
4. adeguamento dell'argine sinistro presso la località Moriana

L'attestazione di abitabilità potrà essere rilasciata a seguito del collaudo di tutte le opere ovvero in presenza di un progetto definitivo approvato e finanziato e di un piano di protezione civile comunale per la gestione del rischio fino al completamento delle opere.

### 10.3 - Condizioni di Fattibilità Sismica:

F2 Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto.

F3 Fattibilità condizionata alla realizzazione di indagini geologiche di approfondimento del quadro stratigrafico e geotecnico. Fatte salve le prescrizioni contenute nella legge regionale 36/R del 2009, tali indagini, che potranno essere prove GPT, CPTU e/o sondaggi geognostici con prove SPT dovranno essere commisurate alle problematiche geotecniche che caratterizzano l'area, in particolare alla verifica del potenziale di liquefazione dei terreni, e funzione della tipologia di intervento.

## 11. CONDIZIONI ALLA TRASFORMAZIONE DERIVANTI DALLA VALUTAZIONE AMBIENTALE

Nel caso l'intervento generi impatti sull'ambiente e sul territorio, secondo quanto disposto dall'art.5 ter delle Nta del RU – Attività di valutazione, il PUA dovrà contenere uno specifico elaborato che dimostri:

- a) la rilevanza o meno degli impatti sul territorio e sull'ambiente;
- b) il rispetto delle regole di tutela ambientale e paesaggistica e delle condizioni alla trasformazione dalle Nta del RU.

In particolare, nell'elaborazione del PUA dovranno essere rispettate le seguenti disposizioni:

- l'avente titolo ad operare la trasformazione è tenuto a dimostrare, con i procedimenti previsti dalla normativa di settore, che nella localizzazione delle funzioni dove è prevista la permanenza continuativa delle persone, l'induzione magnetica sia conforme alla disciplina contemplata dalle norme nazionali e regionali;
- dovrà essere rispettata la disciplina di cui all'art. 107 delle Nta, relativo alle aree di protezione delle risorse idriche.

## 12. MODALITÀ ATTUATIVE

L'intervento di trasformazione è soggetto alla preventiva approvazione di un Piano Urbanistico Attuativo convenzionato (Piano di Lottizzazione ex. art. 28 legge 17 agosto 1942, n. 1150 ), che preveda la contestuale realizzazione degli interventi edificatori e di tutte le opere di urbanizzazione comprese entro il perimetro dell'area soggetta a P.d.L. e di cui al precedente punto 5 capoverso b) nonché del raccordo con le urbanizzazioni esistenti.

## 13. SUPERFICIE MINIMA D'INTERVENTO

Smi = mq. 17107

## **2 - 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 Idrogeologica (Tav.1.4)</i>	<i>appendice 3</i>
<i>Carta delle Geolitotecnica (Tav.1.5)</i>	<i>appendice 4</i>
<i>Carta delle MOPS Empoli (Tav.1.10)</i>	<i>appendice 5</i>
<i>Carta della Pericolosità Geologica (Tav.1.12)</i>	<i>appendice 6</i>
<i>Carta della Pericolosità Sismica (Tav. 1.13)</i>	<i>appendice 7</i>
<i>Carta della Fattibilità interventi previsti dal Piano Scheda 7.4 (Tav.2.1)</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:  
all'area d'intervento, sono state attribuite

- **Pericolosità Geologica G.2** (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)
- **Pericolosità Idraulica I.3** (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)
- **Pericolosità Sismica S.2/S.3** (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)
- **Fattibilità Geologico-tecnica F2** (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)
- **Fattibilità Idraulica F4** (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)
- **Fattibilità Sismica F2/F3** (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)

Oltre alle indicazioni contenute nelle cartografie sopra citate, sono state utilizzate anche le valutazioni espresse relativamente all'area in esame all'interno del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Firenze, della "Carta guida delle aree allagate" D.P.C.M. 05/11/99 e della Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi del P.A.I. riportate nei seguenti elaborati:

<i>Carta instabilità dei versanti e della pericolosità Idraulica P.T.C.P.</i>	<i>appendice 10</i>
<i>Carta Guida aree allagate Autorità di Bacino del Fiume Arno D.P.C.M. 05/11/99</i>	<i>appendice 11</i>
<i>Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi del P.A.I. stralcio n° 397</i>	<i>appendice 12</i>

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

<i>Planimetria Generale, Ubicazione prove geognostiche, Ubicazione profilo sismico</i>	<i>TAVOLA 1</i>
<i>Sezione Litostratigrafica A-A</i>	<i>TAVOLA 1a</i>
<i>Sezione Litostratigrafica B-B</i>	<i>TAVOLA 1b</i>
<i>Sezione Litostratigrafica C-C</i>	<i>TAVOLA 1c</i>
<i>Piano Attuativo - Carta della Pericolosità e Fattibilità Geologica (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)</i>	<i>TAVOLA 2</i>
<i>Piano Attuativo - Carta della Pericolosità e Fattibilità Idraulica (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)</i>	<i>TAVOLA 3</i>
<i>Piano Attuativo - Carta della Pericolosità e Fattibilità Sismica (ai sensi del D.P.G.R. 53/R)</i>	<i>TAVOLA 4</i>

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

Il Piano Attuativo (P.U.A.7.4) ubicato in località Pozzale, via C. Cattaneo, interessa un'area, situata alla periferia Sud-Est della frazione di Pozzale alla quota di circa 33,00 m. s.l.m., in sinistra idrografica del Torrente Orme che dista circa 250 m.

L'intera area si presenta nell'insieme pianeggiante, con piccole variazioni di quota tra i vari punti, con pendenze comprese entro il 5%: il dislivello massimo individuabile sulla base della cartografia regionale in scala 1:2000 è di circa 1 m. (classe 1 D.C.R. 94/85 pendenze comprese tra 0%-5%).

Dal rilevamento di superficie è stato osservato che i terreni affioranti nell'area, sono depositi alluvionali di ambiente continentale, del Quaternario-Olocene, costituiti in prevalenza da limo, argilla, sabbia e ciottoli; la letteratura geologica li indica con il termine "depositi alluvionali recenti" (bf) (be); essi rappresentano i sedimenti alluvionali recenti del Torrente Orme che scorre ad Est dell'area.

Affiorano, a circa 350-400 m. in direzione Est, Sud-Est ed in direzione Sud, Sud-Ovest depositi argillosi del Pliocene, sormontati in successione stratigrafica da depositi sabbioso-limosi del Pleistocene, rimanendo però esterni al sito cui si interviene; l'area infatti è situata al margine dei contributi alluvionali provenienti dal bacino collinare del Torrente Orme che si sviluppa entro le Argille e le Sabbie della serie marina Pliocenica (appendice 1).

Il substrato dell'area, è costituito da terreno misto granulare composto da limi, limi-argillosi, sabbie e ghiaie mediamente addensate; la copertura pedologica è limitata (cm.70).

La differenziazione litologica coincide con l'appartenenza ad un complesso litostratigrafico: i limiti geologici corrispondono ai limiti litotecnici.

Per quanto concerne le caratteristiche geomorfologiche, i terreni in esame non sono soggetti a fenomeni di dissesto attivi né a fenomeni di erosione idrica superficiale.

### **4 - 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.

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.

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); la presenza di acqua è stata riscontrata a partire dalla quota di m.3,00/3,20 dal p.d.c. attuale ed anche le misure effettuate all'interno dei fori di perforazione hanno confermato tale situazione.

L'acquifero multistrato presente nell'area, essendo il più superficiale, può maggiormente interferire con la fascia di profondità interessata dalle fondazioni essendo il livello statico situato in prossimità del p.c.; la presenza della falda può condizionare il comportamento meccanico dei terreni ai fini costruttivi.

L'area oggetto di PUA è prossima alla centrale acquedottistica della "Farfalla"; la depressione indotta dal livello di falda si traduce in una diminuzione della pressione piezometrica e quindi in un aumento del carico litostatico efficace che nei terreni costituiti da alternanze di sabbie e argille può provocare cedimenti la cui entità è funzione della compressibilità dei terreni.

Nei periodi di morbida un innalzamento del livello di falda può indurre un decadimento delle caratteristiche meccaniche dei terreni di natura coesiva.

## **5 - CARATTERISTICHE IDRAULICHE**

Nel **R.U. del Comune di Empoli** approvato con D.C.C. n.72 del 04/11/2013 (DCC 21 Dicembre 2004, n.137), l'area oggetto di Piano Attuativo ricade, sotto il profilo idraulico, nelle seguenti perimetrazioni:

- pericolosità idraulica ai sensi del PAI (appendice 12): PI2 media
- pericolosità idraulica ai sensi del del DPGR 53/R (appendice 9): PI3 elevata
- Classe di fattibilità idraulica: F4 – Fattibilità limitata

La disciplina del presente Piano Attuativo è dettata dalla Scheda Norma 7.4 del vigente RU comunale, la quale, al punto "10.2 – Condizioni di fattibilità idraulica" prescrive quanto segue:

*"F4 Fattibilità condizionata alla preventiva o contestuale realizzazione di tutti i seguenti interventi idraulici lungo il Torrente Orme:*

1. Cassa di espansione C\_ORME3
2. Cassa di espansione C\_ORME4
3. chiusure idrauliche e adeguamenti arginali in sinistra idraulica tra le località Fornace e Bussotto, come meglio individuati nella tavola 7 e al paragrafo 7.4 delle indagini idrologico-idrauliche
4. adeguamento dell'argine sinistro presso la località Moriana

L'attestazione di abitabilità potrà essere rilasciata a seguito del collaudo di tutte le opere ovvero in presenza di un progetto definitivo approvato e finanziato e di un piano di protezione civile comunale per la gestione del rischio fino al completamento delle opere.

Stante quanto sopra, sulla base della prescrizione della scheda norma è stata effettuata ad opera della Società di ingegneria H.S. INGEGNERIA srl, a firma dell'ing. Paolo Pucci, una indagine idraulica i cui risultati sono discussi in un'apposita relazione allegata al presente rapporto di fattibilità.

## **6 - RISULTATI PROVE GEOGNOSTICHE E RISULTATI INDAGINE SISMICA**

### **6.1 - Quadro stratigrafico**

La campagna geognostica di dettaglio, eseguita nell'ambito della presente indagine, è stata programmata al fine di determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dall'intervento.

Per poter delineare un quadro stratigrafico sufficientemente chiaro e per poter ricostruire dettagliatamente la stratigrafia e conoscere le caratteristiche geotecniche dei terreni oggetto di Piano Attuativo, sono state eseguite n°5 prove con Penetrometro Statico da t.20, munito di manicotto per la misura dell'attrito laterale (punta Begeman) ubicate come in Tavola 1 e spinte fino alla profondità di m. 15,00 dal p.d.c. attuale la P1, fino alla profondità di m. 18,80 dal p.d.c. attuale la P2, fino alla profondità di m. 10,00 dal p.d.c. attuale la P3, fino alla profondità di m. 13,80 dal p.d.c. attuale la P4, fino alla profondità di m. 13,60 dal p.d.c. attuale la P5; le prove P1, P2, P4 e P5 si sono interrotte perché si è verificato da parte del terreno un rifiuto strumentale.

Le penetrometrie statiche sono state effettuate dalla ditta Geoservizi di Ghezzano (PI); 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.

I dati ottenuti dalle prove penetrometriche sono riportati integralmente nell'appendice 13; le variazioni del rapporto  $R_p/R_{al}$  (resistenza di punta/resistenza per attrito laterale) registrati dallo strumento nei punti di indagine, hanno permesso l'individuazione della successione stratigrafica caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali recenti quaternari, in cui prevalgono le componenti a granulometria fine rappresentate essenzialmente da argille e limi e subordinatamente da sabbie più o meno limose.

Oltrepassati i primi m.0,60/0,80 di terreno vegetale alterato, è stata registrata la presenza fino a circa m.1,40/2,20 di sedimenti sabbioso-limosi; questo litotipo si presenta da mediamente addensato a molto addensato, con valori di Rp compresi tra 20 e 70 Kg/cmq.

Da m.1,40/2,20 fino alla profondità di circa m. 12,00/14,20 è presente un deposito argilloso e argilloso-limoso che fino a circa m.7,00/9,00 presenta caratteristiche geotecniche mediocri con terreni con compattezza medio-bassa con valori di Rp compresi tra 15 Kg/cmq e 20 Kg/cmq., mentre da circa m.7,00/9,00 fino a m. 12,00/14,20, le caratteristiche geotecniche peggiorano notevolmente rilevando la presenza di terreni allo stato plastico o tendenti ad esso, con resistenza a rottura bassa e compressibilità elevata, con valori di resistenza alla punta Rp compresi tra 5 Kg/cmq e 9 Kg/cmq..

Al di sotto delle argille e delle argille-limose, sono stati registrati sedimenti assimilabili a sabbie e sabbie-limose da mediamente addensate a dense con valori di resistenza alla punta Rp, compresi tra 33 Kg/cmq e 135 Kg/cmq. tali da provocare l'interruzione delle prove P1, P2, P4 e P5 per rifiuto strumentale.

I dati a disposizione consentono di delineare un quadro stratigrafico sufficientemente chiaro (Tavole 1a, 1b, 1c), sulla base del quale si possono individuare le problematiche di ordine geotecnico, legate alla realizzazione del Piano Attuativo.

Passando a considerare le sezioni litostratigrafiche che rappresentano le ricostruzioni operate in direzione Nord-Sud ed Ovest-Est, si osserva come, l'orizzonte di sedimenti argillosi allo stato plastico o tendenti ad esso, presente da circa m.7,00/9,00 a circa m. 12,00/14,20, aumenta di spessore in direzione Est, verso il Torrente Orme, rimanendo omogeneo per caratteristiche litotecniche.

L'orizzonte sabbioso con compattezza media e medio-alta si incontra a profondità meno elevate nella zona Sud-Ovest.

I risultati delle prove penetrometriche statiche eseguite hanno messo in evidenza in tutta l'area, il livello di notevole spessore, (m.7,00/9,00 dal p.d.c. a m. 12,00/14,20 dal p.d.c.), di sedimenti argillosi allo stato plastico, con resistenza a rottura bassa e compressibilità elevata.

Le misure effettuate all'interno dei fori di perforazione hanno rilevato la presenza di acqua a partire dalla quota di m.3,00/3,20 dal p.d.c. attuale.

Si dovrà tener conto di eventuali innalzamenti anomali della falda freatica, in prossimità delle fondazioni: le strutture di fondazione potrebbero risultare interessate da significative variazioni stagionali del contenuto naturale d'acqua del terreno.

I parametri geotecnici ricavati dalle analisi dei risultati delle Prove Penetrometriche Statiche P1, P2, P3, P4 e P5 possono essere così schematizzati:

<b>Profondità</b>	<b>Litologia</b>	<b>Rp</b> Kg/cmq	<b><math>\gamma</math></b> Kg/dmc	<b>Cu</b> Kg/cmq	<b><math>\phi</math></b> °
m. 0,00 - 0,80 dal p.d.c.	terreno vegetale				
m. 0,80 - 1,40/2,20 dal p.d.c.	sabbia-limosa	20-70	1,8-1,9	0,2	28°/30°
m. 1,40/2,20 - 7,00/9,00 dal p.d.c.	argilla, argilla-limosa	15-20	1,7-1,9	0,4-0,6	
m. 7,00/9,00 - 12,00/14,20 dal p.d.c.	argilla, argilla-limosa	5-9	1,5-1,7	0,1-0,2	
m. 12,00/14,20 - 15,00/18,80 dal p.d.c.	sabbia, sabbia-limosa densa	33-135	1,8-2,0	0,1-0,2	28°-38°

## 6.2 - Quadro sismico

Per identificare e ricostruire, sulla base delle loro caratteristiche fisiche, i rapporti geometrici dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area indagata, e fornire il valore  $V_{s30}$  utile per la classificazione del terreno nelle varie categorie di suolo come prescritto dalla nuova normativa antisismica è stata effettuata un'indagine sismica ad opera della Società SGG - Studio di Geologia e Geofisica s.r.l. (appendice 14).

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 e descrivere la propagazione delle onde superficiali è stata realizzata, in corrispondenza dello stendimento sismico, una prova "Re.Mi." (Refraction Microtremor) in modo da ricostruire le variazioni della velocità delle onde "S" e definire il valore  $V_{s30}$ .

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.

Il profilo sismico a rifrazione ha evidenziato una discreta omogeneità laterale dei valori di velocità sismica. In generale la prospezione sismica a rifrazione ha permesso di rappresentare il sottosuolo con un modello di distribuzione della velocità delle onde "P" che si correla bene con l'assetto geologico attraversato dalle prove penetrometriche.

La sua interpretazione ha evidenziato sostanzialmente un andamento regolare delle velocità sismiche del sottosuolo che denota un assetto circa parallelo alla superficie topografica.

Nella porzione superficiale con profondità inferiori a 5 metri, si evidenziano velocità sismiche inferiori a 800 m/s. Al di sotto, fino alla profondità di circa 15 metri si evidenzia un aumento graduale del gradiente di velocità, che porta la velocità a circa 1.800 m/s. Inferiormente, alla profondità di circa 25 metri, i terreni presenti mostrano velocità sismica pari a circa 2.400 m/s.

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)
0,0	4,9	175
4,9	8,5	149
8,5	14,2	302
14,2	40	330

Per questo terreno il valore di  $V_{s30}$  risulta pari a 253 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**

....

**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 (ovvero  $15 < N_{spt30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  kTa nei terreni a grana fina)"

## **7 - PERICOLOSITA' DELL'AREA**

### **7.1. pericolosità geomorfologica**

Nella **Carta della Instabilità dei versanti e della Pericolosità di esondazione contenuta nel P.T.C. della Provincia di Firenze** (appendice 10) emerge quanto segue:

- l'area ricade completamente nelle "zone prive di pericolosità di frana per assenza di processi geomorfologici o caratteristiche fisiche che possano condurre all'innescio di movimenti di massa".

Nell'ambito della **Variante al Piano Strutturale - Relazione Geologica del Comune di Empoli**, Scheda Norma n° 7.4, all'area d'intervento, è stata attribuita la classe di

**Pericolosità Geologica G.2**, Pericolosità Geologica Media;

**Fattibilità Geologico-tecnica F2**, *Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto*

Nella Tavola 2 abbiamo elaborato la Carta della **Pericolosità Geomorfologica tenendo conto dei risultati ottenuti dalla campagna geognostica e geofisica effettuata ed ai sensi del D.P.G.R. 53/R**: all'area oggetto di Piano Attuativo, nella frazione di Pozzale, in fregio a via C. Cattaneo, viene attribuita:

#### ➤ **PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ELEVATA G.3 ai sensi del DPGR n.53/R:**

riferita ad ".....; .....; .....; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; ....."

### **7.2. pericolosità idraulica**

Nelle conclusioni della relazione idraulica (H.S. INGEGNERIA srl), a firma dell'ing. Pucci, si legge che la fattibilità della trasformazione, ai sensi della Scheda Norma 7.4, è vincolata alle seguenti condizioni:

**La fattibilità sotto il profilo idraulico è condizionata alla preventiva o contestuale realizzazione di tutti i seguenti interventi idraulici lungo il Torrente Orme:**

- 1. Cassa di espansione C\_ORME3**
- 2. Cassa di espansione C\_ORME4**
- 3. chiusure idrauliche e adeguamenti arginali in sinistra idraulica tra le località Fornace e Bussotto, come meglio individuati nella tavola 7 e al paragrafo 7.4 delle indagini idrologico-idrauliche**
- 4. adeguamento dell'argine sinistro presso la località Moriana**

**L'attestazione di abitabilità potrà essere rilasciata a seguito del collaudo di tutte le opere ovvero in presenza di un progetto definitivo approvato e finanziato e di un piano di protezione civile comunale per la gestione del rischio fino al completamento delle opere.**

A seguito della realizzazione delle opere elencate tra le condizioni di fattibilità nell'area non permarranno condizioni di pericolosità idraulica; in considerazione anche del fatto che l'area ricade in classe di pericolosità idraulica PI2 media ai sensi del PAI, non risulta quindi necessario indicare ulteriori prescrizioni rispetto a quanto già indicato dal Secondo RU.

Nell'ambito della **Variante al Piano Strutturale - Relazione Geologica del Comune di Empoli**, Scheda Norma n° 7.4, all'area d'intervento, è stata attribuita la classe di

**Pericolosità Idraulica I.3**, Pericolosità idraulica elevata;

**Fattibilità idraulica F4**

Nella Tavola 3 abbiamo elaborato la Carta della **Pericolosità Idraulica ai sensi del D.P.G.R. 53/R**: all'area oggetto di Piano Attuativo, nella frazione di Pozzale, in fregio a via C. Cattaneo, viene attribuita:

#### ➤ **PERICOLOSITÀ IDRAULICA ELEVATA I.3 ai sensi del DPGR n.53/R:**

### **7.3 pericolosità sismica**

Il territorio comunale di Empoli ricade in Zona 3 di sismicità; dai dati reperiti sui terremoti verificatisi nei comuni toscani, la massima intensità macrosismica registrata per il comune di Empoli risulta non superiore alla magnitudo 7.

In riferimento a quanto indicato nel Regolamento di Attuazione dell'Art. 62 della L.R. 1/2005 in materia di indagini geologiche (D.P.G.R. 53/R), sono stati individuati gli elementi che caratterizzano, dal punto di vista sismico, la zona in oggetto (profilo sismico tomografico a rifrazione per determinare le variazioni della velocità delle onde di volume "P" nel sottosuolo e per avere una più adeguata rappresentazione del terreno indagato e descrivere la propagazione delle onde superficiali è stata realizzata, in corrispondenza dello stendimento sismico, una prova "Re.Mi." (Refraction Microtremor) in modo da ricostruire le variazioni della velocità delle onde "S" e definire il valore Vs30, novembre 2008).

Nell'ambito della **Variante al Piano Strutturale - Relazione Geologica del Comune di Empoli**, Scheda Norma n° 7.4, all'area d'intervento, è stata attribuita la classe di

**Pericolosità Sismica S.2/S.3**, Pericolosità sismica locale da media a elevata  
**Fattibilità Sismica F2/F3**

Nella Tavola 4 abbiamo elaborato la Carta della **Pericolosità Sismica tenendo conto dei risultati ottenuti dalla campagna geognostica e geofisica effettuata ed ai sensi del D.P.G.R. 53/R**: all'area oggetto di Piano Attuativo, nella frazione di Pozzale, in fregio a via C. Cattaneo, viene attribuita:

#### ➤ **PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA, CLASSE S.3 - D.P.G.R. 53/R**

*".....; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti differenziati diffusi; .....; .....; .....; ....."*

## **8 - FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO**

### **8.1. fattibilità geomorfologica**

Sulla base di tutto quanto sopra la fattibilità geologica del Piano Attuativo, espressa nei termini del D.P.G.R. 53/R è stata definita equivalente alla:

#### ❖ **FATTIBILITA' CONDIZIONATA, Classe F3 - DPGR n.53/R:** (Tavola 2)

Le prescrizioni da adottare sono le seguenti:

- nelle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, dovrà essere effettuata una campagna geognostica volta alla parametrizzazione geotecnica dei terreni sede dell'intervento finalizzate alle verifiche dei cedimenti ed alla determinazione delle migliori tipologie fondazionali da adottare;
- dovrà essere posta l'attenzione sulla possibilità o meno del verificarsi di cedimenti, rotture locali del terreno e cedimenti differenziali dovuti alla presenza del livello compressibile tra m.7,00/9,00 e m.12,00/14,20 dal p.d.c..;
- si dovrà tener conto di eventuali innalzamenti anomali della falda freatica, in prossimità delle fondazioni: le strutture di fondazione potrebbero risultare interessate da significative variazioni stagionali del contenuto naturale d'acqua del terreno.

### **8.2. fattibilità idraulica**

Sulla base di tutto quanto sopra la fattibilità idraulica del Piano Attuativo, espressa nei termini del D.P.G.R. 53/R è stata definita equivalente alla:

#### **❖ FATTIBILITA' LIMITATA F4 ai sensi del DPGR n.53/R: (Tavola 3)**

La fattibilità sotto il profilo idraulico è condizionata alla preventiva o contestuale realizzazione di tutti i seguenti interventi idraulici lungo il Torrente Orme:

1. Cassa di espansione C\_ORME3
2. Cassa di espansione C\_ORME4
3. chiusure idrauliche e adeguamenti arginali in sinistra idraulica tra le località Fornace e Bussotto, come meglio individuati nella tavola 7 e al paragrafo 7.4 delle indagini idrologico-idrauliche
4. adeguamento dell'argine sinistro presso la località Moriana

L'attestazione di abitabilità potrà essere rilasciata a seguito del collaudo di tutte le opere ovvero in presenza di un progetto definitivo approvato e finanziato e di un piano di protezione civile comunale per la gestione del rischio fino al completamento delle opere.

### **8.3. fattibilità sismica**

Sulla base di tutto quanto sopra la fattibilità sismica del Piano Attuativo, espressa nei termini del D.P.G.R. 53/R è stata definita equivalente alla:

#### **❖ FATTIBILITA' CONDIZIONATA, Classe F3 - DPGR n.53/R: (Tavola 4)**

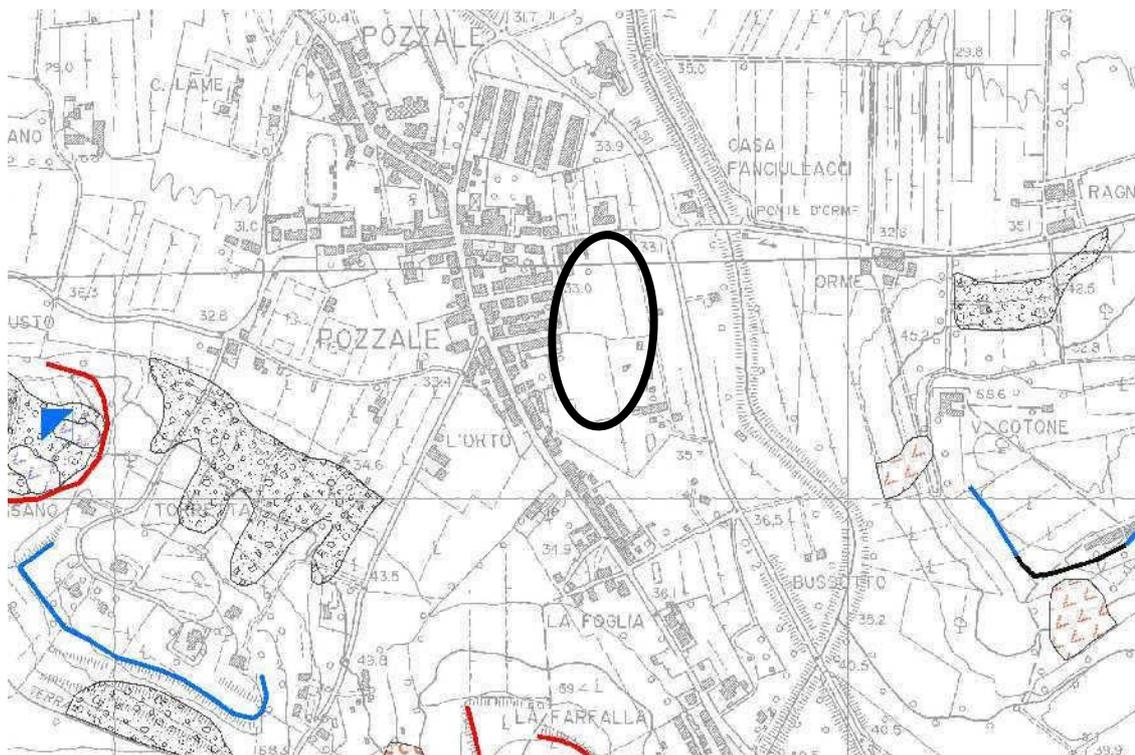
Le prescrizioni da adottare sono le seguenti:

- dovrà essere eseguita una campagna di indagini geofisica e geotecnica che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra alluvioni e bedrock sismico.

Dr. Geol. Paola Violanti



# 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