

COMUNE DI PONTASSIEVE (Provincia di Firenze)

PROGETTO UNITARIO CONVENZIONATO ART.121 L.R. 65/2014 RELATIVO ALL'AMBITO DENOMINATO *PO_08: SIECI - INSEDIAMENTO PRODUTTIVO DEL POI*

COMMITTENTE/I:

- in qualità di proprietà:

MARCHESI FRESCOBALDI SOC. AGRICOLA S.R.L. unipersonale, C.F. e P.IVA 01770300489 sede legale in Via S. Spirito 11 50125 Firenze, sede Amministrativa in Via Aretina 120, 50065 Loc. Sieci, Pontassieve (FI)

Legale rappresentante: Sig. Lamberto Frescobaldi Franceschi Marini

- in qualità di promissario acquirente:

MANUFACTURE DES ACCESSOIRES LOUIS VUITTON S.R.L.- sede legale Via Camillo Benso Conte di Cavour 35 - 30032 Fiesso D'Artico (VE) - REA 363547 - C.F. e P.IVA 07292320962

Legale rappresentante: Sig. Jean-Marie Tizon

Gruppo di progettazione:

DE-SO

10 rue des Bluets - 75011 Paris - t: 01.55.43.97.07 - @: contact@de-so.com

T/E/S/S

7 cité Paradis - 75010 Paris - t: 01 70 36 58 00 - @: lvsp@tess.fr

METROOFFICE Architetti

Via Pisana, 234 - 50143 Florence - t: +39 055 703390 - @: office@metrooffice.it

POLITECNICA

V.le G. Amendola, 6 - 50121 Firenze - t: +39 055 200 1660 - @: info@politecnica.it

MEW Engineering

Via Variano 68 - 47922 Rimini - t: +39 0541 684070 - @: info@meweng.com

ARCHITETTO ANDREA MELI

Via Santo Stefano in Pane 14, 50134, Firenze - t: 055 333082 - @: inland@inland.it

Progettisti incaricati per redazione titoli abilitativi:

Arch. Caterina Biondi

Via Calandrino, 8R - 50133 Firenze - t: +39 347 1250193 - @: caterinabiondi@metrooffice.it

Oggetto:

Relazione Geologica

Scala:

Elaborato:

Revisione:

R.a.01

R01

REV	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	NOTE
00	23/10/25	Politecnica	P. Accolti	C. De Natale	
01	10/02/26	Politecnica	P. Accolti	C. De Natale	



SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	IL PROGETTO	7
3	CAMPAGNA DI INDAGINI	9
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	13
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	16
6	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	22
7	PERICOLOSITA' GEOLOGICA E IDRAULICA	25
8	STRATIGRAFIA E MODELLO GEOLOGICO	30
9	PROVE IN SITU E PROVE DI LABORATORIO.....	35
10	SISMICA	40
11	NOTE CONCLUSIVE.....	56

LISTA DEGLI ALLEGATI

INDAGINI GEOGNOSTICHE:

- PROVE IN SITU CAMPAGNA 2022
- GEOFISICA CAMPAGNA 2022
- PROVE DI LABORATORIO CAMPAGNA 2022
- INDAGINI INTEGRATIVE CAMPAGNA 2023

1 PREMESSA

La presente Relazione Geologica è parte integrante degli elaborati del Progetto per la realizzazione del nuovo stabilimento Louis Vuitton nel comune di Pontassieve, loc. Sieci.

L'intervento ricade in classe di indagine 4 secondo le definizioni di cui alle linee-guida All. A del DPGR1/R 2022: "riferita ad opere di volume totale superiore a 6000 metri cubi o, in ogni caso, sempre per opere di volume, se l'altezza in gronda è superiore a venti metri. Nell'ambito di tale classe, sono effettuate le seguenti indagini:

a) Per la determinazione dell'azione sismica, una campagna d'indagine sismica di superficie, ai sensi di quanto definito al paragrafo 2, punto 2, lettera b) e la realizzazione di una prova geofisica nel foro di sondaggio o, alternativamente, una prova penetrometrica statica con cono sismico (ad esempio SCPTU), per terreni scarsamente consistenti;

b) Per la parametrizzazione del volume geotecnico significativo, ai sensi di quanto definito al paragrafo 2, punto 2, lettere a) e c), almeno 3 verticali di indagine di cui una è rappresentata da un sondaggio geognostico a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati su cui realizzare idonee prove sulle terre e sulle rocce presso laboratori compresi nell'elenco di cui al servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici. Nel caso in cui la litologia non permetta di prelevare campioni indisturbati, sono eseguite almeno prove penetrometriche in foro di tipo SPT. In presenza di problematiche di versante sono altresì prodotte verifiche di stabilità del pendio e del complesso operapendio. Sono da prevedere anche misure piezometriche della falda. All'interno del foro di sondaggio, è eseguita una prova geofisica in foro per la caratterizzazione di almeno 30 metri di profondità o comunque di una profondità di indagine idonea a caratterizzare i terreni posti al di sopra del bedrock sismico se posto ad una profondità inferiore a m 30, o alternativamente, prova penetrometrica statica con cono sismico (ad esempio SCPTU), per terreni scarsamente consistenti, per la caratterizzazione di almeno 30 metri di profondità.

Per interventi ricadenti nella presente classe d'indagine, salvo che essi ricadano in comuni classificati in zona sismica 4, e per le aree classificate dallo strumento urbanistico in classe di pericolosità sismica medio-elevata (S3) per motivi connessi all'elevata amplificazione sismica, la valutazione dell'azione sismica è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (ai sensi della normativa tecnica emanata in attuazione dell'articolo 83 del d.p.r.380/2001). In tali casi è necessaria una adeguata ricostruzione sismostratigrafica del sito per uno spessore compreso dal piano di posa delle fondazioni fino al substrato sismico. L'analisi di risposta sismica locale è effettuata in assetto monodimensionale o bidimensionale, a seconda dell'assetto sepolto e morfologico del sito, come meglio descritto dalla normativa tecnica di riferimento emanata in attuazione dell'articolo 83 del d.p.r.380/2001. In alternativa, tali analisi possono condurre, mediante confronto, ad una cautelativa identificazione dello spettro di categoria di sottosuolo, purché esso comprenda interamente lo spettro ricavato dall'analisi di risposta sismica locale, nell'ambito dei periodi di interesse della struttura. Modalità di realizzazione e rappresentazione delle analisi di risposta sismica locale sono consultabili nel documento "Indicazioni sulla realizzazione e rappresentazione delle analisi di risposta sismica locale per la progettazione in Regione Toscana" redatto dal Settore Sismica della Regione Toscana e reperibile sul portale WEB regionale dedicato Per interventi che ricadono in comuni classificati in zona sismica 4 non e' obbligatoria la

realizzazione della prova geofisica in foro e può essere sufficiente una campagna d'indagine sismica di superficie ai sensi del punto 1.4 lett. a).”

La norma inoltre cita:

3. Per gli interventi aventi ad oggetto opere a carattere strategico o rilevante, ricadenti in classe di indagine 3 o 4 (fatta eccezione per quelli che ricadano in comuni classificati in zona sismica 4) e collocati nelle aree classificate dallo strumento urbanistico in classe di pericolosità sismica medio elevata (S3) per motivi connessi all'elevata amplificazione sismica, la valutazione dell'azione sismica è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (ai sensi della normativa tecnica di riferimento, emanata in attuazione dell'articolo 83 del d.p.r.380/2001) secondo quanto definito al precedente punto 1.

Nel contesto della Relazione saranno illustrate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e macrosismiche dell'area di progetto. Saranno altresì illustrati e commentati i risultati della campagna di indagini geognostiche e geofisiche eseguita nell'area stessa e sarà esposto il modello geologico di progetto.

Per la caratterizzazione sismica di progetto è stata eseguita un'analisi della Risposta Sismica Locale (RSL), da cui è stato ricavato lo spettro di progetto.

Il quadro conoscitivo deriva dalla consultazione del seguente materiale:

- Carta Geologica Regionale (CARG) sezione 276010
<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html>
- DB Geologico Regionale <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geologia.html> è lo strumento più aggiornato sia in termini di nomenclatura delle formazioni che nella mappatura e legenda delle litologie
- DB Geomorfologico Regionale <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geomorfologia.html>
- DB Pedologico Regionale <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pedologia.html>
- Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) <https://www.progettoiffi.isprambiente.it/>
- PAI del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale
https://www.appenninoseptentrionale.it/itc/?page_id=3487
- PGRA del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale
https://www.appenninoseptentrionale.it/itc/?page_id=2910
- Elaborati geologici del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico del Comune di Pontassieve. <https://www.uc-valdarnoevaldisieve.fi.it/psi-approvato-elaborati-cartografici>
- Studio di Microzonazione Sismica per il Comune di Pontassieve

Normativa di riferimento:

- **Decreto Ministeriale 17.01.2018** Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni
- **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti** Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Circolare 21 Gennaio 2019

-
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n°36 del 27.07.2007
 - **Eurocodice8 (1998) Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture** Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
 - **Eurocodice 7.1 (2005)** Progettazione tecnica parte1
 - **Eurocodice 7.2 (2002)** Progettazione geotecnica – Parte 2: progettazione assistita da prove geotecniche.
 - **Eurocodice 7.3 (2002)** Progettazione geotecnica – Parte 2
 - **L.R. 24/07/2018 N. 41** “Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d’acqua in attuazione del Dlgs 23/02/2010n 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla L.R. 80/2015 e alla L.R. 65/2014”.
 - **D.P.G.R. n. 1/R del 19/01/2022** “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 dell’attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.”
 - **DGR n. 878 del 8 ottobre 2012** “Aggiornamento della classificazione sismica Regionale in attuazione dell’OPCM 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008 – Revoca della DGRT 431/2006”
 - **DPGR n. 58/R 22/10/2012** “Regolamento di attuazione dell’articolo 117, comma 2, lettera g) della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio). Verifiche nelle zone a bassa sismicità. Determinazione del campione da assoggettare a verifica
 - **DGR n. 421 del 26/05/2014** “Aggiornamento dell’Allegato 1 e dell’allegato 2 della DGR n. 878 dell’8 Ottobre 2012 recante “Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell’O.P.C.M. 3519 /2006 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008 - Revoca della DGRT 431/2006" e cessazione di efficacia dell'elenco dei Comuni a Maggior Rischio Sismico della Toscana (DGRT 841/2007)
 - **PGRA e PAI Distretto Idrografico dell’Appennino Settentrionale**
 - **S.U. del Comune di Pontassieve**

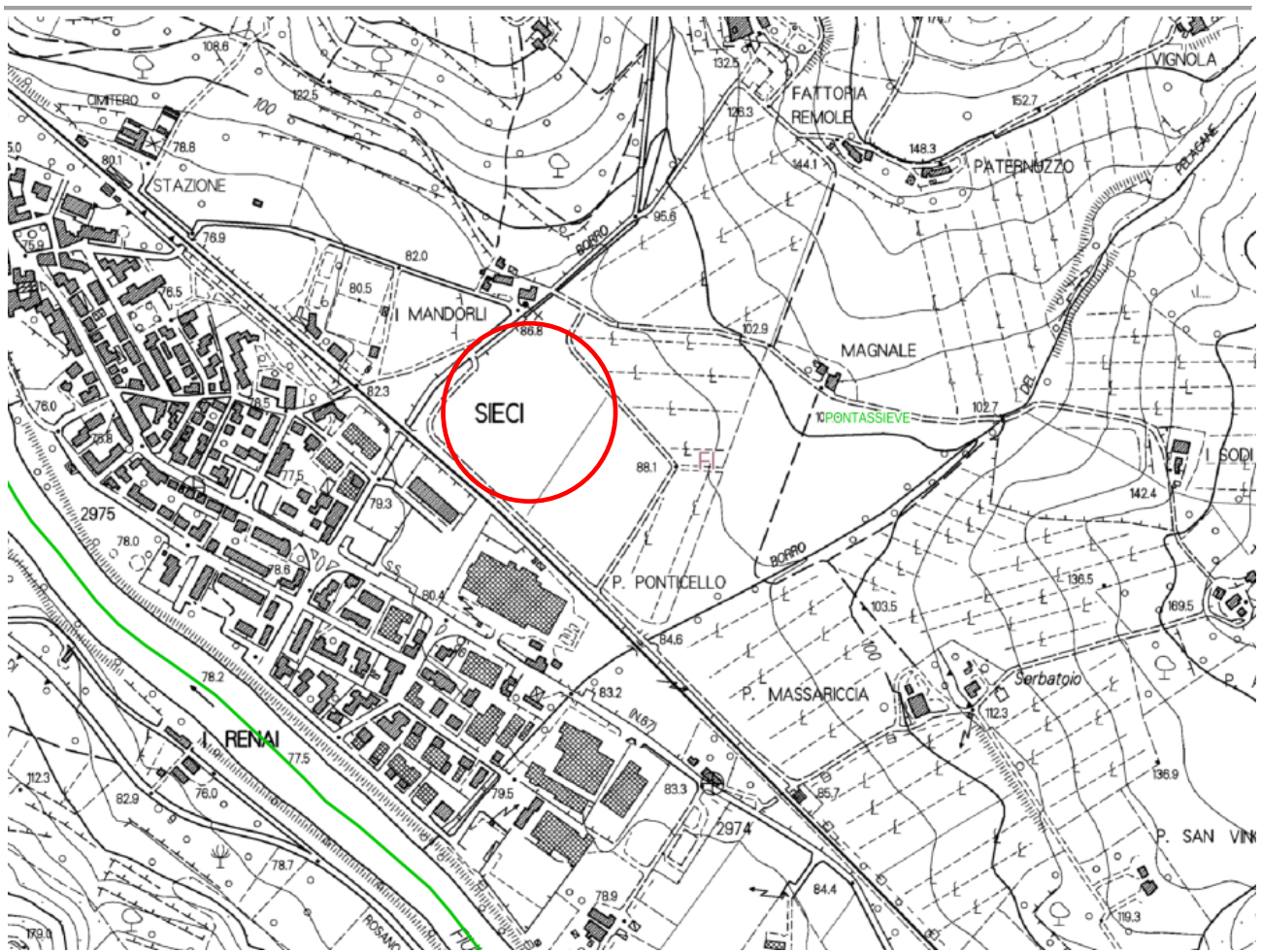


Fig. 1.1. Ubicazione dell'area. CTR Regione Toscana sezione 276010

2 IL PROGETTO

Il lotto interessato dalla trasformazione si trova in una posizione di cerniera tra il tessuto urbanizzato e quello agricolo: il progetto si farà quindi carico di svolgere la transizione tra città e campagna e adotterà misure di integrazione al contesto circostante e di mitigazione paesaggistica.

I diversi spazi del nuovo fabbricato saranno orientati secondo le principali direttrici urbanistiche individuate e dimensionati in coerenza con gli edifici adiacenti.

In particolare, sarà adottata la scelta di frammentare l'edificio ai fini di rompere la scala industriale: i volumi destinati alla produzione giaceranno sullo stesso asse urbano che orienta gli stabilimenti industriali a sud della stazione, mentre la struttura che ospiterà l'ingresso e gli spazi comuni sarà disposta secondo l'asse stradale più di prossimità, quello che cinge il lotto e che conduce alla stazione ferroviaria.

Per quanto riguarda i dimensionamenti, i volumi di maggiore entità saranno limitati alla sola zona produttiva e saranno percepiti in secondo piano dalle strade pubbliche circostanti; gli spazi accessori saranno invece ospitati in volumi di scala inferiore e più prossimi ai limiti del lotto, in modo tale da integrarsi all'edificio adiacente e di limitare le altezze dei fabbricati posti in continuità con lo spazio pubblico o agricolo.

Su tutte le aree permeabili del lotto saranno adottate opere di mitigazione paesaggistica, in modo tale da utilizzare la vegetazione e la topografia come mezzi per nascondere il nuovo edificio ma anche per proteggere la biodiversità, evitare le isole di calore e reintegrare gli elementi tipici del linguaggio paesaggistico toscano.

Il progetto ha l'ambizione di essere un esempio di costruzione a basso impatto ambientale.

Per quanto riguarda le scelte materiche, l'obiettivo è quello di utilizzare materiali il più possibile locali e di prediligere la prefabbricazione ai fini di ridurre le emissioni legate alle fasi di trasporto e di costruzione.

L'attenzione all'ambiente sarà infatti posta già in fase di realizzazione dell'edificio, in quanto l'utilizzo di elementi prefabbricati permetterà un assemblaggio rapido e a secco dei vari componenti ed una riduzione sostanziale dei tempi di cantiere. La progettazione terrà in conto anche dei movimenti del terreno e mirerà ad avere un equilibrio tra sterri e rinterri, cercando di riutilizzare in situ la terra scavata.

L'intera struttura è concepita in modo tale da ridurre al massimo l'impronta carbonio dei materiali, privilegiando laddove possibile l'utilizzo del legno, caratterizzato da basse emissioni in tutte le fasi di vita (estrazione, lavorazione, trasporto e smaltimento).

La restante parte delle strutture sarà realizzata in acciaio, un materiale che potenzialmente può essere riciclato all'infinito senza perdere le proprie proprietà.

L'utilizzo di calcestruzzo sarà limitato alle sole zone in cui è necessaria una resistenza al fuoco maggiore, come la cucina, ma saranno comunque privilegiati anche in questi casi dei componenti prefabbricati.

Una buona parte delle facciate, soprattutto delle zone produttive, sarà vetrata per garantire il confort visivo degli utilizzatori. Per ovviare alle problematiche legate al surriscaldamento sarà prevista una copertura a

sbalzo che garantirà una forte riduzione degli apporti solari. L'edificio sarà inoltre dotato di un sistema di brise-soleil per filtrare i raggi del sole sulle facciate esposte ad est e ovest.

Anche il progetto degli impianti energetici mira alla riduzione delle emissioni di CO2 generate dal processo produttivo e dall'uso dell'edificio.

Per quanto riguarda l'energia elettrica, un sistema di pannelli fotovoltaici è previsto su tutta la copertura del fabbricato

3 CAMPAGNA DI INDAGINI

Campagna 2022 - IGETECMA

Ai fini della caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e sismica e della realizzazione del modello geologico di progetto è stata eseguita nel mese di Ottobre 2022 una campagna di indagini geognostiche e geofisiche nell'area di progetto. Le indagini, eseguite dalla Ditta Igetecma SNC di Montelupo Fiorentino, sono consistite in:

- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 30m da p.c. e condizionato con piezometro Norton
- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 32m da p.c. e condizionato con tubo in PVC per prova geofisica in foro (down-hole)
- n. 18 prove SPT in foro
- n. 8 prove penetrometriche DPSH
- prelievo di n. 2 campioni indisturbati e n. 2 campioni rimaneggiati
- n. 6 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc a carico variabile
- n. 4 prove di permeabilità in pozzetto
- n. 1 sismica down-hole
- n. 1 sismica MASW
- n. 1 misura HVSR
- prove di laboratorio sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi

Nella seguente Tab. 3.1 sono riepilogate le caratteristiche dei sondaggi:

SONDAGGIO	PROF. RAGGIUNTA m da p.c.	CAMPIONI n./prof. m da p.c.	PROVE SPT n./prof. m da p.c.	PROVE LEFRANC n./prof. m da p.c.	CONDIZIONAMENTO
S1_PZ	30,00	CI1/2,50-2,80 CI2/6,00-6,50 CR1/14,50-15,00 CR2/19,50-20,00	SPT1/3,00 SPT2/6,50 SPT3/9,00 SPT4/12,00 SPT5/14,50 SPT6/18,00 SPT7/21,00 SPT8/24,00 SPT9/27,00	LEF1/2,50-3,00 LEF2/5,00-6,00 LEF3/9,50-11,00	PIEZOMETRO T.A.
S2_DH	32,00	CI1/4,30-4,70 CI2/7,50-8,00 CR1/14,00-14,40 CR2/18,50-19,00	SPT1/3,00 SPT2/6,00 SPT3/9,50 SPT4/12,50 SPT5/15,00 SPT6/18,00 SPT7/21,00 SPT8/24,00 SPT9/27,00	LEF1/2,00-3,00 LEF2/5,00-6,00 LEF3/9,50-11,00	TUBO PVC SPESSORATO PER PROVA DH

Tab. 3.1 Caratteristiche dei sondaggi

Nella seguente Tab. 3.2 sono illustrate le caratteristiche delle prove penetrometriche

PROVA N.	TIPO PROVA	PROF. RAGGIUNTA m da p.c.	NOTE
DPSH1	DINAMICA	11,40	
DPSH2	DINAMICA	9,40	
DPSH3	DINAMICA	13,00	
DPSH4	DINAMICA	9,00	
DPSH5	DINAMICA	12,40	
DPSH6	DINAMICA	9,40	
DPSH7	DINAMICA	11,60	
DPSH8	DINAMICA	10,40	

Tab. 3.2. Caratteristiche delle prove penetrometriche

La tabella 3.3 riporta la sintesi delle prove di laboratorio eseguite sui campioni

SONDAGGIO	CAMPIONE/prof. m da p.c.	Wn	γ	γ_s	ATTERBERG	GRAN	ELL	TAGLIO CD	EDO
S1_PZ	CI1/2,50-2,80								
	CI2/6,00-6,50								
	CR1/14,50-15,00								
	CR2/19,50-20,00								
S2_DH	CI1/4,20-4,70								
	CI2/7,50-8,00								
	CR1/14,00-14,40								
	CR2/18,50-19,00								

Tab. 3.3. Prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nei sondaggi

I punti di indagine sono ubicati come da Fig. 3.1.



Fig. 3.1. Ubicazione indagini. Campagna 2022

Campagna 2023

A seguito di una variazione nel layout dei fabbricati, il grado di conoscenza del sito è stato implementato mediante l'esecuzione di una campagna di indagini integrative condotta nel mese di Ottobre 2023 da parte della Geolog. s.r.l. di Ravenna

La campagna di indagini è consistita in n. 6 prove penetrometriche statiche (CPTU) eseguite fino al rifiuto strumentale. Le caratteristiche delle prove sono riportate nella seguente Tab. 3.4..

N. PROVA	PROF. RAGGIUNTA m da p.c.	NOTE
CPTU1	9,70	
CPTU2	9,48	
CPTU3	10,31	
CPTU4	10,10	
CPTU5	11,04	
CPTU6	9,92	

Tab. 3.4. Caratteristiche delle prove CPTU eseguite nella campagna 2023.

L'ubicazione delle prove è riportata nella seguente Fig. 3.2



Fig. 3.2. Ubicazione delle prove. Campagna di indagini 2023

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area di progetto è collocata ad una quote comprese tra 88,9 e 81,6m.s.l.m. in loc. Sieci, ed è delimitata a S da una viabilità vicinale che costeggia la ferrovia Firenze-Roma (linea ordinaria), a N da via dello Stracchino, ad E da un vigneto ed a O da una viabilità comunale.

Si tratta di un'area caratterizzata da un debole gradiente di pendenza verso SW (mediamente 2%) che a livello generale è inquadrabile nel contesto della pianura alluvionale terrazzata del F. Arno. In realtà l'area è caratterizzata da una porzione lievemente più acclive che si estende da N fino a metà dell'area stessa in cui la pendenza è circa del 3% ed una porzione subpianeggiante (pendenza 1%) estesa fino alla strada vicinale che costeggia la ferrovia. Tale conformazione riconfigura il collocamento morfologico dell'area di progetto che si trova dunque compresa tra il limite settentrionale di un terrazzo alluvionale del F. Arno e una fascia di raccordo tra la collina e la pianura in senso stretto che corrisponde ad una fascia di conoide costituita dalla coalescenza delle conoidi del Borro della Ragnaia e dal Borro del Pelacane. Allo scopo di rendere evidente questa situazione, in Fig. 4.1 è riportata una immagine dell'area da Google Earth con punto di vista da W verso E e con un fattore di esagerazione verticale pari a 3 per meglio visualizzare la differenza di pendenza tra le due porzioni dell'area.



Fig. 4.1. Inquadramento morfologico generale

La Carta Geomorfologica del Piano Strutturale Intercomunale, mostra graficamente la posizione della conoide e non riporta, per l'area di progetto, la presenza di elementi geomorfologici tali da rappresentare una criticità ai fini progettuali (Fig. 4.2).

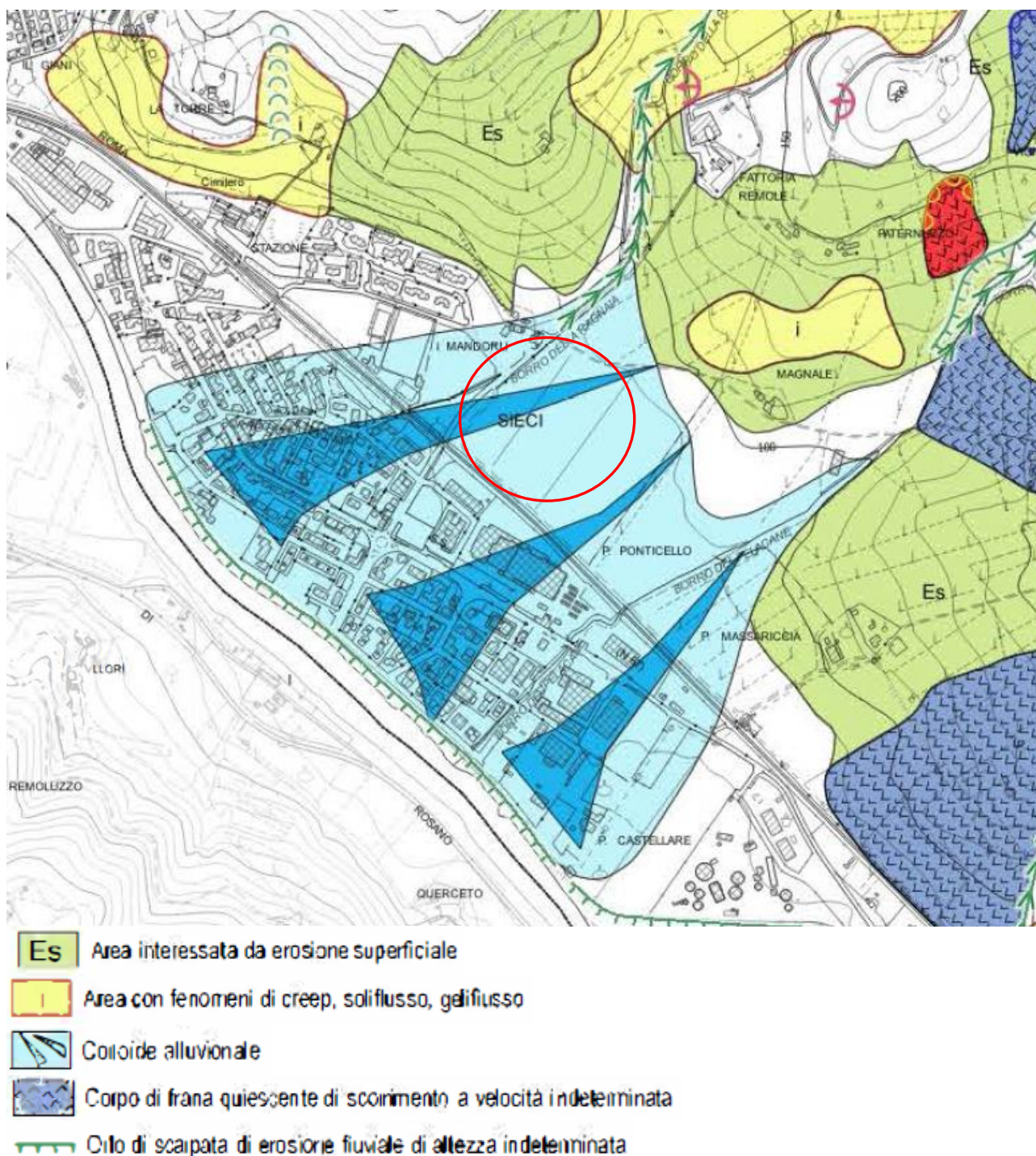
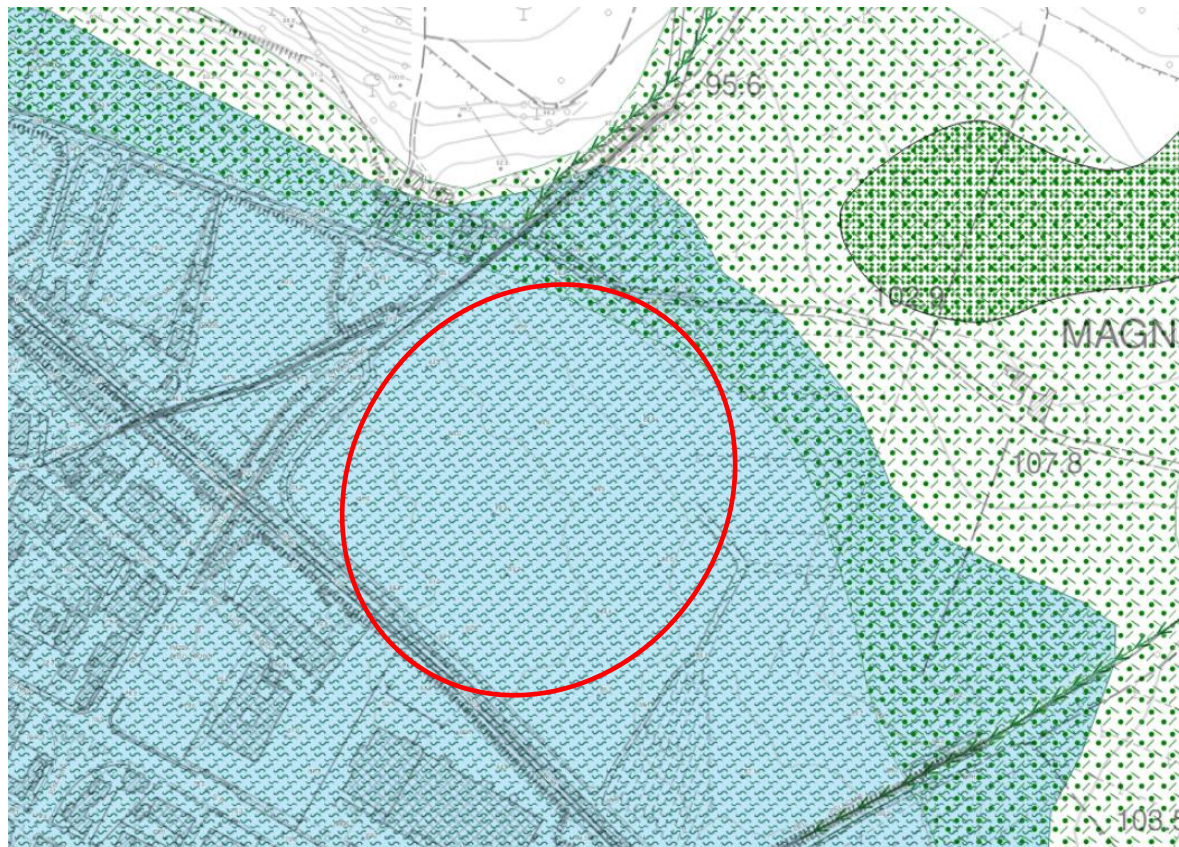


Fig. 4.2. Carta Geomorfologica. Piano Strutturale Intercomunale.




La cartografia del DB Geomorfologico regionale consultabile sul sito <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geomorfologia.html>, conferma quanto sopra esposto

mettendo in evidenza la presenza di depositi eluvio-colluviali nella porzione a monte e di depositi alluvionali inattivi nella porzione a valle (Fig. 4.3).



L'area è classificabile come stabile dal punto di vista geomorfologico.



FL - Forme Lineari

-  Solco erosivo di ruscellamento concentrato (gully erosion)
-  Orlo di scarpata di erosione - altezza indeterminata
-  Orlo di scarpata antropica - altezza indeterminata

FI - Frane IFFI

-  Scivolamento rotazionale/traslativo
-  Aree soggette a frane superficiali diffuse

FA - Forme Areali

DS - Depositi Superficiali




-  Deposito alluvionale Attivo Ghiaie
-  Deposito alluvionale Inattivo Limi inorganici
-  Deposito eluvio-colluviale

Fig. 4.3. DB Geomorfologico regionale. <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geomorfologia.html>

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio in cui ricade l'area di progetto ricade nella fascia centrale della catena orogenica dell'Appennino settentrionale, parte integrante della fascia di deformazione perimediterranea sviluppatasi prevalentemente in tempi neogenici e costituita da una struttura complessa di falde e thrust formatasi in relazione a più fasi tettoniche.

Queste sono legate agli eventi verificatisi a partire dal Cretaceo superiore in seguito alla completa chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese ed alla successiva collisione continentale tra la placca europea e quella adriatica (BOCCALETTI & COLI, 1983). In tale contesto si distinguono una fase oceanica ed una fase ensialica (BOCCALETTI et alii, 1980; TREVES, 1984; PRINCIPI & TREVES, 1984). La fase oceanica inizia al limite tra il Cretaceo inferiore ed il Cretaceo superiore, e termina nell'Eocene medio con la completa chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese. Durante questa fase si forma un prisma d'accrezione costruito dall'impilamento per sottoscorrimento verso W delle coperture oceaniche e di parte del loro basamento, che andranno così a costituire le cosiddette Unità Liguri.

Segue, nell'Eocene medio-superiore, la collisione tra il margine continentale europeo (Sardo-corso) e quello adriatico che dà inizio alla fase intracontinentale dell'orogenesi appenninica. In questa fase si ha lo sviluppo di una tettonica a thrust e falde con sottoscorrimento verso W dell'Unità Toscane, prima, e di quelle Umbro-Marchigiane poi, sotto le unità precedentemente impilate (Figg. 5.1.-5.2.). Fenomeni gravitativi e di retroscorrimento, anche importanti, accompagnano in superficie questa strutturazione crostale. In questa fase il fronte compressivo, che migra verso E, è seguito, a partire dal Miocene medio, da un fronte distensivo, legato alla distensione crostale che ha portato all'apertura del Bacino Tirrenico. Attualmente i due regimi tettonici diversi coesistono in due fasce contigue della catena: nel versante tirrenico è attivo il regime distensivo, in quello adriatico quello compressivo.

Da un punto di vista regionale questa complessa storia tettonica ha portato prima (Cretaceo superiore-Eocene) allo sradicamento delle Unità Liguri dal loro substrato oceanico e al loro appilamento su se stesse secondo un ordine tettonico-geometrico che vede in alto le unità più interne e in basso le più esterne, tra cui ricordiamo l'Unità della Calvana. Tutto questo complesso di Unità Liguri sovrasta tettonicamente l'Unità di Canetolo (Eocene-Oligocene) attribuita a una zona di transizione con il margine continentale adriatico.

Successivamente, dopo la messa in posto della Falda Toscana (Dominio Toscano interno), avvenuta nel Miocene medio-superiore, sopra la più esterna Unità Cervarola-Falterona, le Unità Liguri si sono rimosse, per mettersi in posto prima sopra la Falda Toscana, e poi sopra l'Unità Cervarola-Falterona già sovrascorsa verso E (Tortoniano) sulla Marnoso arenacea del Dominio Umbro-Marchigiano.

A seguito della loro prima messa in posto, i principali accavallamenti sono stati rimobilizzati e riattivati secondo sovrascorrimenti minori interni alle varie unità, dando localmente geometrie molto complesse con sovrascorrimenti precedentemente tagliati e ripiegati da quelli successivi. Tali fasi compressive sono riferibili principalmente al Messiniano, al Pliocene inferiore e nei settori più esterni al Pliocene superiore.

Nel frattempo erano cominciati nelle aree più occidentali i movimenti disgiuntivi che hanno portato, attraverso una serie di faglie normali principali immergenti verso W, allo smembramento della catena a falde, precedentemente costituita, con lo sviluppo di depressioni tettoniche a semi graben (bacini intermontani) sempre più giovani da W verso E (Fig. 5.3.), tra cui ricordiamo il bacino del Valdarno

superiore, sviluppatosi a partire dal Pliocene superiore, e i bacini di Firenze-Pistoia, del Mugello e del Casentino, attivi dal Pleistocene inferiore.

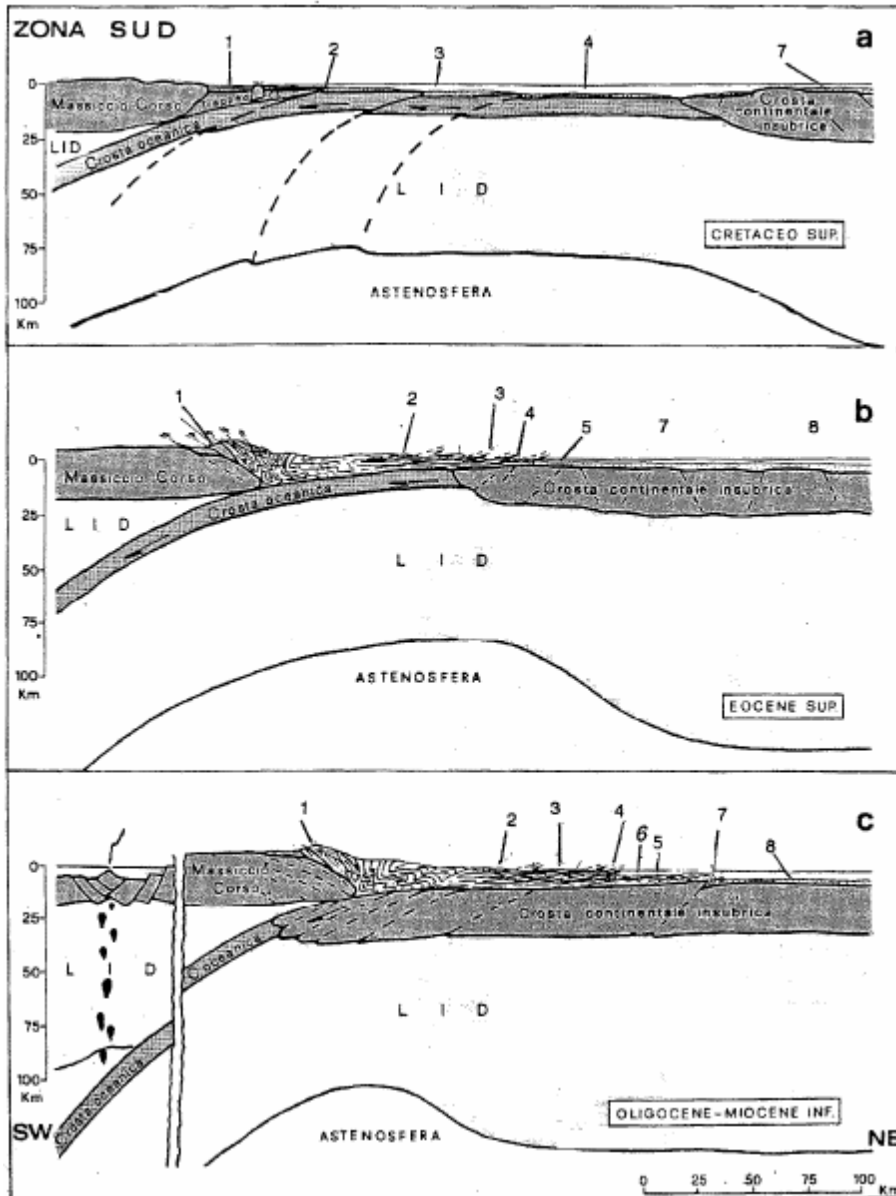


Fig. 5.1. Schema dell'evoluzione orogenica dell'Appennino Settentrionale dal Cretaceo superiore al Miocene inferiore. 1=Unità corse; 2=Unità del Vara; 3=Unità del Trebbia; 4=Unità della Calvana; 5=Complesso di Canetolo; 6=Successioni Epiliguri; 7 =Dominio Toscano; 8 =Dominio Umbro-Romagnolo (da PRINCIPI & TREVES, 1984, semplificato).

appenninica, oppure se siano legate a costipamento laterale causato da repentini approfondimenti dei bacini in concomitanza con pulsazioni estensive maggiormente pronunciate legate alle maggiori compressioni nella zona esterna della catena.

A livello locale la Carta Geologica Regionale, sezione 276010 (Fig. 5.4) mostra che l'area di progetto è impostata interamente su terreni appartenenti ai depositi alluvionali terrazzati (**b1-n**-Olocene); il limite con i depositi eluvio-colluviali (**b2a** - Olocene) è collocato a monte di via dello Stracchino. La cartografia mostra altresì che il substrato in posto è costituito da una formazione delle Unità Tettoniche Liguri appartenente all'Unità Tettonica Morello e rappresentata dalla Formazione di Sillano (**SIL** - Cretaceo sup. Eocene inf.) su cui poggiano in discordanza i depositi alluvionali ed eluvio colluviali. **La situazione locale è in realtà leggermente differente, come verrà documentato più avanti nel capitolo dedicato alla stratigrafia.** I sondaggi eseguiti hanno infatti fatto rilevare che il substrato è costituito da argilliti rossastre che sono state attribuite alla Formazione di Vallina (**VAL** - Cretaceo sup. - Eocene), sempre appartenente all'Unità Tettonica Morello.

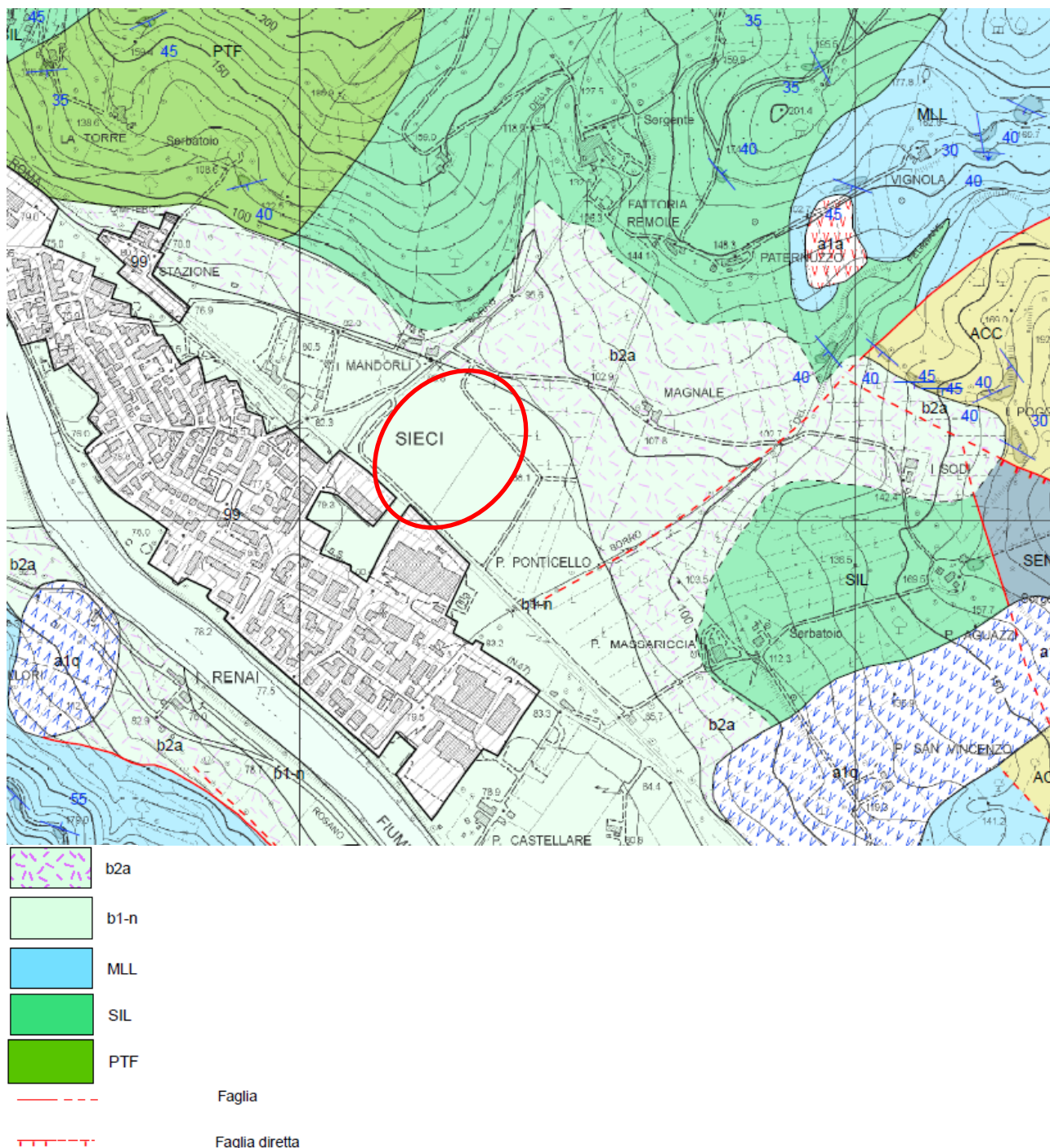


Fig. 5.4. Estratto da Carta Geologica Regionale (CARG), sezione 276010.

Le caratteristiche litologico-stratigrafiche dei litotipi caratterizzanti l'area di progetto sono le seguenti:

Depositi eluvio-colluviali (b2_a - Olocene). Genericamente costituiti da sabbie, limi e ghiaie.

Depositi alluvionali terrazzati (b1-n Olocene). Sono costituiti da sabbie, limi e ghiaie in matrice, con rapporti stratigrafici marcatamente eteropici.

Formazione di Sillano (SIL Cretaceo Sup.-Eocene inf.). Si tratta di argilliti, più o meno siltose scure o variegata, intercalate con calcari marnosi micritici di colore grigio-verde e marrone, marne marroni e grigie, calcareniti, arenarie calcarifere grigio scure tipo "Pietraforte".

Nella facies più comune le argilliti sono prevalenti e inglobano strati, in genere sottili, degli altri tipi litologici. Altre facies abbastanza diffuse sono formate da una maggiore quantità di arenarie, fittamente interstratificate con argilliti grigie con o senza rare intercalazioni di calcari marnosi e marne. La Formazione di Sillano rappresenta la base della Formazione di Monte Morello ("Alberese"); data però la condizione tettonica generale, in certe aree può risultare ridotta in spessore o non essere presente al di sotto di quest'ultima. Il passaggio alla superiore Formazione di Monte Morello può presentarsi sia brusco oppure graduale mediante alternanza.

Può, inoltre, presentare variazioni laterali di litologia con aumento della componente argillitica, oppure aumento, fino alla prevalenza, della componente arenacea. La porzione basale è solitamente caoticizzata ed i termini litoidi si ritrovano spezzettati e immersi in una massa argillitica.

Data la natura prevalentemente argillitica di questa formazione, la deformazione tettonica è spesso assai intensa, rendendo talvolta mal calcolabile lo spessore originario, anche a causa di probabili raddoppi tettonici interni.

Formazione di Vallina (VAL - Cretaceo sup. - Eocene). Argilloscisti variegati rosso vinaccia od ocre, calcari marnosi verdastri o grigi, calcareniti minute e arenarie calcarifere.

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza di due unità idrogeologiche ben distinte:

- l'unità più superficiale, rappresentata da sedimenti recenti di origine alluvionale e colluviale, in facies grossolana e caratterizzati da permeabilità media per porosità
- l'unità più profonda costituita dai termini argillitici della formazione in posto caratterizzata da permeabilità bassa o molto bassa

La prima unità, con spessore da 8 a 14m è un acquifero non confinato sede di circolazione idrica dovuta agli apporti del bacino idrogeologico di riferimento, caratterizzato localmente da un substrato con formazioni argillitiche a bassa permeabilità che convogliano nel fondovalle grandi quantità di acqua. La seconda unità, costituita da argilliti, è scarsamente significativa in termini di circolazione idrica.

Per quanto concerne la profondità della falda, la misura effettuata nel piezometro installato nel sondaggio S1_PZ ha fatto rilevare la presenza di acqua alla profondità di 3,9m da piano campagna (25 Ottobre 2022).

Si dispone altresì di misure effettuate, sempre nella stessa data, in piezometri installati in sito per le analisi ambientali (Fig. 6.1):

MW1	9,05
MW2	8,00
MW3	10,50
MW4	6,60

La differenza tra la misura effettuata nel piezometro installato nel sondaggio e le misure effettuate nei piezometri ambientali è attribuibile al fatto che nella porzione più a valle dell'area, come rilevato nel sondaggio S2_DH (cfr. paragrafi successivi), compaiono i depositi alluvionali in facies grossolana (ghiaia e sabbia) e dunque maggiormente permeabili.



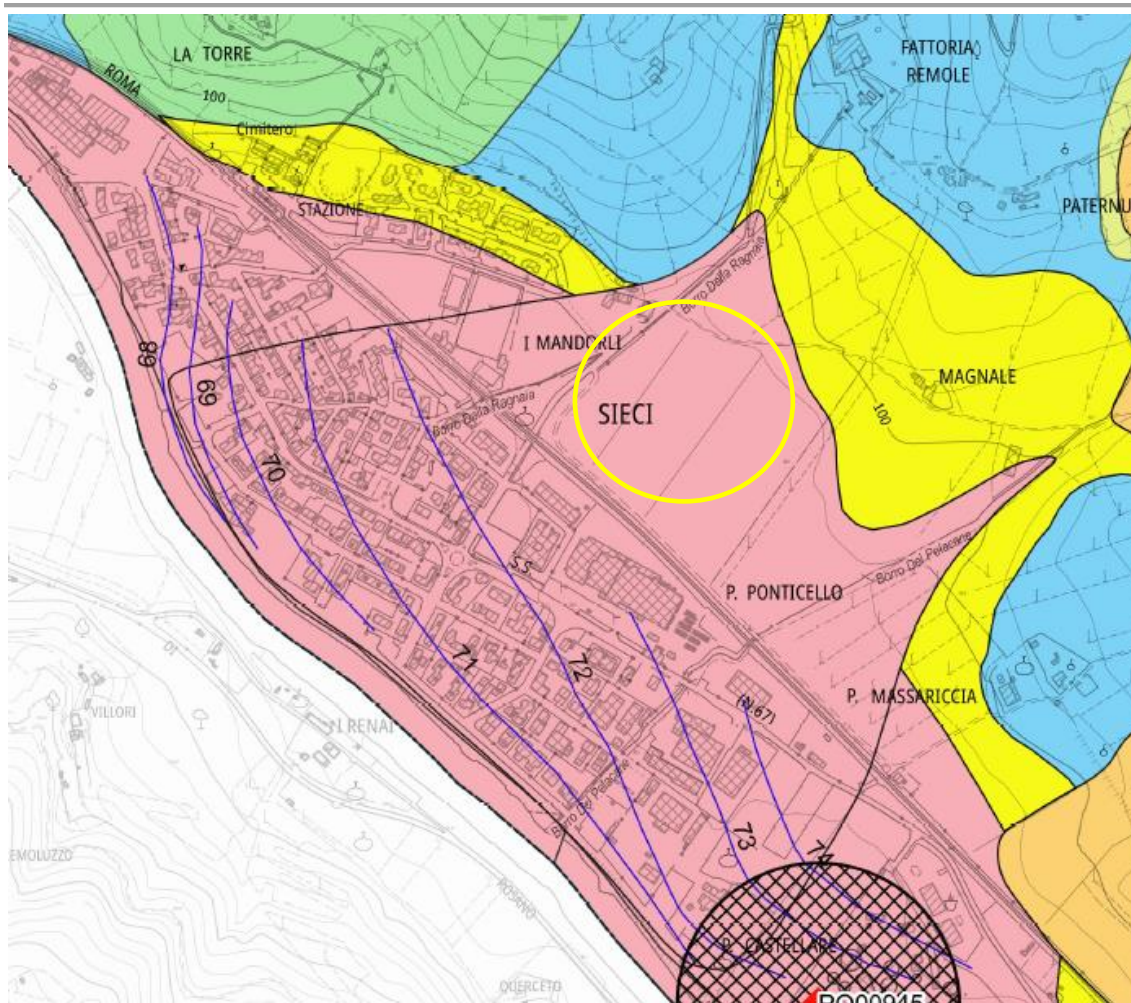
Fig. 6.1. Ubicazione dei quattro piezometri installati per le analisi ambientali

La Carta Idrogeologica del Piano Strutturale Intercomunale (Fig. 6.2) mostra che l'area è genericamente caratterizzata dalla presenza di depositi di conoide con permeabilità da alta a medio-bassa. Le isopiezometriche a valle dell'area di progetto collocano la falda alla quota di circa 72m.s.l.m. cui corrisponde una soggiacenza di circa 10m da piano campagna.


Come già accennato la campagna di indagini ha compreso l'esecuzione di prove di permeabilità sia in foro che in pozzetto i cui risultati sono di seguito riportati:

SONDAGGIO	N. PROVA	PROF. PROVA m da p.c.	Kh m/s
S1_PZ	LEF1	2,50-3,00	1,83E-07
	LEF2	5,00-6,00	5,81E-09
	LEF3	9,50-11,00	9,81E-09
S2_DH	LEF1	2,00-3,00	9,61E-08
	LEF2	5,00-6,00	5,24E-09
	LEF3	9,50-11,00	4,29E-07
POZ1	--	0,50-1,00	6,16E-07
POZ2	--	0,43-1,00	2,33E-07
POZ3	--	0,50-1,00	1,09E-08
POZ4	--	0,50-1,00	1,23E-07

Tab. 6.1. Risultati prove di permeabilità in foro ed in pozzetto



Vulnerabilità elevata


 E - Acquifero libero in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a media (alluvioni recenti), senza o con scarsa protezione

Vulnerabilità alta


 Aa - Falde libere in materiali a granulometria eterogenea con scarsa protezione


 Ab - Falde libere presenti in materiali detritici di modesta continuità areale

Vulnerabilità media

 Ma - Sabbie e ciottolami con interposti livelli limosi, generalmente con copertura poco permeabile; arenarie fratturate con rete idrica di solito a media profondità; calcari marnosi e marne interessati da modesta circolazione idrica nella rete delle fratture

Vulnerabilità bassa

 Ba - Acquiferi di limitata produttività (acquitardi) presenti in complessi arenacei con frequenti strati marnosi o argillitici, con modesta circolazione idrica

 Bb - Sedimenti a grana fine praticamente privi di circolazione idrica sotterranea; complessi marnosi e argillitici, praticamente privi di circolazione idrica

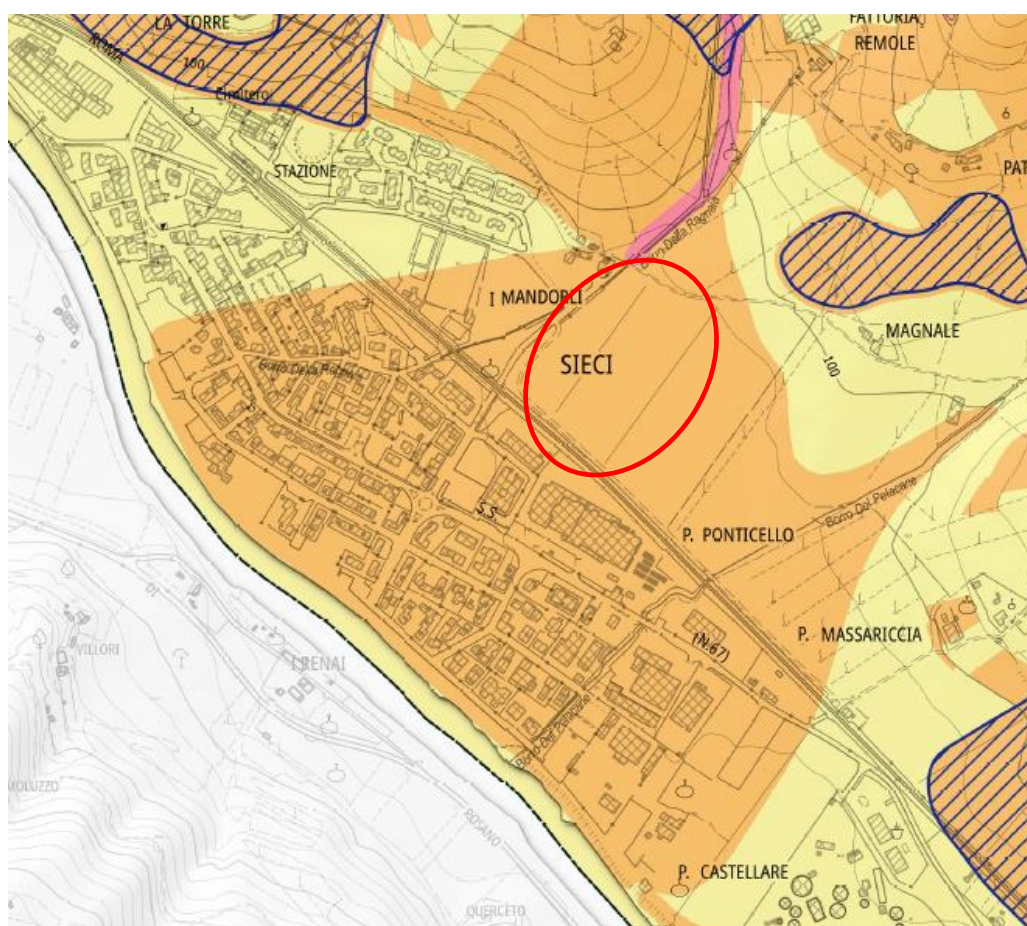
 Linee isofreatiche

Fig. 6.2. Carta idrogeologica di Piano Strutturale Intercomunale

7 PERICOLOSITA' GEOLOGICA E IDRAULICA

Piano Strutturale Intercomunale - Pericolosità Geologica

La Carta della Pericolosità geologica del nuovo Piano Strutturale intercomunale (PSI) mostra che l'area di progetto ricade inspiegabilmente in classe G3-Pericolosità geologica elevata: "aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi". Posto che, come già descritto in precedenza, l'area non ricade in nessuna delle casistiche sopra esposte per la classe G3, si prende atto della classificazione e si ribadisce l'assenza di situazioni di dissesto attive, quiescenti, inattive o potenziali.



Pericolosità geologica

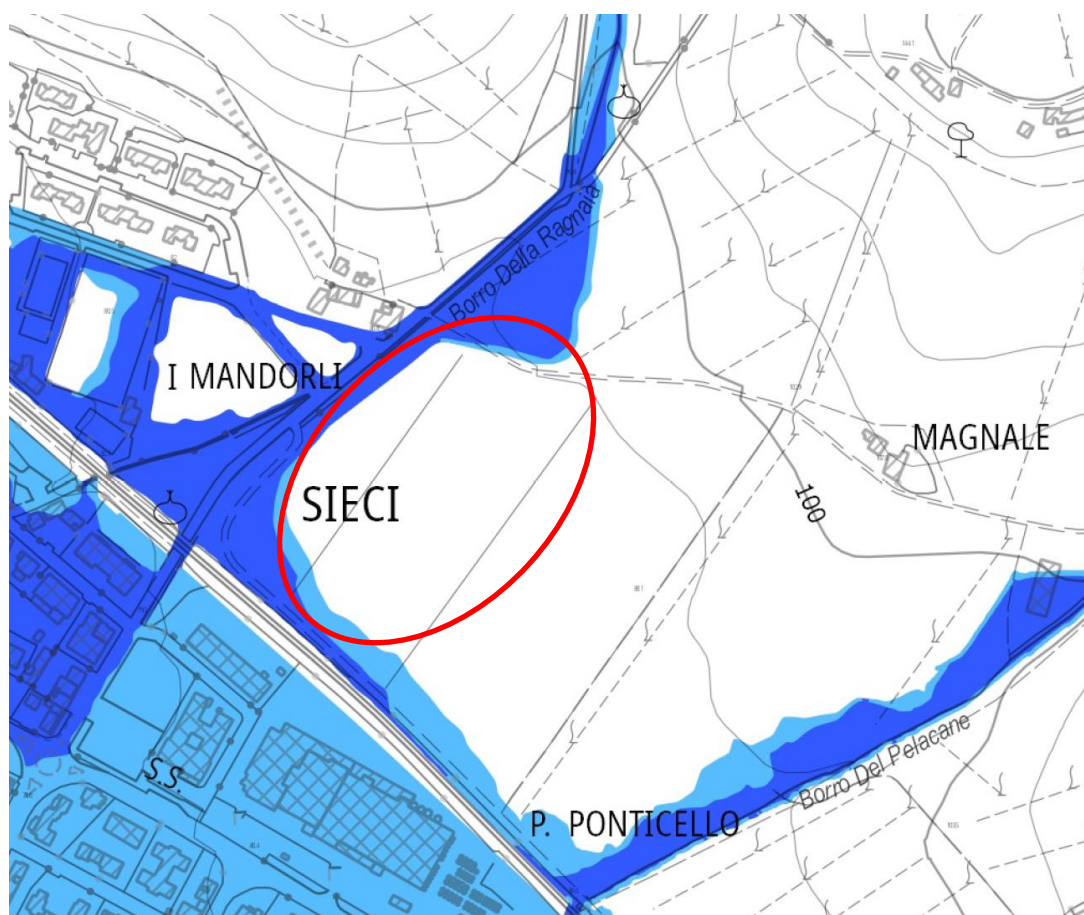
- Pericolosità geologica bassa - G1
- Pericolosità geologica media - G2
- Pericolosità geologica elevata - G3
- Pericolosità geologica molto elevata - G4

Fig. 7.1. Carta della Pericolosità Geologica del nuovo Piano Strutturale intercomunale

Piano Strutturale Intercomunale - Pericolosità da alluvioni

La Carta della Pericolosità da alluvioni del nuovo Piano Strutturale intercomunale adottato mostra che l'area di progetto ricade limitatamente in alcune fasce/zone, a pericolosità per alluvioni frequenti (P3) e poco frequenti (P2). Nello specifico, le aree interessate da alluvione sono:


- la porzione in adiacenza al borro della Ragnaia, per una fascia di circa 20 metri di larghezza, in cui si ha uno scorrimento superficiale in direzione nord-est - sud-ovest;
- la porzione nella parte sud-ovest, in cui a causa della presenza del rilevato ferroviario e di una insufficiente regimazione delle acque superficiali si ha un fenomeno di ristagno con l'innalzamento dei battenti idraulici.



Legenda

 Confini comunali

Pericolosità da Alluvione

 Aree a Pericolosità per Alluvioni poco frequenti (P2)


 Aree a Pericolosità per Alluvioni frequenti (P3)

Fig. 7.2. Carta della Pericolosità da alluvioni del Piano Strutturale Intercomunale

PAI DISTRETTO IDROGRAFICO DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE

La cartografia “Dissesti geomorfologici” del PAI del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale (Fig. 7.3) mostra che l'area di progetto ricade in classe P2 così come definita nell'art. 7 della Disciplina di Piano:

- pericolosità media (P2) - aree stabilizzate, aree stabili interessate tuttavia da litologie e condizioni strutturali e geomorfologiche che determinano propensione media al dissesto e che possono dar luogo a modifica della loro condizione di stabilità

Nell'art. 13 della Disciplina di Piano sono indicati gli indirizzi per gli SU nelle aree in P2:

Art. 13 – Aree a pericolosità media (P2) e bassa (P1) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio 1. Le aree a pericolosità media (P2) e bassa (P1) sono individuate dall'Autorità di bacino secondo i criteri indicati all'allegato 3. 2. Nelle aree P2 e P1 sono da privilegiare le tipologie di intervento previste dagli strumenti di governo del territorio che non determinino condizioni di instabilità e non modifichino negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nelle zone potenzialmente interessate dagli interventi e dalle loro pertinenze.

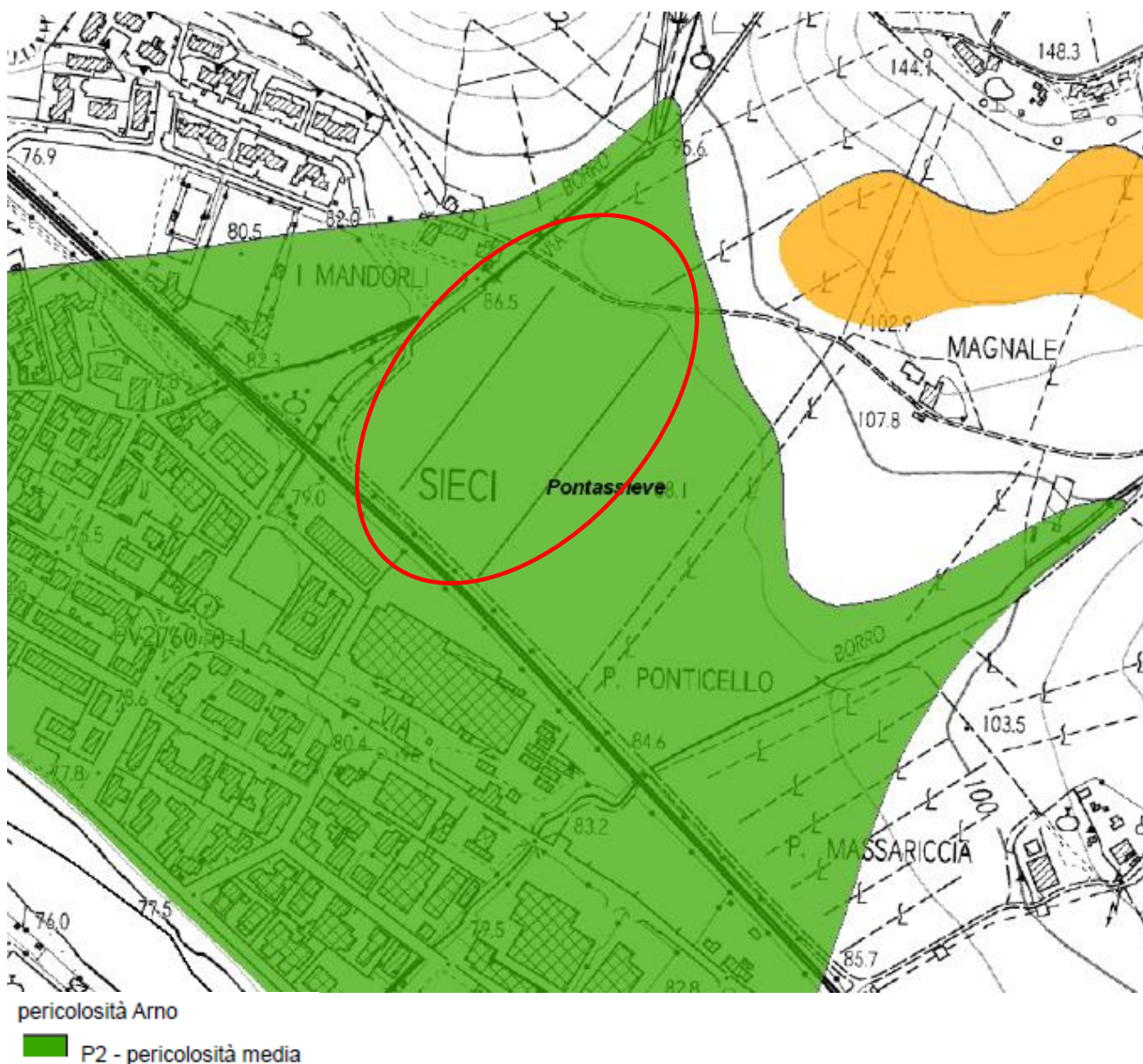


Fig. 7.3. Mappa PAI Dissesti geomorfologici

<https://geodataserver.appenninosettentrionale.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=14ca15f41e8e4396a1b27d788db98f60>

PGRA DISTRETTO IDROGRAFICO DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE

La cartografia delle aree con pericolosità da alluvione del PGRA 2021-2027 (Fig. 7.4) mostra che l'area di progetto ricade parzialmente in classe P1, così definita nella Disciplina di Piano, art. 6:

- pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.



Pericolosità Dominio Fluviale

- P1
- P2
- P3

Fig. 7.4. Pericolosità da alluvione. PGRA 2021-2027

<https://geodataserver.appenninosettentrionale.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=5df4e2dc9f79431ea89eef064912c45a>

Per altre problematiche di natura idraulica si rimanda alla Relazione idrologico-idraulica.

8 STRATIGRAFIA E MODELLO GEOLOGICO

La stratigrafia dell'area di progetto ed il modello geologico derivano dalle stratigrafie dei due sondaggi eseguiti in sito, nonché dalle prove penetrometriche eseguite nelle due campagne.

Stratigrafia

Le stratigrafie dei due sondaggi sono di seguito riportate:

S1_PZ

Profondità m. da p.c.	U.L.	Descrizione	SPT N/prof. (m da p.c.)	Campioni N/prof (m da p.c.)	Lefranc N/prof (m da p.c.)
0,00-0,50	TV	terreno agricolo			
0,50-4,30	LSAc	limo sabbioso argilloso con clasti spigolosi prevalentemente calcareo marnosi in subordine arenacei, dimensioni prevalenti 40/70mm, rari ciottoli con diametro 100-110mm, rapporto matrice/scheletro 80/20, colore marrone giallastro scuro (10YR 4/4)	SPT1/3,00	CI1/2,50-2,80	LEF1/2,50-3,00
4,30-8,00		argilla limosa debolmente sabbiosa, colore marrone (10YR 5/3) e grigio scuro (2,5Y 4/1)	SPT2/6,50	CI2/6,00-6,50	LEF2/5,00-6,00
8,00-10,80		argilla e argilla limosa, a tratti con clasti spigolosi calcareo marnosi con diametro 40-50mm, colore grigio scuro (5Y 4/1)	SPT3/9,00		LEF3/9,50-11,00
10,80-30,00	AG	argilliti fogliettate da alterate a poco alterate, rari clasti fino a 11m da p.c., presenza di concrezioni di CaCO ₃ , colore marrone rossastro scuro (2,5YR 3/3)	SPT4/12,00 SPT5/14,50 SPT6/18,00 SPT7/21,00 SPT8/24,00 SPT9/27,00	CR1/14,50-15,00 CR2/19,50-20,00	

S2_DH

Profondità m. da p.c.	U.L.	Descrizione	SPT N/prof. (m da p.c.)	Campioni N/prof (m da p.c.)	Lefranc N/prof (m da p.c.)
0,00-0,50	TV	terreno agrario			
0,50-3,30	LSAc	limo argilloso sabbioso con ghiaia e ciottoli, spigolosi, prevalentemente calcareo marnosi, rapporto matrice/scheletro 70/30, colore marrone giallastro scuro (10YR 4/4)	SPT1/3,00		LEF1/2,00-3,00
3,30-8,70		argilla limosa debolmente sabbiosa, rara ghiaia spigolosa con diametro 20mm, presenza di concrezioni di CaCO ₃ , colore marrone (10YR 5/3) e grigio scuro (2,5Y 4/1)	SPT2/6,00	CI1/4,30-4,70 CI2/7,50-8,00	LEF2/5,00-6,00
8,70-9,90	SLa	limo sabbioso e sabbie limose, rara ghiaia, colore marrone giallastro (10YR 5/4)	SPT3/9,50		
9,90-10,80	GSa	sabbia e sabbia limosa, rara ghiaia subarrotondata, colore marrone giallastro (10YR 5/4)			LEF3/9,50-11,00
10,80-14,60		ghiaia in matrice sabbiosa, casti arrotondati e subarrotondati, poligenici, diametro 20-70mm, rapporto matrice/scheletro 30/70, colore marrone giallastro (10YR 5/4)	SPT4/12,50		
14,60-18,80		alternanza di argilliti fogliettate e siltiti in livelli da 10cm, colore grigio (6/N)	SPT5/15,00 SPT6/18,00	CR1/14,00-14,40 CR2/18,50-19,00	
18,80-21,60	AG	argilliti fogliettate con inclusi siltitici, colore marrone rossastro (2,5YR 4/3) e grigio (6/N)	SPT7/21,00		

Profondità m. da p.c.	U.L.	Descrizione	SPT N/prof. (m da p.c.)	Campioni N/prof (m da p.c.)	Lefranc N/prof (m da p.c.)
21,60-32,00		argilliti fogliettate con concrezioni di CaCO ₃ , colore marrone rossastro (2,5YR 4/3).	SPT8/24,00 SPT9/27,00		

Le stratigrafie dei due sondaggi hanno messo in evidenza quanto segue:

- il sondaggio S1_PZ è caratterizzato dalla presenza di materiale di evidente origine colluviale/conoide per uno spessore complessivo pari a 10,80m, segue il substrato in posto a litologia argillitica
- il sondaggio S2_DH presenta una stratigrafia più complessa in quanto da piano campagna e fino alla profondità di 8,80m sono presenti materiali di origine colluviale/conoide del tutto simili a quelli rinvenuti in S1, seguono, fino al contatto con il substrato (14,60m), materiali grossolani di chiara origine alluvionale.
- il substrato, in entrambe i casi, è rappresentato da argilliti rossastre e grigie talvolta con livelli marnosi.

Per quanto concerne le prove CPTU eseguite nella campagna 2023, i risultati confermano in generale le considerazioni espresse riguardo ai sondaggi, ovvero che fino ad una profondità di circa 9m da piano campagna prevalgono terreni con matrice in facies fine o medio fine, e che nei primi 2-3m di spessore a partire da piano campagna sono presenti anche elementi grossolani in matrice medio fine. Nella seguente Fig. 8.1. sono riportati i grafici di resistenza alla punta, rapporto delle resistenze, pressione interstiziale e interpretazione litologica delle sei prove CPTU. Come si può osservare le prove hanno fornito risultati analoghi e confrontabili tra loro e le litologie corrispondono a quanto rilevato nei sondaggi nell'intervallo di profondità corrispondente.

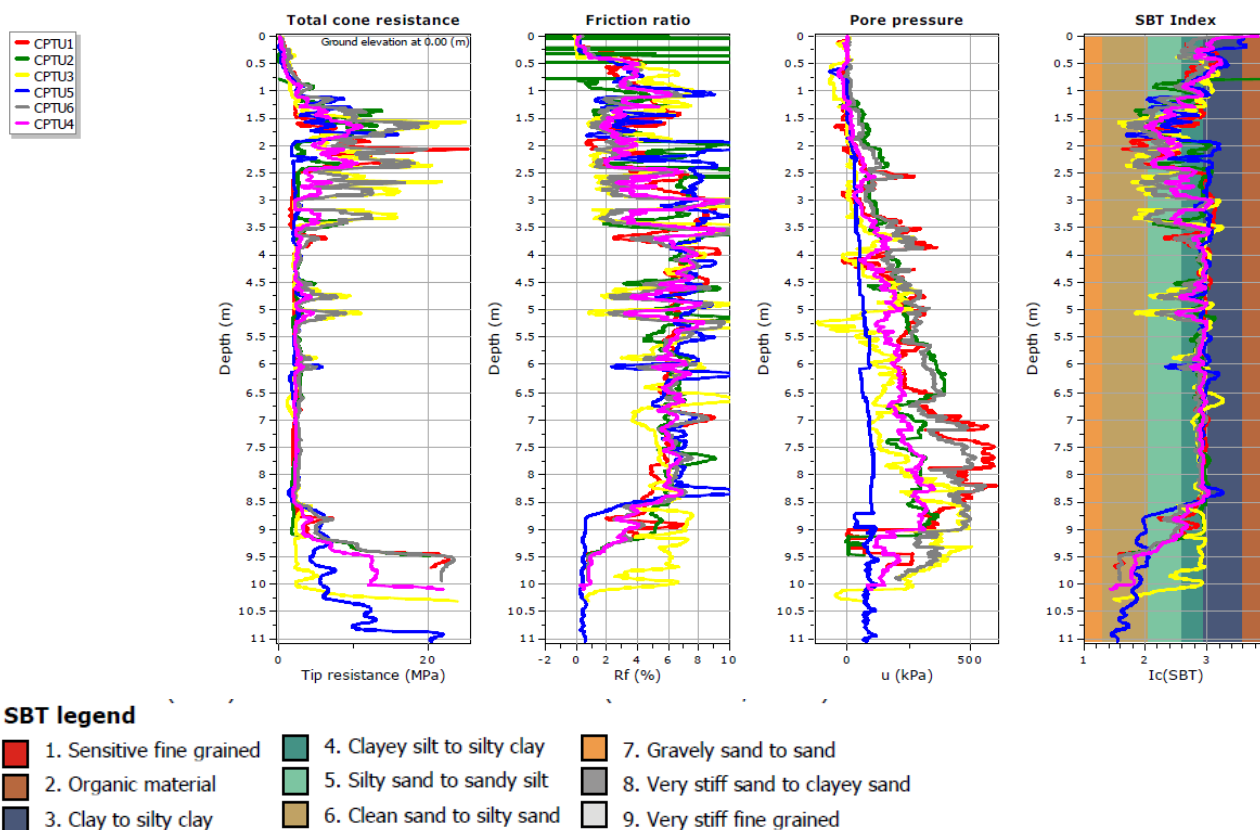


Fig. 8.1. Prove CPTU eseguite nell'area. Campagna 2023

Il quadro che si delinea dalle stratigrafie, con particolare riferimento ai sondaggi, è leggermente differente da quanto ci si sarebbe aspettato esaminando la cartografia geologica CARG. La Carta geologica regionale riporta, per l'area di progetto, la presenza di terreni alluvionali terrazzati con substrato verosimilmente rappresentato dalla formazione di Sillano. La lettura delle stratigrafie dei sondaggi, con il conforto dei dati delle CPTU, ha fatto rilevare che in affioramento sono presenti depositi recenti di origine colluviale/conoide, mentre i depositi alluvionali compaiono solo nel sondaggio S2_DH al di sotto dei materiali di conoide. Per quanto concerne il substrato, nei due sondaggi è stata rilevata la presenza di argilliti rosse e grigie con livelli marnosi che non sono attribuibili alla formazione di Sillano. Le caratteristiche delle argilliti sembrerebbero combaciare con la descrizione della formazione di Vallina (VAL Cretaceo sup.-Eocene): "argilloscisti variegati rosso vinaccia od oca, calcari marnosi verdastri o grigi, calcareniti minute e arenarie calcarifere".

In sostanza nei sondaggi sono state rilevate le seguenti unità litostratigrafiche:

- TV** Terreno vegetale
- LSAc** Depositi colluviali/conoide: limo sabbioso argilloso, argilla limosa e limo argilloso, talvolta con clasti angolari presenti in percentuale dal 20 al 30%
- SLa** Depositi alluvionali terrazzati: sabbia, sabbia limosa e limo sabbioso con rara ghiaia
- GSa** Depositi alluvionali terrazzati: ghiaia in matrice sabbiosa

AG
Substrato: argilliti rosse e grigie

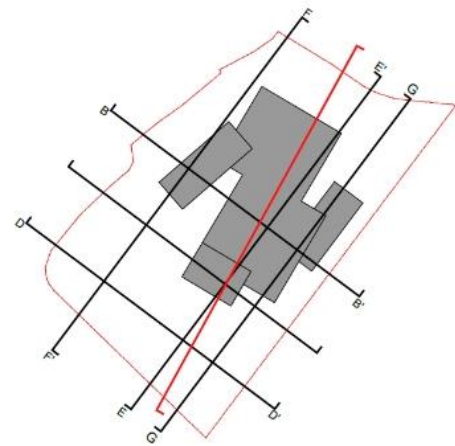
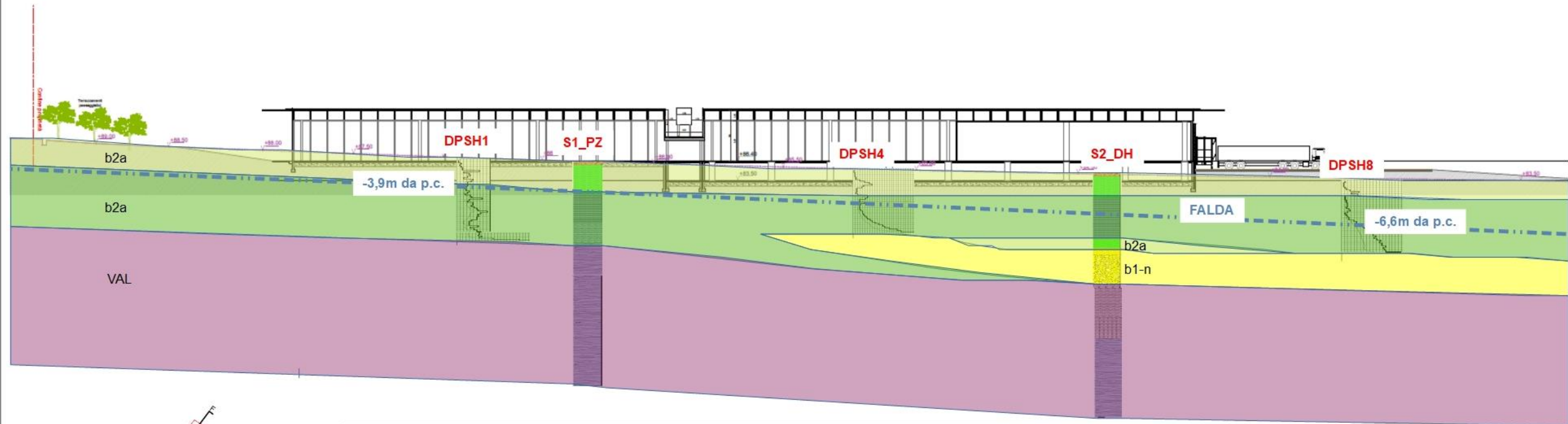
Modello geologico

Il modello geologico che deriva dalle stratigrafie dei sondaggi è sintetizzato nella seguente Tab. 8.1 e illustrato nella sezione geologica di Fig. 8.2:

PROFONDITA' m da p.c.	U.L.	LITOLOGIA	FORMAZIONE	NOTE
0-8,70/10,80	LSAc	limo sabbioso argilloso, argilla limosa e limo argilloso	depositi colluviali/conoide b2a Olocene	
8,70-10,80	SLa	sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi, rara ghiaia	depositi alluvionali terrazzati b1-n Olocene	assenti in S1_Pz
10,80-14,60	GSa	ghiaia in matrice sabbiosa		
10,80/14,60-32,00	AG	argilliti rosse e grigie con livelli marnosi	Formazione di Vallina VAL Cretaceo sup.-Eocene	

Tab. 8.1. Modello geologico

SEZIONE GEOLOGICA
Scala 1:500



LEGENDA

- b2a Depositi colluviali/conoide: limo argilloso con ghiaia angolare e ciottoli, rapporto matrice/scheletro 30/70 - Olocene
- b2a Depositi colluviali/conoide: argilla limosa sabbiosa con rara ghiaia angolare - Olocene
- b1-n Depositi alluvionali terrazzati, sabbia, sabbia limosa e ghiaia in matrice sabbiosa - Olocene
- VAL Formazione di Vallina: argilliti rosse e grigie con livelli marnosi – Cretaceo sup. - Eocene
- Livello falda

Fig. 8.2. Sezione Geologica. Scala originale 1:500

9 PROVE IN SITU E PROVE DI LABORATORIO

Prove in situ

La campagna di indagini ha compreso l'esecuzione di n. 19 prove SPT in foro e di n. 8 prove DPSH nonché di N. 6 CPTU.

Nella seguente Tab. 9.1. sono riepilogati i risultati delle prove SPT:

SONDAGGIO	N PROVA/PROF. m da p.c.	LETTURE	N30	LITOLOGIA
S1_PZ	SPT1/3,00	6-5-8	13	LSAc
	SPT2/6,50	7-8-12	20	
	SPT3/9,00	16-19-22	41	
	SPT4/12,00	21-28-R(7cm)	R	AG
	SPT5/14,50	18-35-41	76	
	SPT6/18,00	22-27-39	66	
	SPT7/21,00	R(5cm)	R	
	SPT8/24,00	37-R(10cm)	R	
	SPT9/27,00	44-R(5cm)	R	
S2_DH	SPT1/3,00	8-7-14	21	LSAc
	SPT2/6,50	7-10-15	25	
	SPT3/9,50	11-12-17	29	SLa
	SPT4/12,50	12-23-29	62	GSa
	SPT5/15,00	21-R(5cm)	R	AG
	SPT6/18,00	32-R(8cm)	R	
	SPT7/21,00	22-R(10cm)	R	
	SPT8/24,00	27-37-R(6cm)	R	
	SPT9/27,00	41-44-R(5cm)	R	

Tab. 9.1. Prove SPT eseguite in foro

Una prima informazione di tipo qualitativo deriva dalla seguente Tab. 9.2. in cui vengono correlati lo stato di addensamento (per i terreni incoerenti) e la consistenza (per i terreni coesivi) in funzione dei valori NSPT.

Come si può osservare, i terreni di copertura sono sa mediamente densi a molto densi (facies SLa e GSa) o da molto consistenti ad estremamente consistenti (facies LSAc). Il substrato argillitico è duro.

Terre a grana grossa (sabbie)	Stato di addensamento	D_R (%)	N_{SPT} (colpi/30 cm)	q_c (MPa)
	molto sciolto	0÷15	0÷4	<2
	sciolto	15÷35	4÷10	2÷4
	med. denso	35÷65	10÷30	4÷12
	denso	65÷85	30÷50	12÷20
	molto denso	85÷100	>50	>20
Terre a grana fine (argille)	Consistenza	IC	N_{SPT} (colpi/30 cm)	q_c (MPa)
	nulla	<0.5	<2	<0.5
	poco consistente	0.5÷0.75	2÷8	0.5÷1.5
	med. consistente	0.75÷1.0	8÷15	1.5÷3.0
	molto consistente	1.0÷1.5	15÷30	3.0÷6.0
	estr. consistente	>1.5	>30	>6.0

Tab. 9.2. Stato di addensamento e consistenza da NSPT e q_c (Kulhawy, Mayne, 1990)

Le prove DPSH eseguite nell'area hanno fornito risultati confrontabili, a testimonianza di una situazione litostratigrafica che nell'area di progetto può essere intesa come omogenea, sia pure con i distinguo del

caso: le stratigrafie dei sondaggi hanno infatti mostrato che la copertura nella parte bassa dell'area è costituita sia da materiali di origine colluviale/conoide sia da materiali di origine alluvionale, mentre nella parte alta la copertura è costituita solo dai materiali di origine colluviale/conoide.

Nella seguente Fig. 9.1 sono riportati, in funzione della profondità, i valori delle prove DPSH trasformati in NSPT con un coefficiente di correlazione 1,5 ($NSPT_{eq} = NDPSH * 1,5$) ed i valori delle prove SPT eseguite in foro.

Come si può osservare le prove sono tutte confrontabili ed i valori di NSPT_{eq} sono allineati con i valori di NSPT.

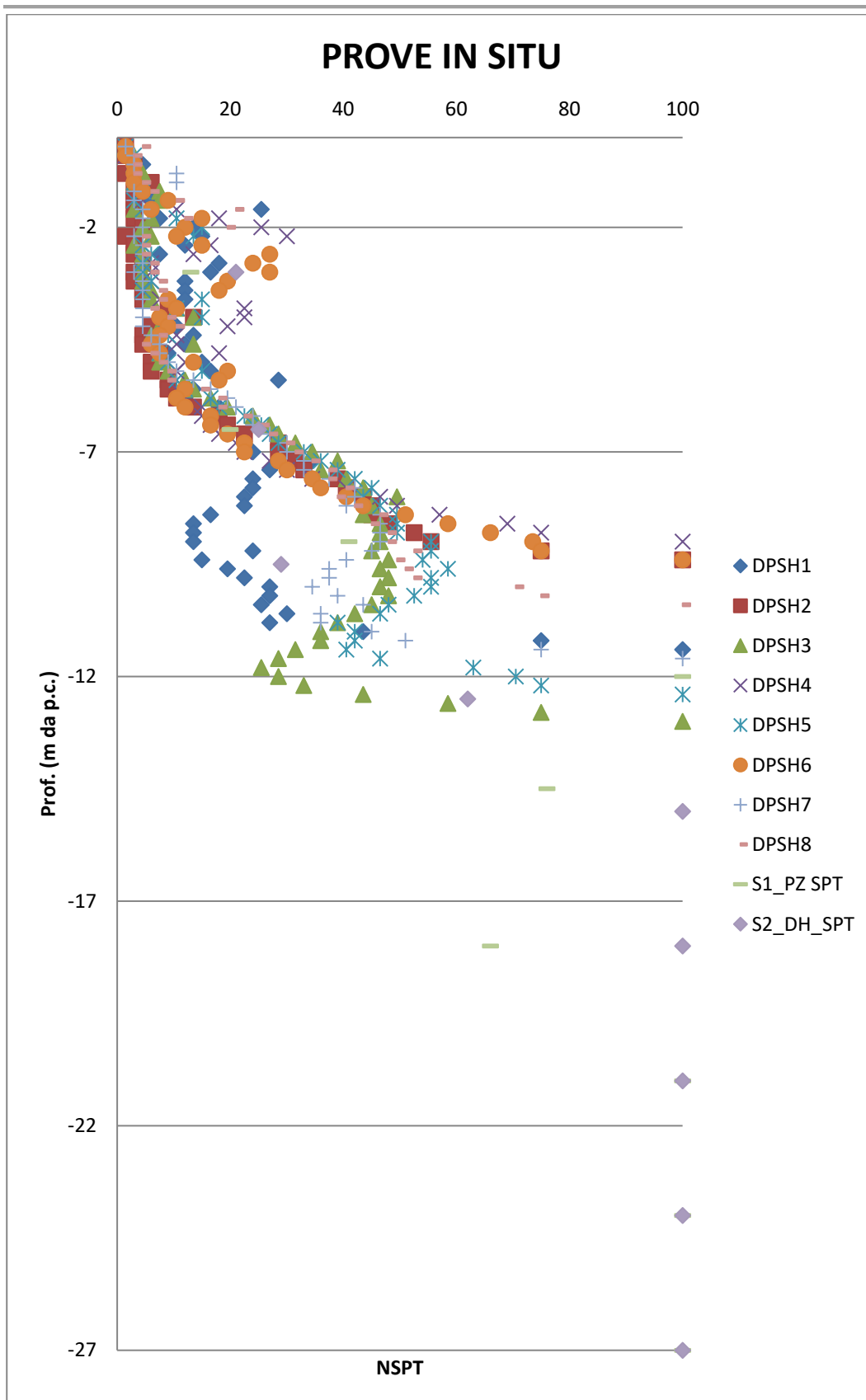


Fig. 9.1. Prove DPSH e prove SPT. Valori di NDPSH trasformati in NSPTeq

Le prove CPTU eseguite nella campagna integrativa 2023, come già esposto in precedenza, hanno fornito risultati piuttosto omogenei e confrontabili tra loro sia in termini di resistenza alla punta che di rapporto delle resistenze e di pressione interstiziale (Fig. 9.2). I valori di q_c rilevati mostrano che la consistenza dei materiali fini e medio fini in base alla Tab. 9.2 è da molto consistente ad estremamente consistente, in allineamento con i dati delle SPT e delle DPSH.

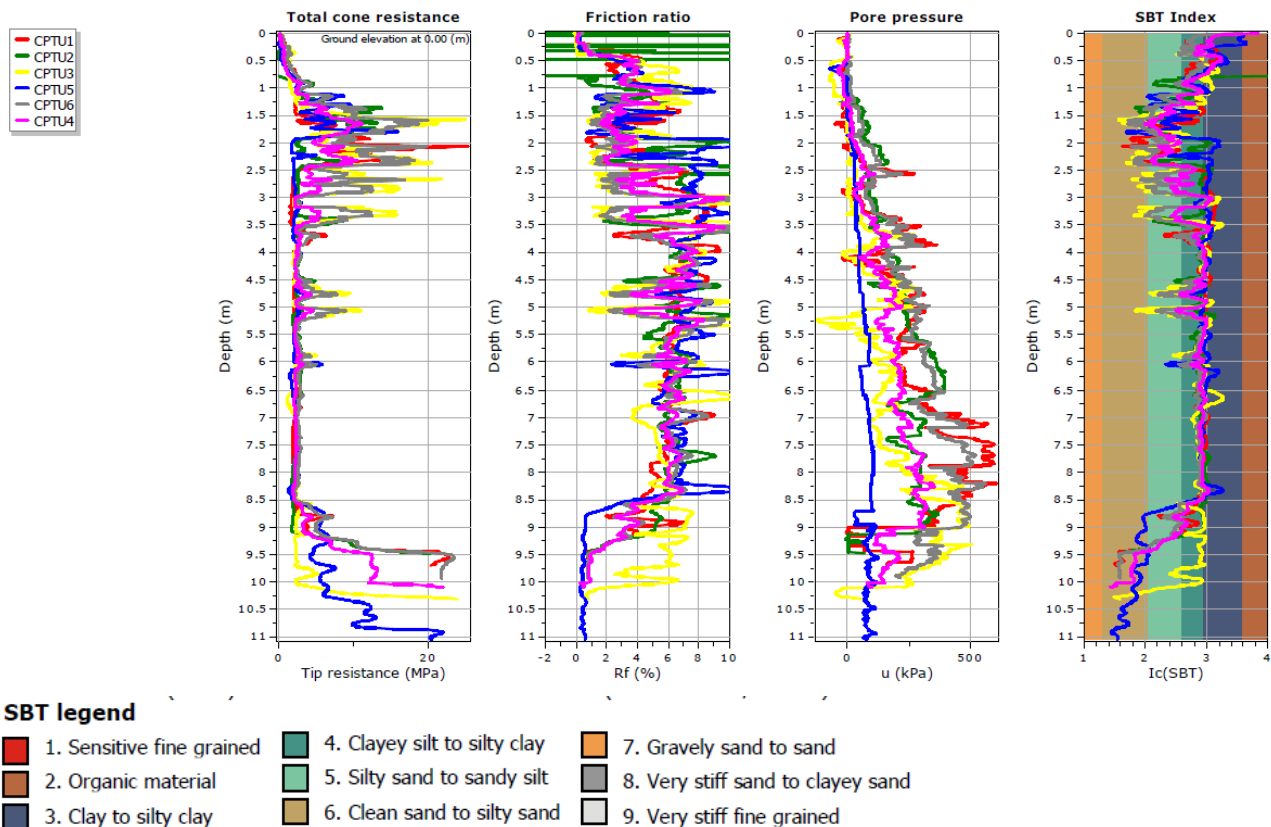


Fig. 9.2. Prove CPTU. Campagna 2023.

Prove di laboratorio

Nelle seguenti Tab. 9.3-9.5 sono riepilogati i risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nei due sondaggi. Per i parametri di progetto ed il modello geotecnico si rimanda alla Relazione Geotecnica.

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. m da p.c.	ATTERBERG					GRANULOMETRIA			
			W _n %	LP %	LL %	IP	CLASS.	G %	S %	L %	A %
S1_PZ	CI1	2,50-2,80	21,62	27	63	36	CH	13,2	22,1	26,7	38
	CI2	6,00-6,50	25,42	23	61	38	CH	1,9	6,4	34,7	57
	Cr1	14,50-15,00	9,17	21	42	21	CL	10,4	18,2	41,2	30,1
	Cr2	19,50-20,00	15,68	20	44	24	CL	2,8	6,6	50,2	40,4
S2_DH	CI1	4,30-4,70	25,21	28	80	52	CH	4,7	7,9	29,2	58,1
	CI2	7,50-8,00	24,05	24	70	46	CH	4,6	8,9	33,2	53,2
	CR1	14,00-14,40	10,81	16	36	10	CL	57,0	30,0	8,7	4,3
	CR2	18,50-19,00	17,64	19	43	24	CL	29,2	25,6	22,6	22,7

Tab. 9.3. Esiti delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati. Proprietà indice e granulometrie

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. m da p.c.	γ_n kN/mc	γ_d kN/mc	γ_s kN/mc	e	Sr %
S1_PZ	CI1	2,50-2,80	18,8	15,2	26,99	0,747	90,94
	CI2	6,00-6,50	19,3	15,5	26,67	0,701	94,80
	Cr1	14,50-15,00					
	Cr2	19,50-20,00					
S2_DH	CI1	4,30-4,70	19,2	15,3	26,89	0,720	97,61
	CI2	7,50-8,00	19,3	15,5	26,44	0,700	90,33
	CR1	14,00-14,40					
	CR2	18,50-19,00					

Tab. 9.4. Esiti delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati. Proprietà fisiche

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. m da p.c.	Cu kPa	Eti kPa	C' kPa	ϕ' °
S1_PZ	CI1	2,50-2,80	76,5	11512	20,8	19,6
	CI2	6,00-6,50	61,7	10784	29,2	24,4
	Cr1	14,50-15,00				
	Cr2	19,50-20,00				
S2_DH	CI1	4,30-4,70	49,1	14091	26,1	22
	CI2	7,50-8,00	83,3	15286	34,5	19,7
	CR1	14,00-14,40				
	CR2	18,50-19,00				

Tab. 9.5. Esiti delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati. Proprietà meccaniche

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. m da p.c.	Mv mq/kN				
			48,9 kPa	96,8/97,8/9 8,4 kPa	195,1/196,9 kPa	390,3/391,1/393,5 kPa	780,5/782,1/787,1 kPa
S1_PZ	CI1	2,50-2,80			0,0000223	0,0000744	0,0000724
	CI2	6,00-6,50	0,002474	0,0002477	0,0001535	0,0000945	0,0000565
	Cr1	14,50-15,00					
	Cr2	19,50-20,00					
S2_DH	CI1	4,30-4,70		0,0000204	0,0000469	0,0000659	0,0000636
	CI2	7,50-8,00			0,0000367	0,0000967	0,0000783
	CR1	14,00-14,40					
	CR2	18,50-19,00					

Tab. 9.6. Esiti delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati. Prova edometrica

10 SISMICA

Introduzione

Il territorio toscano è caratterizzato da una sismicità storica distribuita nel tempo in modo irregolare, con pochi eventi sismici di magnitudo superiore a 5.5 della scala Richter e nessun terremoto di magnitudo superiore a 7. Dall'analisi statistica dei terremoti dopo l'anno 1000, la Toscana non risulta tra le regioni più sismiche d'Italia, nonostante ciò, nei primi decenni del Novecento, in particolare nel periodo 1917-1920, si verificò una concentrazione di forti scosse seguita e preceduta da attività sismica minore: ciò ad evidenza che qualsiasi previsione sull'attività sismica unicamente basata sull'analisi statistica della storia conosciuta è associata ad incertezze estremamente elevate.

La sismicità toscana è legata necessariamente all'assetto geologico e sismotettonico generale dell'Appennino Settentrionale; quest'ultimo, per effetto del regime compressivo longitudinale che si è sviluppato a partire dal tardo Pliocene indotto dalla spinta della placca africana, ha provocato significativi raccorciamenti della catena. Tale deformazione si sviluppa mediante un complesso di processi tettonici che coinvolgono l'estrusione, il sollevamento e la deformazione interna di cunei, prevalentemente costituiti dalla copertura sedimentaria. Per semplificare la descrizione del contesto tettonico proposto, l'Appennino settentrionale può essere suddiviso in due parti principali: il cuneo Romagna-Marche-Umbria (RMU) e il cuneo TE (Fig. 10.1).

Le evidenze attualmente disponibili indicano che questo meccanismo è ancora attivo e che può essere responsabile per l'attività sismotettonica nella Toscana interna. In particolare, la spinta dei settori tirrenici dell'Appennino meridionale e centrale sollecita in senso longitudinale le strutture più rigide della zona toscana interna, che sono costituite da una serie di dorsali collinari e montuose, formate da unità tettoniche pre-neogeniche (provenienti dai domini ligure e toscano e dal basamento metamorfico), come la dorsale Medio Toscana, che si prolunga a nord fino al Monte Pisano e alle Alpi Apuane, la dorsale Chianti-Cetona, che si prolunga a nord nel Monte Albano, e la dorsale Montalcino-Monte Amiata. Queste dorsali sono separate da depressioni riempite con sedimenti neogenici e quaternari (Mantovani E. *et alii*, 2011).

Nella figura 10.2 si può invece notare come la sismicità appaia connessa con le deformazioni e fratturazioni delle dorsali sopra citate e con le fosse tra esse comprese.

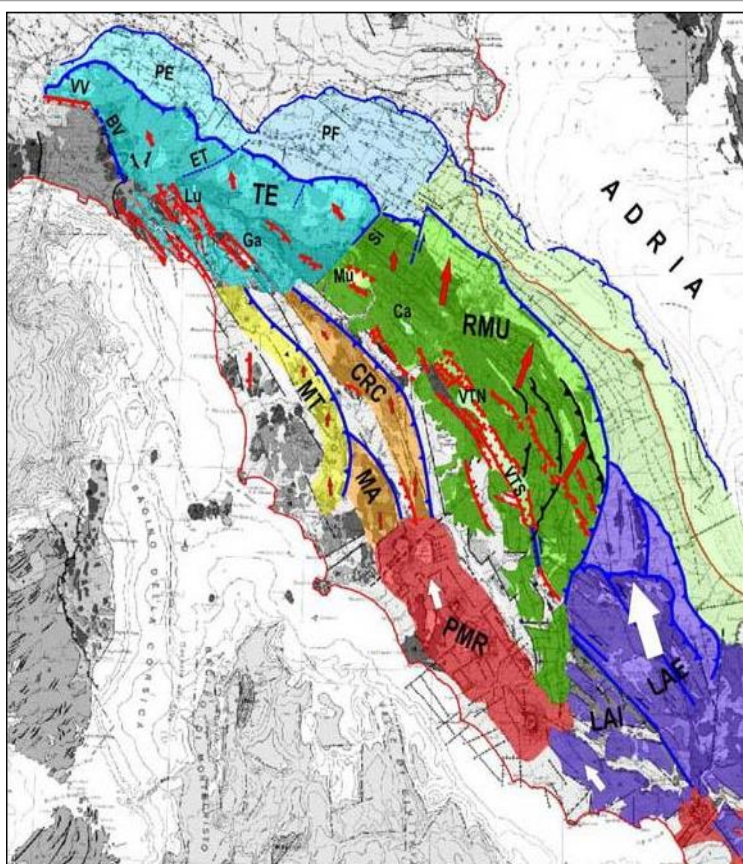


Fig. 10.1. Schema tettonico/cinematico dell'Appennino settentrionale. In colore sono evidenziati i due settori principali in cui l'Appennino settentrionale è suddiviso: cuneo Romagna-Umbria-Marche (RMU, verde) e cuneo Toscana-Emilia (TE, blu). Il raccorciamento longitudinale della catena appenninica è causato dal contesto geodinamico a larga scala (Mantovani et alii, 2009a). L'estrusione laterale dell'Appennino settentrionale (cunei RMU e TE) è causato dalla spinta (freccia grande) della parte esterna della piattaforma Laziale-Abruzzese (LAE). Una spinta longitudinale, ma meno intensa (freccie piccole), trasmessa dalla parte interna della piattaforma Laziale- Abruzzese (LAI), agisce sulle dorsali presenti nella Toscana occidentale (Chianti-Rapolano-Cetona = CRC, Medio Toscana = MT e Montalcino-Amiata = MA) e le fosse tra esse comprese, producendo deformazioni e attività sismica minori. Gli elementi tettonici estensionali sono in rosso, quelli compressionali e trascorrenti in blu. BV=zona sismica Bedonia-Varzi, Ca = Casentino, ET=sistema di faglie Enza-Taro, Ga=Garfagnana, Lu=Lunigiana, Mu = Mugello, PE,PF =Complessi sepolti delle Pieghe Emiliane e Ferraresi, PMR=Provincia Magmatica Romana, Si=Linea del Sillaro, VTN,VTS= Nord e Sud, VV= Zona sismica Villalvernia-Varzi (Mantovani et alii, 2011).

Assetto sismotettonico

Considerando i blocchi crostali attualmente implicati nel quadro tettonico, la loro presunta cinematica (Fig. 10.1) e la distribuzione dei terremoti principali, sono state riconosciute le principali zone sismiche della Toscana. La geometria delle 5 zone così individuate (Lunigiana-Garfagnana, Mugello, Appennino Forlivese, Alta Valtiberina e Chianti-Montagnola Senese) è mostrata nelle Figg. 10.3 e 10.4, dove sono anche rispettivamente riportati i terremoti storici e la sismicità strumentale (Mantovani E. et alii, 2012b).

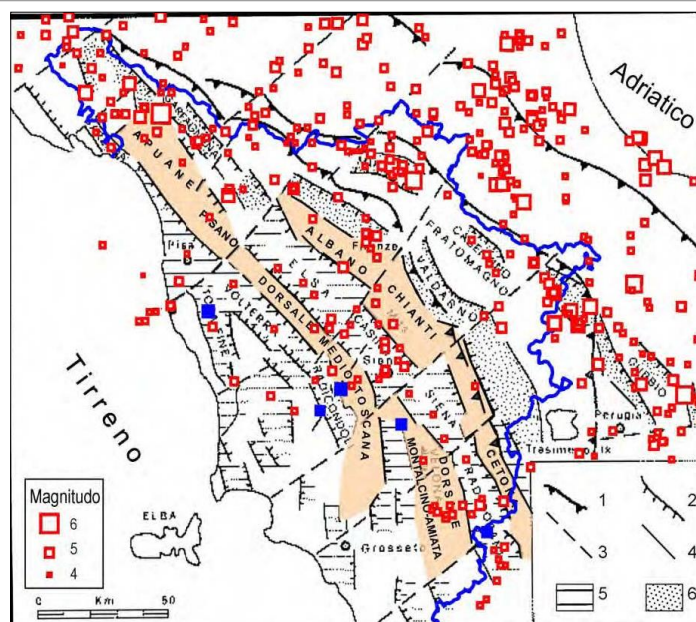


Fig. 10.2. Principali dorsali (nociola) e bacini interposti nella Toscana interna e terremoti storici con $M > 4$ (simboli rossi). I 4 terremoti storici più intensi sono in blu. 1) fronti di sovrascorrimento, 2) faglie normali, 3) lineamenti tettonici trasversali, 4) faglie normali secondarie, 5) bacini formati dal tardo Miocene al Pliocene inferiore, 6) bacini intermontani Plio-Pleistocenici. Confine della Toscana in blu (Da Martini e Sagri, 1993, modificato).

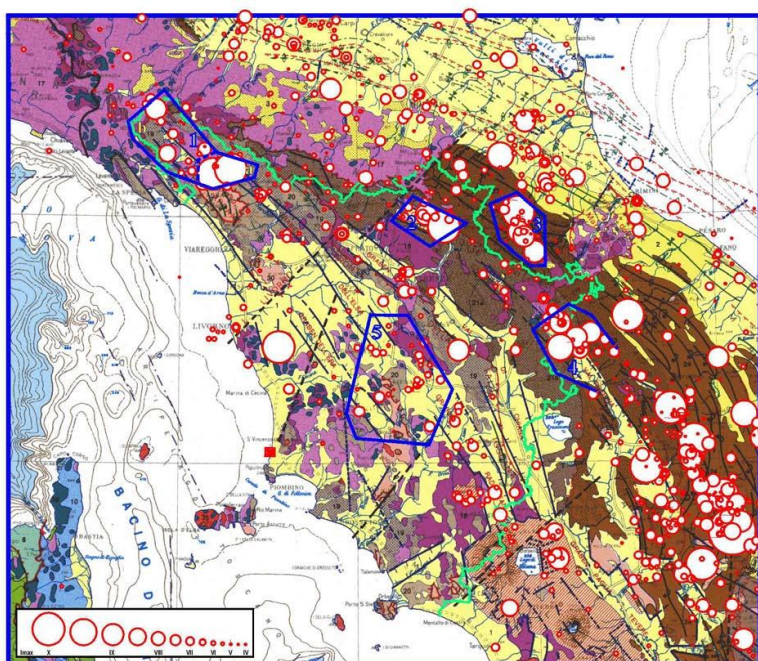


Fig. 10.3. Geometria delle zone sismiche (contorni in blu) e sismicità storica dall'anno 1000 in Toscana e dintorni (Guidoboni e Comastri 2005; Mariotti e Guidoboni 2006; Rovida et alii, 2011). 1) Lunigiana-Garfagnana 2) Mugello 3) Appennino forlivese 4) Alta Valtiberina 5) Chianti-Montagnola senese. In verde il confine amministrativo della Toscana. Lo sfondo è rappresentato dalla Carta Tettonica d'Italia (Funicello et alii, 1981).

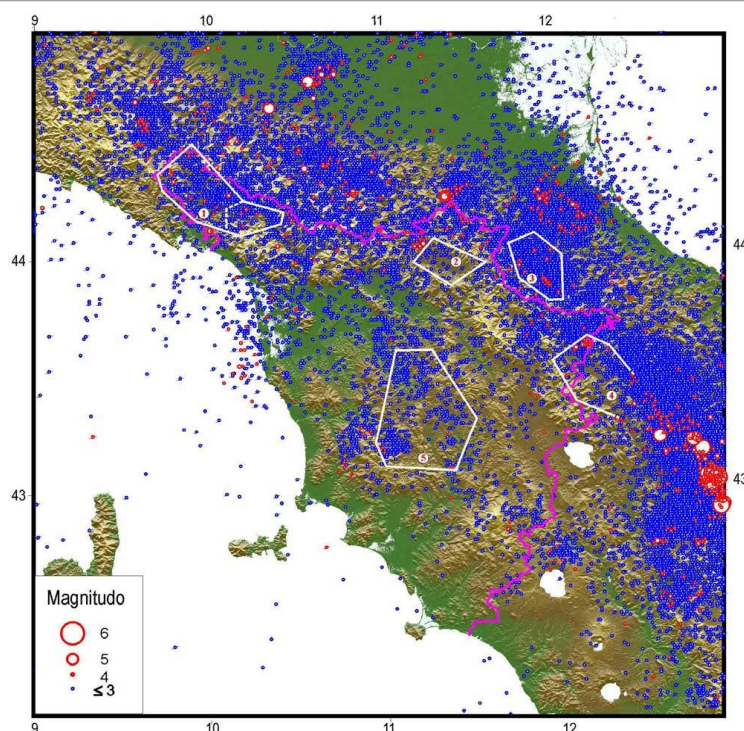


Fig. 10.4. Geometria delle 5 zone sismiche adottate e sismicità strumentale (1981-2010) da Castello et alii, (2006), dal Bollettino della Sismicità strumentale INGV (<http://bollettinosismico.rm.ingv.it/>) e da ISIDe Working Group (<http://iside.rm.ingv.it/iside/>), Lo sfondo è costituito da un modello topografico digitale (<http://gmt.soest.hawaii.edu/>). In rosa il confine amministrativo della Toscana.

La fascia di territorio in cui ricade l'area di progetto risente inevitabilmente dell'attività sismica sia della zona sismica 2 "Mugello" che della zona sismica 5 "Chianti-Montagnola Senese".

L'attività sismica della zona del Mugello dipende in gran parte dai movimenti delle principali faglie di Sieve e di Ronta orientate rispettivamente a sud-ovest e a nord-ovest che bordano il bacino del Mugello, interpretato come un *semi-graben* (Mantovani et alii, 2011). La lista dei terremoti principali (Tab. 10.1) indica che negli ultimi dieci secoli solo due scosse di $M \geq 5.5$ o $I_{max} \geq 8/9$ sono avvenute in questa zona. Le scosse con $I \geq 7$ sono 12, con tempi di interevento compresi tra 2 e 151 anni. Dall'ultima scossa di $M \geq 5.5$ sono passati 92 anni e dall'ultima di $M \geq 5$ sono passati oltre 50 anni. L'intensità massima registrata in questa zona è 10 (1919, $M = 6.3$).

Per quanto riguarda la zona Chianti-Montagnola Senese, le deformazioni in atto e la relativa sismicità di quest'area sono considerate effetti della deformazione che le dorsali preneogeniche presenti in questa zona, con particolare riferimento alle dorsali Chianti- Rapolano-Cetona e Medio Toscana, subiscono in risposta alla compressione longitudinale indotta dalla spinta della parte interna tirrenica dell'Appennino centro-meridionale. Le scosse principali ($I_{max} \geq 7$) sono elencate in Tab. 10.2. Come descritto in Mantovani et alii (2011), le deformazioni in atto e la relativa sismicità della Toscana interna sono considerate effetti della deformazione che le dorsali preneogeniche presenti in questa zona, con particolare riferimento alle dorsali Chianti- Rapolano-Cetona e Medio Toscana, subiscono in risposta alla compressione longitudinale indotta dalla spinta della parte interna tirrenica dell'Appennino centro-meridionale.

Anno	Mese	Giorno	Zona epicentrale	Latitudine (°N)	Longitudine (°E)	Magnitudo Maw)	Intensità Io (Imax)	T (anni)
1542	6	13	Mugello	44.01	11.39	5.9	9	
1597	8	3	Mugello	43.99	11.43	5.2	7.5	55
1611	9	8	Scarperia	44.01	11.36	5.1	7 (7.5)	14
1762	4	15	Mugello	44	11.51	5.1	7	151
1843	10	25	Mugello	44.01	11.26	5.1	6.5 (7)	82
1864	12	11	Mugello	44.04	11.28	5.1	7	21
1919	6	29	Mugello	43.96	11.48	6.3	10	55
1929	7	18	Mugello	43.99	11.51	5.0	6.5 (7)	10
1931	9	5	Mugello	44.06	11.37	4.8	6 (7)	2
1939	2	11	Marradi	44	11.43	5.0	7	7
1960	10	29	Mugello	44	11.39	5.0	7	22

Tab. 10.1. Lista dei terremoti principali ($I_{max} \geq 7$) avvenuti dopo il 1000 nella zona sismica Mugello.

Anno	Mese	Giorno	Zona epicentrale	Latitudine (°N)	Longitudine (°E)	Magnitudo (Maw)	Intensità Io (Imax)	T (anni)
1320	12	16	Siena	43.32	11.33	5.1	7	
1414	8	7	Toscana Occidentale	43.27	11.12	5.6	7.5	94
1724	12	11	Travale	43.21	11.01	5.1	7 (7.5)	310
1741	10	1	Siena	43.32	11.33	5.1	7	17
1798	5	26	Siena	43.34	11.46	4.7	6 (7)	57
1804	10	18	Val d'Elsa	43.45	11.11	4.9	6.5 (7)	6
1869	9	26	Val d'Elsa	43.45	11.11	4.9	6.5 (7)	65
1907	12	20	Radda in Chianti	43.49	11.37	4.6	6 (7)	38
1909	8	25	Murlo	43.15	11.4	5.4	7.5	2
1911	9	13	Chianti	43.44	11.34	5.2	7	2

Tab. 10.2. Lista dei terremoti principali ($I_{max} \geq 7$) avvenuti dopo il 1000 nella zona sismica Chianti-Montagnola Senese.

Classificazione sismica

Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità, che coprivano però circa il 45% della superficie nazionale (Decreti ministeriali del Ministero dei Lavori Pubblici emanati dal 1981 al 1984). L'emanazione dell'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003 ha stabilito la nuova classificazione sismica di tutto il territorio nazionale sulla base di studi più recenti, e disciplinato la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio, hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale, realizzato con il supporto di centri di competenza quali l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Gruppo di Lavoro 2004), è stato adottato successivamente con l'Ordinanza del P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006. Il nuovo studio di

pericolosità introduce degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche:

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	$ag > 0.25$
2	$0.15 < ag \leq 0.25$
3	$0.05 < ag \leq 0.15$
4	$ag \leq 0.05$

Tab. 10.3. Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).

Nel rispetto dei criteri stabiliti a livello nazionale, alcune regioni, come il caso della Toscana, hanno adottato solo tre zone introducendo la sottozona 3s, per meglio adattare la norma alle caratteristiche di sismicità locale. Il Comune di Pontassieve, un tempo inserito in classe 3s ricade attualmente in Zona sismica 3.

Dalla carta di Fig. 10.5 elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia si evince che il territorio del comune di Pontassieve ricade in un areale caratterizzato da valori di a max che variano da 0.125 a 0.175g.

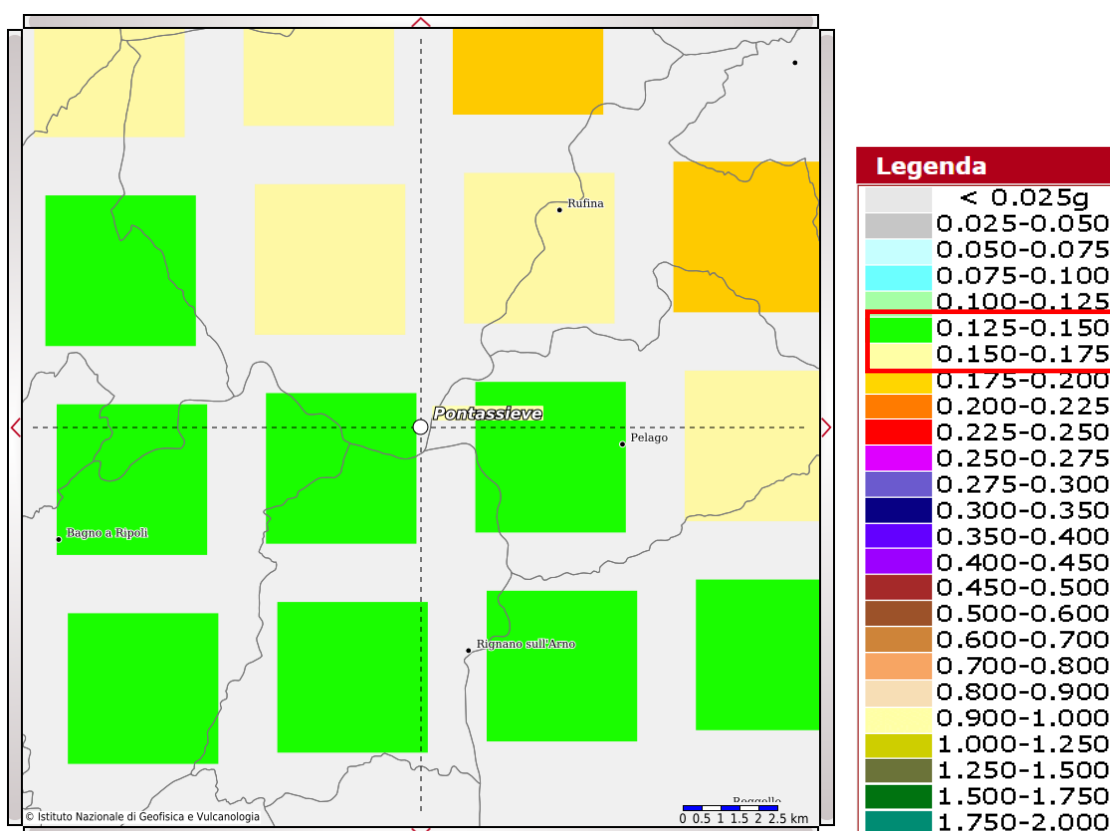


Fig. 10.5. Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale (Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b – INGV Gruppo di lavoro MPS 04). <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Con l'aggiornamento delle NTC del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente" (secondo il quale l'accelerazione di base a_g derivava direttamente dalla Zona sismica di appartenenza del comune senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni).

Dal 1 luglio 2009 (entrata in vigore delle NTC 2008) per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della "vita nominale" dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

Le caratteristiche sismiche di un'area dipendono dalle sorgenti sismogenetiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti (pericolosità sismica di base); tuttavia il moto sismico in superficie può essere modificato dalle condizioni geologiche e morfologiche locali (accumuli di detriti, versanti acclivi, depositi suscettibili di liquefazione etc....). La Microzonazione Sismica ha lo scopo di individuare, a scala comunale, le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso oppure possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente.

A livello nazionale, il 13 novembre 2008 è stato approvato il documento relativo agli "*Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica*", dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza Unificata delle Regioni e delle Province autonome. Gli indirizzi e i criteri costituiscono un utile documento di interesse nazionale di riferimento per gli studi e le analisi relative alla microzonazione sismica, applicabile ai settori della programmazione territoriale, della pianificazione urbanistica e della normativa tecnica per la progettazione.

In Toscana la classificazione sismica regionale ha subito vari aggiornamenti nel tempo. A sei anni di distanza dall'entrata in vigore dell'Ordinanza del 2006 è stata approvata una nuova classificazione sismica con Deliberazione di GRT n. 878 del 8 ottobre 2012, resasi necessaria per recepire le novità introdotte dall'entrata in vigore delle NTC 2008 e di rendere la classificazione sismica maggiormente aderente all'approccio "sito-dipendente". La classificazione ha riunificato nuovamente in un'unica **zona 3** le precedenti zone 3 e 3s.

Inoltre, contestualmente all'entrata in vigore della nuova classificazione sismica, è stato approvato Delibera n° 886 del 08/10/2012 e pubblicato sul BURT n. 57 parte I del 26 ottobre 2012 il regolamento 58/R, nel quale si prevede inoltre che la zona 3 a bassa sismicità sia suddivisa in fasce di pericolosità che tengano conto del "*valore di accelerazione sismica su suolo rigido e pianeggiante, allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), riferito al periodo di ritorno (TR) di 475 anni, corrispondente in termini progettuali ad una vita nominale (Vn) di 50 anni e categoria d'uso (Cu) pari ad 1 (classe d'uso II)*", di seguito indicato "ag" come segue:

a) **fascia A**, contraddistinta da valori di $a_g > 0.15g$;

b) **fascia B**, contraddistinta da valori di $0.125 < ag \leq 0.15g$;

c) **fascia C**, contraddistinta da valori di $ag \leq 0.125g$;

Recentemente, con Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014, pubblicata sul BURT Parte Seconda n. 22 del 04.06.2014, con cui è stato approvato un aggiornamento della classificazione sismica regionale, relativo all'aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della Deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012 (Fig. 10.6).

Tale aggiornamento dell'elenco di classificazione sismica è divenuto necessario a seguito della fusione di 14 comuni toscani, con conseguente istituzione dal 1 gennaio 2014 di 7 nuove amministrazioni comunali.

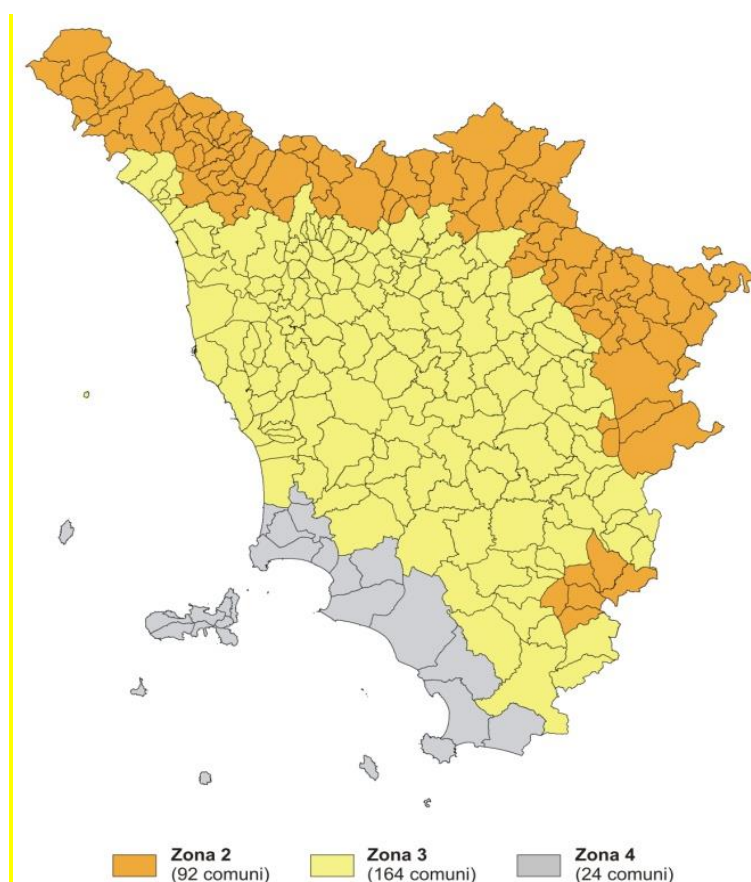


Fig. 10.6. Mappa di aggiornamento della classificazione sismica della Regione Toscana – 2014 ai sensi della DGRT 421/2014 (Allegato 2).

A livello comunale e subcomunale, in base a quanto definito dall'O.P.C.M. 3907/2010 e dalle specifiche tecniche definite negli *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica* (ICMS) è stato necessario individuare le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente.

Gli ICMS individuano, in funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi, vari livelli di approfondimento degli studi di Microzonazione Sismica (MS), con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 fino al livello 3.

Il Comune di Pontassieve è dotato di studi di MS di livello 1 e di livello 2.

Studio di MS LIVELLO 2

La Carta Geologico-Tecnica dello studio di MS liv. 2 (Fig. 10.6) mostra che nell'area di progetto sono stati individuati tre litologie di copertura: ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di origine alluvionale (**GM es**), sabbie limose, miscela di sabbie e limo di origine conoide (**SM cd**), e, a monte, il substrato costituito da alternanza di litotipi fratturato/alterato (**SFALS**).

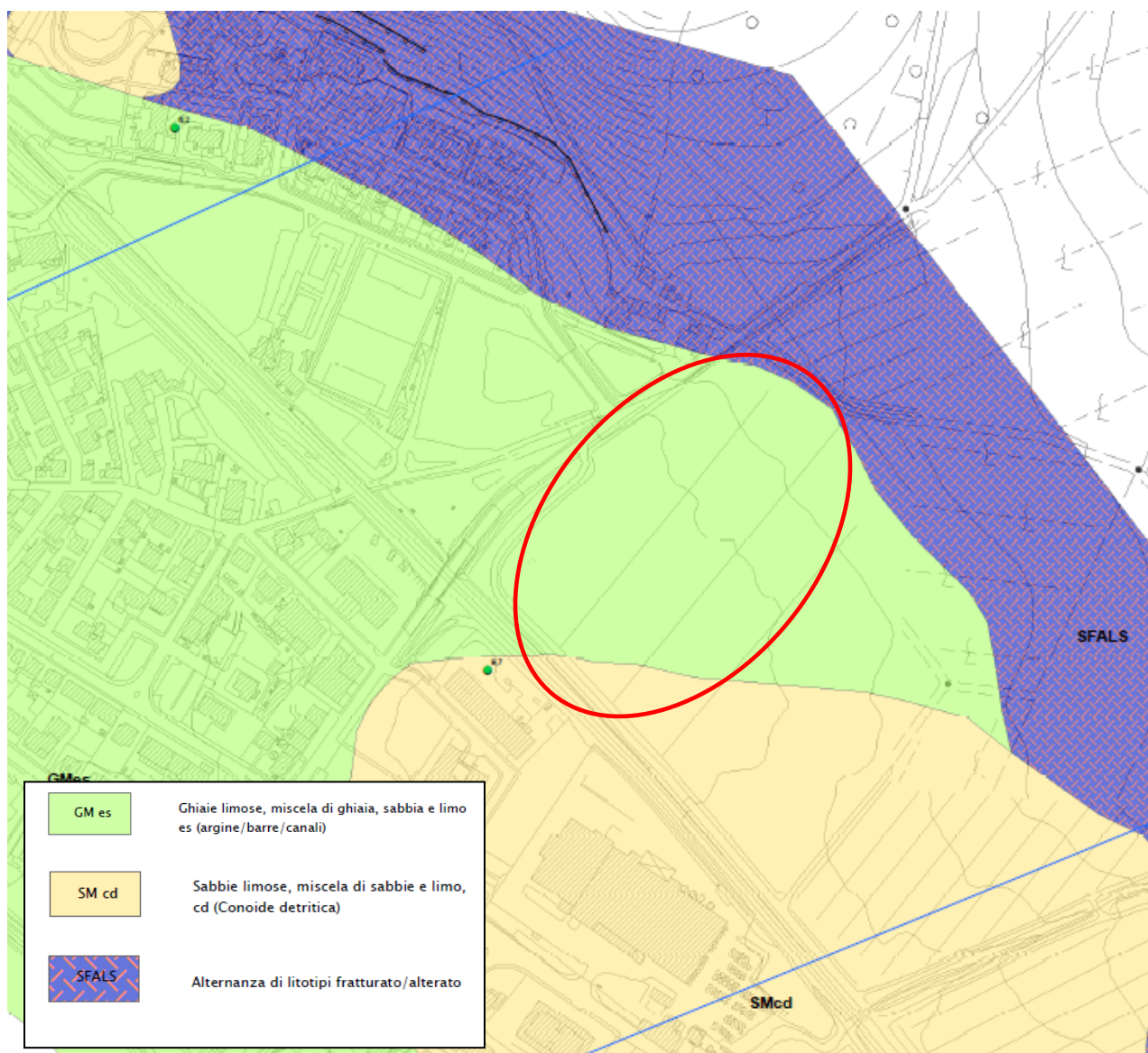
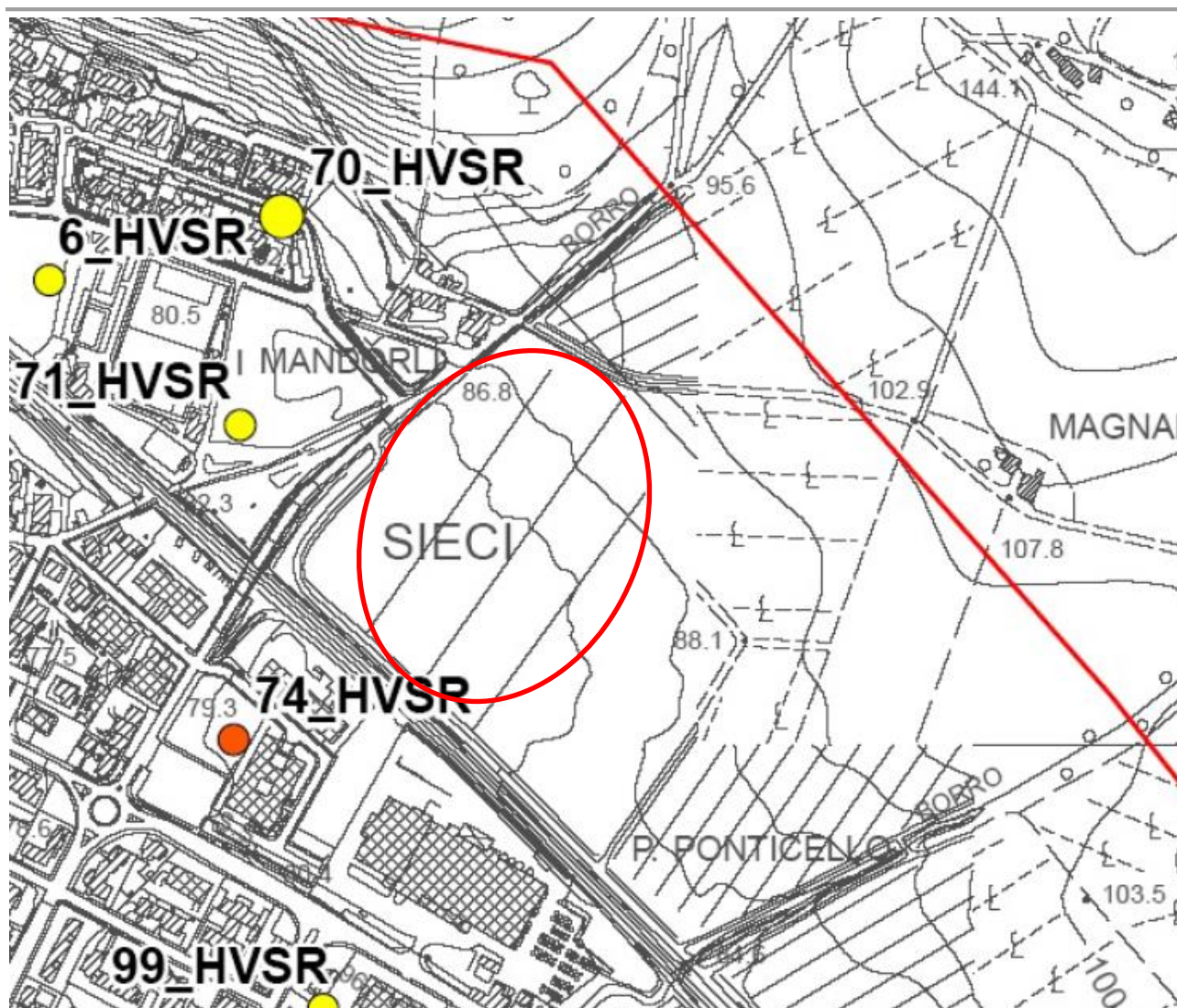


Fig. 10.6. Carta Geologico Tecnica - Studio di MS Liv. 2.

La Carta delle Frequenze dello studio di MS Liv. 2 (Fig. 10.7) mostra che le indagini eseguite a supporto dello studio hanno fatto rilevare una frequenza compresa tra 2,5 e 5Hz con ampiezza H/V >3.



HVSR	ampiezza	frequenza
4_HVSR	2,24	14,84
5_HVSR	2,76	2,88
6_HVSR	4,76	4,77
7_HVSR	4,17	10,63
67_HVSR	2,81	20,47
68_HVSR	3,09	21,56
69_HVSR	4,15	9,14
70_HVSR	5,72	3,08
71_HVSR	3,46	4,84
72_HVSR	0,00	0
73_HVSR	3,13	14,69
74_HVSR	4,10	6,52
75_HVSR	4,13	5,56
76_HVSR	3,19	8,56
77_HVSR	3,85	13,31
78_HVSR	2,68	13,88
99_HVSR	4,54	4,48

Ampiezza H/V

Frequenza (Hz)

• nessuna risonanza

■ Nessuna risonanza

○ 1,1 - 2,0

■ 0,1 - 0,5 (verde scuro)

○ 2 - 3

■ 0,5 - 1,0 (verde)

○ 3 - 5

■ 1,0 - 2,5 (marrone)

○ > 5

■ 2,5 - 5,0 (giallo)

■ 5,0 - 7,5 (arancio)

■ 7,5 - 10,0 (rosso)

■ 10 - 15,0 (viola)

■ > 15 (blu)

Fig. 10.7. Carta delle Frequenze - Studio di MS Liv. 2.

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS - Fig. 10.8), mostra che l'area di progetto ricade a cavallo di tre zone di cui due in netto subordine: la zona Z3 (2003) caratterizzata da uno spessore da 3 a 10m di alternanza di litotipi stratificati alterati/fratturati su substrato stratificato con alternanza di litotipi; la zona Z20 (2020) caratterizzata da una copertura di spessore da 8 a 25m costituita

da litotipi di origine alluvionale o fluvio-lacustre, seguita da alternanza di litotipi stratificati fratturati per uno spessore da 3 a 10m, e dal substrato stratificato con alternanza di litotipi. Infine la zona Z18 (2018), che caratterizza la maggior parte dell'area, caratterizzata da una copertura superficiale di spessore da 5 a 20m di depositi pleistocenici ghiaioso-limosi, seguiti de alternanza di litotipi stratificati fratturati per spessore compreso tra 3 e 10m, e substrato con alternanza di litotipi. Segnalato elevato contrasto di impedenza sismica.

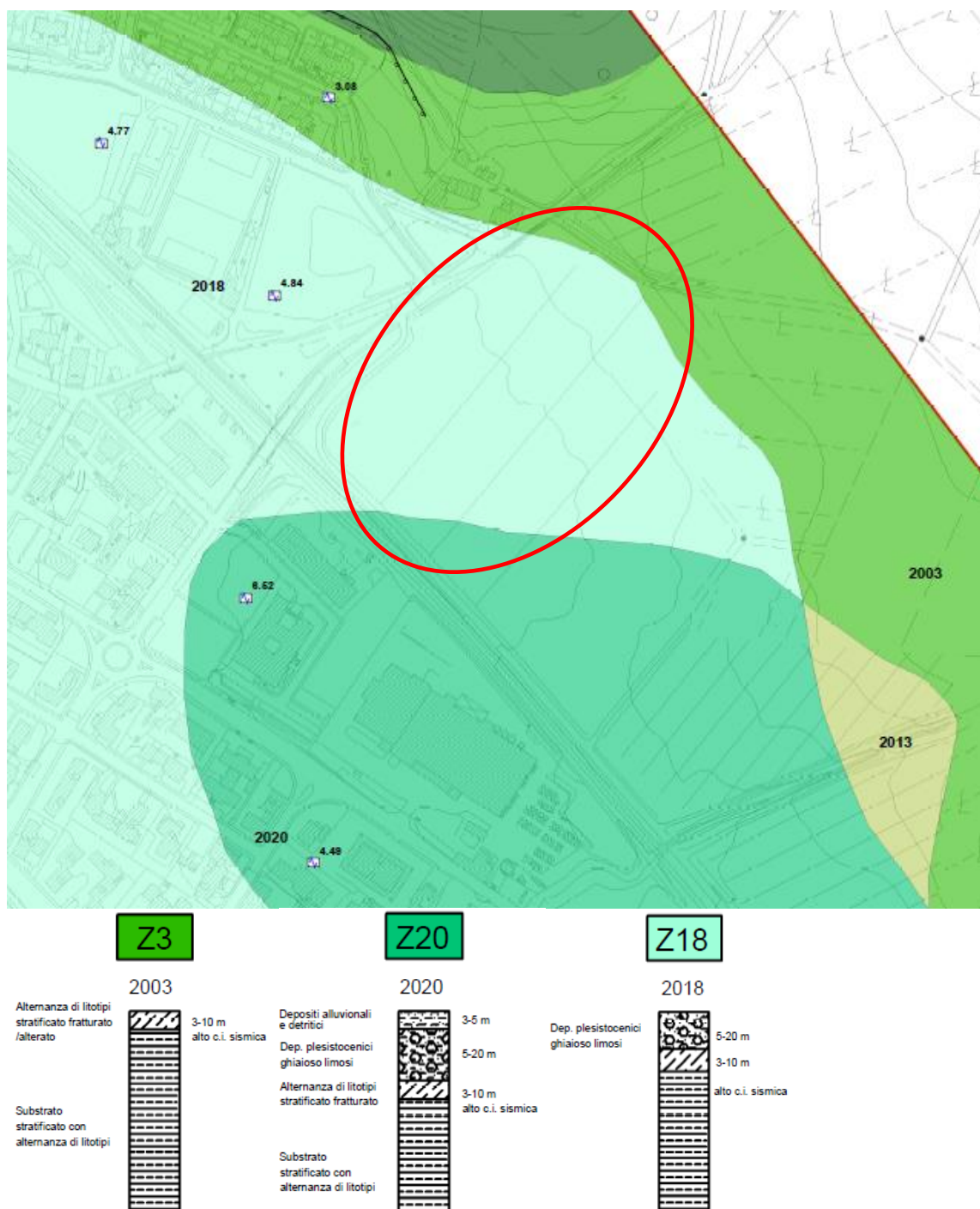
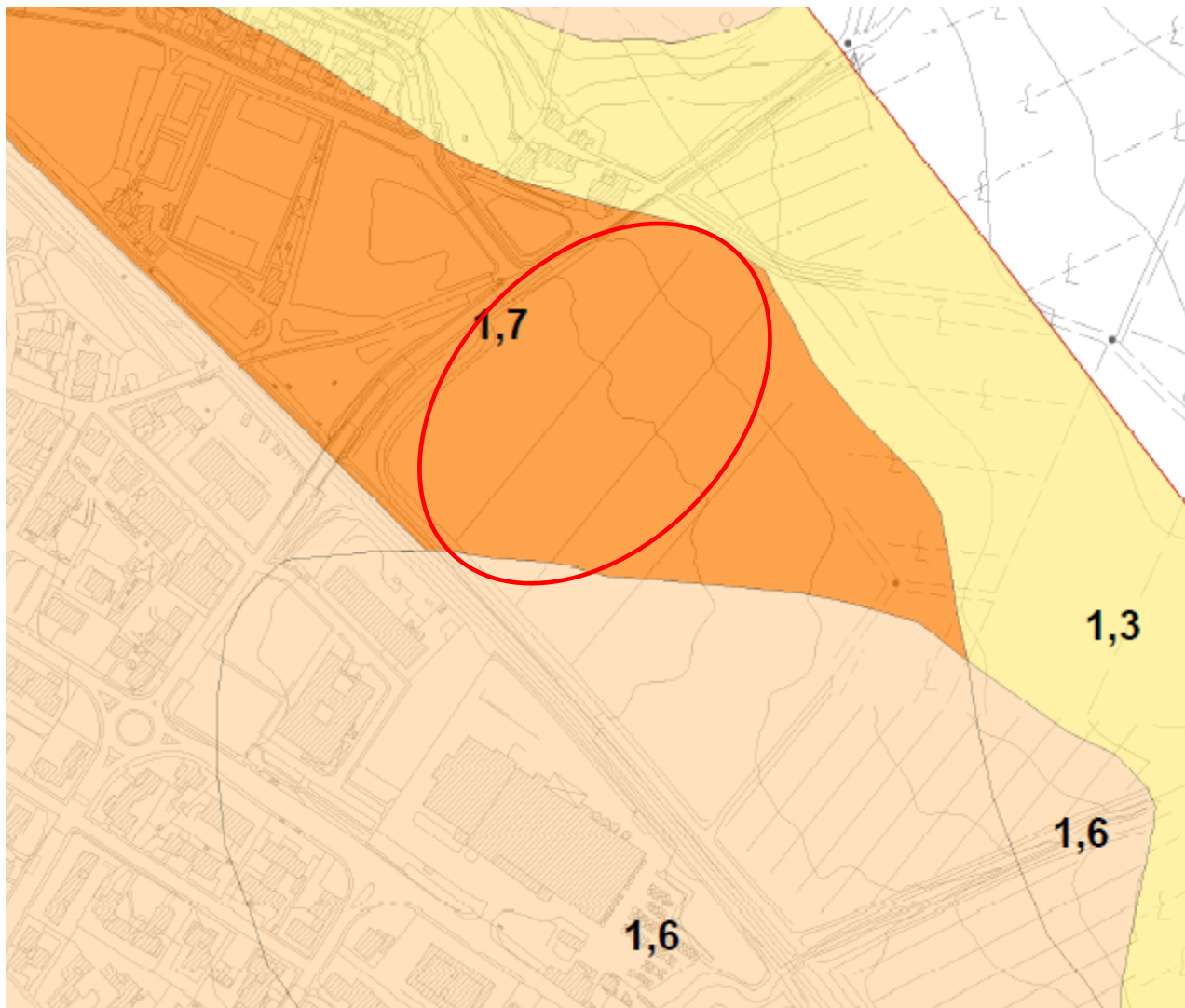


Fig. 10.8. Carta delle MOPS - Studio di MS Liv. 2.

La Carta di Microzonazione sismica con il fattore di amplificazione per l'intervallo 0,1-0,5s (Fig. 10.9) mostra che l'area di progetto ricade in zone stabili suscettibili di fenomeni di amplificazione locali con fattore di amplificazione compreso tra 1,6 ed 1,7



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

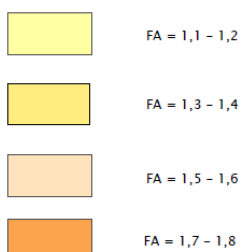
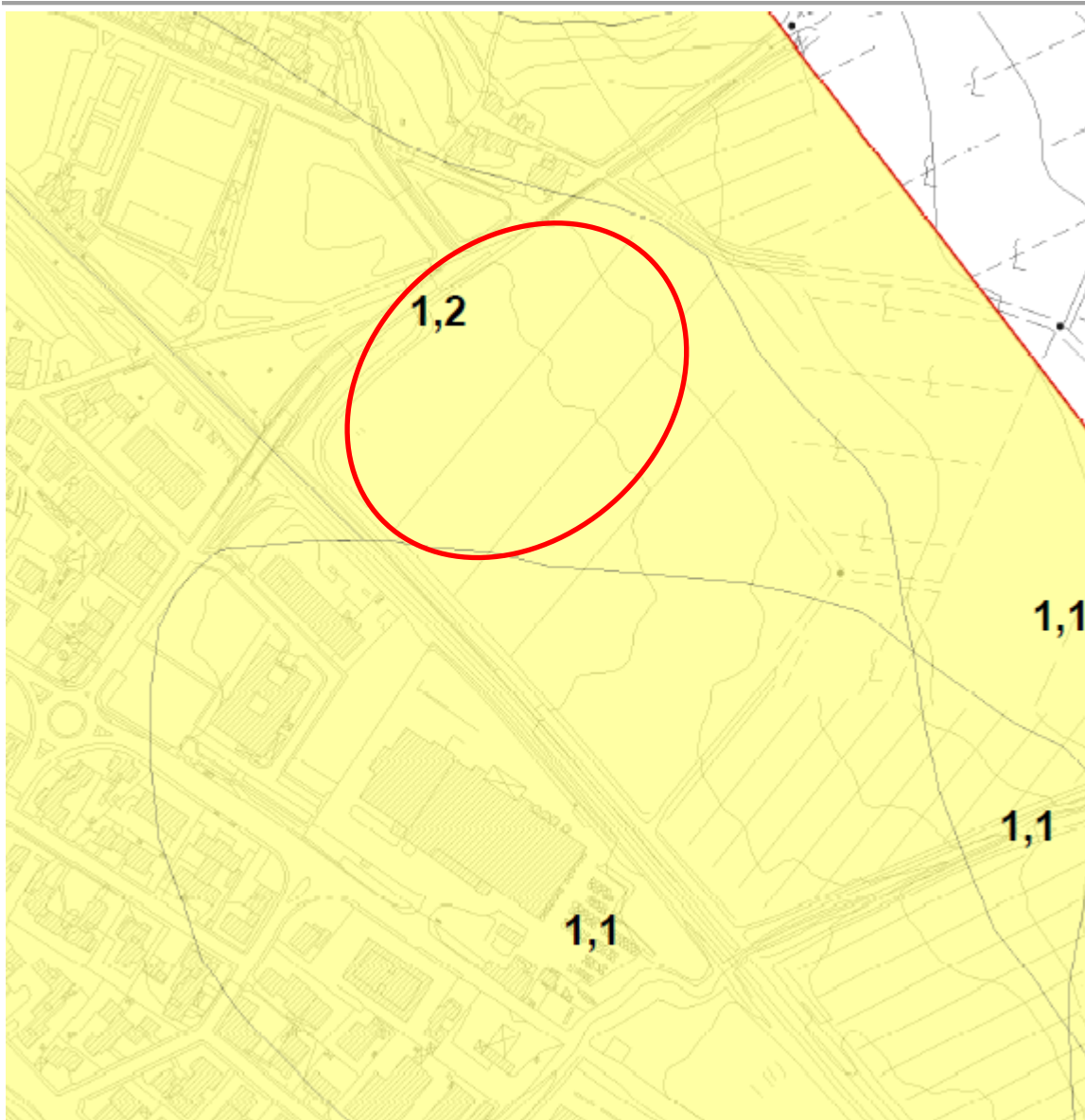


Fig. 10.9. Carta di Microzonazione sismica per l'intervallo 0,1-0,5s. Studio di MS liv. 2

La Carta di Microzonazione sismica con il fattore di amplificazione per l'intervallo 0,5-1,0s (Fig. 10.10) mostra che l'area di progetto ricade in zone stabili suscettibili di fenomeni di amplificazione locali con fattore di amplificazione compreso tra 1,1 ed 1,2



Zone stabili suscettibili di
 amplificazioni locali



Fig. 10.10. Carta di Microzonazione sismica per l'intervallo 0,5-1,0s. Studio di MS liv. 2

Il Piano Strutturale Intercomunale è corredato della Carta della Pericolosità Sismica basata sugli studi di MS. L'area di progetto è classificata S3-Pericolosità sismica elevata (Fig. 10.11).

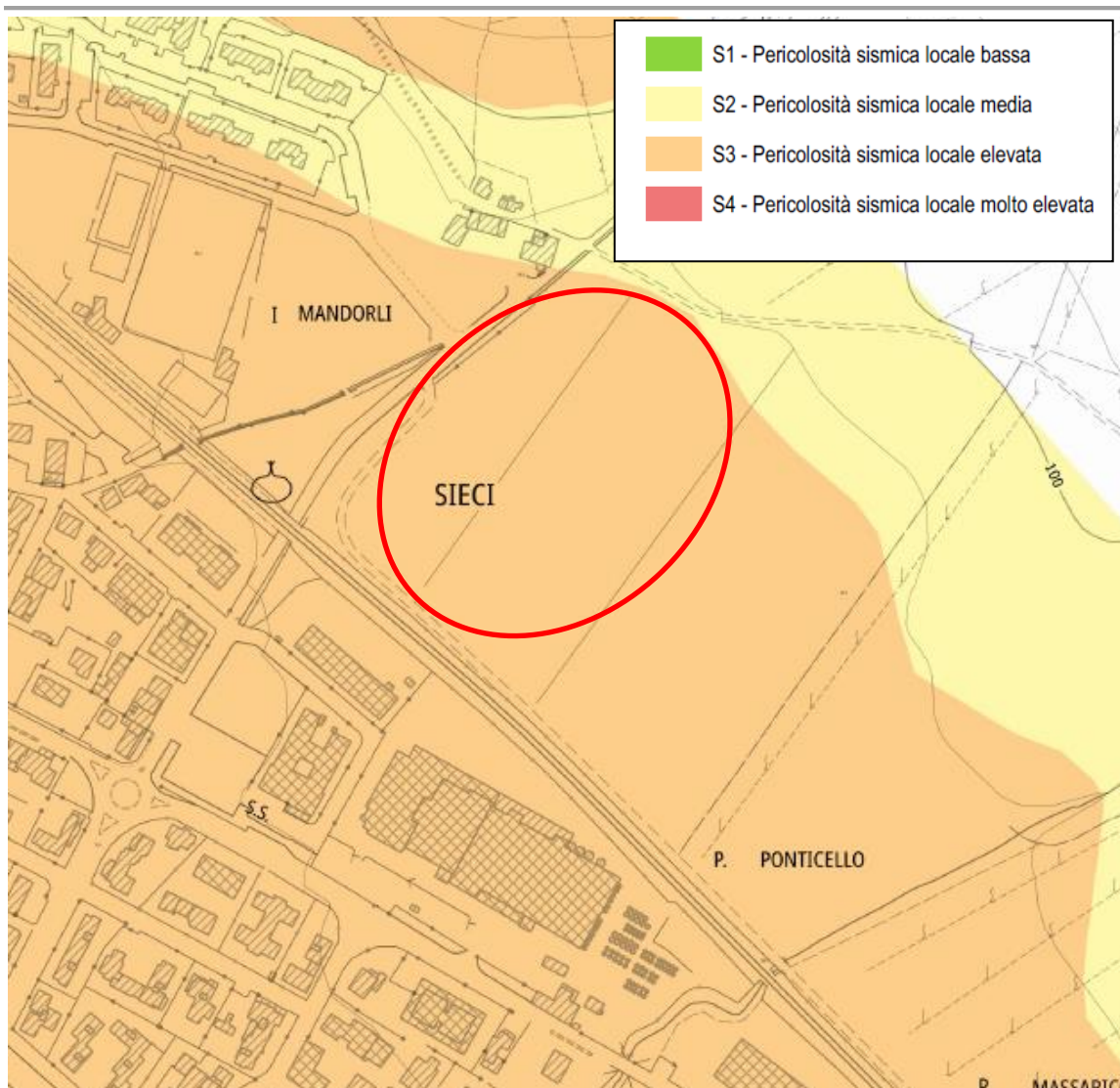


Fig. 10.11. Carta della Pericolosità sismica. Piano Strutturale Intercomunale

Faglie capaci

L'interrogazione effettuata sul portale webgis del Servizio Geologico d'Italia – Progetto ITHACA (Italy HAZard from CApable faults), che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano (<http://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>) mostra la presenza, ad Ovest dell'area di progetto di due faglie (Fig. 10.12), di cui una con andamento circa N-S (62102 - Firenze) e l'altra (62100 - Firenze Pistoia) con andamento SE-NO. Si tratta in ambo i casi di due faglie primarie individuate nella Mappa Neotettonica d'Italia in scala 1:500.000 (CNR-PFG, sottoprogetto neotettonica – 1987) la cui attività è dubbia e sulle quali non sono stati effettuati ulteriori approfondimenti di studio. Le schede relative alle due faglie sono riportate in allegato.

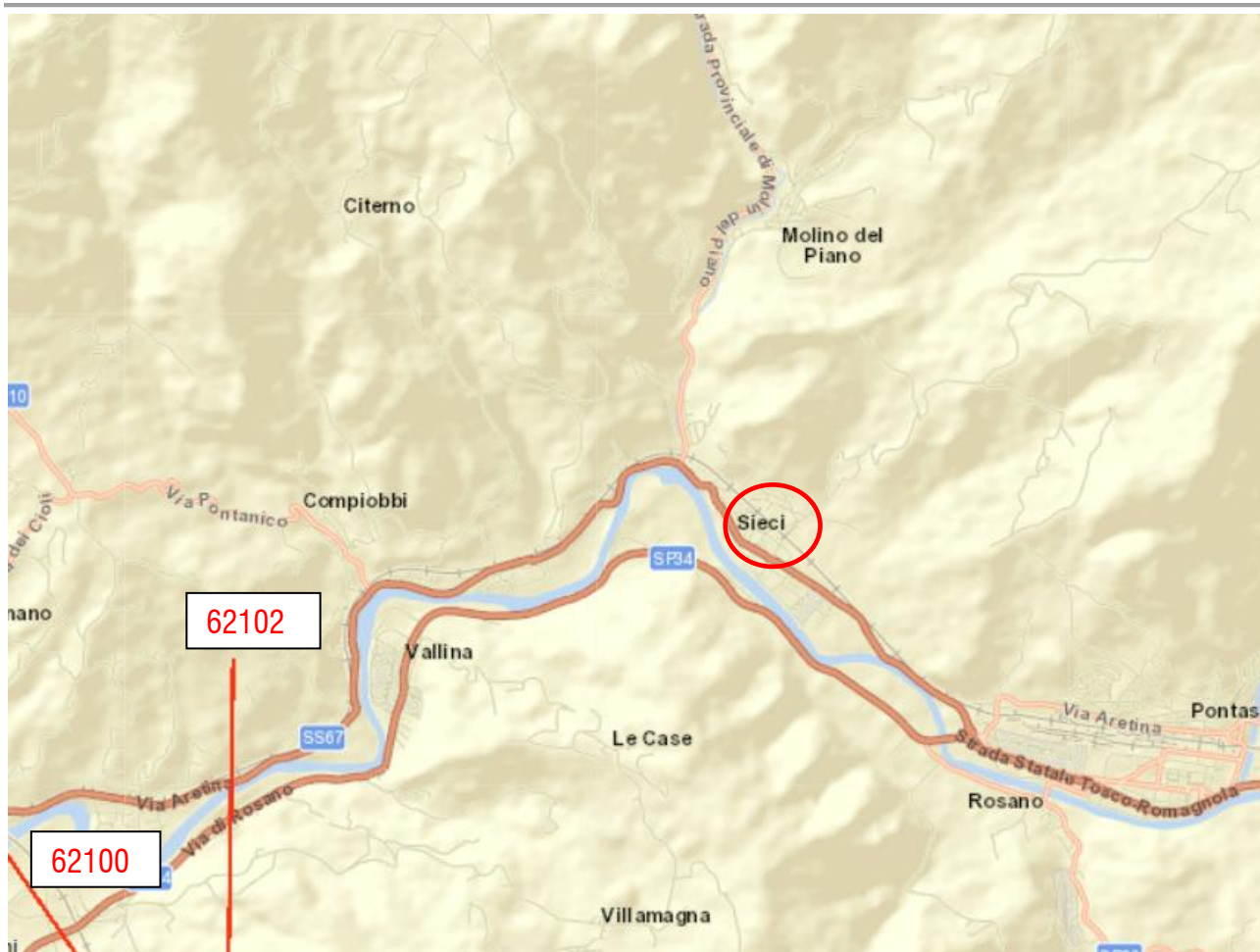


Fig. 10.12. Esito dell'interrogazione effettuata sul webgis del Servizio Geologico d'Italia – Progetto ITHACA
<http://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>

Determinazione dell'azione sismica

La determinazione dell'azione sismica di progetto si effettua a partire dalla pericolosità sismica di base del sito d'intervento, descritta dalla probabilità (PVR) che, in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento VR), nel sito prescelto si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. La pericolosità è definita in termini di accelerazione orizzontale attesa a_g in condizioni di campo libero (assenza di edifici) su sito di riferimento rigido (sottosuolo A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1) e di ordinate del corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$, con riferimento a determinate PVR (probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento). Le forme spettrali sono definite per ciascuna PVR a partire dai valori di a_g di F_0 (valore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e di $T^* C$ (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), riportati nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008 e rappresentati in termini di andamento medio in funzione del periodo di ritorno TR per l'intero territorio nazionale. Il valore di a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento fornita dall'INGV mentre F_0 e $T^* C$ sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici forniti dal D.M. 14 gennaio 2008 approssimino al meglio quelli derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Nel D.M. 14 gennaio 2008 sono stati definiti quattro stati limite di riferimento (ripresi pedissequamente nelle NOC 2018), ordinati per azione sismica crescente (SLO, SLD, SLV e SLC), ai quali sono stati

attribuiti valori specifici di PVR (pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%); tali probabilità di eccedenza, valutate nel periodo di riferimento proprio della costruzione considerata, consentono di individuare, per ciascuno stato limite, l'azione sismica di progetto corrispondente. In assenza di determinazioni derivanti da analisi di risposta sismica locale, per le componenti orizzontali del moto la forma spettrale di riferimento per il sito prescelto, quale che sia la PVR, è modificata attraverso il coefficiente S (dato dal prodotto di S_s , coefficiente di amplificazione stratigrafica che tiene conto della categoria di sottosuolo, con ST, coefficiente di amplificazione topografica) ed il coefficiente CC (funzione della categoria di sottosuolo) che modifica il valore del periodo TC corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di riferimento.

Nel caso in esame la risposta sismica è stata valutata con analisi della risposta sismica locale (RSL), cui si rimanda per la consultazione.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 10.4):

Categoria	Descrizione
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15 \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 10.4. Categorie topografiche

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 10.5, in funzione delle categorie topografiche definite nella tabella precedente e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	pianeggiante o poco inclinato	1,00
T2	pendii con inclinazione $i > 15^\circ$	1,20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media tra 15° e 30°	1,20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione superiore a 30°	1,40

Tab. 10.5. Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Nel caso in esame, in relazione all'orografia del sito si ricade in categoria T1 cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica **$S_T = 1,0$** .

11 NOTE CONCLUSIVE

Le indagini e gli studi eseguiti sull'area hanno fatto rilevare quanto segue:

- l'area è in situazione di conoide, ad assetto lievemente pendente (2-3%) ed è esente da fenomeni di dissesto attivi, inattivi o quiescenti
- l'area è impostata su terreni di origine colluviale e/o di conoide in facies fine e medio-fine; al di sotto dei materiali di conoide sono presenti, nella porzione più a valle, materiali di origine alluvionale in facies grossolana; sia i depositi di conoide che i depositi alluvionali poggiano in discordanza sui termini argillitici e marnosi della Formazione di di Vallina
- la falda è stata rilevata a profondità comprese tra 3,9 e 6,6m da piano campagna, con gradiente verso SE; stante la posizione al piede del versante in situazione di conoide si ritengono possibili oscillazioni consistenti della falda anche a carattere temporaneo, per cui si consiglia di impermeabilizzare adeguatamente i locali interrati
- l'area ricade in classe G3 di pericolosità geologica (PSI vigente)
- l'area ricade in classe P2 di pericolosità nel PAI, ma non vi sono particolari prescrizioni per questa classe
- l'area ricade, limitatamente ad alcune porzioni marginali, in classe P2 e P3 di pericolosità idraulica secondo il PSI
- l'area ricade solo in parte in classe P1 di pericolosità da alluvioni secondo il PGRA
- l'azione sismica è stata determinata mediante analisi della risposta sismica locale per l'elevato valore del fattore di amplificazione derivato dallo studio di MS del territorio comunale

In generale non sono stati rilevati elementi di natura geomorfologica, geologica, litostratigrafica e idrogeologica tali da limitare e/o condizionare la fattibilità dell'intervento in progetto.

Dott. Geol. Pietro Accolti Gil

