



COMUNE DI SIENA

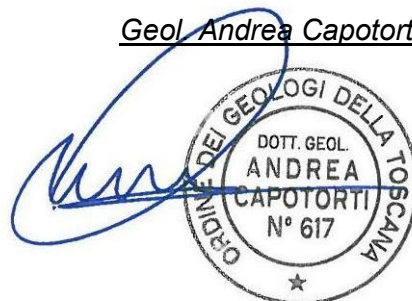
VARIANTE SEMPLIFICATA AL PIANO OPERATIVO PER MODIFICHE “ART. 140 PIANO ATTUATIVO IN VIALE A. SCLAVO (PA06.01)”, DELLE NTA, AI SENSI DEGLI ARTT. 30 E 32 DELLA L.R.T.65/2014

**INDAGINE GEOLOGICA AI SENSI DELLA L.R.T. N. 65/2014, COME DA
REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE DELL'ART. 104 IN MATERIA DI INDAGINI
GEOLOGICHE DI CUI AL D.P.G.R.T. N. 5/R/2020**

Siena, settembre 2025

GEOSOL s.r.l.

Geol. *Andrea Capotorti*



GEOSOL s.r.l.

Viale Europa 31
53100 Siena
Tel. 0577.44470
e-mail: studio@geosol.it
Partita IVA IT 00707530523
CCIAA Siena n. 85428
Isc. Trib. Siena n.6345 Vol.8133

numero archivio:
8170

Sommario

1	PREMESSA	2
	Normativa di Riferimento	2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CATASTALE.....	2
3	VINCOLISTICA.....	4
3.1	Vincolo Idrogeologico	4
3.2	Vincolo Paesaggistico	5
4	CONTENUTI DELLA VARIANTE URBANISTICA.....	6
4.1	Tipo di costruzione e Classe di uso.....	7
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
6	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	9
7	CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE	10
7.1	Indagini del Sottosuolo Pregresse	11
7.2	Nuove Indagini.....	14
8	MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE	14
9	CARTA GEOLOGICO-TECNICA	15
10	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS).....	16
11	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE & IDROGEOLOGICHE	18
12	VULNERABILITÀ E SENSIBILITÀ DEGLI ACQUIFERI	20
13	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	20
13.1	Pericolosità ai sensi del PAI del fiume Arno	22
14	PERICOLOSITA' DA ALLUVIONI	22
15	PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	23
16	CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ	24
16.1	Fattibilità in relazione agli aspetti geologici	24
16.2	Fattibilità in relazione agli aspetti sismici.....	24
16.3	Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni.....	25
16.4	Fattibilità in relazione a problematiche idrogeologiche	25
17	CONCLUSIONI	25

 **ALLEGATO A – Indagini Pregresse**

1 PREMESSA

La presente Relazione Geologica viene redatta a supporto della Variante al Piano Operativo per modifiche all'Art. 140 – Piano Attuativo in Viale A. Sclavo (PA06.01), ai sensi degli artt.30 e 32 della L.R.T. 65/2014.

L'area oggetto del presente studio è indicata negli elaborati cartografici di cui sotto.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

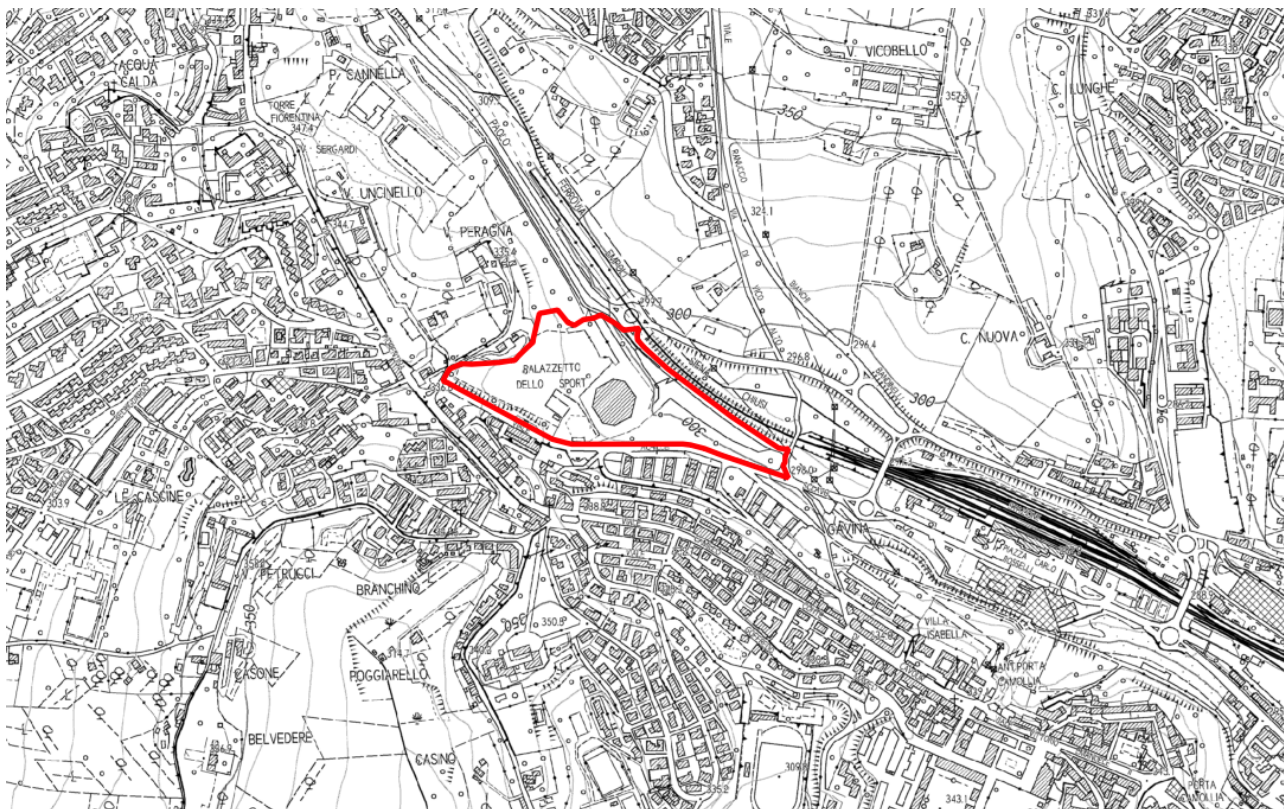
La relazione viene redatta ai sensi della sottostante normativa vigente:

- ✓ **Legge Regionale 10 novembre 2014, n.65 e s.m.i.** – *Norme per il governo del territorio.*
- ✓ **L.R. 24 luglio 2018, n.41** - *Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.*
- ✓ **D.P.G.R. 30 gennaio 2020, n.5/R** – *Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.*
- ✓ **D.P.G.R. 03 aprile 2020, n.4961** – *Approvazione modulistica ai sensi del comma 2 dell'art.16 del DPGR 30.01.2020, n.5/R;*
- ✓ **D.C.C. 25 novembre 2021, n.216** - *Nuovo PO e Variante per l'aggiornamento del PS del Comune di Siena;*
- ✓ **D.M 26.10.2016, n.294** - *“Disciplina dell'attribuzione e del trasferimento alle Autorità di Bacino distrettuali del personale e delle risorse strumentali, ivi comprese le sedi, e finanziarie delle Autorità di bacino, di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183”;*
- ✓ **D.P.C. 14.12.2011, n. 124** - *“Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Siena”;*
- ✓ **D.P.G.R. 19 gennaio 2022, n.1/R** – *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;*
- ✓ **D.D.R. 5 ottobre 2007, n.4753** – *Approvazione versione aggiornata del manuale delle istruzioni tecniche regionali delle Istruzioni Tecniche regionali del Programma Valutazione Effetti Locali (“Programma VEL”);*
- ✓ **D.M. 17 gennaio 2018, n.8** – *Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni” (NTC 2018);*

Per quanto riguarda gli aspetti sismici la presente relazione si attiene al D.G.R.T. n°431 del 19 giugno 2006 in attuazione al D.M. del 14 settembre 2005 e O.P.C.M. n°3519 del 28 aprile 2006 ed alla Del. GRT n° 878 del 8/10/2012 (pubblicata su BURT Parte Seconda n. 43 del 24.10.2012 Supplemento n. 136); in base a tale normativa tutto il territorio regionale viene considerato sismico e distinto in differenti zone sulla base del differente grado di pericolosità di base.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CATASTALE

Di seguito, si riportano i riferimenti corografici, ortofotometrici e catastali della porzione di territorio urbanizzato del Comune di Siena, denominata *Palazzetto dello Sport* ed interessata dal procedimento di Piano Attuativo; per ogni Particella catastale viene annotata la superficie totale e la relativa porzione inclusa nel perimetro d'intervento.



estratto CTR di Regione Toscana (non in scala)

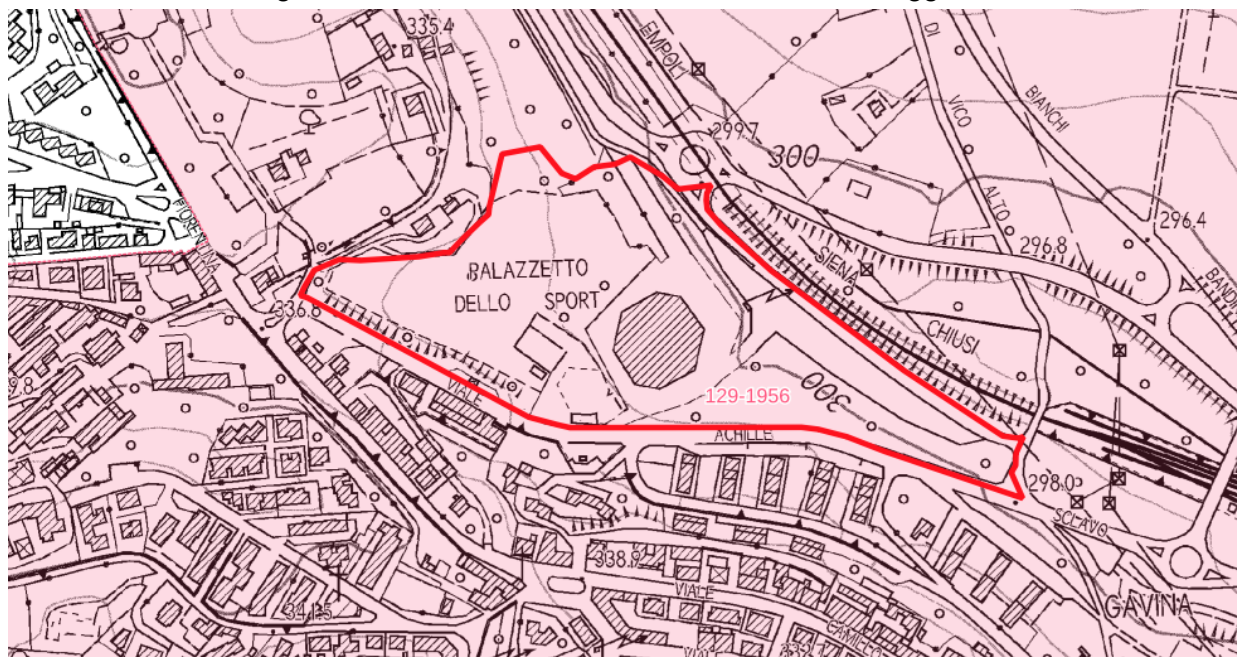


estratto OFC-2019 di Regione Toscana (AGEA©)

Intervento PA06.01 - Piano Attuativo																	
Riferimenti catastali	Foglio	13															
	Particella	108	143	289	734	170	1148	97	1028	167	197	158	156	1150	978	109	157
Area TOT [mq]		8277	385	227	411	897	23146	6604	5513	1414	1215	17263	4962	35133	14050	4698	820
Area intervento [mq]							2078							34666	380		

3.2 VINCOLO PAESAGGISTICO

L'area in oggetto risulta compresa nella zona circostante l'abitato di Siena, riconosciuta dal D.M. 14/05/1956 di notevole interesse pubblico e, pertanto, sottoposta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 136, D.Lgs. n.42/2004 – PIT con Valenza di Piano Paesaggistico.



Estratto Cartografia del PIT di Regione Toscana (non in scala)

In tale porzione di territorio si è formato un quadro naturale di singolare bellezza panoramica, con numerosi punti di vista, accessibili al pubblico e dai quali è possibile godere dello spettacolo di cotanta bellezza; pertanto, gli interventi antropici devono preservare le visuali panoramiche del sistema storico insediativo di crinale, senza ampliare l'aggregazione urbana a "macchie d'olio" (Montarioso, San Miniato, Le Scotte, Scacciapensieri), data la forte propensione a saldarsi tra loro per costituire una barriera continua urbanizzata.

A) ELEMENTI IDENTIFICATIVI

Codice regionale	Codice ministeriale	Riconoscizione delimitazione rappresentazione	D.M. – G.U.	Provincia	Comune/i	Superficie (ha)	Ambiti di Paesaggio	Tipologia art. 136 D.Lgs. 42/04			
9052039	90562	9052039_ID	D.M. 14/05/1956 G.U. 129 del 1956	Siena	Siena	1766,15	14 Colline di Siena	a	b	c	d
denominazione		Zona sita nel territorio del comune di Siena (circostante l'abitato di Siena).									
motivazione		[...] la zona predetta ha notevole interesse pubblico perché oltre a formare un quadro naturale di singolare bellezza panoramica, offre numerosi punti di vista accessibili al pubblico dai quali si può godere lo spettacolo di quella bellezza.									

Estratto Carta del PIT con Valenza di Piano Paesaggistico di Regione Toscana (non in scala)

3.2.1 **DISCIPLINA DEGLI IMMOBILI E DELLE AREE DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (ART. 136/04)**

[..]

3.c.2. → Gli interventi di trasformazione urbanistica e sono ammessi a condizione che:

- siano mantenuti i caratteri connotativi della trama viaria storica e i manufatti che costituiscono valore storico-culturale;
- siano mantenuti i coni e i bersagli visivi (fondali, panorami e skylines);
- siano mitigati gli effetti di frattura indotti dagli interventi infrastrutturali, sul paesaggio;
- mantengano l'accessibilità ai luoghi da cui è possibile godere delle visuali a maggiore panoramicità;
- sia garantita qualità insediativa attraverso un'articolazione equilibrata tra spazi aperti e costruito con particolare riferimento alla qualità progettuale degli spazi di fruizione collettiva;
- non costituiscano previsioni di nuova edificazione che costituiscano nuclei isolati rispetto al territorio urbanizzato;

- *riqualifichino le aree rurali interstiziali e periurbane limitrofe all'area di intervento, privilegiando il mantenimento delle pratiche agricole, garantendo la connessione delle aree verdi interne e/o a margine dell'edificato con la struttura di impianto rurale presente o da ripristinare.*

[..]

4 CONTENUTI DELLA VARIANTE URBANISTICA

Con la variante in oggetto si va a modificare l'art 140 *Piano Attuativo/ intervento diretto in Viale A. Sclavo (PA06.01)*, dal quale si prevede la realizzazione di (vedi planimetria sottostante):

- un Impianto sportivo coperto (**Area 2 – 5000 mq**), destinato alla pratica di eventi sportivi agonistici (s2d, art.15 – NTA) e culturali (s2b, art.15 - NTA);
- complesso edilizio (**Aree 4, 5, 6 e 7**) destinata a: 4 - area destinata alla nuova edificazione con sedime indicativo dei nuovi volumi (studentato: 5 basamento a un livello per locali di servizio e parcheggi pertinenziali, 6 blocchi con altezza massima di 3 piani, oltre il basamento, per alloggi e spazi comuni; palestre e spazi fitness complementari alle strutture esistenti: 7 blocco a un livello);
- verde pubblico o di uso pubblico (**area 3**)
- parcheggio pubblico o di uso pubblico (**area 12**)
- parcheggio pubblico parcheggio pubblico o di uso pubblico terrazzato e/o seminterrato (**area 16**)

Schema di VARIANTE



4.1 TIPO DI COSTRUZIONE E CLASSE DI USO

Si definiscono di seguito la vita nominale, la classe ed il coefficiente d'uso di quanto in progetto ai sensi del paragrafo 2.4 del Decreto Ministeriale 17.01.2018: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni:

4.1.1 VITA NOMINALE DI PROGETTO

Tipi di costruzioni		V_N	Progetto in studio
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	≥ 10 anni	
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	≥ 50 anni	X
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	≥ 100 anni	

Tab. 2.4.I - Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

4.1.2 CLASSI D'USO

Classe d'uso delle strutture con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso		Progetto in studio
Classe I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli	
Classe II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	X
Classe III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie ed extraurbane non ricadenti in classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.	
Classe IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.	

Coefficiente d'uso C_u

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_u	0.70	1.00	1.50	2.00
Progetto in studio		X		

Tab. 2.4.II - Valori del coefficiente d'uso C_u

4.1.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_u :

$$V_R = V_N * C_u \quad [2.4.1]$$

In relazione alla V_N ed alla C_u definite per l'opera in progetto si definisce il seguente periodo

di riferimento per l'azione sismica:

$$V_R = V_N * C_u = 50 * 1 = 50 \text{ anni}$$

4.1.4 **QUADRO SINOTTICO D'INTERVENTO**

Classe di uso edificio e periodo di riferimento per azione sismica	
Tipo di costruzione	2
Vita nominale V_N	$V_N \geq 50$ anni
Classe dell'edificio	II
Coefficiente d'uso C_u	$C_u = 1.00$
Periodo di riferimento per l'azione sismica	$V_R = V_N * C_u = 50$ anni

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Allo scopo di evidenziare le caratteristiche geologiche è stato eseguito un rilevamento di dettaglio che ha interessato il sito in studio ed un'ampia zona circostante.

Tale indagine ha rilevato l'affioramento di più Formazioni appartenenti al Complesso Neoautoctono sedimentato nel Pliocene al di sopra dei depositi lacustro-lagunari del Messiniano, a carattere evaporitico, poiché derivante dalla graduale chiusura del Tetide.

in particolare, nell'area in studio affiorano le seguenti unità litostratigrafiche, a partire da quella stratigraficamente superiore:

Depositi Continentali Olocenici e Pleistocenici

Depositi alluvionali recenti

Si tratta di depositi limosi, sabbiosi e ghiaiosi delle pianure alluvionali e dei fondovalle. Lungo i principali corsi d'acqua si estendono ampie coltri alluvionali, caratterizzate da alternanze di sabbie e limi con ghiaie e ciottolami disposti in livelli eteropici connessi alla deposizione fluviale, continentale (Olocene).

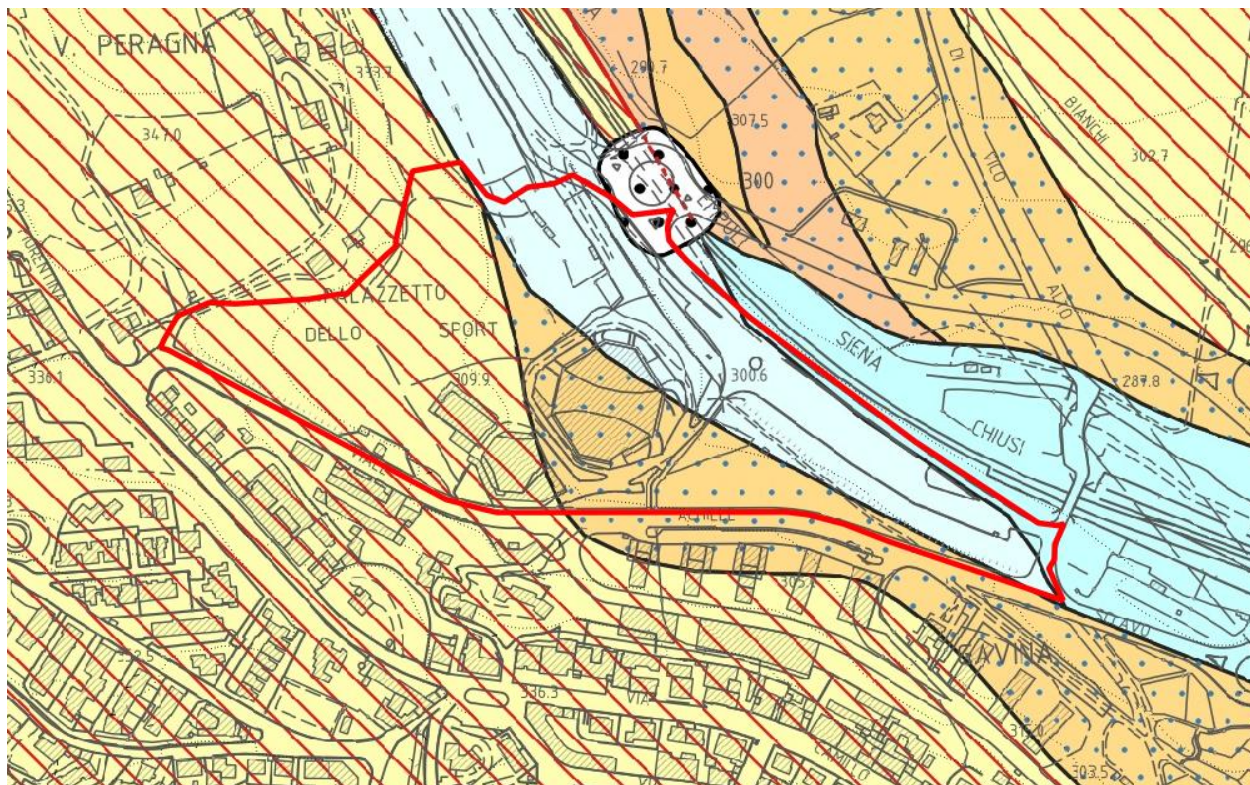
Depositi Marini Pliocenici

Argille sabbiose e limi con intercalazioni sabbiose e fossili marini

La Formazione è costituita da argille ed argille siltose, solo localmente marnose, di colore grigio-azzurro o nocciola, in genere di aspetto massiccio, talvolta con intercalazioni di orizzonti centimetrici di sabbie argillose, scarsamente cementate. Lo spessore delle Argille azzurre varia molto da zona a zona e può raggiungere uno spessore massimo di circa 1000 m. Nella formazione si rinvencono ricorrenti Molluschi che indicano un ambiente deposizionale marino, con batimetrie variabili di norma riferibili alla zona neritica esterna: dal punto di vista cronostratigrafico, le Argille azzurre si sono deposte nel Pliocene Inferiore.

Sabbie e arenarie gialle

Si tratta di sabbie e arenarie color giallo ocra, con granulometria variabile da fine a grossolana, più o meno cementate. Spesso contengono orizzonti centimetrici di detrito fine conchiliare (prevalentemente Ostree e Pecten), di ciottolotti e ciottoli di grandi dimensioni con fori di litodomi e spugne. All'interno delle sabbie si possono anche trovare sottili lenti di brecce eterometriche ben cementate (età Pliocene inf.).



DEPOSITI QUATERNARI

Depositi olocenici

- h5 - Terreni di riporto b (G) - Depositi alluvionali attuali
 bna (GS) - Deposito alluvionale terrazzato (olocenici)

DEPOSITI MARINI PLIOCENICI

- PLIs – Sabbie e arenarie gialle (Sabbie di San Vivaldo)
 PLIb – Conglomerati marini poligenici (Conglomerati di Gambassi Terme)
 FAA – Argille e argille siltose grigio-azzurre localmente fossilifere (Argille azzurre)
 FAAb – Argille sabbiose, limi e argille siltose con intercalazioni sabbiose con fossili marini

(Argille azzurre – litofacies argilloso-sabbiosa)

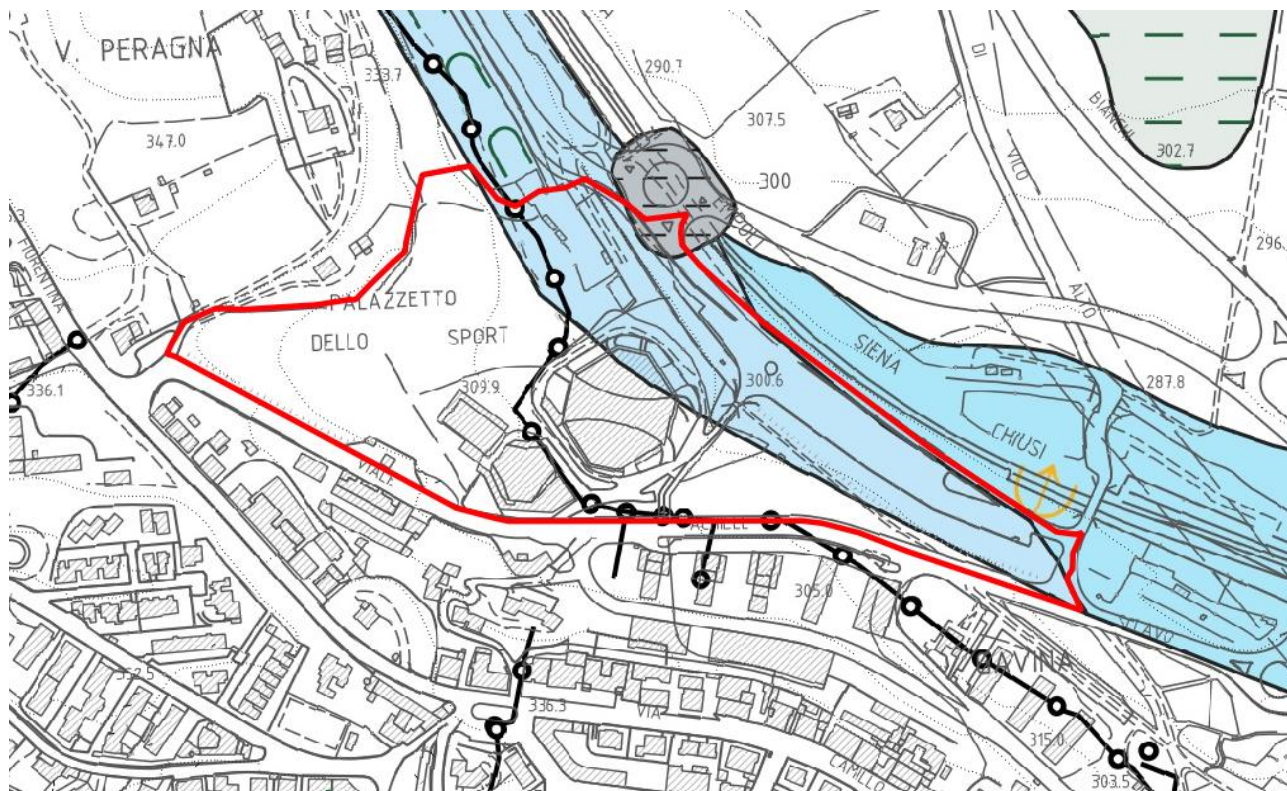
DEPOSITI LACUSTRI E LAGUNARI POST-EVAPORITICI MESSINIANI

- MESa – Breccie e conglomerati ad elementi di calcare cavernoso (Breccia di Grotti)
 MESb – Conglomerati poligenici (Conglomerati di Lilliano)
 ACN – Argille lignitifere (Argille del Casino)

6 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Per quanto concerne le caratteristiche geomorfologiche si rileva la presenza di un ramo sotterraneo del *Bottino di Fontegaja* e sarà, pertanto, necessario verificarne la profondità e geometria, scongiurando ogni possibile interferenza dell'intervento in progetto con le cavità sotterranee.

Non si rilevano, altresì, evidenze di processi gravitativi in atto, ad eccezione di un modesto dissesto stradale, in stato di quiescenza e non cartografabile, al limite orientale dell'area d'intervento.



Forme e depositi dovuti alle acque correnti superficiali

Forme di erosione

>>> Solco di ruscellamento concentrato

C C Vallecola a fondo concavo

Forme di accumulo e relativi depositi

b - Depositi alluvionali attuali

bn a - Depositi alluvionali terrazzati olocenici

bn b - Depositi alluvionali terrazzati pleistocenici

b2 a - Depositi eluvio colluviali

Forme, depositi ed attività antropiche

—●— bottini

■ Cava inattiva

■ Terreni di riporto

Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravità

Forme di demudazione

↺ Frane non cartografabili

7 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE

Per quanto concerne il modello litologico-tecnico di sito, secondo quanto disposto al paragrafo B.3, Allegato A del DPGR 5/R/2020, si è fatto riferimento alla Documentazione geologico-tecnica d'archivio, unitamente agli elaborati degli studi di microzonazione sismica (MS1) eseguiti dalla *PROGEO Engineering S.r.l.* per la stipulazione della Variante di Aggiornamento del PS e Nuovo PO del Comune di Siena.

Lo studio MS di cui sopra si è basato sui risultati di molteplici indagini geotecniche e geofisiche condotte nel territorio comunale a supporto di lavori pubblici/privati pregresse, oppure realizzate specificatamente per l'implementazione del modello lito-tecnico di cui al D.P.G.R. 5/R/2020, con particolare riferimento a quanto prescritto nelle Istruzioni tecniche regionali del Programma valutazione effetti locali (*Programma VEL*), approvato con decreto dirigenziale 5 ottobre 2007, n.4753 (Approvazione versione aggiornata del manuale delle istruzioni tecniche regionali del programma VEL).

I vari litotipi presenti sono raggruppati in unità litotecniche che, indipendentemente dalla loro posizione stratigrafica e dai relativi rapporti geometrici, presentano caratteristiche tecniche comuni.

PROVA PENETROMETRICA DPSH - P1158 (CARTA DELLE INDAGINI - MS1)			
Profondità in metri		Litologia	N _{SPT}
0	0.8	<i>Terreno pedogenetico, antropizzato</i>	-
0.8	4.0	<i>Sabbia mediamente addensata</i>	32
4.0	9.5	<i>Limo sabbioso mediamente addensato</i>	39
9.5	-	<i>Ciottolame Poligenico</i>	Rft
PROVA PENETROMETRICA DPSH - P1159 (CARTA DELLE INDAGINI - MS1)			
Profondità in metri		Litologia	N _{SPT}
0	0.9	<i>Terreno pedogenetico, antropizzato</i>	9.4
0.9	4.5	<i>Sabbia mediamente addensata</i>	8.8
4.5	9.6	<i>Limo sabbioso mediamente addensato</i>	16.9
9.6	-	<i>Ciottolame Poligenico</i>	Rft
SONDAGGIO GEOGNOSTICO - P1160 (CARTA DELLE INDAGINI - MS1)			
Profondità in metri		Litologia	N _{SPT}
0	0.8	<i>Terreno pedogenetico, antropizzato</i>	-
0.8	6.0	<i>Sabbia mediamente addensata</i>	37
6.0	9.0	<i>Limo sabbioso mediamente addensato</i>	45
9.0	10.0	<i>Ciottolame Poligenico (Substrato Geologico)</i>	-
10.0	15.0	<i>Argilla limosa grigia (Substrato Geologico)</i>	45

I dati delle prove geognostiche mostrano la presenza di un primo strato di terreno pedogenetico (circa 1 m), seguito da sabbia mediamente addensata ($N_{SPT} = 30$) sino ad una profondità di 5-6 metri dal p.c.; segue un'alternanza lenticolare limo-sabbiosa con grado di addensamento maggiore ($N_{SPT} = 45$) e ciottolame Poligenico ($N_{SPT} = 30$), per il quale sono state riconosciute caratteristiche pressoché simili a quanto dimostrato alla profondità massima indagata di 15 metri, alla quale si presume la presenza dell'Unità basale della Copertura sedimentaria (CLma), confacente con la Formazione pliocenico marina delle Argille Azzurre con intercalazioni ciottolose e fossili (FAAb).

HVSR6

DATE 14.07.2017		HOUR 9:08		PLACE Viale Sclavo																																				
OPERATOR ProGeo Engineering srl			GPS TYPE and #																																					
GAUSS-MERKATOR LATITUDE 4800584		GAUSS-MERKATOR LONGITUDE 1687534		ALTITUDE 306 m slm																																				
STATION TYPE PGA		SENSOR TYPE 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME HVSR6				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 100 Hz		REC. DURATION 30 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND ☐ none ☒ weak (5m/s) ☐ medium ☐ strong		Measurement (if any): _____																																				
CONDITIONS		RAIN ☒ none ☐ weak ☐ medium ☐ strong		Measurement (if any): _____																																				
		Temperature (approx) 26		Remarks _____																																				
GROUND TYPE		☒ earth (☒ hard ☐ soft) ☐ gravel ☐ sand ☐ rock ☐ grass = (☐ short ☐ tall) ☐ asphalt ☐ cement ☐ concrete ☐ paved ☐ other _____ ☒ dry soil ☐ wet soil Remarks _____																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING ☒ no ☐ yes, type _____																																								
BUILDING DENSITY ☐ none ☒ scattered ☐ dense ☐ other, type _____																																								
TRANSIENTS		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) ☒ no ☐ yes, type _____ NEARBY STRUCTURES (trees, poles, buildings, bridges, underground structures...) (description, height, distance) _____																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>noise</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td>●</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td>●</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td>●</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td>●</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			noise	few	moderate	many	very dense	distance	cars	●						trucks	●						pedestrians	●						other	●									
	noise	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars	●																																							
trucks	●																																							
pedestrians	●																																							
other	●																																							

**Qualità della misura:**

Durata: rispettata
 Stazionarietà: rispettata
 Isotropia: rispettata
 Assenza di disturbi: rispettata
 Plausibilità fisica: rispettata
 Robustezza statistica: rispettata

MISURA TIPO A2**HVSR 6**

Peak frequency (Hz): 16.2 (± 6.4)

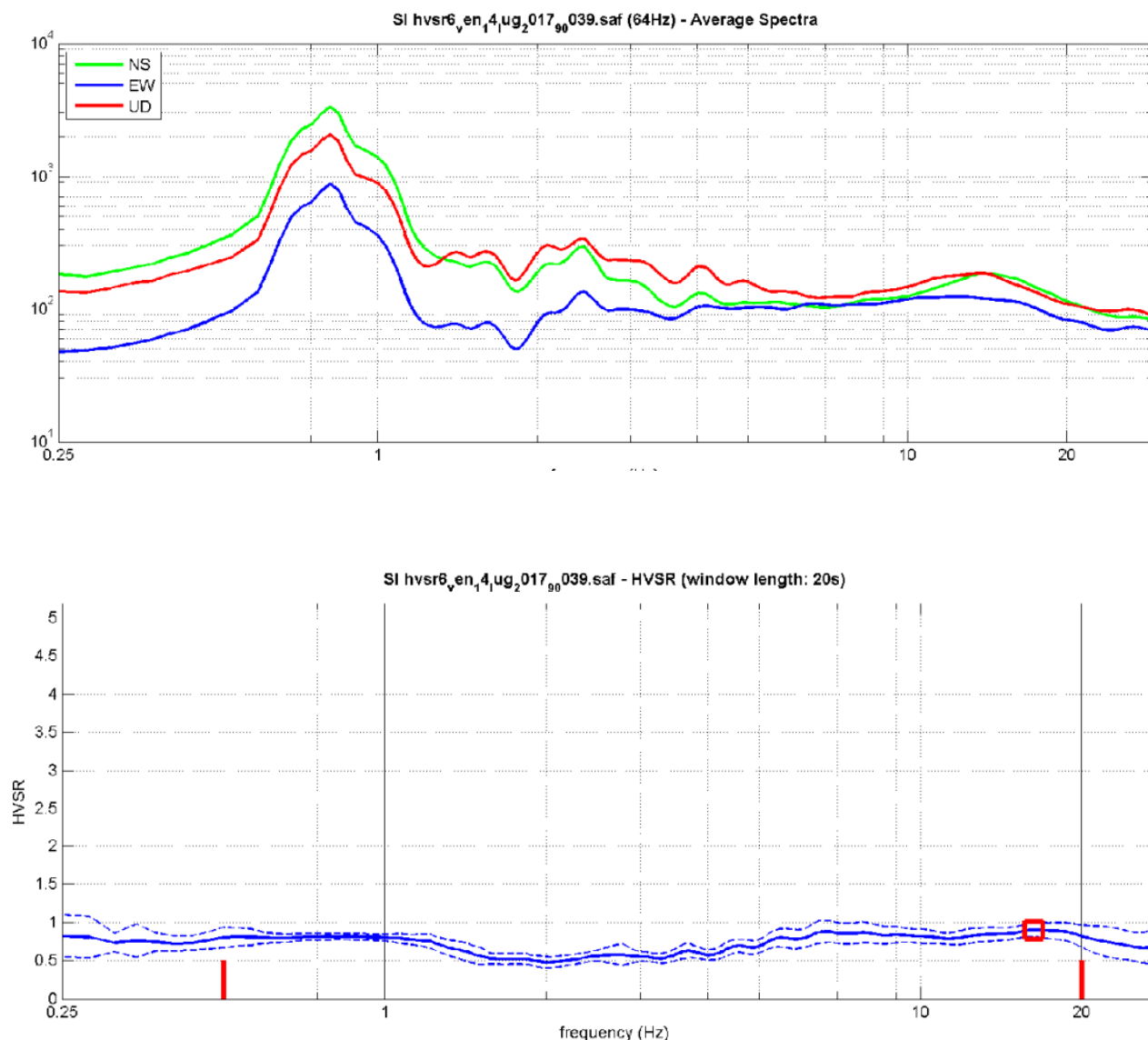
Peak HVSR value: 0.9 (± 0.1)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. $[f_0 > 10/L_w]$: $16.235 > 0.5$ (OK)
- #2. $[n_c > 200]$: $57470 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f_-) < A_0/2]$: (NO)
- #2. $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f_+) < A_0/2]$: (NO)
- #3. $[A_0 > 2]$: $0.9 < 2$ (NO)
- #4. $[f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (NO)
- #5. $[\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)]$: $6.450 > 0.812$ (NO)
- #6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.089 < 1.58$ (OK)



7.2 NUOVE INDAGINI

Una volta definiti gli step procedurali d'intervento, data l'aleatorietà interpretativa delle prove suddette, per una miglior caratterizzazione geotecnica e sismica del volume significativo, si ritiene necessaria l'esecuzione di ulteriori indagini geologiche, dimensionate ai sensi delle classi definite all'Allegato 1 del DPGR 1/R/22.

8 MODELLO GEOTECNICO

Si riportano i parametri geotecnici preliminari, cautelativi, estrapolati dall'interpretazione dei dati geognostici di cui sopra, evidenziando il più probabile assetto stratigrafico del terreno di fondazione; si precisa che in fase di progettazione esecutiva dovranno essere eseguite ulteriori indagini, utili alla parametrizzazione geotecnica del volume significativo ai sensi della normativa vigente.

- **Unità A:** Terreno pedogenetico, antropizzato
- **Unità B:** Sabbia mediamente addensata
 - peso di volume $\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$;
 - angolo d'attrito $\phi_m = 32^\circ$;
 - coesione $= 0 \text{ kg/cm}^2$;

▪ **Unità C:** *Limo-sabbioso mediamente addensato*

- **peso di volume** $\gamma = 1.90 \text{ t/m}^3$;
- **angolo d'attrito** $\phi_m = 26^\circ$;
- **coesione** $= 0.1 \text{ kg/cm}^2$

▪ **Unità D:** *Argilla limosa grigia*

- **peso di volume** $\gamma = 2.00 \text{ t/m}^3$;
- **angolo d'attrito** $\phi_m = 26^\circ$;
- **coesione** $= 0.25 \text{ kg/cm}^2$

9 CARTA GEOLOGICO-TECNICA

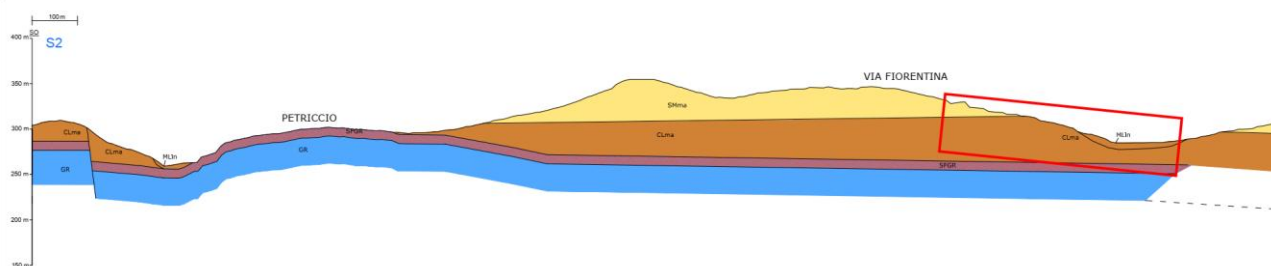
La carta geologico-tecnica MS1 del Comune di Siena rappresenta il documento di sintesi di tutti gli elementi geologici e geomorfologici che possono produrre modificazioni locali del moto sismico in superficie. Vengono distinte le aree instabili con indicazione del grado di attività e della tipologia di movimento, i terreni di copertura e le aree caratterizzate dall'affioramento del substrato geologico.

Nel caso del presente lavoro è stata distinta una sola tipologia di substrato: substrato geologico granulare, cementato e fratturato (rappresentato geologicamente dalla F.ne della Breccia di Grotti e del Calcare Cavernoso). Lo spessore medio delle coperture rappresentate è di circa 3-4 metri, mentre, il bed-rock sismico non appare ben individuabile da Valori di $V_s > 800 \text{ m/s}$, a causa di un substrato geologico non rigido, con spessori consistenti e caratteristiche geologiche da basamento.

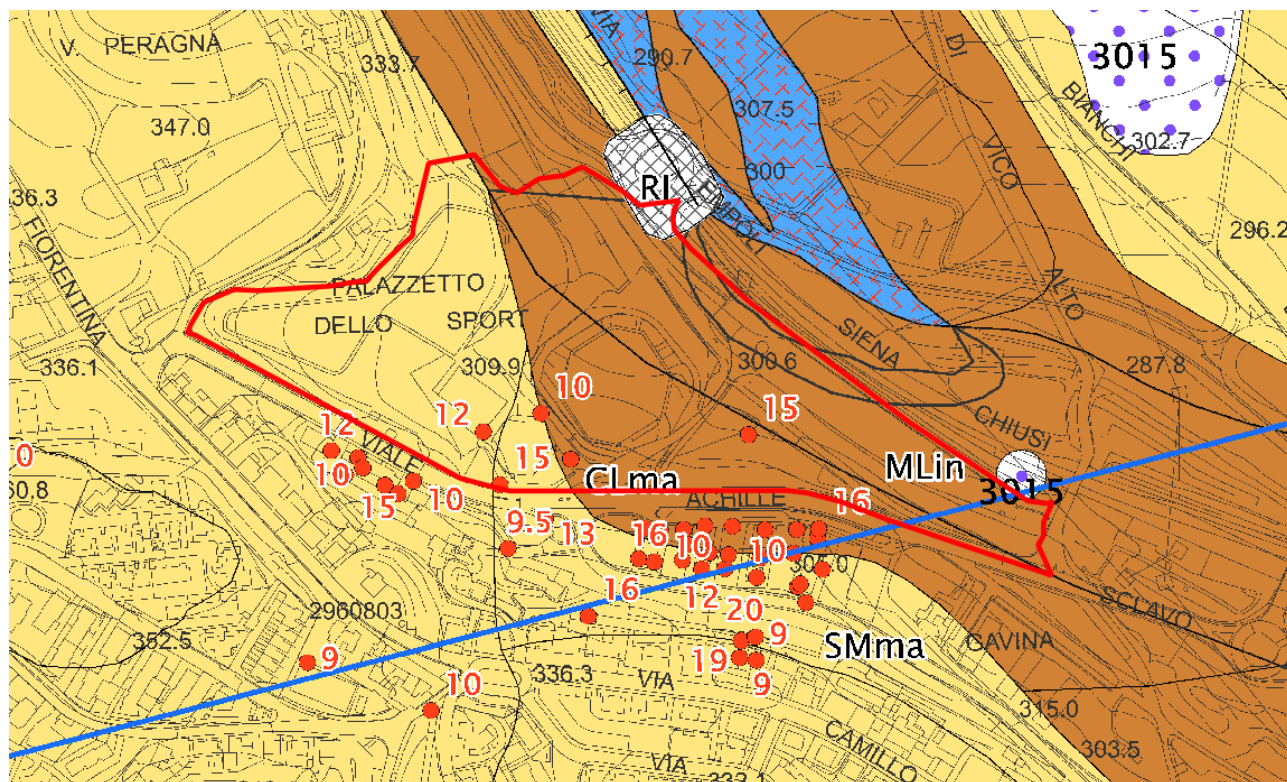
Vengono, altresì, rappresentati i seguenti elementi geologici ed idrogeologici:

- giaciture degli strati;
- l'ubicazione di sondaggi che hanno raggiunto il substrato (con indicazione della profondità ove il substrato è stato rinvenuto)
- l'ubicazione di sondaggi che non hanno raggiunto il substrato (con indicazione della massima profondità raggiunta dalla perforazione).

La cartografia geologico-tecnica segue gli standard di cui al paragrafo B.6.3, Allegato A (DPGR 5/R/20) in materia di valutazione degli effetti sismici locali e riduzione del rischio sismico; l'insieme delle informazioni raccolte è finalizzato all'individuazione di situazioni potenzialmente critiche da evidenziare nella *Carta di Pericolosità Geologica e Sismica* di cui ai paragrafi C.1 e C.2, Allegato A del DPGR 5/R/20; e nella *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica* (MOPS) di cui al paragrafo B.6.4, Allegato A del DPGR 5/R/20.



Estratto Sezione Geologico-Tecnica S2 della Variante di Aggiornamento del PS del Comune di Siena



Carta Geologico- Tecnica

Terreni di copertura

	Terreni contenenti resti di attività antropica
	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
	Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	Argille inorganiche di medio bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre

Elementi geologici e idrogeologici

	Giacitura strati
	Sondaggio che non ha raggiunto il substrato rigido (profondità del sondaggio)
	Traccia della sezione geologica rappresentativa del modello di sottosuolo

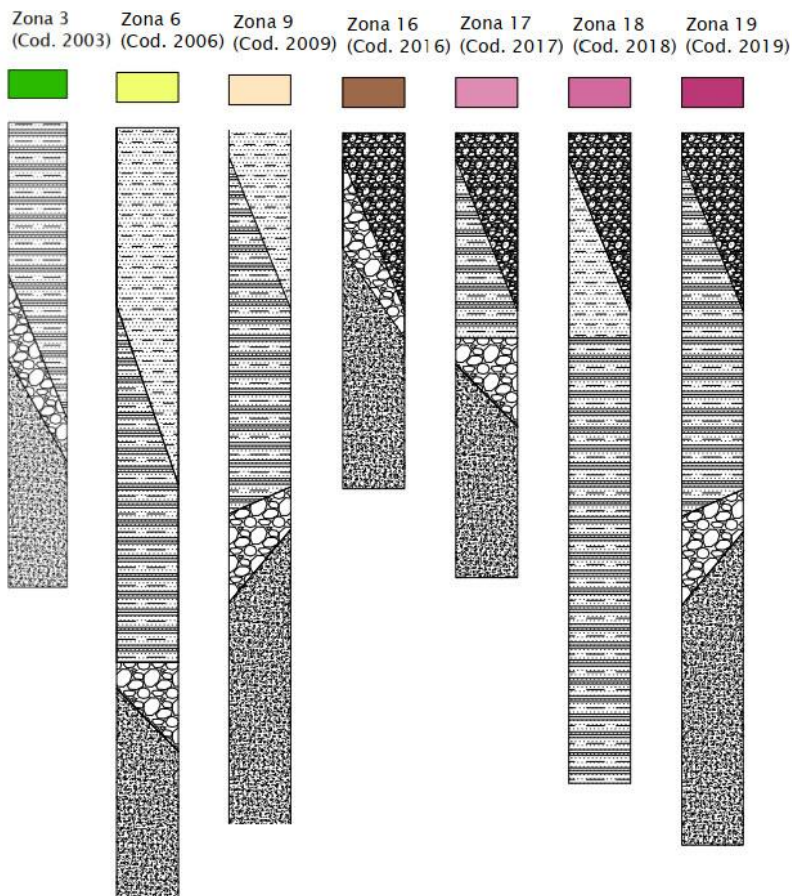
Substrato geologico

	Granulare cementato fratturato o alterato
--	---

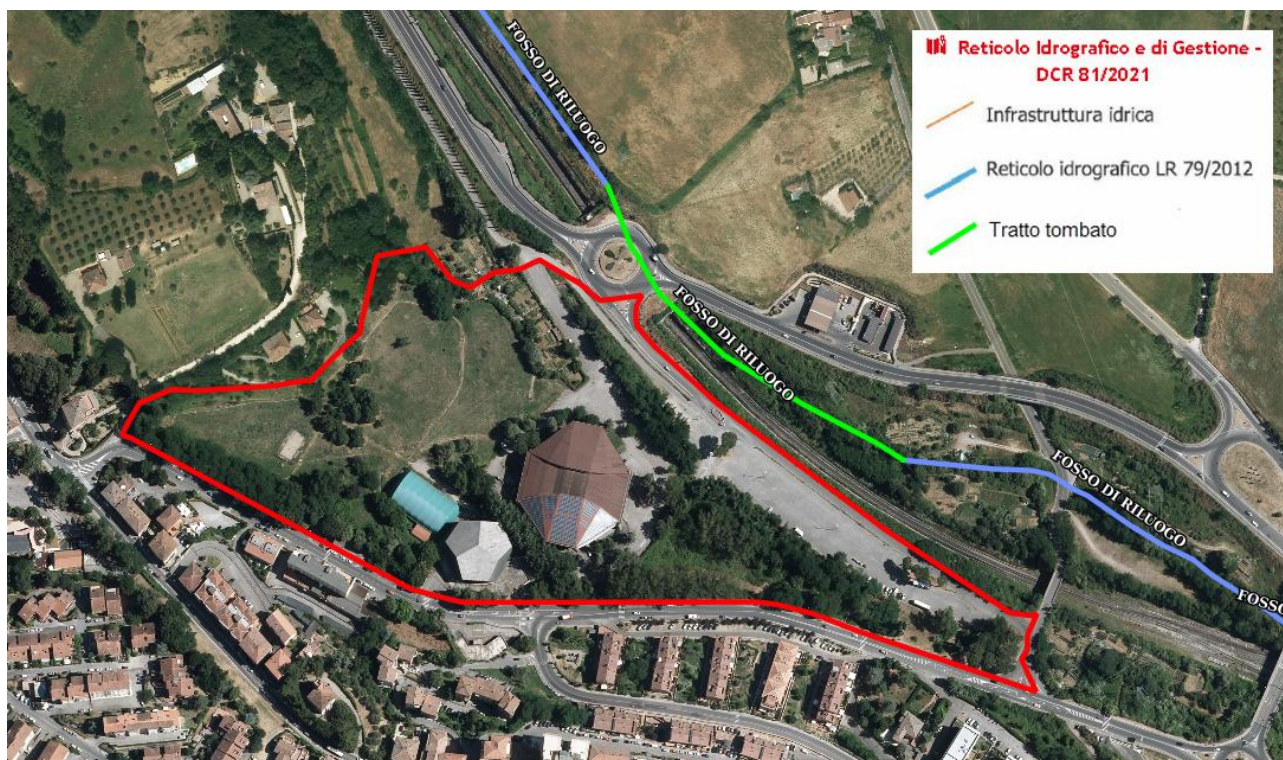
10 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica rielabora gli elementi litologico-tecnici, strutturali e geomorfologici di cui ai *Paragrafi precedenti* della presente Relazione Geologica, con lo scopo di individuare le aree in cui è possibile il verificarsi, durante un sisma, di effetti di amplificazione dello scuotimento o la riattivazione/accelerazione di processi gravitativi (punto 2.2, Allegato A DPGR 5/R/2020).

Si dispone dell'elaborato Cartografico dello Studio MS1 del Comune di Siena, nel quale per un intorno significativo dell'area in studio, sono state definite n.7 zone ricomprese tra le stesse suscettibili di amplificazione locale:

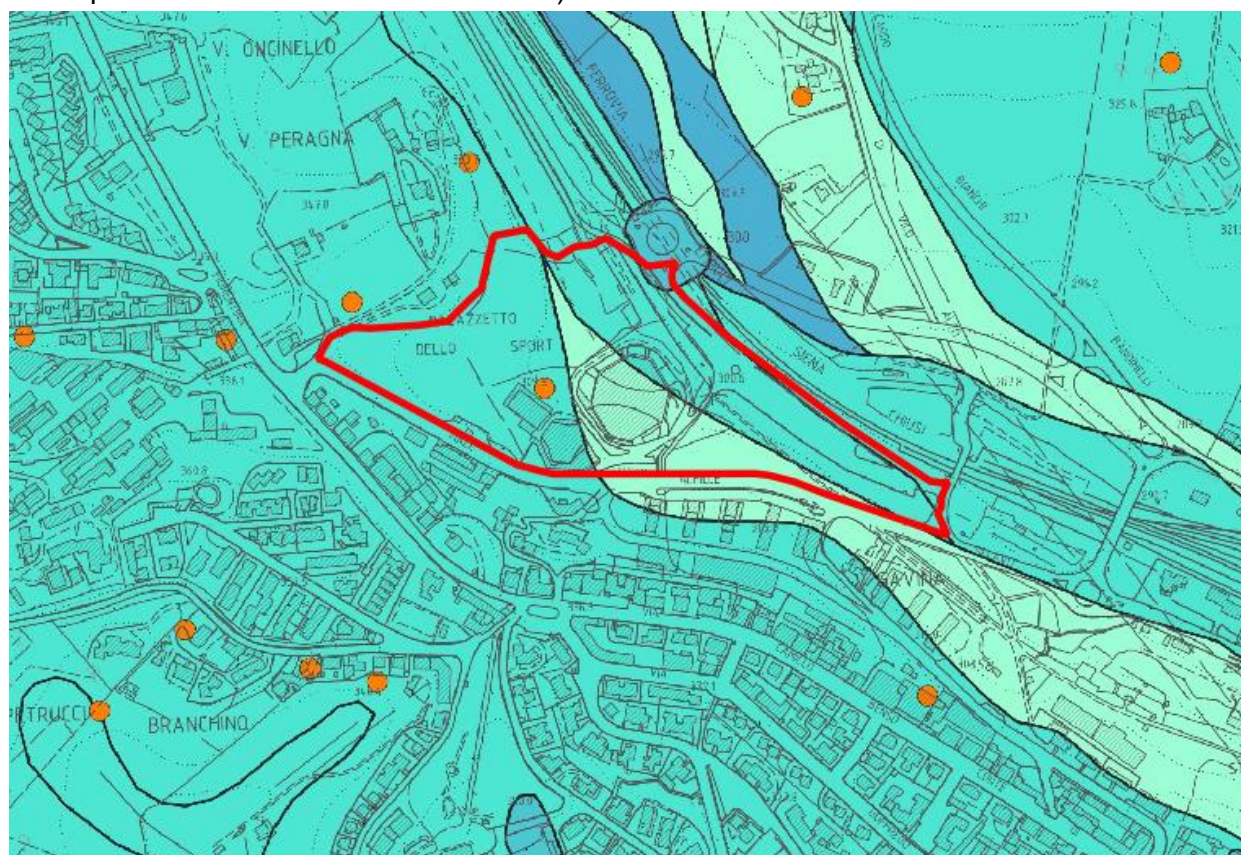


Zona 3		Argille, argille limose e argille sabbiose, consistenti (20–40 m) Substrato fratturato: brecce e conglomerati in matrice limoso-sabbiosa (3–10 m) Substrato granulare cementato
Zona 6		Sabbie limose e arenarie medio-fini con lenti di conglomerati, addensate (20–40 m) Argille, argille limose e argille sabbiose, consistenti (20–40 m) Substrato fratturato: brecce e conglomerati in matrice limoso-sabbiosa (3–10 m) Substrato granulare cementato
Zona 9		Sabbie limose e arenarie medio-fini con lenti di conglomerati, addensate (3–20 m) Argille, argille limose e argille sabbiose, consistenti (20–40 m) Substrato fratturato: brecce e conglomerati in matrice limoso-sabbiosa (3–10 m) Substrato granulare cementato
Zona 16		Limi sabbiosi e sabbie ghiaiose da moderatamente addensati ad addensati (3–20 m) Substrato fratturato: brecce e conglomerati in matrice limoso-sabbiosa (3–10 m) Substrato granulare cementato



Estratto Carta del Reticolo Idrografico LR 79/2012 di Regione Toscana (non in scala)

Sotto l'aspetto idrogeologico, la presenza dei terreni pliocenici costituiti da sabbia avente medio-buona permeabilità per porosità, presuppone la formazione di falde acquifere anche a modeste profondità dal p.c. (come si vede dall'estratto della carta idrogeologica del P.S. di Siena qui di seguito riportata, i terreni hanno un grado di permeabilità medio e sono interessati da una serie di pozzi in vicinanza dell'area in studio).



Estratto Carta Idrogeologica della Variante PS del Comune di Siena (non in scala)

Classe e Grado di permeabilità

- Classe 1 - molto elevato
- Classe 2a - elevato
- Classe 2b - buono
- Classe 3a - medio
- Classe 3b - basso
- Classe 4 - molto basso

Geometria e idrodinamica dei corpi idrici sotterranei di particolare interesse

— Isopieze dell'acquifero del Luco (m.s.l.m.) (dati anno 2006)



Linee di flusso principali

--- Spartiacque idrogeologico

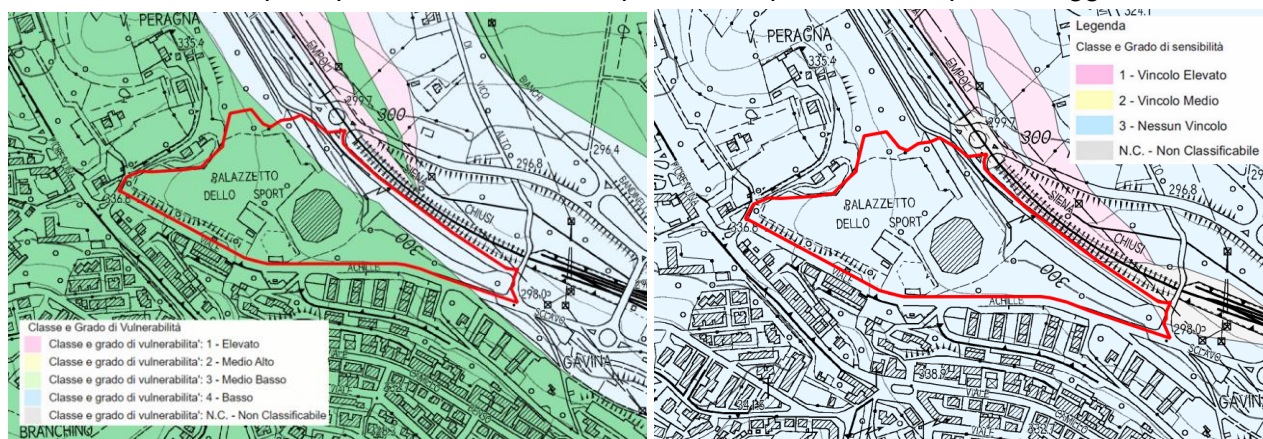
Opere di captazione

- Pozzo di captazione a scopo industriale e/o agricolo
- Pozzo di captazione a scopo industriale e/o agricolo con prove di portata

12 VULNERABILITÀ E SENSIBILITÀ DEGLI ACQUIFERI

In base al grado medio-basso di vulnerabilità all'inquinamento, definito per gli eventuali interventi che insistono in questa porzione di territorio comunale, ai fini di tutela della risorsa idrica sotterranea, si riporta un estratto della *Carta delle Aree Sensibili del PTCP di Siena* dalla quale si evince che per l'area in studio è stata riconosciuta la classe di sensibilità 3 – nessun vincolo.

Non vengono altresì disposte misure esclusive inerenti a qualsiasi uso od attività in grado di generare, in maniera effettivamente significativa, l'infiltrazione nelle falde di sostanze inquinanti oppure di diminuire in modo significativo- ad esempio a causa di scavi, perforazioni o movimenti di terra rilevanti - il tempo di percolazione delle acque dalla superficie all'acquifero sottostante.



Estratto Carta della Vulnerabilità e Sensibilità degli Acquiferi del PTCP di Siena (non in scala)

13 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

La pericolosità geologica, riportata nell'estratto di cui sotto, riassume le aree omogenee per pericolosità derivante da fattori geomorfologici, litologico/strutturali o morfologici.

Sulla base dei criteri esposti, il D.P.G.R. 5/R/2020 definisce le seguenti classi di pericolosità geologica:

Pericolosità geologica molto elevata (G.4)

aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo

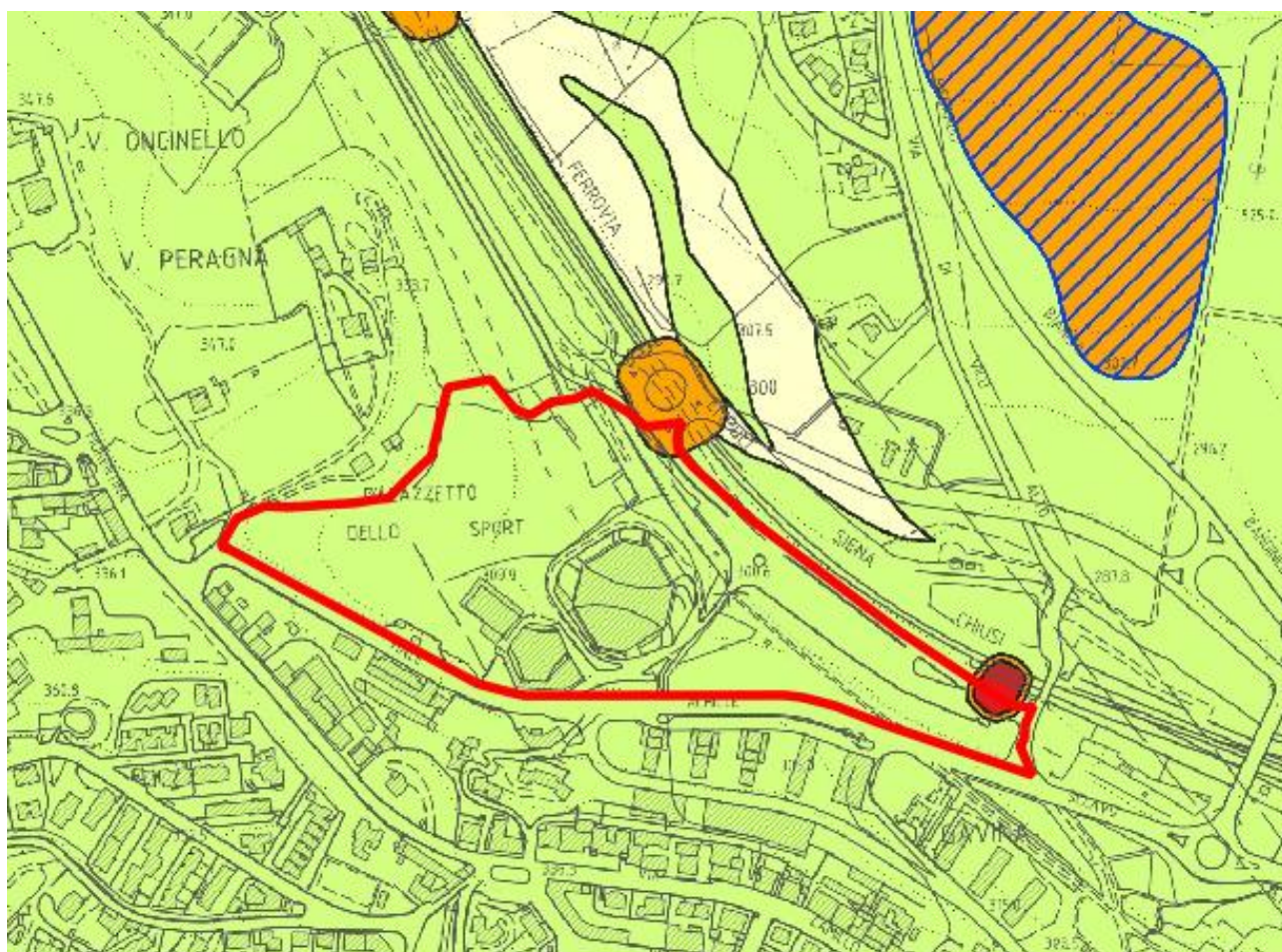
Pericolosità geologica elevata (G.3)

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.

Pericolosità geologica media (G.2)

aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

L'area d'intervento ricade in pericolosità geologica media (G.2); si evidenzia la presenza di n.2 piccole aree al confine nord e est, rispettivamente, a pericolosità G.3 e G.4 e strettamente connesse alla presenza di terreno di riporto e/o smottamenti attivi e/o quiescenti del piano di posa stradale.



Estratto Carta della Pericolosità Geologica del PS vigente (non in scala)

G.4 - Pericolosità geologica molto elevata

 Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi

G.3 - Pericolosità geologica elevata

 Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%, pendenze > 35%

G.2 - Pericolosità 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 25%

"Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino Ombrone"

"Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, stralcio Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica relativo al territorio dei bacini del fiume Arno, del fiume Serchio e dei bacini della Toscana"

Classi di Pericolosità geomorfologica

 P3a (PFE) - Pericolosità elevata

 P4 (PFME) - Pericolosità molto elevata

13.1 PERICOLOSITÀ AI SENSI DEL PAI DEL FIUME ARNO

Nell'area rappresentata all'interno della carta di cui sopra, il PAI non riporta alcuna area a pericolosità da frana.

14 PERICOLOSITA' DA ALLUVIONI

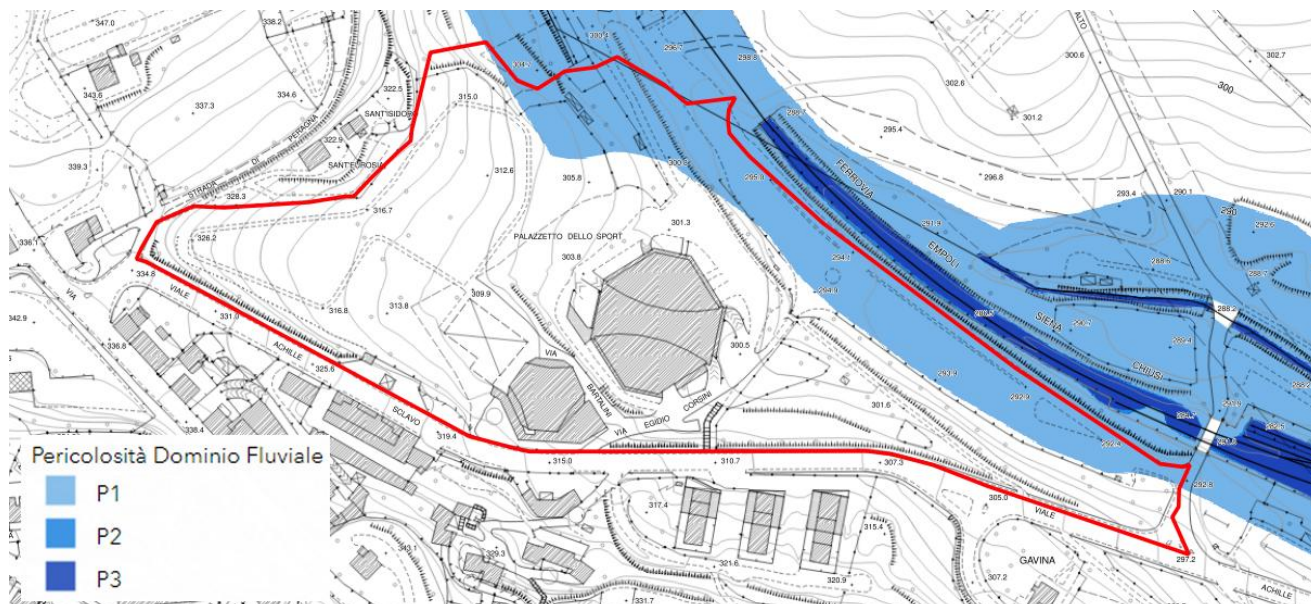
La pericolosità da alluvioni, individua le aree del territorio, limitrofe a corsi d'acqua, sottoposte a rischio di esondazione e sostituisce per intero gli strumenti di pianificazione territoriale di "pericolosità idraulica" vigenti sino al 2021 (D.C.I.P. n.26 del 20 dicembre 2021).

Per l'area in studio, secondo quanto disposto dal D.P.G.R. 5/R 2020 in definizione alle classi di pericolosità da alluvioni di cui alla L.R. 41/2018 ed alla classificazione di cui agli atti di pianificazione di bacino (PGRA), è stata riconosciuta, al limite settentrionale dell'area, la seguente classe di pericolosità da alluvioni:

Pericolosità da alluvioni rare P1 – pericolosità bassa

corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni (eventi estremi) e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

L'area d'intervento PA06.01 ricade esternamente a zone allagabili per alluvioni frequenti e poco frequenti e non si ritiene necessario intervenire per mezzo di opere per la gestione del rischio idraulico di cui all'art. 8 della LR 41/2018.



Mapa della pericolosità da alluvione

15 PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Con questo tematismo viene rappresentata, tramite l'individuazione di n.4 classi di pericolosità, la propensione di un terreno ad amplificare gli effetti al suolo di un terremoto, in presenza di fenomeni gravitativi legati al loro stato di attività, e/o in presenza di determinate caratteristiche litologico-stratigrafiche e/o in presenza di elementi strutturali di discontinuità.

La carta della *Pericolosità Sismica*, è stata redatta ai sensi del DPGR 5/R/2020. In particolare, l'analisi e la valutazione integrata di quanto emerge dall'acquisizione delle conoscenze relative agli elementi esistenti di tipo geologico, geomorfologico e dalle indagini geofisiche, geotecniche e geognostiche, ha portato alla definizione delle aree ove possono verificarsi effetti locali o di sito, analizzati negli Studi MS1 sopra riportati.

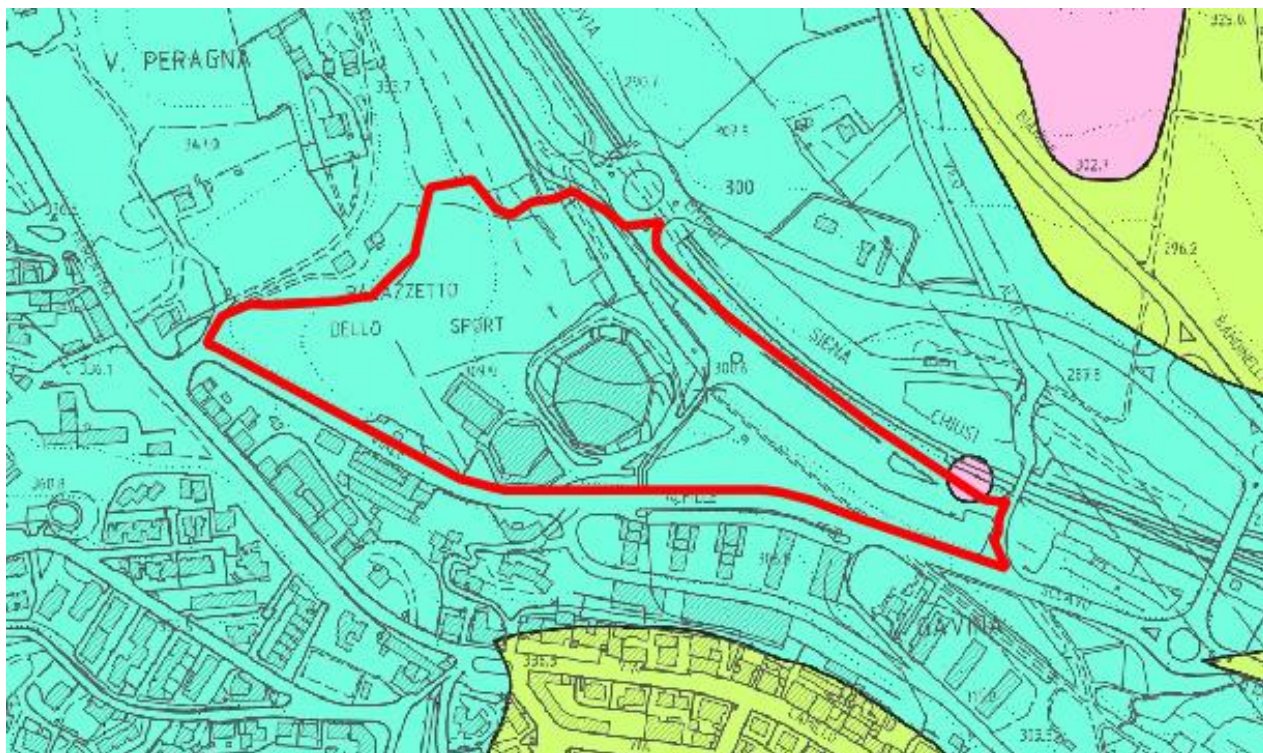
Di seguito si riporta la Classe di Pericolosità riconosciuta secondo i criteri di cui sopra:

S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata

■ zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici

S.3 - Pericolosità sismica locale elevata

■ zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici (corpi di frana quiescenti);
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.



Carta della Pericolosità Sismica di Base del PO vigente – non in scala

16 CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ

In base a quanto previsto dal D.P.G.R. 5/R 2020, all'intervento vengono assegnate le condizioni di fattibilità e le eventuali prescrizioni, in relazione alle diverse tipologie di fenomeni che le determinano:

16.1 FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI

La caratterizzazione e modellazione geologica, litotecnica ed idrogeologica dell'area di intervento dovrà essere ottenuta tramite opportune indagini geognostiche e geofisiche che riguarderanno il volume significativo di terreno influenzato direttamente o indirettamente dai manufatti stessi.

Le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Nelle due porzioni marginali ricadenti in Classe di Pericolosità G3 e G4 la fattibilità degli interventi è subordinata, rispettivamente, all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità tale che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante in aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità

16.2 FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

Le indagini sismiche dovranno seguire le specifiche di cui al D.P.G.R. 1/R 2022 e s.m.i..

La caratterizzazione sismica dell'area deve essere definita tramite una specifica campagna di indagini geofisiche e geognostiche che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità dei contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse.

16.3 FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AL RISCHIO DA ALLUVIONI

In merito alle condizioni di rischio da alluvioni gli interventi potranno realizzarsi senza particolari limitazioni.

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, quanto previsto è attuabile e non sussistono limitazioni di carattere idraulico; tutte le opere non devono comunque determinare aggravii di pericolosità.

16.4 FATTIBILITÀ IN RELAZIONE A PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

In merito alle possibili problematiche idrogeologiche gli interventi potranno realizzarsi senza particolari limitazioni.

17 CONCLUSIONI

Lo studio geologico è stato condotto secondo quanto disposto dalle direttive tecnico-esecutive delle indagini geologiche di cui al Decreto del Presidente della Giunta Regionale Toscana n°5/R del 30 gennaio 2020 "Regolamento di attuazione dell'art.104 della L.R. del 10 novembre 2014, n.65 "Norme per il governo del territorio",

Per quanto concerne la parametrizzazione geotecnica e geofisica del volume significativo, in base alle indagini di archivio, è stato definito un modello geologico preliminare cautelativo; una volta definito il sistema fondazionale (superficiale o profondo), in fase esecutiva d'intervento si dispone l'esecuzione di idonee indagini geologiche ai sensi del DPGR 1/R/22, considerando, inoltre, la necessità di verificare la presenza e profondità del ramo dei *Bottini di Fontegaia*, al fine di scongiurare qualsiasi tipo di interferenza tra l'intervento a progetto e le cavità di pregio storico-ingegneristico.

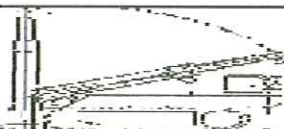
Siena, settembre 2025

GEOSOL s.r.l.

Geol. Andrea Capotorti



ALLEGATO A - Prove Pregresse



Dott. Geol. Giovanni Sabatini

Via Nazionale, n.64

58036 - Roccastrada (GR) Cell. 349.2973167

Committente: Dott. Geol. Massimo Marrocchesi

Località: Area Mens sana - Siena

Data: 08/06/2012

Attrezzatura: D.P.S.H. 73/75

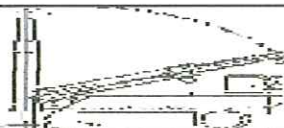
Note:

Quota(m):

Prova: 1

Tabulato della prova

Profondità (m)	N. colpi della punta misurato	N.colpi del rivestimento	N. colpi SPT equivalenti	N. colpi del rivestimento corretto
0,3	5		8	
0,6	7		10	
0,9	10		15	
1,2	15		22	
1,5	12		18	
1,8	14		21	
2,1	19		28	
2,4	16		24	
2,7	20		30	
3	21		32	
3,3	18		27	
3,6	17		26	
3,9	17		26	
4,2	18		27	
4,5	22		33	
4,8	23		34	
5,1	30		45	
5,4	23		34	
5,7	24		36	
6	28		42	
6,3	23		34	
6,6	25		38	
6,9	25		38	
7,2	25		38	
7,5	28		42	
7,8	30		45	
8,1	26		39	
8,4	28		42	
8,7	29		44	
9	28		42	
9,3	26		39	
9,6	29		44	
9,9	30		45	



Dott. Geol. Giovanni Sabatini

Via Nazionale, n.64

58036 - Roccastrada (GR) Cell. 349.2973167

Committente: Dott. Geol. Massimo Marrocchesi

Località: Area Mens sana - Siena

Data: 08/06/2012

Attrezzatura: D.P.S.H. 73/75

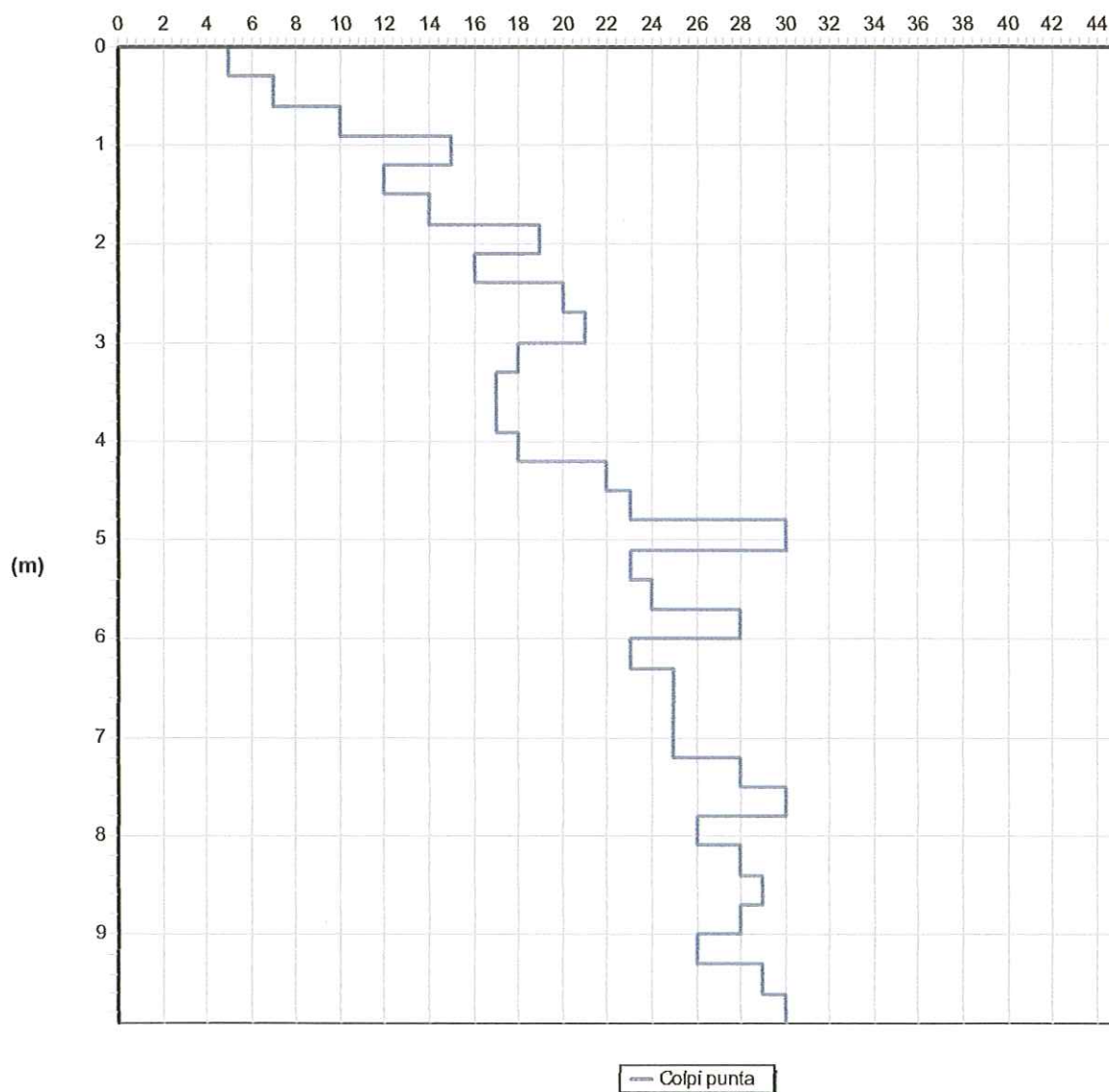
Note:

Quota(m):

Prova: 1

Grafico della prova

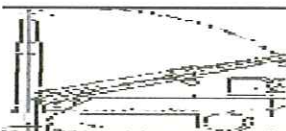
Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata



P-1160

COMMITTENTE :	GIRASOLE srl	SONDAGGIO N° :	1
LOCALITA' :	AREA MENS SANA	TIPO SONDA:	0
IMPRESA ESECUTRICE :	GENTILI srl	PERFORAZ. :	0
DATA :	giugno-09	QUOTA p. c. :	1 m.

[illegible]



Dott. Geol. Giovanni Sabatini

Via Nazionale, n.64

58036 - Roccastrada (GR) Cell. 349.2973167

Committente: Dott. Geol. Massimo Marrocchesi

Località: Area Mens sana - Siena

Data: 08/06/2012

Attrezzatura: D.P.S.H. 73/75

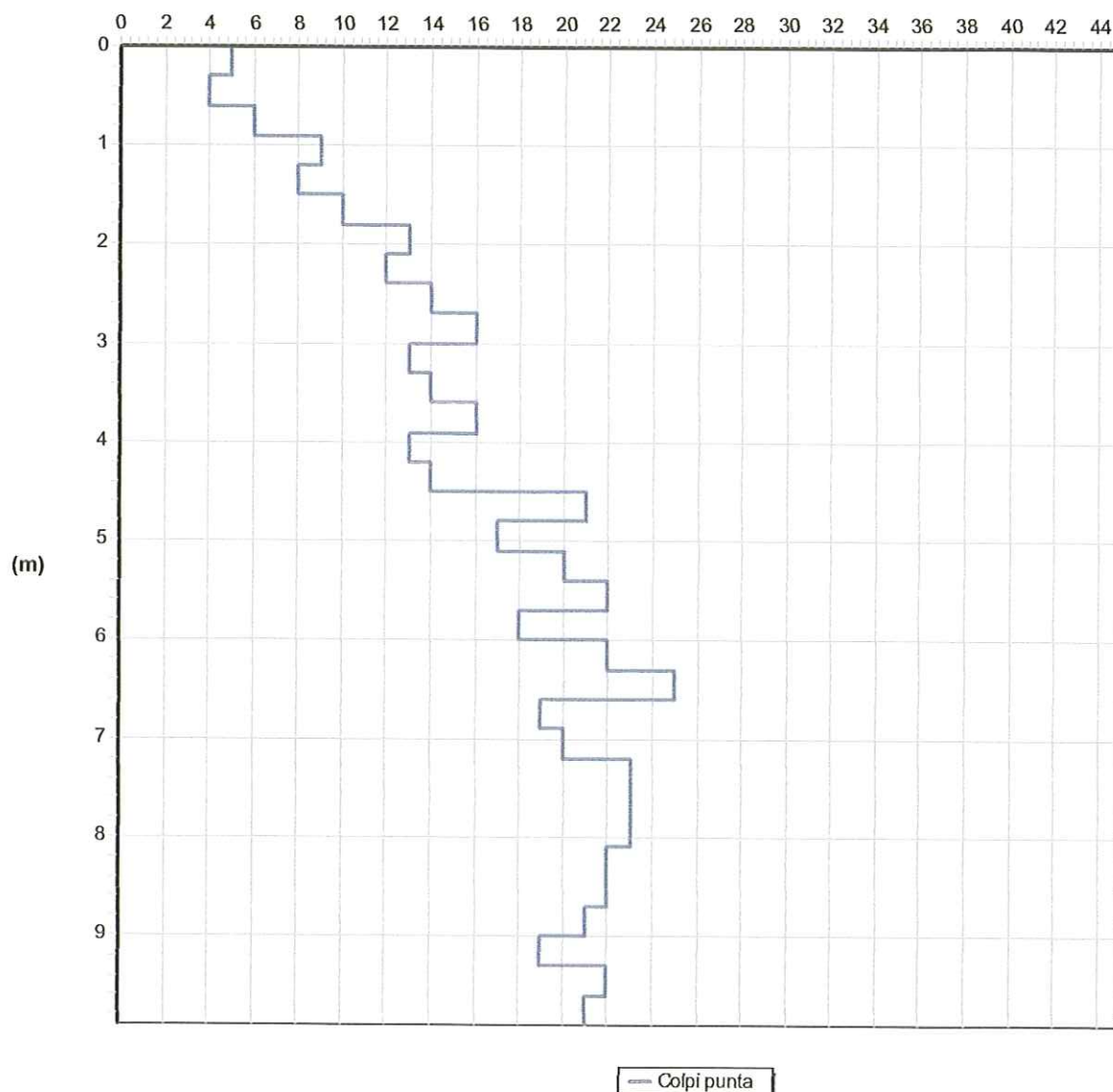
Note:

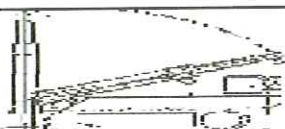
Quota(m):

Prova: 2

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata





Dott. Geol. Giovanni Sabatini

Via Nazionale, n.64

58036 - Roccastrada (GR) Cell. 349.2973167

Committente: Dott. Geol. Massimo Marrocchesi

Località: Area Mens sana - Siena

Data: 08/06/2012

Attrezzatura: D.P.S.H. 73/75

Note:

Quota(m):

Prova: 2

Tabulato della prova

Profondità (m)	N. colpi della punta misurato	N.colpi del rivestimento	N. colpi SPT equivalenti	N. colpi del rivestimento corretto
0,3	5		8	
0,6	4		6	
0,9	6		9	
1,2	9		14	
1,5	8		12	
1,8	10		15	
2,1	13		20	
2,4	12		18	
2,7	14		21	
3	16		24	
3,3	13		20	
3,6	14		21	
3,9	16		24	
4,2	13		20	
4,5	14		21	
4,8	21		32	
5,1	17		26	
5,4	20		30	
5,7	22		33	
6	18		27	
6,3	22		33	
6,6	25		38	
6,9	19		28	
7,2	20		30	
7,5	23		34	
7,8	23		34	
8,1	23		34	
8,4	22		33	
8,7	22		33	
9	21		32	
9,3	19		28	
9,6	22		33	
9,9	21		32	

HVSR6

DATE 14.07.2017		HOUR 9:08		PLACE Viale Sclavo																																				
OPERATOR ProGeo Engineering srl			GPS TYPE and #																																					
GAUSS-BOAGA LATITUDE 4800584		GAUSS-BOAGA LONGITUDE 1687534		ALTITUDE 306 m slm																																				
STATION TYPE PGA		SENSOR TYPE 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME HVSR6				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 100 Hz		REC. DURATION 30 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND ☐ none ☒ weak (5m/s) ☐ medium ☐ strong Measurement (if any): _____																																						
CONDITIONS		RAIN ☒ none ☐ weak ☐ medium ☐ strong Measurement (if any): _____																																						
		Temperature (approx): 26 Remarks _____																																						
GROUND		☒ earth (☒ hard ☐ soft) ☐ gravel ☐ sand ☐ rock ☐ grass = (☐ short ☐ tall)																																						
TYPE		☐ asphalt ☐ cement ☐ concrete ☐ paved ☐ other _____ ☒ dry soil ☐ wet soil Remarks _____																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING ☒ no ☐ yes, type _____																																								
BUILDING DENSITY ☐ none ☒ scattered ☐ dense ☐ other, type _____																																								
TRANSIENTS		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td>☒</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td>☒</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td>☒</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td>☒</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					none	few	moderate	many	very dense	distance	cars	☒						trucks	☒						pedestrians	☒						other	☒					
	none	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars	☒																																							
trucks	☒																																							
pedestrians	☒																																							
other	☒																																							
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) ☒ no ☐ yes, type _____ NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures, ...)																																						
OBSERVATIONS				FREQUENCY: _____ Hz (if computed in the field)																																				



Qualità della misura:

Durata: rispettata
 Stazionarietà: rispettata
 Isotropia: rispettata
 Assenza di disturbi: rispettata
 Plausibilità fisica: rispettata
 Robustezza statistica: rispettata

MISURA TIPO A2

HVSR 6

Peak frequency (Hz): 16.2 (± 6.4)

Peak HVSR value: 0.9 (± 0.1)

==== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. $[f_0 > 10/Lw]$: $16.235 > 0.5$ (OK)
- #2. $[nc > 200]$: $57470 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

==== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. $[\text{exists } f^- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2]$: (NO)
- #2. $[\text{exists } f^+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2]$: (NO)
- #3. $[A_0 > 2]$: $0.9 < 2$ (NO)
- #4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (NO)
- #5. $[\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)]$: $6.450 > 0.812$ (NO)
- #6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.089 < 1.58$ (OK)



ProGeo Engineering S.r.l.

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 - Arezzo
 tel. 0575 324114 - fax. 0575 406473 - email: info@progeo.arezzo.it

show data reset show location field notes

step#1 (optional) - decimate
 (0.4) Hz new frequency resample

step#2 - H/V computation
 remove events both Rad. & Tr. clean axes
 20 window length (s) Mln. freq.: 0.25Hz
 6 tapering (%)
 15 outlier tolerance threshold
 10% spectral smoothing (triangular window)
☐ show particle motion and all H/VSs
☒ full output compute

step#3 - directivity analysis
 frequencies to highlight: 0.5 2.0 5.0 10.0 Hz compute

3D motion
☐ save video show 3D motion

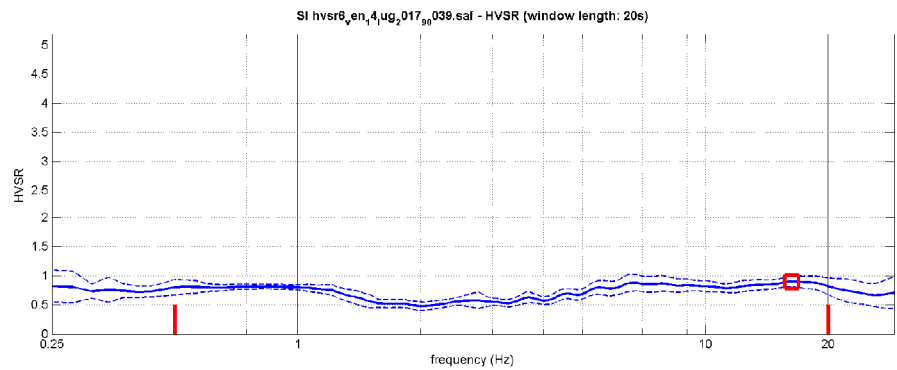
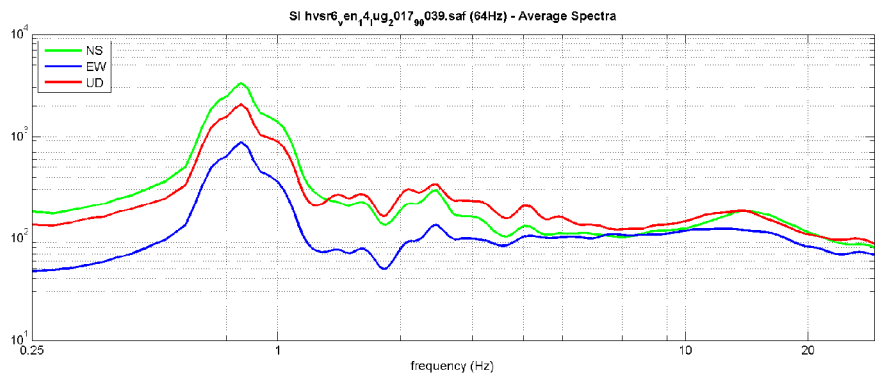
save - option#1: save H/VS as it is
 save H/V from 0.25 to 30 Hz
 save H/V curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve
 pick H/V curve save picked H/V

quick analysis (f-Vs/H)
 200 average V's (m/s) (from surface to bedrock)
 20 depth of the bedrock (m)
 1000 V's of the bedrock
 clean compute

highlight a frequency
 draw highlight 10 Hz

directivity over time
 directivity in time time step: 60 s



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), save the H/V curve, go to the 'Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking' panels and upload the saved H/V curve

