

dr. Ilio Fedeli - geologo  
Via B. Buozzi n. 16  
Castelfiorentino (FI)

dr. Andrea Casella - geologo  
P.za Berlinguer n. 38 - Metato  
S. Giuliano T.me (PI)

---

P.U.A. EX SEDE FABBRICA FIAMMIFERI  
"ANGIOLO ROSSELLI E FRATELLI" Srl  
IN EMPOLI (FI)  
VIA DI PONTORME – VIA GIRO DELLE MURA  
(U.T.O.E. N. 6 - P.U.A. 6.6)

RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

NOVEMBRE 2009



Two blue circular professional seals of geologists from the Toscana region. The left seal is for Andrea Casella, number 392, and the right seal is for Ilio Fedeli, number 185. Both seals have handwritten signatures in blue ink below them.

---

P.U.A. EX SEDE FABBRICA FIAMMIFERI "ANGIOLO ROSSELLI E FRATELLI" Srl, IN EMPOLI (FI) VIA DI PONTORME – VIA GIRO DELLE MURA (U.T.O.E. N. 6 - P.U.A. 6.6).

RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA.

---

## **PREMESSE**

Il presente studio di fattibilità si riferisce al Piano urbanistico Attuativo di cui alla scheda **6.6**, in Empoli (FI), Via di Pontorme – Via Giro delle Mura.

Lo studio di fattibilità è stato redatto ai sensi del *DPGR n. 26/R*, e in particolare delle "Direttive per le indagini geologico-tecniche". Si è articolato considerando come quadro conoscitivo l'insieme dei dati del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico comunale (*GETAS*), e del Piano di Assetto idrogeologico del Piano di Bacino F. Arno; i dati in oggetto sono stati integrati da indagini di dettaglio articolatesi sull'esecuzione di 5 prove penetrometriche statiche, che hanno consentito una ricostruzione litostratigrafico-geotecnica generale dell'area di intervento.

Sono state poi redatte le cartografie previste dalla *26/R* in termini di pericolosità e fattibilità per l'area stessa, indicando le relative prescrizioni per la fase esecutiva.

Gli aspetti idrologico-idraulici vengono affrontati in questa sede solo a carattere generale, in quanto a supporto del piano attuativo sono stati effettuati studi specifici, ai quali si rimanda per maggiori dettagli.

## **INQUADRAMENTO GENERALE**

Come si osserva nell'allegata corografia scala 1:10.000, e negli estratti cartografici a maggiore scala, l'area in oggetto si colloca nell'abitato di Empoli, in destra del T. Orme, a ridosso del corso dello stesso nella zona del ponte della S.S. Tosco-Romagnola Sud.

Si tratta di un'area la cui tipologia di trasformazione è per ristrutturazione urbanistica mediante piano di recupero, zona territoriale omogenea **B** ai sensi del *D.M. 1444/1968*, con superficie di mq 8895.

La quota media di campagna è sui 26,0/26,3 metri slm.

## **GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA**

L'area di intervento si inquadra, geologicamente, in una zona impostata nei sedimenti alluvionali olocenici, dovuti principalmente all'attività deposizionale del F.

Arno e dei suoi tributari. Come vedremo in maggior dettaglio nel seguito, tali depositi presentano in zona, per lo strato superficiale di nostro interesse, alternanze fra strati a dominante limo-argillosa e strati in cui prevalgono i litotipi sabbiosi e limo-sabbiosi, che in certe verticali sono dominanti.

L'area in oggetto è in pratica completamente urbanizzata. Solo in minima parte è occupata da terreno naturale e prato; prevalentemente è edificata e pavimentata.

Lungo il lato W l'area è adiacente alla zona arginale del T. Orme, mentre lungo i lati S ed E è bordata da Via Pontorme e Via Giro delle Mura. Oltre il confine sul fronte Nord si hanno invece appezzamenti di terreno non edificati.

Dal punto di vista morfologico la particolarità dominante risulta quindi l'intervento antropico che, nell'ambito di una zona assimilabile a pianeggiante, ha obliterato le caratteristiche originarie dell'area con riporti, sterri e pavimentazioni.

Nell'allegata cartografia geotecnica (tratta dagli studi geologici di supporto allo strumento urbanistico generale comunale), l'area è inquadrata come zona di pianura caratterizzata dalla presenza di terreni scadenti a profondità inferiori ai 10 m.

### **IDROGEOLOGIA**

I sedimenti olocenici sono caratterizzati dalla presenza di falda freatica, che permea gli orizzonti e gli strati a maggior componente granulare, e può quindi avere andamento discontinuo, potendo risultare localmente confinata.

Le misurazioni effettuate al piezometro installato nel foro di prova n. 1 hanno evidenziato a Maggio 2009 un livello d'acqua a -3,1 m da p.campagna locale, mentre attualmente (novembre 2009) lo stesso è a -4,2 m. Si ha infatti una marcata escursione della piezometria della falda superficiale a carattere stagionale. Questo acquifero presenta, in generale, linee di flusso verso l'asta dell'Arno, e si ritiene che in caso di forte alimentazione il livello possa portarsi a una quota dell'ordine dei -2,0 m da p. campagna.

A questo si aggiungono le infiltrazioni acquifere superficiali legate alla saturazione dello strato di terreno alterato e di riporto che origina, in virtù della sottostante presenza di sedimenti impermeabili, una falda superficiale "sospesa". Tale falda superficiale ha una ricarica solo locale e temporanea, e trasmissività modesta.

### **PERICOLOSITA' GEOLOGICA DA REGOLAMENTO URBANISTICO**

Facendo riferimento agli studi geologico-tecnici di supporto allo strumento urbanistico generale comunale (GETAS), si ha che la zona di intervento è compresa

quasi interamente (vedere estratto allegato) in classe di **pericolosità geologica 2a – bassa con presenza di strati compressibili entro 10 m da p.campagna**. Si tratta di situazioni geologico-tecniche apparentemente stabili nelle quali permangono dubbi che comunque potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia.

In ossequio a tale classificazione sono state esaminate le caratteristiche litotecniche della zona nel suo complesso già in questa fase di studio di fattibilità preliminare.

### **PERICOLOSITA' IDRAULICA DA REGOLAMENTO URBANISTICO**

Nella "carta delle aree allagate" l'area in oggetto risulta lambita sul fronte Est dal limite dell'area interessata dall'evento del Novembre 1966 (battenti segnalati ancora più ad Est dell'ordine dei 40 cm).

L'area risulta allagata nell'evento del 1844, e non risulta invece interessata dagli eventi del 1992/1993.

Nella carta della **pericolosità idraulica** l'area di intervento ricade, come l'intera pianura circostante, in **classe 3**, ed è in parte compresa nell'ambito **A1** della DCR 230/94, e totalmente nell'ambito **B**.

### **PERICOLOSITA' IDRAULICA DA PIANO DI BACINO F. ARNO**

Nella "carta della perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica" (livello di sintesi) del Piano di Bacino del Fiume Arno (stralcio assetto idrogeologico), l'area in oggetto è compresa in classe **P.1.2** – pericolosità **media**.

### **FATTIBILITA' DA REGOLAMENTO URBANISTICO**

Nella "carta della fattibilità del territorio per aree omogenee sotto il profilo geologico-tecnico" (GETAS – Maggio 2003), l'area in oggetto è quasi interamente compresa nella **classe B** di pianura (condizionamento *medio* – corrisponde alle classi di pericolosità geologica 1A e 2A), e per una piccola porzione NW nella **classe A** (condizionamento *basso*).

Nella "carta della fattibilità del territorio per aree omogenee sotto il profilo idraulico" (GETAS – Maggio 2003), l'area in esame ricade per gran parte in **zona 3** – fattibilità idraulica di **classe 3** (aree per le quali è previsto un soprizzo del piano di calpestio fino a quota 26,30 metri slm.)

Alla presente relazione è allegato anche un estratto della "carta della fattibilità

degli interventi previsti dal piano". In essa per l'area in oggetto (scheda 6.6) si ha una fattibilità geologica di classe 3 e una fattibilità idraulica di classe 3.

E' stata anche allegata la scheda-norma di regolamento urbanistico per l'area **6.6**, con relativo estratto cartografico, nonché la scheda di fattibilità specifica per l'intervento in oggetto che è allegata alla relazione degli studi geologico-tecnici di supporto al Regolamento Urbanistico.

In quest'ultima, per quanto riguarda le condizioni di fattibilità, è riportato quanto segue:

**- Classe di Fattibilità Geologico-tecnica: Classe 3 – Fattibilità condizionata.**

*Sono richieste indagini di dettaglio, che dovranno essere condotte a livello di "area complessiva", per la definizione del quadro geolitologico, geomorfologico, idrogeologico, geomeccanico. Lo studio dovrà comprendere, quindi, indagini geologiche e geotecniche per valutare la stabilità della zona, sia durante che dopo aver eseguito l'intervento, e dovranno essere estese alla parte del sottosuolo e/o all'area direttamente o indirettamente interessata dall'intervento o che può influenzare il comportamento stesso dell'opera. I risultati degli studi e delle indagini dovranno essere esposti in una relazione geologica e in una geotecnica che faranno parte integrante degli atti progettuali, secondo quanto disposto dal D.M.LL.PP. 11/03/88. Dovrà essere posta l'attenzione sulla possibilità o meno sul verificarsi di cedimenti, rotture locali del terreno e cedimenti differenziali dovuti alla presenza del livello compressibile a breve profondità.*

**classe di fattibilità idraulica: 3**

**MISURE DA ADOTTARE PER IL RISCHIO IDRAULICO:**

*Quota di sicurezza: piano di calpestio ad almeno 26,30 m.s.l.m. Consentiti garage sotto il p.c. purché realizzati con ingressi a quote di sicurezza (26,30 m.s.l.m), paratie stagne ed impiantistica adatta a resistere ad eventuale allagamento o progettata in maniera da risultare non sommergibile cioè al di sopra della quota di sicurezza. Non sono consentiti depositi di materiali o magazzini interrati. Obbligo di pavimentazioni drenanti per parcheggi ed aree asfaltate. Coperture ritardanti il deflusso delle acque (vedi specifiche nel testo). Nella zona A è necessario attenersi alle misure di salvaguardia previste dal DCR 12/00 che in questa zona prevede la fattibilità condizionata solo di opere idrauliche.*

**NOTE:** *E' necessario allegare al progetto una relazione idraulica di dettaglio, a firma di tecnico abilitato, che evidenzia le modalità di attuazione delle indicazioni previste per la zona, delimitando eventuali ambiti, specificando le correlazioni che intercorrono tra le quote realmente esistenti sul p.c. dell'intervento e quelle circostanti e descriva il controllo delle acque meteoriche. La progettazione deve tendere a ridurre i contributi idrici unitari diminuendo le superfici impermeabili ed adottando accorgimenti costruttivi per il ritardo del rilascio delle acque di pioggia.*

## **DATI GEOGNOSTICI**

Nell'ambito dei presenti studi sono state eseguite indagini penetrometriche, in modo da conseguire una prima ricostruzione litostratigrafica e geotecnica, sulla base della quale fornire indicazioni generali e prescrizioni per la fase esecutiva.

Le prove (CPT) sono state eseguite mediante attrezzatura della *PAGANI* da 10 t , dotata di punta tipo *Begemann*, e sono state spinte a una profondità variabile tra i 5,4 e i 19,8 m da p.campagna locale.

La prova penetrometrica statica CPT si articola nell'infissione di successivi tratti di asta di 20 cm, con velocità costante di  $2 \pm 0,5$  cm/sec, e nella misurazione di:

- resistenza alla punta;
- resistenza alla punta + manicotto;
- resistenza totale (punta + manicotto + batteria delle aste).

Si perviene così alla determinazione di:

- resistenza alla punta ( $Q_c$  o  $R_p$ ) [Kg/cm<sup>2</sup>]
- resistenza laterale ( $R_l$ ) [Kg/cm<sup>2</sup>]
- resistenza totale (  $T$  ).

Il rapporto tra resistenza alla punta e resistenza laterale consente poi, in base a diverse relazioni (*Begemann* - *Schmertmann* - etc.) una valutazione di massima delle caratteristiche litologico-granulometriche dei terreni attraversati.

L'ubicazione delle 5 prove è indicata nell'allegata carta litologico-tecnica scala 1:2.000 (dove è stata anche evidenziata la zona arginale e golenale del T. Orme) e nella planimetria generale di progetto scala 1:500. I dati e diagrammi relativi alle prove stesse sono allegati alla presente relazione; essi sono stati organizzati secondo varie sezioni interpretative, nelle quali si osserva in modo netto l'alternanza fra strati a dominante sabbiosa e sabbioso-limosa, che presentano una notevole resistenza alla punta, e strati a dominante coesiva (limo-argillosa). Si evidenzia in particolare quanto segue:

- Nella sezione CPT3-CPT2 si ha una certa correlabilità nel passaggio fra lo strato superficiale limo-argilloso e i terreni sottostanti a dominante sabbiosa e sabbioso-limosa (forse a tratti sabbio-ghiaiosa), anche se in CPT2 la consistenza dello strato superficiale sembra maggiore, e le sabbie di buon addensamento iniziano solo a partire da -6,8 m. Nella prova CPT3 si osserva che i litotipi granulari prevalgono fino a f.foro, con strati coesivi, in netto subordine, a 12,2-13,0 m e a 16,6-17,0 m.
- Fra le prove CPT4 e CPT5/CPT1 la correlabilità sembra invece non esserci, in quanto in CPT4 si hanno le sabbie e sabbie limose ben addensate già a -3,6 m, mentre in CPT5 e CPT1 si hanno fino a 10 m terreni coesivi, con strati sabbiosi in subordine.
- Esaminando invece le possibili correlazioni fra le prove in senso SSW-NNE si osserva che esiste una certa correlabilità fra la CPT4 e la CPT3, mentre gli strati a dominante granulare della CPT2 non sembrano trovare rispondenza nella CPT5.

In generale sembra di poter affermare che nell'ambito della zona in oggetto sono presenti strati e lenti sabbiose (e ghiaiose?) la cui distribuzione, piuttosto irregolare, è legata all'apporto dei corsi d'acqua maggiori o minori (in parte potrebbe trattarsi di paleovalvei veri e propri).

### **CARATTERISTICHE DI PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' A LIVELLO DELL'AREA IN OGGETTO AI SENSI DEL DPGR 26/R**

Sulla base dei dati raccolti, sono state redatte specifiche cartografie di pericolosità e fattibilità per l'area in oggetto, in ottemperanza ai disposti delle "Direttive per le indagini geologico-tecniche" contenute nel *DPGR n. 26/R*.

Sono state dapprima redatte 2 carte di base:

- Nella carta litologico-technica già descritta è indicata la posizione delle prove penetrometriche effettuate in sede di indagine preliminare, e la natura dei terreni presenti ; si hanno quindi depositi alluvionali olocenici che, perlomeno per i primi 20 m di spessore, sono costituiti da alternanze, sia in senso orizzontale che verticale, fra litotipi limo-argillosi e litotipi sabbiosi e sabbioso-limosi.
- Nella carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale, l'area in oggetto è stata classificata come **ZMPSL 9**, in quanto sono presenti depositi alluvionali granulari e/o sciolti (vedere gli allegati n. 1 e n. 2 alle direttive).

Sulla base del quadro conoscitivo ottenuto in base ai dati esistenti e alle indagini di approfondimento si ha, per quanto riguarda la **PERICOLOSITA'** a livello dell'area in esame:

- pericolosità geomorfologica **G1** (bassa), in quanto si tratta di un'area in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.
- pericolosità idraulica **I3** (elevata), dato che le cartografie esistenti (in particolare quella del P.A.I.) indicano che si tratta comunque di una zona interessata da allagamenti per eventi con tempo di ritorno compreso fra 30 e 200 anni.
- pericolosità sismica locale **S3** (elevata) in quanto **ZMPSL 9** in un comune classificato in zona sismica 3s .

E' stata infine redatta un'unica cartografia di **FATTIBILITA'**, in cui sono riassunte le classi di fattibilità specifiche per l'area PUA 6.6 in oggetto.

La fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici è **Fg2**. La condizione per la fase esecutiva, dal punto di vista geologico-geotecnico, è quella di basare la

progettazione dei vari interventi su dati geognostici che consentano la valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, anche considerando i disposti del D.M. 4.01.2008. In particolare sono da definire nei vari casi le caratteristiche di resistenza meccanica e di compressibilità dei terreni, in quanto l'indagine preliminare ha evidenziato come le stesse tendano a variare da zona a zona. Importante sarà quindi valutare, per la fase esecutiva, la "risposta" del terreno in termini di cedimento e cedimento differenziale.

La fattibilità in relazione agli aspetti idraulici è **Fi3**, in quanto esistono prescrizioni specifiche alla trasformazione, come quelle contenute nella scheda di fattibilità del regolamento urbanistico comunale. Come già accennato, gli aspetti idrologico-idraulici sono affrontati in dettaglio in studi specifici redatti a supporto dell'intervento; ad essi si rimanda quindi per le prescrizioni relative a questo aspetto.

La fattibilità in relazione agli aspetti sismici è **Fs3**, in accordo con il grado di pericolosità sismica locale evidenziato. Questo, in conseguenza di quanto espresso nell'allegato **A** (*direttive per le indagini geologico-tecniche*) al **DPGR 27/04/2007 n. 26/R**, al punto 3.5, implica una campagna di indagini geofisiche che individui le velocità sismiche dei litotipi sepolti.

Oltre a quanto evidenziato, restano ovviamente valide le prescrizioni contenute nella scheda di fattibilità relativa all'area in esame.

Empoli, 19/11/2009





**ELENCO ALLEGATI :**

- corografia scala 1:10.000
- ubicazione area in oggetto su cartografia scala 1:2.000
- estratti dagli studi geologico-tecnici di supporto allo strumento urbanistico del Comune di Empoli (*GETAS*):
  - carta geotecnica
  - carta delle aree allagate
  - carta della pericolosità geologica
  - carta della pericolosità idraulica
  - carta della fattibilità del territorio per aree omogenee sotto il profilo geologico-tecnico
  - carta della fattibilità del territorio per aree omogenee sotto il profilo idraulico
  - carta della fattibilità degli interventi previsti dal piano
- scheda regolamento urbanistico n. 6.6 con relativo estratto cartografico
- scheda di fattibilità n. 6.6
- estratto dalla carta del P.A.I. (P. Bacino F. Arno) con la perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica – livello di sintesi
- carta litologico-tecnica scala 1:2.000
- planimetria generale di progetto scala 1:500
- dati e diagrammi prove penetrometriche statiche
- sezioni interpretative di correlazione 3-2 e 4-5-1
- sezioni interpretative di correlazione 4-3 e 5-2
- carta di pericolosità geomorfologica relativa all'area in esame ai sensi del *DPGR 26/R* – scala 1:2.000
- carta di pericolosità idraulica relativa all'area in esame ai sensi del *DPGR 26/R* – scala 1:2.000
- carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale (*ZMPSL*) scala 1:2.000
- carta della pericolosità sismica locale relativa all'area in esame ai sensi del *DPGR 26/R* – scala 1:2.000
- carta della fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici / idraulici / sismici relativa all'area in esame ai sensi del *DPGR 26/R* – scala 1:1.000