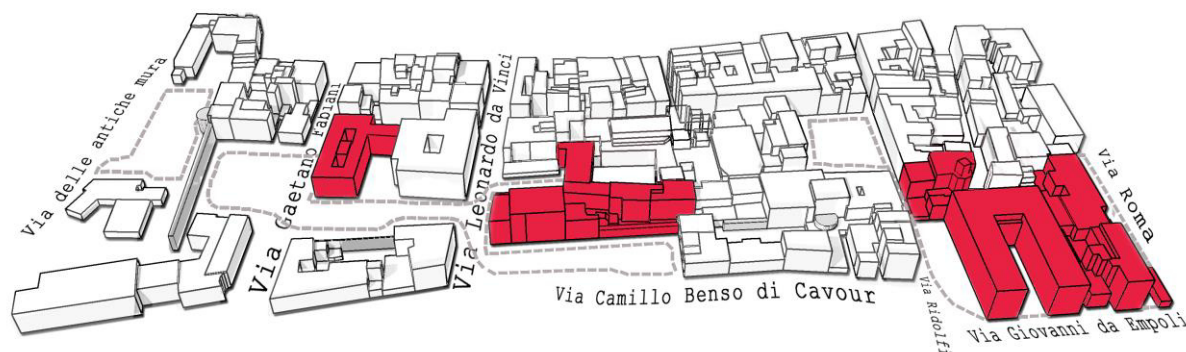


Allegato 2 - RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA



Comune di Empoli
Progetto di innovazione urbana

Complesso di Piazza XXIV Luglio (Ex-Sert)
Complesso degli Agostiniani (Biblioteca Comunale)
Complesso di San Giuseppe (ex-ospedale e blocco est)
Complesso di San Giuseppe (ex-convitto infermieri)
Spazi aperti



Comune di Empoli

Via G. Del Papa, 41 - 50053 Empoli (FI)

Telefono: 0571 757999 | Fax: 0571 757633 | e-mail: urp@comune.empoli.fi.it

HOPE Home of People and Equality

Progetto di Innovazione Urbana

<http://www.comune.empoli.fi.it/hope/home-hope.htm>



RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

Progetto di Innovazione Urbana - HOPE

Affidamento incarico professionale per l'espletamento dei servizi di natura tecnica a supporto dei progetti pilota di cui al Progetto di Innovazione Urbana – HOPE a livello di fattibilità tecnica ed economica e di progettazione definitiva, in esecuzione delle determinazioni dirigenziali n. 1243, 1244, 1245 e 1248 del 06/12/2016

COMMESSA N° 30/2016

Dicembre 2016

Il Geologo incaricato:

B STUDIO
DI GEOLOGIA
BURZIO

Fabrizio Burzio
ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE
FABRIZIO BURZIO
830

Dott. Geol. Burzio Fabrizio
(Ordine dei Geologi del Piemonte n. 697 sez. A)

Via J. Arpino, 29 - 10046 Poirino (TO)
Tel/fax 011 9450157
cell. 3470324831

studiogeologiaburzio@gmail.com
fabrizio.burzio@libero.it

Collaboratore:

Dott. Geol. CLAUDIO BOSCO

Ordine dei Geologi del Piemonte n° 830

Via Arpino 27/A

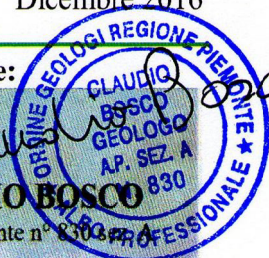
10046 Poirino (TO)

Cell: +39 328 69 97 196

P.IVA: 11386130014

E-mail: claudio.bosco@outlook.com

Pec: claudio.bosco@pec.geologipiemonte.it



INDICE

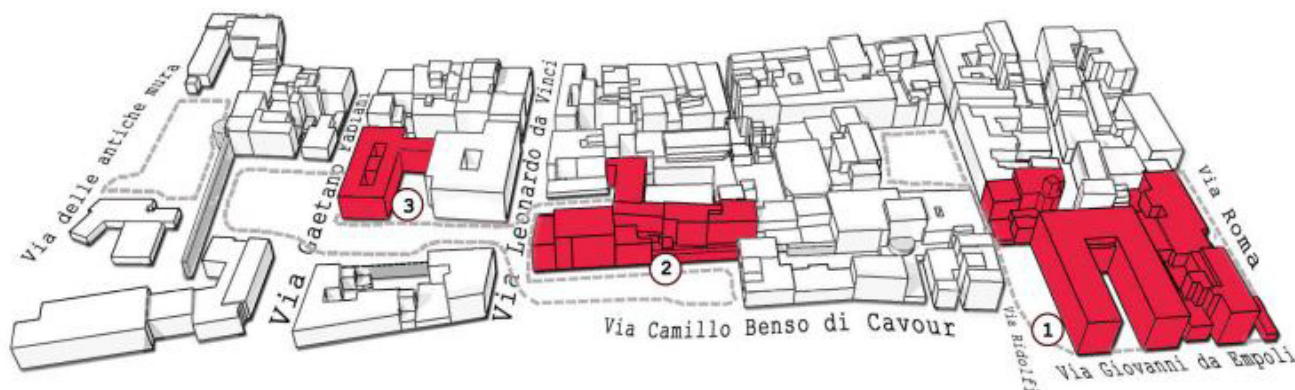
1.	PREMESSA	pag. 2
2.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E NORMATIVO	pag. 3
3.	ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI	pag. 5
4.	SISMICITA' DEL TERRITORIO	pag. 8
5.	ASPETTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI	pag. 17
6.	FATTIBILITA' GEOLOGICA, SISMICA, IDRAULICA	pag. 20
6.1	COMPLESSO DI SAN GIUSEPPE	pag. 27
6.2	COMPLESSO DEGLI AGOSTINIANI	pag. 33
6.3	COMPLESSO DI PIAZZA XXIV LUGLIO	pag. 40
7.	VALUTAZIONI ECONOMICHE E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	pag. 50

1. PREMESSA

Il presente lavoro è redatto a supporto del Progetto di Innovazione Urbana – HOPE “Home Of People and Equality”, che consiste nel recupero e riqualificazione di edifici e spazi pubblici nel centro storico della Città di Empoli.

In particolare l'elaborato presente si configura come studio di fattibilità geologica, sismica ed idraulica, relativa a tre complessi di interesse storico, sociale e culturale:

1. Complesso di San Giuseppe
2. Complesso degli Agostiniani
3. Complesso di Piazza XXIV Luglio (Ex – Sert)



Con Delibera C.C. n° 72 del 04/11/2013 pubblicata sul B.U.R. n° 52 del 24/12/2013, è stata approvata la Variante di minima entità al Piano Strutturale ed il II° Regolamento Urbanistico. Con determinazioni dirigenziali n. 1243, 1244, 1245 e 1248 del 06/12/2016 è stato decretato l'affidamento di incarico professionale per l'espletamento dei servizi di natura tecnica a supporto dei progetti pilota di cui al Progetto di Innovazione Urbana – HOPE a livello di fattibilità tecnica ed economica e di progettazione definitiva.

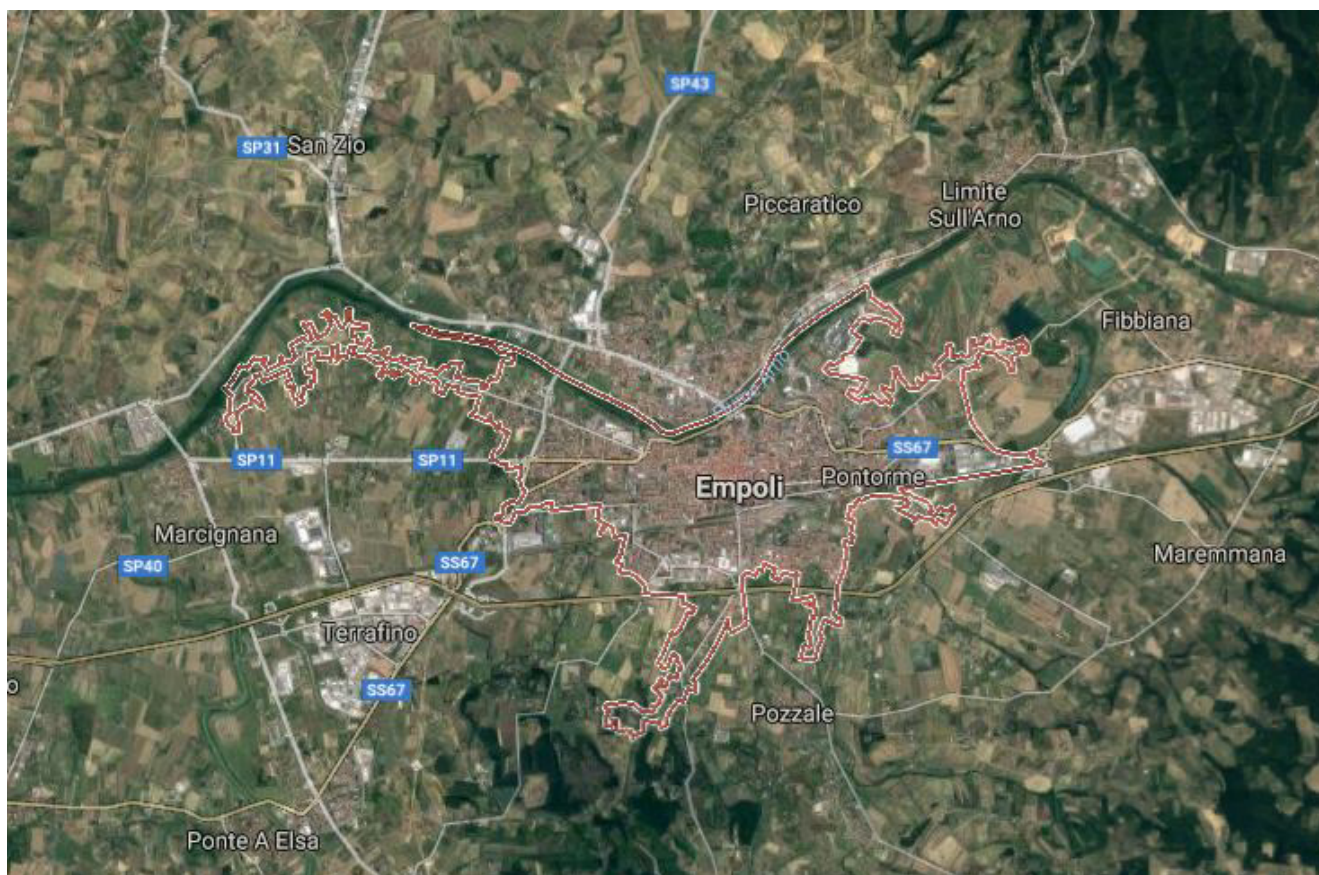
La relazione seguente è stata redatta dallo scrivente Dott. Geol. Burzio Fabrizio (Ordine dei Geologi del Piemonte n.697 sez. A) con Studio di Geologia in Poirino (TO), via J. Arpino n° 29.

La metodologia di lavoro seguita si è articolata nelle seguenti fasi:

- sopralluogo dei siti di interesse eseguito in data 21/12/2016;
- consultazione degli elaborati geologici a corredo della Variante al Piano Strutturale 2013 del Comune di Empoli;
- consultazione lavori pregressi (Relazione Tecnica “Valutazione strutturale dell’edificio di proprietà comunale denominato EX–SERT posto in Piazza XXIV Luglio angolo via dei Neri a Empoli (FI)” e Relazione Geologico – Tecnica a corredo del “Progetto dei lavori di consolidamento e restauro della biblioteca comunale “Renato Fucini”;
- consultazione portale cartografico “Geoscopio” di ARPAT (Agenzia Regionale Protezione Ambientale Toscana);
- consultazione della cartografia dell’ Autorità di Bacino del Fiume Arno ed in particolare della mappa della pericolosità e di rischio da alluvione (ai sensi del D.lgs 49/2010);
- definizione del piano di indagini a corredo del progetto definitivo.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E NORMATIVO

Il Comune di Empoli (FI) occupa una superficie di 62,21 Km² e si trova ad una altitudine media di 28 m s.l.m. La morfologia dell’area è prevalentemente pianeggiante nella porzione più settentrionale al confine col Fiume Arno, mentre le quote altimetriche aumentano gradualmente nella parte meridionale.



Estratto di Google maps col confine comunale della Città di Empoli (FI)

Le norme di riferimento sono contenute in:

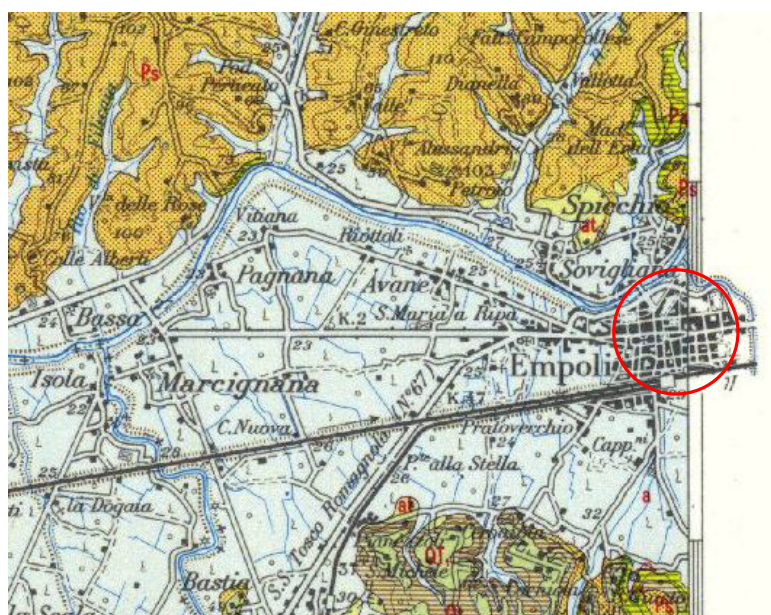
- P.A.I. Autorità di Bacino Arno;
- P.T.C. Provincia di Firenze;
- L.R. 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio);
- OPCM n. 3519 del 28.04.2006;
- Deliberazione di G.R. del 19.06.2006, n. 431 – Classificazione sismica regionale;
- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- DPGR 9 luglio 2009 n. 36/R - Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della L.R. 3 gennaio 2005 n. 1 (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”;
- DPGR 2 novembre 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.

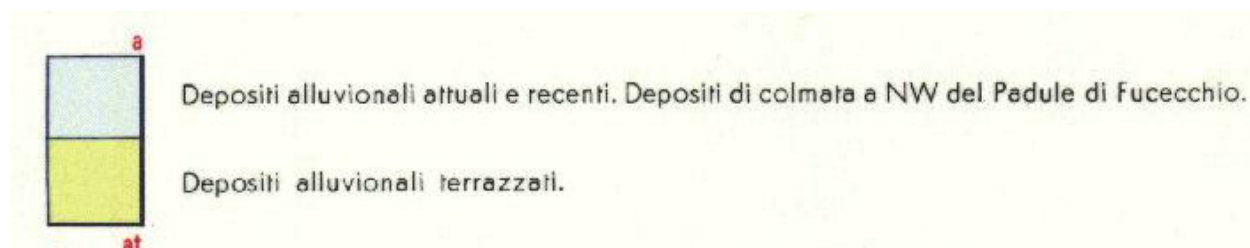
3. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

La geologia del territorio comunale di Empoli è cartografata nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 105 “Lucca” e Foglio 106 “Firenze”.

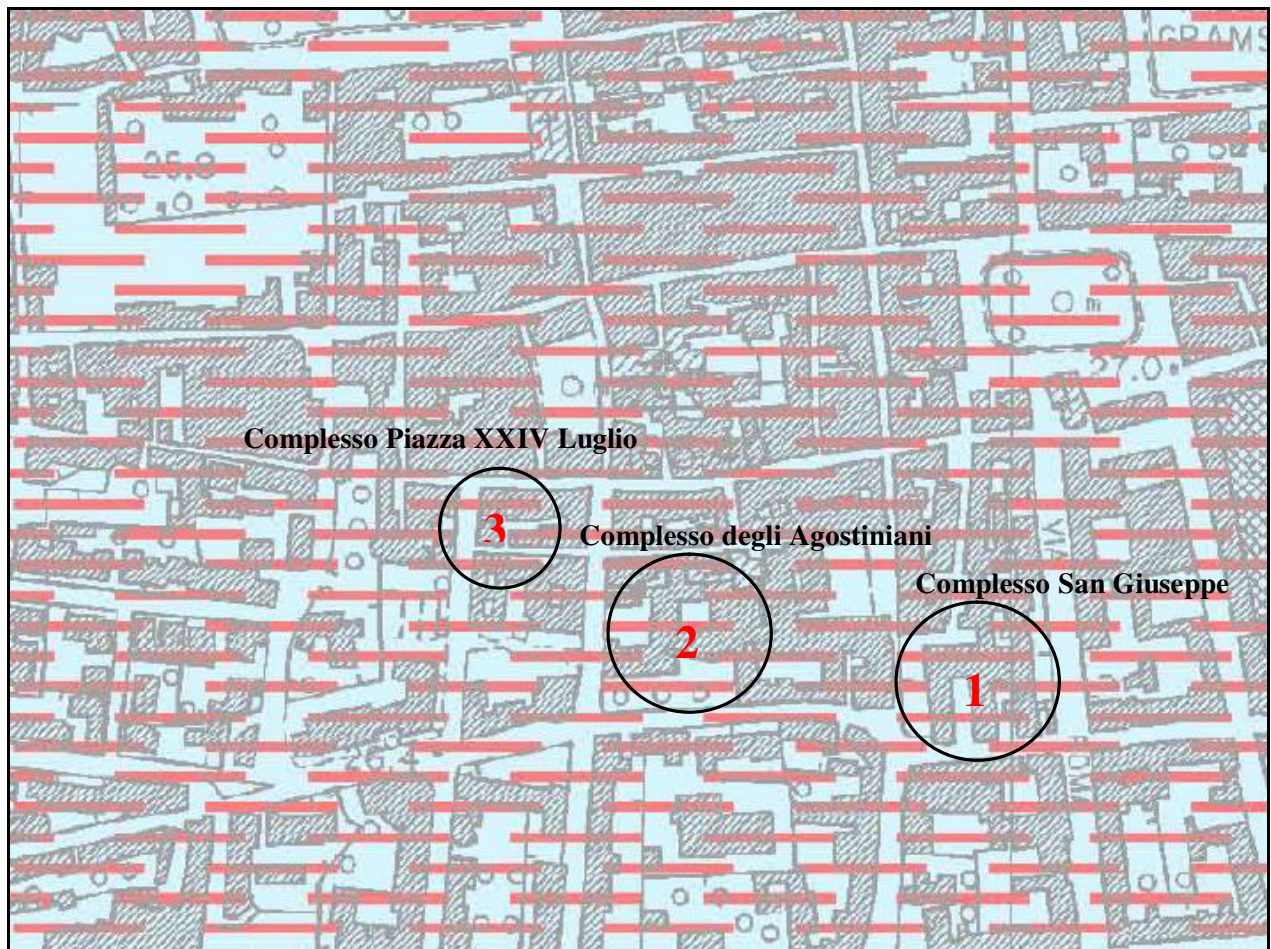
Di seguito si riporta uno stralcio del Foglio 105 “Lucca”.



Legenda dei principali litotipi



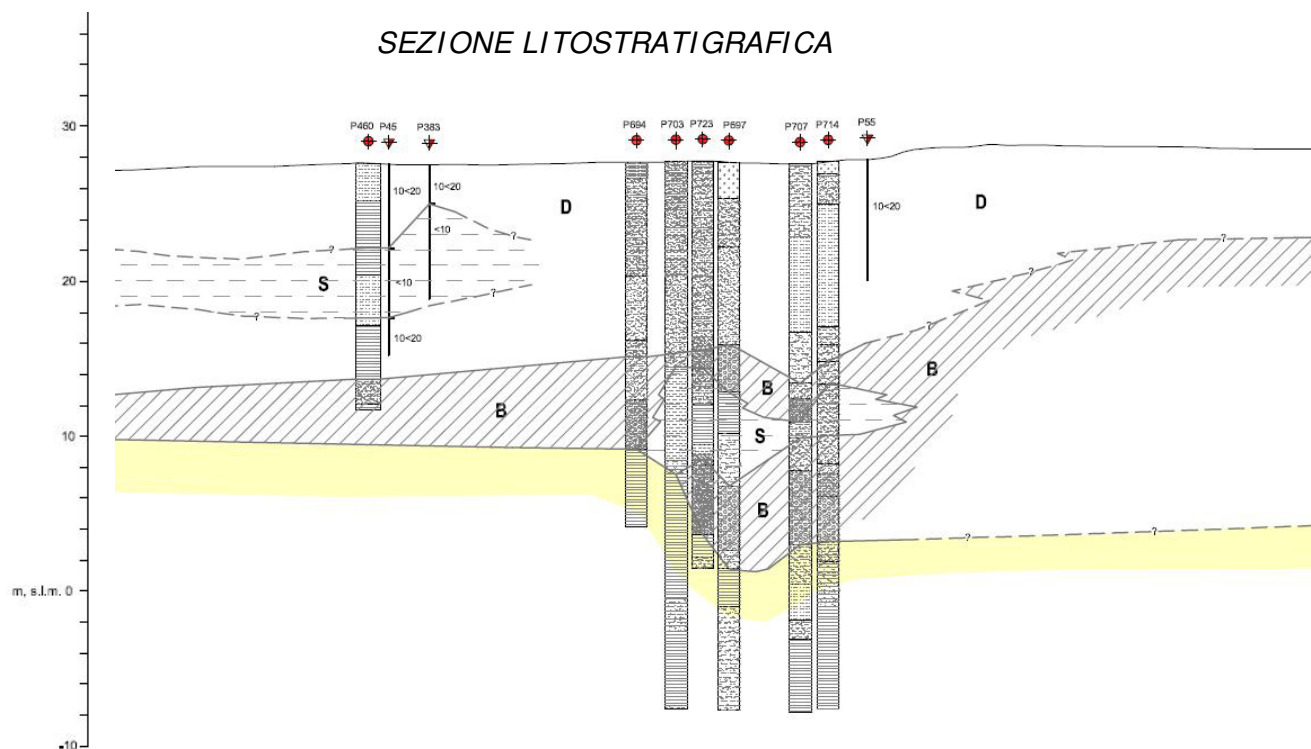
Nel dettaglio, gli elementi geologici che caratterizzano il territorio comunale, nelle sue diverse situazioni fisiografiche, sono illustrati dalla Carta Geologica (TAV. 1.1, scala 1:10.000) allegata al Piano Strutturale vigente, che riporta la distribuzione areale delle varie formazioni affioranti, la loro natura litologica, i rapporti stratigrafici e strutturali esistenti tra esse.



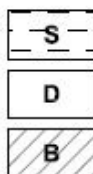
Stralcio della “Carta Geologica” – Tav. 1.1 con l’ubicazione dei complessi oggetto di studio.

FORMAZIONI GEOLOGICHE

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

**STRATIGRAFIA NEI SONDAGGI**

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

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENI DI PIANURA

S CARATTERISTICHE SCADENTI: I terreni sono caratterizzati da valori medi di $R_p \leq 10 \text{ kg/cm}^2$

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

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

Nell'area di studio sono presenti depositi alluvionali che si caratterizzano per "eteropia di facies", ovvero presenza di contatti orizzontali tra terreni a composizione differente (es. limi argillosi e sabbie limose), che si riflettono sul comportamento geotecnico degli stessi.

Come si osserva dalla sezione litostratigrafica sopra esposta, ai diversi litotipi corrispondono caratteristiche geotecniche differenti, variabili da scadenti a buone. In linea generale, nelle aree di intervento prevalgono depositi con caratteristiche geotecniche discrete, caratterizzati da valori medi di resistenza alla penetrazione compresi tra $10 < R_p < 20 \text{ kg/cm}^2$.

Dal punto di vista geomorfologico è possibile distinguere due diversi settori:

- l'area collinare con il centro abitato di Monterappoli;
- la pianura alluvionale del fiume Arno, su cui si sviluppa il centro abitato di Empoli e le valli con termini dei suoi affluenti principali: fiume Elsa, torrenti Orme e Ormicello.

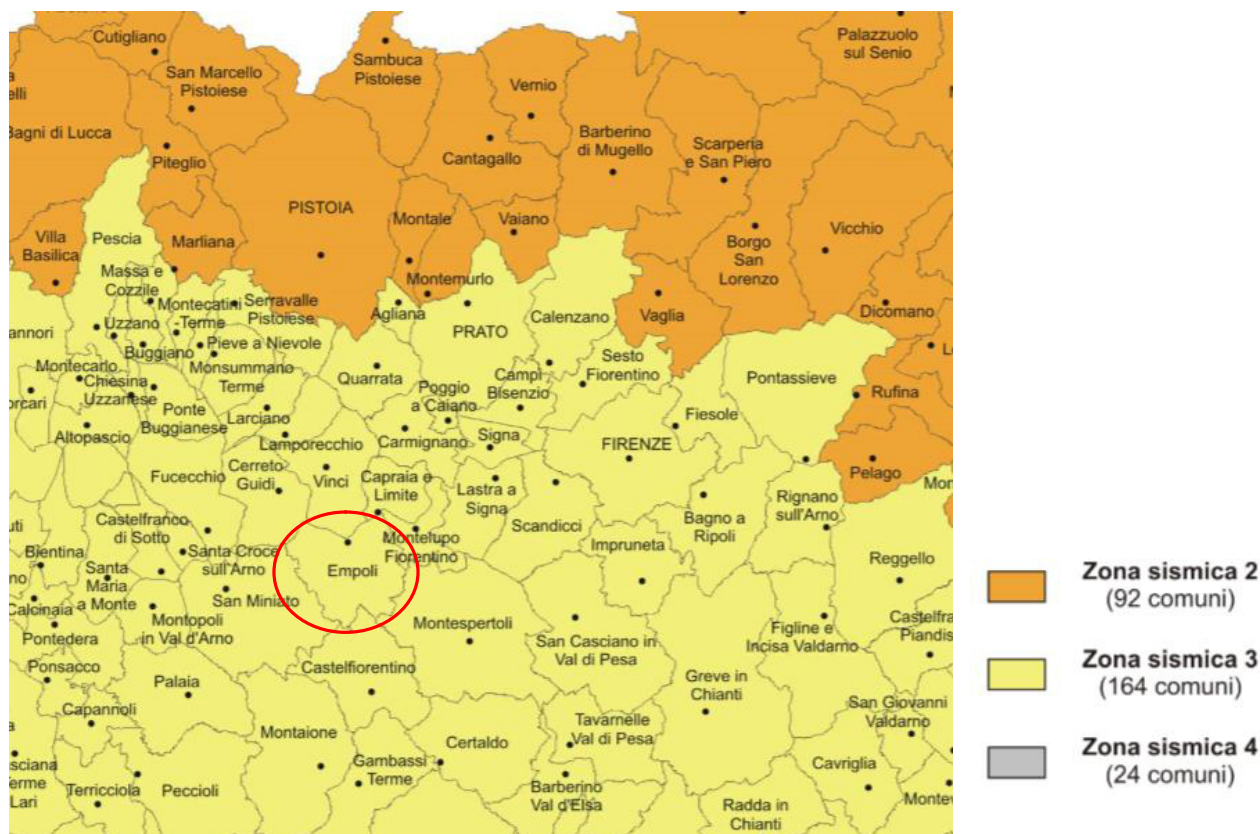
I siti oggetto di intervento si trovano in corrispondenza dell'area di pianura, dominata dai depositi alluvionali del Fiume Arno e dei suoi affluenti.

4. SISMICITA' DEL TERRITORIO

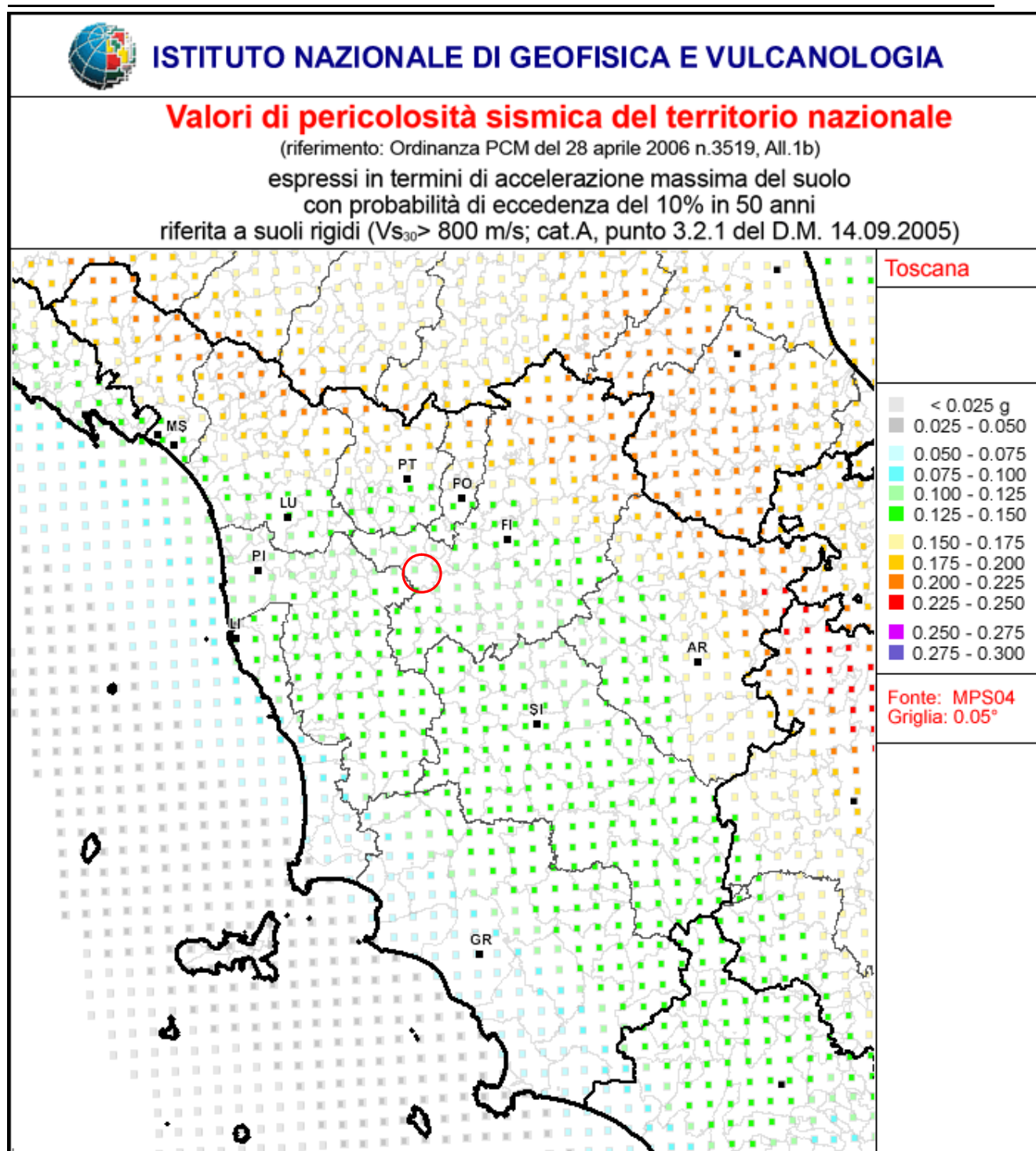
Dal punto di vista sismico, il territorio comunale di Empoli (FI), secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274/2003, aggiornata con la Deliberazione di G.R. del 19.06.2006, n. 431, si trova in zona sismica **3**.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'**accelerazione orizzontale massima (ag)** su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a _g /g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a _g /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05



Si riporta alla pagina successiva la carta dei “Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale” riferiti alla regione Toscana, con l’ubicazione approssimativa del Comune di Empoli.

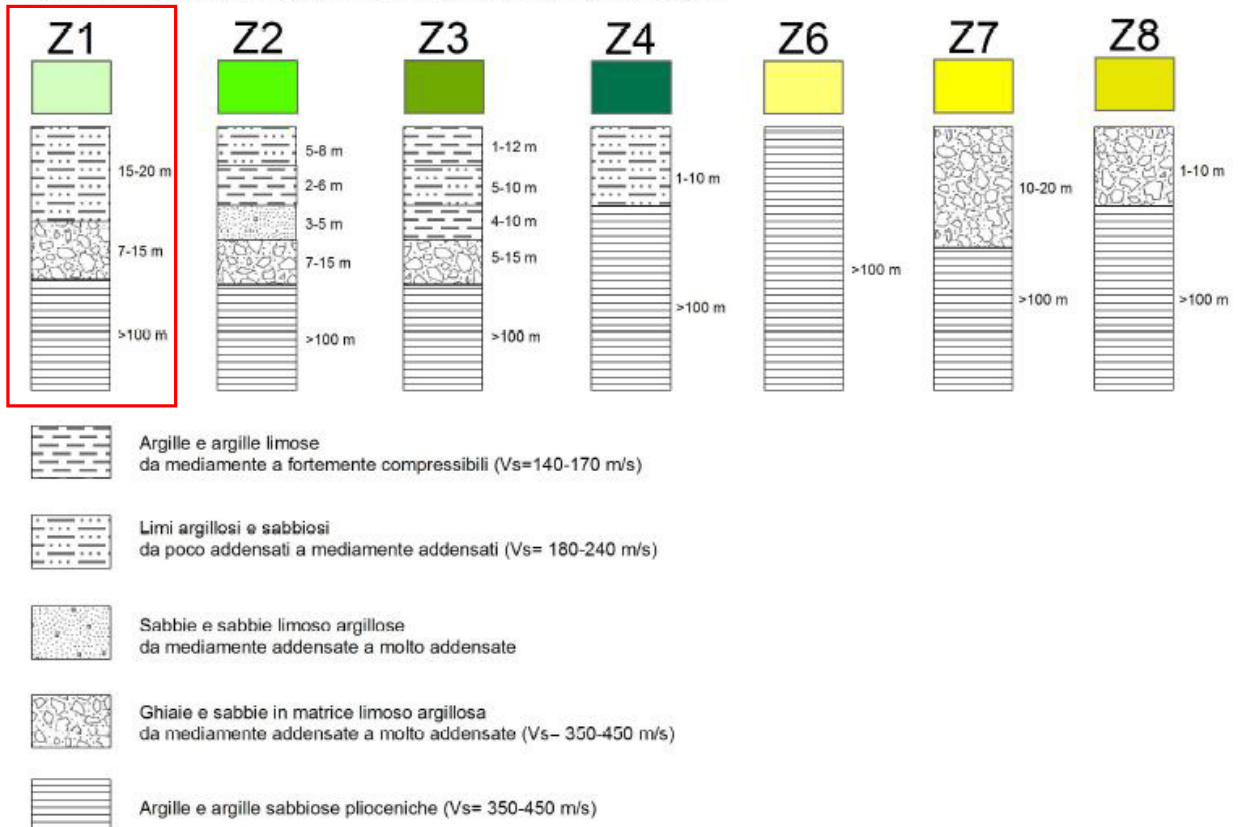


A livello comunale, è stata effettuata una microzonazione sismica di livello 1.

Alla pagina successiva si riporta un estratto della Tav. 1.10 “Carta delle MOPS” (Microzonazione Omogenee in Prospettiva Sismica) della Variante al Piano Strutturale (2013), con l’ubicazione delle aree oggetto di studio “Complesso San Giuseppe” (1), “Complesso degli Agostiniani” (2), “Complesso Piazza XXIV Luglio” (3) denominato “Ex-Sert”.



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE



Per definire la sismicità storica ed attuale del comune di Empoli e delle aree limitrofe, è stato consultato il database macrosismico italiano 2015 (**DBMI 15**), che fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti, relativo ai terremoti con intensità ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nell'arco temporale 1000 – 2014.

Sismicità storica ed attuale

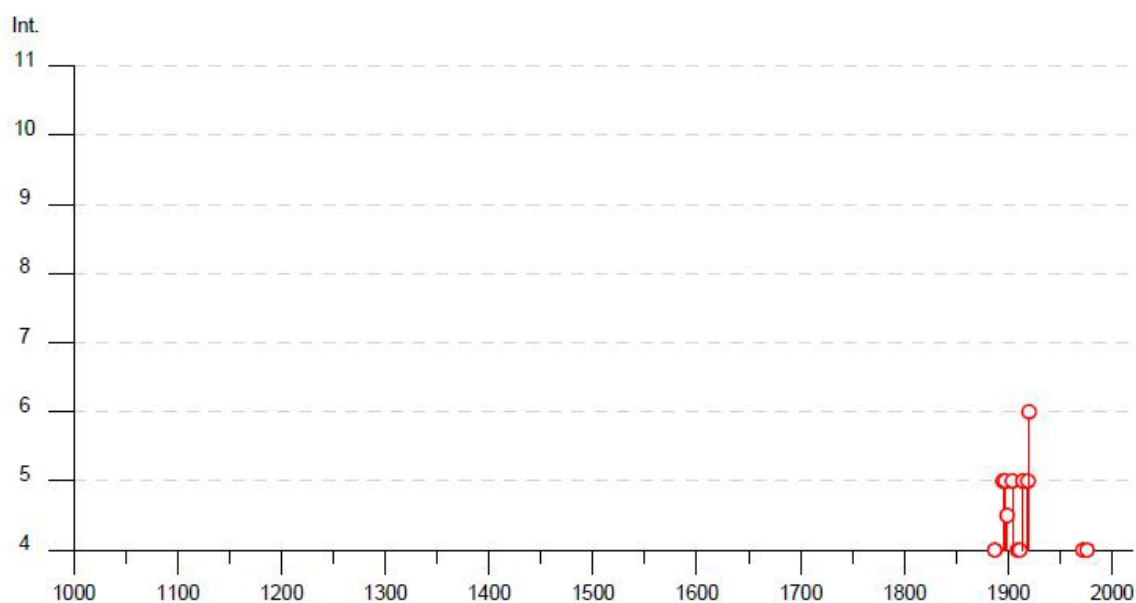
Empoli

PlaceID	IT_44932
Coordinate (lat, lon)	43.719, 10.947
Comune (ISTAT 2015)	Empoli
Provincia	Firenze
Regione	Toscana
Numero di eventi riportati	41

Effetti		In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
F	1846	08	14	12			Colline Pisane	121	9	6.04
NF	1869	02	07				Senese	8	6-7	4.81
3-4	1873	09	17				Appennino tosco-ligure	64	6-7	5.26
2-3	1874	10	07				Imolese	60	7	4.96
2	1875	03	17	23	51		Costa romagnola	144	8	5.74
3	1877	03	03	02	09		Chianti	5		
3	1878	06	04	14	40		Bolognese	13	5	4.52
F	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27

4	1887 11 14 05 48 0	Fiorentino	101	6	4.47
5	1895 05 18 19 55 1	Fiorentino	401	8	5.50
3	1897 07 27 09 02 1	Valdarno inferiore	33	5-6	4.27
5	1897 09 06 03 10 4	Valdarno inferiore	104	5-6	4.59
4-5	1899 06 26 23 17 2	Valle del Bisenzio	138	7	5.02
3	1903 07 27 03 46	Lunigiana	79	7-8	5.19
5	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10
NF	1907 12 20 10 29 1	Chianti	35	6	4.44
4	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
3-4	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5.34
4	1911 09 13 22 29 0	Chianti	115	7	5.08
NF	1913 02 13 16 39	Corno alle Scale	26	5	4.18
5	1914 10 27 09 22	Lucchese	660	7	5.63
3	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
3	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5.82
3	1917 04 26 09 35 5	Alta Valtiberina	134	9-10	5.99
5	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
6	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
NF	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
NF	1952 12 02 06 13 2	Appennino forlivese	53	5	4.42
3	1960 10 29 00 08 3	Mugello	69	7	4.91
3	1969 01 06 22 03 2	Appennino pistoiese	74	6-7	4.67
NF	1970 02 09 07 39	Appennino forlivese	30	5-6	4.50
4	1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
4	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6.45
3	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
3	1984 04 22 17 39 2	Costa pisano-livornese	39	6	4.61

Effetti		In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
3-4	1984	04	22	19	45	4	Costa pisano-livornese	6	5	4.10	
NF	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62	
3	1985	01	23	10	10	1	Garfagnana	73	6	4.60	
2-3	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7	4.82	
3	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38	



Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Capraia e Limite (Limite sull'Arno)	6	4
Giannini	1	5
Ponte a Elsa	4	5
Montelupo Fiorentino	7	6
Cerreto Guidi	6	7
Vinci	11	7
San Miniato	30	9
Verghereto	1	9
Castelnuovo d'Elsa	3	9

Dalla consultazione delle banche dati storiche, risulta che **NON** si sono mai verificati terremoti con epicentro nel comune di Empoli.

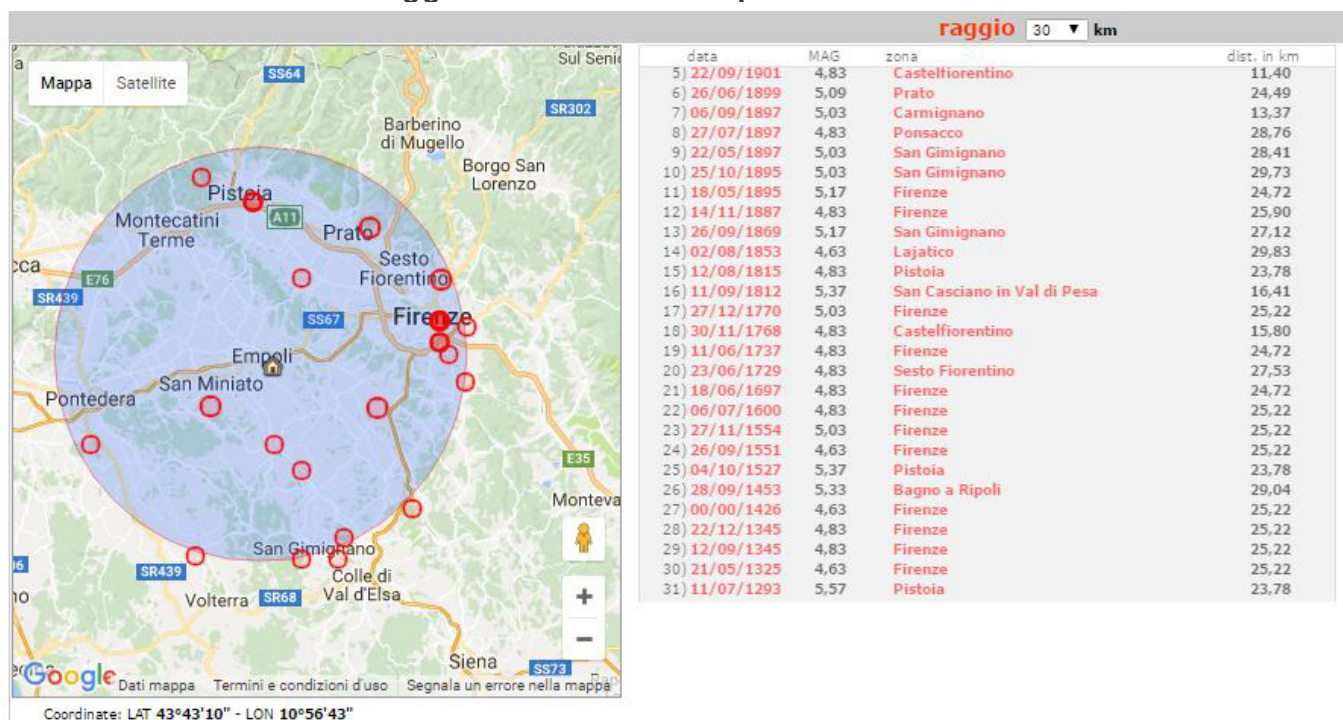
Osservando il DBMI15, emerge che a scala regionale, in epoca storica, si sono verificati dei sismi con intensità superiore al 6° della scala Richter collegati ai movimenti lungo le faglie presenti nell' Appennino centrale.

Inoltre è stato consultato il sito:

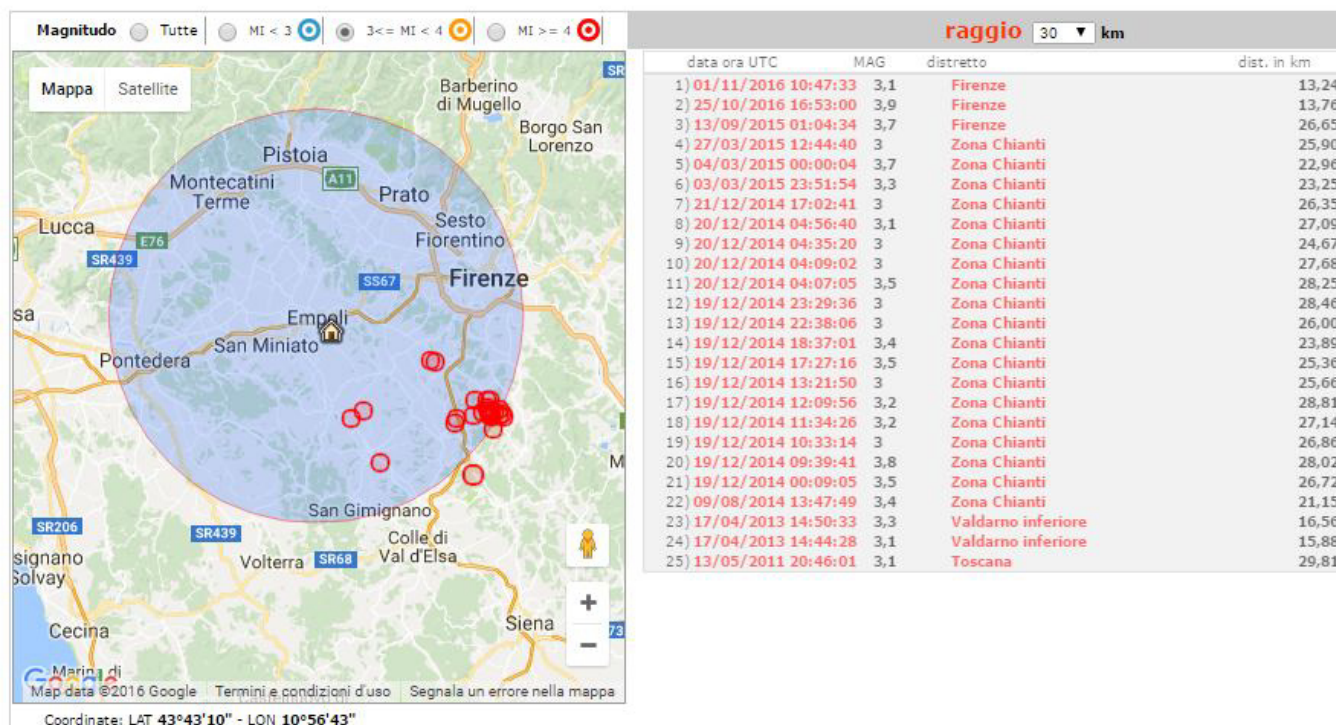
<http://www.portaleabruzzo.com/nav/tabcomuni.asp?id=2646>

in cui sono stati riportati i terremoti storici (dal 217 a.C al 2002) ed attuali (dal 2009 ad oggi) in un raggio di 30 km da Empoli aventi intensità $M \geq 3$.

Terremoti storici in un raggio di 30 km da Empoli con $M \geq 3$



Terremoti attuali in un raggio di 30 km da Empoli con $M \geq 3$



In epoca attuale, in un raggio di 30 Km da Empoli, si sono registrati numerosi eventi con magnitudo compresa tra 2.0 e 4.0. Se si considerano solo gli eventi con magnitudo $M \geq 4$, si segnala solamente quello del 19/12/2014 nella Zona del Chianti (due eventi ravvicinati tra loro con magnitudo rispettivamente di 4.0 e 4.1 Richter).

Per valutare la risposta sismica locale, come prescritto nelle D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le costruzioni", è necessario definire la categoria topografica e la categoria di sottosuolo.

La prima è individuata in base alle caratteristiche della superficie topografica e nei casi oggetto di studio è la **T1** (superficie sub-pianeggiante o con inclinazione media $< 15^\circ$), mentre la categoria di sottosuolo è individuata dalla misura della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità da p.c.. La misura diretta della $V_{s,30}$ può essere ottenuta attraverso l'indagine geofisica per onde superficiali (MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves).

Dalla consultazione dei lavori citati in premessa, è stato riscontrato che la categoria di sottosuolo sismica (ai sensi della Tab 3.2.2 delle N.T.C. 2008) è la **C**: "Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori

della resistenza penetrometrica $15 < N_{spt} < 50$, o coesione non drenata $70 < C_u < 250 \text{ kPa}$ ”.

A corredo del Progetto Definitivo, verranno svolte ulteriori indagini sismiche (di tipo MASW, Rifrazioni e HVSR) per indagare nel dettaglio i 3 diversi complessi oggetto di interesse.

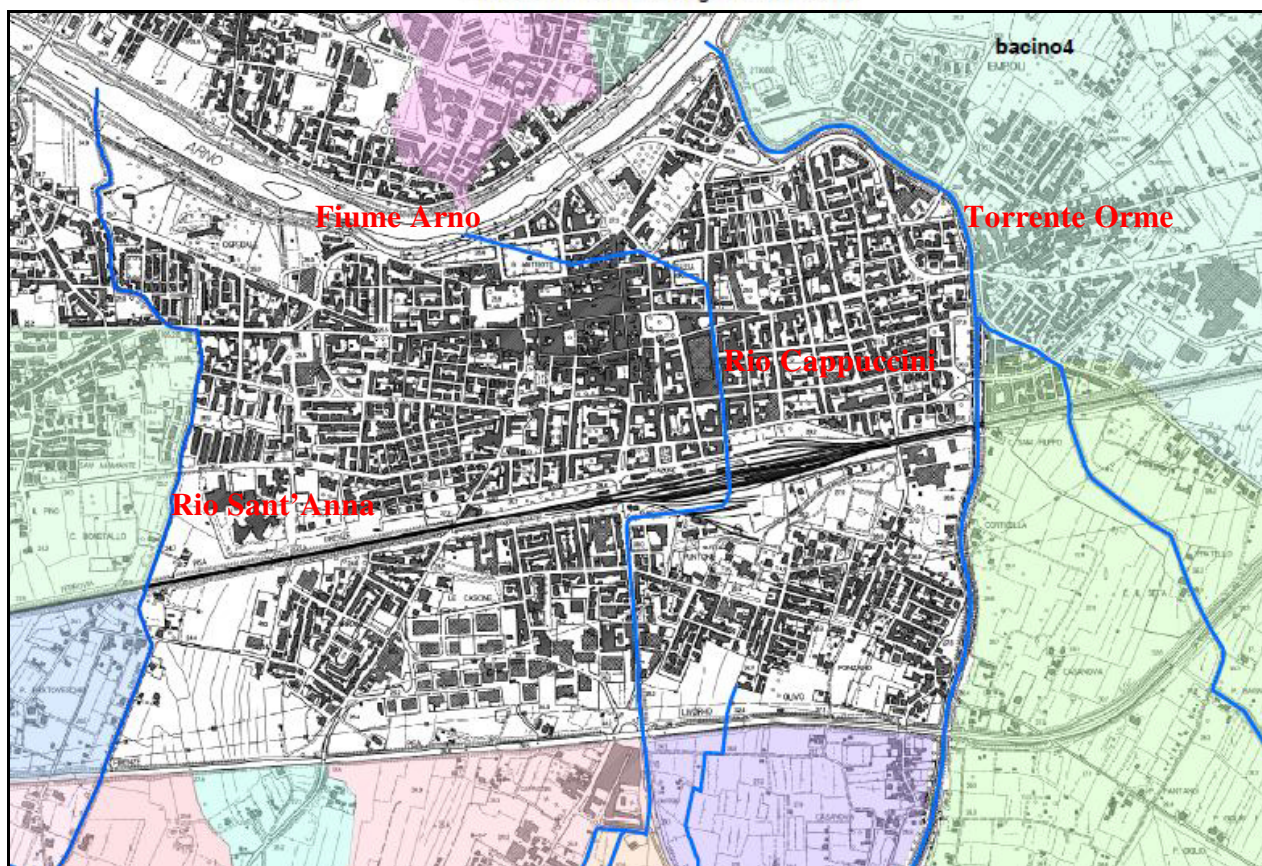
5. ASPETTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI

Dal punto di vista idrografico, il territorio comunale di Empoli è interessato dalla presenza di numerosi corsi d'acqua, tra i quali i principali sono:

- Fiume Arno che ne segna il confine comunale a Nord;
- Torrente Orme a est del concentrico;
- Rio Cappuccini che attraversa il concentrico;
- Rio Sant' Anna ad ovest del concentrico.

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

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



Stralcio Tav. 1 – Corografia

Il sistema alluvionale della piana di Empoli è formato da due acquiferi principali:

- Acquifero A1 (superiore)

E' essenzialmente costituito da un livello sabbioso, localmente ciottoloso, lenticolare e di spessore variabile entro 15 metri dal piano campagna. E' generalmente freatico, ma localmente può assumere caratteristiche di confinamento. L'alimentazione è determinata oltre che dall'infiltrazione diretta della pioggia anche dalla ricarica da parte dei corsi d'acqua (Arno, Elsa, Orme e rii minori) e dagli apporti degli acquiferi di collina.

E' bene sviluppato nei tratti dell'antico corso dei fiumi, dove prevalgono i depositi più grossolani.

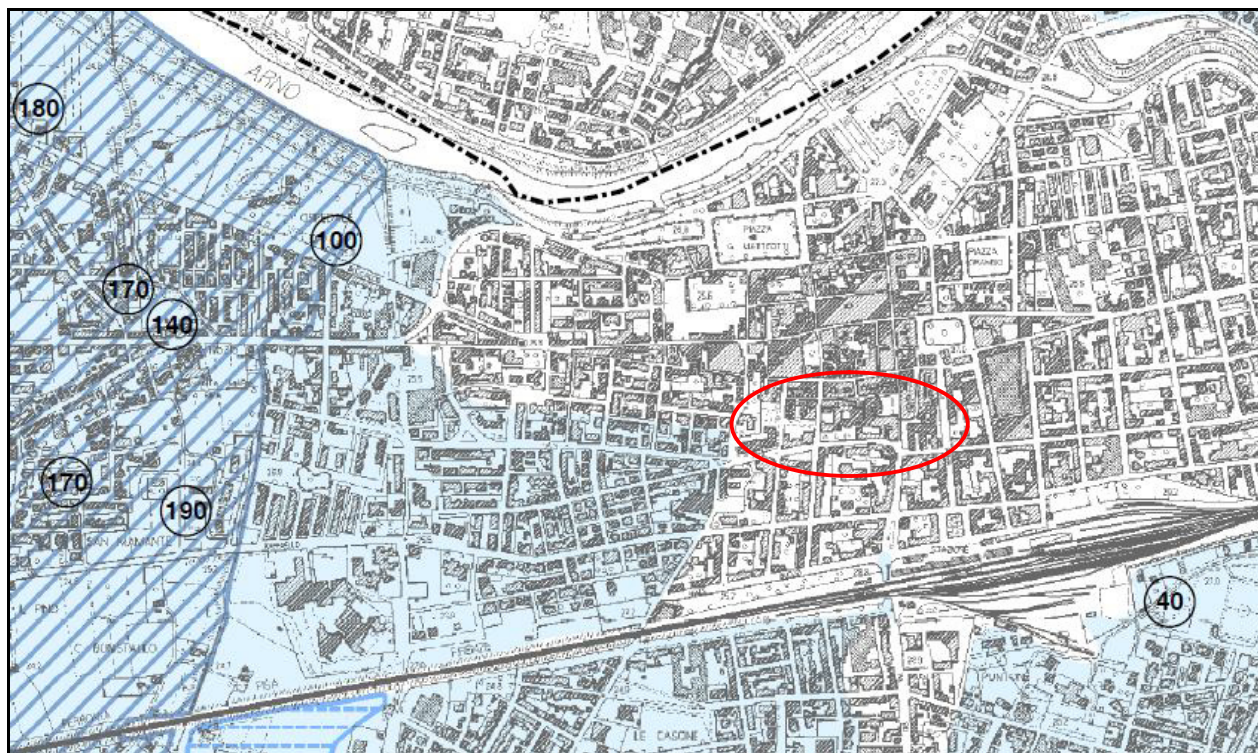
- Acquifero A2 (inferiore)

E' l'acquifero principale dell'area studiata, sia per continuità che per spessore, legato ad un livello ciottoloso-ghiaioso alluvionale. Il tetto della falda si trova tra i 10 e i 20 metri dal p.c.; lo spessore è estremamente variabile fino ad un massimo di 10 metri. E' separato dall'acquifero A1 da un setto argilloso continuo che ne determina il confinamento. Localmente i due acquiferi vengono a contatto per vie laterali.

L'alimentazione è assicurata dalla rete idrografica, dall'infiltrazione diretta di pioggia, dai livelli permeabili dei fianchi delle colline plioceniche quando sono in contatto con il materasso alluvionale.

Dalla consultazione della Tav. 1.4 “Carta Idrogeologica” allegata al PS vigente, emerge che la **falda**, in corrispondenza del concentrico, si trova a circa 15 – 14 m s.l.m., ovvero ad una profondità media dal p.c. di circa 10-11 metri.

Dal punto di vista della pericolosità idraulica, tutta l'area di interesse NON è stata allagata durante l'evento alluvionale del novembre 1966 e dagli eventi più recenti del 1992/1993.





Stralcio della Tav. 2 - “Carta delle aree allagate” Studio Idrologico Idraulico di supporto al nuovo Regolamento Urbanistico del Comune di Empoli” (Marzo 2013)




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

Legenda


Altezza acqua esondazioni

-  Altezza dell'acqua (cm) sopra p.c. Novembre 1966
-  Altezza dell'acqua (cm) sopra p.c. Ottobre 1993




Rotture argini

-  Rottura argine 1966
-  Rottura argine 1993
-  uscita rii minori 1993

..... Limite delle aree allagate nell'evento del 1844

 Aree soggette a ristagni localizzati secondo dichiarazioni pro-veritate dei proprietari del Dicembre 2002

Aree allagate

-  Aree allagate nel Novembre 1966
-  Aree allagate nel 1992
-  Aree allagate e/o di ristagno (1992/1993)

6. FATTIBILITA' GEOLOGICA, SISMICA, IDRAULICA

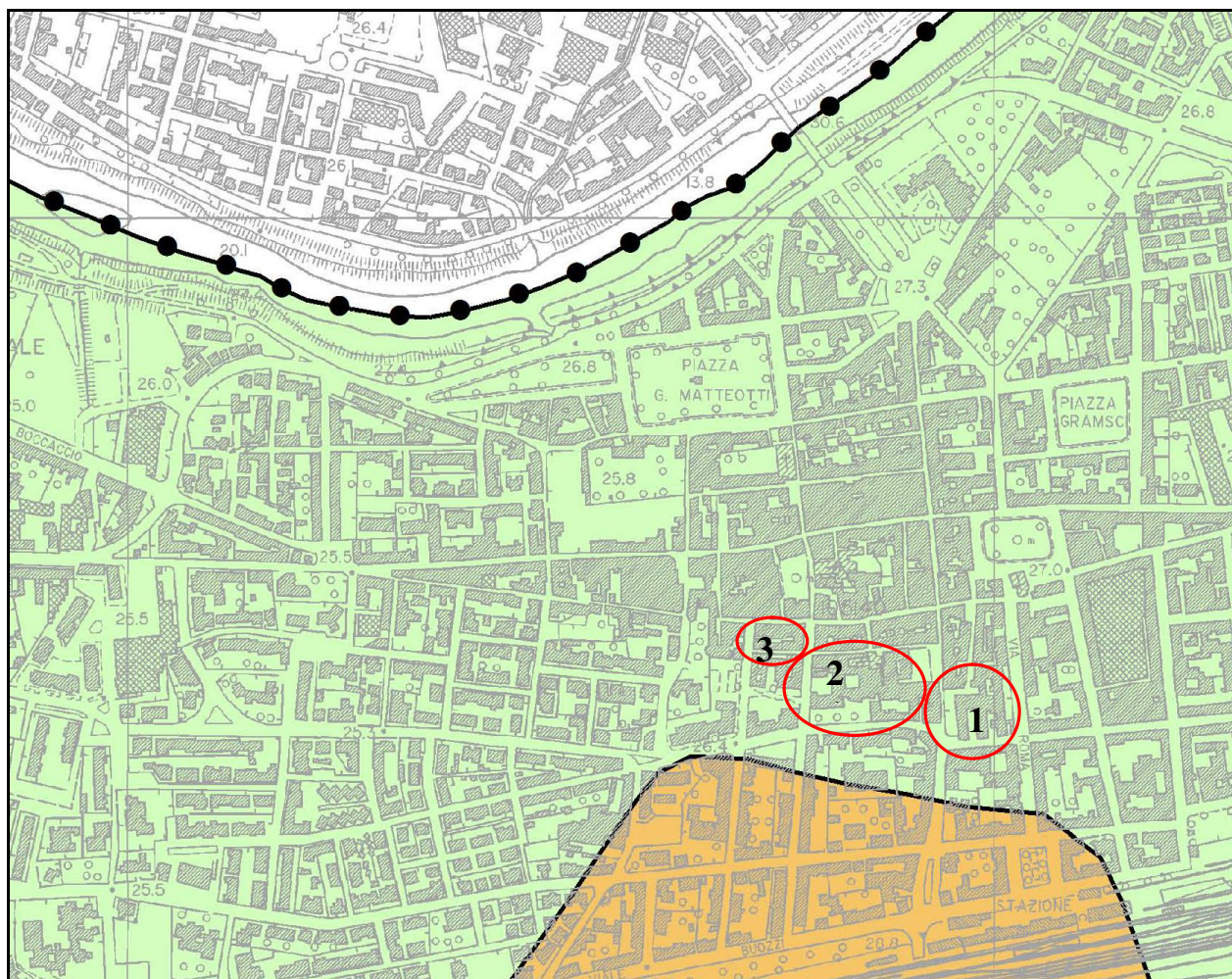
A sostegno della redazione del nuovo Regolamento Urbanistico del Comune di Empoli è stato eseguito uno studio di fattibilità delle previsioni d'intervento legate ai vari e diversi interventi programmati. Il quadro conoscitivo geologico e di pericolosità cui ci si è riferiti è quello relativo al recente Piano Strutturale (gennaio 2013). Lo studio di fattibilità in particolare si è basato sui quadri di **pericolosità geologica, idraulica e sismica** emersi dagli studi geologici che accompagnano il citato strumento di governo del territorio.

Il D.P.G.R. 53/R, Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio), indica i criteri che portano a definire il grado di pericolosità di un territorio sotto il profilo geologico, sismico e idraulico. Il PS/RU comunali comprendono le Carte della pericolosità, geologica, sismica e idraulica. Questi elaborati esprimono il diverso grado di pericolosità per il territorio in funzione delle caratteristiche litotecniche e geotecniche dei terreni, delle condizioni geomorfologiche, idrogeologiche e di sicurezza sismica e idraulica dell'area, delimitando le aree potenzialmente vulnerabili al verificarsi di eventi critici.



Nelle pagine seguenti, sono riportati degli stralci delle cartografie relative alla pericolosità geologica, sismica ed idraulica con l'ubicazione dei tre siti oggetto di interesse del presente studio:

- 1) Complesso di San Giuseppe
- 2) Complesso degli Agostiniani
- 3) Complesso Piazza XXIV Luglio (Ex - Sert)

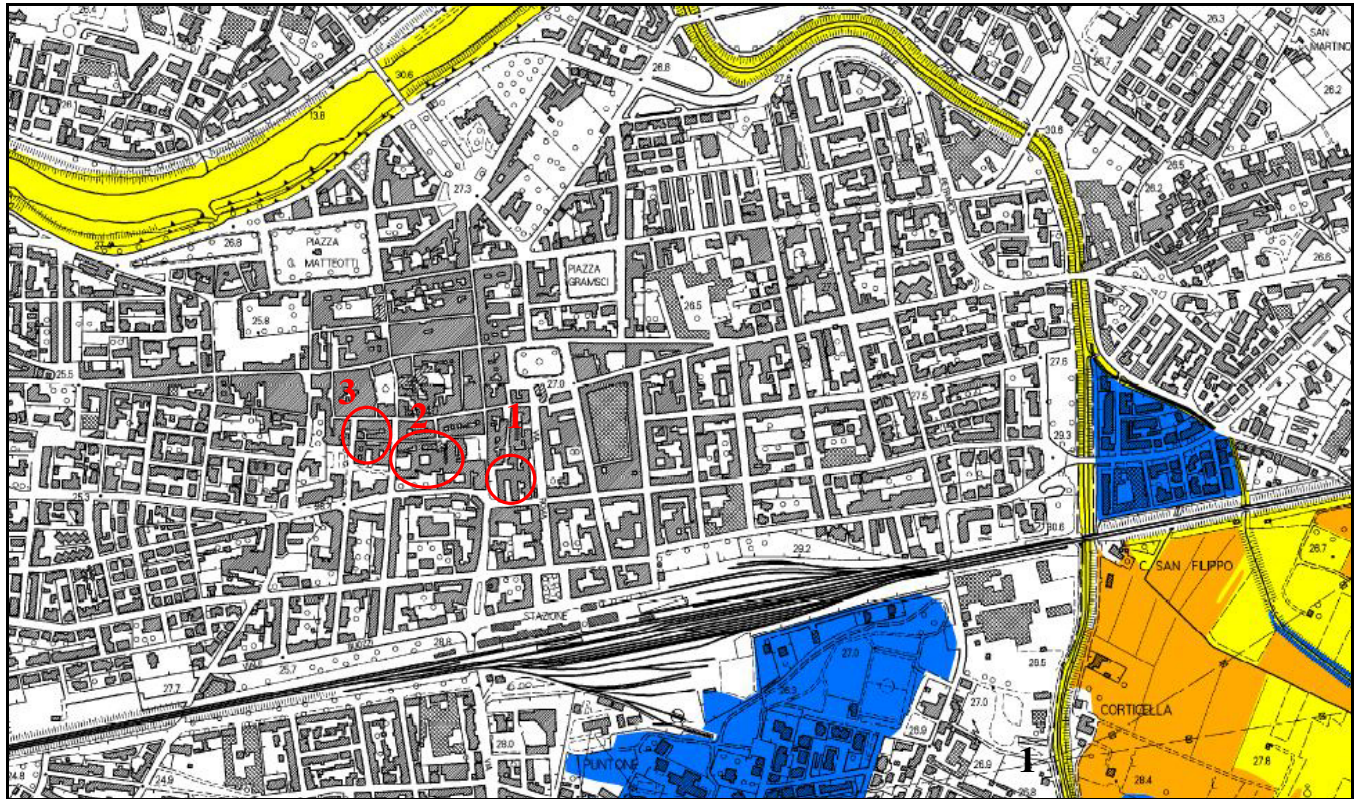
Pericolosità geologica



Stralcio della Carta della pericolosità geologica Tav. 1.12 (marzo 2013) allegata alla Variante al Piano Strutturale 2013 con l'ubicazione dei complessi oggetto di interesse




LEGENDA:	
 G1 PERICOLOSITA' GEOLOGICA BASSA	Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici.
 G2 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MEDIA	Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o 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 20%.
 G3 PERICOLOSITA' GEOLOGICA ELEVATA	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%.
 G4 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MOLTO ELEVATA	Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi e da intensi fenomeni erosivi.

Pericolosità idraulica

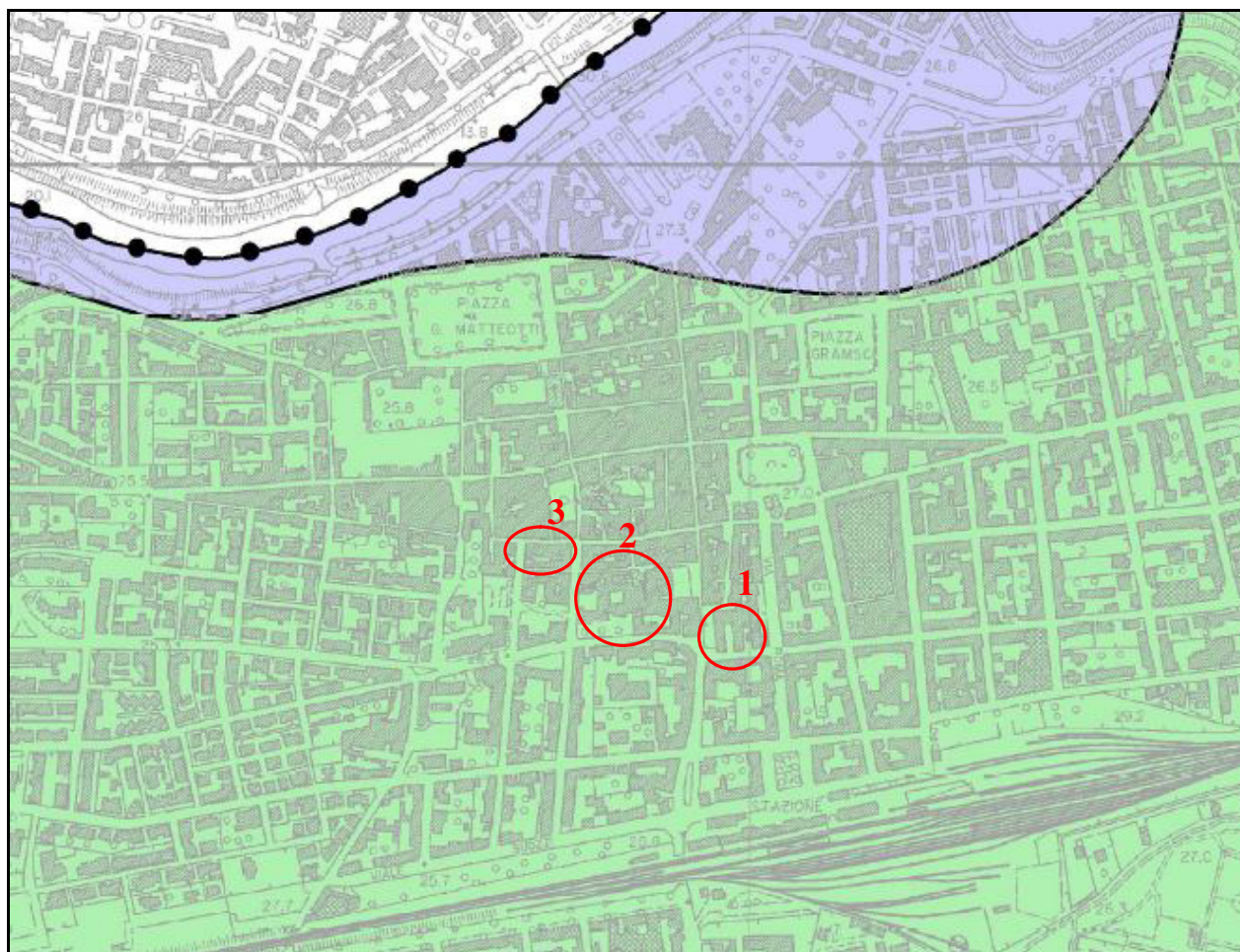


Stralcio della Carta della pericolosità idraulica - Tav. 5.3 (Maggio 2013) con l'ubicazione delle aree oggetto di interesse.

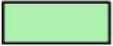


Legenda

	PI4 Pericolosità idraulica molto elevata
	PI3 Pericolosità idraulica elevata
	PI2 Pericolosità idraulica media

Pericolosità sismica



Stralcio della Carta della pericolosità sismica - Tav. 1.13 (Gennaio 2013) allegata alla Variante al Piano Strutturale 2013 con l'ubicazione delle aree di interesse

LEGENDA:	
 S2 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA	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);
 S3 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA	Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente e che pertanto potrebbero subire riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti tranne quelli classificati in Zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate 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;
 S4 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MOLTO ELEVATA	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;

In ottemperanza alle disposizioni contenute nel DPGR n.53-R -Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio), la fattibilità è espressa mediante una codifica alfanumerica di cui a seguire si riportano le definizioni delle singole classi :

Classe	Fattibilità	Caratteristiche
F1	Fattibilità senza particolari limitazioni	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.
F2	Fattibilità con normali vincoli	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.
F3	Fattibilità condizionata	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.
F4	Fattibilità limitata	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 e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Per la valutazione delle fattibilità dei possibili interventi sul patrimonio edilizio esistente e/o di trasformazione edilizia al di fuori dei contesti già disciplinati e previsti in sede di regolamento, per ogni classe viene fornita una matrice, riportata a seguire, dalla quale è possibile avere un indirizzo, tramite l'intersezione tra classe di pericolosità competente e tipologia d'intervento prevista, sulla relativa classe di fattibilità.

In ogni caso per una corretta valutazione della classe di fattibilità si dovrà tenere in opportuno conto delle effettive problematiche che hanno portato all'individuazione della classe di pericolosità, orientando in tal senso anche eventuali studi e indagini di approfondimento.

Tabella orientativa per la definizione della classi di fattibilità geologica

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	GRADO DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA			
	G1	G2	G3	G4
1) Scavi e riporti di qualsiasi genere connessi alle opere di cui al presente abaco: h<2,5 metri h>2,5 metri	F1 F1	F1 F2	F1 F3	F1 F4*
2) Manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, interventi di conservazione e/o ripristino delle caratteristiche tradizionali del manufatto ed altri interventi che non comportino sovraccarichi sulle fondazioni	F1	F1	F1	F1
3) Ampliamenti <50 mq, sopraelevazioni ed altri interventi che comportino modesti sovraccarichi sulle fondazioni e nuovi modesti carichi	F1	F2	F2	F3
4) Consistenti ampliamenti (>50 mq) e sopraelevazioni, nuovi edifici, demolizione e ricostruzione e altri interventi che comportino nuovi cospicui carichi sul terreno o forti sovraccarichi sulle fondazioni. Nuova viabilità	F1	F2	F3	F4
5) Ristrutturazione edilizia caratterizzata da demolizione dei volumi secondari e loro ricostruzione a parità di quantità inferiore ancorché in diversa posizione sul lotto di pertinenza	F1	F2	F3	F3
6) Verde pubblico attrezzato e aree di sosta: a) per le parti a verde; b) per piccoli edifici a servizio, per funzioni igienico sanitarie.	F1 F1	F1 F1	F1 F2	F1 F2
7) Parchi pubblici e zone destinate a verde pubblico attrezzato e impianti sportivi all'aperto: a) per le parti a verde; b) per sistemazioni esterne e movimenti in terra; c) per edifici di servizio (tribune, spogliatoi, costruzioni accessorie).	F1 F1 F1	F1 F1 F2	F1 F1 F3	F1 F3 F4
8) Zone destinate a parco fluviale o parco urbano: a) sistemazioni a verde, attrezzature per sport all'aperto e tempo libero; b) per piccoli edifici a servizio.	F1 F2	F1 F2	F1 F2	F1 F3
9) Aree destinate all'ampliamento di sede stradale esistente o alla realizzazione di nuovi brevi tratti di viabilità di ingresso, servizio o per il miglioramento dell'attuale viabilità di accesso a zone destinate all'edificazione.	F1	F1	F3	F3
10) Aree destinate a parcheggi pubblici e/o privati: a) realizzate col mantenimento delle attuali quote b) realizzate con sbancamenti fino a 2.5 m c) realizzate con sbancamenti superiori a 2.5 m o in sotterraneo	F1 F1 F1	F1 F2 F2	F2 F2 F3	F3 F3 F4
11) Aree a verde privato: a) orti, giardini, forni, gazebo, pergolati, fontane, pozzi b) garage, parcheggi pertinenziali, box auto	F1 F1	F1 F2	F1 F2	F1 F3
12) Fasce a vincolo di inedificabilità ai fini di nuova viabilità	F2	F2	F3	N.F. *
13) Aree destinate a piccoli edifici e impianti di servizio (acquedotto, adduzione e distribuzione gas, cabine trasformazioni (ENEL, impianti telefonia satellitare).	F2	F2	F2	F3

14) Restauro su edifici di valore storico architettonico e culturale, risanamento conservativo su edifici di valore storico (con interventi fino alla ristrutturazione edilizia), ristrutturazione edilizia con rialzamento della copertura per adeguamenti strutturali e/o funzionali	F1	F1	F1	F1
15) Ristrutturazione edilizia per adeguamento igienico-sanitario	F1	F2	F3	F3
16) Ristrutturazione edilizia con incremento volumetrico tramite completa demolizione e ricostruzione	F1	F2	F3	N.F. ⁴
17) Ristrutturazione edilizia con rialzamento di un piano senza aumento di sup. coperta anche mediante demolizione e ricostruzione	F1	F2	F3	F3
18) Ristrutturazione edilizia per riorganizzazione e ampliamento dei locali accessori	F2	F2	F3	F3
19) Coltivazioni specializzate, orti, serre con copertura stagionale	F1	F1	F1	F1
20) Realizzazione di nuovi edifici rurali ad uso abitativo	F1	F2	F3	N.F. ⁴
21) Realizzazione di annessi agricoli, manufatti per alloggio bestiame e trasformazione e conservazione dei prodotti agricoli, ecc. S<50 mq S>50 mq	F1 F1	F1 F2	F1 F2	F2 F3
22) Realizzazione di recinti per bestiame senza volumi accessori	F1	F1	F1	F1
23) Realizzazione di serre con copertura permanente e altri manufatti precari utili alla conduzione del fondo	F1	F1	F1	F3
24) Realizzazione di invasi e laghetti collinari	F1	F2	F3	F4
25) Realizzazione di piccoli impianti sportivi, parcheggi interrati e piscine all'aperto S<50 mq S>50 mq	F1 F1	F1 F2	F1 F2	F2 F3
26) Depositi GPL	F1	F1	F2	F3
27) Torri antincendio, rimesse per attrezzi e mezzi soccorso antincendio e locali di ristoro	F1	F2	F3	F4
28) Piccoli edifici e impianti a servizio di strutture a rete inferiori a 50 mq (acquedotto, reti adduzione e distribuzione gas, cabine trasformazione ENEL, impianti telefonia mobile e fissa.	F1	F1	F3	F4
29) Opere di urbanizzazione primaria e secondaria	F1	F1	F2	F3
30) Sottopassi e/o sovrappassi	F2	F2	F3	F4
31) Acquedotti e/o fognature	F1	F2	F3	F4
32) Sbancamenti e movimenti di terra, trasformazione di assetti del territorio con modifiche al profilo morfologico; sistemazioni agrarie che comportino movimenti di terra consistenti	F1	F2	F3	F4

Con riferimento alla normativa regionale citata, vengono distinte quattro classi di indagine in considerazione delle problematiche di versante/suolo di fondazione e della diversa rilevanza delle opere e della pericolosità del sito. Le classi di indagine sono quattro come di seguito indicate:

- **classe d'indagine n.1**, riferita alle opere di volume lordo inferiore a centocinquanta metri cubi con altezza in gronda inferiore a sei metri. Con riferimento a tale classe d'indagine sono sufficienti considerazioni di natura geologica, geofisica e geotecnica basate su indagini, da allegare in copia al progetto, già eseguite in prossimità dell'intervento o desunte da studi già compiuti e pubblicati con riferimento alle aree interessate. Tali considerazioni sono adeguatamente motivate, giustificate ed argomentate e sono compiute anche in presenza di problematiche di versante. Etc..
- **classe d'indagine n.2**, riferita alle opere di volume lordo inferiore a millecinquecento metri cubi con altezza in gronda inferiore a dieci metri. Con riferimento a tale classe d'indagine, la categoria di suolo di fondazione e le geometrie sepolte si determinano mediante indagini geofisiche, quali quelle sismiche a rifrazione o riflessione, o mediante prove geotecniche elaborate mediante le metodologie ufficialmente riconosciute. Le indagini sono 26

effettuate nel sito oggetto di studio o in aree adiacenti caratterizzati dagli stessi contesti geologici, geomorfologici e geotecnici. L'estensione spaziale di tale intorno è estremamente limitata e condizionata fortemente dall'omogeneità del contesto geologico-tecnico. Etc...

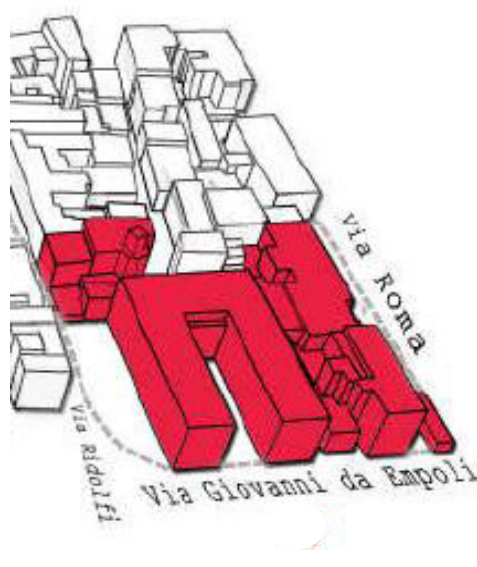
- **classe d'indagine n.3**, riferita alle opere di volume lordo inferiore a seimila metri cubi con altezza in gronda inferiore a venti metri. Con riferimento a tale classe d'indagine, la categoria di suolo di fondazione e le geometrie sepolte si determinano mediante indagini geofisiche, quali quelle sismiche a rifrazione o riflessione, eseguite nel sito oggetto di studio. La definizione dei parametri geotecnici è basata su sondaggi geognostici. Etc...
- **classe d'indagine n. 4**, riferita ad opere di volume lordo superiore a seimila metri cubi o, in ogni caso, se l'altezza in gronda è superiore a venti metri. Con riferimento a tale classe d'indagine, la categoria di suolo di fondazione e le geometrie si determinano mediante prove sismiche in foro. La definizione dei parametri geotecnici è basata su sondaggi geognostici. Etc...

Sulla base di quanto esposto, di seguito, per ogni singolo complesso oggetto di intervento, si riporta la valutazione della pericolosità geologica, sismica ed idraulica e la relativa fattibilità.

6.1 Complesso San Giuseppe

L'area oggetto dell'intervento è delimitata da via Roma, via G. da Empoli e via Ridolfi, occupa una superficie di 5.892 mq e pertanto l'intervento ricade nella **classe di indagine 2** ai sensi del D.P.G.R. 36/R/2009.

Con riferimento a tale classe d'indagine, la categoria di suolo di fondazione e le geometrie sepolte si determinano mediante indagini geofisiche, quali quelle sismiche a rifrazione o riflessione, o mediante prove geotecniche elaborate mediante le metodologie ufficialmente riconosciute. Le indagini sono effettuate nel sito oggetto di studio o in aree adiacenti caratterizzati dagli stessi contesti geologici, geomorfologici e geotecnici.



VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA'

➤ **Pericolosità geologica: G. 2 MEDIA**

L'attribuzione a questa classe è dovuta alla presenza di depositi alluvionali attuali e recenti costituiti da argille mediamente compatte normal consolidate, limi più o meno addensati e sabbie fini sciolte.

TIPO DI TERRENO	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE
Alluvioni attuali e recenti: <u>argille mediamente compatte normalconsolidate, limi più o meno addensati e sabbie fini sciolte.</u>	Terreni caratterizzati generalmente dalla presenza di strati con R_p compresa tra 10 e 20 kg/cm^2 e da intervalli limitati con $R_p > 20 \text{ kg/cm}^2$. Queste caratteristiche possono peggiorare o migliorare in funzione dell'incidenza dei livelli con R_p intorno a 10 kg/cm^2 su quelli con R_p intorno a 20 kg/cm^2 . La resistenza a rottura è variabile da media a bassa mentre la compressibilità è variabile da media ad elevata. Caratteristiche geotecniche <u>SCADENTI</u> .

➤ **Pericolosità idraulica: I.2 MEDIA**

La pericolosità idraulica del territorio comunale trae origine principale dalla eventualità che questa sia invasa dalle acque fuoriuscite dalla rete idrografica per insufficiente capacità di smaltimento delle portate in transito nella stessa.

Di seguito, tenuto conto delle direttive della D.P.G.R. 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.) si riportano i criteri che portano a definire il grado di pericolosità idraulica del sito oggetto di intervento.

I.2	MEDIA	<p>Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr \leq 500$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:</p> <p>a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;</p> <p>b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.</p>
------------	--------------	---

➤ **Pericolosità Sismica Locale: S.2 MEDIA**

La cartografia MOPS presente a livello comunale, individua qualitativamente gli elementi potenzialmente in grado di generare fenomeni di amplificazione locale e di instabilità dinamica. I suddetti elementi sono poi associati al grado di pericolosità sismica, funzione dell'interazione tra ciascun elemento di pericolosità sismica locale e la sismicità di base, connessa alla Zona sismica di appartenenza del territorio comunale. La sintesi delle informazioni derivanti dalle cartografie geologiche, geomorfologiche e dalla carta MOPS consente di valutare le condizioni di pericolosità sismica secondo le seguenti graduazioni di pericolosità, così come definito dal D.P.G.R. 53/R.

Il sito oggetto di intervento ricade nella classe di pericolosità sismica locale media S.2.

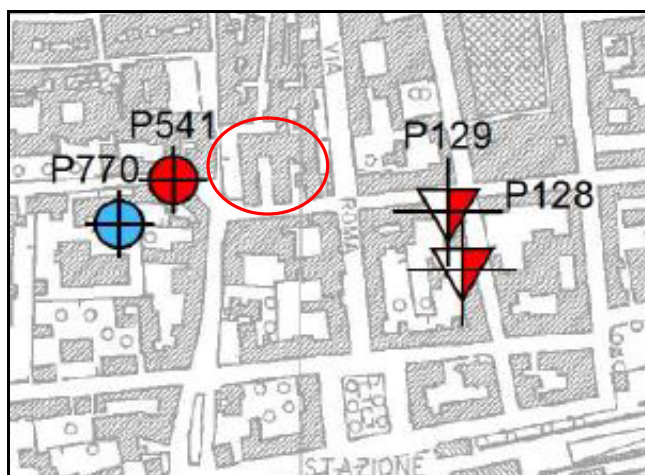
S.2	PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE MEDIA	<p>Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe S3)</p>
------------	--	--

CONDIZIONI DI FATTIBILITA'

- **Condizioni di Fattibilità Geologico-tecnica: F2** Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto.
- **Condizioni di Fattibilità Idraulica: F2** Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto.
- **Condizioni di Fattibilità Sismica: F2** Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto

PIANO DI INDAGINI

Dalla consultazione della “Carta dei dati di base” – Tav. 1.3 (Gennaio 2013) della Variante al Piano Strutturale 2013, si è osservato che in corrispondenza del sito di interesse non sono state eseguite indagini geognostiche. Nelle vicinanze sono disponibili i dati relativi ad un carotaggio (P541), la stratigrafia di un pozzo (P770) e due prove CPT (P128 e P129).



Stralcio Tav. 1.3 “Carta dei dati di base” con l’ubicazione dell’area di interesse

Di seguito si riportano i risultati del carotaggio (P541) che descrivono nel dettaglio l’assetto stratigrafico dell’area di interesse. Si fornisce inoltre, in linea di massima, una stima dei parametri geotecnici relativi al litotipo “sabbia sciolta con limo” desunta da bibliografica (applicativo CORR-GEOTAB).

P541						
Fonte: database SIRA				id: 95178		
da	0	m	a	1.5	m	TERRENO DI RIPORTO
da	1.5	m	a	16	m	sabbia sciolta con limo
da	16	m	a	20	m	sabbia di fine granulometria
da	20	m	a	23	m	argilla
da	23	m	a	27	m	sabbia e ghiaia di grossa granulometria
da	27	m	a	29	m	argilla compatta consolidata

Parametri geotecnici da bibliografia

Terreni

☐ Ghiaie
☐ Ghiaie sabbiose
☐ Ghiaie limose
☐ Ghiaie argillose
☐ Sabbie ben graduate, sabbie ghiaiose
☐ Sabbie mal graduate, sabbie ghiaiose
☒ Sabbie limose
☐ Sabbie argillose
☐ Limi, sabbie molto fini, sabbie fini argillose
☐ Limi inorganici, sabbie fini micacee

☐ Limi argillosi
☐ Argille con bassa plasticità, argille sabbiose, argille ghiaiose
☐ Argille ad alta plasticità, argille grasse

Stato di addensamento/consistenza

☒ Sciolto
☐ Poco addensato
☐ Mediamente addensato
☐ Addensato
☐ Molto addensato

☐ Privo di consistenza
☐ Poco consistente
☐ Moderatamente consistente
☐ Consistente
☐ Molto consistente
☐ Estremamente consistente

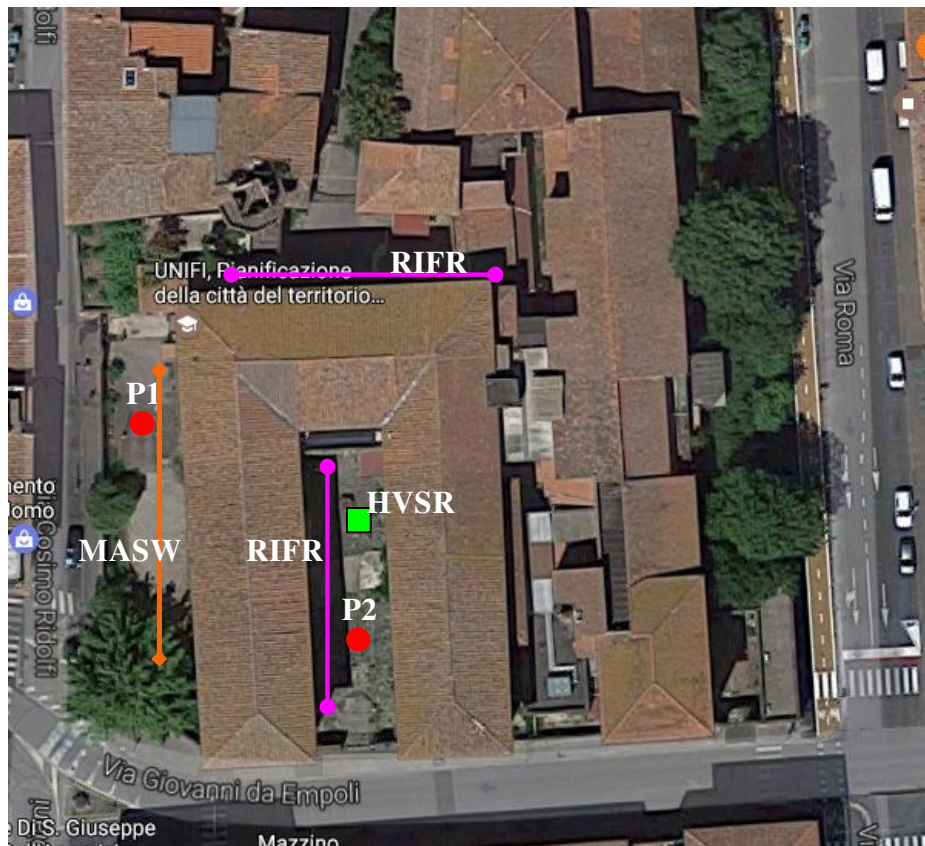
PARAMETRO	VALORE	REFERENZE
Angolo di attrito (°)	<30	Hunt, 1984 - Bowles, 1978 - Bureau of Reclamation, 1973
Coesione (kPa)	0.00	Mayne e Stewart, 1988 - Skempton, 1964
Coesione non drenata (kPa)	0.00	Sivrokaya e Togol, 2007
Peso di volume (kN/mc)	<13.1	Hunt, 1984 - Kezdi, 1978 - Navfac - Lindeburg
Peso di volume saturo (kN/mc)	<13.5	Hunt, 1984 - Kezdi, 1978 - Navfac - Lindeburg
Modulo elastico (kPa)	<3000	Navfac, 1982 - AASHTO, 2007 - Bowles, 1982 - Decourt, 1978
Modulo di taglio iniziale (MPa)	<34	Imai e Tonouchi, 1982 - Ohsaki & Iwasaki, 1982 - Hara e al, 1972
Modulo confinato (MPa)	<4.7	Sanglerat, 1972 - Menzebach e Malcev - Zomorodian e Eslami, 2005
Densità relativa (%)	<47	Yoshida e al, 1988 - Boulanger, 2003 - Hatanaka e al, 2006
Velocità delle onde di taglio (m/s)	<205	Imai, 1977 - Lee, 1990 - Imai e Tonouchi 1992 - Pitikilas e al, 1999
OCR		Mayne, 1990
Coeff. di spinta a riposo		Mayne e Kemper, 1988
Rapporto di Poisson's	0.25-0.30	Bowles, 1982 - AASHTO, 1995
Coeff. di permeabilità (m/s)	10-5 / 10-6	Terzaghi e Peck - Robertson, 1990
Porosità efficace (%)	5-15	Vari autori
Porosità (%)	35-45	Vari autori
Coefficiente di Lamé	0.35-0.5	Vari autori

Per caratterizzare nel dettaglio il sito dal punto di vista geologico e geotecnico e dal punto di vista sismico, si prevedono le seguenti tipologie di indagini:

- **N° 2 prove penetrometriche** dinamiche (P1 e P2) al fine di poter determinare la stratigrafia del sottosuolo nei primi metri dal piano campagna e ricavare i parametri geotecnici dei terreni;
- installazione di un “micro piezometro” all’interno dei un foro di sondaggio per la misurazione della soggiacenza della falda freatica;
- **N° 1 prova sismica di tipo MASW** (linea arancione) per la determinazione del parametro Vs30 per determinare la categoria di sottosuolo sismica ai sensi delle N.T.C. 2008;

- **N° 2** indagini sismiche a **RI FRAZIONE** (linee fucsia) per valutare la stratigrafia e l'omogeneità del contesto geologico sull'intera area;
- **N° 1** prova sismica passiva di tipo **HVSR** (quadrato verde) per la determinazione della frequenza di risonanza di sito.

Ubicazione indagini

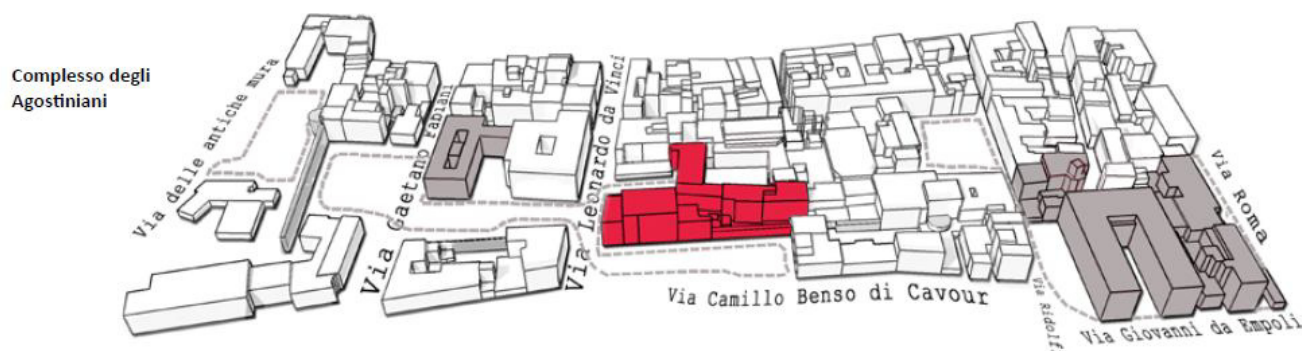


6.2 Complesso degli Agostiniani

L'edificio ospita attualmente la Biblioteca comunale “Renato Fucini” ed ingloba, nella facciata principale lungo Via Cavour, anche un tratto delle mura antiche della città.

L'edificio è composto da tre piani fuori terra (1200 mq) articolati attorno a due lati del chiostro del Complesso degli Agostiniani. La struttura si colloca in posizione strategica rispetto alla stazione ferroviaria ed il centro storico della città, all'interno di un contesto urbano polifunzionale dove sono presenti in particolare scuole e luoghi della cultura.

Le tipologie di intervento, in considerazione del fatto che tutte le biblioteche sono considerate edifici rilevanti in quanto rientrano tra gli edifici con elevato contenuto artistico e patrimoniale, ai sensi del D.P.G.R. 36/R/2009, ricadono in **classe di indagine 2**.



VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA'

➤ Pericolosità geologica: G. 2 MEDIA

L'area d'intervento, secondo la Carta della Pericolosità Geologica del P.S. (*Tavola 1.12*), è classificata con pericolosità geomorfologica **Pg = 2** – pericolosità media - in quanto siamo in un'area con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali con scarsa propensione al dissesto.

Tuttavia all'esame della situazione locale non si valuta la presenza di morfemi e/o situazioni lito-giaciturali e morfotecniche con propensione al dissesto.

TIPO DI TERRENO	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE
Alluvioni attuali e recenti: argille mediamente compatte normalconsolidate, limi più o meno addensati e sabbie fini sciolte.	Terreni caratterizzati generalmente dalla presenza di strati con R_p compresa tra 10 e 20 kg/cm ² e da intervalli limitati con $R_p > 20$ kg/cm ² . Queste caratteristiche possono peggiorare o migliorare in funzione dell'incidenza dei livelli con R_p intorno a 10 kg/cm ² su quelli con R_p intorno a 20 kg/cm ² . La resistenza a rottura è variabile da media a bassa mentre la compressibilità è variabile da media ad elevata. Caratteristiche geotecniche SCADENTI .

➤ **Pericolosità idraulica: I.1 BASSA**

Nel definire la pericolosità idraulica si fa riferimento alla cartografia fornita dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno ed in particolare allo Stralcio 362 del PGRA realizzato nel marzo del 2016. In tale carta l'area in oggetto risulta in **P.I.= 1** (*pericolosità bassa*).

Il PGRA fa ricadere la zona in tale classe di pericolosità in quanto non vi sono notizie storiche di recenti allagamenti (vedi Stralcio 362 del PAI – febbraio 2014).

In tale classe la Normativa prevista nel PGRA non prescrive alcuna misura di prevenzione.

➤ **Pericolosità Sismica Locale: S.2 MEDIA**

La pericolosità sismica è definita nella Carta della Pericolosità Sismica del P.S. (*Tavola 1.13*). L'area in esame ricade in **P.S.= 2** (P.S.L. media) in quanto i terreni possono essere “suscettibili ad amplificazione di effetti delle onde sismiche”.

S.2	PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE MEDIA	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)
------------	--	---

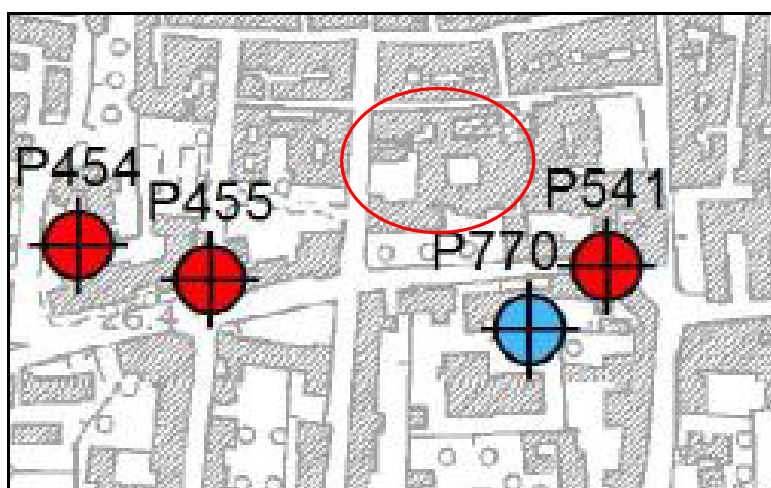
CONDIZIONI DI FATTIBILITA'

- **Condizioni di Fattibilità Geologico-tecnica: F2** Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto.
- **Condizioni di Fattibilità Idraulica: F2** Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto.
- **Condizioni di Fattibilità Sismica: F2** Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto.

PIANO DI INDAGINI

Osservando la “Carta dei dati di base” – Tav. 1.3 della Variante al Piano Strutturale 2013, si è osservato che in corrispondenza del sito di interesse non sono state eseguite indagini geognostiche. Nelle vicinanze sono disponibili i dati relativi a tre carotaggi (P454, P455 e P541) e la stratigrafia di un pozzo (P770).

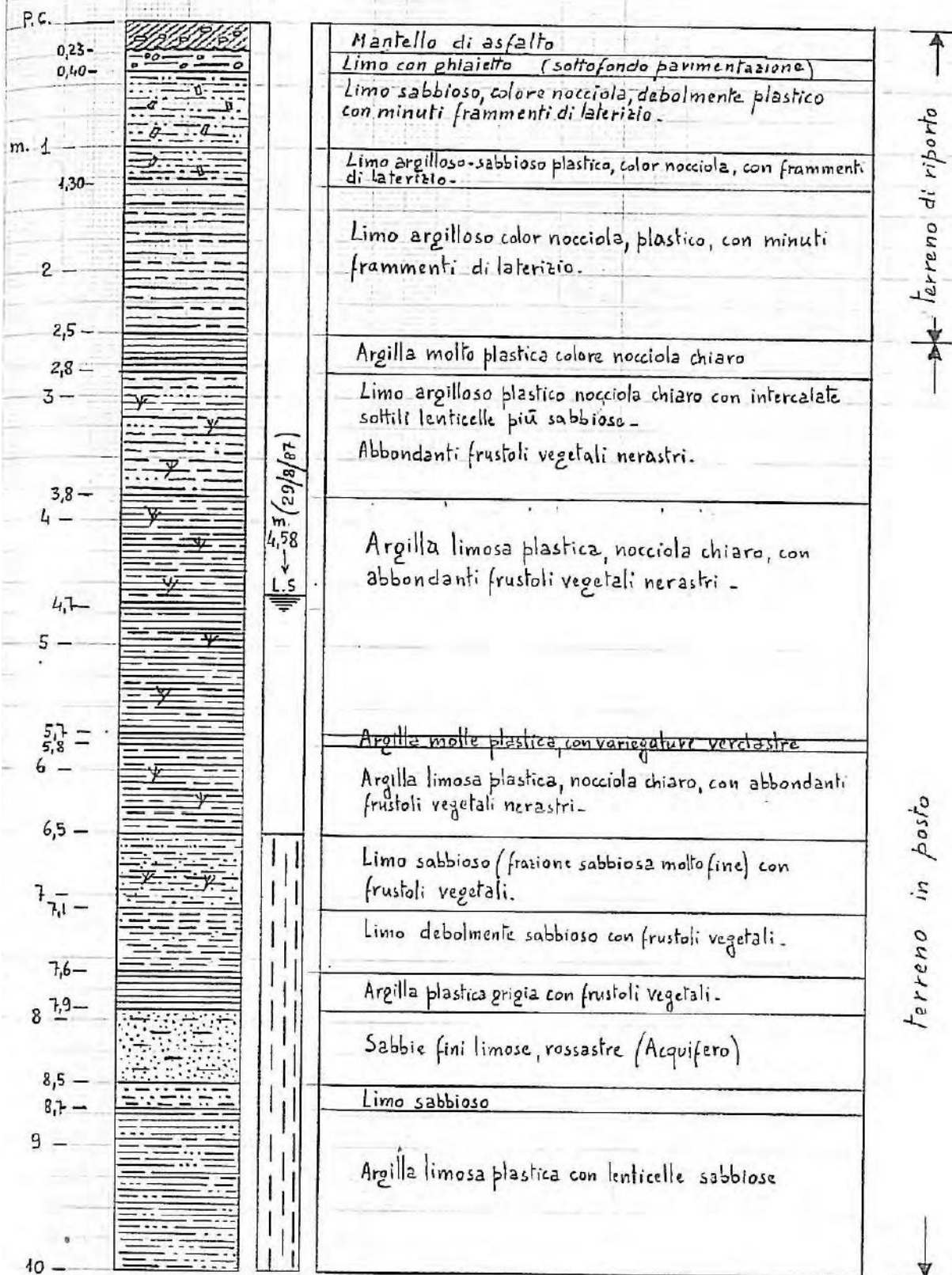
A corredo del “Progetto dei lavori di consolidamento e restauro della Biblioteca Comunale “Renato Fucini” è stata eseguita n° 1 trincea geognostica e N° 1 indagine sismica di tipo MASW.



Stralcio Tav. 1.3 “Carta dei dati di base” con l’ubicazione dell’area di interesse

Di seguito si riportano i risultati dei carotaggi (P454 e P455) e la stratigrafia della trincea realizzata nel dicembre 2015 che descrivono nel dettaglio l’assetto stratigrafico dell’area di interesse.

P454
SONDAGGIO n. 30
(adattato a piezometro)



P455

Committente..... <u>COMUNE DI EMPOLI</u>	Tipo di sondaggio..... <u>CAROTAGGIO CONTINUO</u>
Progetto.....	Quota del p.c.....
Cantiere..... <u>SCUOLA MEDIA FUCINI</u>	Quota del p.rif.....
Data inizio perforazione..... <u>23/02/1994</u>	Profondità..... <u>15 m</u>
Data fine perforazione..... <u>23/02/1994</u>	Assistenza geologica..... <u>GETAS-PETROGEO s.r.l. - Pisa</u>

DIAMETRO DEL FORO (mm)	QUOTA ASSOLUTA	PROFONDITA' dal p.c.	SISTEMAZIONE FINALE DEL FORO	CAMPIONI		PERCENT. DEL RECUPERO	PROVE DI PERMEABILITA' K in cm/sec	PROFONDITA' (m)	LITOLOGIA	FALDA ACQUIFERA	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	SPT (N° colpi)	TORVANE	
				N.	QUOTA								Profondità (m dal p.c.)	$\gamma_t = \text{Kg/cm}^2$
0.2	11.1	0.2						0.2	Asfalto					
0.5	10.5	0.5						0.5	Argilla limosa					
1.0	9.5	1.0						1.0	Argilla con laterizi					
1.5	8.5	1.5						1.5	Terrano limo-argilloso plastico con frammenti litici e laterizi					
2.0	7.5	2.0						2.0	Argilla limosa giallo-nocciola					
2.5	6.5	2.5						2.5	Limo argilloso con sottili lenticelle sabbiose					
3.0	5.5	3.0						3.0						
3.5	4.5	3.5						3.5						
4.0	3.5	4.0						4.0	Argilla limosa con lenticelle sabbiose e limose e frustoli vegetali scuri					
4.5	2.5	4.5						4.5						
5.0	1.5	5.0						5.0						
5.5	0.5	5.5						5.5						
6.0	0.0	6.0						6.0						
6.5		6.5						6.5						
7.0		7.0						7.0						
7.5		7.5						7.5						
8.0		8.0						8.0						
8.5		8.5						8.5						
9.0		9.0						9.0						
9.5		9.5						9.5						
10.0		10.0						10.0						
10.5		10.5						10.5						
11.0		11.0						11.0						
11.5		11.5						11.5						
12.0		12.0						12.0						
12.5		12.5						12.5						
13.0		13.0						13.0						
13.5		13.5						13.5						
14.0		14.0						14.0						
14.5		14.5						14.5						
15.0		15.0						15.0						
15.5		15.5						15.5						
16.0		16.0						16.0						
16.5		16.5						16.5						
17.0		17.0						17.0						
17.5		17.5						17.5						
18.0		18.0						18.0						
18.5		18.5						18.5						
19.0		19.0						19.0						
19.5		19.5						19.5						
20.0		20.0						20.0						
20.5		20.5						20.5						
21.0		21.0						21.0						
21.5		21.5						21.5						
22.0		22.0						22.0						
22.5		22.5						22.5						
23.0		23.0						23.0						
23.5		23.5						23.5						
24.0		24.0						24.0						
24.5		24.5						24.5						
25.0		25.0						25.0						

**DESCRIZIONE STRATIGRAFIA DELLA TRINCEA ESEGUITA PER:
PROGETTO DEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO E RESTAURO DELLA BIBLIOTECA
COMUNALE “RENATO FUCINI”**

Profondità	Litologia
Da p.c. a 0,30 m da p.c.	<i>Massicciata in ghiaia</i>
Da 0,30 a 0,80 m da p.c.	<i>Materiale litoide brecciato in abbondante matrice limosa con elementi organici</i>
Da 0,80 a 1,50 m da p.c.	<i>Breccia e pezzame lateritico misto con materiale litoide calcareo in abbondante matrice argillosa</i>
Da 1,50 a 2,40 m da p.c.	<i>Termini argillo-siltosi con smarino lateritico e pezzame litoide da demolizione</i>
Da 2,40 a 3,00 m da p.c.	<i>Struttura muraria in lastre e pietrame cementata a calce</i>

Si fornisce inoltre, in linea di massima, una stima dei parametri geotecnici relativi a dei limi sabbiosi desunta da bibliografica (applicativo CORR-GEOTAB).

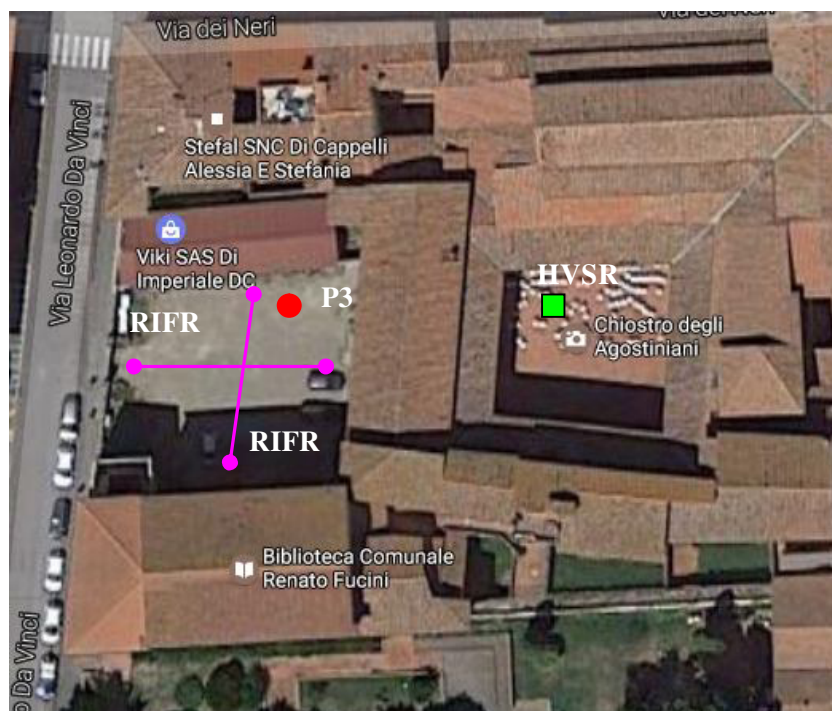
PARAMETRO	VALORE	REFERENZE
Angolo di attrito (°)	26-27	Hunt, 1984 - Bowles, 1978 - Bureau of Reclamation, 1973
Coesione (kPa)	4.9	Mayne e Stewart, 1988 - Skempton, 1964
Coesione non drenata (kPa)	0.00	Sivrokaya e Togol, 2007
Peso di volume (kN/mc)	16.2-17.0	Hunt, 1984 - Kezdi, 1978 - Navfac - Lindeburg
Peso di volume saturo (kN/mc)	16.6-17.4	Hunt, 1984 - Kezdi, 1978 - Navfac - Lindeburg
Modulo elastico (kPa)	20000-34000	Navfac, 1982 - AASHTO, 2007 - Bowlws, 1982 - Decourt, 1978
Modulo di taglio iniziale (MPa)	157-230	Imai e Tonouchi, 1982 - Ohsaki & Iwasaki, 1982 - Hara e al, 1977
Modulo confinato (MPa)	11.5-16.7	Sanglerat, 1972 - Menziesbach e Malcev - Zomorodian e Eslami, 2005
Densità relativa (%)	68-72	Yoshida e al, 1988 - Boulanger, 2003 - Hatanaka e al, 2006
Velocità delle onde di taglio (m/s)	290-315	Imai, 1977 - Lee, 1990 - Imai e Tonouchi 1992 - Pitikilas e al, 1999
OCR		Mayne, 1990
Coeff. di spinta a riposo		Mayne e Kemper, 1988
Rapporto di Poisson's	0.30-0.35	Bowles, 1982 - AASHTO, 1995
Coeff. di permeabilità (m/s)	10-5 / 10-8	Terzaghi e Peck - Robertson, 1990
Porosità efficace (%)	1-5	Vari autori
Porosità (%)	30-40	Vari autori
Coefficiente di Lamé	0.25-0.35	Vari autori

La velocità Vs 30 determinata in occasione del lavoro “*PROGETTO DEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO E RESTAURO DELLA BIBLIOTECA COMUNALE “RENATO FUCINI”*” per il terreno in esame è risultata pari a 259 m/s. Per quanto concerne le velocità di propagazione delle onde di taglio il suolo è classificabile pertanto come **un suolo di categoria C** che prevede velocità delle onde Vs comprese tra 180 e 360 m/s.

Per approfondire ulteriormente le conoscenze geologiche dell'area, si è valutato di eseguire le seguenti indagini:

- **N° 1 prova penetrometrica** dinamica (P3) al fine di poter determinare la stratigrafia del sottosuolo nei primi metri dal piano campagna e ricavare i parametri geotecnici dei terreni;
- **N° 2** indagini sismiche a **RIFRAZIONE** per (linee fucsia) per valutare la stratigrafia e l'omogeneità del contesto geologico sull'intera area;
- **N° 1** prova sismica passiva di tipo **HVSR** (quadrato verde) per la determinazione della frequenza di risonanza di sito.

Ubicazioni indagini



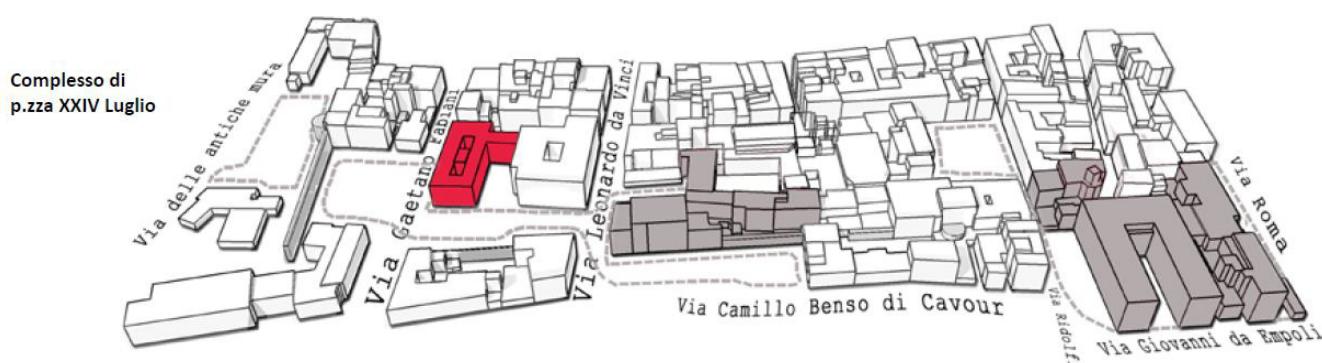
6.3 Complesso di Piazza XXIV Luglio (Ex – Sert)

L'edificio di interesse, denominato Ex-Sert, è ubicato in Piazza XXIV Luglio angolo via Dei Neri. L'edificio è caratterizzato da una superficie complessiva pari a circa 1.550 m² (circa 500m² per ciascun piano) e un volume pari circa 6.000m³.

Il complesso architettonico è in stato di abbandono con evidenti lesioni alle parti strutturali e cedimenti che non ne consentono l'agibilità.

L'edificio fa parte di un aggregato strutturale costituito da due corpi principali, uno nella porzione Ovest e l'altro nella porzione Est, uniti da un corpo di fabbrica di collegamento. L'edificio che occupa la porzione Est dell'aggregato è adibito ad uso scolastico e vi trovano sede la Scuola Elementare "L. Da Vinci" e la scuola materna "Centro Trovamici". Il corpo di collegamento presenta una pianta approssimativamente rettangolare di dimensioni 6.5m x 12.0 m circa; al piano terra e al piano secondo di tale corpo trovano sede spazi connessi all' EX-SERT mentre al piano primo sono ubicati alcuni uffici amministrativi del corpo scolastico.

Gli interventi ricadono in **classe di indagine 2**.



VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA'

➤ **Pericolosità geologica: G. 2 MEDIA**

Secondo la Carta della Pericolosità Geologica del P.S. (*Tavola 1.12*), il sito di intervento è classificato con pericolosità geomorfologica **P_g = 2** – pericolosità media, in quanto ci si trova in un'area con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali con scarsa propensione al dissesto.

TIPO DI TERRENO	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE
Alluvioni attuali e recenti: argille mediamente compatte normalconsolidate, limi più o meno addensati e sabbie fini sciolte.	Terreni caratterizzati generalmente dalla presenza di strati con R_p compresa tra 10 e 20 kg/cm ² e da intervalli limitati con $R_p > 20$ kg/cm ² . Queste caratteristiche possono peggiorare o migliorare in funzione dell'incidenza dei livelli con R_p intorno a 10 kg/cm ² su quelli con R_p intorno a 20 kg/cm ² . La resistenza a rottura è variabile da media a bassa mentre la compressibilità è variabile da media ad elevata. Caratteristiche geotecniche <u>SCADENTI</u> .

➤ **Pericolosità idraulica: I.1 BASSA**

Nel definire la pericolosità idraulica si fa riferimento alla cartografia fornita dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno ed in particolare allo Stralcio 362 del PGRA realizzato nel marzo del 2016. In tale carta l'area in oggetto risulta in **P.I.= 1** (*pericolosità bassa*).

Il PGRA fa ricadere la zona in tale classe di pericolosità in quanto non vi sono notizie storiche di recenti allagamenti (vedi Stralcio 362 del PAI – febbraio 2014).

In tale classe la Normativa prevista nel PGRA non prescrive alcuna misura di prevenzione.

➤ **Pericolosità Sismica Locale: S.2 MEDIA**

La pericolosità sismica è definita nella Carta della Pericolosità Sismica del P.S. (Tavola 1.13). L'area in esame ricade in **P.S.= 2** (P.S.L. media) in quanto i terreni possono essere “suscettibili ad amplificazione di effetti delle onde sismiche”.

S.2	PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE MEDIA	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)
------------	--	---

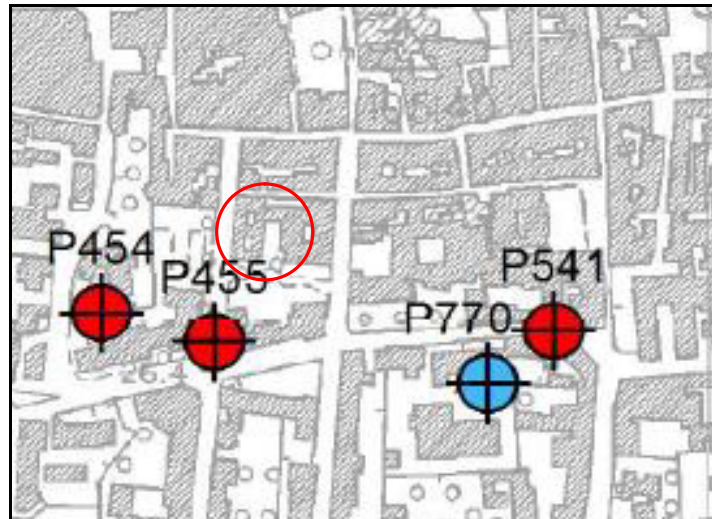
CONDIZIONI DI FATTIBILITA'

- **Condizioni di Fattibilità Geologico-tecnica: F2** Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto.
- **Condizioni di Fattibilità Idraulica: F2** Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto.
- **Condizioni di Fattibilità Sismica: F2** Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto

PIANO DI INDAGINI

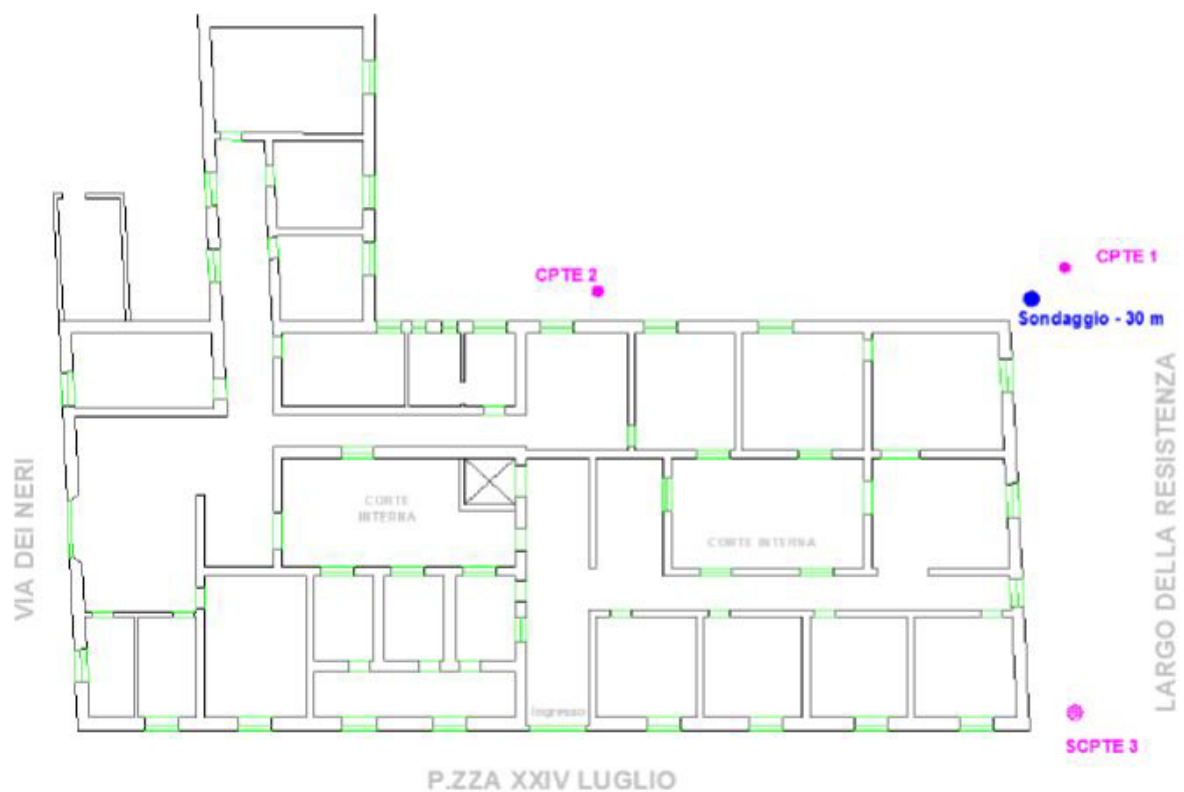
Osservando la “Carta dei dati di base” – Tav. 1.3 della Variante al Piano Strutturale 2013, si è osservato che in corrispondenza del sito di interesse non sono state eseguite indagini geognostiche. Nelle vicinanze sono disponibili i dati relativi a due carotaggi (P454, P455).

A corredo dell' affidamento incarico per svolgimento delle attività professionali finalizzate alla valutazione dei cedimenti strutturali dell'edificio in questione - Codice CIG Z90127237F, è stato eseguito un carotaggio della profondità di 30 metri con 4 prove SPT all'interno del foro e prelievi di campioni indisturbati per analisi di laboratorio, n° 2 prove penetrometriche CPTe con piezocono e n°1 prova SCPTe con cono sismico e piezocono.

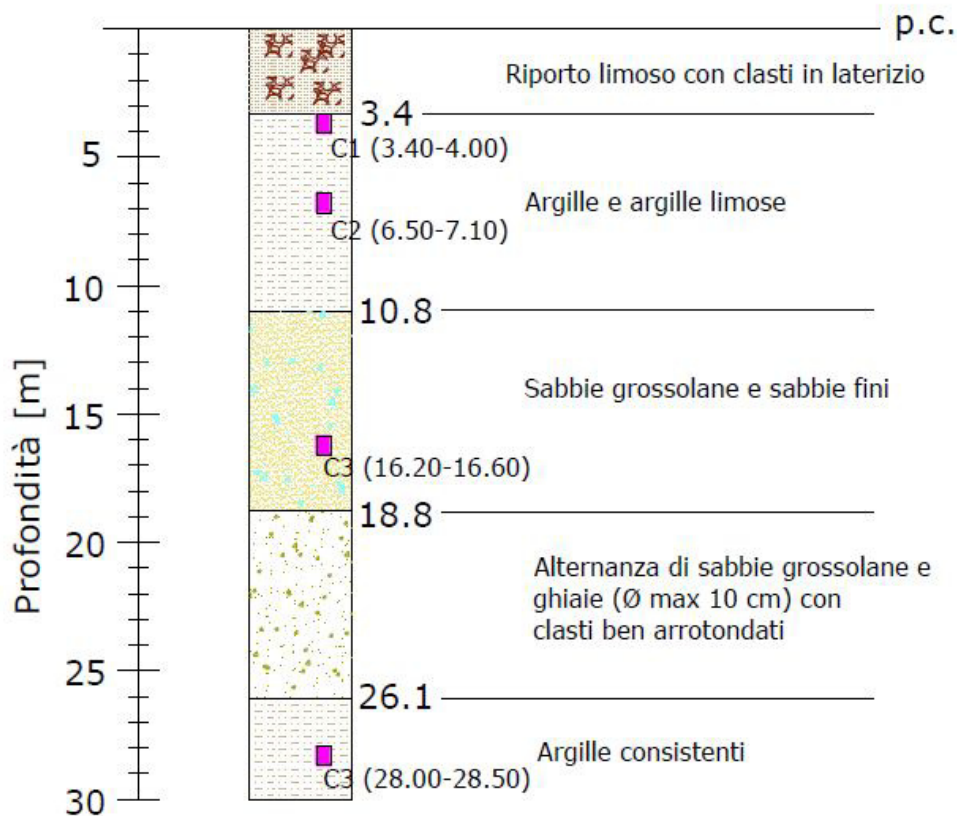


Stralcio Tav. 1.3 “Carta dei dati di base” con l’ubicazione dell’area di interesse

Si riportano di seguito i risultati delle indagini eseguite a corredo del lavoro “Valutazione strutturale dell’edificio di proprietà comunale denominato EX-SERT posto in Piazza XXIV Luglio angolo via dei Neri a Empoli (FI)” – CIG Z90127237F.



SONDAGGIO S1



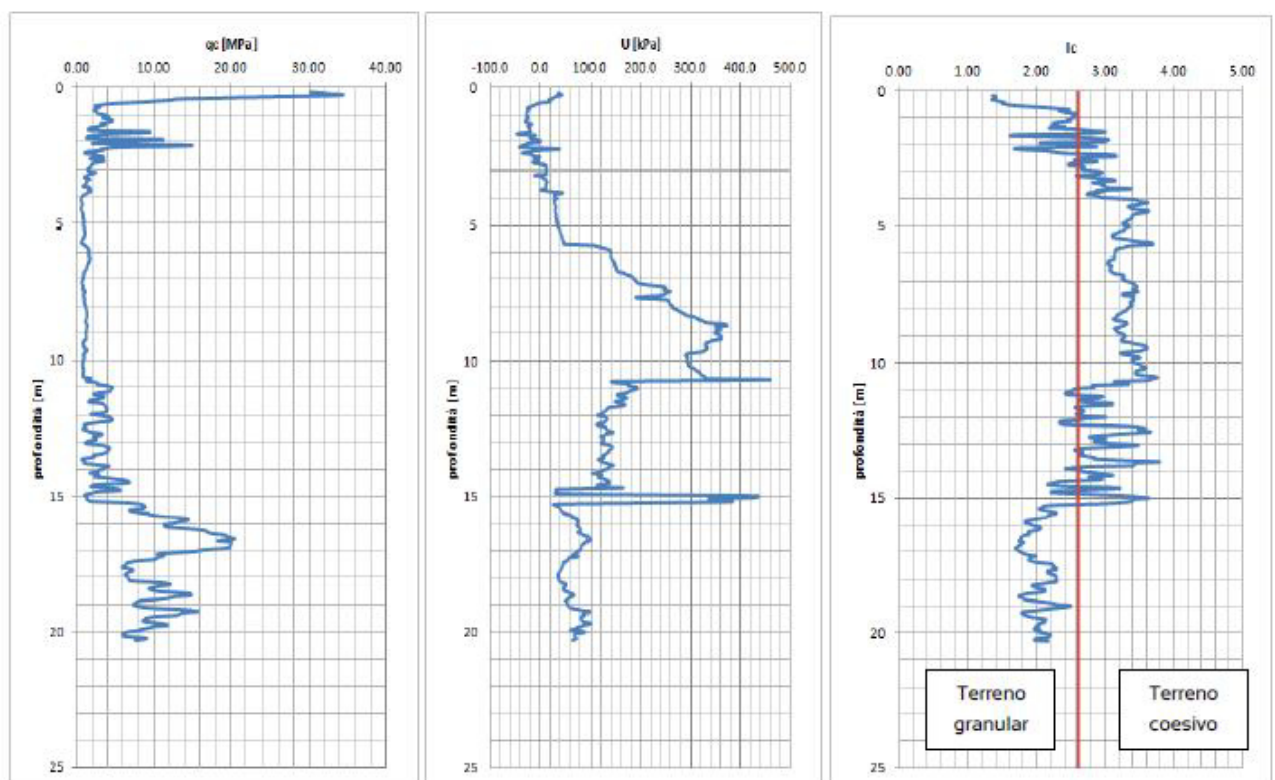
Sondaggio	N° prova SPT	N _{spt}	Tensione verticale efficace [kPa]	(N ₁) ₆₀	Profondità iniziale [m]	Profondità finale [m]
S1	1	28	76	36	4	4.45
	2	15	134.9	17	7.1	7.55
	3	19	215.4	17	12	12.45
	4	32	295.4	25	20	20.45

Dati riassuntivi delle prove SPT eseguite all'interno del foro di sondaggio S1

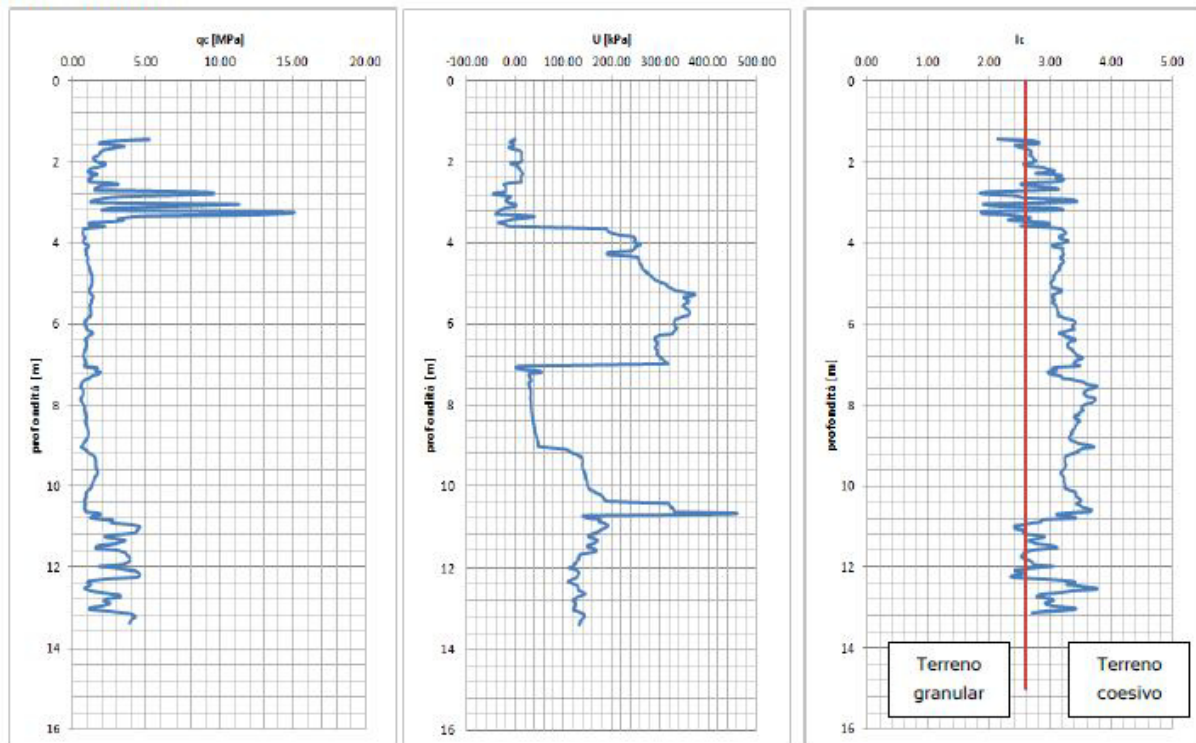
n° prova SPT	N _{spt}	Descrizione terreno	Profondità iniziale [m]	Profondità finale [m]	σ'_{vo} [kPa]	c_u [kPa]	D_r [%]	ϕ' [°]	E [MPa]
1	28	Argille limose	4	4.45	78	123.2			
2	15	Argille limose	7.1	7.55	140	66.0			
3	19	Sabbie fini	12	12.45	214		50	31.2	4.2
4	32	Sabbie grosse e ghiaie	20	20.45	290		59	35.4	11.8

Valori medi dei parametri geotecnici stimati dalle prove SPT

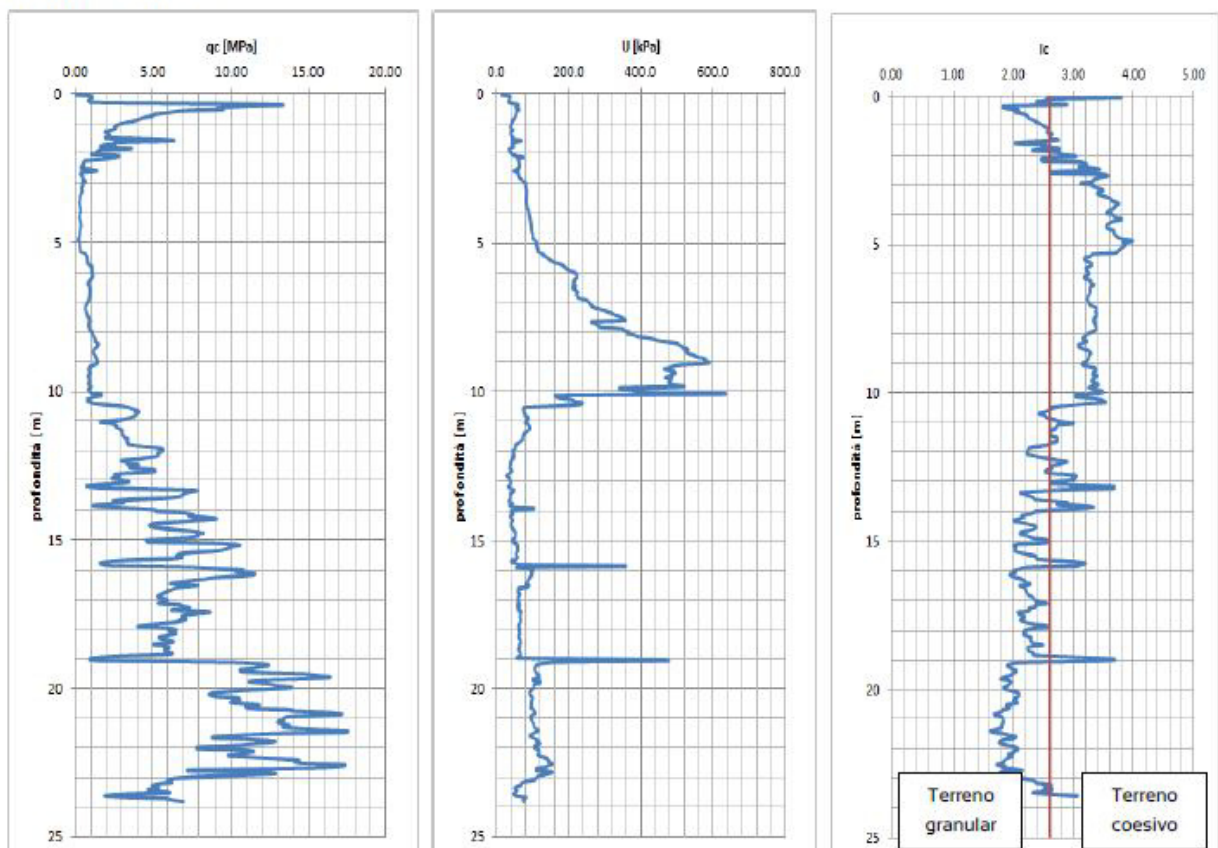
Grafici CPTE I:



Grafici CPTe 2:



Grafici CPTe 3:

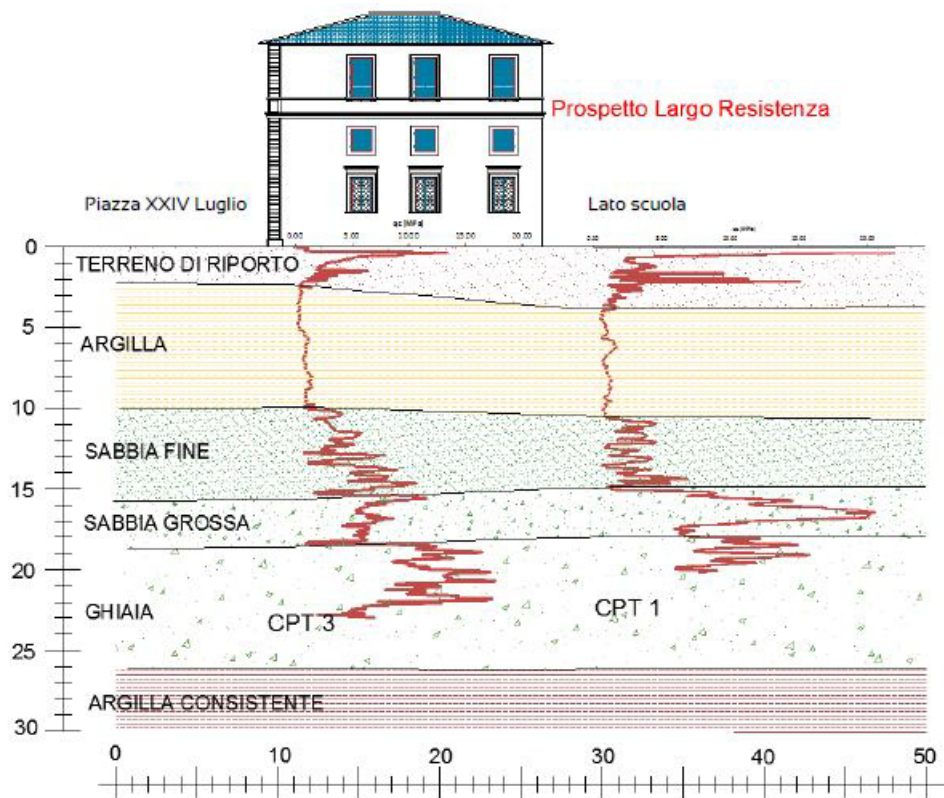


n° prova CPTe	Descrizione terreno	Profondità iniziale [m]	Profondità finale [m]	c_u [kPa]	OCR	Med [MPa]	φ' [°]	Dr [%]	E' [MPa]
1	Riporto	0	3.2						
	Argille limose	3.2	10.8	49.66	2.21	7.37			
	Sabbie fini con limo	10.8	15.2				30.89	41.20	18.74
	Sabbie grosse	15.2	20.3				34.94	61.76	44.60
2	Riporto	0	3.6						
	Argille limose	3.6	10.8	49.35	2.14	7.33			
	Sabbie fini con limo	10.8	13.4				30.43	38.74	16.68
3	Riporto	0	2.2						
	Argille limose	2.2	10.4	37.14	1.73	5.52			
	Sabbie fini con limo	10.4	15.8				32.44	48.17	24.94
	Sabbie grosse	15.8	23.8				33.61	56.26	38.64

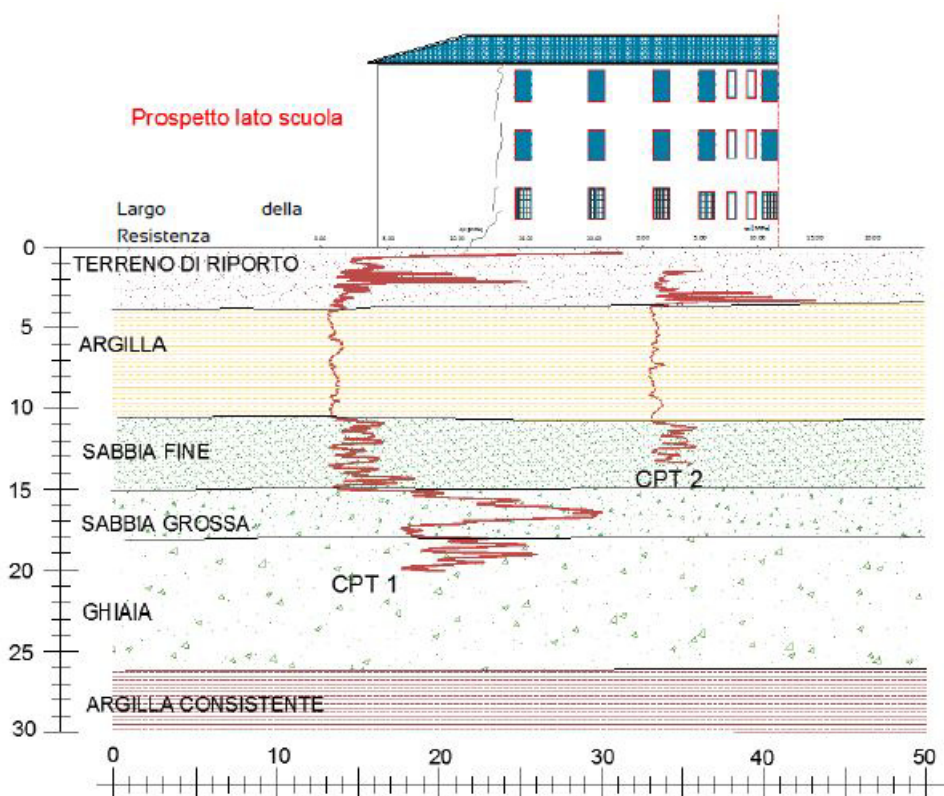
Valori medi dei parametri geotecnici dalle prove CPTe

n° prova CPTe	Descrizione terreno	Profondità iniziale [m]	Profondità finale [m]	c_u [kPa]	OCR	Med [MPa]	φ' [°]	Dr [%]	E' [MPa]
1	Riporto	0	3.2						
	Argille limose	3.2	10.8	32.73	1.00	4.86			
	Sabbie fini con limo	10.8	15.2				29.85	36.61	15.22
	Sabbie grosse	15.2	20.3				32.54	51.12	27.84
2	Riporto	0	3.6						
	Argille limose	3.6	10.8	32.66	1.19	4.85			
	Sabbie fini con limo	10.8	13.4				29.76	36.34	15.41
3	Riporto	0	2.2						
	Argille limose	2.2	10.4	18.59	0.81	2.76			
	Sabbie fini con limo	10.4	15.8				30.73	40.24	17.59
	Sabbie grosse	15.8	23.8				31.37	45.88	24.71

Valori minimi dei parametri geotecnici dalle prove CPTe



Sezione geologica lungo il prospetto Largo della Resistenza



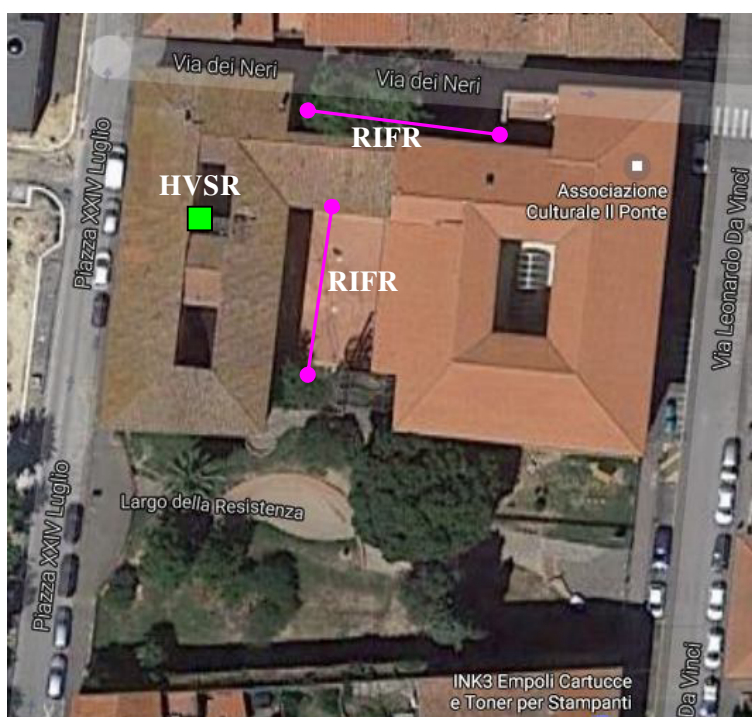
Sezione geologica lungo il prospetto Largo della Resistenza

Il valore di **V_{s,30}** calcolato per la prova con punta sismica è 247 m/s: per i contrasti di velocità presenti e i rapporti stratigrafici individuati la zona in esame rientra nella categoria **C** dei suoli di fondazione (Tab. 3.2.2 N.T.C. 2008).

Per approfondire ulteriormente le conoscenze geologiche dell'area, si è valutato di eseguire le seguenti indagini:

- **N° 2** indagini sismiche a **RIFRAZIONE** (linee fucsia) per valutare gli spessori degli strati sull'intera area;
- **N° 1** prova sismica passiva di tipo **HVSR** (quadrato verde) per la determinazione della frequenza di risonanza di sito.

Ubicazione indagini



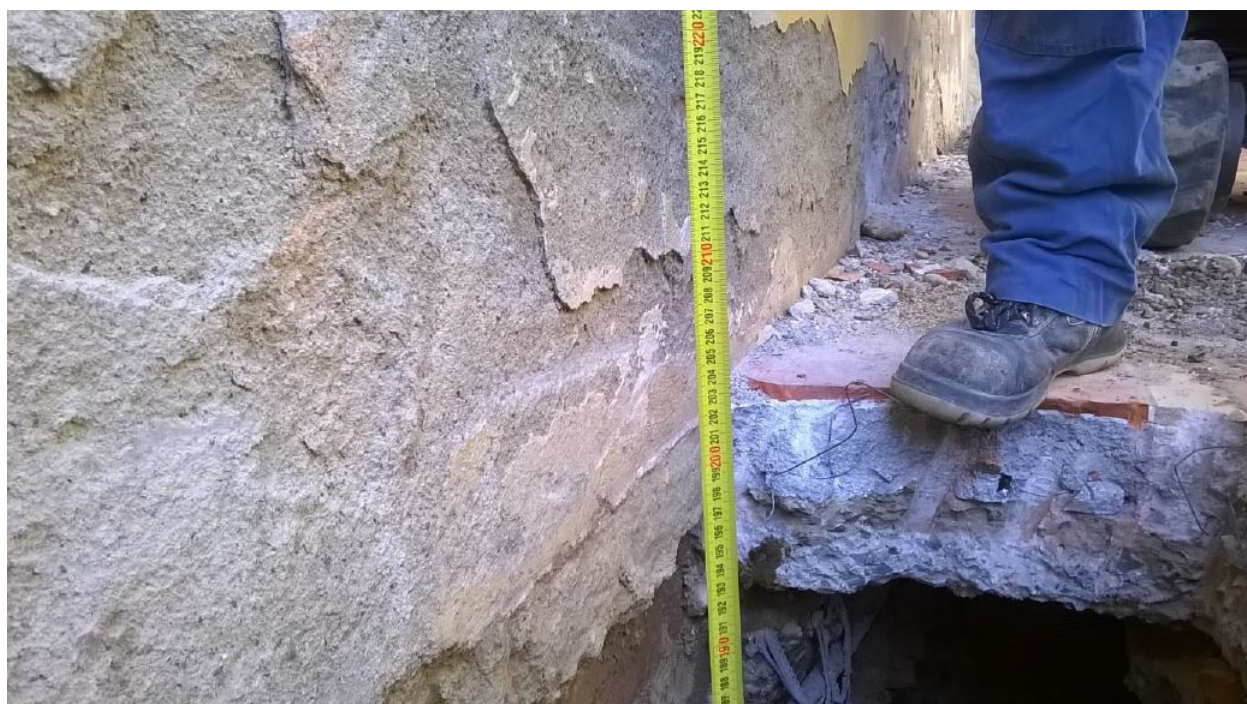
7. VALUTAZIONI ECONOMICHE E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Tutti gli interventi previsti ricadono nella classe di indagine 2. Per quanto riguarda la pericolosità e la fattibilità geologica, sismica ed idraulica, si rimanda alla tabella seguente.

COMPLESSI	PERICOLOSITA'			FATTIBILITA'		
	GEOLOGICA	SISMICA	IDRAULICA	GEOLOGICA	SISMICA	IDRAULICA
San Giuseppe	2	2	2	2	2	2
Agostiniani	2	2	1	2	2	2
Piazza XXIV Luglio (Ex Sert)	2	2	1	2	2	2

Dalla valutazione dei dati geologici pregressi e dal sopralluogo effettuato in data 21/12/2016, è emerso che l'unico edificio a presentare delle criticità è il Complesso di Piazza XXIV Luglio (Ex-Sert) dovute a lesioni strutturali.

Queste sono state causate da cedimenti differenziali dovuti alla differente composizione litologica dei terreni ospitanti le fondazioni sui due lati della struttura (lato Est e lato Ovest), imbasate a -2,0 m di profondità dal p.c. (come dedotto dalla fotografia allegata tratta dalla Relazione Tecnica "Valutazione strutturale dell'edificio di proprietà comunale denominato EX-SERT").



Nel caso si voglia conservare e ristrutturare il complesso esistente sarà necessario prevedere interventi di consolidamento quali la realizzazione di una serie di micropali/pali perimetrali e lungo la corte interna, come proposto nella Relazione Tecnica “Valutazione strutturale dell’edificio di proprietà comunale denominato EX-SERT posto in Piazza XXIV Luglio angolo via dei Neri a Empoli (FI)” (Dicembre 2015), redatta da S2R s.r.l.

Descrizione intervento	Quantità	Unità di misura	Costo unitario	Costo totale [€]
Realizzazione di micropali sul perimetro esterno dell'edificio (72 pali di lunghezza 12 m e ϕ 175mm) e sulla corte interna (16 pali di lunghezza 12 m e ϕ 175mm). Costo comprensivo dell'armatura metallica in tubi di acciaio S355	1056	m	110.00	116,160.00

Dall’interpretazione delle indagini CPTe è possibile dedurre che la soggiacenza della falda freatica sia compresa tra i 10-11 m di profondità dal p.c. esistente.

Allo stato attuale, il Complesso degli Agostiniani ed il Complesso San Giuseppe non presentano evidenze di lesioni strutturali.

Tuttavia si dovrà tenere conto dell’eterogeneità del contesto geologico (presenza di “eteropie di facies”) e dimensionare ciascun intervento sulla base dei parametri geotecnici forniti a livello di Progetto Definitivo/Esecutivo.

Dalla consultazione della “Carta Idrogeologica” - Tav. 1.4 del Piano Strutturale comunale vigente, si osserva che in corrispondenza dei due complessi sopra citati la soggiacenza della falda è mediamente compresa tra i 10-12 m dal piano campagna.

Per quanto riguarda la **sismicità**, il territorio comunale di Empoli ricade in zona sismica 3 ai sensi della Delibera GRT n. 421 del 26/05/2014.

Da precedenti indagini simiche, le velocità di propagazione delle onde di taglio “s” nei primi 30 m di sottosuolo, sono riconducibili alla **categoria C**.

A livello comunale è stata effettuata una microzonazione di 1° livello che ha permesso di definire le aree di interesse appartenenti alle “zone stabili suscettibili di amplificazione sismica: zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio”.

Considerata le dimensioni di ciascuno dei tre complessi, si dovrà porre particolare attenzione alla corretta regimazione delle acque piovane, ipotizzandone il possibile riutilizzo a livello igienico/sanitario.

Inoltre per il riscaldamento e raffrescamento degli edifici si potrebbe valutare la possibilità di realizzare dei pozzi geotermici con pompe di calore e sistema a ciclo aperto (pozzo di estrazione e pozzo di immissione), sfruttando la sottostante falda freatica. I costi di ogni impianto sono molto variabili a seconda della profondità di trivellazione dei pozzi, diametri e pompe di calore installate.

Sulla base di quanto esposto si esprime giudizio favorevole in merito alla fattibilità geologica ed economica degli interventi previsti, previo approfondimento delle indagini geognostiche che saranno eseguite a livello di progetto definitivo.

Poirino, 28/12/2016

Il tecnico incaricato:

Dott. Geol. Burzio Fabrizio

(Ordine dei Geologi del Piemonte n° 697 sez.A)



Collaboratore:

Dott. Geol. Bosco Claudio

(Ordine dei Geologi del Piemonte n° 830 sez.A)

