



Sommario

1. Scopo.....	2
2. Estratto della relazione geologica con modellazione sismica fornita dalla stazione appaltante e redatta dal Prof. Geologo Eros Aiello.....	2
<i>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</i>	2
<i>INQUADRAMENTO TERRITORIALE E STORICO DELL'AREA</i>	8
<i>ASSETTO STRATIGRAFICO E GEOLOGICO DI DETTAGLIO</i>	11
<i>ELEMENTI DI GEOMORFOLOGIA</i>	19
<i>CAMPAGNA DI INDAGINI</i>	19
3. Considerazioni sulla vulnerabilità sismica degli edifici – categoria di intervento.....	44
4. Input Sismico.....	44



1. Scopo

Illustrare gli scenari in cui in fase di progettazione esecutiva si procederà alla definizione degli interventi strutturali coerenti con le previsioni normative del DM 17/01/2018.

2. Estratto della relazione geologica con modellazione sismica fornita dalla stazione appaltante e redatta dal Prof. Geologo Eros Aiello

I dati che seguono sono presi come dati di input per la progettazione strutturale e sono tratti direttamente dal testo

“

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Vecchio Borgo di Castelnuovo dei Sabbioni si trova nel territorio del Comune di Cavriglia in Provincia di Arezzo. L'edificato attuale è costituito dai ruderi delle abitazioni che costituivano una parte dell'abitato originario, la cui estensione è stata assai ridotta dagli abbattimenti effettuati negli anni 70 per consentire lo sviluppo delle attività minerarie. Il sito, infatti, si trova in posizione limitrofa rispetto all'area mineraria di Santa Barbara, un importante comprensorio minerario dove sono avvenuti, a partire dagli anni 50, grandi lavori di escavazione per l'estrazione della lignite.

L'area mineraria di Santa Barbara si estende per circa 17 kmq lungo il margine occidentale del Valdarno superiore e si connette, verso monte, con il versante orientale dei Monti del Chianti che costituisce un'ampia zona boschiva, mentre ad oriente affaccia sulla valle dell'Arno, un'area intensamente antropizzata, caratterizzata dalla presenza di importanti attività industriali ed infrastrutture.

L'area mineraria, nel suo complesso, ha una forma orientata in direzione nordovest - sudest e comprende tre bacini estrattivi noti come Castelnuovo, Allori e San Donato, a partire da sud, oggi occupati da altrettanti bacini lacustri che si impostano nelle depressioni residue derivanti dal parziale riempimento dei cavi minerari realizzato con materiali sterili provenienti dalle attività di scavo e sbancamento (Figura 1, Figura 2).

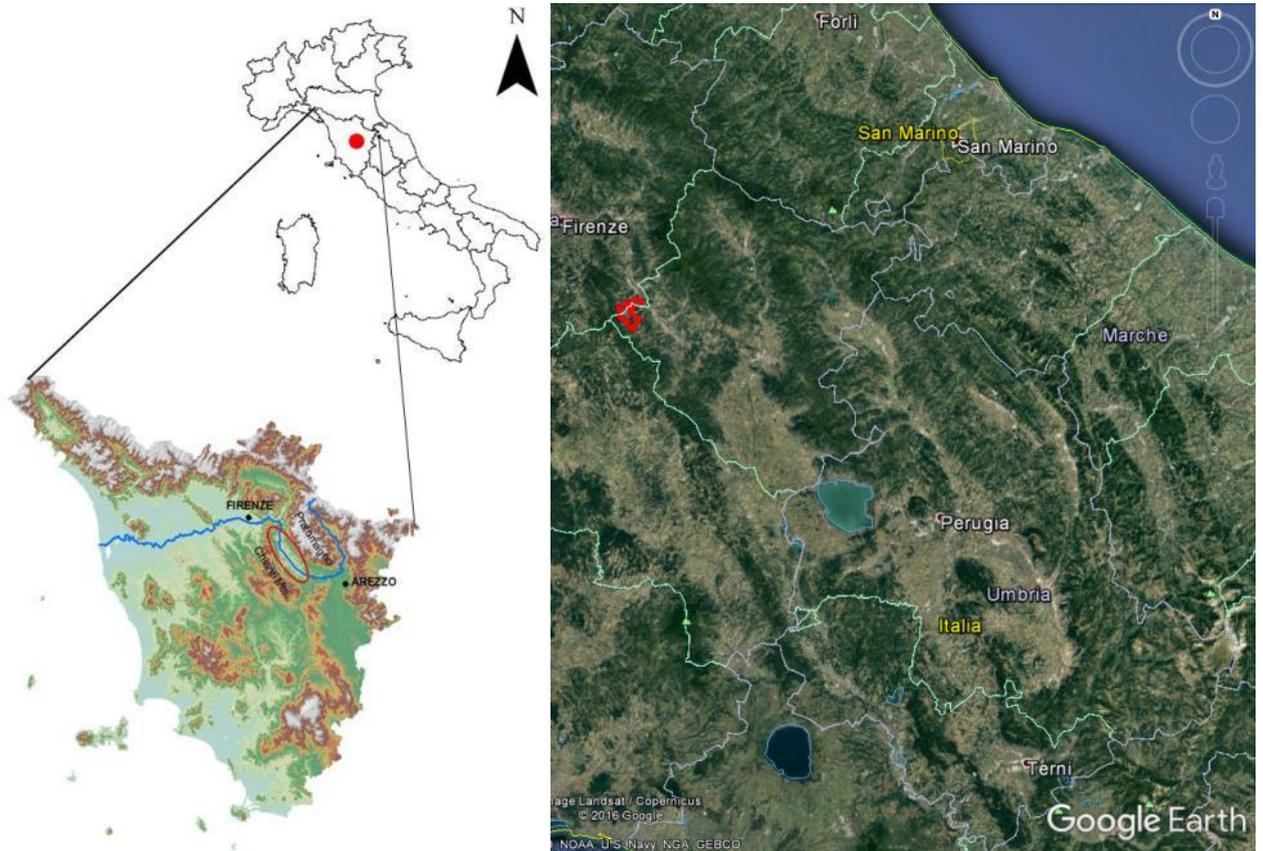


Figura 1 - Inquadramento geografico dell'area mineraria (in rosso).

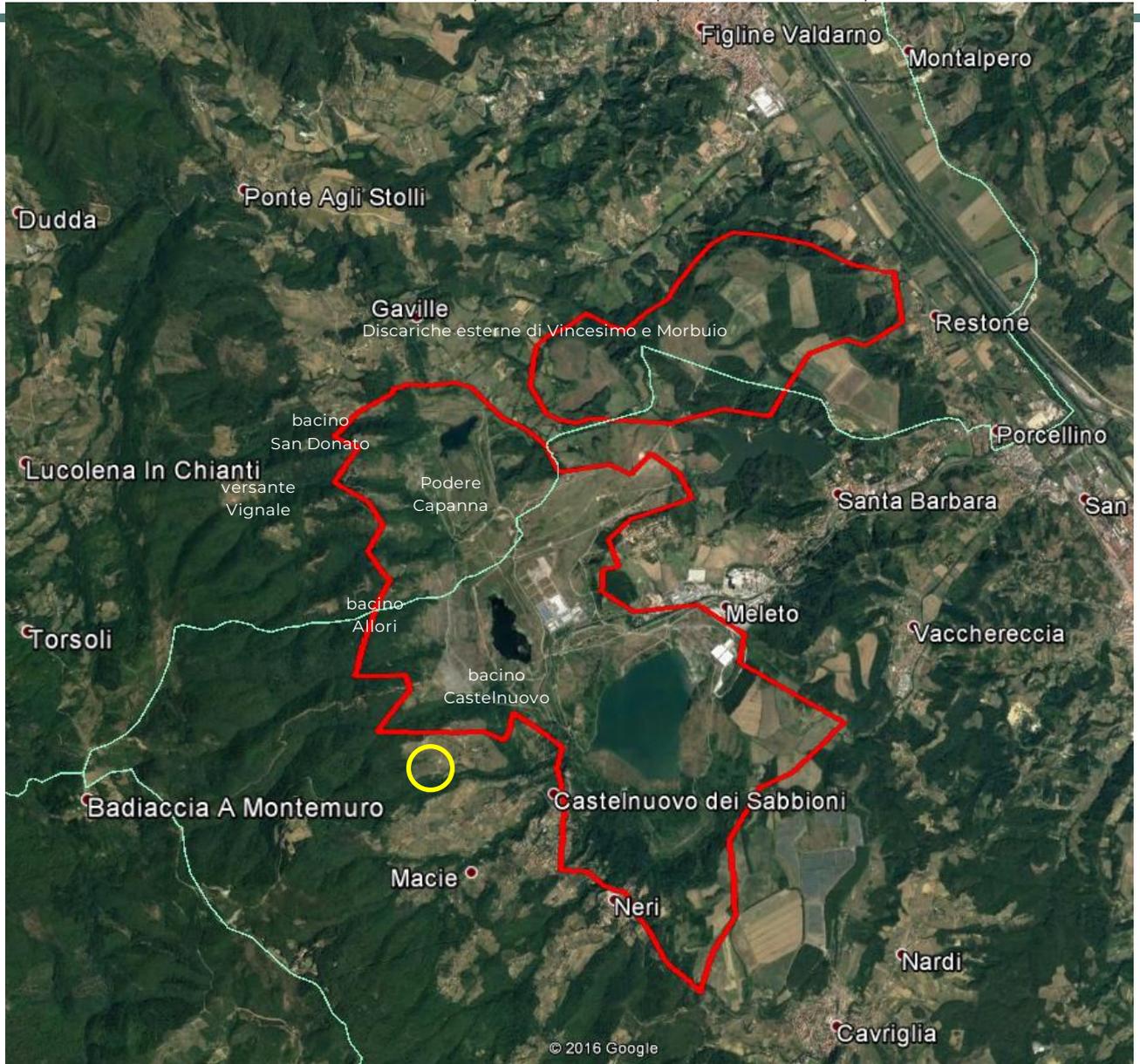


Figura 2 – Particolare del territorio della miniera e delle aree limitrofe. All'interno dell'area mineraria si possono osservare i tre bacini lacustri di Castelnuovo, Allori e San Donato. Il cerchio giallo identifica il Borgo di Castelnuovo.

Il Borgo di Castelnuovo ricade al margine del perimetro del Macrolotto A ed è inquadrato nel Foglio 287 (Montevarchi) della cartografia d'Italia a scala 1:50.000 (Istituto Geografico Militare). Nella Carta Tecnica Regionale della Toscana a scala 1:10.000 è inquadrato all'interno della sezione 2 287060 (Figura 3).

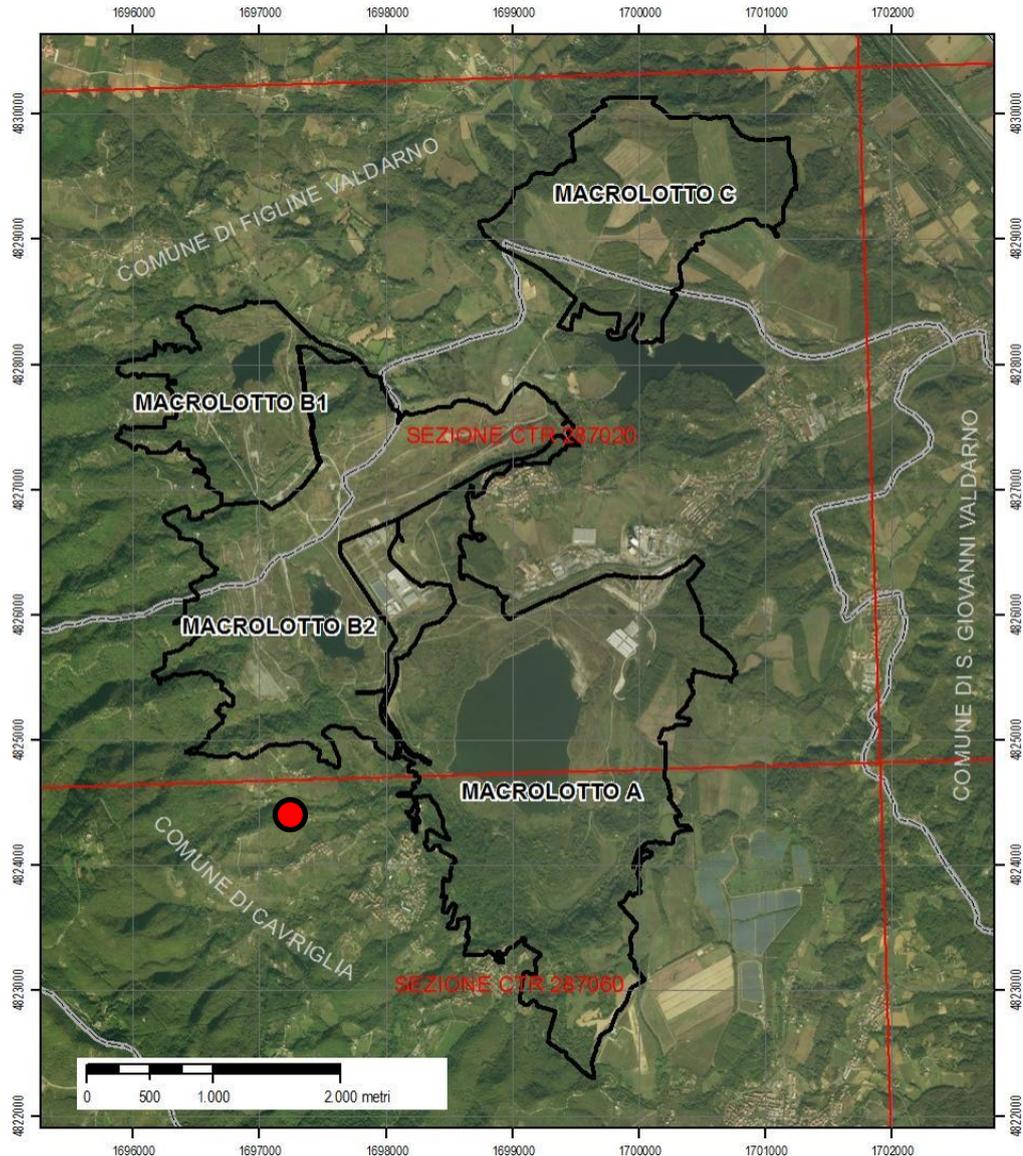


Figura 3 - Ubicazione dei Macrolotti A, B1, B2 e C nel contesto del territorio comunale di Figline Valdarno e Cavriglia e della Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000. In rosso è indicata l'ubicazione del Borgo di Castelnuovo.

Il territorio del Macrolotto A comprende il lago di Castelnuovo e le aree perimetrali per alcune centinaia di metri; queste sono suddivise in "versanti omogenei" sulla base delle caratteristiche fisiche e geologico - geomorfologiche. Si individuano così i versanti di Bomba, Cave vecchie, Percussente Bicchieraie, Valle al Pero, Le Piagge e Carpinete, ognuno caratterizzato da una propria storia estrattiva ed evolutiva, soprattutto in merito agli aspetti geomorfologici del territorio. Il Borgo di Castelnuovo si affaccia sul versante "Percussente Bicchieraie" che degrada rapidamente raggiungendo la quota del colmamento del cavo minerario di Castelnuovo operato da Enel con il termine delle attività estrattive e dove è stato creato il bacino di Castelnuovo alla quota di circa 145 m s.l.m. (Figura 4).

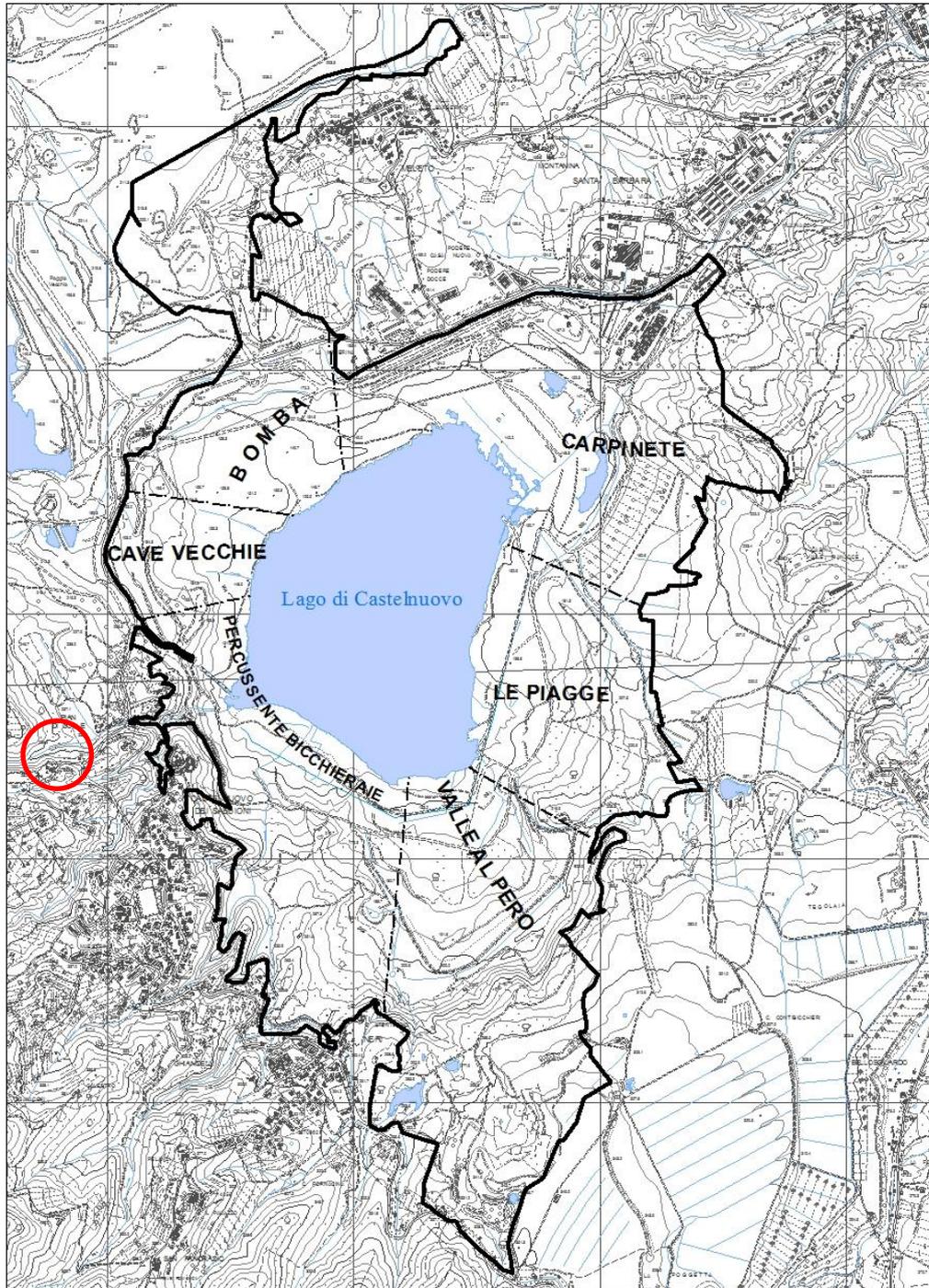


Figura 4 - La suddivisione in "versanti omogenei" nell'ambito del Lotto A. In rosso è evidenziato il Borgo di Castelnuovo.

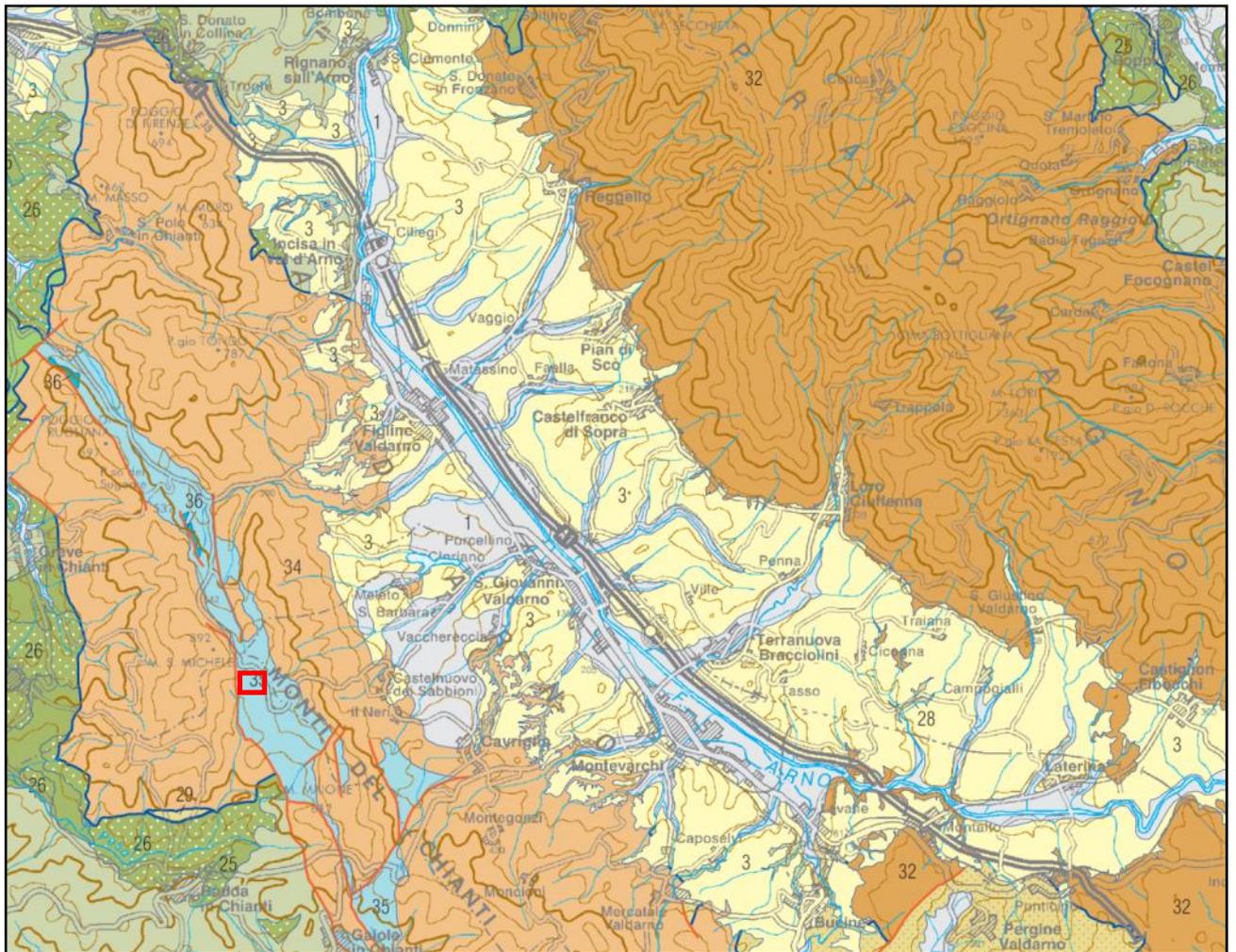


Figura 5 - Carta Geologica della Toscana a scala 1:250.000 (Carmignani, Conti, Cornamusini, 2012), stralcio relativo all'area del Valdarno Superiore (figura non in scala). Il riquadro rosso indica l'area di studio del presente lavoro.

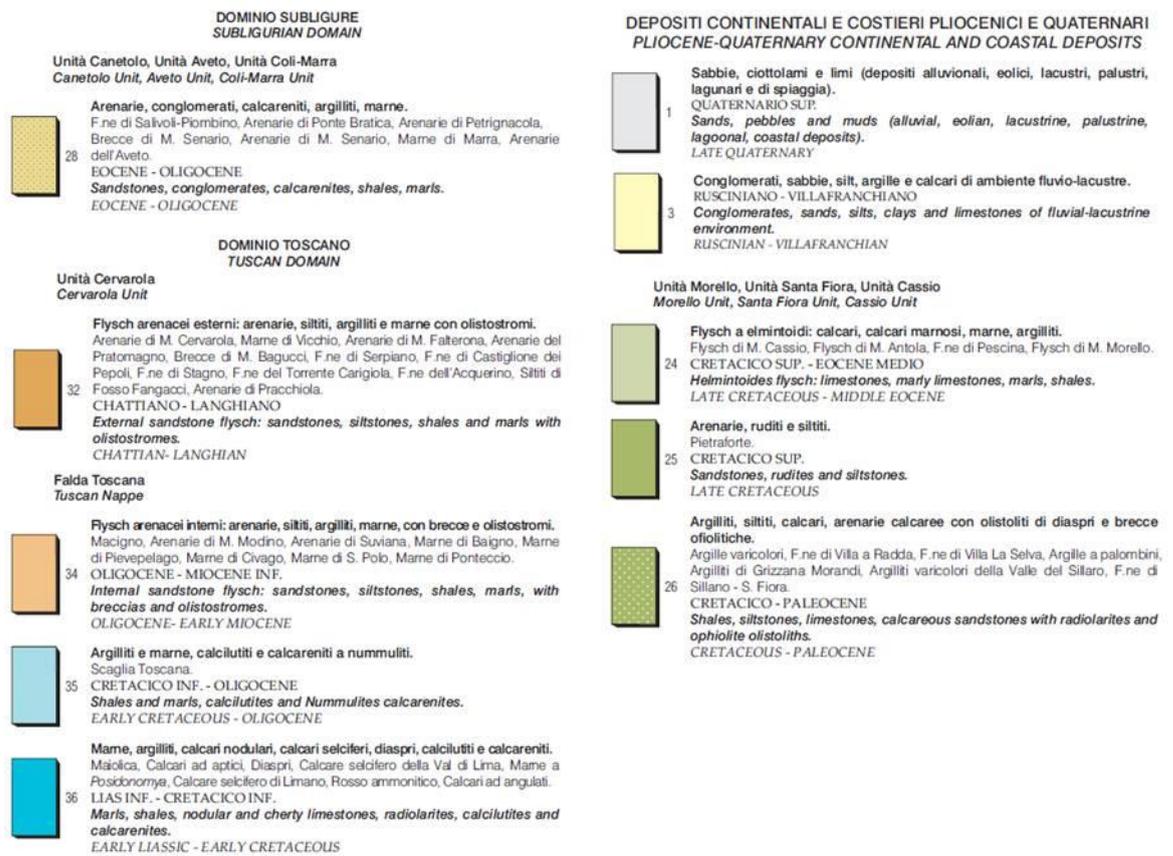


Figura 6 - Legenda della Carta Geologica della Toscana a scala 1:250.000 relativa allo stralcio di Figura 5.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE E STORICO DELL'AREA

Il Borgo di Castelnuovo sorge su uno sperone di arenaria con quota sommitale posta a 250 m slm e la cui forma è nettamente definita dalla profonda incisione del borro Pianale che lo delimita a nord e ad ovest e dalla scarpata dello scavo minerario sul lato orientale. A sud il promontorio si connette con l'altopiano di Castelnuovo dei Sabbioni, un ripiano morfologico impostato alla quota di 275-300 m slm che rappresenta una morfologia relitta delle fasi fluvio-lacustri plio-pleistoceniche corrispondente all'antico livello di base dell'erosione fluviale e sul quale si conservano lembi di sabbie di conoide provenienti dai Monti del Chianti. La situazione rimane immutata fino al 1963 (Figura 7).

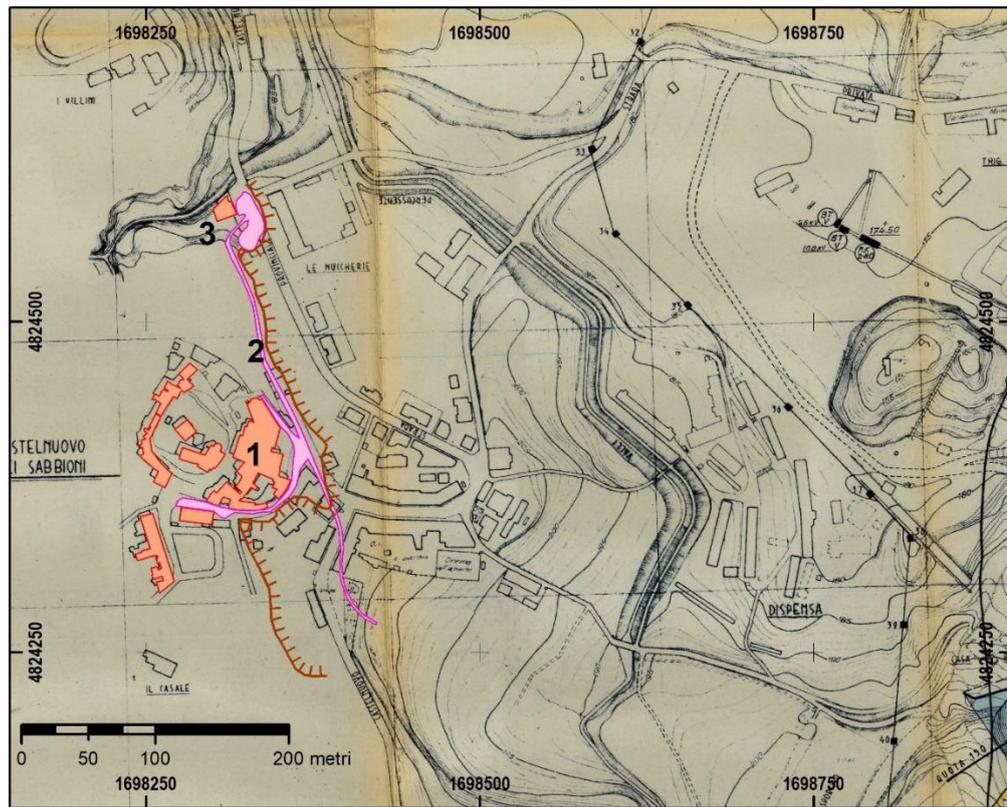


Figura 7 - Carta topografica dell'area del Borgo di Castelnuovo nel 1963 con sovrasegni indicanti gli edifici, la viabilità e la scarpata di cava allo stato odierno

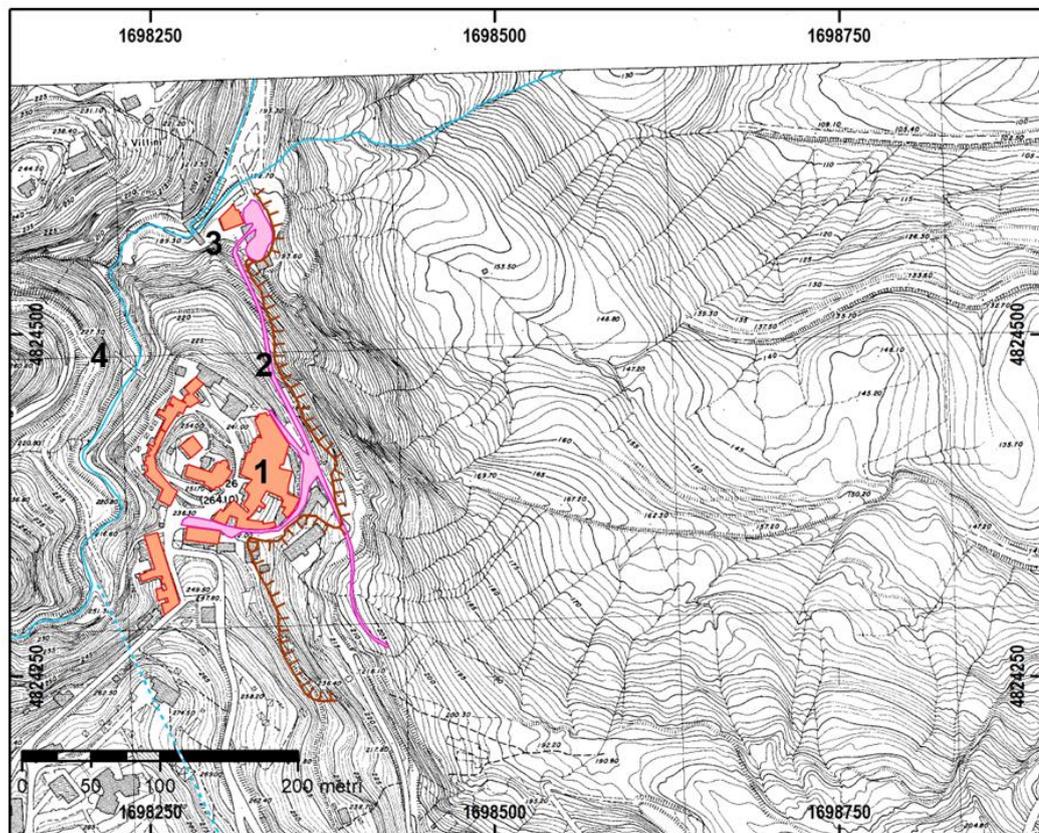


Figura 8 - Carta topografica dell'area del Borgo di Castelnuovo nel 1974 con sovrasegni indicanti gli edifici, la viabilità e la scarpata di cava allo stato odierno.

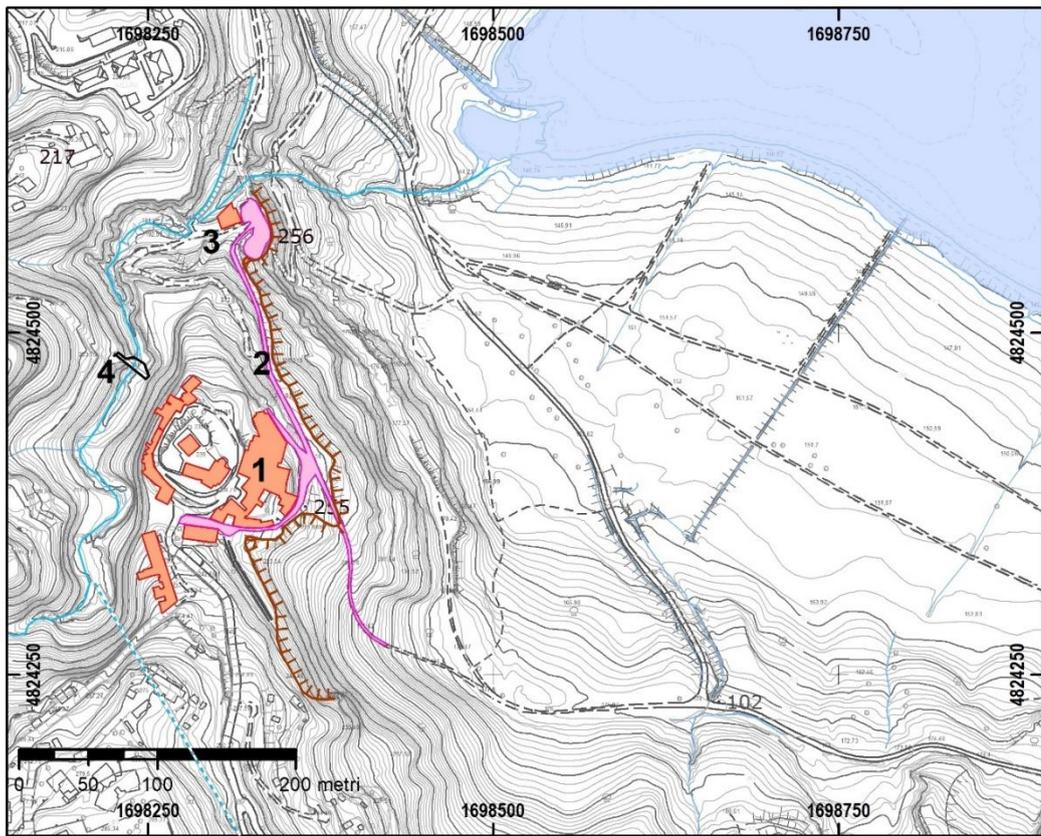


Figura 9 - Carta topografica dell'area del Borgo di Castelnuovo allo stato attuale (Rilievo CGT, 2020) con sovrasegni indicanti gli edifici, la viabilità e la scarpata di cava.

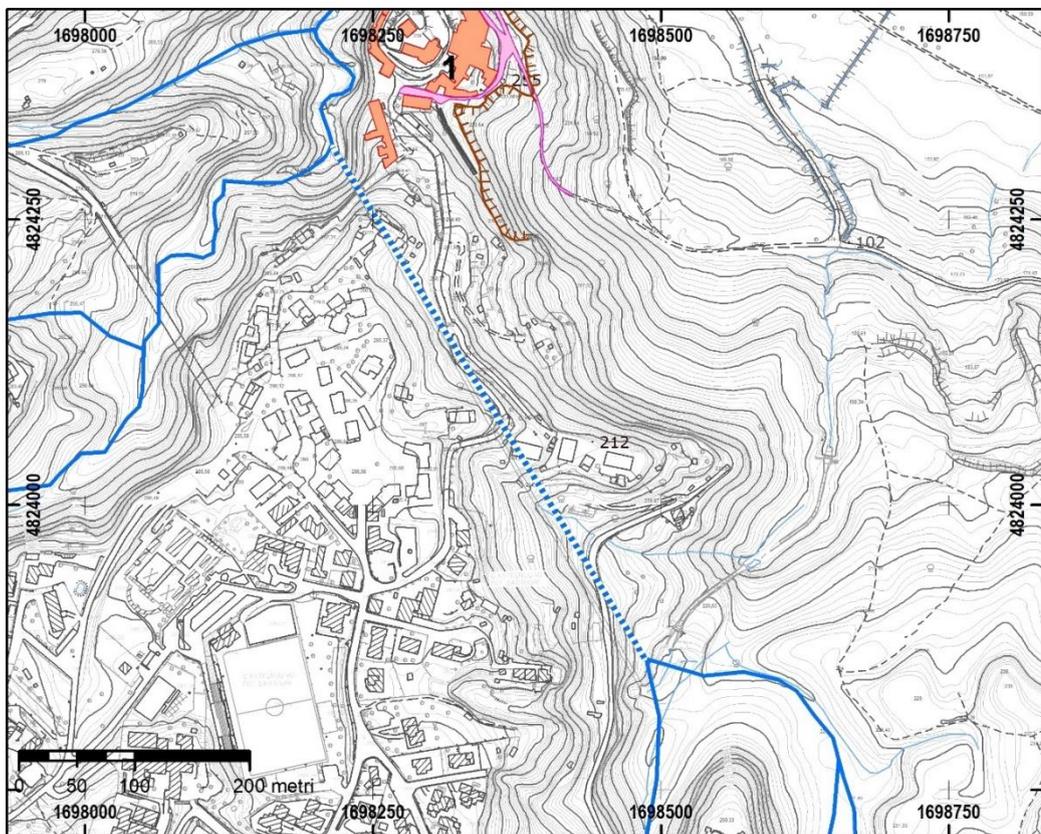


Figura 10 - L'area di Castelnuovo dei Sabbioni e andamento dell'idrografia con evidenziata la galleria delle Bicchieraie che intercetta i borri Percussente e Bicchieraie.

ASSETTO STRATIGRAFICO E GEOLOGICO DI DETTAGLIO

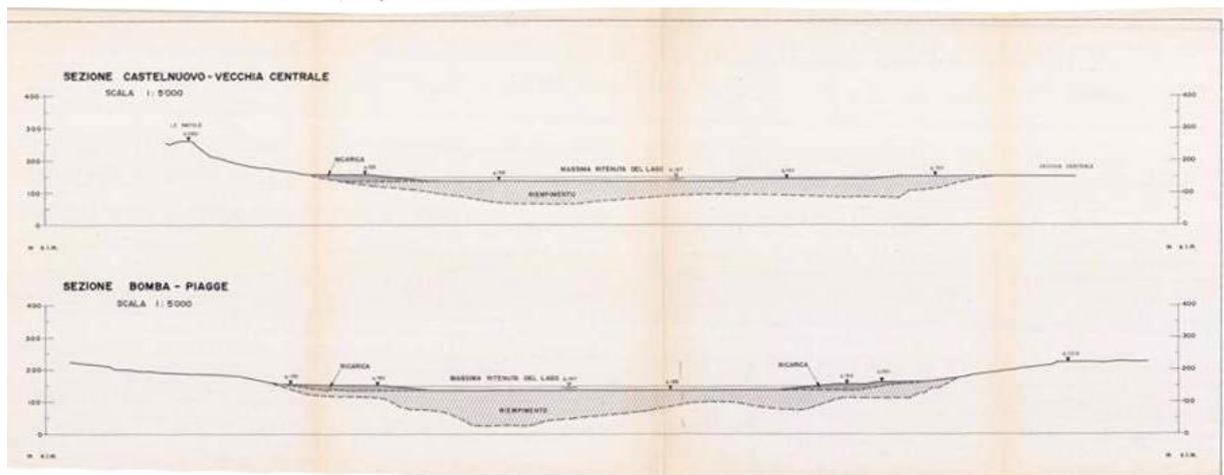
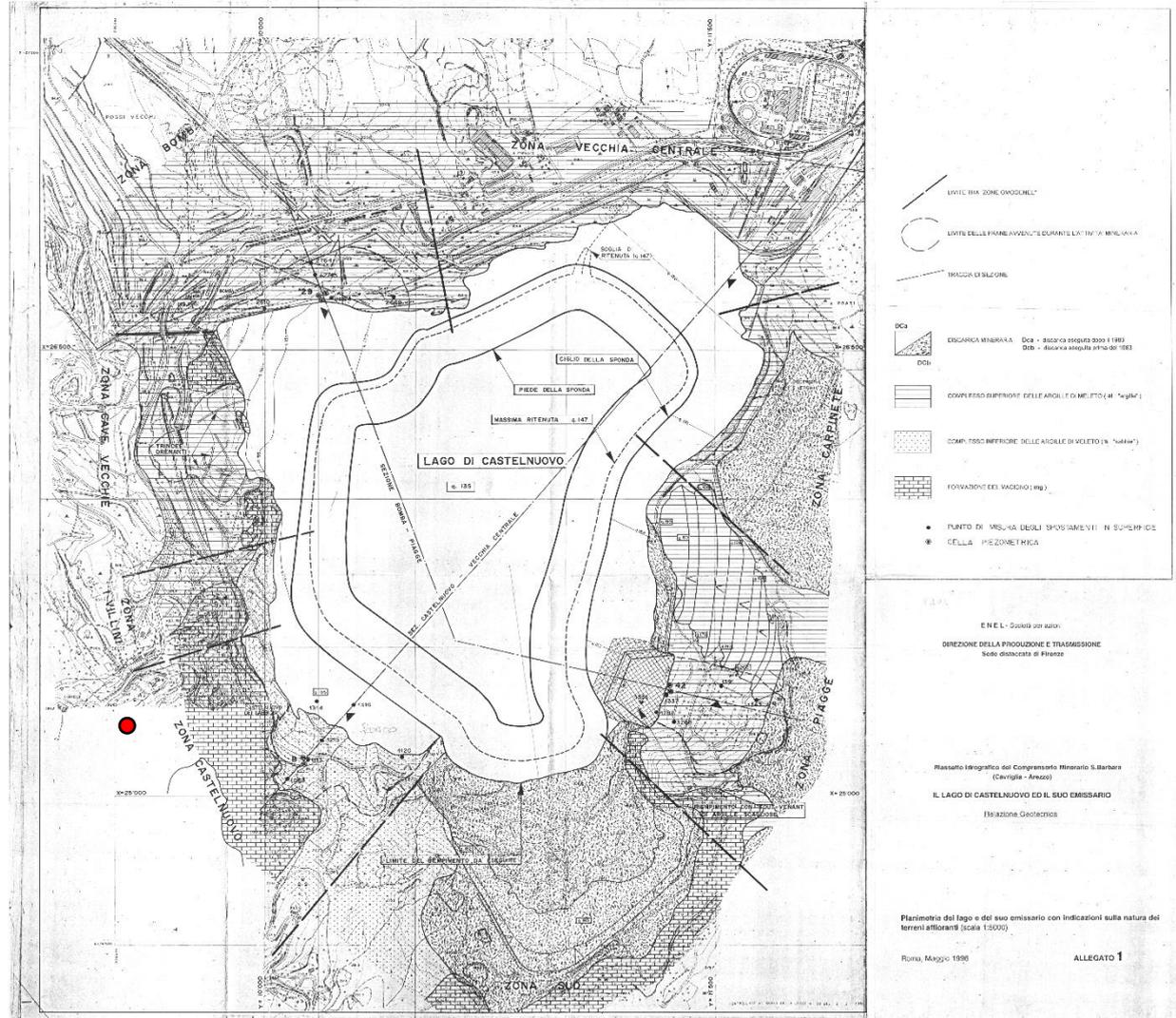


Figura 11 - Schema geologico e sezioni attraverso il Lotto A (da "Il Lago Castelnuovo e il suo emissario" - Relazione Geotecnica, Esu & D'Elia, 1996). Il cerchio rosso identifica il sito del Borgo di Castelnuovo.

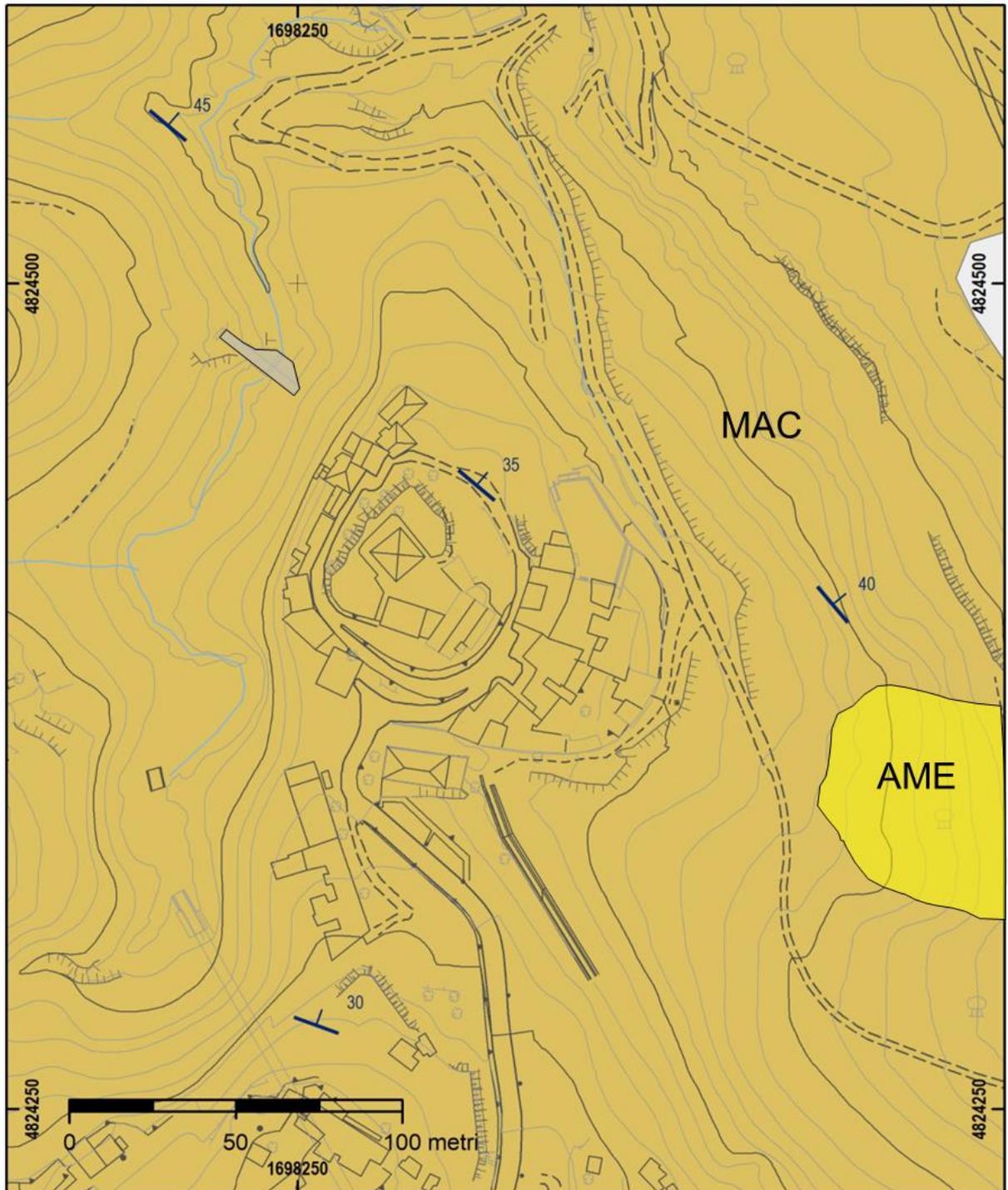
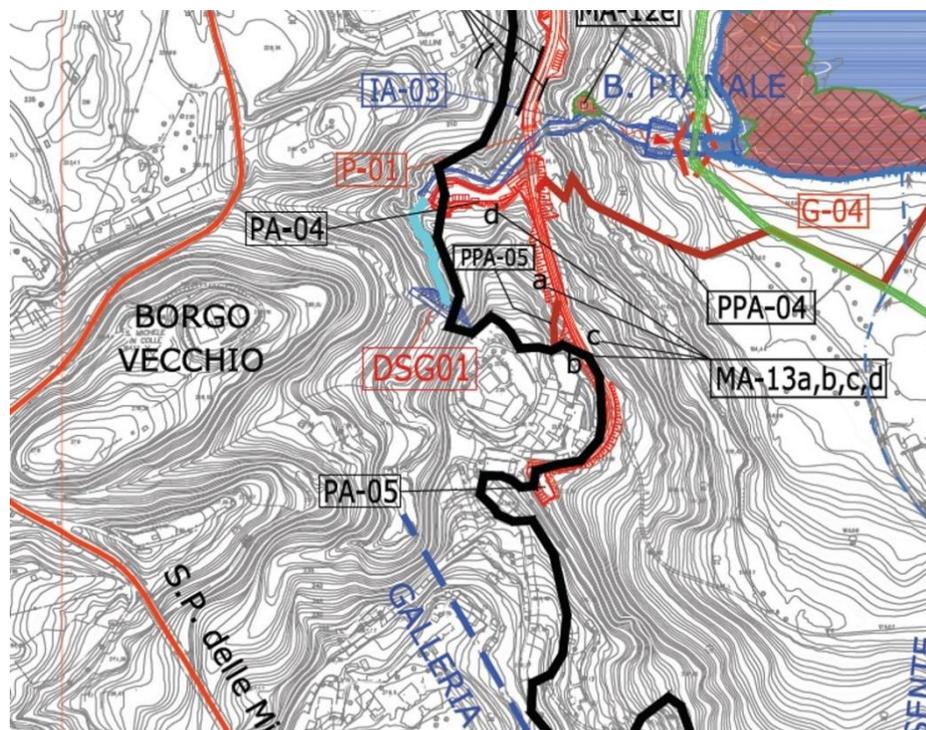


Figura 12 - Carta geologica del Borgo di Castelnuovo. MAC= arenarie della formazione del Macigno, con immersione verso nord-est mostrata dalle giaciture di strato; AME=lambi residui di terreni pliocenici della formazione delle Argille di Meleto.

La strada di accesso al Vecchio Borgo di Castelnuovo sul lato orientale si trova lungo un versante con acclività accentuata (40-50°) che degrada dal colle dove sorge il borgo, fino a quota 155 m s.l.m. dove si trovano i depositi di riempimento del cavo minerario di Castelnuovo (Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.38; Figura 40).

Lungo la strada che porta dall'alveo del Pianale fino al Vecchio Borgo sono previsti, nell'ambito del riassetto ambientale della miniera, lavori di miglioramento della sede stradale

con interventi di consolidamento del versante, di un muro in pietra, nonché la realizzazione di un parcheggio (interventi MA-13a, b, c, Figura 39).



MA-13a	Strada vecchio Borgo Tratto Ponte Pianale - Muro in pietra esistente	Scavo versante per la realizzazione della sede stradale e consolidamento versante roccioso mediante rete metallica e chiodature
MA-13b	Strada vecchio Borgo Muro in pietra esistente	Consolidamento muro
MA-13c	Strada vecchio Borgo Tratto a monte del Ponte Pianale	Strada vecchio Borgo - Opere geotecniche lato di valle (muro in c.a. su pali e rilevati)
MA-13d	Strada vecchio Borgo Area Ponte Pianale	Scavo e consolidamento versante per la realizzazione di un parcheggio

Figura 39 - Particolare dell'intervento MA-13.

Il versante oggetto degli interventi MA-13 è caratterizzato da una porzione superiore (a monte della strada) con affioramenti diffusi di substrato lapideo con litologia arenaceo-pelitica, e da una porzione inferiore dove i materiali detritici, i suoli di copertura ed i depositi di frana raggiungono spessori localmente rilevanti.

Il substrato si presenta alterato e fratturato, con stratificazione a scala metrica tra livelli di arenarie prevalenti ed interstrati pelitici con immersione verso nord-est ed inclinazione di 40 – 50°, secondo un assetto a franapoggio che costituisce un fattore predisponente per i dissesti di versante, assieme alla forte acclività ed alle caratteristiche geotecniche dei geomateriali.

Campagna 2017

La stratigrafia dell'area è caratterizzata dalla presenza di depositi di copertura (detriti di versante, suolo e depositi di frana) di spessore variabile da pochi decimetri nella parte superiore del versante, fino a 10 metri verso il piede dello stesso, e/o dalla presenza di una

coltre alteritica di spessore anche plurimetrico costituita da sabbie medie, sciolte o debolmente cementate, con elementi sparsi più grossolani di arenaria fino a veri e propri blocchi, al di sotto della quale si trova il bedrock, spesso intensamente fratturato nei primi metri.

La stratigrafia è stata definita in dettaglio lungo due perforazioni S3007 e S3008 realizzate lungo la strada fino a profondità di 8,5 e 13 m rispettivamente ed attrezzate con piezometro.

		Sede legale e amministrativa Via S. Lucia 33/1, Loc. Rlofredo 47028 VERGHERETO (FC) TEL. 0543 910192 FAX 0543 910370 P.IVA 02160300402				Attrezzatura: Sonda idraulica GA3		Sondaggio S-3007		Profondità m 8.50	
				Metodo di perforazione: carotaggio continuo							
CANTIERE: INDAGINI GEOTECNICHE INTEGRATIVE LOTTO A MINIERA SANTA BARBARA PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE		Rivestimento:						DATA			
COMMITTENTE: ENEL engineering and construction		Attrezzo di perforazione: carotiere semplice 0.0 ÷ 2.0 carotiere doppio T6 2.0 ÷ 8.5						Inizio: 14.04.2017 Fine: 14.04.2017			
DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE: Dr. Geol. CESARINI FRANCESCO		Piezometro: PVC 2" fenestrato ml 8.00						Quota s.l.m.			
CAMPIONI: disturbato (d) indisturbato (i) A - da carotiere semplice C - da carotiere triplo (i) B - da carotiere doppio (i) D - da S.P.T. (d)		E - da carotiere a pistone (i) F - da Shelby (i)		OPERATORE: GUERRA GIOVANNI ASSISTENTE: SALIMBENI NICOLA							
Pocket Penetrometer Kg/cm ²	Vane test Kg/cm ²	Profondità m	Simbolo Stratigrafico	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	R.Q.D. (%)	CAMPIONI		Carotiere	Prof. Acqua Data lettura	SPT	
						Tipo - Numero	Profondità m			Profondità m	N. Colpi
		1		Riporto limoso argilloso colore da bruno a grigio scuro con detrito eterometrico e laterizi							
		1.30									
		2		Arenaria medio grossolana molto alterata color nocciola con spalmature ruggine/ocra. Visibile stratificazione a 60° e fratturazione subverticale.							
		3									
		3.80									
		4		Siltiti grigio nocciola fratturate. Visibile stratificazione inclinata a 60°					- 5.50		
		5							28/4/17		
		6			40						
		6.80									
		7		Arenarie quarzoso feldspatiche a granulometria media, di colore grigio e alterazioni nocciola. Visibile stratificazione a 60° e fratturazione subverticale e parallela			i	6.60			
		8			40						
		8.50									

Figura 13 - Stratigrafia del sondaggio S3007 (Ambrogetti, 2017).

 <p>Sede legale e amministrativa Via S. Lucia 33/1 Loc. Riofreddo 47028 VERGHERETO (FC) TEL. 0543 910152 FAX 0543 910370 P.IVA 02160300402</p>		 <p>Attrezzatura: SONDA IDRAULICA GA3</p>		SONDAGGIO	PROFONDITA'						
		Metodo di perforazione: carotaggio continuo		S-3008	m 13.00						
CANTIERE: INDAGINI GEOTECNICHE INTEGRATIVE LOTTO A MINIERA SANTA BARBARA PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE		Rivestimento:		DATA							
COMMITTENTE: ENEL engineering and construction		Attrezzo di perforazione: carotiere semplice 0.0 ÷ 6.0 carotiere doppio T6 6.0 ÷ 13.0		Inizio: 14.04.2017 Fine: 18.04.2017							
DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE: Dr. Geol. CESARINI FRANCESCO		Piezometro:		Quota s.l.m.							
CAMPIONI: disturbato (d) indisturbato (i) A - da carotiere semplice C - da carotiere triplo (i) E - da carotiere a pistone (i) B - da carotiere doppio (i) D - da S.P.T. (d) F - da Shelby (i)				OPERATORE: GUERRA GIOVANNI ASSISTENTE: SALIMBENI NICOLA							
Pocket Penetrometer Kg/cm ²	Vane test Kg/cm ²	Profondità m	Simbolo Stratigrafico	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	R.Q.D. (%)	CAMPIONI		Carotiere	Prof. Acqua Data lettura	SPT	
						Tipo - Numero	Profondità m			Profondità m	N. Colpi
		0.30		→ Massicciata stradale e conglomerato cementizio							
		1		Riporto limoso argilloso colore da nocciola a bruno scuro con detrito eterometrico e laterizi							
		2									
		2.30									
		3									
		4									
		5		Detrito eterometrico di natura pellica e arenacea in matrice limoso sabbiosa in parte dilavata da perforazione							
		6									
		7									
		8									
		9									
		9.40									
		10					i				
		11		Peliti di colore da nocciola a grigio, fratturate. Stratificazione a 60°							
		12									
		13					i				

Figura 14 - Stratigrafia del sondaggio S3008 (Ambrogetti, 2017).

Lungo il tracciato della strada sono quindi state tracciate le 5 sezioni geologiche mostrate di seguito, coincidenti con le omonime trincee esplorative. La loro ubicazione è indicata in Figura 15; le linee di colore giallo sulle sezioni geologiche mostrano la geometria delle trincee esplorative (indicate con sigla PE_num.) sulla base delle quali è stato identificata la posizione del bedrock subaffiorante sotto il piano strada ed identificato con la linea viola nella figure seguente. Nel caso delle sezioni 22bis e 24 bis si dispone anche dei dati dei sondaggi S3007 e S3008 di cui si riporta la stratigrafia.

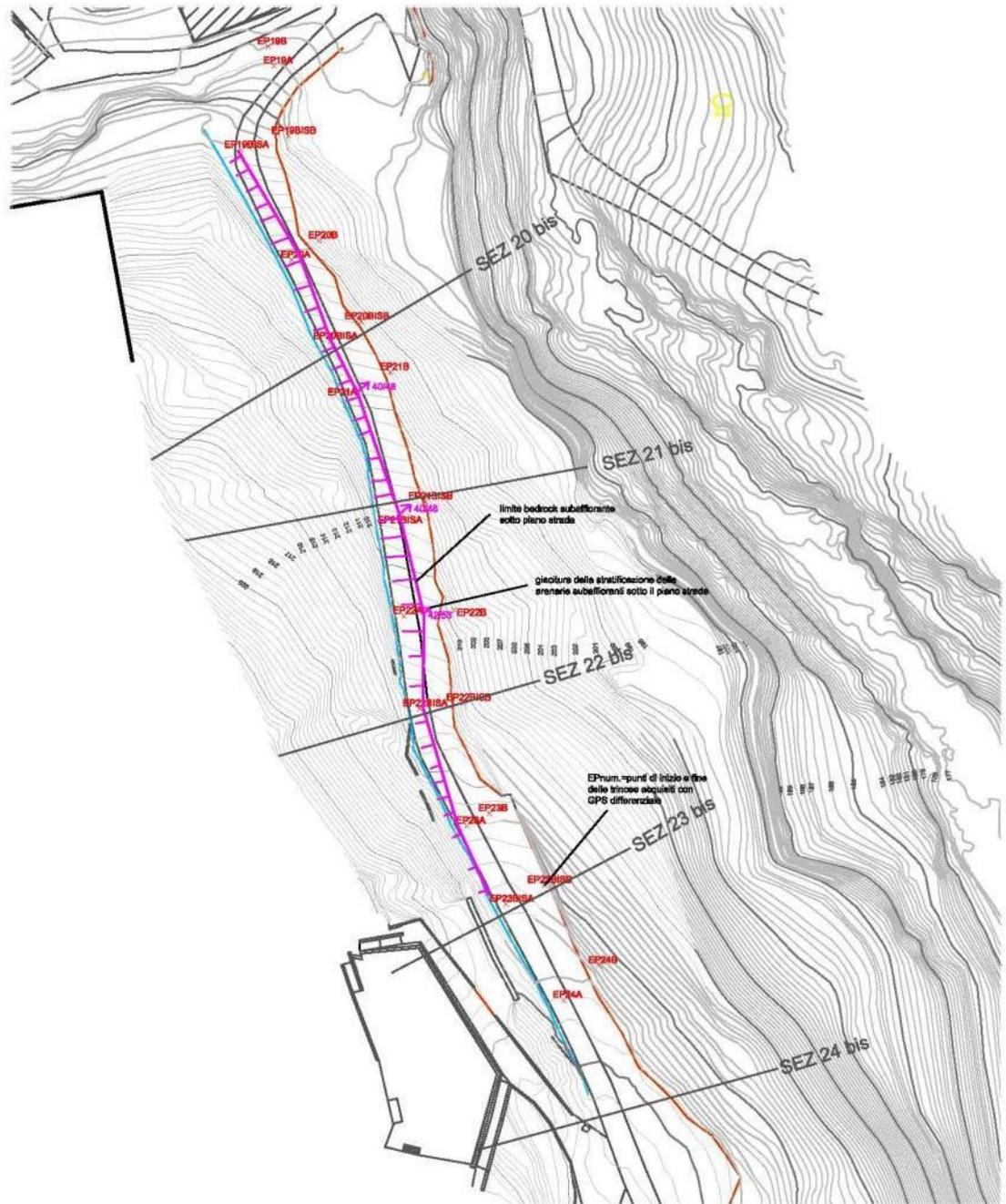
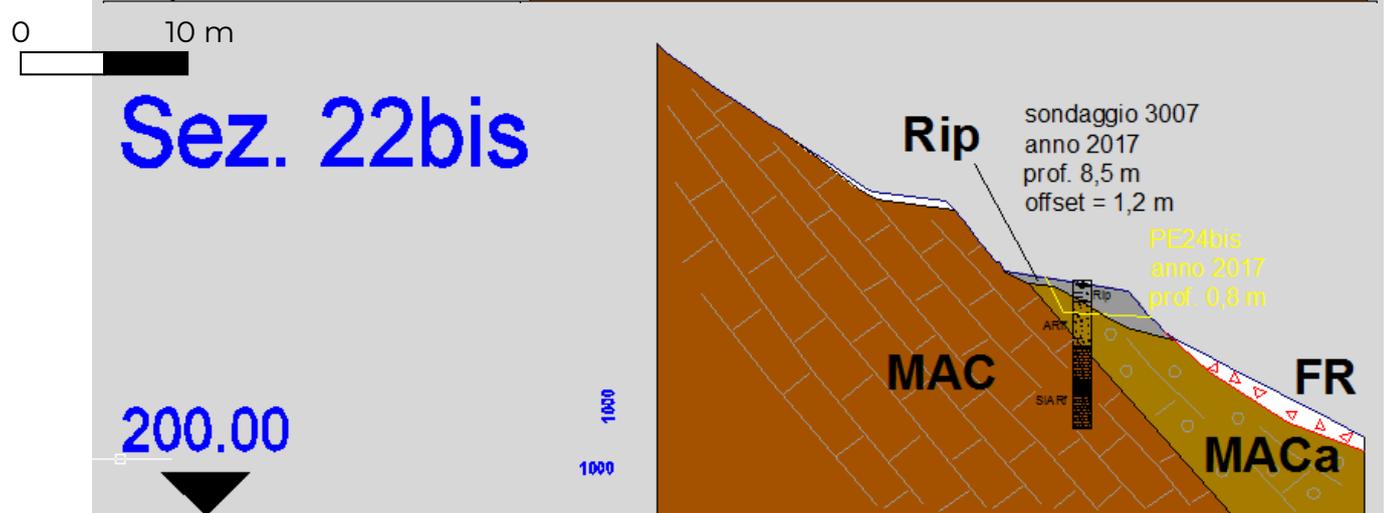
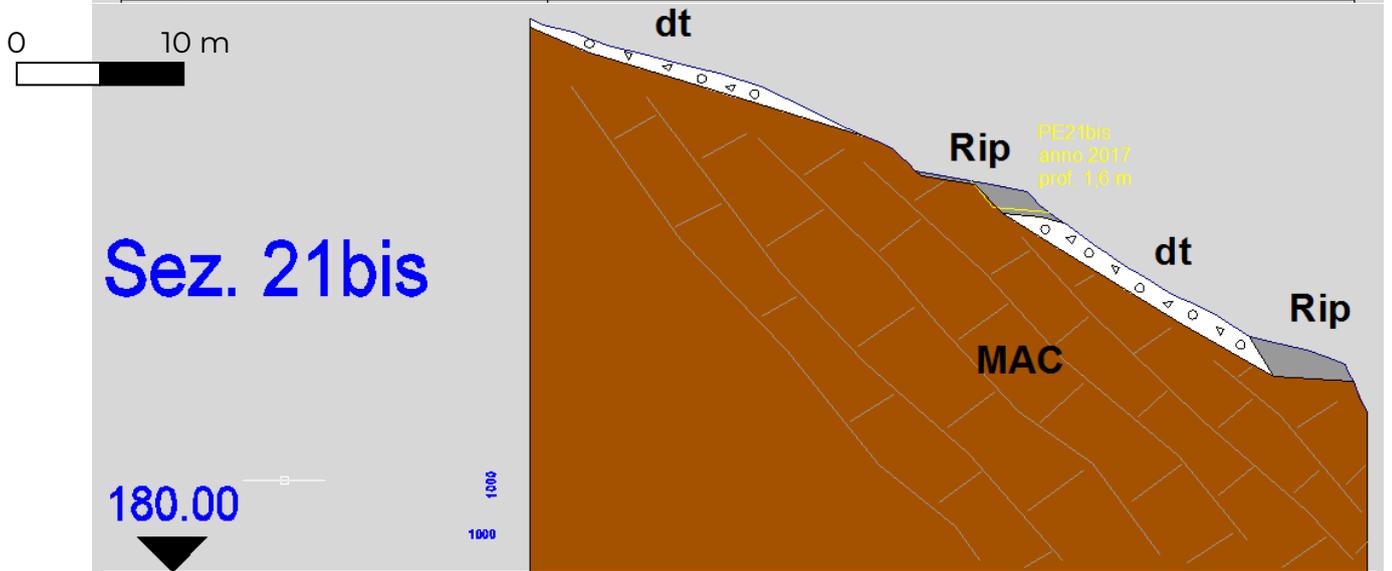
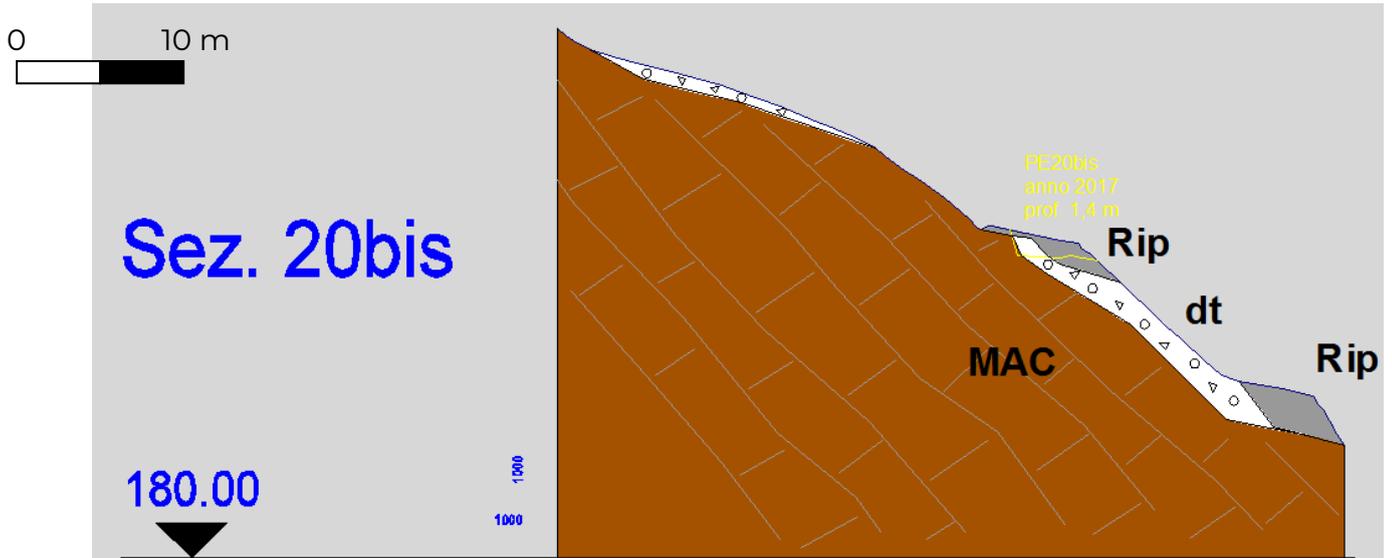


Figura 15 - Ubicazione delle sezioni geologiche da 20 a 24 bis lungo la strada di accesso al vecchio borgo. La linea viola indica la posizione del bedrock sub affiorante sotto il piano strada.



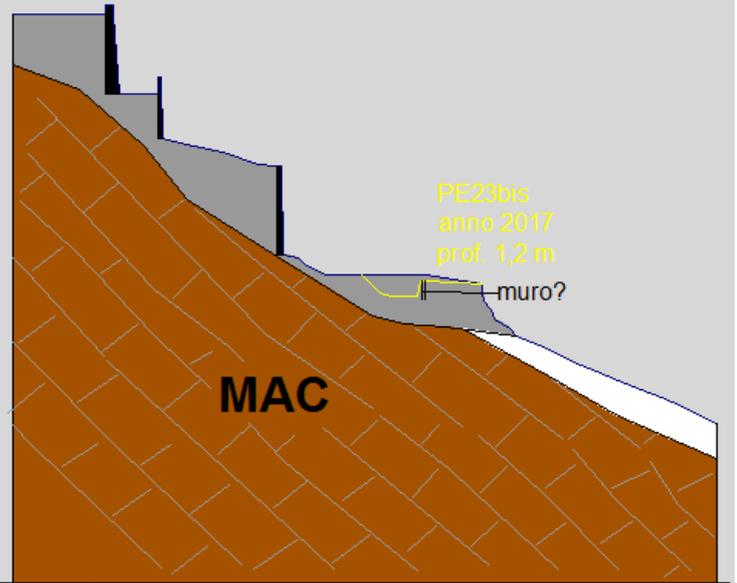


0 10 m

SEZ. 23bis

200.00

1000
1000



PE23bis
anno 2017
prof. 1,2 m
muro?

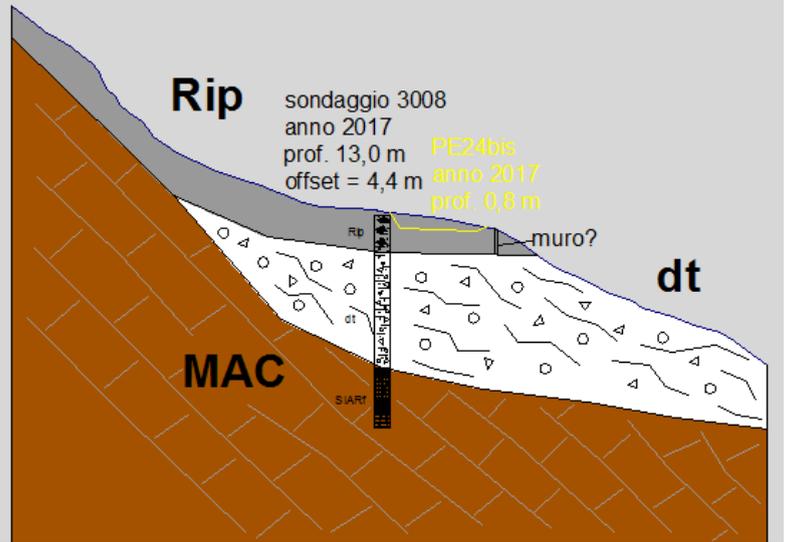
MAC

0 10 m

Sez. 24bis

200.00

1000
1000



Rip

sondaggio 3008
anno 2017
prof. 13,0 m
offset = 4,4 m

PE24bis
anno 2017
prof. 0,8 m

muro?

dt

MAC

SIART

ELEMENTI DI GEOMORFOLOGIA

Il versante a sud di Castelnuovo dei Sabbioni fu interessato da una grande frana nel 1978 che vide lo scivolamento delle sabbie di letto sopra il substrato, costituito da arenaria Macigno. Nel 1981 si ebbe una ripresa del movimento e l'anno successivo un ampliamento verso monte nella parte meridionale del pendio. Nel 1997 è stata ultimata la costruzione della ricarica (fascia circumlacuale) con superficie a quota 153 – 155 m s.l.m. con funzione stabilizzante del versante perimetrale. L'estensione planimetrica dell'area interessata dai movimenti ed il modello geologico del versante sono mostrati in Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. e Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. secondo le ricostruzioni di ENEL (Rapporto interno, Settembre 1997). A seguito di tale evento la Strada Provinciale, che da Le Matole proseguiva verso il Borgo di Castelnuovo e quindi verso l'area del borro Pianale fu deviata nella posizione attuale per i gravi danni subiti.

CAMPAGNA DI INDAGINI

L'ubicazione di dette indagini è mostrata nella Figura 16. I certificati sono forniti nell'Allegato 1.

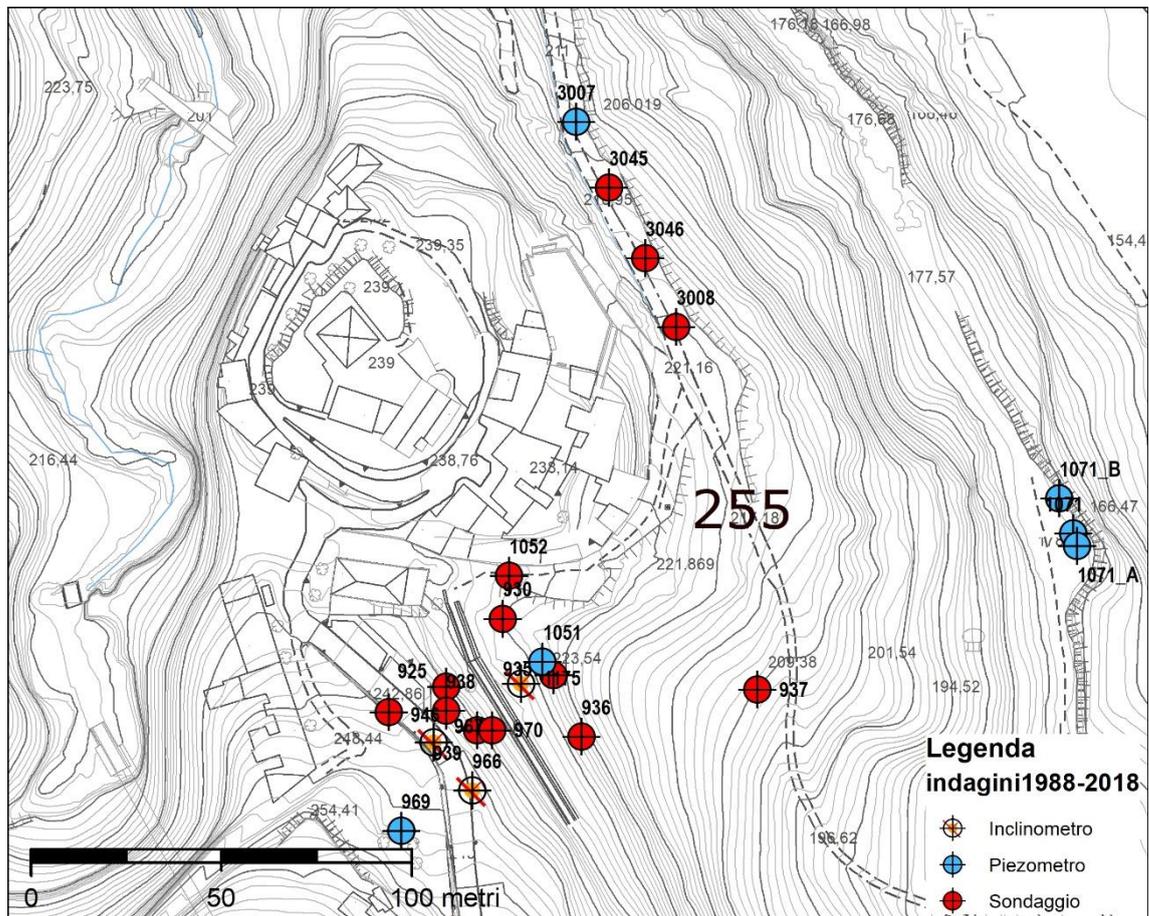


Figura 16 - Ubicazione delle indagini eseguite tra il 1988 e il 2018.

Le indagini geofisiche eseguite nel territorio del Lotto A in area limitrofa al Borgo di Castelnuovo consistono in 8 siti e sono riassunte nella seguente Tabella 1.

VERSANTE	NOME INDAGINE	TIPO INDAGINE	DITTA	DATA	LUNGHEZZA (m)
Borgo Vecchio	REEF_1	Sismica a rifrazione	Elletipi	2018	34,5
Borgo Vecchio	REEF_2	Sismica a rifrazione	Elletipi	2018	34,5
Borgo Vecchio	REEF_3	Sismica a rifrazione	Elletipi	2018	23
Borgo Vecchio	MASW_102	Masw	Soil investigation	2017	
Borgo Vecchio	MASW_106	Masw	Elletipi	2018	
Borgo Vecchio	HVSR_103	Sismica passiva H/V	Elletipi	2018	
Borgo Vecchio	HVSR_104	Sismica passiva H/V	Elletipi	2018	
Borgo Vecchio	HVSR_109	Sismica passiva H/V	Elletipi	2018	

Tabella 1 - Indagini geofisiche 2017-2018 nell'area del Borgo di Castelnuovo.

L'ubicazione planimetrica delle indagini è mostrata nella Figura 17 ed i report di indagine sono forniti nell'Allegato 1.

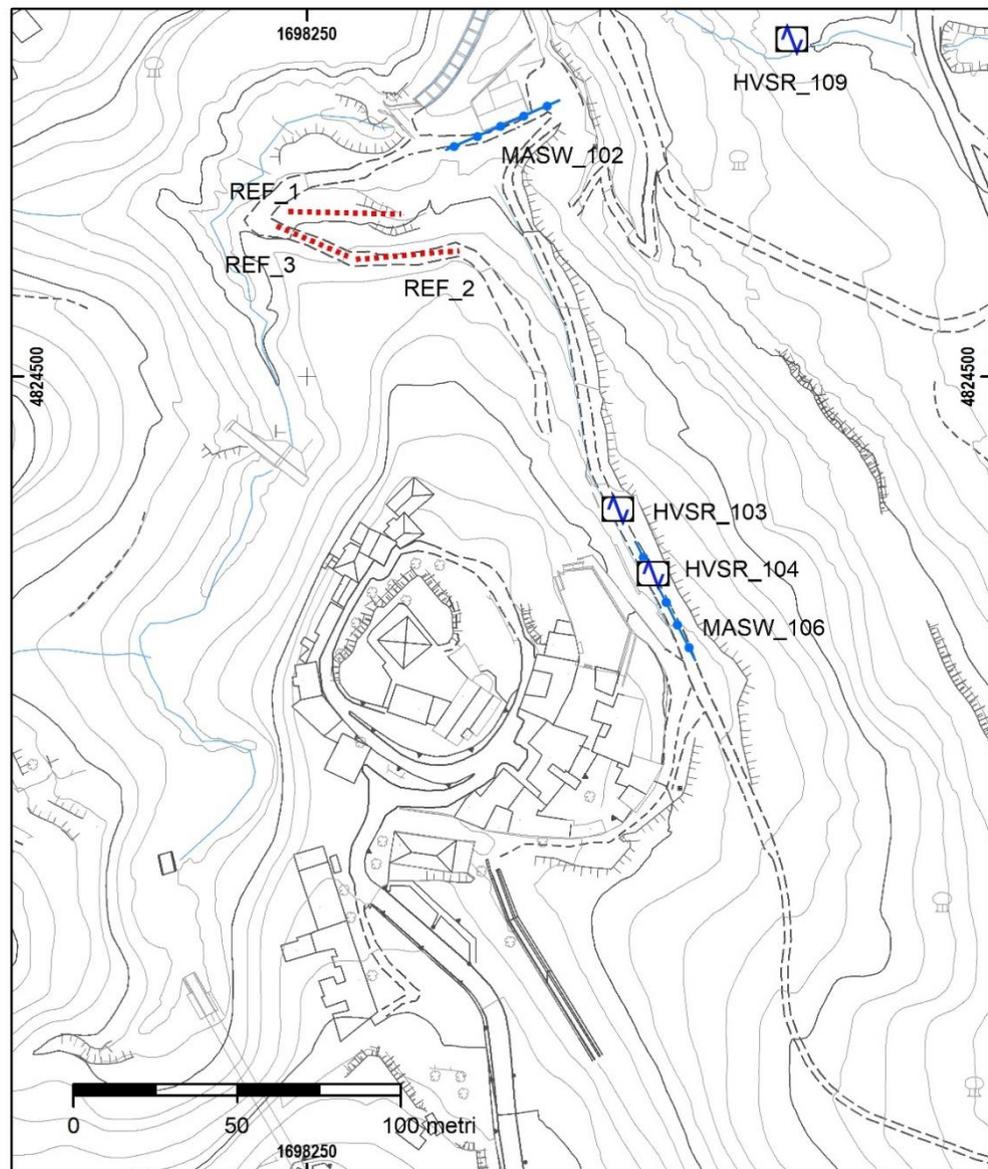


Figura 17 - Ubicazione delle indagini geofisiche nell'area del Borgo di Castelnuovo.



AREA INDAGATA PER L'AMPLIAMENTO DEL MINE - MUSEO DELLE MINIERE E DEL TERRITORIO (2018).

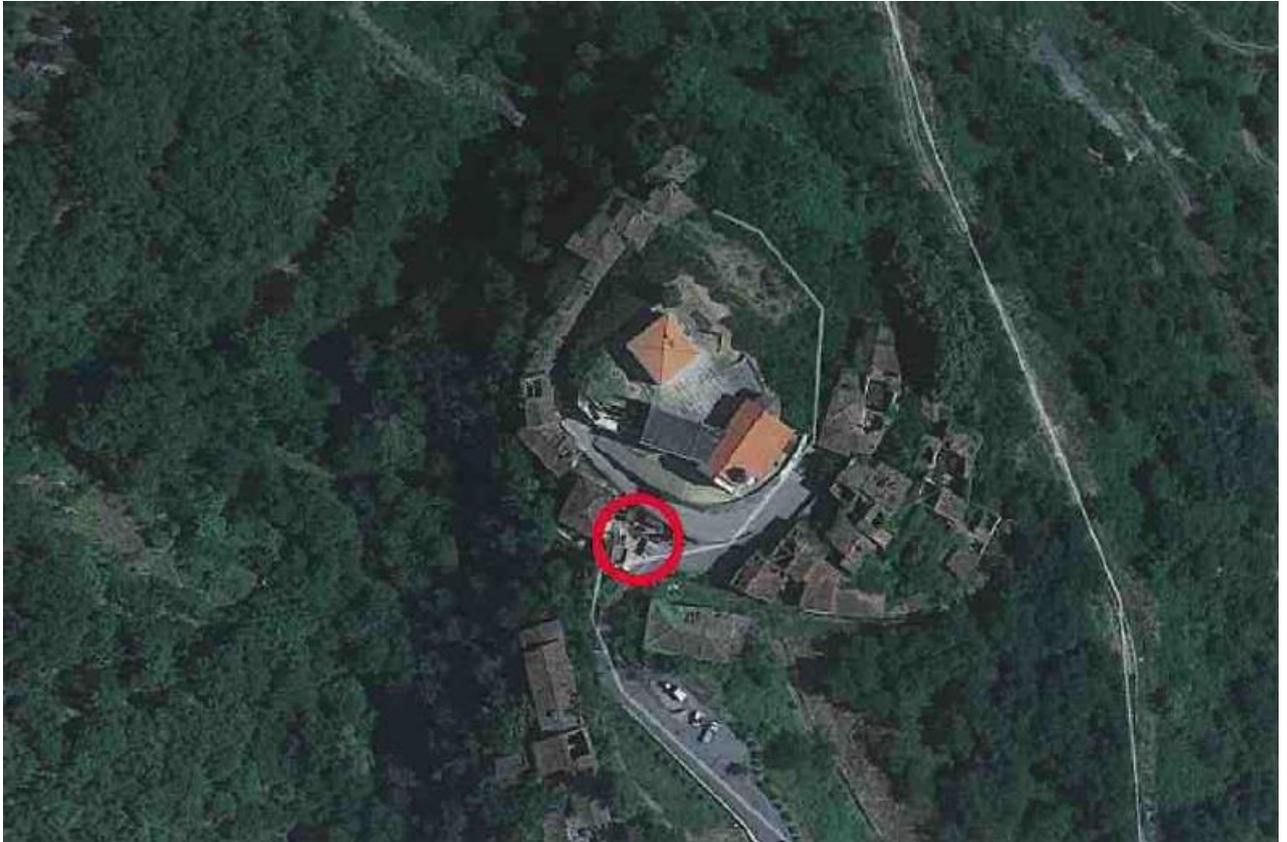


Figura 52 - Area indagata per l'ampliamento del MINE - Museo delle Miniere e del Territorio.

Sono stati realizzati per l'ampliamento del MINE n. 2 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni e analisi di laboratorio (Focardi, 2018), ed effettuata una prova Down Hole. Seguono le relative stratigrafie e il grafico profondità/Vs della down hole. Inoltre, viene riportata una tabella riepilogativa delle analisi di laboratorio effettuate sulle terre e le analisi effettuate su campioni di roccia.

SONDAGGIO 1

#	P	A	Pr	metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	SRT		ROD %		DESCRIZIONE
									0-100	SRT	0-100	pe	
				1								1.5	Siltite. Riparto antropico.
				2								3.5	Arenaria di colore marrone molto alterata e molto fratturata con intercalazioni siltiche.
				3								5.5	Arenaria di colore marrone poco alterata e fratturata con intercalazioni siltiche.
				4								6.5	Arenaria di colore marrone con granulometria grossolana e poco fratturata con rare intercalazioni siltiche.
				5								8.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta con rare intercalazioni siltiche.
				6								10.5	Arenaria di colore grigio con granulometria fine, compatta con rare intercalazioni siltiche.
				7								12.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				8								14.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				9								16.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				10								18.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				11								20.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				12								22.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				13								24.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				14								26.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				15								28.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				16								30.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				17								32.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				18								34.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				19								36.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				20								38.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				21								40.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				22								42.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				23								44.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				24								46.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.

#	P	A	Pr	metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	SRT		ROD %		DESCRIZIONE
									0-100	SRT	0-100	pe	
				25								48.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				26								50.5	Arenaria di colore grigio con granulometria fine, compatta, con rare intercalazioni siltiche.
				27								52.5	Arenaria di colore grigio con granulometria fine, compatta, con rare intercalazioni siltiche.
				28								54.5	Siltite di colore grigio.
				29								56.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.
				30								58.5	Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana, compatta.

SONDAGGIO 2

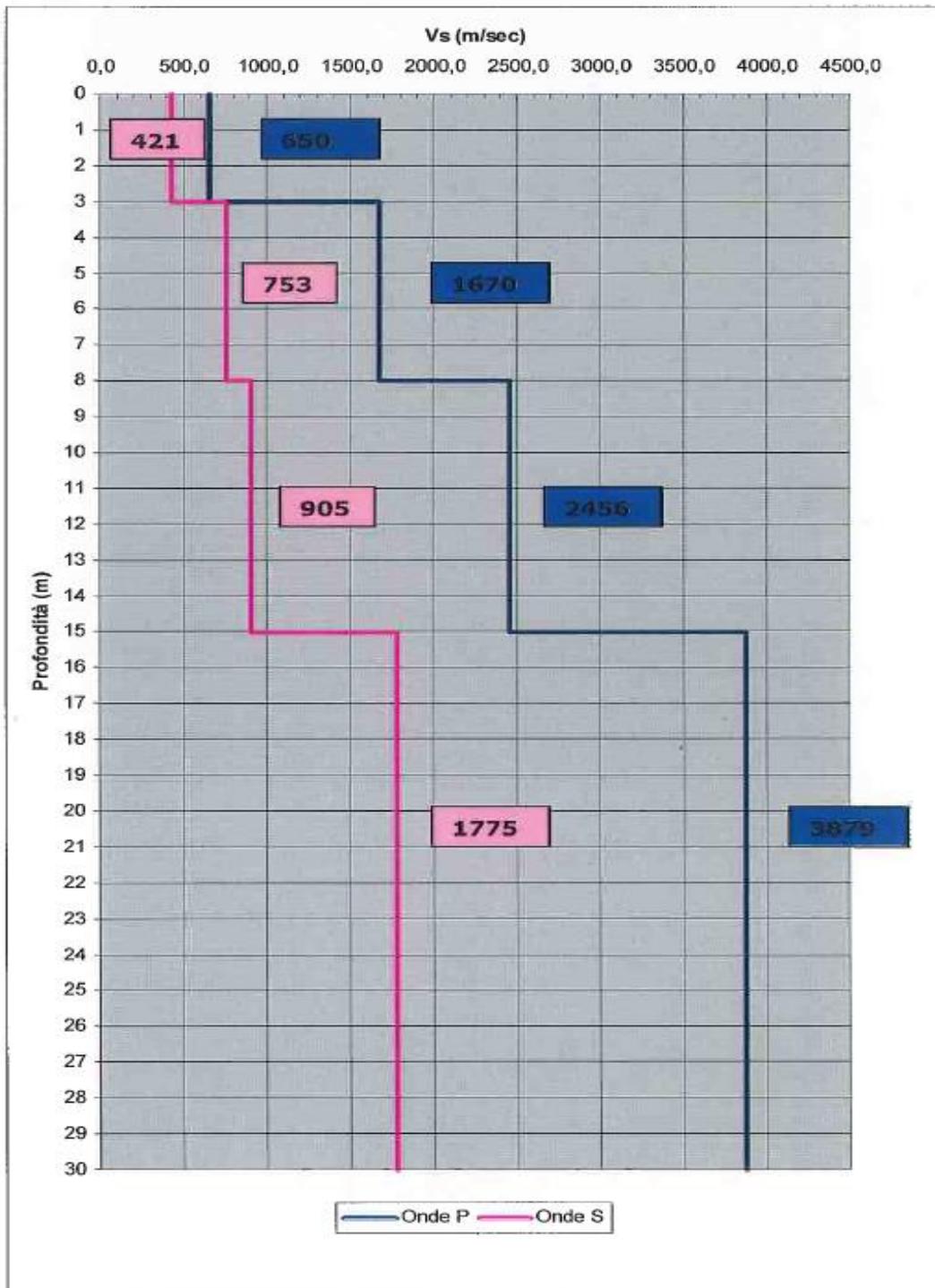
# Int.	Pr VI	Pr VI	Pr VI	Pr VI	TITOLOGIA	Complosi	RP	VI	Prof. m. 0-100	S.P.T. SPT	Prof. m. 0-100	DESCRIZIONE
					1.							Elume. Riparto antropico.
					2.							
					3.							
					4.							
					5.							
					6.							5.0 Arenaria di colore marrone molto sferica e molto fratturata con intercalazioni siltiche.
					7.							
					8.							
					9.							8.7 Arenaria di colore grigio con granulometria grossolana.
101					10.							10.0

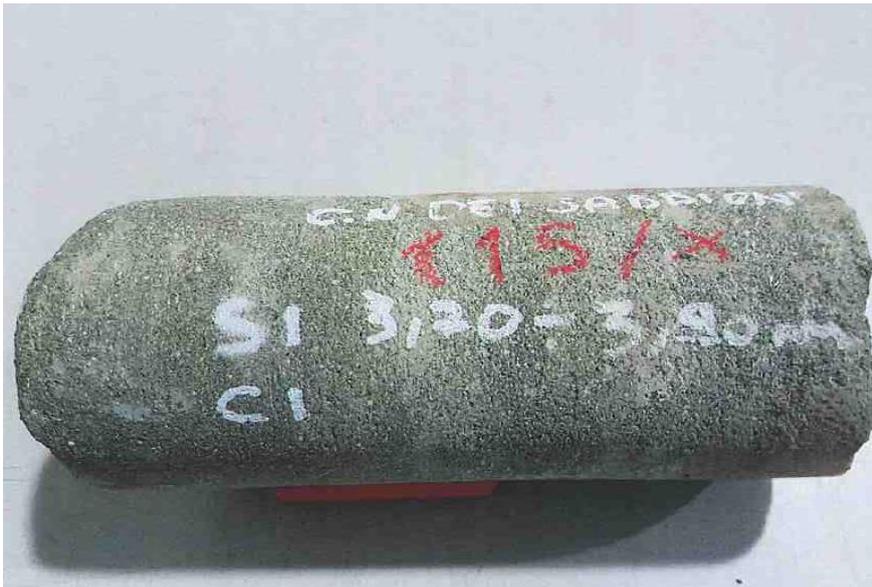
Sono stati prelevati dei campioni e portati in laboratorio:

- S1C1 prelevato alla profondità compresa tra 3,70 ÷ 3,90 m da p.c.
- S1C2 prelevato alla profondità compresa tra 9,40 ÷ 9,70 m da p.c.
- S1C3 prelevato alla profondità compresa tra 20,00 ÷ 20,40 m da p.c.
- S2C1 prelevato alla profondità compresa tra 9,50 ÷ 9,80 m da p.c.



PROVA DOWN HOLE





Riferimento: V.A. 0115/X del 19/12/2017
Committente: ROMEO PURI IMPIANTI
Cantiere: RISTRUTTURAZIONE FABBRICATO PER USO MUSEALE
 CASTELNUOVO DEI SABBIONI - CAVRIGLIA (AR)
Sigla Campione: S1C1
Profondità: 3,70 ÷ 3,90 m

PROVA DI COMPRESIONE UNIASSIALE SU ROCCE

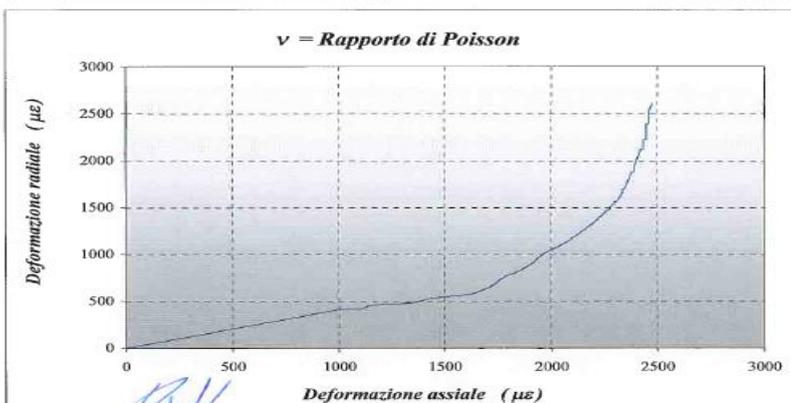
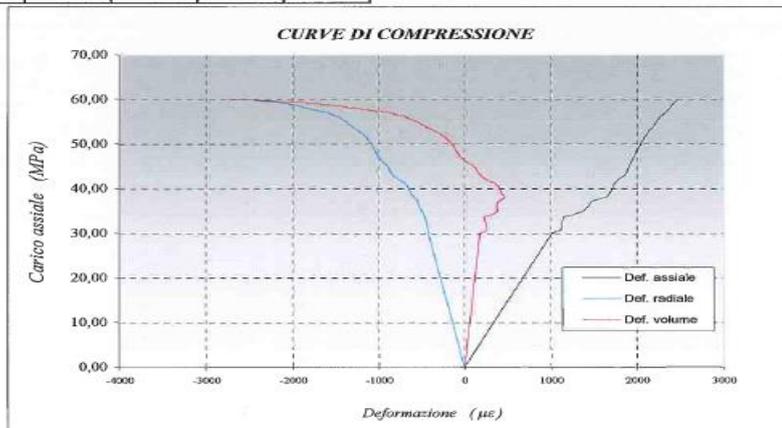
Caratteristiche del provino

Provino	H ₀ mm	d ₀ mm	A ₀ mm ²	γ kN/m ³
S2	120	78	4776	26,69

ϵ_1 = Deformazione assiale

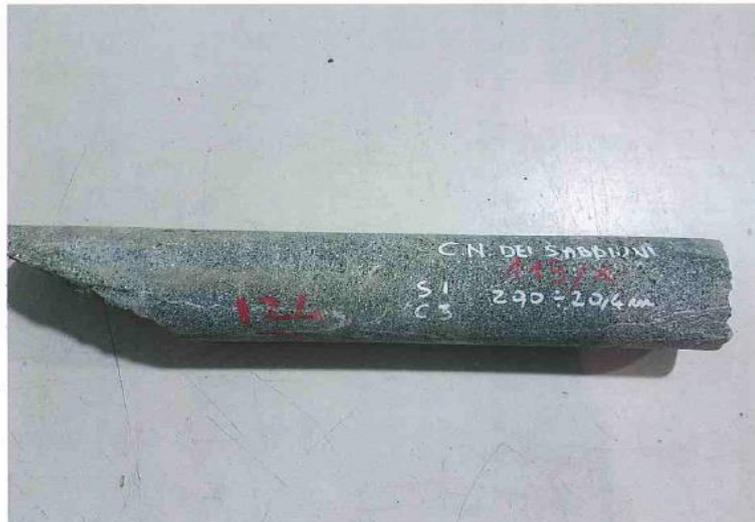
ϵ_3 = Deformazione radiale

ϵ_v = Deformazione volumica = $\Delta V/V = \epsilon_1 + 2\epsilon_3$



LABORATORIO GEOTEC S.A.S. - SIENA CERTIFICATO N.0170G/00277 DEL 30-12-17 Pag. 2
 Riferimento: V.A. 0115/X del 19/12/2017
 Committente: Romeo Puri Impianti
 Cantiere: Ristrutturazione fabbricato per uso museale
 Castelnuovo dei Sabbioni - Cavriglia (AR)
 Sigla Campione: S1C3
 Profondità: 20,00 ÷ 20,40 m

FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE



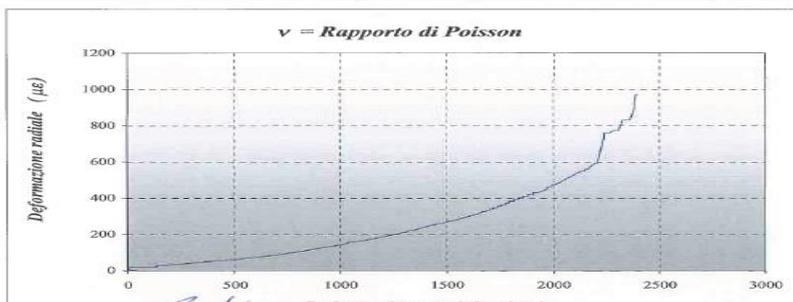
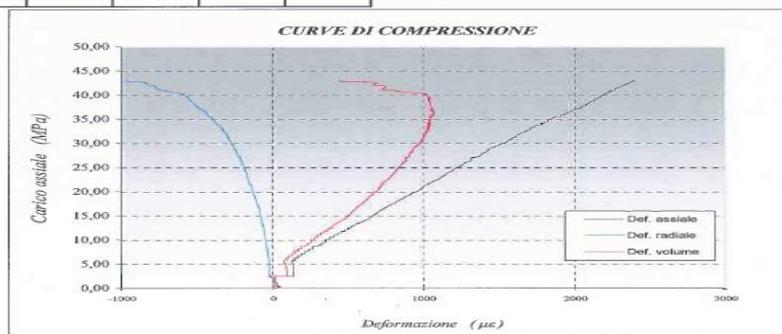
LABORATORIO GEOTEC S.A.S. - SIENA CERTIFICATO N.0170G/00277 DEL 30-12-17 Pag.
 Riferimento: V.A. 0115/X del 19/12/2017
 Committente: ROMEO PURI IMPIANTI
 Cantiere: RISTRUTTURAZIONE FABBRICATO PER USO MUSEALE
 CASTELNUOVO DEI SABBIONI - CAVRIGLIA (AR)
 Sigla Campione: S1C3
 Profondità: 20,00 ÷ 20,40 m

PROVA DI COMPRESIONE UNIASSIALE SU ROCCE

Caratteristiche del provino

Provino	H ₀ mm	d ₀ mm	A ₀ mm ²	γ kN/m ³
S2	156	78	4776	26,10

ε₁ = Deformazione assiale
 ε₃ = Deformazione radiale
 ε_v = Deformazione volumica = ΔV/V = ε₁ + 2ε₃



Riferimento: V.A. 0115/X del 19/12/2017
 Committente: Romeo Puri Impianti
 Cantiere: Ristrutturazione fabbricato per uso museale
 Castelnuovo dei Sabbioni - Cavriglia (AR)
 Sigla Campione: S2C1
 Profondità: 9,50 ÷ 9,80 m

FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE



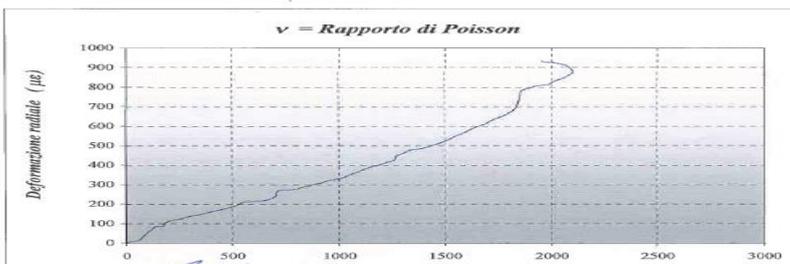
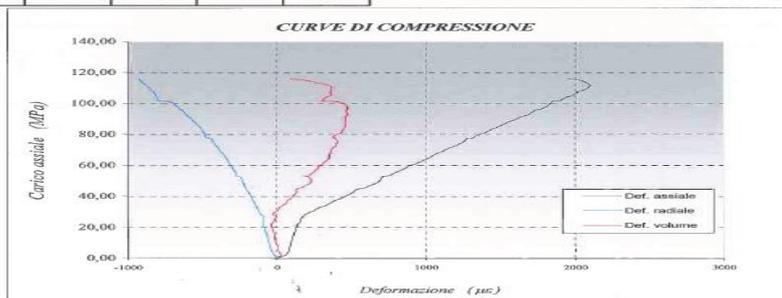
Riferimento: V.A. 0115/X del 19/12/2017
 Committente: ROMEO PURI IMPIANTI
 Cantiere: RISTRUTTURAZIONE FABBRICATO PER USO MUSEALE
 CASTELNUOVO DEI SABBIONI - CAVRIGLIA (AR)
 Sigla Campione: S2C1
 Profondità: 9,50 ÷ 9,80 m

PROVA DI COMPRESIONE UNIASSIALE SU ROCCE

Caratteristiche del provino

Provino	H ₀ mm	d ₀ mm	A ₀ mm ²	γ kN/m ³
S2C1	118	78	4776	24,49

ε₁ = Deformazione assiale
 ε₃ = Deformazione radiale
 ε_v = Deformazione volumica = ΔV/V = ε₁ + 2ε₃



Campagna 2023

La campagna di indagini di supporto al PFTE è consistita in n. 5 sondaggi a carotaggio continuo:

n.2 sondaggi strumentati per down hole, profondi 32.0 m

n.3 sondaggi strumentati con piezometri, profondi 15.0 m.

Inoltre, sono state effettuate indagini geofisiche attive e passive come indicato nella Figura 54

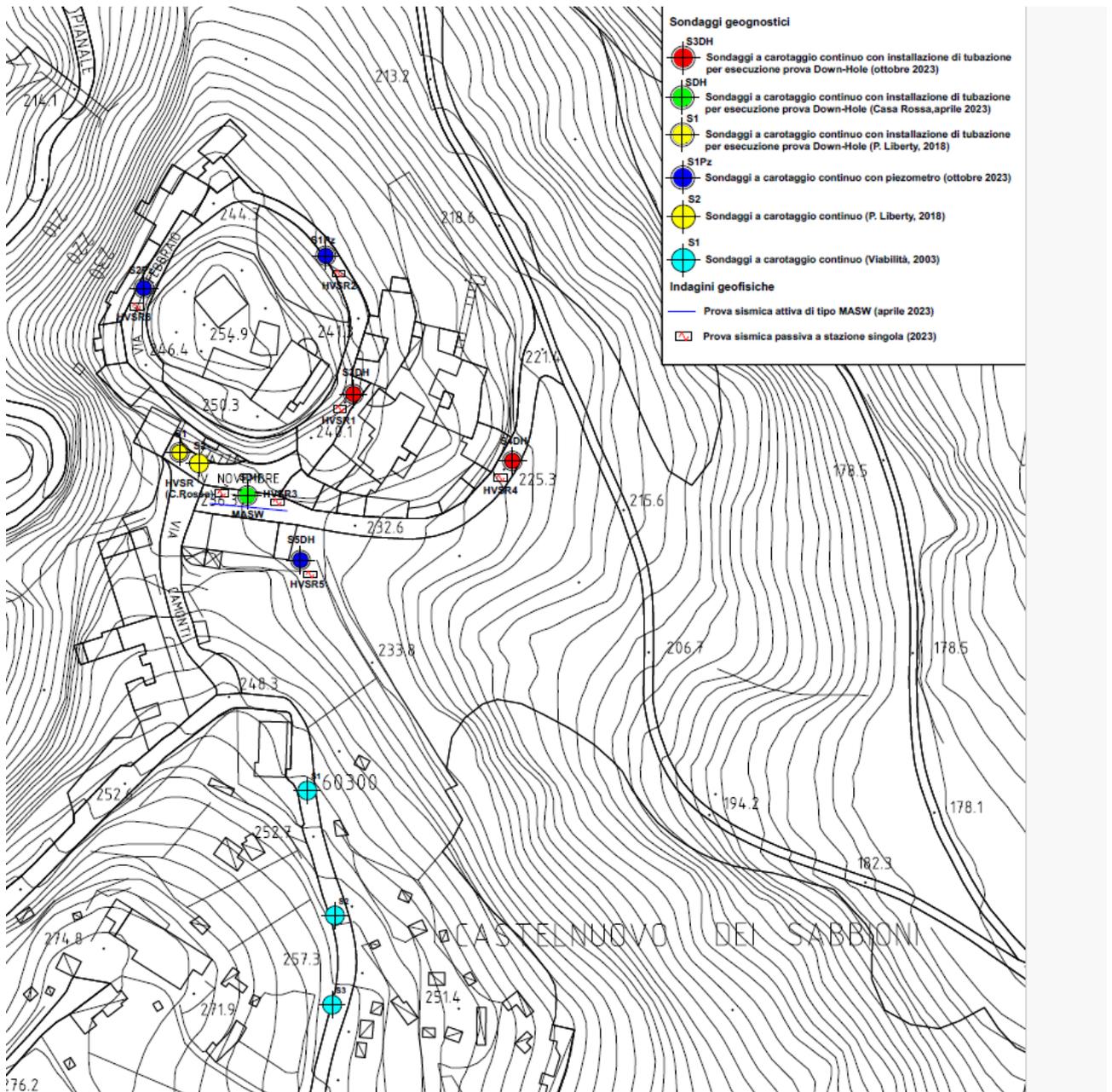


Figura 53 – Ubicazione indagini 2023



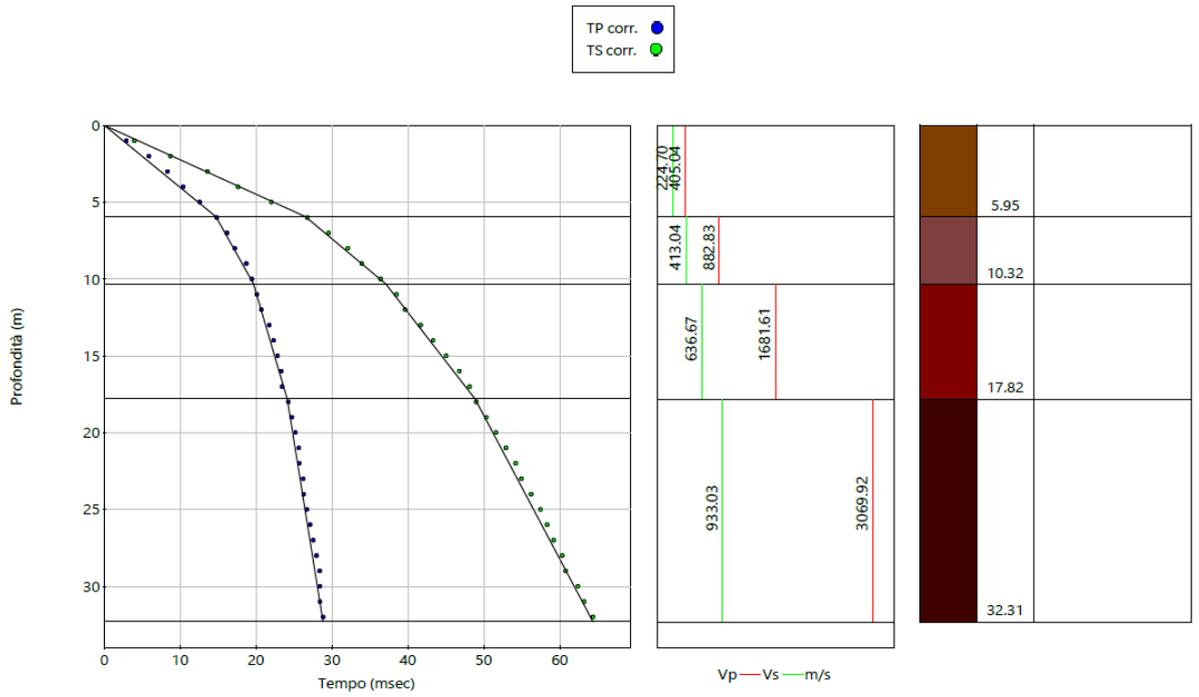
Fig. 54 – Ubicazione indagini geofisiche attive e passive 2023.

 Misura di microtremore ambientale
a stazione singola HVSr

 Prova sismica in foro Down-Hole



DH4 - valle



Segue la stratigrafia relativa.



TECNA Srl

Sede Legale : Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO - Cod. fiscale e Part. IVA: 01358250510

Uffici e Deposito : Via A. Grandi, 51 - 52100 AREZZO - tel: 0575 - 323501 - fax e tel: 0575 - 1979797

E-mail: info@geognostica.it - tecna@geognostica.it - Skype : tecna.ufficio - tecna.porta

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n. 4542 del 13/04/2012

STRATIGRAFIA

Committente Comune di Cavriglia		Località Castelnuovo del Sabbioni - Cavriglia (AR)		Certificato n° / Data 255D del 10/10/2023	
Cantiere Castelnuovo del Sabbioni		Sondaggio n. DHH	Inizio / fine esecuzione Dal 18/09/2023 al 25/09/2023	Commessa n° / Data 255 del 13/09/2023	
Responsabile di sito Dr. Alessio Costantini	Operatore M'Barek e D'Andrea	Tipo Carotaggio continuo	Tipo Sonda T44	Diametro perforazione / Diametro rivestimento 101 mm / 127 mm	

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Compens.	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzazione	Class. Categor. log.	Tubo Down Hole	I-(1)
1		Coltre di riporto costituita limi sabbiosi argillosi con ghiaie eterogenee e laterizi	1.00							
		Siltiti argillose bruno grigiastre.	1.80							
		Campione	2.00	15-18-40	160					
2		Siltiti argillose bruno grigiastre contenenti pezzame centimetrico calcarenitico grigio.	3.50	2.00 PC	200					
3		Calcareniti fini, mame calcaree grigiastre frammentate dell'ordine della ghiaia grossolana.								
4										# 1
5										
6										
7		Siltiti argillose grigio avana intercalate ad abbondanti Calcareniti, mame calcaree grigiastre frammentate.	7.00							
8			8.50							
9		Calcareniti fini e mame grigio biancastre con tratti ramati frammentate grossolanamente in pezzame lapideo perlopiù del diametro del ciottolo. Presenti localmente tratti di matrice siltitica.								
10										# 2
11										
12										
13										
14										
15		Altezze di calcareniti e mame calcaree grigiastre frammentate grossolanamente pulite a tratti immersi in matrice siltitica grigio avana. Tratti argillitici tra 15.30 m e 16.00 m, tra 17.20 m e 18.00 m, tra 18.50 m e 19.00 m, tra 19.50 m e 19.80 m.	15.00							
16										# 3
17										
18										
19										
20		Calcareniti grossolane perlopiù frammentate del diametro del ciottolo con presenza di tratti compatti e di trovanti centimetrici di colorazione dal grigio, grigio scuro avana.	20.00							
21										# 4
22		Indice RQD 20-21.00 55%								
23		Indice RQD 21-22.00 33%								
24		Indice RQD 23.00-24.00 60%								
25		Indice RQD 24.00-25.00 34%	25.00							
26		Calcareniti grossolane compatte contenenti tratti frammentati con trovanti decimetrici di colorazione dal grigio scuro, verdastro al grigio chiaro avana. Presenti vene di calcite.								
27										# 5
28		Indice RQD 25.00-26.00 92%								
29		Indice RQD 26.00-27.00 32%								
30		Indice RQD 27.00-28.00 62%								
31		Indice RQD 28.00-29.00 38%								
32		Indice RQD 29.00-30.00 40%	30.00							
33		Calcareniti grossolane verdastre grigiastre, con tratto di matrice argillitica tra 30.80 m e 31.80 m.								
34			32.00							# 6
35										
36										# 7
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										
82										
83										
84										
85										
86										
87										
88										
89										
90										
91										
92										
93										
94										
95										
96										
97										
98										
99										
100										

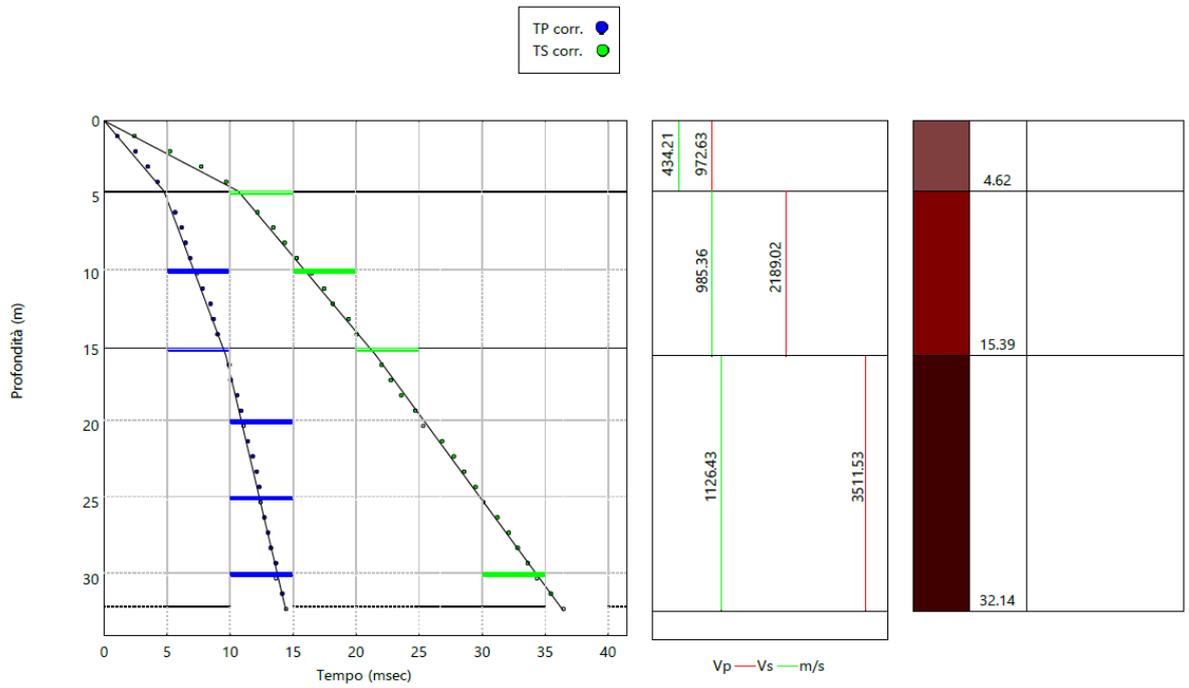
Campioni: S-Parati Sottile, O-Osterberg, M-Mazer, R-Rimaneggiato, R-Rimaneggiato da SPT
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Perforazione: CS-Carotere Semplice, CD-Carotere Doppio, EC-Elca Continua
 Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, PB-Fanghi betonici
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio: continuo
 Sonda: T44
 Campioni prelevati n° (data prelievo) 01 (18/09/23)

Responsabile di sito
 Dr. Alessio Costantini

Direttore laboratorio
 Dr. Moretti Giuliano



DH3 - monte



Segue la stratigrafia relativa.

TECNA **TECNA Srl** STRATIGRAFIA
 Sede Legale : Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO - Cod. fiscale e Part. IVA: 01358250510
 Uffici e Deposito : Via A. Grandi, 51 - 52100 AREZZO - tel: 0575 - 323501 - fax e tel: 0575 - 1979797
 E-mail: info@geognostica.it - tecna@geognostica.it - Skype : tecna.ufficio - tecna.porta
 Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n. 4542 del 13/04/2012

Committente Comune di Cavriglia		Località Castelnuovo dei Sabbioni - Cavriglia (AR)		Certificato n° / Data 255C del 10/10/2023	
Cantiere Castelnuovo dei Sabbioni		Sondaggio n. DHG	Inizio / Fine Esecuzione Del 27/09/2023 al 02/10/2023		Commessa n° / Data 255 del 13/09/2023
Responsabile di sito Dr. Alessio Costantini	Operatore MBarek e Ciocca	Tipo Carotaggio continuo	Tipo Sonda T44	Diametro perforazione / Diametro rivestimento 101 mm / 127 mm	

Sola (m)	Litologia	Descrizione	Quota	Metro Profondità	Metro Stabilizz.	Car. Carotag.	Tab. Sema Hole	I-(1)
1		Terreno riporto di sottofondo stradale.	0.00					
2		Sabbie limose da addensate a cementate di alterazione con presenza di pezzame arenaceo dell'ordine della ghiaia grossolana e del ciottolo.	4.00					
3			5.00			# 1		
4		Sabbie limose alterate addensate contenenti pezzame calcarenitico centimetrico brunastro.	6.80					
5		Calcareniti alterate grigiastre ramate a tratti fissili facilmente frantumabili.						
6						# 2		
7		Sabbie addensate a cementate di alterazione con pezzame lapideo calcarenitico centimetrico bruno grigiastro.						
8						# 3		
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16		Siltiti marnose grigio verdastre compatte.	16.40					
17								
18			18.50					
19		Calcareniti alterate con trovanti decimetrici grigio verdastre a tratti fissili frantumabili.	20.00	(CS)		# 4		
20		Calcareniti frammentate alterate grigio bruno avana ramate con intercalazioni siltitiche e marnose calcaree frammentate. Trovante decimetrico tra 24.00 m - 24.40 m.		20.00				
21		Indice RQD tra 23.00 e 24.00 27%						
22		Indice RQD tra 24.00 e 25.00 50%						
23								
24								
25		Calcareniti compatte grigiastre a tratti bruno giallastre con locali intercalazioni di mame calcaree frammentate.	25.00			# 5		
26								
27		Indice RQD 25.00-26.00 30%						
28		Indice RQD 26.00-27.00 75%						
29		Indice RQD 27.00-28.00 65%						
30		Indice RQD 28.00-29.00 80%						
31		Indice RQD 29.0-30.00 65%						
32		Calcareniti frammentate grigiastre di diametro del ciottolo con presenza di trovanti centimetrici.	30.00			# 6		
33								
34		Indice RQD 30.00-31.00 49%	32.00	(CD)		# 7		
35		Indice RQD 31.00-32.00 47%						
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
81								
82								
83								
84								
85								
86								
87								
88								
89								
90								
91								
92								
93								
94								
95								
96								
97								
98								
99								
100								

Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici Carotaggio: continuo Sonda: T44	Responsabile di sito Dr. Alessio Costantini	Direttore laboratorio Dr. Moretti Giuliano
Campioni prelevati n° (data prelievo)	nessuno	

Appare evidente da quanto emerso dalle indagini che nella zona di valle sono presenti coltri di spessore maggiore (> 6.0 m), con caratteristiche geotecniche scadenti rispetto allo scenario di monte, dove tuttavia la coltre mostra potenze superiori ai 4.0 m, ma condizioni geotecniche migliori.

Elementi di idrogeologia dell'area di studio

Per quanto osservato, quindi, l'area del Borgo di Castelnuovo si trova su un complesso idrogeologico caratterizzato da permeabilità per fratturazione molto variabile, classificabile nel gruppo II (permeabilità da media a bassa) con valori del coefficiente di conducibilità orizzontale molto variabile attorno alla media di 10-6 m/s. Non si dispone di dati di prove di laboratorio o prove in sito, pertanto, questi valori appaiono esclusivamente indicativi.

Nell'area della strada di accesso al borgo dal alto della miniera è presente un piezometro p3022 con cella a 20 m di profondità installato nel 2018 e un piezometro C3 con cella a 18 m installato nel 2011. L'ubicazione è mostrata nella Figura 18. Il piezometro p3022 è posizionato nell'arenaria e restituisce valori di soggiacenza misurati tra il 2019 e il 2023 a profondità comprese fra 16.40 m e al di sotto di 20 m da p.c. (Figura 65). Il piezometro C3 si trova al piede del versante e misura invece le pressioni interstiziali nel deposito di riempimento del cavo minerario costituito per lo più da argille di riporto, fornendo valori di soggiacenza molto modesti (Figura 65).

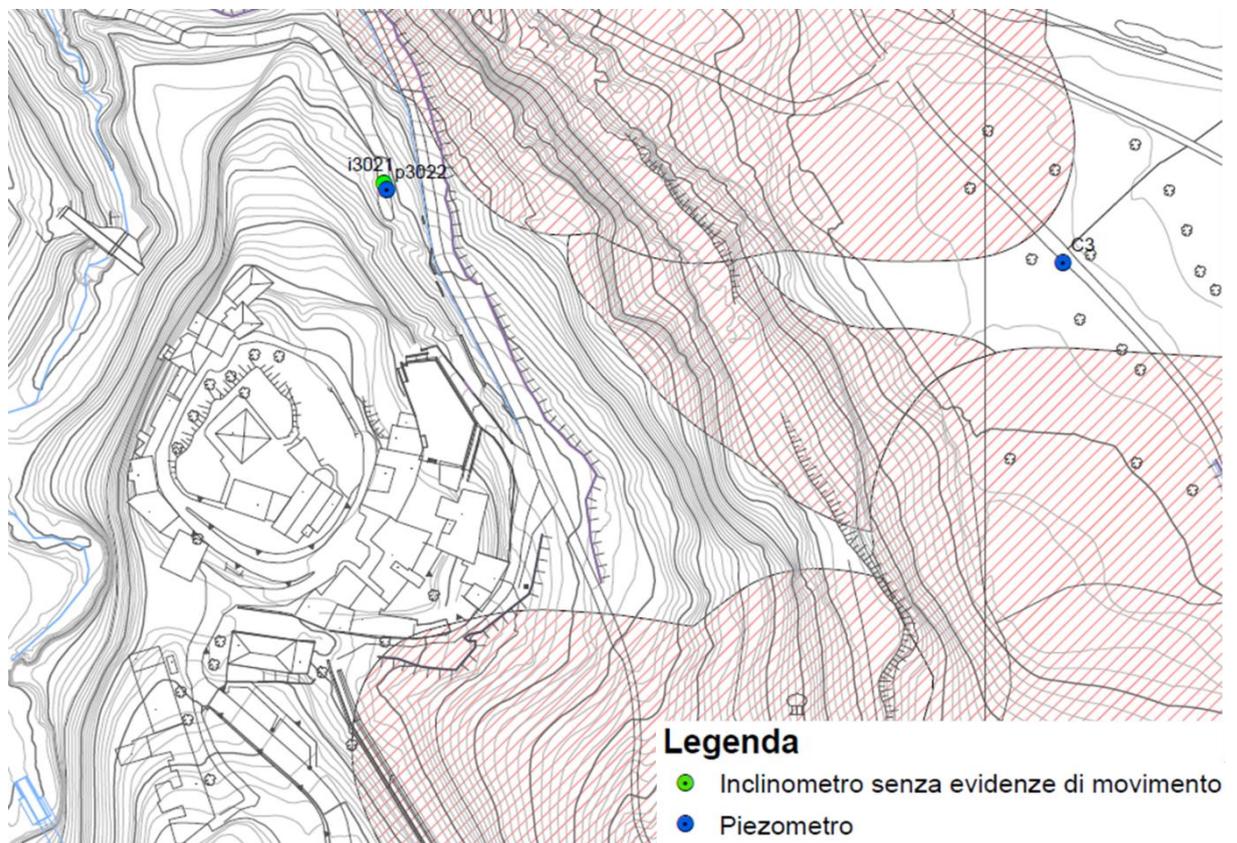


Figura 18 - ubicazione dei piezometri p3022 e C3.

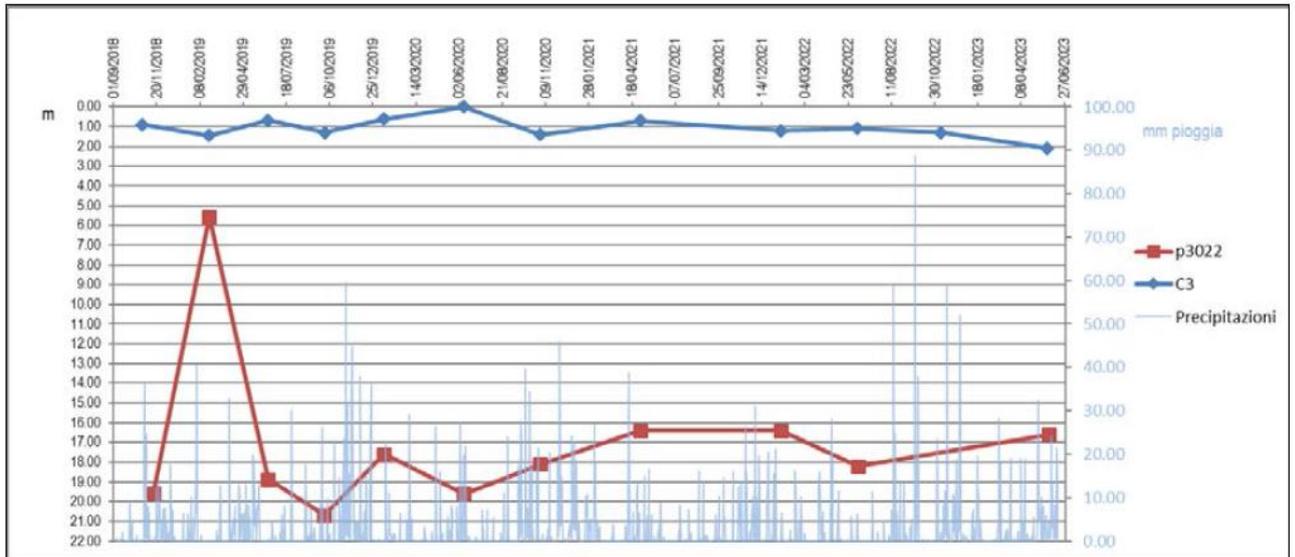


Figura 65 - Valori di soggiacenza misurata nei piezometri p3022 e C3 fra il 2018 e il 2023.

Piezometri della campagna 2023

I tre piezometri installati nella nuova campagna 2023 (v. Figura 53) hanno fornito i seguenti risultati.

Pz1: 8,44

Pz2: 7,14

Pz5: 3,03

SISMICITÀ E MODELLAZIONE SISMICA

Nel 2004 l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha sviluppato una zonazione sismogenetica basata su nuove acquisizioni ed evidenze di tettonica attiva e valutazioni sul potenziale sismogenetico. Per la Regione Toscana vengono istituite le zone indicate in Figura 19 ed in particolare l'area della miniera ricade interamente nella zona 916 – Versilia-Chianti. Tale zona coincide con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et al. (2000) ed è caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo significativi.

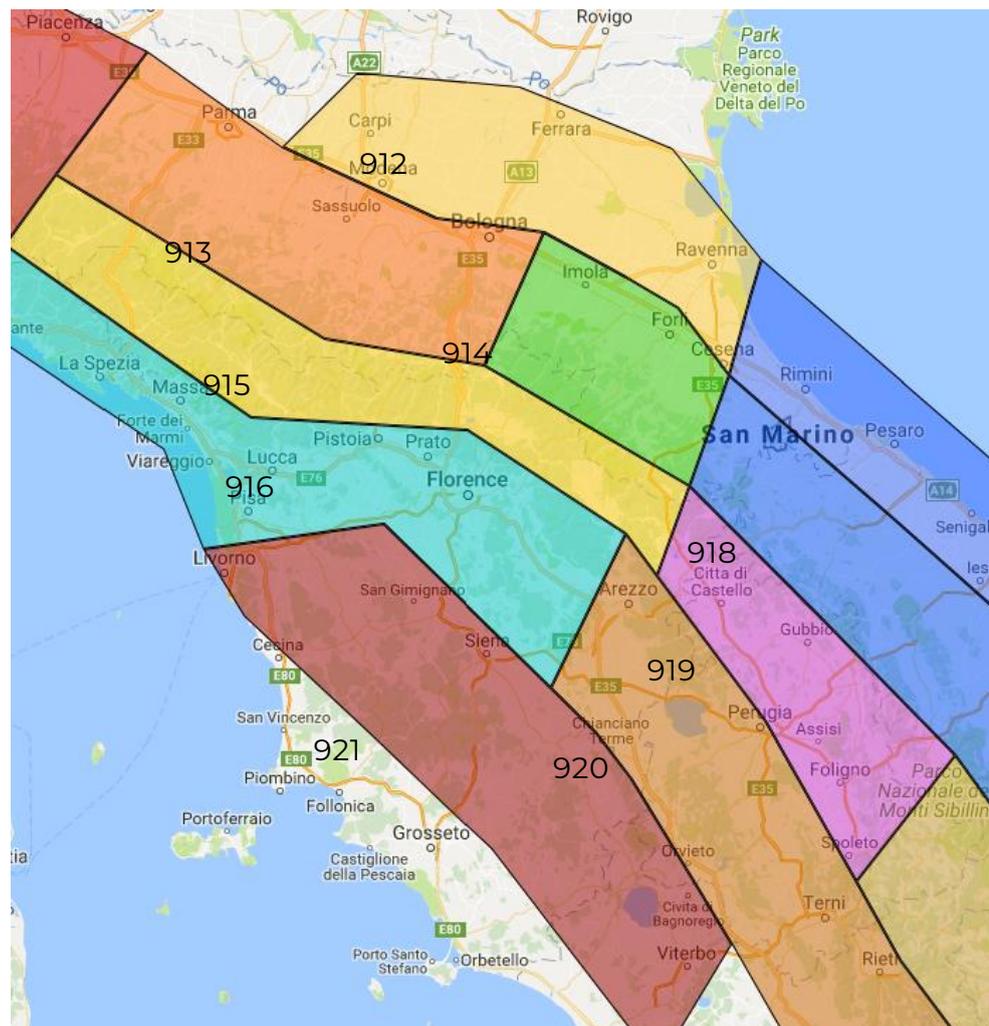


Figura 19 – Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004).

INGV fornisce anche le tabelle di riferimento per ciascuna ZS riguardo alle profondità efficaci determinate sui valori della moda della distribuzione di frequenza in funzione della profondità dei terremoti riportati nel catalogo strumentale INGV (1983 – 2002, Figura 20) e le relative classi di profondità efficace assegnate alle diverse zone sismogenetiche sulla base del valore della moda e della forma della distribuzione di frequenza degli eventi in funzione della profondità (Figura 21).

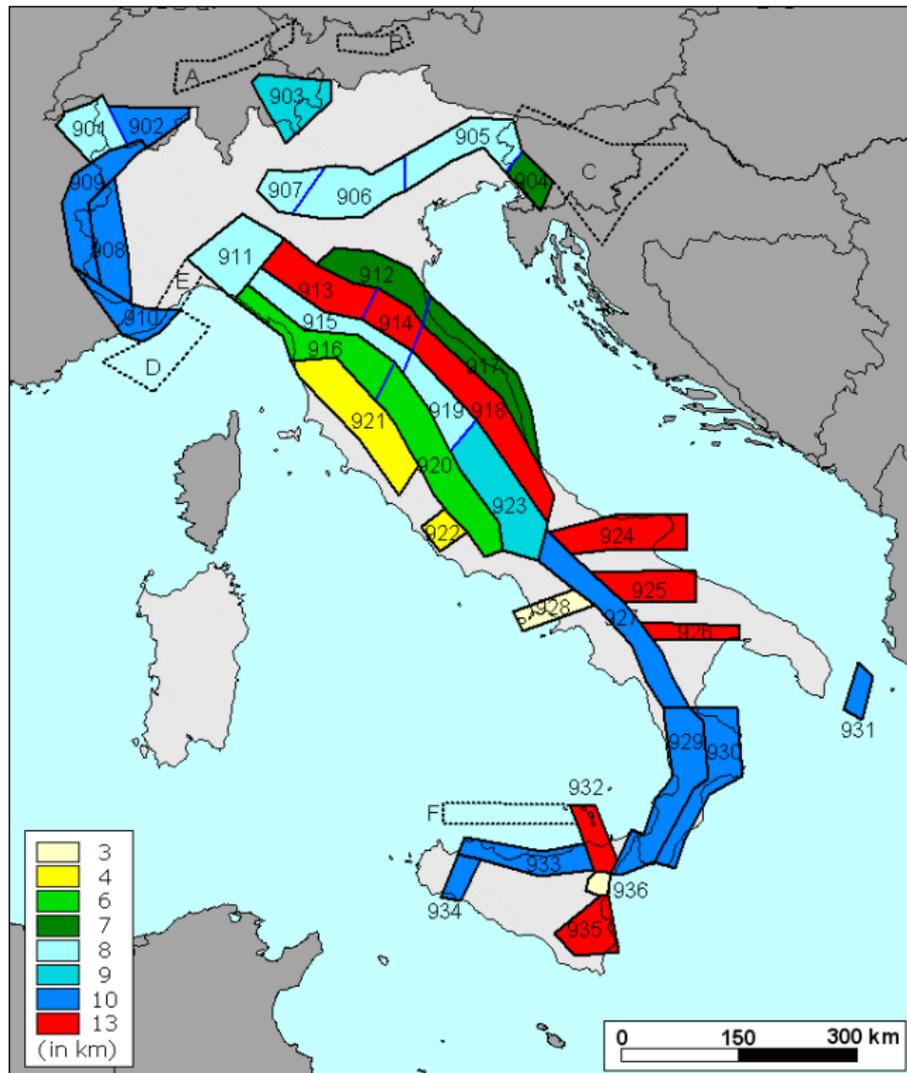


Figura 20 – Moda delle distribuzioni di frequenza in funzione della profondità dei terremoti nel catalogo strumentale INGV (1983 – 2002) per tutte le ZS di ZS9.

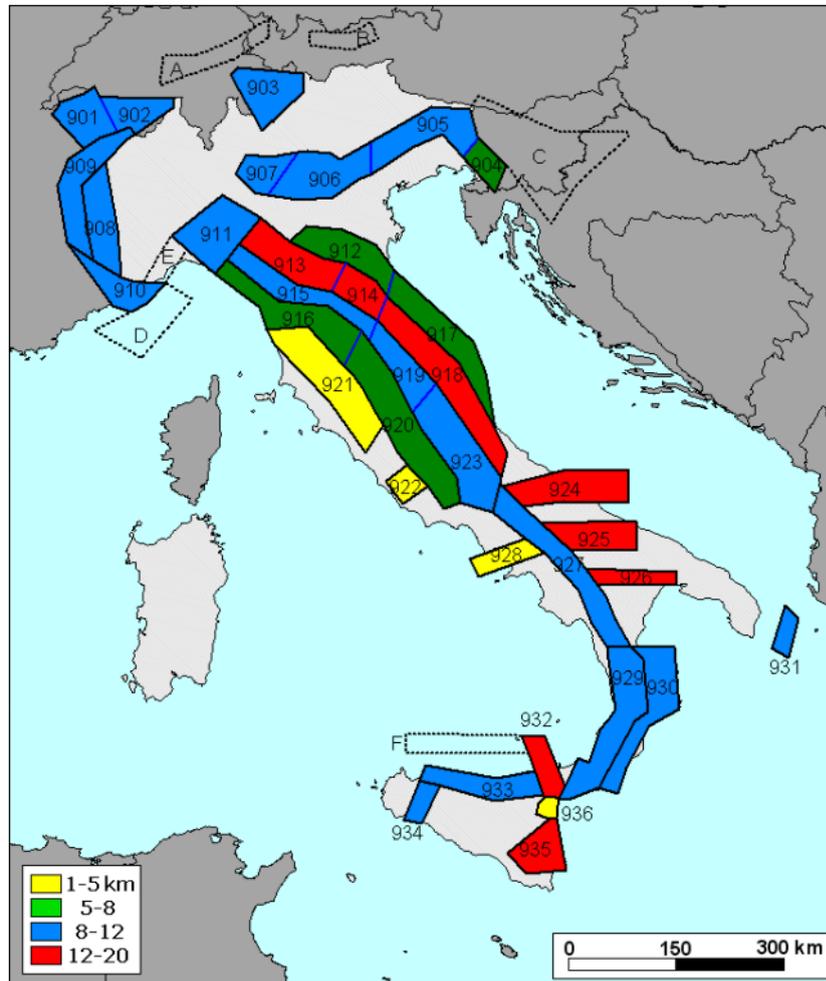


Figura 21 – Classi di profondità efficace assegnate alle diverse zone sismogenetiche di ZS9 sulla base del valore della moda e della forma della distribuzione di frequenza degli eventi in funzione della profondità.

Per la zona 916 i valori di riferimento risultano i seguenti:

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>2.3	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
916	140	83	16	4.6	5-8	6

Tabella 2

I meccanismi di fagliazione indicati per questa zona sono di tipo diretto (faglie normali). I dati utilizzati per tale assegnazione appartengono a due categorie principali:

1. meccanismi focali di terremoti significativi dell'epoca strumentale tratti da un ampio database nazionale (Vannucci e Gasperini, 2003);
2. dati geologici a varie scale, incluse misure di stress in situ (Montone et al., 1999), dati di sottosuolo e stime sulla cinematica delle principali faglie attive (Database DISS 2.0).

PERICOLOSITÀ SISMICA

La Pericolosità sismica nel Piano Strutturale

Il Comune di Cavriglia si è dotato di un Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico con indagini di supporto, Variante di aggiornamento della disciplina delle trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi del territorio del Regolamento Urbanistico e variante di minima entità al Piano Strutturale ai sensi della L.R. n° 1/2005 con adozione Consiliare n. 36 del 29.10.2013.

In questo documento l'area del Borgo di Castelnuovo viene inserita in classe di pericolosità sismica locale

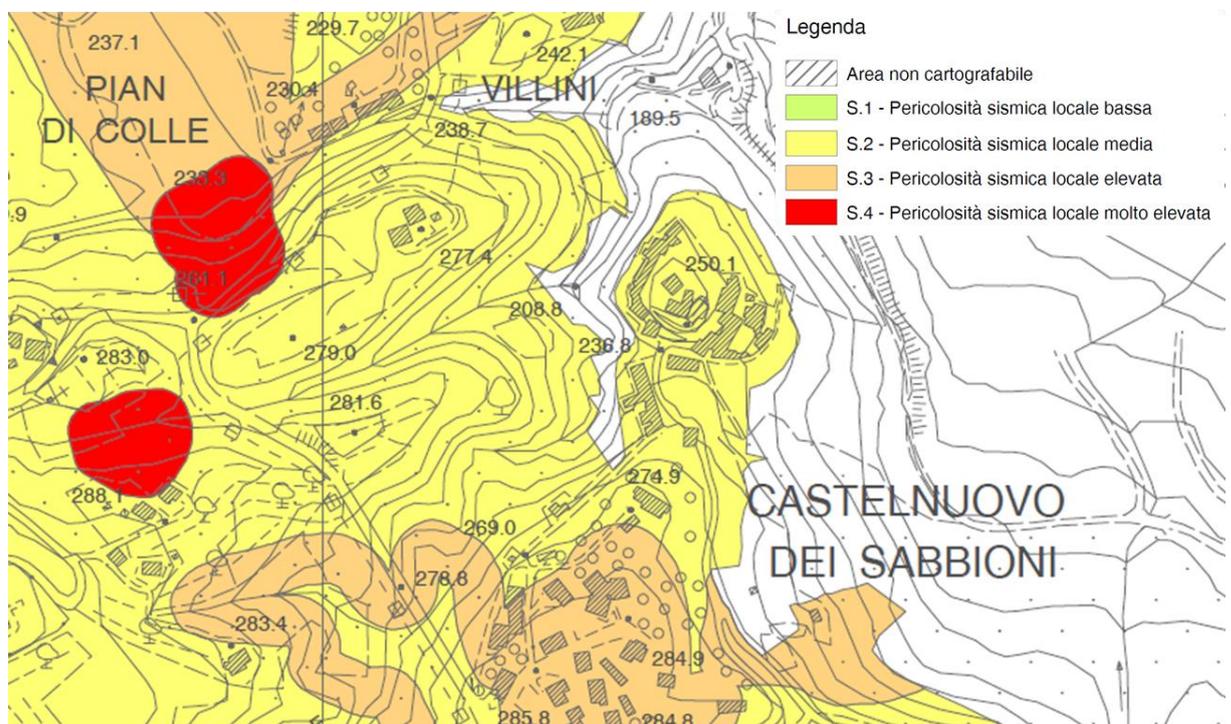


Figura 22 - Carta della Pericolosità sismica locale, Indagini geologico - tecnico di supporto al piano strutturale e al regolamento urbanistico, Tav. 13.

Con Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014, pubblicata sul BURT Parte Seconda n. 22 del 04.06.2014, è stata approvata la classificazione sismica regionale, relativa all'aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della Deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012 con cui Regione Toscana recepisce i criteri nazionali di stima della pericolosità sismica e li adotta per la classificazione sismica regionale. L'aggiornamento risulta di interesse specifico poiché riguarda, tra gli altri, i comuni di Cavriglia e di Figline e Incisa Valdarno in provincia di Firenze entro cui ricade il territorio minerario (Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.).

Sulla base di questa classificazione l'area del Borgo di Castelnuovo e in generale tutto il territorio della miniera ricadono interamente nella zona sismica di categoria 3.

Analisi dell' pericolosità sismica

Di seguito si riporta il calcolo dei parametri relativi alla pericolosità sismica di base per il Borgo

di Castelnuovo, per opere ordinarie (Classe d'Uso II - periodo di riferimento PR = 50 anni).

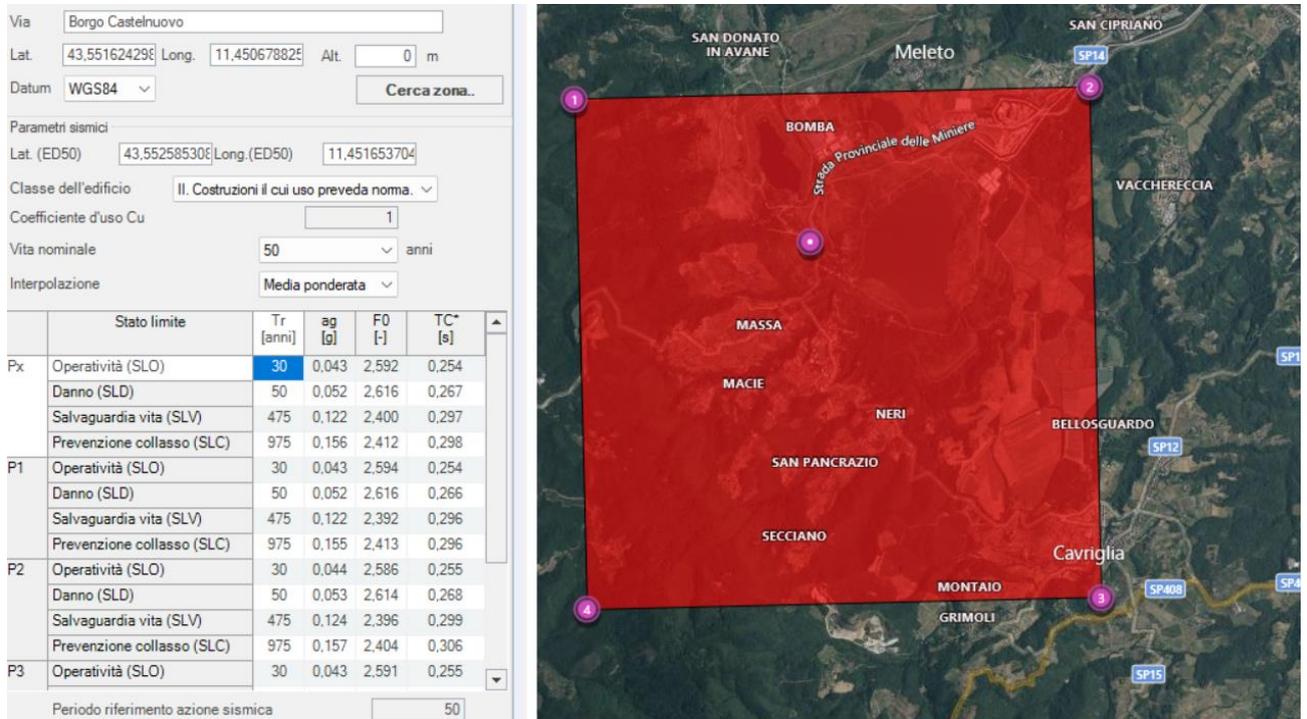


Figura 23 – Parametri di pericolosità sismica

Pericolosità sismica di base

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$: 1,000
 Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (Cu): 1
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,5516243 [°]
 Longitudine (WGS84): 11,4506788 [°]
 Latitudine (ED50): 43,5525856 [°]
 Longitudine (ED50): 11,4516535 [°]

Pericolosità sismica di sito

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$: 1,000



Categoria sottosuolo: B

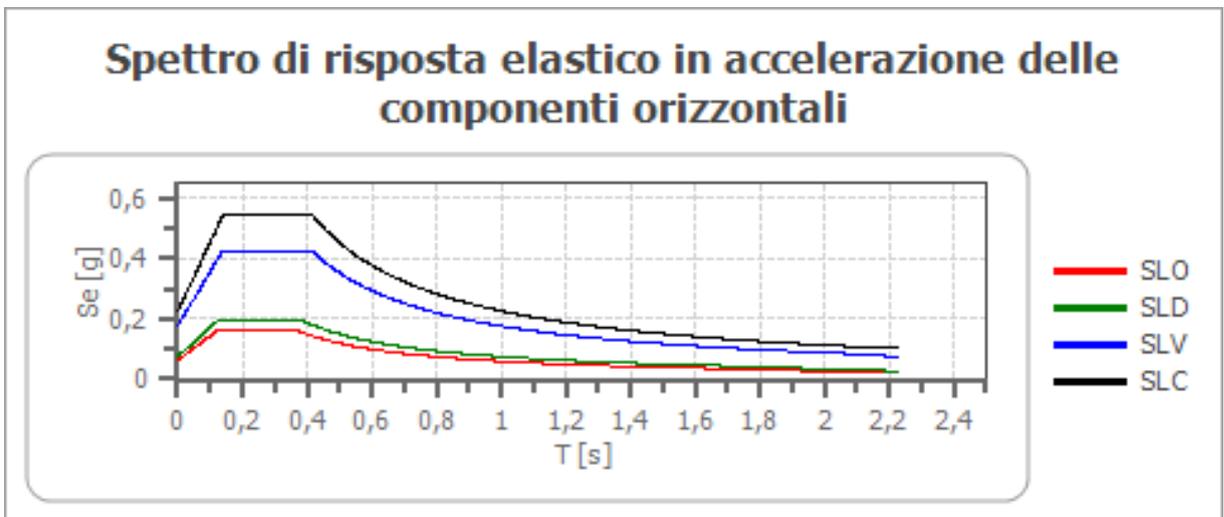
Categoria topografica:

T2: Pendii con inclinazione media maggiore di 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,015	0,042	0,054
kv	0,006	0,007	0,021	0,027
amax [m/s ²]	0,612	0,735	1,729	2,198
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

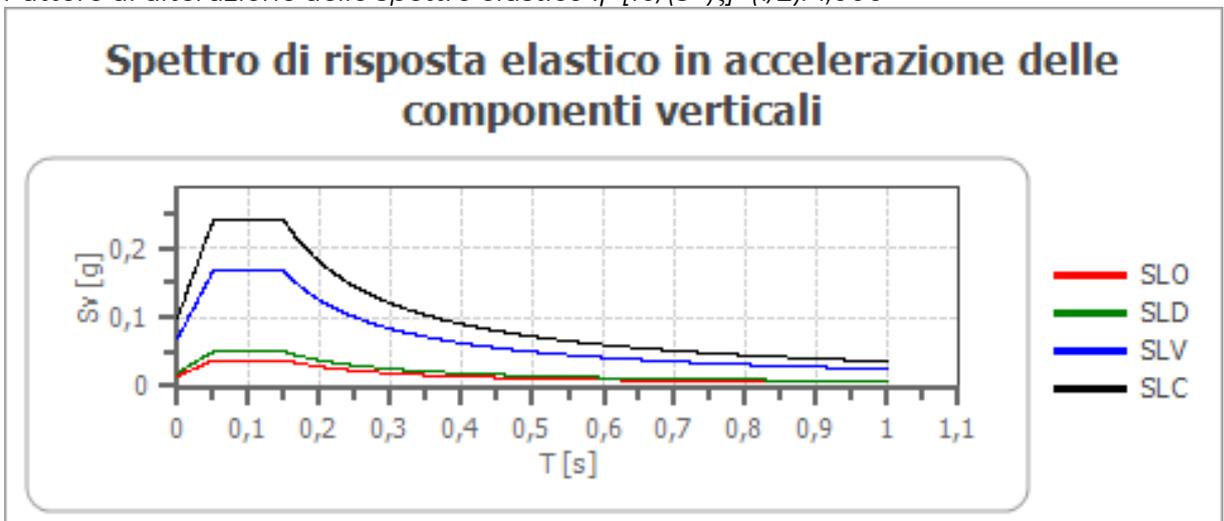
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{1/2}$: 1,000





	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,043	2,592	0,254	1	1,450	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,038
SLD	1,0	0,052	2,616	0,267	1	1,430	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,019	0,050
SLV	1,0	0,122	2,400	0,297	1	1,400	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,069	0,167
SLC	1,0	0,156	2,412	0,298	1	1,400	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,099	0,240

2.

ANALISI DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE

Il Comune di Cavriglia inquadra l'area del Borgo di Castelnuovo nelle classi di pericolosità geologica G.2 e G.3 in relazione alla prossimità delle scarpate perimetrali più ripide.

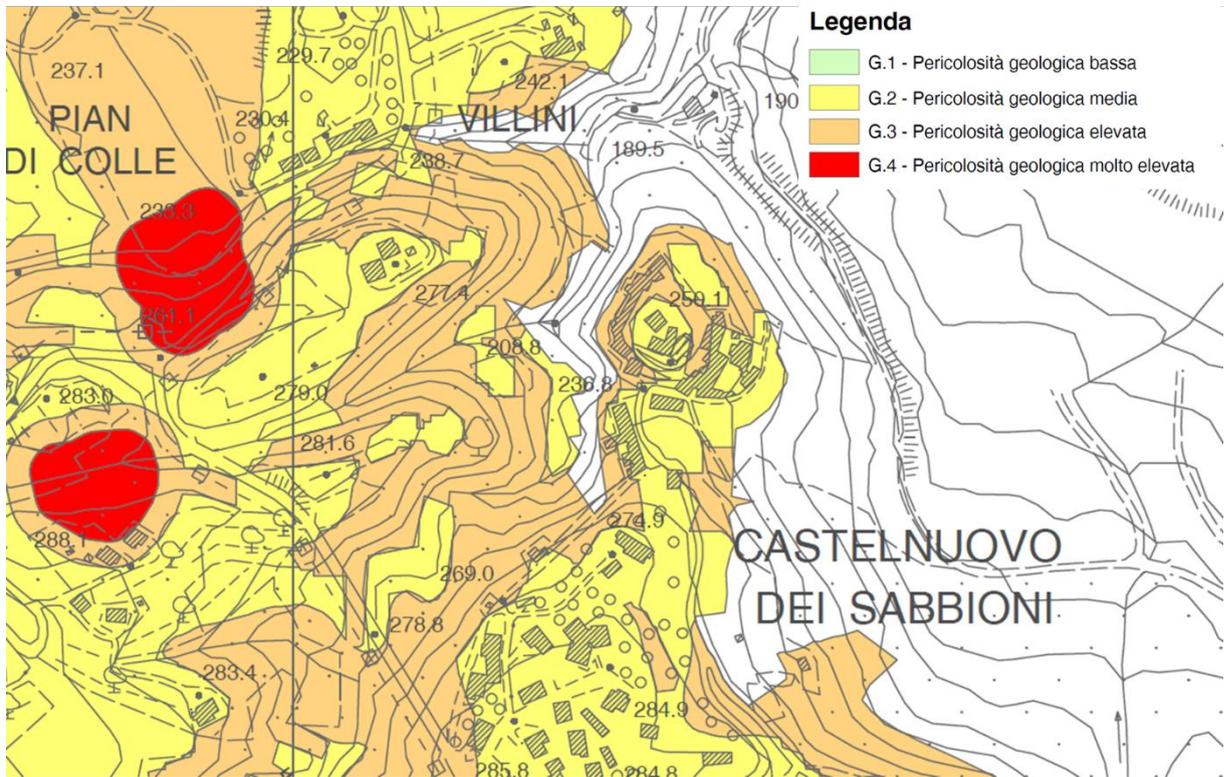


Figura 24 - Carta della pericolosità geologica, Indagini geologico - tecnico di supporto al piano strutturale e al regolamento urbanistico, Tav. 12.



3. Considerazioni sulla vulnerabilità sismica degli edifici – categoria di intervento

Pur in assenza di analisi quantitative anche di tipo preliminare, la vulnerabilità sismica degli edifici esistenti può dirsi senza dubbio elevata per tre ragioni fondamentali

- la data di costruzione è largamente antecedente al 1982, anno di classificazione del territorio del Comune di Cavriglia tra le zone a rischio sismico
- Lo stato di degrado e di abbandono che ha aggiunto alla assenza di principi di sismoresistenza nella progettazione degli edifici una forte riduzione delle prestazioni strutturali delle murature, degli orizzontamenti e delle coperture
- La presenza di strati del terreno con caratteristiche scadenti della profondità di qualche metro a copertura del massiccio roccioso

Il progetto prevede sostanzialmente tre tipi di intervento per il lotto 2B

- DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE
- RISTRUTTURAZIONE DI TIPO PESANTE
- INTERVENTI SU EDIFICI GIA PROGETTATI CON NORMA SISMICA (1996)

Nel primo caso i nuovi edifici avranno il carattere di sismoresistenza dettata dal cap.7 delle NTC 2018.

Nel secondo caso si procederà a interventi di miglioramento/adequamento secondo quanto previsto dal cap. 8 delle NTC 2018.

Nel terzo caso si procederà con interventi locali e di miglioramento sismico secondo le previsioni delle NTC 2018.

4. Input Sismico

Come indicato nella relazione geologica sulla base delle destinazioni d'uso previste nel DIP, sostanzialmente riprese nel presente PFTE e soprattutto dall'input dato dalla stazione appaltante, tutte le costruzioni del lotto 2B saranno in classe d'uso II.