

*PROPOSTA DI VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO
DEL COMUNE DI FIRENZUOLA PER AREA DI COMPLETAMENTO D2*



COMUNE DI FIRENZUOLA (FI)

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

Committente: GALEOTTI PIUME SRL

Firenze, Gennaio 2023

*Dott. Geol. Francesco Baccianti
Ordine Geologi Toscana n. 1059*



INDICE

1. PREMESSA	3
2. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI	3
2.1 Forme del terreno e processi geomorfici	3
2.2 Storia Geologica del Terreno	4
2.3 Unità geologiche e litologiche	4
2.4 Idrogeologia	4
3. RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO	5
3.1 PIT – Piano di Indirizzo Territoriale	5
3.2 Pericolosità P.S.A.I – Piano Stralcio Assetto Idrogeologico	5
3.3 PGRA – Piano Gestione rischio alluvioni	5
4. CLASSI DI PERICOLOSITA'	5
4.1 Geologica	5
4.2 Sismica	6
4.3 Idraulica	6
5. DEFINIZIONE DELLA FATTIBILITÀ	6
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE	8
6.1 Sondaggio geognostico	8
6.2 Prove SPT fondo foro	8
6.3 Pocket penetrometer	9
6.4 Analisi di laboratorio	9
6.5 Indagine sismica a rifrazione e Masw	9
6.6 Prove Penetrometriche DPSH	10
7. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI – CARATTERISTICHE SISMICHE DEI TERRENI	10

TAVOLE

Tav. 1 – Corografia scala 1:10.000

Tav. 2 – Carta Geomorfologica scala 1:10.000

Tav. 3 – Carta Geologica scala 1:10.000

Tav. 4 – Carta Pericolosità Geologica scala 1:10.000

Tav. 5 – Carta MOPS scala 1:10.000

Tav. 6 – Carta Microzonazione sismica FAMAX scala 1:10.000

Tav. 7 – Carta Pericolosità Sismica scala 1:10.000

Tav. 8 – Carta Pericolosità Idraulica 1:10.000

Tav. 9 – Sezione litostratigrafica scala 1:200

ALLEGATI

STRATIGRAFIA SONDAGGIO

PROVE DI LABORATORIO

INDAGINI SISMICHE

1. PREMESSA

La presente relazione, redatta su incarico della proprietà Galeotti Piume Srl, espone i risultati dello studio geologico di fattibilità condotto per la proposta di variante al regolamento urbanistico del Comune di Firenzuola per area di completamento D2.

In particolare la proposta di variante riguarda la realizzazione di un edificio per attività produttiva di circa 925 metri quadri. Per gli elaborati progettuali si rimanda alle tavole redatte dal Tecnico incaricato.

L'area oggetto di intervento si trova nel centro urbano di Firenzuola in particolare nella porzione settentrionale ed insiste in un'area pianeggiante di fondo valle posta sulla sinistra orografica del Fosso Barondoli (Tav. 1)

Lo studio ha preso in considerazione i seguenti riferimenti normativi e pianificatori:

- **D. P. G. R. 53/R del 25.10.2011**
- **D. P. G. R. 30/01/2020 Regolamento 5/R**
- **PIANO DI BACINO DEL FIUME RENO, STRALCIO "ASSETTO IDROGEOLOGICO" - PSAI**
- **Piano Gestione Rischio Alluvioni PGRA autorità di bacino Fiume Reno**
- **D.P.G.R. 1/R DEL 19 GENNAIO 2022** ["Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale 10 Novembre 2014 n. 65 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.]
- **STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI E INTERCOMUNALI (R.U. e P.S.)**

2. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI

2.1 Forme del terreno e processi geomorfici

Il sito oggetto di indagine, posto ad una quota di circa 429 m s.l.m., si colloca nella porzione settentrionale dell'abitato di Firenzuola ed insiste in una zona di fondo valle posta in sinistra orografica del Fosso Rio Barondoli affluente del Torrente Santerno

Sotto l'aspetto morfologico, l'area oggetto di indagine risulta completamente pianeggiante con debole gradiente di pendenza verso sud.

Dall'esame dell'edifici esistenti non si notano indizi di instabilità riferibili a scarse caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e a movimenti gravitativi in atto, quali crepe o fessure sui muri perimetrali e sulle strutture portanti.

In definitiva l'area risulta in buone condizioni di stabilità in un intorno significativo (Tav.2).

2.2 Storia Geologica del Terreno

Il territorio in esame appartiene al comprensorio geologico - strutturale dell'Appennino settentrionale, rispecchiandone i caratteri salienti. Dopo una fase in cui si verifica l'ampliamento delle coperture oceaniche e di parte del loro basamento ("Unità Liguri") iniziata nel Cretaceo e conclusa nell'Eocene medio con la chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese, fa seguito a partire dall'Eocene medio-superiore una fase intracontinentale, all'interno della quale sono riconoscibili due stili tettonici sovrapposti, conseguenza di due episodi distinti: uno plicativo-compressivo correlato all'orogenesi appenninica, e uno rigido-distensivo legato alla fase post-orogenica, ambedue caratterizzati dalla progressiva migrazione verso Est del fronte delle deformazioni.

Il primo episodio ha prodotto il corrugamento della Serie Toscana con lo sradicamento e il sovrascorrimento su di essa dei terreni ascrivibili alle Successioni Liguri; a partire dal Miocene medio, il movimento successivo ha originato la struttura a blocchi sollevati e ribassati delimitati da faglie normali ("horst" e "graben") caratteristica di gran parte del territorio toscano, costituito da una serie di dorsali e bacini intermontani ad andamento pressoché parallelo, orientati in direzione appenninica (NW - SE) e via via più recenti spostandosi da occidente a oriente.

2.3 Unità geologiche e litologiche

La geologia della zona è caratterizzata dalla presenza di formazioni riconducibili alla successione Epiligure. In particolare, limitatamente all'area esaminata si riscontrano (Tav. 3):

- **Brecce Poligeniche del Sasso Simone (Burdigaliano)**
Brecce matrice sostenute con matrice derivante dall'alterazione di argilliti, clasti di argilliti policrome calcilutiti e arenarie. Costituiscono il substrato dell'aria di intervento coperto da:
- **Depositi alluvionali attuali e recenti (Olocene)**
Depositi alluvionali costituiti da argille limose con clasti fino alla profondità di circa 5 metri cui seguono argille limose fino alla profondità di circa 13 metri.

2.4 Idrogeologia

Sotto l'aspetto idrogeologico, il substrato roccioso presenta generalmente una permeabilità per porosità secondaria, in ogni caso molto legata al grado di fratturazione della roccia

stessa ma data la natura litologica è da ritenersi pochissimo permeabile.

I depositi alluvionali più superficiali data la prevalenza di matrice argilloso limosa presentano una permeabilità medio bassa per porosità primaria mentre il sottostante livello di argille limose è da ritenersi praticamente impermeabile. Nel corso dell'esecuzione del sondaggio è stato installato un piezometro da 3 pollici. Le misurazioni eseguite hanno rilevato una profondità della falda a - 2.7 metri dal piano di campagna. Si tratta di una falda superficiale sospesa e confinata verso il basso dall'orizzonte argilloso limoso. Sono state effettuate anche delle prove di pompaggio dalle quali risulta una bassa ricarica dell'acquifero superficiale.

3. RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO

3.1 PIT – Piano di Indirizzo Territoriale

Il sito in esame risulta posto in area di fondo valle in sinistra orografica del Fosso Barondoli; Come evidenziato dagli elaborati progettuali viene comunque rispettata la distanza limite di 10 metri dal piede dell'argine del Fosso stesso. Vengono inoltre rispettati i vincoli riguardanti l'intero territorio regionale relativi alle superfici da lasciare libere all'infiltrazione senza ridurne la permeabilità, pari almeno al 25% della superficie fondiaria.

3.2 Pericolosità P.S.A.I – Piano Stralcio Assetto Idrogeologico

Con riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'AUTORITA' di BACINO del RENO (art.1 c.1 L.3.08.98 n.267 e s.m.i.) in cui il territorio del Comune di Firenzuola ricade, si è provveduto ad esaminare la relativa cartografia e le norme di attuazione per quanto riguarda il *rischio da Frana e assetto dei versanti*

In particolare per quanto riguarda il rischio frana ed assetto dei versanti, l'area non risulta perimetrata nella carta di pericolosità.

3.3 PGRA – Piano Gestione rischio alluvioni

Per quanto riguarda le disposizioni del **Piano di Gestione Rischio Alluvioni** approvato con la **D.C.I. n° 231 232 del 17.12.2015** l'area in esame, risulta interamente classificata in **classe di pericolosità P2** – alluvioni poco frequenti (Tav.8).

4. CLASSI DI PERICOLOSITA'

4.1 Geologica

Sulla base degli elaborati geologici relativi al Piano Strutturale intercomunale del Mugello

l'area interessata dall'intervento ricade in una **classe di pericolosità geologica 2** (*pericolosità media – terreni pianeggianti sostanzialmente stabili e senza particolari prescrizioni – depositi alluvionali e di terrazzamento* (Tav.4).

4.2 Sismica

Sulla base degli elaborati geologici allegati Piano Strutturale intercomunale del Mugello, l'area interessata dall'intervento ricade in una **classe di pericolosità sismica S2** (*pericolosità media – zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*) (Tav.7). L'elaborato MOPS individua tale area come zona Z6 zona stabile suscettibile di amplificazione locale (Tav.5). La carta della microzonazione sismica FAMAX si rileva un FA pari a 1.1-1.2 (Tav.6).

In relazione alle problematiche di liquefazione le indagini condotte nell'area in esame hanno permesso di riconoscere la presenza di terreni caratterizzati litologie argilloso limose con clasti sovrastanti un substrato prevalentemente argillitico. Pertanto, non sussistono le condizioni per il verificarsi della liquefazione sotto sollecitazione sismica.

4.3 Idraulica

Per quanto concerne la pericolosità l'area in oggetto risulta per la maggior parte in **classe di pericolosità I3** (*pericolosità elevata – allagabile per eventi frequenti con Tr 30 anni*) e in piccola parte in **classe di pericolosità I2** (*pericolosità media – allagabile per eventi poco frequenti con Tr 200 anni*).

5. DEFINIZIONE DELLA FATTIBILITÀ

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

In funzione dei gradi di pericolosità geologica - idraulica - sismica sopra dettagliati e delle caratteristiche dell'intervento in previsione si indicano le seguenti classi di fattibilità in relazione ai vari aspetti:

- **FATTIBILITÀ GEOLOGICA F2 con normali vincoli**

L'area non presenta particolari condizionamenti sotto l'aspetto geologico geomorfologico e geotecnico. I requisiti di attuazione dell'intervento in oggetto devono essere indicati in funzione di specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio ai sensi del D.M 17/01/2018 e ai sensi del D.P.G.R 19/01/2022 n. 1R. Gli interventi in progetto non devono comunque andare a peggiorare le condizioni di stabilità dell'area. Già in questa fase sono comunque state eseguite le indagini come da normativa tenendo conto che l'edificio da realizzarsi risulta collocato nella classe 3 di indagine. I risultati delle indagini sono esposti nei capitoli successivi.

- **FATTIBILITÀ SISMICA F2 con normali vincoli**

I requisiti di attuazione dell'intervento in oggetto devono essere indicati in funzione di specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio ai sensi del D.M 17/01/2018 e ai sensi del D.P.G.R 19/01/2022 n. 1R. Già in questa fase sono comunque state eseguite le indagini come da normativa tenendo conto che l'edificio da realizzarsi risulta collocato nella classe 3 di indagine. I risultati delle indagini sono esposti nei capitoli successivi.

- **FATTIBILITÀ IDRAULICA F3 condizionata**

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali ai fini dell'individuazione delle situazioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine.

In relazione a ciò si rimanda alla relazione di fattibilità idraulica redatta dallo studio A4 Ingegneria allegata alla documentazione della proposta di variante.

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Come premesso nel capitolo precedente per la caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica del sottosuolo si è proceduto già in fase di variante all'esecuzione una campagna geognostica (vedi ubicazione in Tav.9) articolata nelle seguenti indagini di campagna e di laboratorio:

- N. 1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO VERTICALE:
- SONDAGGIO S1 PROFONDITA' 15 METRI ATTREZZATO CON PIEZOMETRO DA 3"**
- N. 3 PROVE SPT FONDO FORO
- N. 2 PROVE PENETROMETRICHE DPSH
- N. 2 CAMPIONI INDISTURBATI CON ANALISI DI LABORATORIO
- N. 1 STENDIMENTI SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P
- N. 1 INDAGINI SISMICHE METODOLOGIA MASW

6.1 Sondaggio geognostico

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti con sonda perforatrice idraulica Comacchio GEO 205 cingolata usando carotieri standard di lunghezza 150 cm con diametro 101 mm e rivestimento del foro con diametro 127 mm.

Nei fori risultanti dalla perforazione è stato installato un piezometro a tubo aperto da 3" per la misurazione del livello di falda. Le carote estratte dalle perforazioni sono state deposte in apposite cassette catalogatrici e fotografate; in ogni carota estratta sono state eseguite (nei terreni coesivi) misurazioni tramite pocket penetrometer. Le stratigrafie risultanti e la documentazione fotografica sono riportati in allegato.

6.2 Prove SPT fondo foro

Le prove SPT sono state eseguite nei fori di perforazione a varie profondità utilizzando attrezzatura standard ed infiggendo il campionatore SPT per un primo tratto di 15 cm detto di avviamento (N1) e per 1 tratto successivo di 30cm contando separatamente i colpi dei primi 15 cm (N2) e dei secondi 15 cm (N3) fino al limite massimo di 100 colpi.

Il dispositivo utilizzato per la prova ha le seguenti caratteristiche:

- *Maglio in acciaio del peso di 63,5 kg*
- *Dispositivo di sganciamento per una caduta libera di 0,76 m*
- *Aste di collegamento del diametro di 50 mm*
- *Punta conica con diametro di 50,8 mm e angolo di apertura di 60°*

Le prove sono state eseguite alle profondità di seguito riportate:

Sondaggio	Profondità (m)	N_{spt} (colpi) $N_1-N_2-N_3$
S1	2,0 – 2,45	5-7-8
S1	7,5 – 7,95	2-2-3
S1	14,5	12 - Rifiuto

6.3 Pocket penetrometer

Il “*Penetrometro tascabile*” (pocket penetrometer) fornisce una misura in campagna della resistenza alla rottura di un terreno coesivo e semicoesivo.

I valori della resistenza misurati con penetrometro tascabile, forniti dallo sforzo necessario per far penetrare la punta nel terreno, costituiscono un valido ausilio per la classificazione e la descrizione di una terra e forniscono anche utili indicazioni preliminari sulla resistenza al taglio non drenata.

6.4 Analisi di laboratorio

Per quanto concerne le analisi di laboratorio sui campioni indisturbati di terreno prelevati con campionatore shelly a parete sottile sono state eseguite le seguenti determinazioni complessive:

- Descrizione litologica.
- Peso di volume naturale γ
- Umidità naturale w .
- Peso di volume secco γ_d
- Prova di taglio consolidata drenata (CD) per la determinazione dei valori dell'angolo di attrito Φ' e della coesione c' in termini di tensioni efficaci.
- Prova di compressione semplice (ELL) per la determinazione della resistenza del terreno a compressione con espansione laterale libera $q_u = 2C_u$ in condizioni non drenate da cui si ricava la coesione non drenata C_u
- Prova Edometrica per la determinazione del modulo edometrico

6.5 Indagine sismica a rifrazione e Masw

Al fine di ricostruire la geometria delle morfologie sepolte e fornire le prime indicazioni sulle caratteristiche sismiche dei terreni di sottofondazione sono stati eseguiti uno stendimento sismico a rifrazione in onde P e una indagine sismica con metodologia MASW la cui ubicazione è riportata in allegato. Per la descrizione metodologica delle indagini sismiche e la strumentazione utilizzata si rimanda alla relazione tecnica allegata.

6.6 Prove Penetrometriche DPSH

La prova, che fornisce una registrazione della resistenza che i terreni offrono alla penetrazione, è stata condotta mediante un *penetrometro statico-dinamico PAGANI* utilizzato in configurazione dinamica con le seguenti caratteristiche:

- peso massa battente: 63.50 Kg
- altezza caduta libera: 0.75 metri
- diametro punta conica: 51.00 mm
- area base punta conica: 20.43 cmq
- angolo apertura punta: 90°

La penetrometria dinamica superpesante "DPSH" consiste nell'infissione di una punta di dimensioni standard mediante maglio battente, registrando il numero di colpi (N) necessario per un approfondimento di 20 cm. I grafici e i dati relativi all'indagine sono riportati nei certificati in allegato.

7. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI – CARATTERISTICHE SISMICHE DEI TERRENI

L'analisi dei dati ricavati dalle indagini eseguite ha permesso di ricostruire la stratigrafia di massima del sottosuolo e la seguente parametrizzazione geotecnica (vedi Tav. 9):

<i>Litologia</i>	<i>Prof</i>	γ	c'	C_u	ϕ'	E_d
	<i>m</i>	<i>kN/m³</i>	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>°</i>	<i>kPa</i>
<i>Argille limose marroni consistenti con abbondanti clasti</i>	0 – 5,2	18.7	18.3	109	23.9	7119
<i>Argille debolmente limose grigie plastiche</i>	5,2 – 13,3	19.0	-	40	-	4086
<i>Argilliti fogliettate e argille con inclusi elementi calcarei e calcareo marnosi (substrato roccioso)</i>		20.0	-	200	-	16000

γ = peso dell'unità di volume naturale

c' = coesione drenata

ϕ = angolo di attrito interno drenato

C_u = coesione non drenata (kg/cm²);

E_d = modulo edometrico

La campagna di sismica a rifrazione condotta ha portato all'individuazione di 3 sismo strati principali aventi le seguenti caratteristiche:

SISMOSTRATO 1: valori di Vp 816 m/sec

SISMOSTRATO 2: valori di Vp 1220 m/sec

SISMOSTRATO 3: valori di Vp 2388 m/sec

Contemporaneamente all'indagine sismica a rifrazione è stata effettuata nel medesimo stendimento un'indagine sismica con metodologia MASW che ha portato ai seguenti risultati: Vseq pari a 370 m/sec tendenzialmente crescente con la profondità.

In conclusione, alla luce di quanto emerso dallo studio, si ritiene che le condizioni geologiche geomorfologiche, idrogeologiche e le caratteristiche sismiche del sito siano tali da ritenere l'intervento fattibile. Anche da un punto di vista Idraulico l'intervento risulta fattibile tenendo conto delle prescrizioni riportate nella relazione di fattibilità idraulica

Firenze, gennaio 2023

Dott. Geol. Francesco Baccianti
Ordine Geologi Toscana n. 1059

