

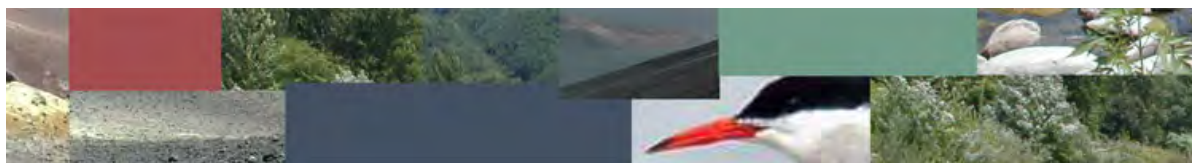
SIMONE STEFANI – GEOLOGO
Geologia – Ecologia - Ambiente



COMUNE DI SAN GIULIANO TERME
Provincia di Pisa

*Settore Territorio Ambiente Infrastrutture
Servizio Pianificazione Territoriale e Patrimonio*

**STUDIO GEOLOGICO DI FATTIBILITA' A SUPPORTO DEL "PROGETTO
UNITARIO CONVENZIONATO ART 121 L.R. 65/2014 COMPARTO 120 –
SISTEMA AMBIENTALE SAN GIULIANO TERME"**



Progettista: Dott. Architetto Francesco Monacci
Committente: Sig.ra Pedocchi Maria Teresa
Sig. Paolo Ori

Relazione Geologica

Maggio 2022



STUDIO DI GEOLOGIA – GEOLOGO SIMONE STEFANI
55100 LUCCA – Via Dorati S. Anna – cell 338/5451349 - Email: sferalucca@alice.it - p.IVA 01711310464

SOMMARIO

1. - PREMESSA	3
2.- INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	6
2.1.- ASPETTI MORFOLOGICI, GEOLOGICI ED IDROGRAFICI	6
3 – PERICOLOSITA' DELL'AREA	8
4 - ANALISI SISMICA	10
4.1. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO D'INTERVENTO	13
4.2 –PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'AZIONE SISMICA	13
4.3 - CATEGORIE DI SUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	14
4.4 – PERICOLOSITÀ SISMICA E PARAMETRI SISMICI	15
5 - VALUTAZIONI SULLA SUSCETTIBILITÀ A LIQUEFAZIONE.....	18
6 – FATTIBILITA' AI SENSI DEL P.O. COMUNALE	18
7. – VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO AI SENSI DEL REGOLAMENTO 30 GENNAIO 2020, N. 5/R	19
8. - FATTIBILITA' DELLE OPERE.....	22
8.1 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI GEOLOGICI	22
9.2 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI IDRAULICI.....	23
9.3 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI SISMICI.....	23
9 - RILIEVI GEOMECCANICI SULL'AMMASSO ROCCIOSO.....	24
10 – INTERVENTI PROPOSTI	30

FIGURE

1. – INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'AREA
- 2 – CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA
- 3 – MODELLO DIGITALE DEL TERRENO ED ACCLIVITÀ
- 4 – CARTA FRANOSITÀ DEL BACINO DEL FIUME SERCHIO
5. – PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA AI SENSI DEL D.P.G.R 53/R
- 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE CON PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE – PGRA
7. – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA AI SENSI DEL D.P.G.R 53/R
- 8 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA AI SENSI DEL 53/R

1. - PREMESSA

Per incarico della Sig.ra Pedocchi Maria Teresa, del Sig. Paolo Ori e dell'Arch. Francesco Monaci sono state effettuate delle indagini geologiche a supporto della *“Progetto Unitario Convenzionato art. 121 l.r. 65/2014 comparto 120 - Sistema Ambientale San Giuliano Terme”*.

Il terreno oggetto di intervento è posto sulla sommità del Monte Agresto, una cima secondaria del massiccio del Monte Pisano, posta ad una quota di 222 m. s.l.m., al di sopra dell'abitato di San Giuliano Terme (v. Tav.1).

L'area è raggiungibile da una strada carrozzabile che si stacca dalla Strada Statale 12 dell'Abetone e del Brennero, in località San Giusto, e che raggiunge l'abitato de *“La Croce”*; il terreno, nella parte superiore, è attraversato da un percorso denominato *‘Sentiero del Minatore’* e contrassegnato dalla segnaletica del CAI, con il numero 113.

Il paesaggio è privo di colture agrarie e risulta caratterizzato da boschi di sclerofille, garighe e macchia mediterranea, intervallata da affioramenti rocciosi di natura calcarea; poco al di sotto della cima del Monte Agresto è posta una piccola cava di calcare dismessa da diverse decine di anni dove rimangono alcuni manufatti, a testimonianza dell'attività passata (v. Fig.1).



Fig. 1 – In alto vista panoramica dell'ex area estrattiva

Così come indicato nella Scheda Norma, nell'area soggetta a PUC, gli interventi ammessi sono i seguenti:

- *Interventi di sistemazione dell'area di decollo e dei percorsi di accesso alla stessa, per garantirne la praticabilità anche da parte di persone a ridotta capacità motoria.*
- *Realizzazione di manufatto in legno della superficie massima di 25 mq, h. max 3,5 m per uso accoglienza e deposito*
- *Interventi di sistemazione del percorso di accesso alla cava.*
- *Realizzazione di piccole aree sosta “in sicurezza” per gli escursionisti.*
- *Recupero dell'edificato esistente (rudere di 15 mq) con interventi fino alla ristrutturazione edilizia di tipo D2; in continuità o nelle immediate vicinanze è consentita la realizzazione di una*

struttura in legno per la preparazione e somministrazione di alimenti e bevande (chiosco) di superficie pari a 25 mq, h. max 3,5 m.

La realizzazione degli interventi privati è condizionata alla contestuale realizzazione di standards urbanistici che nella particolare fattispecie prevedono:

- *Manutenzione e gestione dei sentieri di accesso all'area di volo e alla cava (sentiero del minatore – CAI 113), consentendone l'uso pubblico e garantendone il transito in condizioni di sicurezza (taglio della vegetazione, sistemazione del fondo, segnaletica).*

Il Comparto in oggetto ha una superficie territoriale (ST) di 16.464 mq ed è suddiviso in UMI 1 e UMI 2, quest'ultimo settore ricade all'interno di un ex ambito estrattivo, posto a sud, che si presenta con un fronte di cava, un relativo piazzale, una viabilità di accesso alla cava in pessimo stato di manutenzione e da un rudere costruito durante i decenni di attività della cava stessa (v. Fig.2).

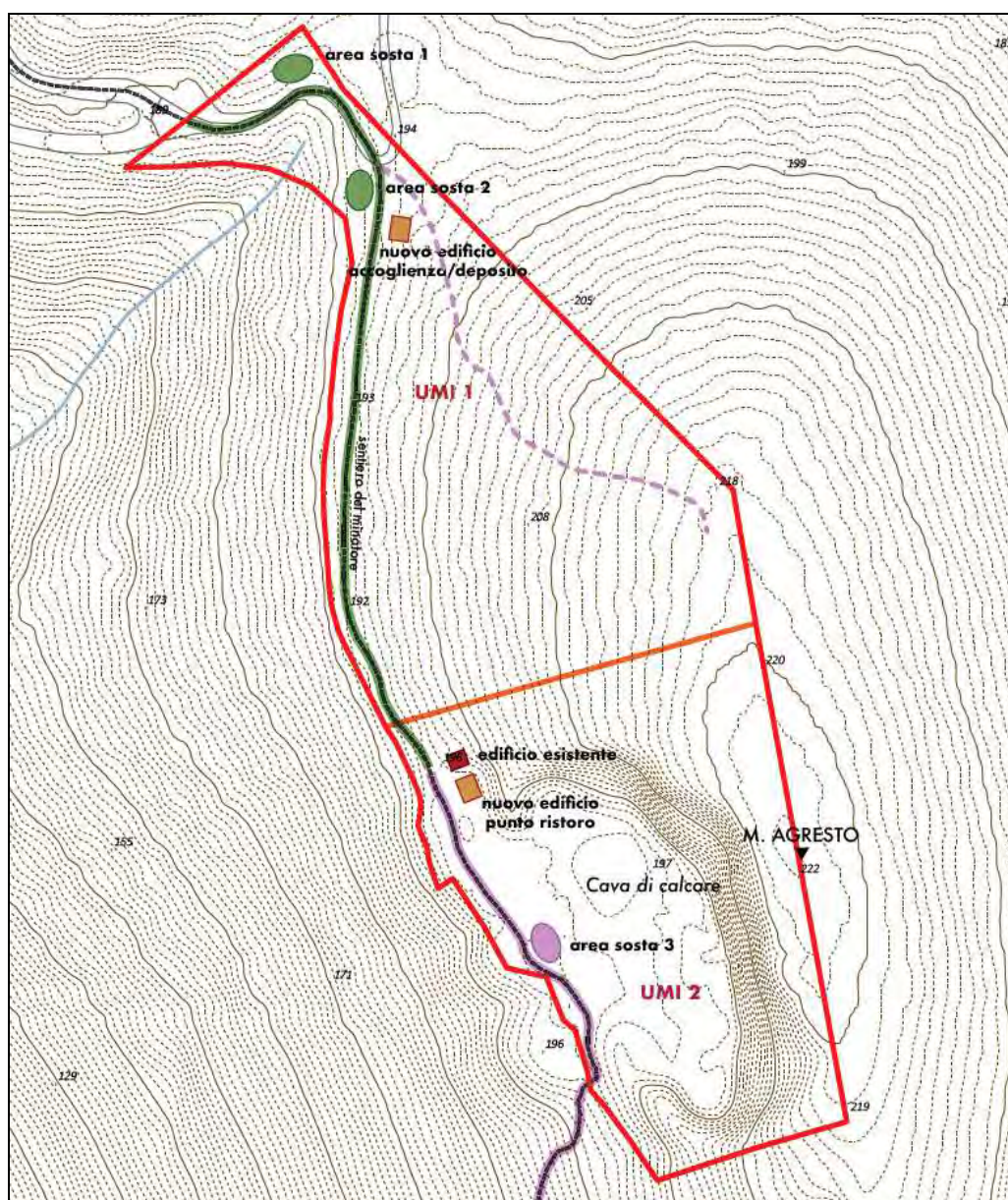


Fig. 2 - Planimetria interventi

Lo studio è stato condotto in ottemperanza delle seguenti leggi e strumenti di governo del territorio sovraordinati:

- *Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003;*
- *Delibera G.R.T. n° 1114/2003*
- *Ordinanza P.C.M. n° 3362/2004 e 3505/2006;*
- *Legge Regionale n° 58 del 16 ottobre 2009;*
- *Delibera G.R.T. n° 460/2010;*
- *Delibera G.R.T. n° 802/2011;*
- *Decreto Ministeriale 17/01/2018 - Testo unitario Norme Tecniche per le Costruzioni.*
- *Circ 21 gennaio 2019, n° 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17-01-2018.*

- *Del. G.R.T. n. 431 del 19.06.06, "Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione del - D.M. 14.9.2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006*
- *Regolamento. R. TOSCANA 19/01/2022, 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.*
- *Regolamento 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.*
- *L.R. 24 luglio 2018 n° 41 - Disposizioni in materia rischio alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010 n° 49 . Modifiche alla L.R: 80/2015 e L.R. 65/2014 –*
- *Variante PAI di adeguamento al Piano di Gestione Rischio Alluvione del Distretto adottato con Decreto del Segretario Generale n° 39 del 12/06/2018;*
- *Decreto del Presidente della Giunta Regionale del 08/08/2003 n° 48/R - Regolamento Forestale della Toscana "Regolamento d'attuazione della L.R. 2 gennaio 2003 n° 1 – Modifiche alla legge regionale del 21/03/2000 n°39"*
- *Deliberazione consiliare n. 54 del 30.10.2019, Approvazione, ai sensi dell'articolo 19 della L.R. n. 65/2014 e smi, il Piano Operativo Comunale e contestualmente: - adottato nuove previsioni conseguenti l'esito delle controdeduzioni; - concluso il processo di Valutazione Ambientale Strategica (artt. 27 e 28 della LR 10/2010 e smi).*

oltre che dalle seguenti leggi e strumenti di governo del territorio sovraordinati:

- *Legge Regionale 10 novembre 2014, n. 65 "Norme per il governo del territorio";*
- *Piano di indirizzo territoriale (PIT) con valenza di piano paesaggistico - Deliberazione Consiglio Regionale 27 marzo 2015, n. 37),*
- *Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa (P.T.C.) - D.C.P. n. 100 del 27.07.2006.*
- *Distretto Settentrionale - Piano di Gestione delle Acque - Comitato Istituzionale Integrato del 3 marzo 2016;*
- *Piano di bacino, stralcio per l'assetto idrogeologico del fiume Serchio (PAI)*
- *Standard di rappresentazione ed archiviazione informativa , versione 2.0 –beta II (Commissione Tecnica per la MS, art. 5 comma 7 dell'O.P.C.M. n. 3907 del 13.11.2010 (Giugno 2012);*
- *Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle regioni e delle Province autonome;*

- Istruzioni Tecniche del Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana;
- Volume di "Ingegneria Sismica 2/2011".
- la norma sismica relativa alla riclassificazione del territorio regionale, approvata con Del. G.R. n.431 del 19.06.2006, in attuazione della O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 che modifica l'O.P.C.M. n.3274 del 20.03.2003, recentemente sostituita dalla Del.G.R. n.878 del 08.10.2012,
- Istruzioni Programma VEL (Valutazione degli effetti locali) L.R. 56 del 30/07/97;
- Delibera del Comitato Istituzionale n. 180 del 17/12/2015, è stato adottato il "Progetto di Piano di bacino, Stralcio Assetto Idrogeologico del fiume Serchio (P.A.I.) II Aggiornamento". Tale Progetto di Piano costituisce ulteriore variante al Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico del fiume Serchio (approvato in via definitiva dal Consiglio della Regione Toscana con delibera n° 20 del 1/2/2005) già modificato con il I Aggiornamento (approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 26/7/2013
- PAERP - Piano delle Attività Estrattive, di Recupero delle aree escavate e Riutilizzo dei residui recuperabili della Provincia di Pisa - 3° stralcio territoriale: Comuni di Buti, Calci, Cascina, Pisa, San Giuliano Terme, Vecchiano, Vicopisano.
- DELIBERA N.184 DEL 30/07/2012 - approvazione delimitazione zone di rispetto e di protezione ambientale (l.r. 38/2004 e s.m.i.) inerente la concessione mineraria "Terme di San Giuliano"

Si segnala che il Comune di S.Giuliano Terme, con Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014, pubblicata sul BURT Parte Seconda n. 22 del 04.06.2014, è stato classificato "Comune sismico - Zona rischio sismico 3".

2.- INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

2.1.- Aspetti morfologici, geologici ed idrografici

Il lotto in esame è compreso tra la S.R.T. 12 dell'Abetone e lo spartiacque collinare soprastante, ad una quota compresa tra 190.00 e 220.00 m s.l.m., circa (v. Tav. 2) caratterizzata da una acclività variabile (v. Tav.3).

I Monti Pisani rappresentano uno dei più importanti affioramenti di terreni metamorfici dell'Appennino Settentrionale e, assieme alle Alpi Apuane ed alla Montagnola Senese, costituiscono la cosiddetta dorsale Medio Toscana. Raul e Tongiorgi (1974) hanno suddiviso i Monti Pisani in due unità tettoniche: l'Unità di S. Maria del Giudice e l'Unità di M. Serra. La prima, a nord-ovest, è sovrapposta tettonicamente alla seconda lungo la linea Agnano-M. Faeta-Vorno. Tali Unità sono coperte tettonicamente dalle formazioni non metamorfiche della Falda Toscana che affiorano soltanto ai bordi del massiccio montuoso e non si ritrovano nell'area oggetto del presente studio.

L'Unità di S. Maria del Giudice e l'Unità di M. Serra sono costituite essenzialmente da una potente successione terrigena silicoclastica triassica, nota come Verrucano, depositata in discordanza su un basamento ercinico.

Gli studi a carattere geologico-strutturale hanno evidenziato la presenza di due fasi deformative principali riferibili all'evento metamorfico terziario sincrono con la collisione continentale dell'Oligocene sup.-Miocene inf.

A seguito dell'evoluzione sopra descritta s'individuano sostanzialmente dei livelli geologici dai quali, partendo dai più antichi, si possono distinguere (v. Tav. 2)

Calcari selciferi inferiori

Al di sopra dei Calcari ceroidi, con contatto netto, talora con presenza di brecce, si trova la Formazione dei Calcari selciferi inferiori, costituita da strati dello spessore di 20-30 cm di metacalcari in prevalenza grigi, grigio-blu o nocciola con abbondanti liste e noduli di selce bianca, con evidente ricristallizzazione ed aspetto saccaroide, ed interstrati marnosi ed argillitici. Nella parte superiore della formazione, che ha potenza variabile da pochi metri fino a 200-300 m, le liste di selce in genere diradano, gli strati di metacalcari sono assai più sottili e prevalgono quelli marno-argillitici. Questa formazione presenta notevoli variazioni di spessore ed è talora eteropica di altre formazioni più di frequente con le Marne a Posidonomya; L'ambiente di sedimentazione è pelagico profondo vicino al limite della compensazione dei carbonati ed indica che è avvenuto nel Dominio Toscano, già nel Giurese medio, l'«annegamento» della piattaforma carbonatica.

Marne e calcari marnosi

Marne color tabacco e metacalcari marnosi grigio-avana in strati piuttosto sottili costituiscono la massa principale di questa formazione che contiene vari livelli di brecce. Nella parte inferiore predominano brecce monogeniche ad elementi calcareo-marnosi con forma ellissoidale molto schiacciata alle quali si intercalano livelli fluidali argillitici; nella parte superiore della formazione gli elementi delle brecce sono rotondeggianti o spigolosi, talora eterogenei, formati da marnomicriti e calcareniti con resti di Crinoidi (Boccaletti e Manetti, 1969). La formazione contiene resti di Posidonomya e, nei livelli di brecce, piccole ammoniti piritizzate e rostri di belemnite che ben si inquadrano in una attribuzione cronologica al Giurese medio. L'ambiente di sedimentazione è pelagico con crescente dissoluzione dei carbonati e presenza di episodi di instabilità del fondo anche se meno importanti rispetto a quelli riscontrati nella formazione precedente.

Calcare Cavernoso

Calcari dolomitici e dolomie grigie brecciate con struttura a cellette e delomie cariate

Copertura detritica e/o riporto

La copertura detritica è presente in maniera diffusa su tutta l'area esaminata, costituendo infatti la maggior parte della superficie morfologica rilevata, fatta eccezione dei fronti di cava. Con questa voce è indicata la coltre che si genera a spese del substrato roccioso in seguito ai processi di alterazione chimico-fisica e non subisce un trasporto, se non limitatissimo, dal luogo di origine. E' formata da elementi lapidei di pezzatura eterogenea (da qualche mm a decine di cm), di forma angolosa, legati da una matrice più fine che occupa gli interstizi tra i clasti. La natura degli elementi lapidei riflette, nella quasi totalità dei casi, le caratteristiche della formazione rocciosa sottostante. La frequenza degli stessi, per unità di volume prescelta, può essere la più svariata. In condizioni di particolare alterazione e/o scarsità di tali elementi, in genere sui versanti più acclivi, la copertura detritica costituisce un vero e proprio orizzonte pedologico. Esempi di copertura detritica si possono osservare nell'area ma alcuni tagli e sezioni naturali permettono di osservarne meglio le caratteristiche.

3 – PERICOLOSITA' DELL'AREA

L'area, interessata dal comparto 120, ricade all'interno del Comune di San Giuliano Terme ed all'interno del piano di Bacino Stralcio per l'assetto idrogeologico del fiume Serchio (PAI).

Per effettuare una valutazione della pericolosità geologica-geomorfologica, idraulica e sismica della zona è stato eseguito, oltre al rilievo di dettaglio, l'esame della documentazione prodotta degli Enti pubblici preposti al controllo di tali fenomeni (Piano di Bacino Fiume Serchio, Distretto Appennino Settentrionale, Strumenti urbanistici comunali), ed è emerso quanto segue:

- nella cartografia redatta a supporto del Piano di Bacino del Fiume Serchio, Assetto Idrogeologico (v. Tav.4) – *Carta di franosità del Bacino del Fiume Serchio*, la zona è stata inserita tra quelle indicate come “Aree di media stabilità, con sporadici e locali indizi di instabilità e Aree stabili con assenza di frane attive e quiescenti. (v. Tav.4)., normata dall'art 15.

Articolo 15 – Aree a pericolosità di frana bassa e aree di media stabilità e stabili (P1) (I.V.) 1. Nelle aree del Piano di Bacino, stralcio Assetto Idrogeologico, rappresentate nella “Carta della franosità del Bacino del Fiume Serchio” in scala 1:10.000 come: E3 – “Aree potenzialmente franose per caratteristiche litologiche”; F – “Aree di media stabilità con sporadici e locali indizi di instabilità e aree stabili” con assenza di frane attive e quiescenti; e rappresentate nella “Carta dei fenomeni franosi e della pericolosità geomorfologica” in scala 1:25.000 come: F – “Aree di media stabilità con sporadici e locali indizi di instabilità e aree stabili con assenza di frane attive e quiescenti”; G – “Aree di fondovalle e/o pianeggianti”; l'edificabilità è condizionata ai vincoli esistenti sul territorio ed alla esecuzione di indagine geologica e geotecnica nei casi previsti dalla normativa vigente e/o dallo Strumento Urbanistico.

- nella cartografia redatta a supporto del Piano Operativo approvato, l'area in oggetto ricade in (v. Tav.5/7/8)

<i>Pericolosità</i>	<i>Classe</i>
<i>Geologica</i>	<i>G1/G2/G3/G4</i>
<i>Idraulica</i>	-
<i>Sismica</i>	<i>S1/S2/S3/S4</i>

Vincoli LR 24 luglio 2018 n° 41. L'intervento si sviluppa nel settore occidentale della cresta del monte non interessato da corsi d'acqua censiti dalla L.R.79/2012, così da risultare esterno alla fascia di rispetto dei 10 m degli stessi e quindi non soggetto alle disposizioni della l.R. 41/2018 (v. Fig.3).



Fig. 3 - Reticolo degli Enti gestori con individuazione aree di studio – DCR 81/2021

PGRA – Nel Piano Gestione Rischio Alluvioni la zona non risulta classificata a pericolosità idraulica, così da non essere soggetta alle disposizioni della LR.41/2018 (v. Tav. 6).

Vincolo idrogeologico. L'intervento è soggetto alle disposizioni Regio Decreto 3267/1923. (v. Fig.4).

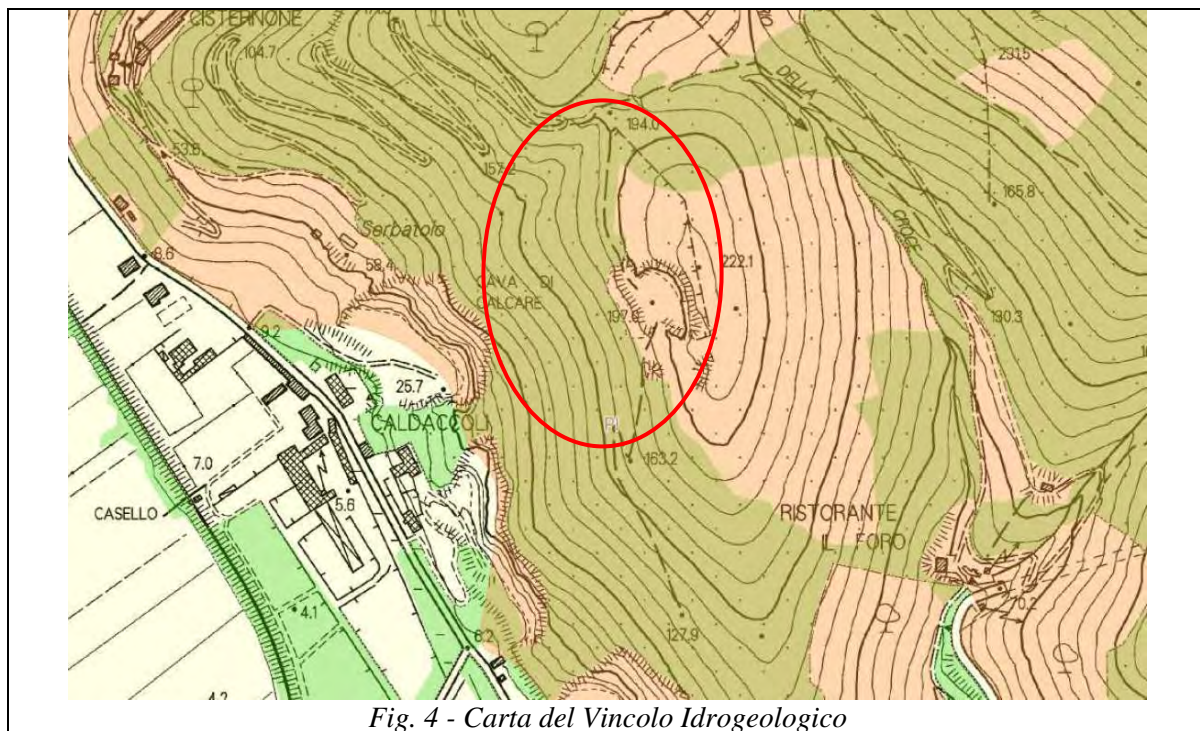


Fig. 4 - Carta del Vincolo Idrogeologico

4 - ANALISI SISMICA

Il Comune di S Giuliano Terme, con Deliberazione G.R.T. n° 421 del 26 maggio 2014, pubblicata sul BURT Parte Seconda n. 22 del 4 giugno 2014, è stato classificato “Comune sismico - Zona rischio sismico 3”. Con il prevalente scopo di servire da input per le valutazioni di pericolosità sismica, il territorio italiano è attualmente suddiviso in zone sismogenetiche secondo la zonazione ZS9 che rappresenta lo stato ultimo delle conoscenze in tema di sismicità contenute nel rapporto “*Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’O.P.C.M. 20/03/2003, n° 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile*” (INGV, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici).

Il comune di S Giuliano ricade all’interno della zona sismogenetica 916. Tale zona coincide con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et al. (2000). Ad essa sono attribuiti i seguenti valori di magnitudo momento Mw:

$M_{w_{max1}}$ (“osservata”) = 5,68

$M_{w_{max2}}$ (“cautelativa”) = 6,14

Il primo rappresenta un valore calibrato, in modo cautelativo, basato su dati sismologici e geologici; il secondo è un valore maggiormente cautelativo. I dati, sotto riportati, rappresentano, in forma tabellare, la storia sismica di San Giuliano ricavata dal Database Macrosismico Italiano, versione DBMI15 v4.0, impiegato per la redazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15). Il database DBMI15 ed il catalogo CPTI15 sono prodotti scientifici dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia curati da Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P.

Effetti	In occasione del terremoto del												
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
5		1972	10	25	21	56	1 Appennino settentrionale	198	5	4.87			
4		1980	06	07	18	35	0 Garfagnana	102	6-7	4.64			
4		1982	09	01	15	33	1 Valle del Serchio	47	5-6	4.21			
4		1983	11	09	16	29	5 Parmense	850	6-7	5.04			
NF		1985	01	23	10	10	1 Garfagnana	73	6	4.60			
3		1986	10	01	19	53	3 Lunigiana	68	5	4.46			
3		1987	02	10	21	20	1 Lunigiana	54	5	4.09			
NF		1988	02	08	13	36	4 Frignano	43	5	4.28			

Legenda [per l'area del catalogo]

Area epicentrale = area geografica in cui sono stati riscontrati gli effetti maggiori del terremoto

Int. = intensità nella località

NMDP = numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto

Io = Intensità macrosismica epicentrale, da CPTI15, espressa in scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg)

Mw = Magnitudo momento, da CPTI15

Come ricavabile dal Database delle singole sorgenti sismogenetiche (*DISS, versione 3.3.0: una raccolta di potenziali sorgenti per terremoti superiori a M 5.5 in Italia e nelle aree circostanti. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*), le principali sorgenti responsabili del risentimento sismico nell’area in studio sono collocate nei territori della Garfagnana e Lunigiana (figura 5). I dati storici indicano che il valore di picco dell’intensità risentita $Int = 5$ è stato raggiunto in occasione del sisma del 25 ottobre 1972 con origine nell’Appennino Settentrionale al quale è associata un’intensità macrosismica epicentrale $Io = 5$.

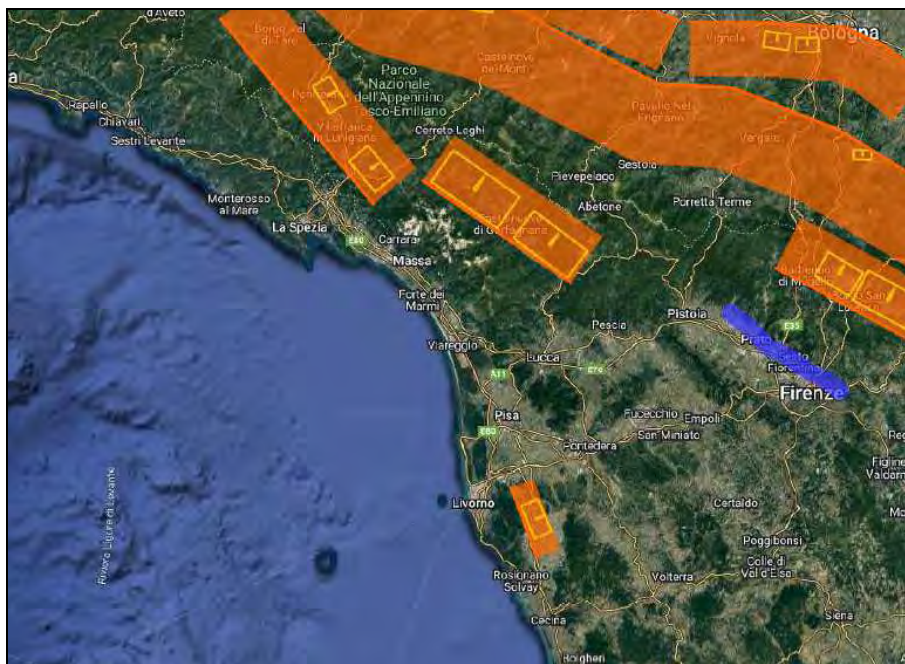


Figura 5. Database delle sorgenti sismogenetiche individuali (DISS 3.3.0) sovrapposto a Zonazione ZS9.

La consultazione del catalogo delle faglie capaci ITHACA (ITHACA Working Group (2019). ITHACA (Italy HAZARD from CAPable faulting), evidenzia che la pianura e il suo limite interno, al piede dei rilievi, è contrassegnato da fagliazione superficiale relativa al sistema Viareggio-Pisa. Si tratta di faglie singole aventi direzione media di 140° ed immersione verso sudovest, la cui ultima attività è avvenuta all'inizio del Pleistocene (figura 6). Riguardo al database va considerato che le faglie capaci sono mappate e caratterizzate in ITHACA sulla base dei dati disponibili in letteratura, dopo una attenta revisione critica. Pertanto il database non rappresenta la totalità delle faglie capaci potenzialmente presenti sul territorio nazionale ma solo quelle per le quali esiste uno studio, anche di livello minimo e quindi un riferimento bibliografico; inoltre il database non ha una copertura omogenea a livello nazionale.



Figura 6. Mappa delle faglie capaci del catalogo ITHACA (aggiornamento dicembre 2019).

L'Amministrazione Comunale, in fase di revisione urbanistica, ha effettuato indagini attraverso misure di rumore sismico ambientale a stazione singola finalizzate alla redazione di carte delle frequenze di risonanza del sottosuolo e, insieme ad altre tipologie di elaborati (carta delle indagini, carta geologico-tecnica, ecc.), alla realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) (v. Fig. 7). In tale cartografia il lotto ricade in Zona 1 - Substrato con $V_s > 800$ m/sec.

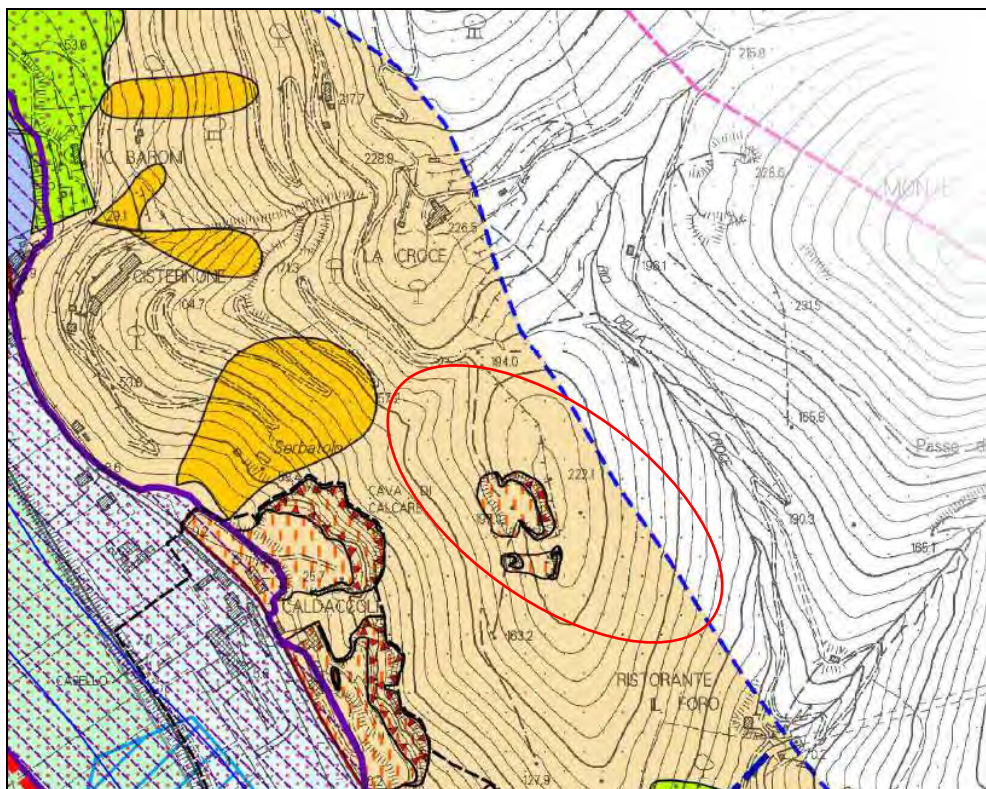
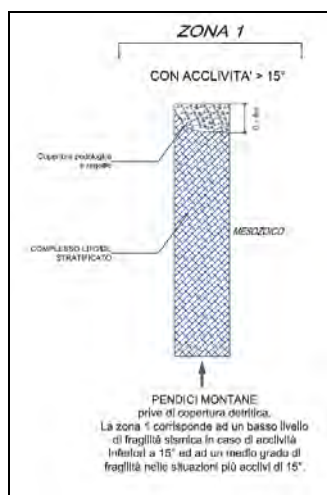


Fig. 7- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS

ZONE STABILI



ZONA 1 - Complesso lapideo stratificato con eventuale copertura pedologica



4.1. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO D'INTERVENTO

Allo stato attuale, le azioni sismiche di progetto in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito e sono funzione delle caratteristiche stratigrafiche e morfologiche che determinano la risposta sismica locale. La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2 delle NTC18), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_vR (§ 3.2.1 delle NTC18), nel periodo di riferimento V_r (§ 2.4.3 delle NTC18).

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento P_vR nel periodo di riferimento V_r , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito [g/10]

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale [adimensionale]

T^*c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale [s]

La stima dei parametri spettrali del sisma di riferimento è effettuata tramite la media pesata dei valori di 4 punti del reticolo di riferimento nazionale più prossimi al sito in studio, note le sue coordinate geografiche.

4.2 –Periodo di riferimento dell'azione sismica

Le azioni sismiche, su ciascuna costruzione, vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u :

$$V_r = V_n C_u$$

Il valore del coefficiente d'uso C_u è definito, al variare della classe d'uso.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_n è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

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

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Classi d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso:

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.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie 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

4.3 - Categorie di suolo e condizioni topografiche

La categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche incidono sullo spettro elastico di risposta. Specificatamente l'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente

$$S = S_s \cdot S_t$$

che comprende gli effetti delle amplificazione stratigrafica (S_s) e topografica (S_t):

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

Sulla base delle considerazioni sopra esposte e considerando le informazioni strutturali ricevute si possono riassumere le seguenti caratteristiche generali:

<i>Vita nominale V_n fabbricato</i>	<i>50 anni</i>
<i>Classe d'uso</i>	<i>II</i>
<i>Coefficiente C_u</i>	<i>1,00</i>
<i>Periodo di riferimento</i>	<i>≥ 50</i>
<i>Categoria del suolo</i>	<i>A</i>
<i>Condizione topografica</i>	<i>T2</i>

4.4 – Pericolosità sismica e parametri sismici

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi, dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali. Il moto sismico alla superficie di un sito è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie e da una forma spettrale, ancorata ad essa.

$$a_{max} = S_t \cdot S_s \cdot a_g$$

S_s coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_t il coefficiente di amplificazione topografica.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

La determinazione dei parametri spettrali, necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto, viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento e tenendo conto dei parametri riportati precedentemente.

Parametri sismici

Sito in esame.

latitudine: 43,771374
 longitudine: 10,442762
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 19824	Lat: 43,7935	Lon: 10,3732	Distanza: 6103,091
Sito 2	ID: 19825	Lat: 43,7953	Lon: 10,4425	Distanza: 2661,672
Sito 3	ID: 20047	Lat: 43,7453	Lon: 10,4450	Distanza: 2900,226
Sito 4	ID: 20046	Lat: 43,7435	Lon: 10,3757	Distanza: 6211,752

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A
 Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,039 g
 Fo: 2,579
 Tc*: 0,228 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,049 g
 Fo: 2,556
 Tc*: 0,249 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,121 g
 Fo: 2,358

Tc:* 0,283 [s]
Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,155 g
Fo: 2,385
Tc:* 0,286 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2008

SLO:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,200
Kh: 0,009
Kv: 0,005
Amax: 0,461
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,200
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,572
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,200
Kh: 0,042
Kv: 0,021
Amax: 1,428
Beta: 0,290

SLC:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,200
Kh: 0,054
Kv: 0,027
Amax: 1,826
Beta: 0,290

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 43.770409

longitudine: 10.441761

5 - VALUTAZIONI SULLA SUSCETTIBILITÀ A LIQUEFAZIONE

Ai sensi delle NTC (punto 7.11.3.4.2) la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesta almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Il potenziale di liquefazione dei terreni sotto scuotimento sismico è un fenomeno che può verificarsi in terreni sabbiosi monogranulari sotto falda limitatamente ai primi 10÷15 m dalla superficie del terreno a causa della progressiva riduzione delle tensioni efficaci.

Nell'area in esame è da escludere problematiche legate ai fenomeni di liquefazione per la mancanza di una falda significativa oltre che per la natura stratigrafica locale che vede il substrato calcareo a partire da circa 1.00 m dal p.c.

6 - FATTIBILITÀ' AI SENSI DEL P.O. COMUNALE

La scheda norma riportata nel piano operativo comunale identifica la fattibilità dell'area in esame, come di seguito indicato:

FATTIBILITÀ GEOLOGICA F3: Realizzazione di interventi per il miglioramento della sicurezza dell'area, ed in particolare, delle aree e dei declivi a forte pendenza. Qualsiasi intervento nelle aree G3 e G4 dovrà essere preceduto da un'analisi di stabilità del vecchio fronte di cava. L'analisi di stabilità dovrà definire le eventuali necessità di procedere con interventi di messa in sicurezza del fronte di cava e/o di interdire alcune zone al transito ed allo stazionamento di persone.

FATTIBILITÀ IDRAULICA F1: Relativamente agli aspetti idraulici non si rilevano limitazioni alla fattibilità.

FATTIBILITÀ SISMICA F2: Relativamente agli aspetti sismici non si rilevano particolari limitazioni alla fattibilità.

7. – VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO AI SENSI DEL REGOLAMENTO 30 GENNAIO 2020, N. 5/R

Il **rischio sismico (R)** rappresenta la probabilità che si verifichino danni da un terremoto in un dato intervallo temporale, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle opere in progetto e della natura dei beni. Nel caso specifico viene individuato per la situazione più sfavorevole rappresentata dal nuovo manufatto che sarà realizzato nell'UMI 1 e che presenta pericolosità geologiche e sismiche maggiore rispetto al settore UMI 2

Per la valutazione della **pericolosità sismica (P)**, si è fatto riferimento alla pericolosità sismica di base dell'area omogenea e agli studi di “microzonazione” sismica.

Per la valutazione della **vulnerabilità sismica (V)** – propensione al danno dell'edificio) e dell'**esposizione sismica (E)** – importanza degli elementi sul territorio) si fa riferimento alle informazioni di natura statistica relative alle singole aree omogenee.

Per la valutazione dei parametri sopra specificati si è fatto riferimento all'Allegato A (Delibera n. 31 del 20/01/2020) del DPGRT 5/R/2020 “Criteri per la valutazione dei fattori di rischio sismico”. In ottemperanza all'Allegato di cui sopra la **Classe di Pericolosità sismica** è ottenuta dalla combinazione della combinazione della Classe di Pericolosità di base (P) e l'Indice di Pericolosità Locale (Iploc).

Per Classe Pericolosità di base (P) si intende l'accelerazione orizzontale massima del terreno in condizioni di suolo rigido pianeggiante (A_g), per tempo di ritorno pari a 475 anni, così come riportato nel paragrafo 3.2 delle NTA di cui al DM 14/01/2018. Sono state individuate 4 Classi di Pericolosità di Base in funzione di a_g significativi che individuano a partire dal valore di 0,150 g zone con pericolosità medio alta e medio bassa. In presenza di accelerazioni molto superiori ($>0,200$ g) o molto inferiori ($<0,125$ g) sono state individuate zone a pericolosità alta o bassa, come indicato nella Tab 1, riportata di seguito:

Tabella 1

Pericolosità Sismica di base	Valori di A_g	Classe di Pericolosità (P)
alta	Superiori a 0,200g	4
medio-alta	Superiori a 0,150g e inferiori a 0,200g	3
medio-bassa	Superiori a 0,125g e inferiori o uguali a 0,150g	2
bassa	Inferiori o uguali a 0,125g	1

Nel caso specifico abbiamo una $A_{g475} = 0,121$ g, pertanto si ricade in Pericolosità sismica di base medio bassa a cui corrisponde **P=2**.

L'Indice di Pericolosità Locale (Iploc) viene definito sulla base degli studi di Microzonazione sismica, individuando 4 Indici di riferimento al tipo di effetto locale descritto, come indicato nella Tab. 2, riportata di seguito:

Tabella 2

Pericolosità Sismica di base	Valori di Ag	Indice di Pericolosità locale (I_{ploc})
Molto elevata	Zona instabili (classe S4)	4
elevata	Zone stabili suscettibili di amplificazione con alto contrasto di impedenza sismica e altre tipologie di terreni (classe S3)	3
media	Zone stabili suscettibili di amplificazione (classe S2)	2
bassa	Zone stabili (classe S1)	1

Nel caso in esame, sulla base degli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1, alle aree oggetto di variante è attribuita una classe di pericolosità S3 – Zone stabili suscettibili di amplificazione con alto contrasto di impedenza sismica e altre tipologie di terreni, da cui ne consegue un Indice di Pericolosità sismica locale **$I_{ploc} = 3$** .

La **Classe di Pericolosità sismica (P)** assume valori compresi tra 1 e 4 ed è ottenuta dalla combinazione tra la Classe di Pericolosità di base (Tab. 1) e l'Indice di Pericolosità locale (Tab. 2), secondo la relazione e la Tab. 3 sotto riportati:

$$IP = P + I_{ploc}$$

Tabella 3

Pericolosità sismica	Valore di IP	Classe di Pericolosità (P_2)
alta	$IP \geq 6$	4
medio	$IP = 5$	3
medio-bassa	$IP = 4$	2
bassa	$IP \leq 3$	1

Pertanto applicando l'equazione di cui sopra si ottiene un **$IP = 5$** da cui si ottiene, in base alla Tab. 3 la

Classe di Pericolosità sismica $P_2 = 3$.

La **Classe di Vulnerabilità sismica (V)** assume valori compresi tra 1 e 4, derivanti dalla somma degli Indici dei vari fattori di vulnerabilità. Valori superiori a 4 sono da considerarsi equivalenti a 4. Nella Tab. 4 viene riportato lo schema per la determinazione delle varie Classi di Vulnerabilità sismica:

Tabella 4

Vulnerabilità sismica	Valore di I_v	Classe di Vulnerabilità (V)
alta	$I_v \geq 4$	4
medio	$I_v = 3$	3
medio-bassa	$I_v = 2$	2
bassa	$I_v \leq 1$	1

L'Indice di Vulnerabilità (I_v) viene determinato mediante la seguente equazione:

$$I_v = I_e + (I_t + I_a + I_u + I_s + I_c)$$

I_v = indice di vulnerabilità;

I_e = indice di epoca di costruzione;

I_t = indice di tipologia strutturale;

I_a = indice di altezza;

I_u = indice di vulnerabilità urbana;

I_s = indice di tipologia specialistica;

I_c = indice di classificazione sismica.

Tralasciando nel dettaglio le tabelle relative agli indici di cui sopra è stata utilizzata la relazione, ricavando i seguenti valori:

$$I_e = 1, I_t = 0, I_a = 0, I_u = -2, I_s = 0, I_c = 0.$$

Pertanto si ottiene un

$I_v = -1$, da cui si ricava secondo la Tab. 4, sopra riportata, la

Classe di Vulnerabilità sismica $V=1$.

Per quanto attiene all'**Esposizione sismica (E)** questa è connessa con la natura, qualità e quantità dei beni esposti e esprime la possibilità di subire un danno economico e sociale, sia in termini di vite umane che in termini di beni esposti. A tale proposito, è stato ritenuto di dover attribuire un valore basso.

Pertanto è stato assunto **$E = 1$.**

Il **Rischio Sismico** si ricava dalla seguente espressione **$IR = P + V + E$.**

Pertanto sulla base delle elaborazioni e considerazioni di cui sopra avremo **$IR = 3 + 1 + 1 = 5$** e, in applicazione della Tab. 5, che viene riportata di seguito, otterremo una **Classe di Rischio Sismico bassa - pari a 1**. Tale classe può essere estesa anche al settore UMI 2.

Tabella 5

Vulnerabilità sismica	Valore di IR	Classe di Rischio
alta	$IR \geq 10$	4
medio-alta	$8 \leq IR < 10$	3
medio-bassa	$6 \leq IR < 8$	2
bassa	$IR < 6$	1

8. - FATTIBILITA' DELLE OPERE

Le condizioni di fattibilità delle opere in progetto è stata definita in ottemperanza del Regolamento Regionale 5/R/2020 e della relativa Deliberazione n. 31 del 20/01/2020 – Allegato – A, considerando le specifiche condizioni di pericolosità che caratterizzano le aree, così come riportato nel paragrafo § 7.

8.1 – Criteri generali di fattibilità per gli aspetti geologici

Ai sensi del paragrafo 3.2 (*Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici*) delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche di cui alla suddetta Deliberazione n. 31/2020, per la pericolosità geologica attribuita alle aree, sono individuate le seguenti condizioni e prescrizioni:

Pericolosità	Approfondimenti geologici
G.3	La fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da: a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti; a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi; a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza. La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente. Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il

	<p>presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.</p> <p>La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.</p>
G.2	<p>L'intervento, in fase esecutiva, dovrà essere supportato da uno studio geologico / geognostico da eseguirsi a supporto di una corretta progettazione anche al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.</p>

9.2 – Criteri generali di fattibilità per gli aspetti idraulici

Ai sensi del paragrafo 3.3 (*Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni*) delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche di cui alla suddetta Deliberazione n. 31/2020, l'attribuzione della fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla L.R. 41/2018, oltre quanto previsto dalla pianificazione di bacino.

Pericolosità	Approfondimenti idraulici
-	Nessuna prescrizione

9.3 – Criteri generali di fattibilità per gli aspetti sismici

Ai sensi del paragrafo 3.6 (*Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici*) delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche di cui alla suddetta Deliberazione n. 31/2020, per la pericolosità sismica dell'area, sono individuate le seguenti condizioni e prescrizioni:

Pericolosità	Approfondimenti sismici
S2	Nessuna prescrizione specifica, salvo gli eventuali approfondimenti dettati dalla normativa vigente sovracomunale

9 - RILIEVI GEOMECCANICI SULL'AMMASSO ROCCIOSO

Nell'area, oggetto di studio, è stato possibile effettuare un rilievo geomeccanico grazie alla presenza di affioramenti rocciosi estesi. Nel dettaglio il rilievo geomeccanico si è articolato come segue:

- *misurazione delle giaciture delle diverse famiglie di discontinuità (S0, K1, K2 e K3);*
- *misurazione della resistenza dei giunti attraverso misure sclerometriche;*
- *valutazione della condizione dei giunti (apertura, riempimento, rugosità, spaziatura e presenza di acqua).*

Per quanto riguarda le misure sclerometriche sono state eseguite su diversi punti della stessa stazione. Le prove sclerometriche permettono di valutare la resistenza a compressione delle pareti delle discontinuità dell'ammasso roccioso. Lo strumento utilizzato è lo sclerometro GEOHAMMER realizzato dalla Eurosit srl. Sono state realizzate 20 prove per ogni famiglia di discontinuità degli ammassi rocciosi, come indicato nelle Raccomandazioni ISRM (International Society Rock Mechanics). Il sistema di misurazione è semplice: un'asta metallica viene rilasciata da una molla che, dopo aver impattato sulla superficie dell'ammasso roccioso, restituisce un valore di "rimbalzo" che è possibile leggere su una scala graduata posta sulla strumento.

La prova deve essere effettuata su superfici preferibilmente lisce e che non presentino discontinuità nelle immediate vicinanze (30-40 cm) della misurazione. Il valore riportato sulla scala graduata, definito "indice di rimbalzo" (IR), deve essere corretto (IRC) per prove effettuate in senso non orizzontale in quanto lo sclerometro è tarato per agire in posizione orizzontale ovvero su superfici verticali. Per apportare le modifiche ai valori rilevati è stata utilizzata la tabella di correzione riportata sul manuale d'uso dello strumento (tabella 1), che valuta dei parametri numerici in relazione all'angolo formato dallo sclerometro rispetto all'utilizzo orizzontale. Per misure effettuate verso l'alto e verso il basso è stato necessario sottrarre e aggiungere rispettivamente il fattore correttivo per compensare l'effetto dovuto all'accelerazione di gravità.

Valore R	Verso l'alto		Verso il basso	
	+ 90°	+ 45°	- 90°	- 45°
10	0,0	0	3,2	2,4
20	-5,4	-3,5	3,4	2,5
30	-4,7	-3,1	3,1	2,3
40	-3,9	-2,6	2,7	2,0
50	-3,1	-2,1	2,2	1,6
60	-2,3	-1,6	1,7	1,3

Tabella 1 - Valori per la correzione dell'indice di rimbalzo dello sclerometro.

Successivamente al rilievo geomeccanico è stata valutata la qualità dell'ammasso roccioso tramite la classificazione proposta da Bieniawski nel 1989. La classificazione di Bieniawski si basa su una valutazione quantitativa dell'influenza dei vari parametri fisici, meccanici e geologici-strutturali dell'ammasso roccioso. Questa classificazione è stata modificata più volte nel corso degli anni dallo stesso autore. Nella valutazione degli ammassi presi in considerazione

in questo studio è stata adottata la versione del 1989. Essa assegna alla roccia un punteggio ricavato dall'analisi di cinque parametri:

1. resistenza alla compressione monoassiale;
2. RQD;
3. spaziatura dei giunti;
4. condizioni dei giunti;
5. condizioni idrauliche;

Tramite un'apposita tabella (tabella 2) ad ogni parametro viene assegnato un valore numerico (indice), la somma dei valori dei cinque indici, che varia da 0 a 100, è denominata RMRb (Rock Mass Rating base) e fornisce il punteggio relativo alla qualità della roccia. Si individuano in questo modo cinque classi di qualità alle quali viene attribuito anche un valore relativo alla coesione e all'angolo di attrito (Scesi, 2003).

$$c = 5 * RMRb \text{ (kPa)}$$

$$\varphi = 0,5 * RMRb + 5$$

A.	PARAMETRI SIGNIFICATIVI		VALORI NUMERICI						
	PARAMETRO								
1	Resistenza a compressione della roccia intatta	Indice di resistenza IS	> 10MPa	4 - 10MPa	4 - 2MPa	2 - 1MPa	Non applicabile		
		Indice di resistenza a compressione monoassiale Co	> 250MPa	250 - 100MPa	100 - 50MPa	50 - 25MPa	25 - 5MPa	5 - 1MPa	< 1MPa
		Indice	15	12	7	4	2	1	0
2	Recupero percentuale modificato RQD		100% - 90%	90% - 75%	75% - 50%	50% - 25%	< 25%		
	Indice		20	17	13	8	3		
3	Spaziatura delle discontinuità		> 2m	2m - 0,6m	0,6m - 0,2m	0,2m - 0,06m	< 0,06m		
	Indice		20	15	10	8	5		
4	Condizioni dei giunti	Persistenza	< 1m	1 - 3m	3 - 10m	10 - 20m	> 20m		
		Indice	6	4	2	1	0		
		Apertura	nessuna	< 0,1 mm	0,1 - 1 mm	1 - 5 mm	> 5 mm		
		Indice	6	5	4	1	0		
		Scabrezza	Molto scabro	Scabro	Legg. scabro	Lisce	Lisce o Lamine		
		Indice	6	5	3	1	0		
		Riempimento	Nessuno	Compatto <5mm	Compatto >5mm	Tenero <5mm	Tenero >5mm		
		Indice	6	4	2	2	0		
		Alterazione	Non alterato	Legg. alterato	Mod. alterato	Molto alterato	Decomposto		
		Indice	6	5	3	1	0		
	Condizioni idrauliche	condizioni generali	compl. asciutta	umida	molto umida	stillicidio	severi problemi idraulici		
	Indice		15	10	7	4	0		
B.	ORIENTAMENTO DISCONTINUITA'								
	Direzione di immersione ed inclinazione		molto favorevole	favorevole	poco favorevole	sfavorevole	molto sfavorevole		
	Indice	Gallerie	0	-2	-5	-10	-12		
		Fondazioni	0	-2	-7	-15	-25		
		Pendii	0	-5	-25	-50	-50		
C.	SUDDIVISIONE IN CLASSI DELL' AMMASSO ROCCIOSO								
	Classi		I	II	III	IV	V		
	Descrizione		OTTIMA	BUONA	DISCRETA	SCADENTE	MOLTO SCADENTE		
	Indice totale		100 - 80	81 - 60	60 - 41	40 - 21	< 20		

Tabella 2- Tabella relativa alla classificazione di Bieniawski 1989.

Resistenza alla compressione monoassiale della roccia intatta

Questo parametro rappresenta la resistenza della roccia intatta senza discontinuità. Viene definito dal valore limite di carico che la roccia può sopportare prima di arrivare a rottura (Bruschi, 2004). Per la sua valutazione è stato utilizzato il grafico sotto riportato.

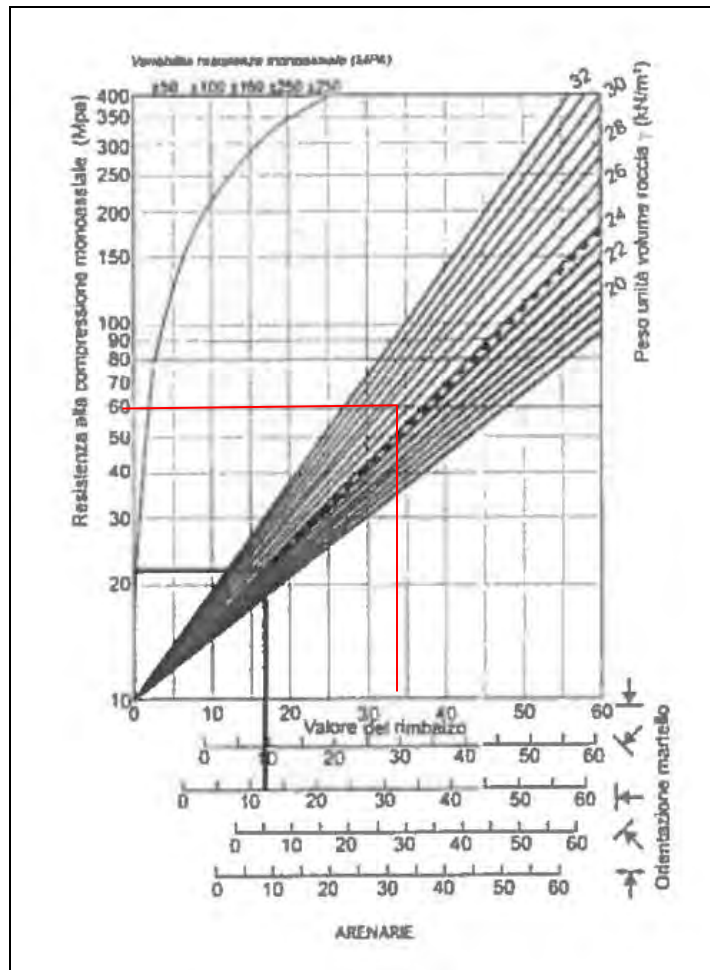


Tabella 3 – Relazione tra l'indice di rimbalzo e compressione uniassiale

RQD (Rock Quality Designation).

Il parametro RQD consente di effettuare, in base alla percentuale di recupero dei carotaggi, una stima quantitativa della qualità della roccia, la quale è strettamente legata alle caratteristiche delle discontinuità, come l'orientazione e la spaziatura. Nel presente lavoro, non avendo a disposizione carotaggi, è stato necessario utilizzare la formula empirica di Priest & Hudson (1976) basata sulla frequenza e sulla spaziatura delle discontinuità.

$$RQD = 100 * (1 + 0,1 \lambda) * e^{(-0,1 \lambda)}$$

dove:

λ : Frequenza delle discontinuità = $1/X_m$

X_m : Spaziatura media delle discontinuità (cm) = s/nd

s : Lunghezza dello stendimento (cm)

nd : Numero delle discontinuità intercettate

Spaziatura delle discontinuità.

Per spaziatura s'intende la distanza tra 2 discontinuità della stessa famiglia misurata ortogonalmente alle superfici. Viene misurata per ogni sistema di discontinuità su uno

stendimento di almeno 3 m e i valori di spaziatura ottenuti vengono valutati secondo la classificazione di Bieniawski (1989).

Condizioni dei giunti.

- **Persistenza:** lunghezza della traccia visibile della discontinuità. Viene valutata osservando e misurando le tracce delle discontinuità sulla superficie esposta. I sistemi meno persistenti tendono a terminare contro i sistemi di frattura più estesi. In base a queste osservazioni è stato possibile individuare le classi di persistenza come riportato in tabella 3.

PERSISTENZA	
Persistenza molto bassa	< 1m
Persistenza bassa	1 - 3 m
Persistenza media	3 - 10 m
Persistenza alta	10 - 20 m
Persistenza molto alta	> 20 m

Tabella 4 - Valutazione del parametro "persistenza".

- **Apertura:** distanza tra le superfici che delimitano una discontinuità. Viene misurata ortogonalmente alle superfici di discontinuità mediante una rotella metrica su stendimenti di almeno 3 m o comunque significativi per la descrizione di tale parametro. Le misurazioni fatte sono state rapportate alle classi numeriche di apertura.

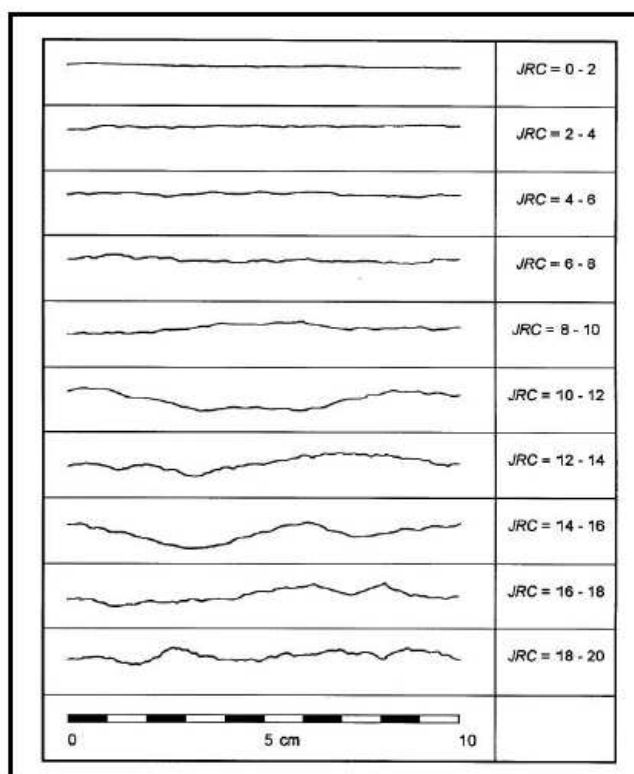


Tabella 5 - Profili di rugosità corrispondenti alle diverse classi di JRC.

- **Rugosità:** Per rugosità o scabrezza s'intende il profilo delle irregolarità presenti sulla superficie del piano di discontinuità. Rappresenta un fattore molto importante perché permette di valutare

la resistenza al taglio delle discontinuità, soprattutto nel caso in cui le fratture risultino prive di riempimento. All'aumentare della rugosità aumenta l'attrito tra un lembo e l'altro delle discontinuità e quindi aumenta la forza che si oppone allo scorrimento. La sua valutazione avviene mediante il Pettine di Barton, un profilometro caratterizzato da spatole semimovibili. Il profilo, che viene confrontato con delle tavole di comparazione visive, dalle quali si ricava il coefficiente JCR (Joint Roughness Coefficient) che varia tra 0 a 20 (Tabella 5).

- **Riempimento:** materiale che può riempire od occupare parzialmente lo spazio fra le pareti delle discontinuità. Il riempimento se presente può essere costituito da calcite, sabbia, argilla, limo etc... Le discontinuità riempite si comportano in modo diverso a seconda della mineralogia, granulometria, rapporto di sovraconsolidazione, contenuto d'acqua e permeabilità del materiale che le occupa.

- **Alterazione:** l'insieme dei processi che avvengono in ambiente aereo, come ossidazione, carsismo etc... Viene stimata secondo le 5 classi di alterazione riportate nella classificazione di Bieniawski (1989).

- **Condizioni idrauliche:** l'infiltrazione e il flusso d'acqua, o umidità abbondante, osservabile nelle singole discontinuità o nel complesso dell'ammasso roccioso. Viene valutata tramite una stima visiva in base alla classificazione di Bieniawski (1989). Dal rilievo effettuato sono state individuate tre principali superfici di discontinuità (S0, K1 e K2) di cui si riportano di seguito i valori medi.

DATI GENERALI			
Località: Usella	Comune: Cantagallo	Provincia: Prato	Committente: Provincia di Prato
CARATTERISTICHE DELLE DISCONTINUITA'			
Stratificazione S0			
GIACIUTURA: <i>N 20 SE 45</i>			
INDICE DI RIMBALZO CORRETTO (IRC): 30			
Dati medi			
Condizioni delle discontinuità			
Rugosità: JRC 6/8			
Apertura assente			
Riempimento Assente			
Spaziatura da 0,20 m a 0,06 m			
Condizioni idrauliche asciutta			
Persistenza 3.0-10.00 m			
Fratture per metro 7			
Alterazione: Non alterato			
Discontinuità K1			
GIACIUTURA: <i>N 125 - SW 90</i>			
INDICE DI RIMBALZO CORRETTO (IRC): 48			
Dati medi			
Condizioni delle discontinuità			
Rugosità: JRC 4-6			
Apertura Da 1 mm ad assente			
Riempimento Nessuno			
Spaziatura da 0,60 m a 0,20 m			
Condizioni idrauliche asciutta			
Persistenza 1.0-3.00 m			
Fratture per metro 5			
Alterazione: Leggermente alterato			

Discontinuità K2
GIACIUTURA: <i>N 160 SE 90</i>
INDICE DI RIMBALZO CORRETTO (IRC): <i>50</i>
Dati medi
Condizioni delle discontinuità
Rugosità JRC 2-4
Apertura Assente
Riempimento Assente
Spaziatura da 2.00 m a 0,60 m
Condizioni idrauliche asciutta
Persistenza 3.0-10.00 m
Fratture per metro 7
Alterazione: Leggermente alterato
Discontinuità K3
GIACIUTURA: <i>N 190 SW 55</i>
INDICE DI RIMBALZO CORRETTO (IRC): <i>32</i>
Dati medi
Condizioni delle discontinuità
Rugosità JRC 10-12
Apertura da 1.00 mm ad Assente
Riempimento Assente
Spaziatura da 0.60 m a 0,20 m
Condizioni idrauliche asciutta
Persistenza 1.0-3.00 m
Fratture per metro 4
Alterazione: Leggermente alterato

Dal confronto delle tre famiglie di discontinuità quella più sfavorevole risulta essere la K3, attraverso la quale si è proceduto alla caratterizzazione dell'ammasso e alla determinazione dell'angolo di attrito e della coesione considerando anche un fattore di correzione dovuto all'orientamento delle discontinuità, ottenendo quando segue:

$$\varphi = 25^\circ \quad c = 2.05 \text{ kg/cm}^2$$

La valutazione dei parametri caratteristici in accordo con quanto riportato nel capitolo C.6.2.2. della Circolare CSLPP 617/2009 (“...Nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli Eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato ... valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno,.....”), sarà effettuata scegliendo i valori minimi per angolo di attrito φ e coesione c . Tali valori si riferiscono alla formazione alterata. L'analisi strutturale evidenzia che l'intersezione tra i piani di stratificazione e le famiglie K1, K2 e K3 possono formare elementi soggetti a ribaltamento. Sulla base delle considerazioni eseguite la roccia può essere classificata mediocre.

RMR _c	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	≤ 20
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Molto buono	Buono	Mediocre	Scadente	Molto scadente

L'effetto del dilavamento delle acque meteoriche, sommato alla maggiore densità delle stesse a seguito del carico solido determinato dalla frazione fine in sospensione, potrà determinare un

peggioramento delle condizioni di stabilità dell'ammasso roccioso, nel tempo; sono infatti visibili accumuli di materiale dovuti a fenomeni di crollo alla base della scarpata di cava.

10 – INTERVENTI PROPOSTI

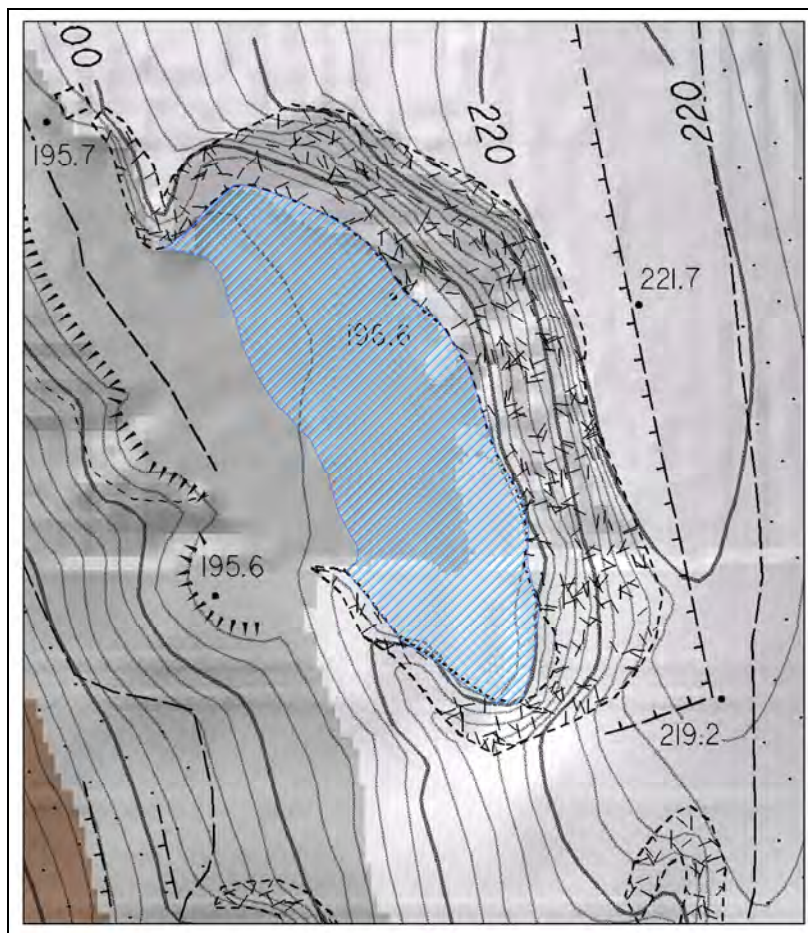
Lo scopo del progetto consta nell'eseguire interventi atti a prevenire e a ridurre il rischio di caduta massi. In particolare tali problematiche sono state individuate esclusivamente nel settore UMI 2 dove è presente un'ex fronte di cava potenzialmente soggetto a singoli crolli o ribaltamento con possibile coinvolgimento di parte del sottostante piazzale.

Il sopralluogo ha inoltre evidenziato, in corrispondenza dell'area oggetto del nuovo manufatto posto all'interno della UMI 2, un ulteriore piccolo fronte della lunghezza di circa 20 m e dell'altezza massima di circa 4.00 m e, per il quale, è stato eseguito uno studio dell'ammasso roccioso. Tale studio ha evidenziato possibili fenomeni di instabilità legati alla caduta di piccoli massi.

Alla luce degli studi e dei sopralluoghi eseguiti vengono pertanto formulati interventi finalizzati alla mitigazione delle problematiche riscontrate al fine della messa in opera degli interventi previsti. Le opere previste pongono attenzione alla conservazione dei caratteri del paesaggio, tenendo in considerazione i seguenti parametri:

- *mantenimento delle tracce originali;*
- *salvaguardia degli elementi costruttivi tradizionali;*
- *rispetto del valore ecologico;*
- *utilizzo di sistemi di protezione sobri ed efficaci lungo i tratti esposti;*
- *utilizzo di materiali che richiedono la minore manutenzione possibile, salvaguardando la sicurezza e la robustezza.*

Nel caso specifico si propone l'interdizione di parte del piazzale di cava posto all'interno dell'ex anfiteatro in quanto potenzialmente soggetto a fenomeni di crollo e rotolamento, dalla soprastante parete. Tale fascia è stata ottenuta, cautelativamente, proiettando alla base l'altezza della scarpata. Una eventuale riduzione di tale fascia potrà essere effettuata a seguito di uno studio geomeccanico di dettaglio del fronte, alla luce di futuri utilizzi dell'area stessa.



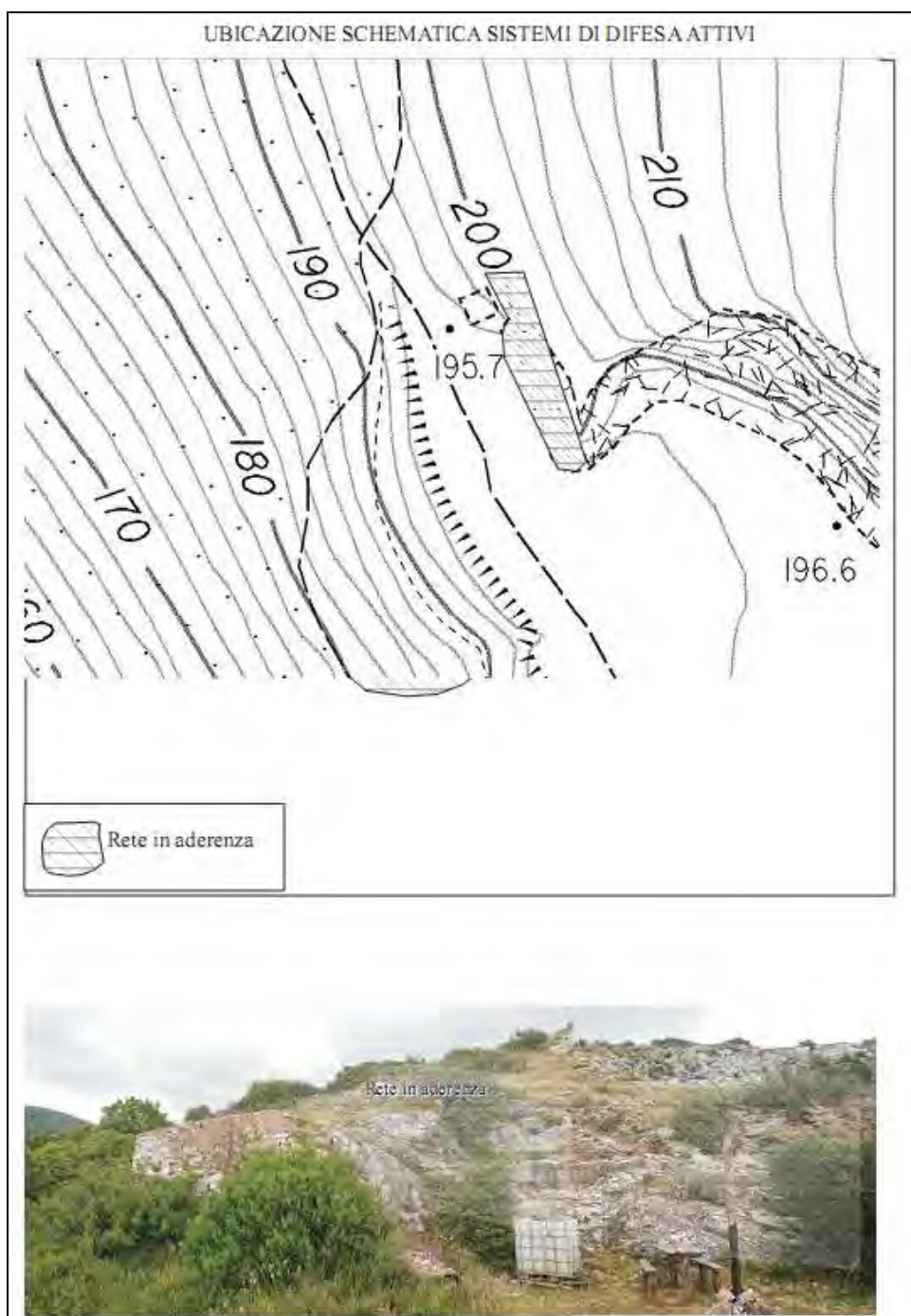
Particolare piazzale di cava interdetto all'uso

Per il restante settore dell'UMI 2, interessato dalla realizzazione e/o ristrutturazione di manufatti, si prevede la messa in opera di una rete in aderenza (sup. prevista 250 mq). Le reti applicate sulle pareti rocciose hanno lo scopo di controllare o prevenire lo sviluppo dei dissesti corticali che si manifestano con il distacco di massi. Le reti paramassi sono formate da fili di acciaio rivestito con zinco o con lega di zinco-alluminio tessuti in modo da formare una struttura a doppia torsione con maglie esagonali (intervento di rete semplice), con possibilità di armatura e rinforzo mediante funi di armatura verticali o oblique e chiodature (intervento di rinforzo corticale). I diametri di filo usati per queste applicazioni sono 2.7 e 3.0 mm. La struttura è posizionata a diretto contatto della parete rocciosa da stabilizzare e fissata ad essa mediante un sistema di ancoraggi meccanici realizzati in vari modi a secondo delle situazioni, con barre cementate, bulloni, tasselli ad espansione. Da curare con attenzione sono gli ancoraggi in testa ed al piede, con questi ultimi che dovranno consentire lo svuotamento per la manutenzione della rete.

Il rivestimento suggerito consente o crea condizioni favorevoli alla rapida crescita ed allo sviluppo della vegetazione, anche con tecniche di rinverdimento, consentendo di ottenere un ripristino naturale e contribuendo ulteriormente al consolidamento della parete rocciosa.

Non si prevedono particolari prescrizioni per l'area UMI 1 e/o per la manutenzione della sentieristica. Tuttavia la fruizione pubblica di tali aree potrà prevedersi a condizione che sia garantita la pubblica incolumità in relazione ai fenomeni geomorfologici rilevati.

L'intervento, nel suo complesso, comporta un miglioramento delle condizioni di stabilità del lotto. Ulteriori interventi, a corredo di quelli indicati, dovranno essere realizzati per intercettare e regimare le acque meteoriche. Nello specifico potrà essere previsto di realizzare delle opere di drenaggio in grado di intercettare ed allontanare verso gli impluvi posti a valle le acque di falda avendo cura comunque di regimare anche le acque di ruscellamento superficiale provenienti da monte compreso i manufatti.




Lucca, 30 Maggio 2022

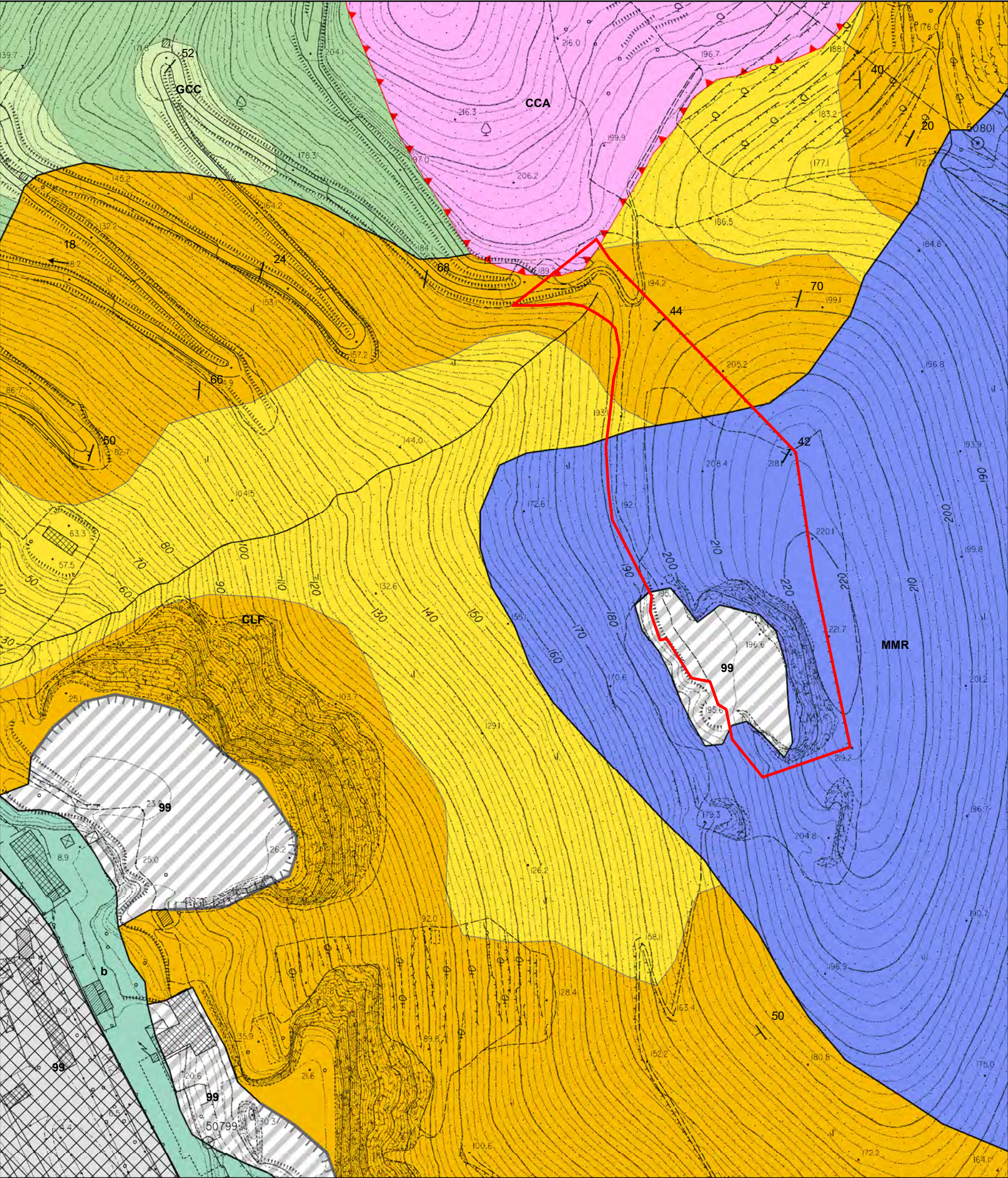
Studio di Geologia
Geol. Simone Stefani





	SISTEMA AMBIENTE S. GIULIANO TERME	Tav. n. 1
	Progetto unitario convenzionato - comparto 120 <i>(Art. 121 L.R. 65/2014)</i>	
Inquadramento dell'area oggetto di studio		1:2.000





SISTEMA AMBIENTE S. GIULIANO TERME

Progetto unitario convenzionato - comparto 120
(Art. 121 L.R. 65/2014)

Tav. n.
2

1:2.000

Sezione 273020 - San Giuliano Terme

(D.G.P.T.A. Servizio Geologico Regionale)

Simboli e elementi lineari

Contatto stratigrafico

Contatto tettonico per sovrascorrimento (i dentini sono rivolti verso la parte sovrascorsa) di primo ordine tra unità strutturali certo.

Forme fluviali

Traccia di alveo abbandonato

Forme e strutture antropiche

Struttura antropica che impedisce l'osservazione degli elementi geologici o che ha profondamente modificato le caratteristiche del terreno (vasta area urbanizzata)

Area di cava e superficie di sbancamento

Orlo d iscarpata antropica di cava

Depositi continentali quaternari

Terreni di riporto, bonifica per colmata - **h5**

Depositi alluvionali attuali - Sabbie e limi - **b**

Falda Toscana

Calcare Cavernoso - Calcari dolomitici e dolomie grigie brecciate con struttura a "cellette" e dolomie cariate Trias sup. - **CCA**

Unità toscane metamorfiche - Unità di Monte Serra - Unità di S. Maria del Giudice

Successioni mesozoiche e terziarie

Calcari a entrochi - Metacalcilutiti grigio chiaro e color avorio, con liste e noduli di selce. Localmente, al tetto della formazione, lenti di calcilutiti derivate da breccie poligeniche a elementi di calcilutiti, dolomie e radiolariti Titoniano sup. - Cretaceo inf. - **ENT**

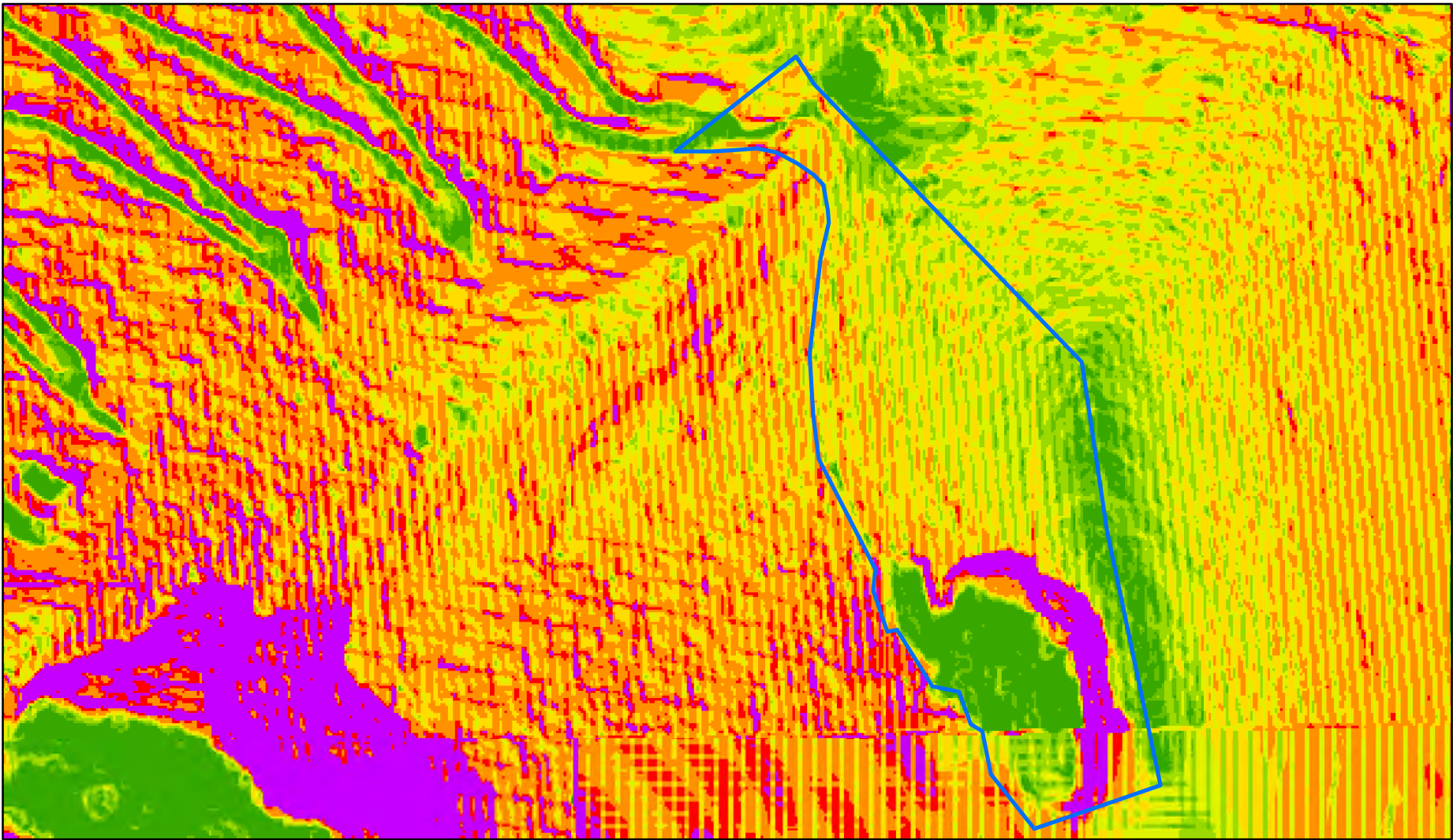
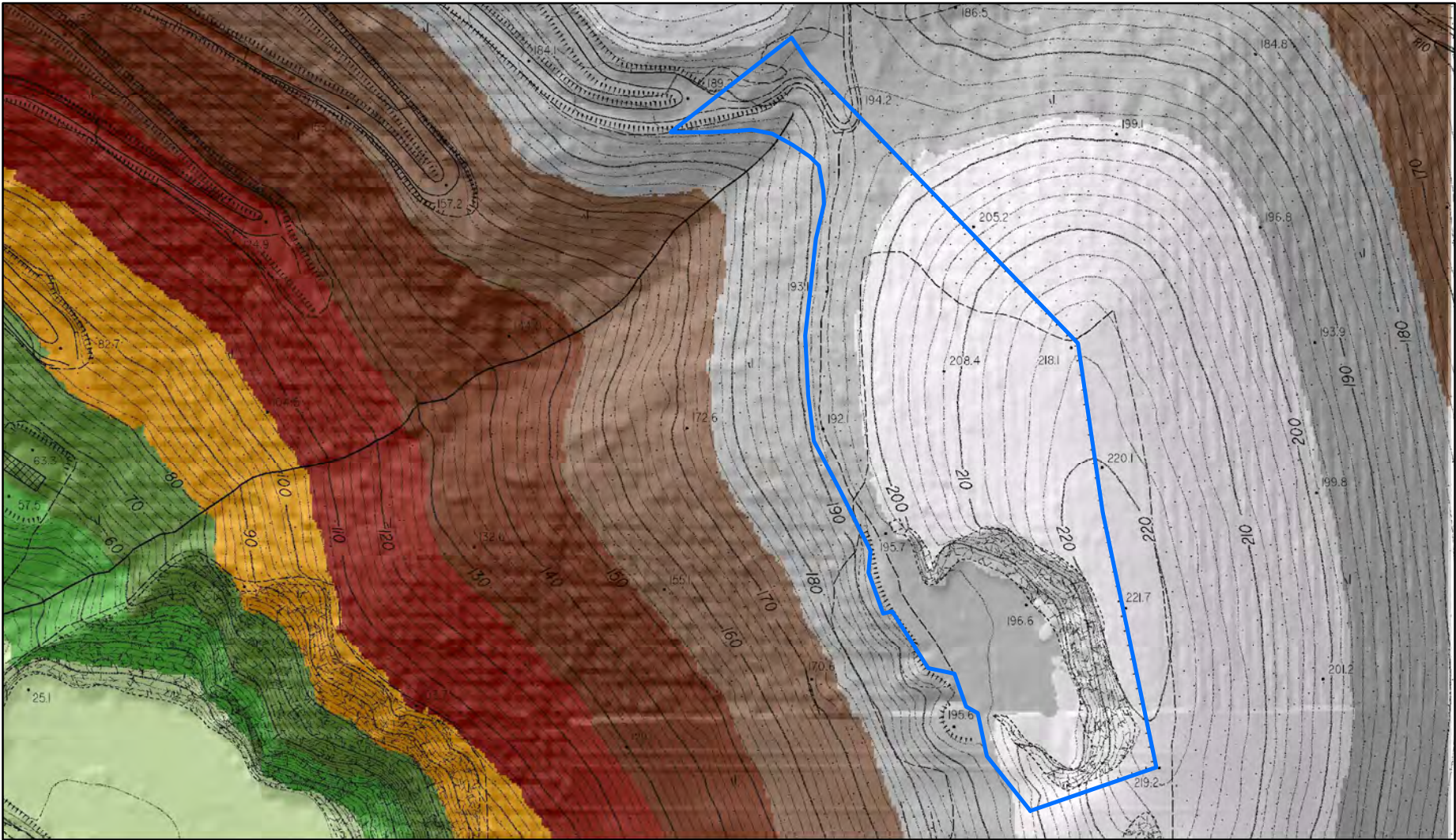
Basamento ercinico

Calcescisti - Calcescisti grigio - verdastri, a patina di alterazione marrone chiaro, con sottili intercalazioni di filladi carbonatiche Lias sup. - **GCC**

Calcari selciferi - metacalcilutiti grigio scure, con liste e noduli di selce e livelli di metacalcareniti, in strati di potenza variabile, spesso alternati con livelli più sottili di calcescisti e filladi carbonatiche grigio scure con tracce di pirite e ammoniti piritizzate Lias inf - ?medio - **CFL**

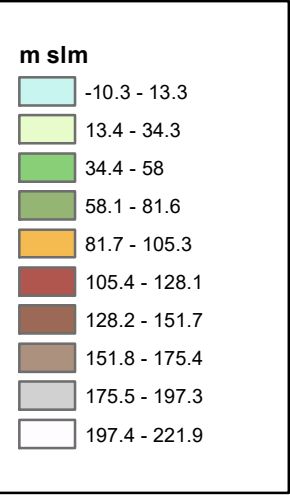
Calcari ceroidi - Marmi bianchi, grigi, e color avorio, con sottili livelli di marmi a muscovite e, più raramente, di calcescisti grigio-verdastri; localmente livelli di filladi carbonatiche, dolomie e marmi dolomitici. Breccie monogeniche metamorfiche a elementi da centimentrici a metrici Lias inf. - **MMR**

Area di studio



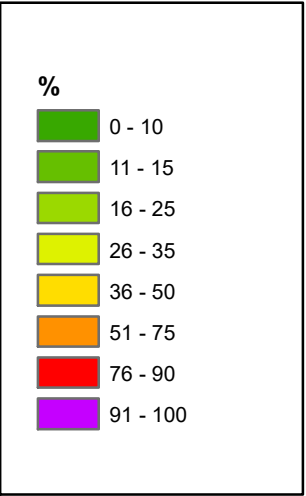
	SISTEMA AMBIENTE S. GIULIANO TERME	Tav. n. 3
	Progetto unitario convenzionato - comparto 120 <i>(Art. 121 L.R 65/2014)</i>	
Modello digitale del terreno (DTM) e acclività <i>(Dati LIDAR - Regione Toscana)</i>		1:2.000

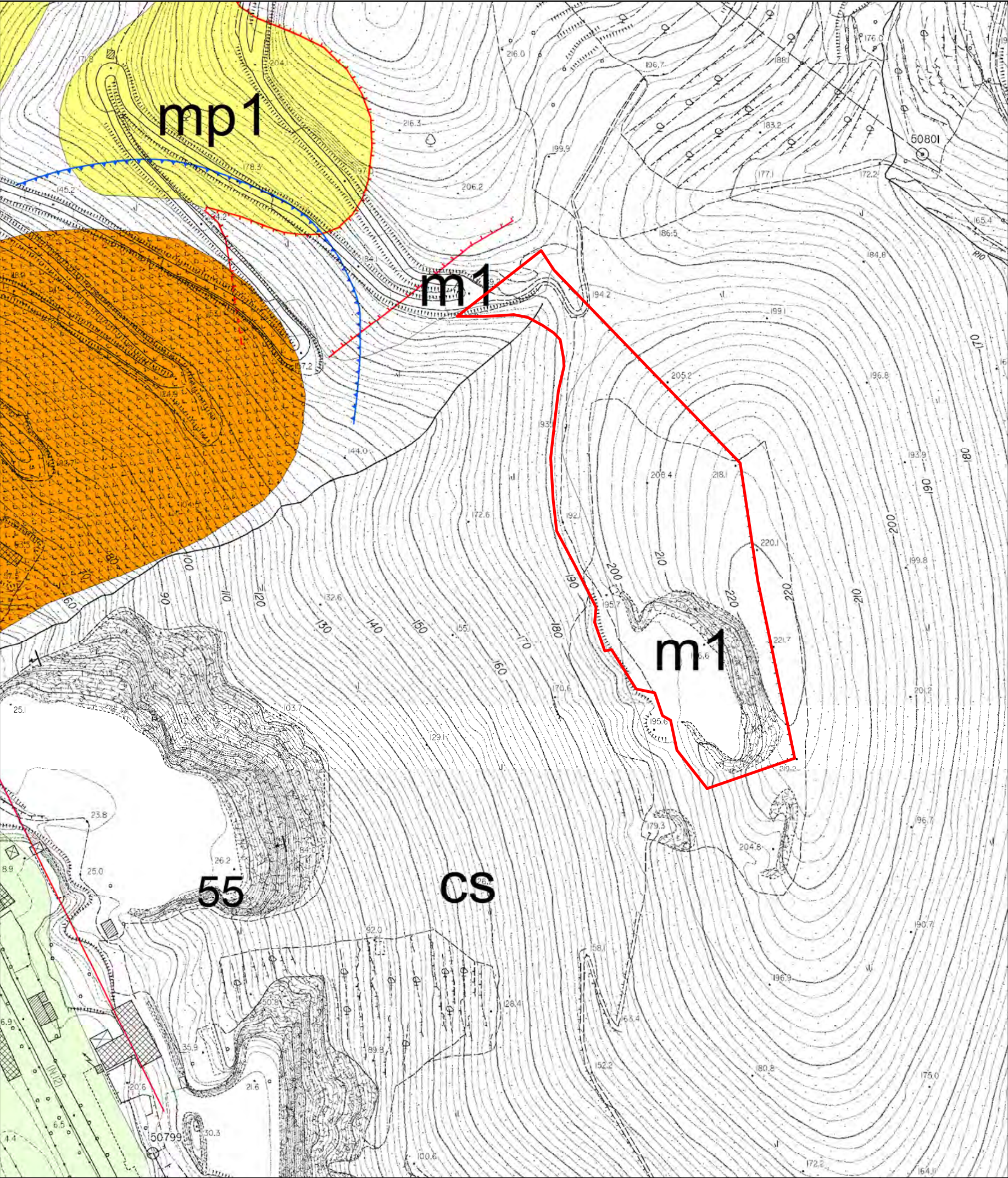
DTM (cella 1x1 m)




Area di studio

Acclività







SISTEMA AMBIENTE S. GIULIANO TERME

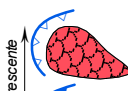
Progetto unitario convenzionato - comparto 120
(Art. 121 L.R 65/2014)

Tav. n.
4

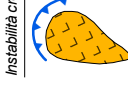
Carta della franosità del bacino del fiume Serchio
(PAI - Distretto appennino settentrionale)

1:2.000

AREE INSTABILI AD ALTA PERICOLOSITÀ




Frane attive: area di accumulo e nicchia di distacco
(Norma: art. 12)




Frane quiescenti: area di accumulo e nicchia di distacco
(Norma: art. 13)

AREE POTENZIALMENTE INSTABILI PER GRANDI MOVIMENTI DI MASSA




AREE POTENZIALMENTE FRANOSE PER CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

(Norma: art. 13)
(Norma: art. 14)
(Norma: art. 15)




AREE DI MEDIA STABILITÀ, con sporadici e locali indizi di instabilità e **AREE STABILI** con assenza di frane attive e quiescenti *(Norma: art. 15)*




AREE DI FONDOVALLE E/O PIANEGGIANTI, con eventuali problemi relativi alla capacità portante dei terreni ed ai cedimenti


SEGNI CONVENZIONALI




Limiti tra formazioni geologiche, certi; incerti




Faglie e faglie inverse; faglie presunte




Limiti di ricoprimento tra unità tettoniche




Paleovalvi (anno di rettifica)
1579




Strati contorti




Superficie di clivaggio o scistosità inclinata




Superficie di clivaggio o scistosità orizzontale




Superficie di clivaggio o scistosità verticale




Lineazione di estensione




Giacitura degli strati (direzione, immersione e inclinazione)




Strati orizzontali; strati verticali




Strati orizzontali e verticali a polarità sconosciuta




Strati rovesciati e loro giacitura




Strati a polarità sconosciuta




Asse di piega, asse di piega asimmetrica




Asse di piega orizzontale, asse di piega asimmetrica orizzontale




Sorgenti: a-regimate, b-non regimate, c-termali



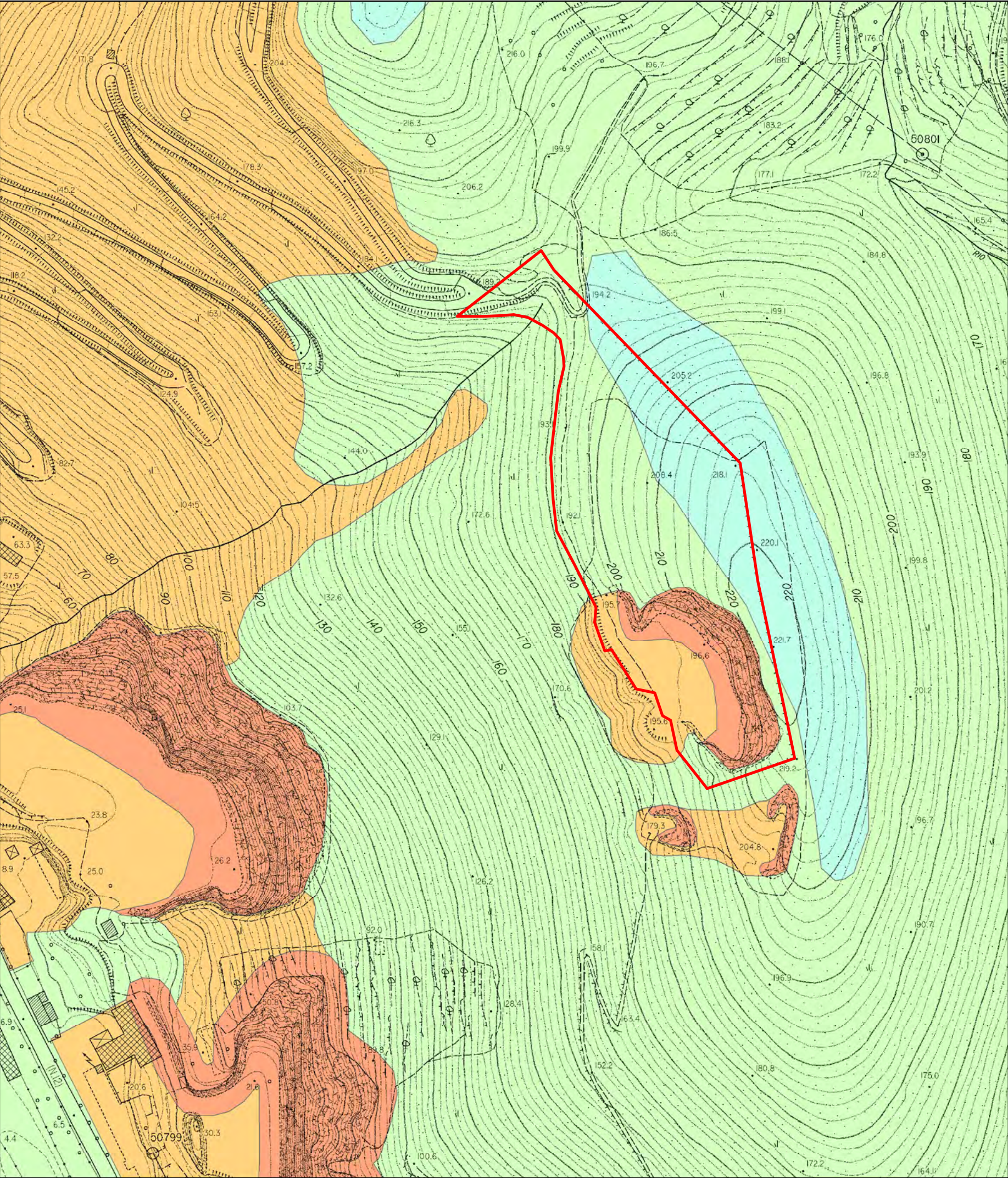
Risorgenze e stillicidi d'acqua



Limite di Bacino del Fiume Serchio



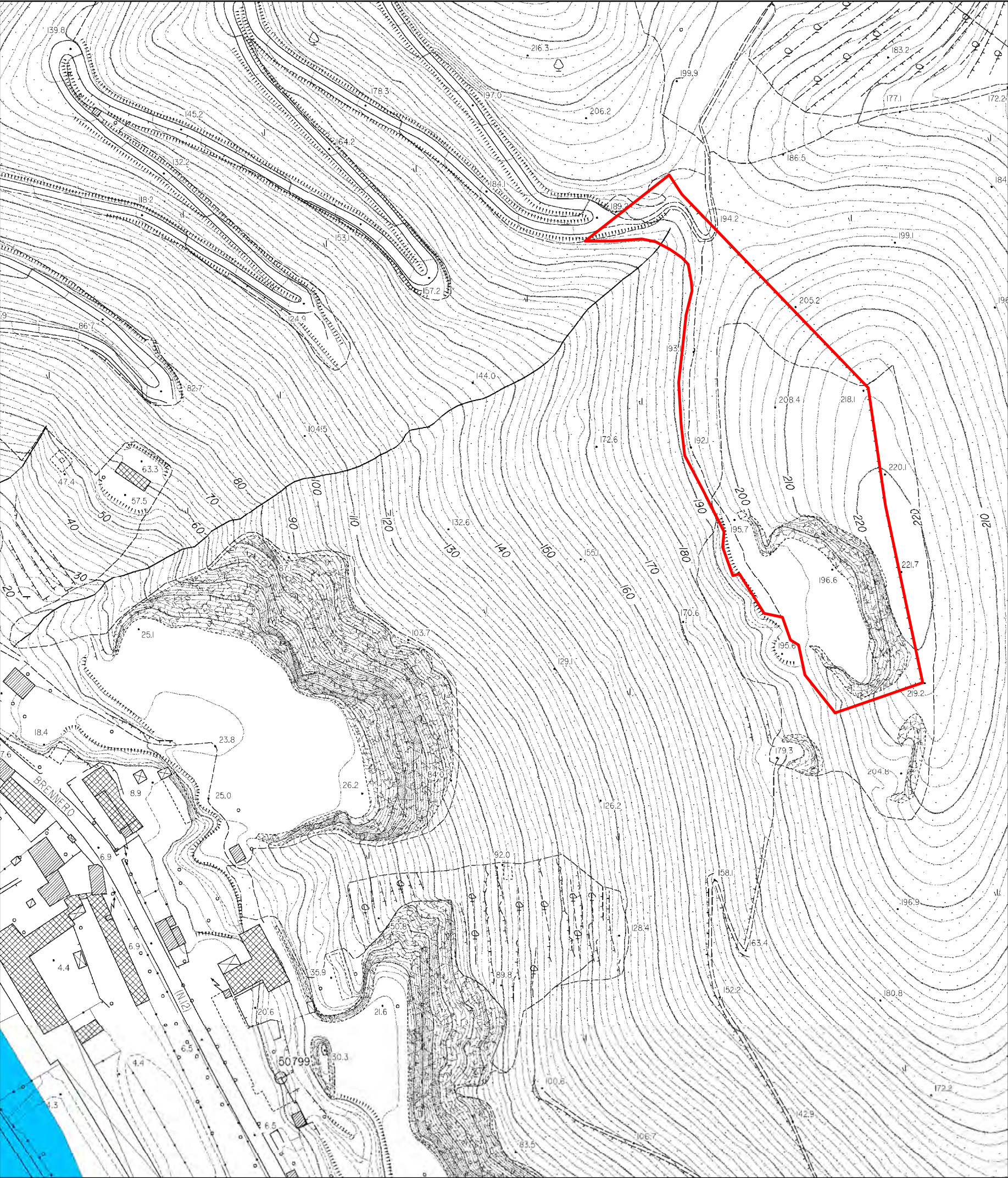
Area di studio



	SISTEMA AMBIENTE S. GIULIANO TERME	Tav. n. 5
	Progetto unitario convenzionato - comparto 120 <i>(Art. 121 L.R 65/2014)</i>	
Pericolosità geomorfologica ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R <i>(Piano Operativo Comunale - Comune di S. Giuliano Terme)</i>		1:2.000

CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N° 53/R

- G1 - Pericolosità geologica bassa
- G2 - Pericolosità geologica media
- G3 - Pericolosità geologica elevata
- G4 - Pericolosità geologica molto elevata
- Area di studio



	SISTEMA AMBIENTE S. GIULIANO TERME	Tav. n. 6
	Progetto unitario convenzionato - comparto 120 <i>(Art. 121 L.R 65/2014)</i>	
Pericolosità idraulica <i>Tratto da: "Piano di gestione del rischio da alluvioni del Distretto dell'Appennino Settentrionale"</i>		1:2.000

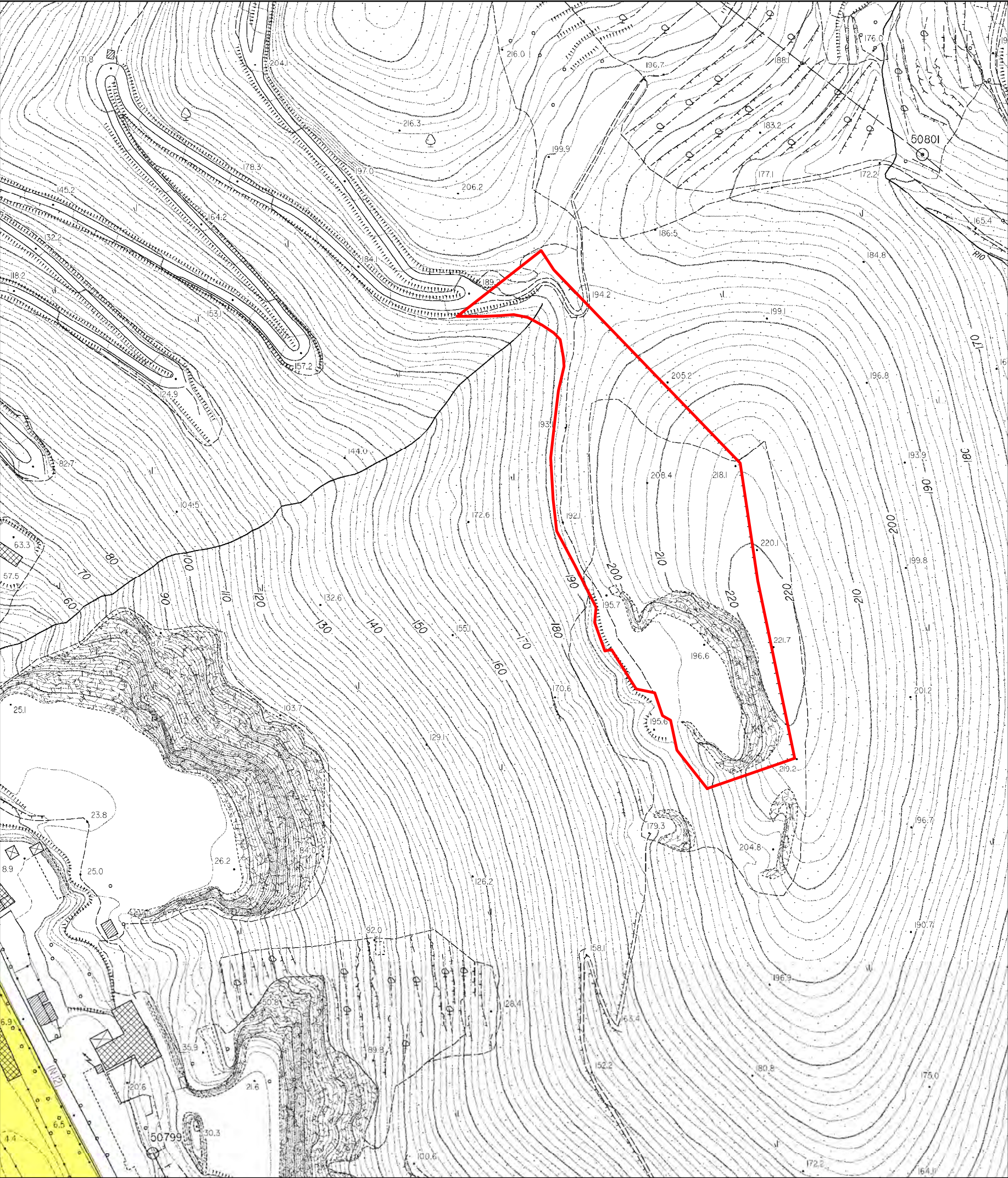
Pericolosità idraulica

P1

P2

P3

Area di studio



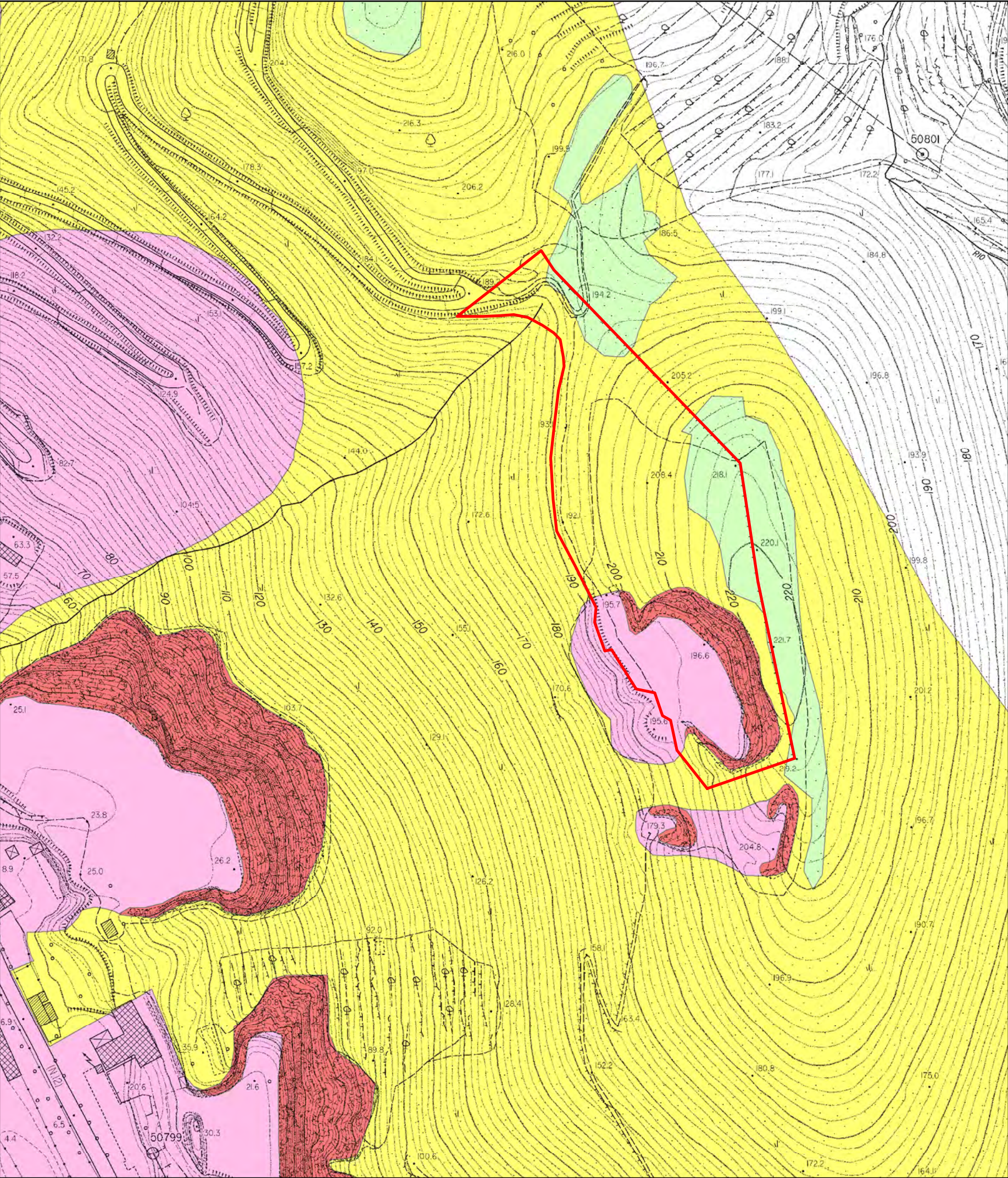
	SISTEMA AMBIENTE S. GIULIANO TERME	Tav. n. 7
	Progetto unitario convenzionato - comparto 120 <i>(Art. 121 L.R 65/2014)</i>	
Pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R <i>(Piano Operativo Comunale - Comune di S. Giuliano Terme)</i>		1:2.000

CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N° 53/R

I.2 - Pericolosità media





Aree interessate da allagamenti con 200 <Tr<= 500 anni. Da studio eseguito nel P.O.

Area di studio



	SISTEMA AMBIENTE S. GIULIANO TERME	Tav. n. 8
	Progetto unitario convenzionato - comparto 120 <i>(Art. 121 L.R 65/2014)</i>	
Pericolosità Sismica ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R <i>(Piano Operativo Comunale - Comune di S. Giuliano Terme)</i>		1:2.000

CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N° 53/R

-  **S.1** - Pericolosità sismica locale bassa
-  **S.2** - Pericolosità sismica locale media
-  **S.3** - Pericolosità sismica locale elevata
-  **S.4** - Pericolosità sismica locale molto elevata

 Area di studio