

COMMITTENTE:

COMUNE DI BORGIALLO

OGGETTO:

LAVORI DI MITIGAZIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO
NEL TERRITORIO COMUNALE - MISSIONE M2 -
COMPONENTE 4 - INVESTIMENTO 2.2
C.U.P. I17H22000580005 - C.I.G. A01219BE3F



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

LOCALITÀ DELL'INTERVENTO:

COMUNE DI BORGIALLO - VARIE LOCALITÀ

CODICE AREA:

GEO

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

N° ELABORATO:

001

ARCHIVIO:

6005

396

GEO

001

PFTE

00

SCALA:

-

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E DI CALCOLO

DATA:

Loranzè,
febbraio 2024

CONTROLLO QUALITÀ ELABORATI

			REDATTO	VERIFICATO	RIESAMINATO	APPROVATO	REV	DATA	NOTE
CODICE	AMBITO PROGETTUALE	RESPONSABILE D'AREA		RESP. AREA	COORDINATORE	RESP. PROG.	0	02/2024	EMISSIONE
ARC	ARCHITETTURA ED EDILIZIA	Arch. A. DEMARIA - Arch. M. DI PERNA	.	.	I.B.	G.O.	1	.	.
GEO	AMBIENTE E TERRITORIO	Geol. P. CAMBULI	L.F.	P.C.			2	.	.
DLV	DIREZIONE LAVORI	Dott. Ing. G. ODETTO	.	.			3	.	.
ENE	ENERGETICA	Ing. A. BREGOLIN	.	.			4	.	.
IDR	IDRAULICA	Ing. M. VERNETTI ROSINA	.	.			5	.	.
IEL	IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI	Dott. Ing. E. MERCADO	.	.			6	.	.
TFM	IMPIANTI TERMOFLUIDOMECCANICI	Ing. A. BREGOLIN	.	.			7	.	.
INF	INFRASTRUTTURE	Ing. A. VACCARONE	.	.			8	.	.
STR	STRUTTURE	Geom. F. TONINO	.	.			9	.	.
VVF	PREVENZIONE INCENDI	Ing. A. BREGOLIN	.	.			10	.	.
EXT	COLLABORATORI ESTERNI	.	.	.			11	.	.

PROGETTISTA:

Dott. Ing.
Gianluca ODETTO
N° 7269 J ALBO INGEGNERI
PROVINCIA DI TORINO

TIMBRO:



ALTRA FIGURA:

Dott. Geol.
Paolo CAMBULI
N° 850 ORDINE GEOLOGI
REGIONE PIEMONTE

TIMBRO:





Indice

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3	INTERVENTI IN PROGETTO: INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO	5
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	11
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGIA	15
5.1	Inquadramento geologico	15
5.2	Geomorfologia.....	19
5.3	Idrogeologia	22
5.4	Vincoli geomorfologici.....	23
5.5	Caratteristiche geotecniche del terreno di sedime	29
6	METODO E CODICE DI CALCOLO	33
7	DATI DELLA STRUTTURA, ZONIZZAZIONE SISMICA, VITA NOMINALE, CLASSE D'USO	36
8	CARATTERISTICHE E RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI UTILIZZATI	42
8.1	Calcestruzzo	42
8.1.1	Classe di esposizione ambientale	42
8.1.2	Classe di consistenza del calcestruzzo	46
8.1.3	Classe di contenuto in cloruri	46
8.1.4	Durabilità.....	48
8.2	Acciaio.....	49
8.2.1	Sensibilità alla corrosione delle armature	49
8.2.2	Scelta degli stati limite di fessurazione	50
8.3	Materiali utilizzati	51
8.3.1	Massi di cava	51
8.3.2	Calcestruzzo per utilizzo strutturale C28/35	51
8.3.3	Acciaio per opere in c.a.	52
9	AZIONI	53
9.1	Carichi permanenti strutturali	53
9.2	Carichi permanenti non strutturali	53
9.3	Carichi variabili.....	53
10	COMBINAZIONI DI CARICO	54
11	MODELLO DI CALCOLO GEOTECNICO E RISULTATI DELLE VERIFICHE	61



11.1	Scogliere in progetto	67
11.1.1	Intervento 1	67
11.1.2	Intervento 9	71
11.2	Muri in progetto	75
11.2.1	Intervento 9	75
11.2.3	Intervento 11	81
12	CONCLUSIONI	87

1 PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Borgiallo ha incaricato, con Det. n. 206 del 04/10/2023, il sottoscritto Dott. Ing. Gianluca ODETTO, in qualità di rappresentante dello Studio SERTEC srl con sede legale in Strada Provinciale 222, n. 31 – 10010 Lorzane (TO), della redazione del progetto per la realizzazione di *“LAVORI DI MITIGAZIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO NEL TERRITORIO COMUNALE - MISSIONE M2 - COMPONENTE 4 - INVESTIMENTO 2.2 C.U.P. I17H22000580005 - C.I.G. A01219BE3F”*.

Il presente progetto, che costituisce il grado fattibilità tecnica ed economica ai sensi dell'art. 41 comma 6 del D.lgs. n. 36 del 31/03/2023: a) individua, tra più soluzioni possibili, quella che esprime il rapporto migliore tra costi e benefici per la collettività in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e alle prestazioni da fornire; b) contiene i necessari richiami all'eventuale uso di metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni; c) sviluppa, nel rispetto del quadro delle necessità, tutte le indagini e gli studi necessari per la definizione degli aspetti di cui al comma; d) individua le caratteristiche dimensionali, tipologiche, funzionali e tecno-logiche dei lavori da realizzare, compresa la scelta in merito alla possibile suddivisione in lotti funzionali; e) consente, ove necessario, l'avvio della procedura espropriativa; f) contiene tutti gli elementi necessari per il rilascio delle autorizzazioni e approvazioni prescritte; g) contiene il piano preliminare di manutenzione dell'opera e delle sue parti.

Dopo un breve inquadramento topografico e vincolistico dell'area oggetto di intervento, verranno presentate le verifiche geotecniche e strutturali delle opere di sostegno in progetto.



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 Testo Unitario – “Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018”;
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7” Istruzioni per l'applicazione dell' «Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27.07.2007;
- R.D. 3267/23;
- L.R. 45/1989 – “Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici”;
- D.M. 11 Marzo 1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle fondazioni”;
- Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24 Settembre 1988 “Istruzioni relative alla norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle fondazioni”;
- Legge n° 64 del 02/02/1974 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. del 24/01/1986 – “Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche”;
- D.M. del 16/01/1996 – “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;
- Circolare n° 65 del 10/04/1997 – “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. del 16/01/1996”.

Conformemente a quanto previsto dal paragrafo 12 del D.M 17/01/2018 si sono considerati anche i seguenti riferimenti tecnici che si intendono coerenti con i principi del D.M. stesso:

- EUROCODICE 7 – “Progettazione geotecnica”;
- EUROCODICE 8 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica” e appendice nazionale.

3 INTERVENTI IN PROGETTO: INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Gli interventi sono ubicati nel comune di Borgiallo (TO), un comune a nord di Torino. Più precisamente essi riguardano la strada SP 45 Via Cuorgnè in località Pianezze, la strada SP 45 via Colletterto nel pieno centro abitato, la strada privata via Santa Elisabetta e la Strada Antica delle Vigne in località Cà Perefol rispettivamente a nord e a sud del concentrico.

Viene dato il seguente riscontro cartografico in mappa baricentrico all'area interessata dagli interventi:

CTR 10000	113160 – 114130		
Coordinate Cartografiche		Latitudine	5030096.523 N
		Longitudine	395848.578 E
Coordinate Geografiche	UTM WGS84	Latitudine	45.416633°N
		Longitudine	45.416633° E
Altitudine			540 m s.l.m.

Si riportano di seguito delle immagini di inquadramento territoriale.

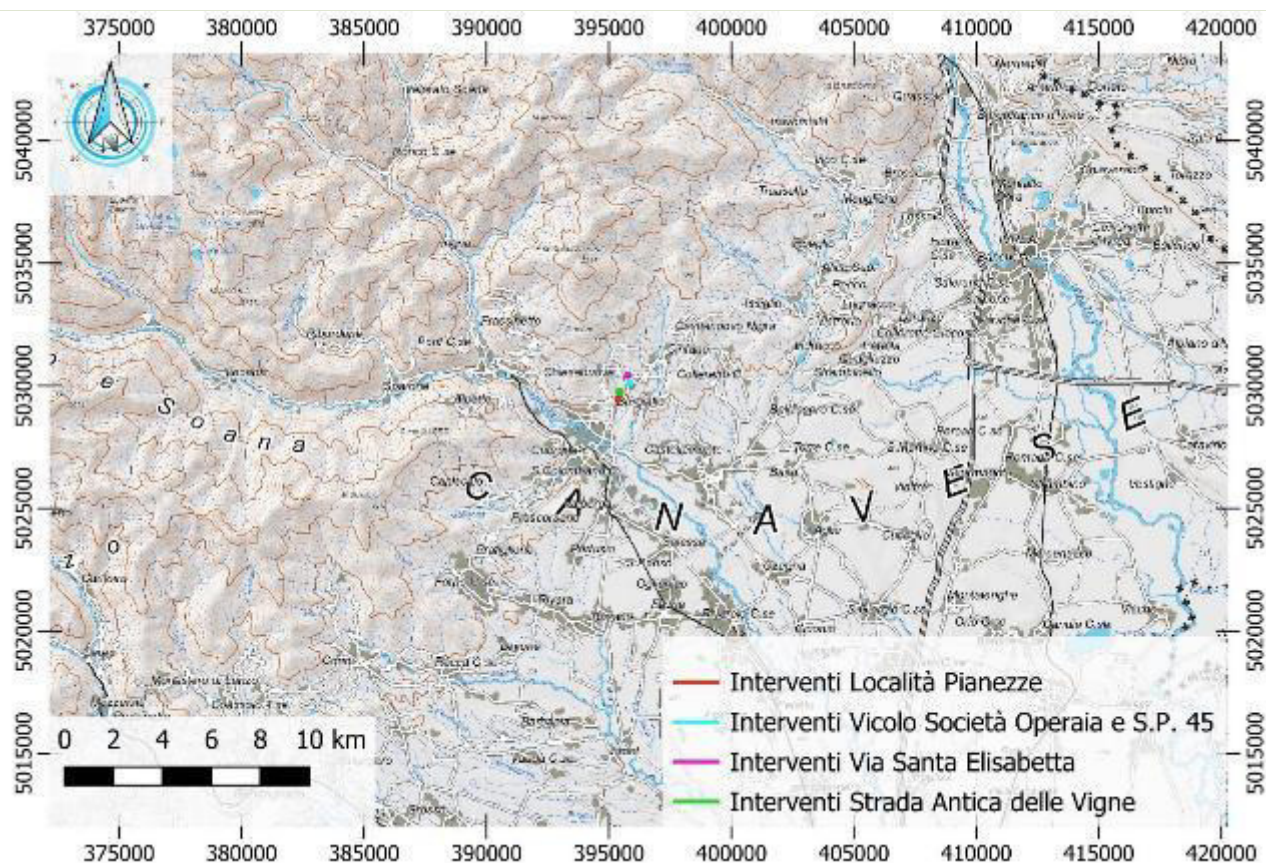


Figura 1: Inquadramento geografico su sfondo 250k.

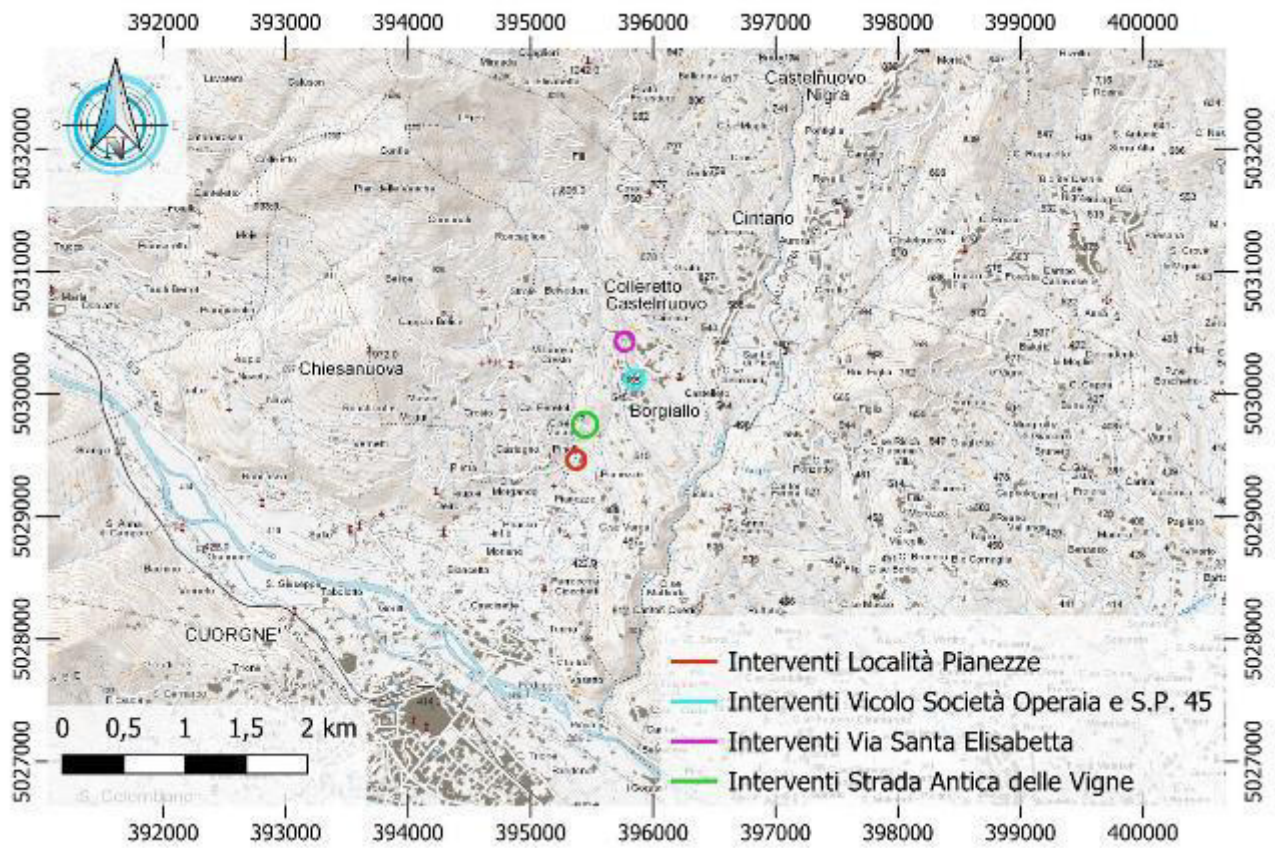


Figura 2: Inquadramento geografico su sfondo 50k.

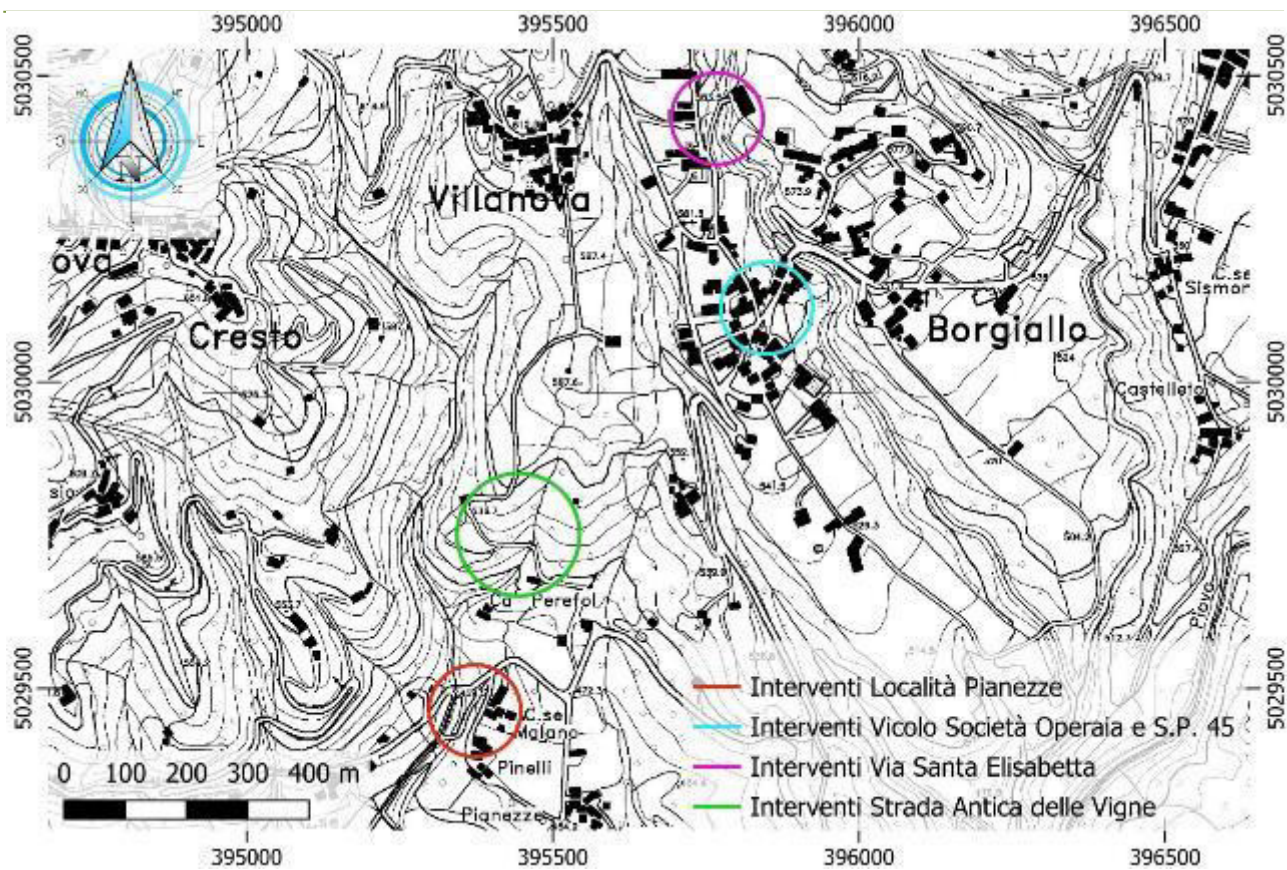


Figura 3: Inquadramento CTR 113160 – 114130 (scala 1:10000).

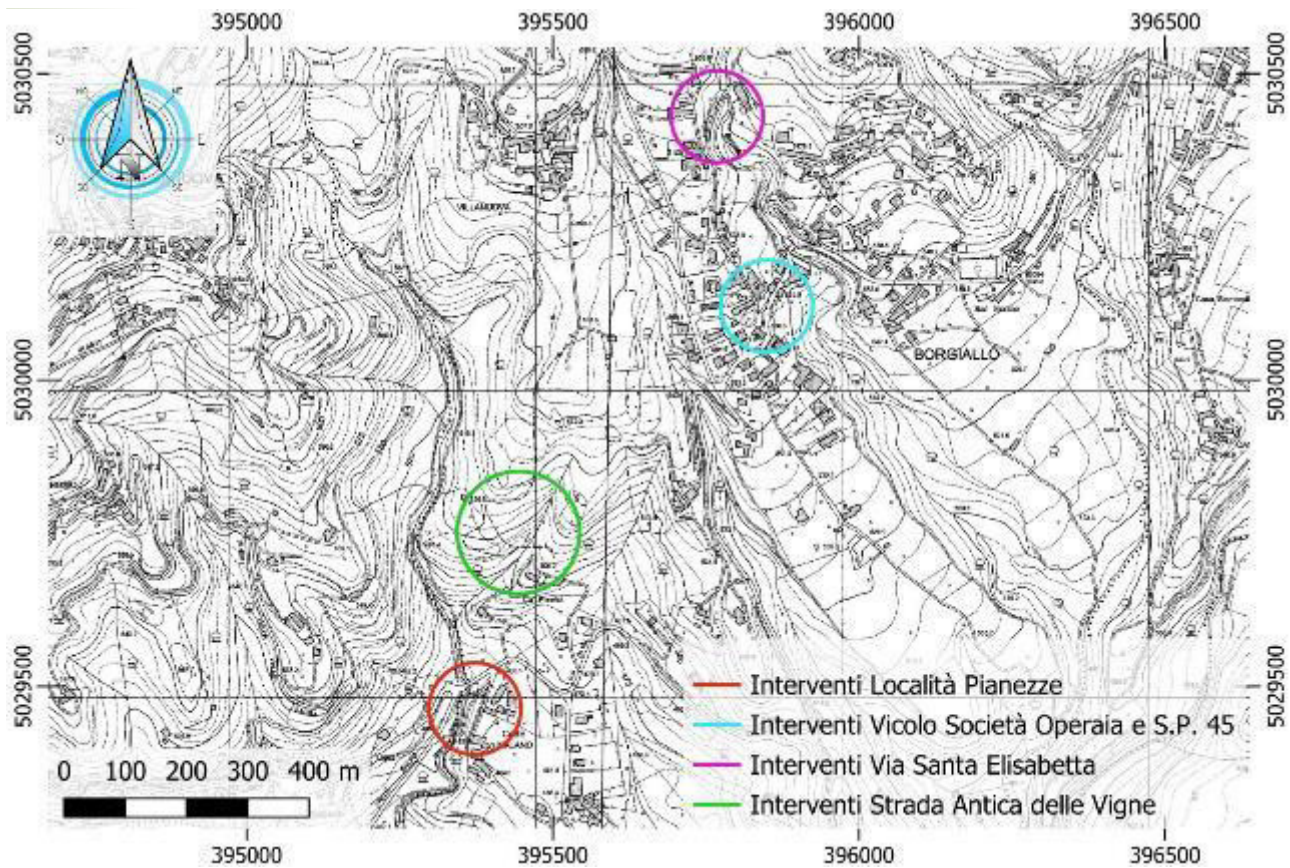


Figura 4: Intervento su CTP (scala 1:10000).

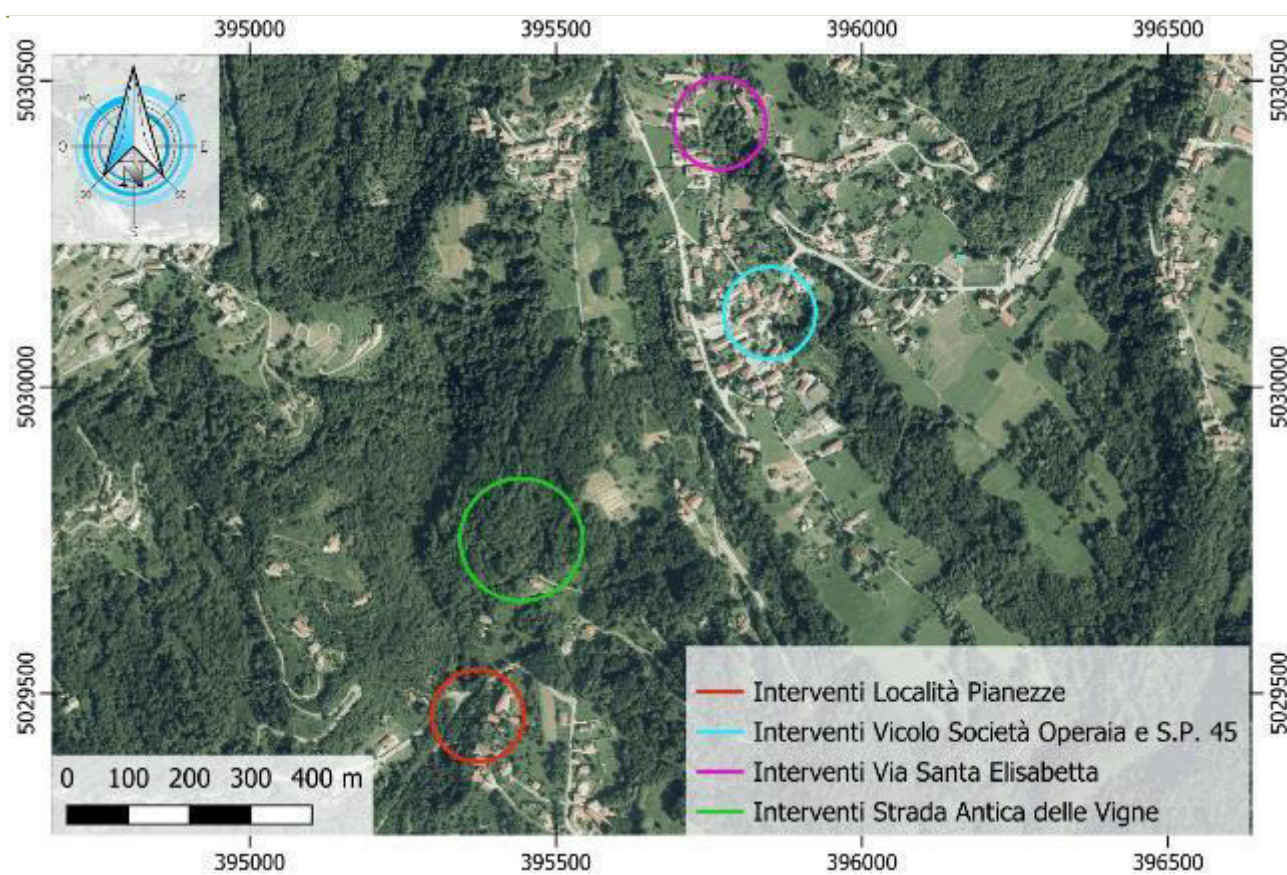


Figura 5: Inquadramento su Ortofoto AGEA 2018.

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il presente progetto riguarda i lavori di mitigazione dal rischio idrogeologico nel comune di Borgiallo. Date le criticità alle quali è soggetta quest'area la progettazione è finalizzata al ripristino di strutture esistenti e alla realizzazione di nuove opere relative ad alcune località dislocate nel presente comune.

In particolare le lavorazioni previste possono essere suddivise per intervento in base al luogo di interesse sul quale ricadono i lavori:

1) Interventi in Località Pianezze:

- Intervento 1: realizzazione scogliera di controripa in massi a secco L=87 m ed h variabile previa demolizione muro in massi a secco esistente, successivo rinterro a tergo dell'opera con materiale proveniente dagli scavi opportunamente vagliato. L'opera dovrà necessariamente essere realizzata con finitura estetica a vista di elevato pregio e giunti a secco.

Realizzazione alla base della scogliera in progetto di cunetta in cls armato L= 87 m.

Posa di nuovo pozzetto d'ispezione in cls prefabbricato con griglia in ghisa sferoidale classe D400 a monte dell'attraversamento esistente previa pulitura tramite getto ad alta pressione dell'attraversamento stesso.

Sistemazione viabilità bitumata esistente mediante pulizia tramite getto di acqua ad alta pressione, risucchio del materiale in esubero e spazzolatura del sedime stradale. Successiva stesa di emulsione bituminosa e strato di binder sp. 4 cm per un'area complessiva di 750 m².

- Intervento 2: ripristino parapetto esistente in pietrame e malta bordo strada sp 50 cm con finitura a vista L = 56 m, posa di n. 11 barre in acciaio disposte a quinconce (passo 50 cm, $\varnothing=24\text{mm}$) per ancoraggio al muro di sottoscarpa esistente e riempimento dei vuoti con malta. Posa di copertina in pietra Luserna con effetto naturale sp. 8 cm, previa levigatura e bisellatura dei 4 spigoli eseguita in laboratorio e formazione di gocciolatoio da ambo i lati.

- Intervento 3: realizzazione, all'interno del Rio della Rapina, di sottomurazione in cls per le spalle del ponte esistente e del muro in c.a. di valle esistente esposte all'acqua a seguito dell'abbassamento del fondo alveo dovuto a fenomeni erosivi $L_{tot} = 35$ m.

Successiva realizzazione di soglia in massi di cementati L = 35 m a valle del ponte.



Le due lavorazioni richiedono l'accesso in alveo dei mezzi per il quale è prevista la realizzazione in sponda destra dell'alveo di una pista di cantiere provvisoria che verrà smantellata al termine dei lavori il cui accesso avviene direttamente dalla SP 45. Inoltre è richiesta a monte dell'area oggetto di intervento la formazione di savanelle in terra provvisorie all'interno dell'alveo per la deviazione del flusso idrico e in modo tale da garantire la continuità idraulica del rio durante l'esecuzione dei lavori.

2) Interventi Vicolo Società Operaia:

- Intervento 4: Rimozione parapetto esistente, rifacimento cordolo in c.a. dim. 30x30 cm L = 30 m e posa di nuova barriera in acciaio tritubi L = 30 m.
- Intervento 5: Risanamento muro di controripa in pietrame e malta esistente mediante spicconatura dell'intonaco fatiscente, esecuzione di doppia sabbiatura per la pulizia dello stesso e ripristino dei giunti al fine di esaltare la struttura in pietrame sottostante e rendere visivamente più gradevole la struttura data la posizione centrale del luogo di intervento nel concentrico. In testa al muro è previsto il rifacimento del cordolo in c.a. dim. 50x20cm L = 25 m, con annesso gocciolatoio; successivamente la posa sul nuovo cordolo di recinzione metallica di colore verde L = 25.
- Intervento 6: Posa sopra muro in c.a. esistente di copertina in pietra Luserna con effetto naturale sp. 8 cm L = 20 m, previa levigatura e bisellatura dei 4 spigoli eseguita in laboratorio e formazione di gocciolatoio lato murales piazza.
- Intervento 7: posa di ringhiera parapetto tipo alla piemontese in acciaio zincato e verniciato L = 6 m su muro in pietrame esistente.

3) Interventi Via Colletterto S.P. 45:

- Intervento 8: Rimozione recinzione esistente e realizzazione banchettone in c.a. suddiviso in due tratti discontinui L = 32 + 25 m. Posa di nuova barriera stradale di sicurezza certificata CE classe H2 bordo ponte in legno acciaio Margaritelli. Successivi ripristini stradali nell'area oggetto di intervento e rifacimento segnaletica orizzontale.

4) Interventi Via Santa Elisabetta:

- Intervento 9: Allargamento rampa lato valle previa demolizione muro esistente e successiva realizzazione di muro di sottoscarpa in c.a. L = 20 m, successiva posa di tessuto geo tessuto impermeabilizzante e rinterro a tergo del muro con materiale in ciottoli drenante. Posa di drenaggi orizzontali disposti a quinconce lungo l'elevazione del muro stesso (barbacani). Posa di ringhiera parapetto in tritubi in testa al muro in progetto in raccordo con l'esistente L = 20 m e successiva verniciatura.
A valle della strada esecuzione di scogliera in massi di cava a secco L = 25 m e successiva posa di barriera stradale di sicurezza certificata CE classe H2 bordo ponte in legno acciaio Margaritelli poggiante su cordolo in c.a. gettato in opera dim. 80x20 cm.
Successivi ripristini stradali nell'area oggetto di intervento.
- Intervento 10: rimozione staccionata in legno bordo strada e demolizione cordolo in c.a. su muro esistente. Posa di nuova barriera stradale di sicurezza certificata CE classe H2 bordo ponte in legno acciaio Margaritelli previa realizzazione cordolo di sostegno in c.a. 80x40 cm. Successivi ripristini stradali nell'area oggetto di intervento.
- Intervento 11: demolizione del muro di contenimento di sottoscarpa esistente e della gradinata. Rifacimento tratto di muratura di contenimento di sottoscarpa in c.a. L = 49 m e di nuova gradinata in cemento armato gettato in opera. A tergo si prevede drenaggio in ciottoli con geotessuto e barbacani nel muro. Successivo ripristino della pavimentazione sterrata con materiale anidro per il tratto stradale interessato. Posa di nuovi parapetti stradali in acciaio tritubi L = 52 m e di ringhiera in acciaio zincato per gradinata.
- Intervento 12: sistemazione canaletta in terra esistente e realizzazione cunetta in cls L = 27 m con posa di rete elettrosaldata $\phi = 8$ mm maglia 15x15 cm. Rimozione canalette e griglie per la regimazione acque esistenti, pulizia scarichi ed installazione di nuove prefabbricate con griglia carrabile classe D400. Posa in opera di tubazione in PVC mezzi tubi L = 27 m per scolo acque meteoriche su versante.



5) Interventi Strada Antica delle Vigne:

- Intervento 12: sistemazione canaletta in terra esistente Realizzazione cunetta in cls L = 27 m sp 10 cm con posa di rete elettrosaldata $\phi = 8$ mm maglia 15x15 cm. Rimozione canalette e griglie per la regimazione acque esistenti, pulizia scarichi ed installazione di nuove prefabbricate con griglia carrabile classe D400. Posa in opera di tubazione in PVC, L = 27 m per scolo acque meteoriche su versante e canaletta in mezzi tubi metallici, L = 25 m al fine di convogliare le acque nel torrente Toa.

6) Interventi Località varie:

- Intervento 14: Rimozione canalette e griglie per la regimazione acque esistenti, pulizia scarichi ed installazione di nuove prefabbricate con griglia carrabile classe D400.
- Intervento 15: Messa in quota di chiusini e caditoie, in aggiunta a sistemazioni varie.

Oggetto della presente relazione sono le verifiche geotecniche e il dimensionamento strutturale delle opere di sostegno quali muri e scogliere relativi agli interventi 1 – 9 – 11. Date le modeste entità dell'intervento 13 non si ritiene necessaria la verifica di tali opere di sostegno

Nelle tavole grafiche di progetto sono esaurientemente rappresentate le caratteristiche progettuali delle opere descritte nella presente relazione.

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGIA

5.1 Inquadramento geologico

A scala generale, l'area oggetto dello studio, ricade all'interno delle litologie formatesi nel Quaternario. Più precisamente, consultando la Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 essa ricade all'interno della seguente litologia:

- q : Diluvium antico.

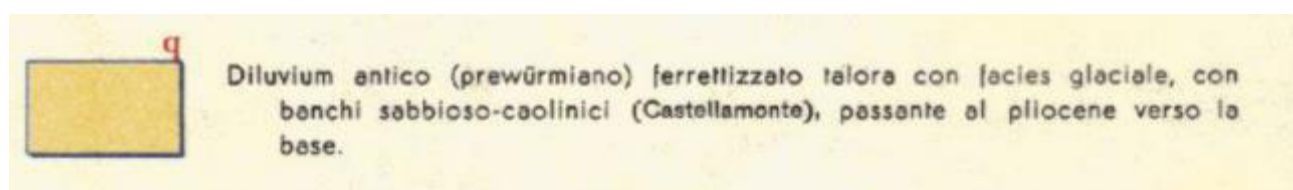
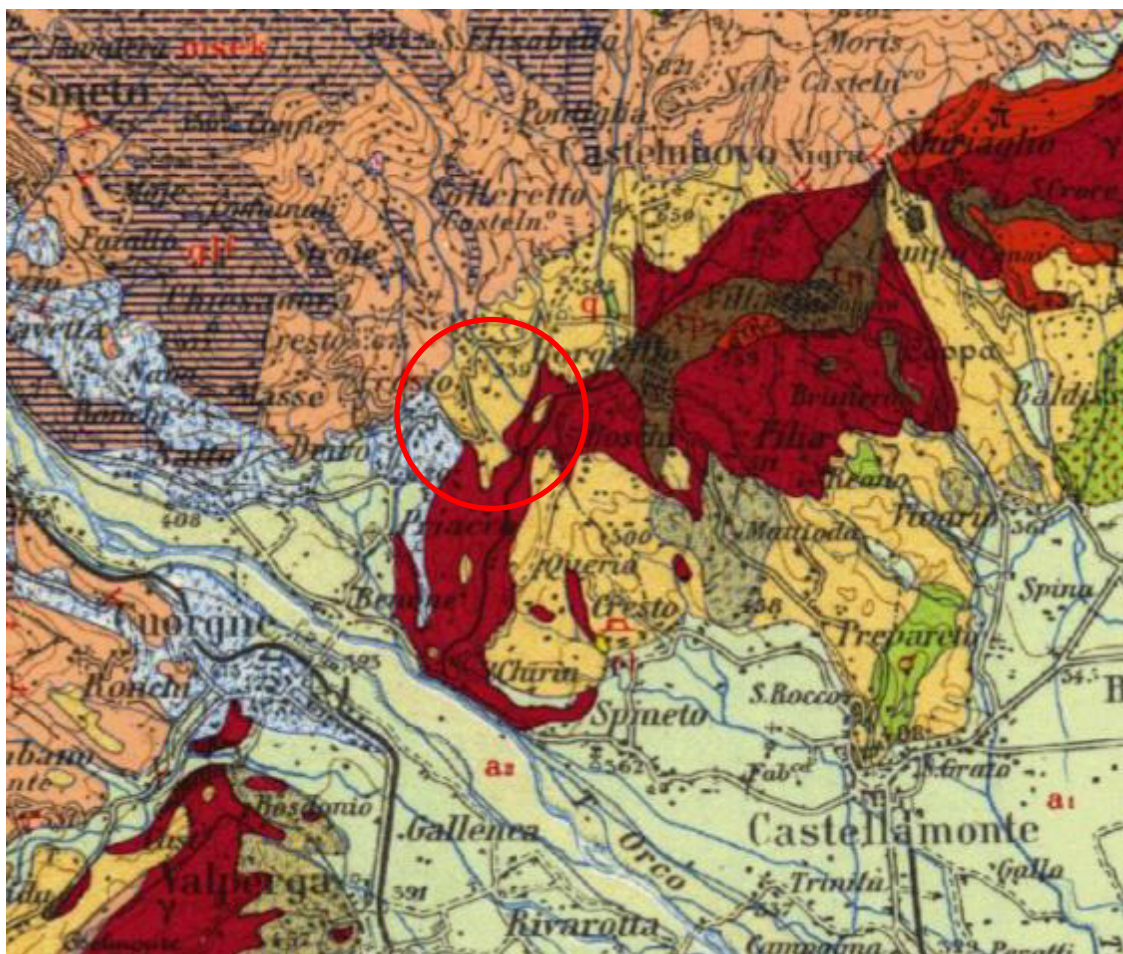


Figura 6: Estratto cartografico della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 con relativa legenda – circonscritta in rosso l'area di intervento.



Come riportato nella relazione geologica messa a disposizione dal comune di Borgiallo: Nell'area sono presenti le sequenze metamorfiche di alto grado della Zona Sesia-Lanzo e quelle di grado basso della Zona del Canavese: il contatto tra le due è evidenziato dalla Linea del Canavese, discontinuità a scala regionale che ha andamento NNE-SSW e giacitura all'incirca verticale.

Nella parte alta dell'area (da quota 1300 m circa) si ha una buona percentuale di affioramento, mentre nelle parti più basse il substrato roccioso affiora solo in modo discontinuo e le coperture quaternarie sono prevalenti.

I terreni quaternari sono formati da depositi di tipo glaciale, fluviale e fluvioglaciale in cui il grado di alterazione e i rapporti geometrici permettono di distinguere due complessi principali riferibili al Pleistocene (Complesso A e complesso B, ulteriormente suddivisibile in B1 e B2). I depositi olocenici-attuali sono rappresentati da coltri eluvio- colluviale estese a tutto il territorio, da depositi glaciali e detritici predominanti nella parte alta, e da depositi fluviali talora organizzati in conoidi nella parte medio-bassa

Dalla relazione geologica del comune di Borgiallo e dalle mappe geologiche associate al PRGC gli interventi si trovano nel: Complesso dei Micascisti Eclogitici. Esso è rappresentato da micascisti, costituiti da quarzo, mica bianca (fengite e paragonite), granato, glaucofane, giadeite, epidoti e rutile, con lenti o boudins di eclogiti s.s., eclogiti glaucofaniche, glaucofaniti eclogitiche parzialmente retrocesse, marmi, calcemicascisti, metagranitoidi, metagabbri e filoni aplitici. Il substrato è solo parzialmente affiorante, soprattutto nell'alveo attivo ed alla base delle sponde, localmente anche sulle sponde, tendenzialmente risulta obliterato da una copertura detritico - colluviale ed eluvi -colluviale legata al processo di alterazione, degradazione del substrato roccioso e degli altri depositi quaternari.

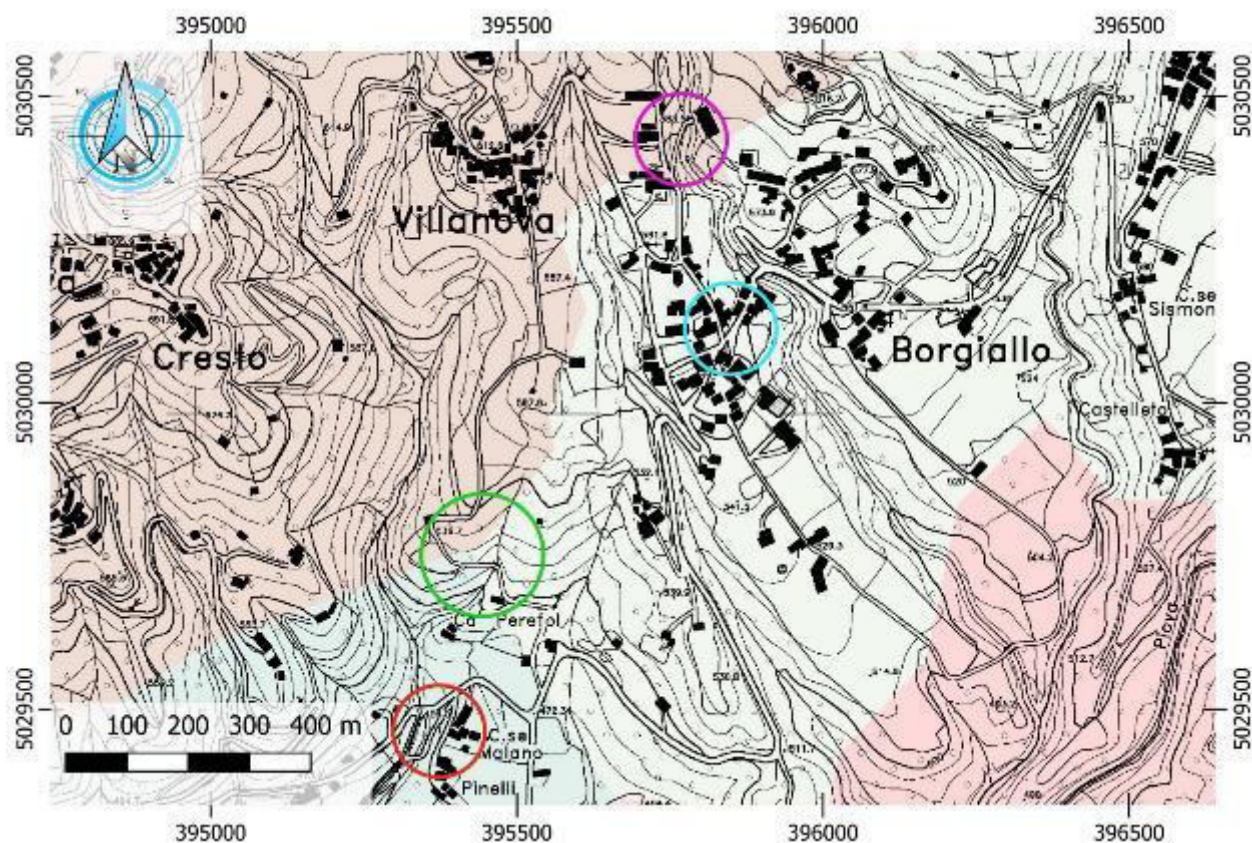
<i>Tabella 1: Copertura Detritico-Colluviale ed Eluvio-Colluviale</i>	
Distribuzione	Diffusa su tutto il territorio comunale
Litotipo	La frazione detritica è costituita da ciottoli, massi e subordinati blocchi con basso grado di arrotondamento e sfericità, immersi in una matrice a composizione prevalentemente ghiaiosa-sabbiosa-limosa.
Potenza	La potenza varia da pochi decimetri a 3-4 metri
Genesi	Mista detritico-colluviale ed eluvio-colluviale legata ai processi di alterazione, degradazione del substrato roccioso e degli altri depositi quaternari.
Rapporti con altri Complessi	Riveste tutti gli altri depositi.
Collocazione cronologica	Non esistono elementi di datazione diretta; i rapporti con gli altri depositi indicano un'età tardo olocenica-attuale.

<i>Tabella 6: Zona Sesia-Lanzo</i>	
Ubicazione	Queste rocce affiorano lungo tutto il versante dall'abitato di Borgiallo fino alle quote più alte.
Litotipo	Micascisti eclogitici localmente milonitizzati.

Tabella 1 – Caratteristiche dei terreni – relazione geologica comune Borgiallo.

Quanto esposto prima viene confermato nell'estratto cartografico della carta litologica-giacimentologica in Figura 7, dove risultano essere presenti nell'area di intervento 1 *"Depositi morenici generalmente non alterati"*, nell'area di intervento 2 *"Alluvioni fluvio-glaciali ghiaiose e ciottolose, talora con grossi trovanti alterate in terreni argillosi (ferretto)"* e nell'area di intervento 3 *"Micascisti, micascisti gneissici, micascisti quarziticci, micascisti filladici"*.

Tuttavia dalla documentazione fotografica e trattandosi di un area di *versante montano*, superficialmente i terreni presenti nell'area d'intervento corrispondono a un deposito detritico costituito da ciottoli, massi e subordinati blocchi con basso grado di arrotondamento e sfericità, immersi in una matrice a composizione prevalentemente ghiaiosa-sabbiosa-limosa.



Alluvioni fluvio-glaciali ghiaiose e ciottolose, talora con grossi trovanti alterate in terreni argillosi (ferretto)

Depositi morenici generalmente non alterati

Micasisti, micasisti gneissici, micasisti quarzitici, micasisti filladici

Figura 7: Estratto cartografico della carta litologica-giacimentologica – indicate le aree di intervento.

5.2 Geomorfologia

Come riportato nella relazione geologica messa a disposizione dal comune di Borgiallo: *Il territorio del Comune di Borgiallo si estende nella parte terminale della Valle Orco nel bacino del Torrente Piova, in un ambiente in cui i processi genetici erosionali e deposizionali legati alle varie fasi di espansione glaciale e ai seguenti periodi interglaciali sono variamente sovrapposti e hanno dato origine a diversi tipi di forme.*

Alle quote più elevate del territorio si riconoscono diverse forme glaciali, tra cui ad esempio accumuli morenici e circhi glaciali.

Su tutte queste forme ha agito successivamente il modellamento legato alla dinamica dei versanti (frane), che si manifesta in due modi differenti:

1 nelle parti più elevate si distinguono dei grossi movimenti gravitativi, identificabili come lenti colamenti interessanti il substrato (generalmente poco alterato) (DGPV);

2 parallelamente sono riconoscibili un po' dovunque nel territorio fenomeni franosi coinvolgenti la coltre detritica superficiale, che si esplicano secondo movimenti di colamento o di scivolamento rotazionale, o spesso come combinazione dei due, e che sono caratterizzati da elevate velocità e generalmente coinvolgono terreni alterati (argillificati).

Dalla carta altimetrica è possibile evidenziare come gli interventi si trovino in un settore caratterizzato dalla presenza dei depositi fluivo glaciali e della coltre detritica sviluppata, con altezza tra 450 m e 600 m.

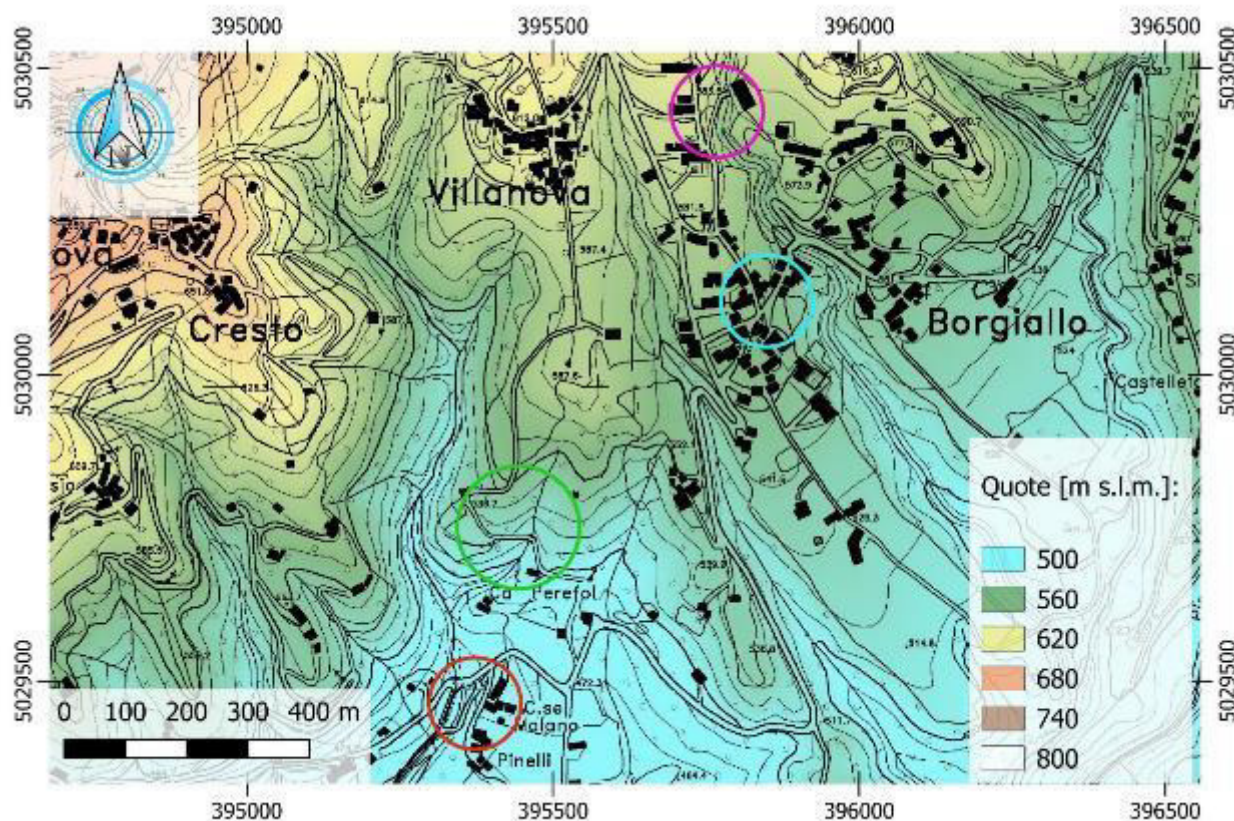


Figura 8: Estratto cartografico della carta delle elevazioni – indicate le aree di intervento.

La carta delle pendenze in Figura 9 evidenzia come i settori studiati presentino un'acclività elevata dei versanti in prossimità degli impluvi principali.

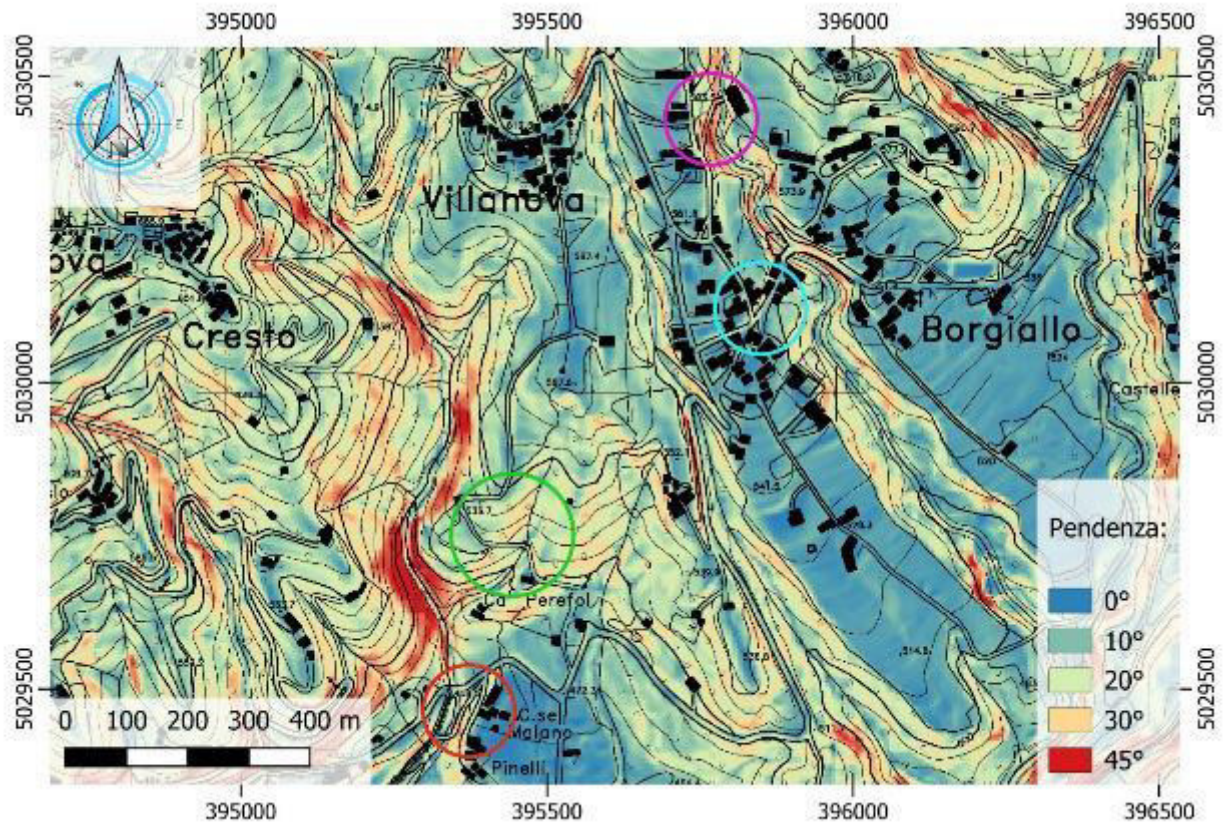


Figura 9: Estratto cartografico della carta delle pendenze – indicate le aree di intervento.



5.3 Idrogeologia

L'area d'intervento è localizzata in zona composta da due complessi idrogeologici, delle quali il tipo di permeabilità e caratteristiche idrogeologiche si descrivono a continuazione in base alla relazione geologica del comune di Borgiallo (TO):

- **Complesso dei depositi detritico – colluviale e detritici misti** *si presentano sede di falde acquifere temporanee, ricaricate rapidamente dalle precipitazioni e dalle nevi di scioglimento. Permeabilità per porosità media e localmente elevata.*
- **Complesso dei depositi fluvioglaciali (complesso c):** *Depositi ghiaioso-sabbioso-ciottoloso in matrice fine, o sabbiosi. Complesso idrogeologico con permeabilità per porosità media e solo localmente elevata. In presenza di orizzonti costituiti da materiale fine il grado di permeabilità varia da medio-basso a basso.*
- **Complesso dei depositi fluvioglaciali argillificati (complesso b)** *Depositi ciottolosi in abbondante matrice fine (Complesso B1) e depositi sabbiosi con intercalazioni sabbioso-ghiaiose (Complesso B2), variamente argillificati. Complesso idrogeologico con un grado di permeabilità da bassa a molto bassa determinato dal contenuto in minerali argillosi.*
- **Complesso dei Micascisti** *eclogitici a mica bianca appartenenti all'Unità Sesia–Lanzo Complesso idrogeologico a bassa permeabilità per fratturazione con locali e moderate circolazioni impostate lungo le discontinuità principali ed i giunti ad esse associate.*

5.4 Vincoli geomorfologici

Consultando il piano regolatore comunale, il database del Geoportale dell'Arpa Piemonte e della regione Piemonte è stato possibile reperire la cartografia relativa ai processi geomorfologici che hanno interessato l'area oggetto di studio.

Non sono presenti fasce fluviali lineari, poiché gli interventi in progetto sono localizzati in zona collinare in cui suddette perimetrazione sono assenti.

Nell'area, in un intorno significativo, non sono presenti perimetrazioni RME.

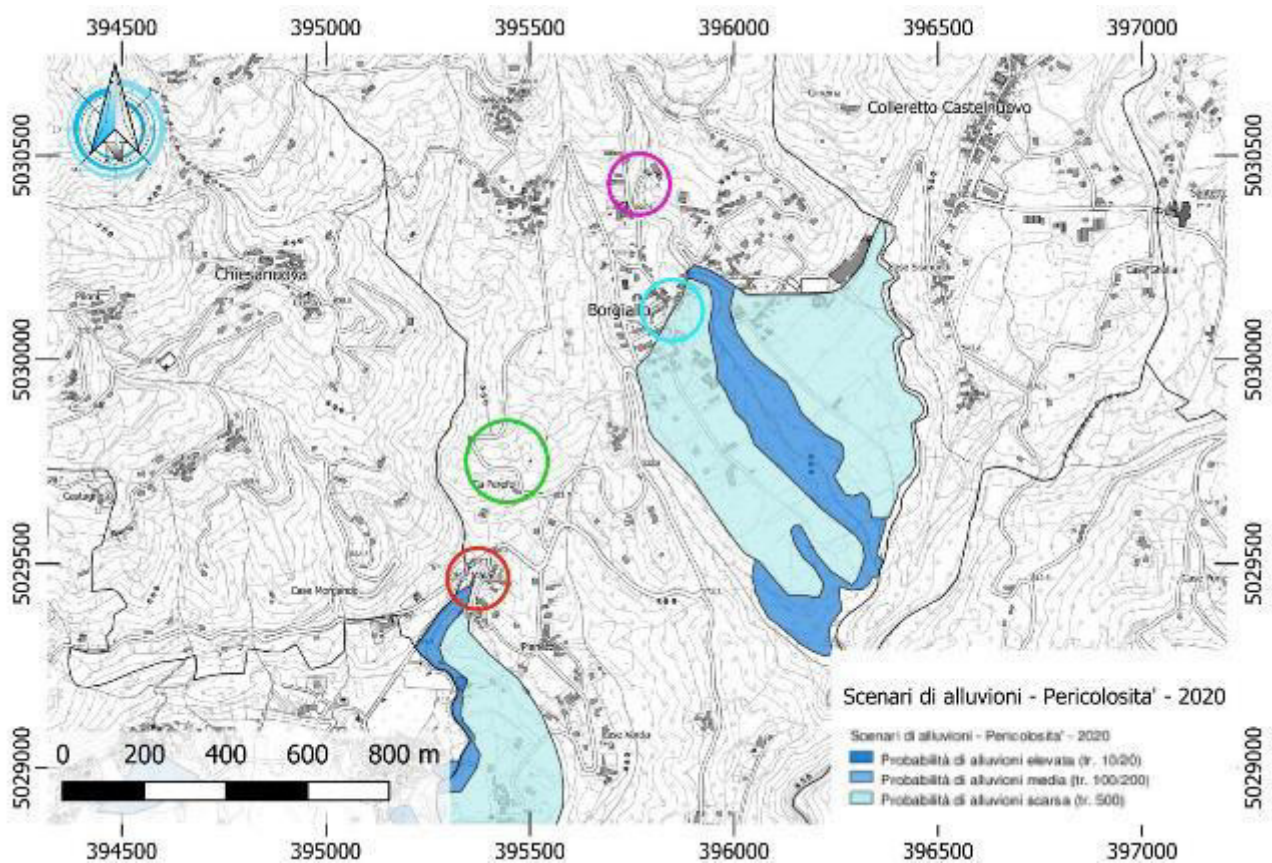


Figura 10: Estratto cartografico direttiva alluvioni.

Gli interventi **non ricadono** tra le aree perimetrate dalla direttiva alluvioni 2020. Tuttavia, in prossimità dell'intervento localizzato in località Pianezze si presenta una zona con probabilità di accadimento elevata (Tr 500 anni).



Il comune di Borgiallo (TO) ha il PRGC adeguato al PAI; dalla *carta di sintesi all'Idoneità Urbanistica*, l'area d'intervento non presenta dissesti che possano interessare gli interventi.

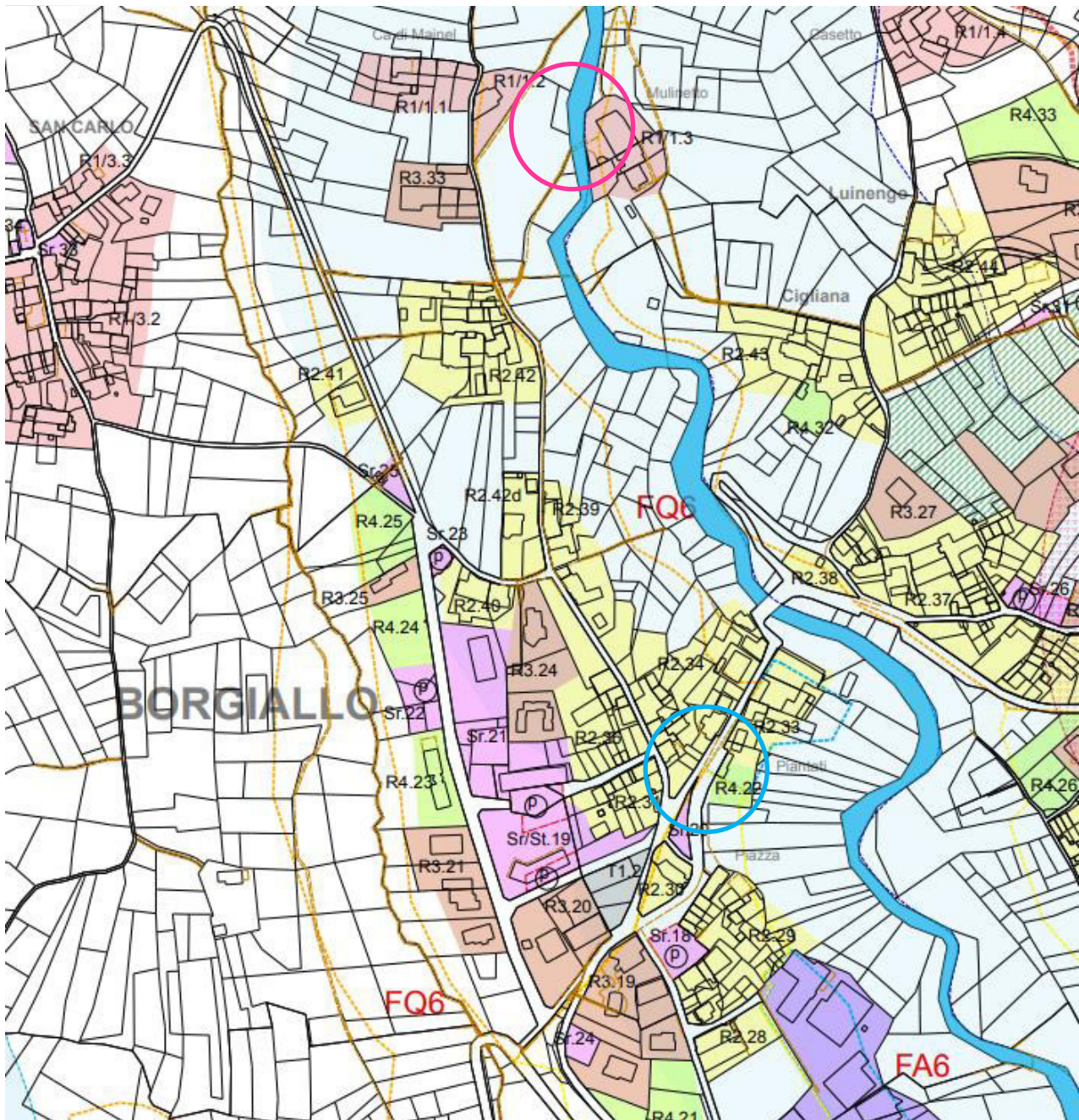
Gli interventi in località Pianezze e Strada Antica delle Vigne ricadono in **Classe IIa aree a debole pendenza**, *ricadenti nel versante montano. Ogni intervento deve essere effettuato prevedendo adeguate strutture di sostegno e predisponendo sistemi di drenaggio delle acque superficiali e/o profonde che prevengano fenomeni di saturazione della coltre detritico-colluviale.*¹

Gli interventi in Via Santa Elisabetta e nel concentrico ricadono in **Classe IIIa aree inedificate**, *alvei attivi, aree localizzate nei conoidi caratterizzate da passaggio di acque a elevata energia con probabili trasporti solidi intensi; probabili aree interessate dal percorso di colate detritiche (debrisflow) provenienti dal bacino di alimentazione. Aree in frana (attive e quiescenti) e settori di versante ad elevata acclività (maggiore di 25°) che possono favorire fenomeni di crollo e mobilitazione dei depositi sciolti superficiali.*² Tuttavia sono permessi secondo il piano regolatori del comune di Borgiallo *gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria e recupero conservativo senza aumento di carico antropico e cambio di destinazione d'uso*

Dalla carta di sintesi in Figura 12 è possibile evidenziare la capacità erosiva del Rio Borgiallo, dalle scarpate rimodellate vicino al l'intervento sito in via Santa Elisabetta e dal fenomeno franoso di valle. Anche gli interventi localizzati in Strada Antica delle Vigne sono soggetti a movimento franoso come evidenziato dalla carta stessa.

¹ Comune di Borgiallo - Piano Regolatore Generale Comunale, Relazione generale, giugno 2018. Modifiche ex officio Deliberazione della Giunta Regionale 18 Maggio 2018, n.35-6881.

² Comune di Borgiallo - Piano Regolatore Generale Comunale, Relazione generale, giugno 2018. Modifiche ex officio Deliberazione della Giunta Regionale 18 Maggio 2018, n.35-6881.



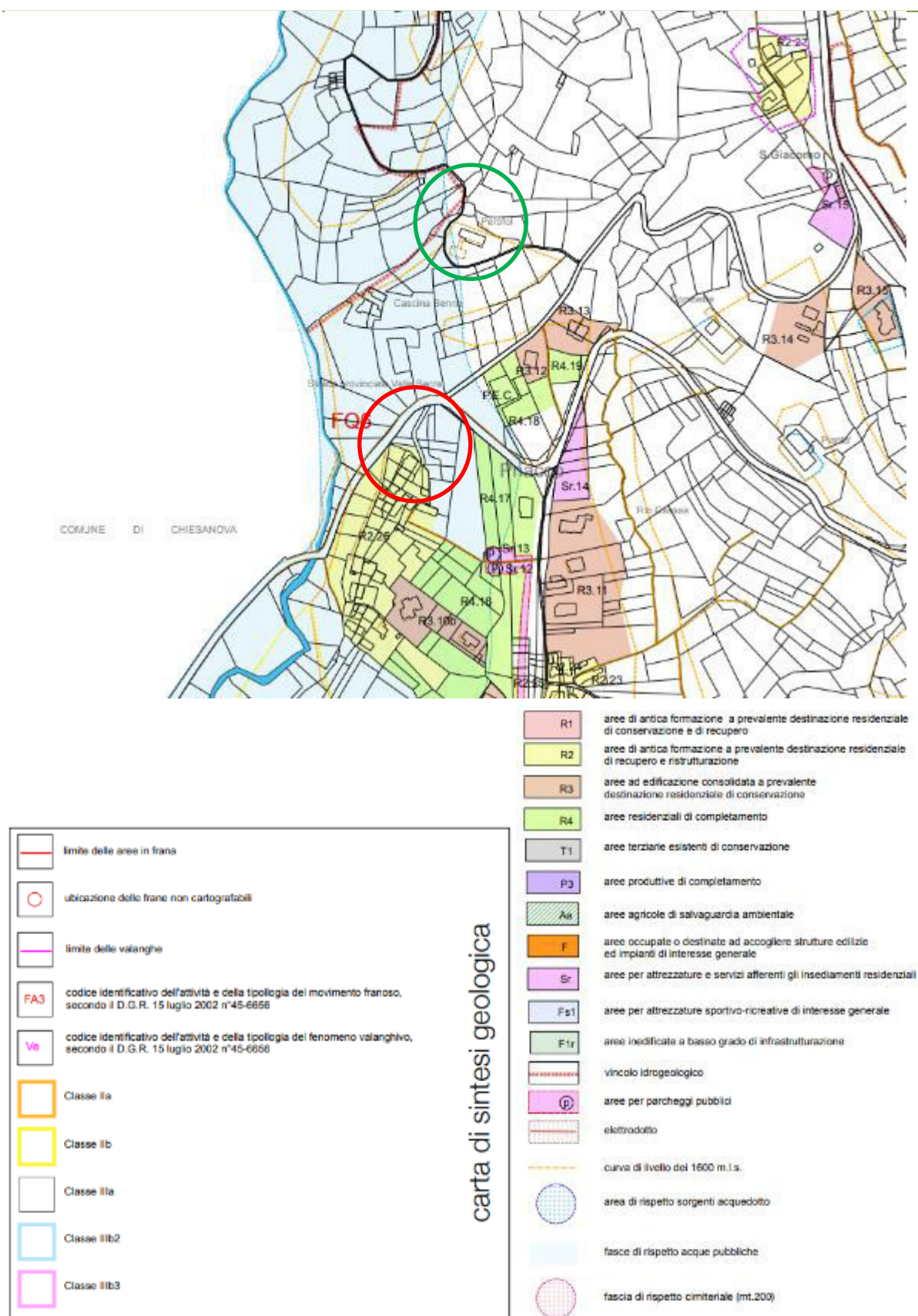


Figura 11: Estratto "Tav. 13b.2 – Zoning e carta di sintesi geologica agg. 2018" – PRGC del comune di Borgiallo.



CLASSE II

La classe II è stata divisa in seconda della posizione geografica in due zone.

Class 10A

Class II

4466

CLASSE III

Class: BBA

Endreketten 10

giacimento logici, i dogmi logici, i faticanti e strutturali possono levitare fenomeni di frode, mobilitazione dei depositi suoli superficiali e trasporti di massa, allagamenti e alluvioni e crisi di settori di fondazione.

Class III

Comprende settori del vincente inerte non edificati o con la presenza di isolati edifici in cui i rischi geologici, pure diffusi ed incombenti, vincono e condanno, prioritariamente ad ogni intervento preventivo, variabili al PRGC o ad eventuali opere di sistemazione strutturali o no strutturali, opportune indagini geologiche che a differenza di quelle di fattibilità.

CLASS II

Porzioni di territorio collocate in aree quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico e privato a tutela del patrimonio edonistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto sono da considerarsi come insediamenti a cui non può essere dato carico antropico.

Neuve opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e dell'eventuale eliminazione o ridimensionamento della pericolosità.

Class 10a

A seguito della realizzazione delle opere sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o ristrutturazioni, con il contributo dell'Ente.

1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 26

A seguito della realizzazione delle opere di sassetto sarà possibile solo un modesto incremento del carico

CLASSI DI PERICOLOSITA' (I limiti sono rigresi dalla tavola 7 a cui si rimanda per maggiori informazioni)

ED-145

1. *Explain the importance of the following factors in the development of a country's economy:*

Codice identificativo dell'attività e della tipologia del movimento fransco secondo il DGR 66-T417 del 07-04-2014 e la sigla PAI

Ubicazione delle frange non cartografabili

VALANGHE

Lumina volumetrica

Codice identificativo dell'attività e della tipologia del fenomeno valanghivo, secondo il DGR 64-T417 del 07-04-2014 e la sigla PAV.

CONCERN

Limite coincide

Codice identificativo dell'attività dei conosci secondo il DGR 64-7417 del 07-04-2014 e la sigla PA

CORSI D'ACQUA.

Limitare attività lungo i corsi

Codice identificativo dell'attività lungo i corsi d'acqua di secondo e DGR 64-7417 del 07-04-2014 e la sigla PAI

ALTRI SIMBOLI

Informative recombination

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

Source: author.

Scutellaria divaricata

Discipline: *anthropology*

0000-0001-9000-0000

✓ Il livello del territorio corrisponde.

27



Le aree oggetto di studio **non ricadono** tra quelle perimetrate ai sensi del R.D.L. 30 dicembre 1923, n. 3267 – L.R. n. 45/89 “Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici”.

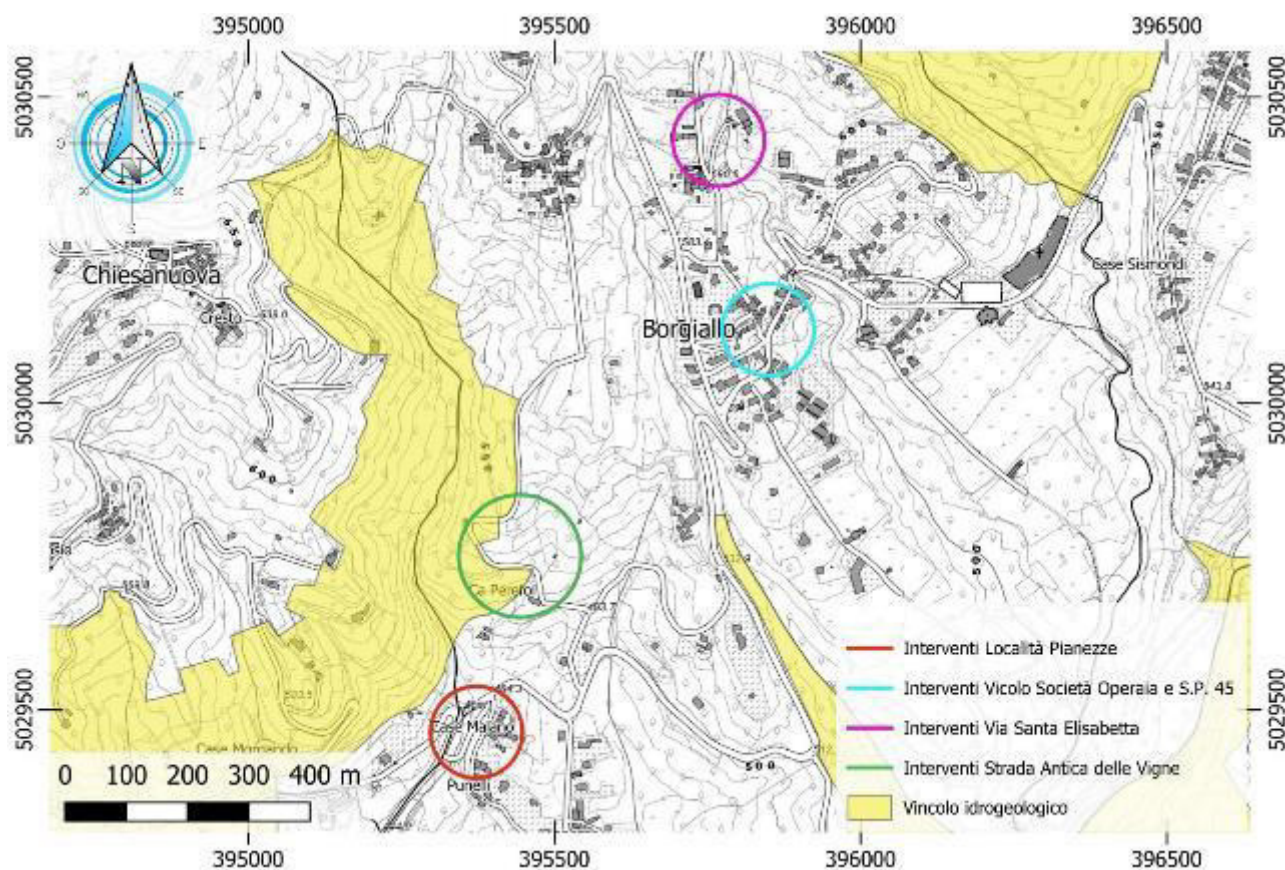


Figura 13. Estratto cartografico delle aree perimetrate in vincolo idrogeologico (2016) – indicate le aree di intervento.

5.5 Caratteristiche geotecniche del terreno di sedime

Al fine di valutare al meglio la stratigrafia e le caratteristiche geotecniche del sottosuolo, oltre a consultare la bibliografia, il Geoportale dell'Arpa Piemonte ha messo a disposizione la stratigrafia semplificata ottenuta da perforazioni eseguite nel passato in aree vicine alla zona di intervento.

Si riporta di seguito la geolocalizzazione delle perforazioni e le informazioni relative alla stratigrafia semplificata fino ad una profondità di circa 40 m di alcuni di questi sondaggi; i dati sono stati ottenuti dal geoportale dell'Arpa Piemonte.

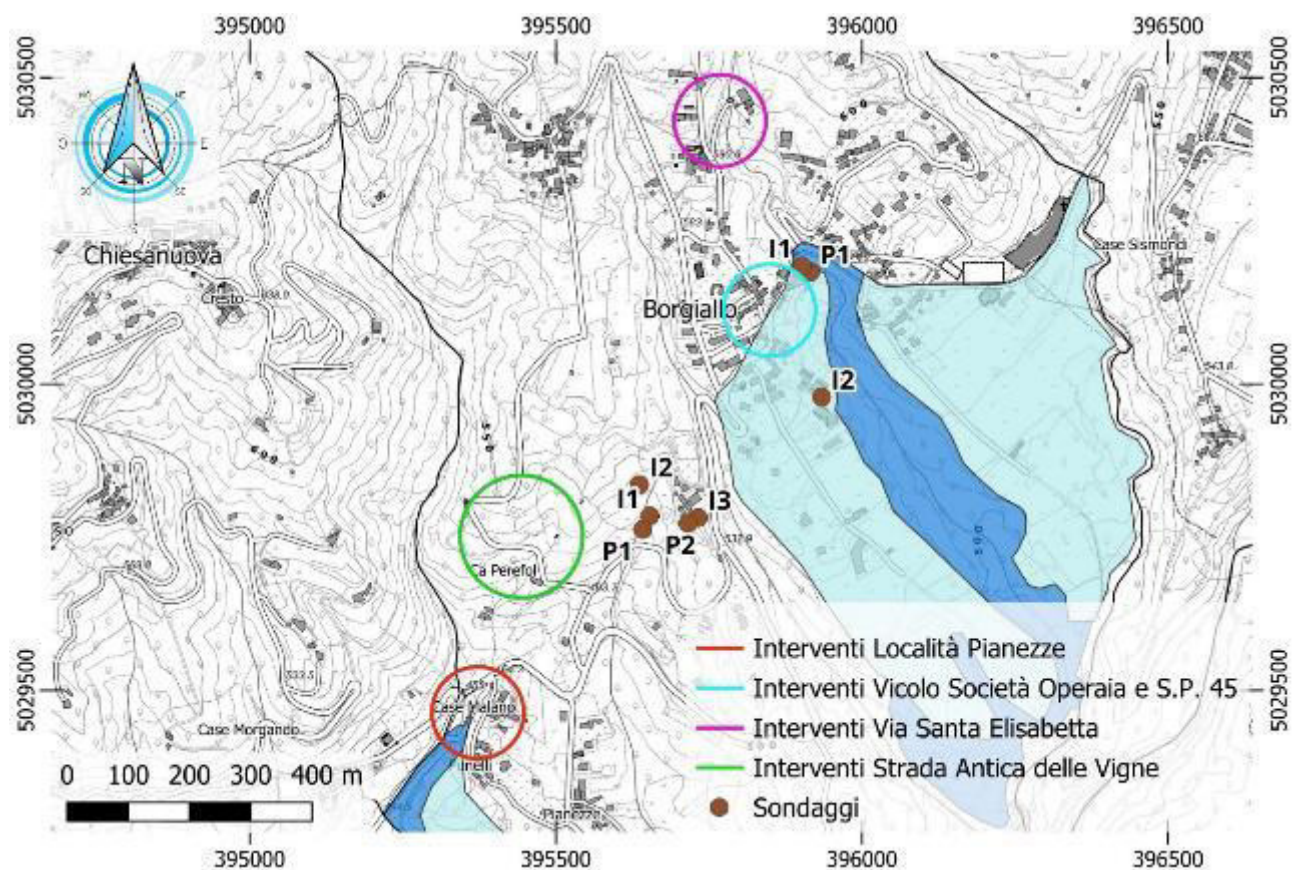


Figura 14 – Inquadramento delle perforazioni presenti sul Geoportale dell'Arpa Piemonte e degli interventi.



I1 – codice perforazione:106863- Perforazione eseguita nel comune di Borgiallo

Profondità [m]	Descrizione
0.20	Terreno vegetale
3.00	Terreno di riporto, ghiaia sabbiosa con subordinati frammenti di laterizi
9.00	frammenti e clasti rocciosi in abbondante matrice fine limosa debolmente sabbiosa , ossidazione e alterazione da discreta a intensa , da moderatamente addensata a addensata
16.50	micascisto intensamente ossidato , alterato , argillificato e sfatto , da consistente a sublitoide
40.00	micascisto a volte gneissico , intensa ossidazione e alterazione , argillificato e sfatto , arcosico , da sublitoide a litoide

Tabella 2 – Stratigrafia semplificata nel comune di Borgiallo ottenuta dal Geoportale dell'Arpa Piemonte.

P1 – codice perforazione:106862 – Perforazione eseguita nel comune di Borgiallo

Profondità [m]	Descrizione
0.20	Terreno vegetale
3.10	terreno di riporto , ghiaia sabbiosa con subordinati frammenti di laterizi
9.10	frammenti e clasti rocciosi in abbondante matrice fine limosa debolmente sabbiosa , ossidazione e alterazione da discreta a intensa , da moderatamente addensata a addensata
16.50	micascisto intensamente ossidato , alterato , argillificato e sfatto , da consistente a sublitoide
30.00	micascisto a volte gneissico , intensa ossidazione e alterazione , argillificato e sfatto , arcosico , da sublitoide a litoide

Tabella 3 – Stratigrafia semplificata nel comune di Borgiallo ottenuta dal Geoportale dell'Arpa Piemonte.

I2 – codice perforazione:101425 – Perforazione eseguita nel comune di Borgiallo

Profondità [m]	Descrizione
0.40	Terreno vegetale
4.50	limo argilloso debolmente sabbioso fine con subordinati clasti frammenti rocciosi eterometrici di micascisto poco consistente plastico e compressibile
10.80	limo argilloso debolmente sabbioso fine con frammenti clasti e blocchi rocciosi alterati da poco a moderatamente consistente
30.70	micascisto alterato e/o argillificato da moderatamente consistente a consistente con livelli debolmente litoidi intercalati
35	micascisto gneissico da debolmente litoide a litoide

Tabella 4 – Stratigrafia semplificata nel comune di Borgiallo ottenuta dal Geoportale dell'Arpa Piemonte.

I1 – codice perforazione:101424 – Perforazione eseguita nel comune di Borgiallo

Profondità [m]	Descrizione
0.40	Terreno vegetale
6.80	limo argilloso debolmente sabbioso fine con subordinati clasti frammenti rocciosi eterometrici di micascisto poco consistente plastico e compressibile
14.60	limo argilloso debolmente sabbioso fine con frammenti clasti e blocchi rocciosi alterati da poco a moderatamente consistente
24.60	micascisto alterato e/o argillificato da moderatamente consistente a consistente con livelli debolmente litoidi intercalati
30	micascisto gneissico da debolmente litoide a litoide

Tabella 5 – Stratigrafia semplificata nel comune di Borgiallo ottenuta dal Geoportale dell'Arpa Piemonte.

I3 – codice perforazione:101426 – Perforazione eseguita nel comune di Borgiallo

Profondità [m]	Descrizione
0.40	Terreno vegetale
6.80	limo argilloso debolmente sabbioso fine con subordinati clasti frammenti rocciosi eterometrici di micascisto poco consistente plastico e compressibile
14.60	limo argilloso debolmente sabbioso fine con frammenti clasti e blocchi rocciosi alterati da poco a moderatamente consistente
24.60	micascisto alterato e/o argillificato da moderatamente consistente a consistente con livelli debolmente litoidi intercalati
30	micascisto gneissico da debolmente litoide a litoide

Tabella 6 – Stratigrafia semplificata nel comune di Borgiallo ottenuta dal Geoportale dell'Arpa Piemonte.

I sondaggi con codice di perforazione 101425, 101424, 101426 sono stati eseguiti per la caratterizzazione del Movimento franoso località Boch, quindi aiutano a capire la stratigrafia della zona ma non rappresentano necessariamente le caratteristiche dell'area d'intervento.

Osservando le stratigrafie semplificate presenti sul Geoportale dell'Arpa Piemonte localizzate nel circondario del comune di Borgiallo si nota che i terreni superficialmente sono terreni di tipo deposito detritico – colluviale e detritici misti.



Sulla base dell'analisi dei dati bibliografici e dell'esperienza dello scrivente in lavori eseguiti su formazioni geologiche del tutto simili e nelle vicinanze dei luoghi in oggetto, è stato possibile assegnare cautelativamente e compiutamente i valori dei principali parametri geotecnici al mezzo geologico in cui le opere si inseriscono.

Descrizione	Peso unità di volume secco [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di Attrito [°]	Coesione [KPa]
Coltre argilloso – sabbiosa alterata	18.00	20.00	28	10
Riempimento drenante	18.00	19.00	33	0
Substrato roccioso alterato (Scisto)	21.00	21.50	38	25

Tabella 7 - Parametri geotecnici terreno.

6 METODO E CODICE DI CALCOLO

I calcoli per il dimensionamento strutturale dell'opera sono stati condotti adottando il metodo semiprobabilistico agli stati limite, verificandone i requisiti di sicurezza allo stato limite ultimo (anche sotto l'azione sismica) e allo stato limite di esercizio. L'analisi delle azioni sismiche ha comportato inoltre la valutazione delle relative deformazioni.

La schematizzazione della procedura progettuale adottata può essere sinteticamente così riassunta:

- Individuazione della classe d'uso dell'opera e della sua vita utile;
- Definizione delle azioni agenti in condizioni statiche e dinamiche attraverso l'individuazione delle condizioni di carico;
- Predisposizione delle combinazioni di carico, con i relativi coefficienti di combinazione allo SLU, SLE, SLV, SLD;
- Analisi dell'involuppo delle azioni agenti;
- Dimensionamento degli elementi strutturali e verifica della funzionalità delle strutture progettate.

La sicurezza e le prestazioni sono state garantite verificando gli stati limite sopra definiti in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme.

L'analisi strutturale per le opere di sostegno condotta è stata del tipo: **SISMICA STATICA EQUIVALENTE**.

Ai sensi del par. 6.5.3.1.1 delle NTC 2018, per quanto riguarda la verifica delle opere di sostegno è stata effettuata con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione [6.2.1] della norma sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - o scorrimento sul piano di posa;
 - o collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
 - o ribaltamento;
 - o stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
 - SLU di tipo strutturale (STR)
 - o raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.
-



La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto al § 6.8, secondo l'Approccio 1, con la Combinazione 2 (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I delle NTC 2018 si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

La verifica è stata condotta con l'ausilio del software di calcolo Max 16.0, prodotto da Aztec Informatica s.r.l.

Il software MAX è dedicato all'analisi e al calcolo dei muri di sostegno. I tipi di muro che è possibile analizzare con il programma Max sono:

- Muri a gravità;
- Muri a semigravità;
- Muri in calcestruzzo armato.

Possono essere inoltre considerati, in funzione del tipo di muro e del materiale che lo costituisce, muri con:

- Contrafforti;
- Mensole di contrappeso e di marciapiede;
- Pali di fondazione;
- Tiranti di ancoraggio.

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

La sicurezza e le prestazioni sono state garantite verificando gli stati limite sopra definiti in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme.



7 DATI DELLA STRUTTURA, ZONIZZAZIONE SISMICA, VITA NOMINALE, CLASSE D'USO

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

Si riporta di seguito la mappatura del Piemonte che riporta la classificazione sismica del territorio regionale, redatta ai sensi dell' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 11-13058 del 19.01.2010, entrata in vigore con la D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011 ed in seguito modificate con la D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 ed in seguito aggiornata nuovamente con l'entrata in vigore della Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656.

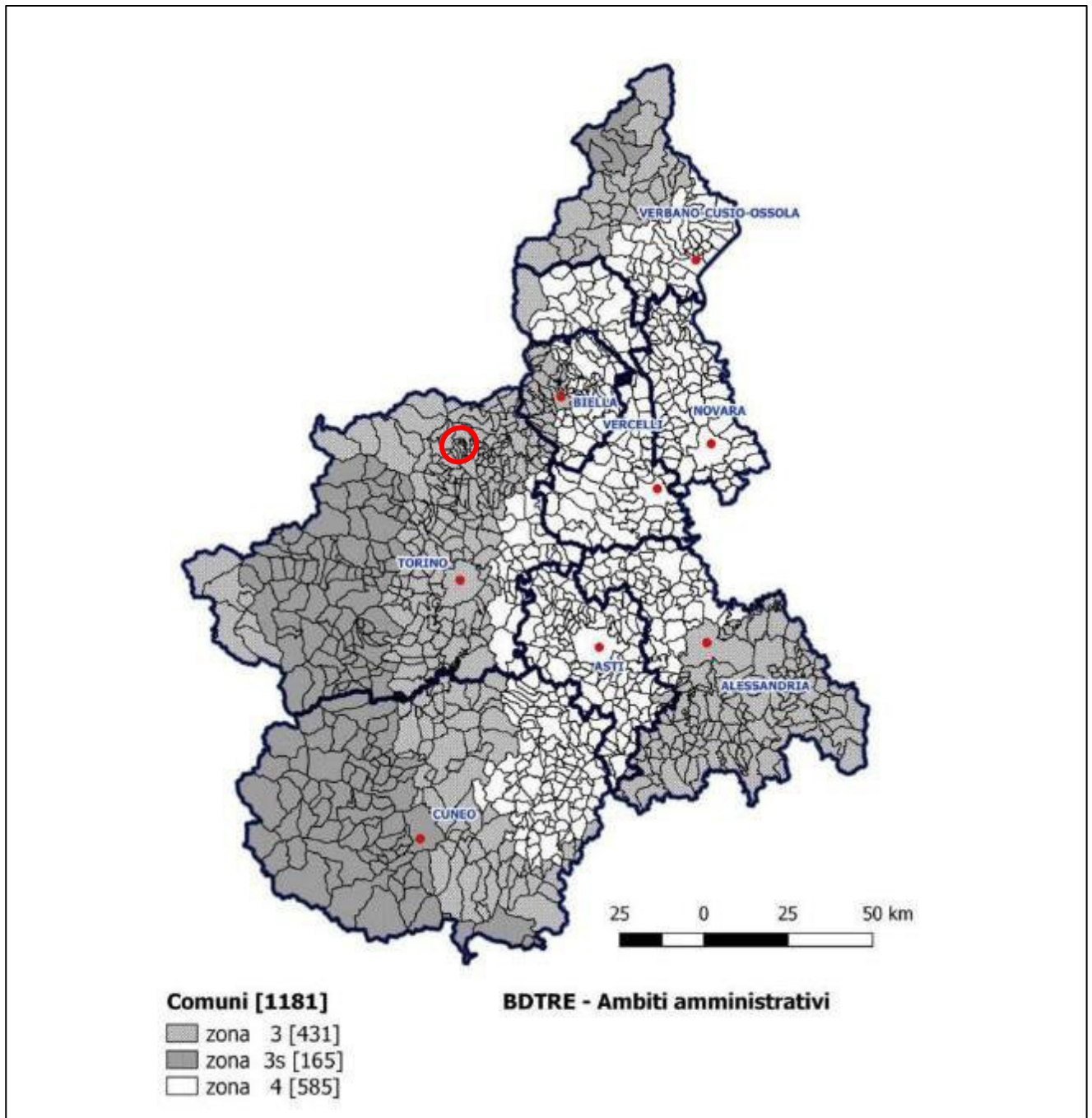


Figura 15: Mappatura delle aree sismiche in Piemonte.

Il Comune di Borgiallo (TO) rientra tra le aree classificate in Zona 3: Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.



Regione		PIEMONTE
Provincia		TORINO
Comune		Traversella
Coordinate Geografiche del cantiere	Latitudine	45.418148 °N
	Longitudine	7.669704° E
Altitudine		540 m s.l.m.
Zona sismica		ZONA 3
Tipo di opera	Tab. 2.4.I D.M. 17/01/2018	ORDINARIA
Vita nominale VN	P.to 2.4.1 D.M. 17/01/2018	50 ANNI
Classe d'uso	P.to 2.4.2 D.M. 17/01/2018	II
Coefficiente d'uso CU	P.to 2.4.3 D.M. 17/01/2018	1
Periodo di riferimento per azione sismica VR	P.to 2.4.3 D.M. 17/01/2018	50 ANNI

Tabella 8 - Dati della struttura e zona sismica.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni individuano le azioni sismiche di progetto a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Le NTC2018 definiscono al par. 3.2 la pericolosità sismica in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR. Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il calcolo delle opere in oggetto è stato realizzato facendo riferimento ai seguenti parametri:

	ag [m/s ²]	F0	TC* [s]
SLO	0.205	2.595	0.172
SLD	0.253	2.606	0.194
SLV	0.483	2.715	0.279
SLC	0.567	2.776	0.295

Tabella 9 - Parametri sismici di progettazione.

L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nelle analisi si deve tenere conto dei comportamenti di tipo fragile che si manifestano nei terreni a grana fine sovraconsolidati e nei terreni a grana grossa addensati con una riduzione della resistenza al taglio al crescere delle deformazioni. Inoltre si deve tener conto dei possibili incrementi di pressione interstiziale indotti in condizioni sismiche nei terreni saturi. Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come $F_h = k_h \cdot W$ ed $F_v = k_v \cdot W$, con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale è necessario individuare il valore del coefficiente topografico S_T , dipendente dalle categorie topografiche illustrate nella seguente tabella:



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 $i > 30^\circ$

Tabella 10 - Categorie topografiche - Tabella 3.2.III D.M. 17/01/2018.

Il caso in studio è stato associato alla categoria topografica T2, alla quale corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1.2 (tabella 3.2.V D.M. 17/01/2018).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario inoltre valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento illustrate nella seguente tabella:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 11 - Categorie di sottosuolo da Tabella 3.2.II D.M. 17/01/2018.

Nel caso in progetto, a vantaggio di sicurezza ed in mancanza di indagini dirette e puntuali, si assume che la categoria di sottosuolo sia la D, alla quale corrisponde il massimo valore di coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s pari a 1.8.

Si valuta infine il valore del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito β_m , che risulta quantificato come segue:

$\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD)

Per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (7.11.1 del D.M. 17/01/2018) e utilizzando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

Nel caso in questione i valori di β_m sono stati calcolati mediante l'utilizzo del software MAX 16 durante il calcolo delle verifiche di stabilità.

Calcolo β_m secondo Circolare 21/01/2019 n° 7 C.S.LL.PP. (par C7.11.6.2)				
$A_{g,Crit} = 1,214 [m/s^2]$ $A_{max} = 1,043 [m/s^2]$ $\beta_{m,critico} = 1,164$				
	Verifica SLV	β_m	Kh [%]	Kv [%]
◆	Scorrimento	0,380	4,041	2,021
	Carico limite, stabilità globale e verifiche strutturali	1,000	10,635	5,317
	Ribaltamento	1,000	10,635	5,317

Tabella 12 - Calcolo di β_m secondo Circolare 21/01/2019 n. 7.



8 CARATTERISTICHE E RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI UTILIZZATI

8.1 Calcestruzzo

8.1.1 Classe di esposizione ambientale

Le diverse superfici di calcestruzzo di un dato componente strutturale possono essere soggette a diverse azioni ambientali, classificate dalla norma UNI – EN 206:2016 come classi di esposizione. Le classi di esposizione da scegliere dipendono dalle disposizioni valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo, e tale classificazione non esclude considerazioni in merito a condizioni speciali che possano esistere nel luogo di impiego del calcestruzzo o di misure protettive come l'uso di acciaio inossidabile o altri metalli resistenti alla corrosione e l'uso di rivestimenti protettivi per il calcestruzzo o per l'armatura. Le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, al paragrafo 4.1.2.2.4.2, stabiliscono che le condizioni ambientali possano essere suddivise, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, in condizioni ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella seguente tabella. La suddivisione fa riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 13 - Descrizione delle condizioni ambientali - TAB 4.1.III D.M. 17/01/2018.

La seguente tabella mostra le diverse classi di esposizione ambientale nella quale si evidenziano le classi di esposizione per le opere in progetto:

Classi di esposizione

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa



2 Corrosione indotta da carbonatazione

Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente:

Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.

XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2

3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare

Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con acqua contenente cloruri, inclusi i sali antigelo, con origine diversa dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:

Nota In riferimento alle condizioni di umidità vedere anche sezione 2 del presente prospetto.

XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi

4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare

Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con cloruri presenti nell'acqua di mare oppure con aria che trasporta sali derivanti dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:

XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde oppure alla marea	Parti di strutture marine

5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza sali disgelanti		
Qualora il calcestruzzo bagnato sia esposto ad un attacco significativo dovuto a cicli di gelo/disgelo, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo

6 Attacco chimico		
Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite nel prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo.		
<p>Nota Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è:</p> <ul style="list-style-type: none"> - al di fuori dei limiti del prospetto 2; - in presenza di altri aggressivi chimici; - in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche; - in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del prospetto 2. 		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2	

Tabella 14 - Classi di esposizione.

In particolare, si prevede una classe XC2.



8.1.2 Classe di consistenza del calcestruzzo

La classe di consistenza è una proprietà del calcestruzzo allo stato fresco che influenza fortemente le proprietà del calcestruzzo indurito, e la si misura facilmente in cantiere con il cono di Abrams. La classe di consistenza è da considerarsi come un indice della lavorabilità del calcestruzzo, cioè la caratteristica che consente di confezionare, trasportare, gettare e compattare il materiale con una certa facilità. Si riporta nella seguente tabella i valori delle classi di abbassamento in funzione del relativo abbassamento al cono di Abrams. Il calcestruzzo scelto per la realizzazione delle opere in c.a. ha una classe di consistenza S4.

Classi di abbassamento al cono (slump)

Classe	Abbassamento al cono
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 210
S5 ¹⁾	≥220

Tabella 15 - Classi di abbassamento al cono (slump).

8.1.3 Classe di contenuto in cloruri

I cloruri presenti nella massa cementizia sono una delle cause più importanti del degrado delle armature d'acciaio. Questi possono penetrare dall'esterno, se presenti in massicce quantità sulla superficie dell'elemento strutturale in calcestruzzo armato, ma possono essere veicolati anche dalle materie componenti il calcestruzzo. Ad esempio alcuni additivi acceleranti possono contenere una certa quantità di cloruri.

Il contenuto di cloruri nel calcestruzzo non deve eccedere il valore indicato della classe selezionata del prospetto seguente (par. 5.2.8 UNI EN 206:2016).

Contenuto massimo di cloruri nel calcestruzzo

Impiego del calcestruzzo	Classe di contenuto in cloruri ^{a)}	Massimo contenuto di Cl ⁻ rispetto alla massa del cemento ^{b)}
In assenza di armatura di acciaio o di altri inserti metallici (ad eccezione dei dispositivi di sollevamento resistenti alla corrosione)	Cl 1,0	1,0%
In presenza di armatura d'acciaio o di altri inserti metallici	Cl 0,20	0,20%
	Cl 0,40	0,40%
In presenza di armatura d'acciaio da precompressione	Cl 0,10	0,10%
	Cl 0,20	0,20%
<p>a) La classe da applicare per uno specifico utilizzo del calcestruzzo dipende da disposizioni valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo.</p> <p>b) Qualora siano impiegate aggiunte di tipo II e siano considerate nel computo del dosaggio di cemento, il contenuto in cloruri viene espresso come percentuale di ioni cloruro in massa rispetto al cemento + la massa totale delle aggiunte considerate.</p>		

Tabella 16 - Contenuto massimo di cloruri nel calcestruzzo.



8.1.4 Durabilità

Le Norme tecniche per le Costruzioni 2018 al paragrafo 4.1.6.1.3 prescrivono che “al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento del calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature”.

A tal fine si può fare riferimento alla UNI EN 1992-1-1 per dimensionare correttamente i copriferri.

Il valore nominale del copriferro è calcolato secondo l'espressione:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

dove:

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10mm\}$$

in cui:

$$\Delta c_{dur,\gamma} = \Delta c_{dur,st} = \Delta c_{dur,add} = 0$$

$c_{min,b}$ è il copriferro minimo necessario per l'aderenza delle armature. Per armature ordinarie $c_{min,b}$ è pari al diametro della barra, nel caso di barre singole, e al diametro equivalente, nel caso di barre raggruppate.

$c_{min,dur}$ è il copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali e si ricava dai prospetti seguenti in funzione della classe di esposizione, ricordando che la classe strutturale per un periodo di vita nominale presunta della struttura pari a 50 anni è la classe strutturale S4 (vedi prospetti seguenti).

Per quanto riguarda la tolleranza Δc_{dev} , essa è compresa tra 0 e 10 mm.

A titolo cautelativo si è scelto un copriferro minimo pari a 35 mm.

prospetto 4.4N Valori del copriferro minimo, $c_{min,dur}$, requisiti con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080

Requisito ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)							
Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Tabella 17 - Valori del copriferro per la durabilità del calcestruzzo da Eurocodice 2.

8.2 Acciaio

8.2.1 Sensibilità alla corrosione delle armature

Le Norme Tecniche per le Costruzioni, al par. 4.1.2.2.4.3, suddividono in due gruppi le armature:

- Armature sensibili;
- Armature poco sensibili.

Appartengono al primo gruppo gli acciai da precompresso, mentre appartengono al secondo gruppo gli acciai ordinari. Per gli acciai zincati e per quelli inossidabili si può tenere conto della loro minor sensibilità alla corrosione.

La seguente tabella riepilogativa riassume le prescrizioni relative ai materiali utilizzati per il dimensionamento dell'opera strutturale con riferimento alle condizioni ambientali e alla sensibilità delle armature alla corrosione.

Calcestruzzo		
Classe di esposizione ambientale		XC2
Condizione ambientale	TAB. 4.1.III D.M. 17/01/2018	ORDINARIA
Classe di consistenza cls		S4
Massimo rapporto a/c		0.60
Dmax: dimensione nominale max aggregati		32 mm
Tipi di acciaio		
Acciai da precompressione presenti		NO
Acciai ordinari presenti		SI
Acciai zincati presenti		NO
Acciai inox presenti		NO

Tabella 18 - Materiali.



8.2.2 Scelta degli stati limite di fessurazione

Sono ora indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alla TAB. 4.1.IV D.M. 17/01/2018.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 19 - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione.

Il paragrafo 4.1.2.2.4 delle NTC 2018 individua i seguenti valori di w_1 , w_2 e w_3 :

w_1	0,2 mm
w_2	0,3 mm
w_3	0,4 mm

Tabella 20 - Valori limite apertura delle fessure.

Per la verifica a fessurazione si è fatto riferimento ad una condizione ambientale di tipo aggressivo.

8.3 Materiali utilizzati

8.3.1 Massi di cava

Per le scogliere in progetto verranno utilizzati massi di cava posati a secco corrispondenti a materiale litoide proveniente da disalveo o da cava, non friabile né gelivo, ad elevato peso specifico. Per la soglia in alveo relativa all'intervento 1 saranno utilizzati massi aventi le stesse caratteristiche che verranno legati con calcestruzzo per fondazioni.

Le caratteristiche meccaniche vengono riportate nella seguente tabella:

Resistenza a compressione	(kPa)	30000
Angolo di attrito interno	(°)	45
Resistenza a taglio	(kg/cm ²)	5
Peso di volume	(kg/m ³)	2300

Tabella 21 – Parametri pietrame.

8.3.2 Calcestruzzo per utilizzo strutturale C28/35

Tipo di calcestruzzo		C28/35
Rck calcestruzzo	(daN/cm ²)	350
Modulo elastico	(daN/cm ²)	325881
Resistenza caratteristica cilindrica (fck)	(daN/cm ²)	290
Resistenza caratteristica a trazione (Fctk)	(daN/cm ²)	20
Resistenza media (Fcm)	(daN/cm ²)	370
Resistenza media a trazione (Fctm)	(daN/cm ²)	280

Tabella 22 - Caratteristiche C28/35.



8.3.3 Acciaio per opere in c.a.

Tipo di acciaio		B450C
f_{yk} tensione caratteristica di snervamento	(daN/cm ²)	4500
Modulo elastico	(daN/cm ²)	2060000
f_{tk} tensione caratteristica ultima	(daN/cm ²)	5400
Coefficiente di Poisson ν		0.3
α_s		1.15
f_{yd} tensione di snervamento di calcolo	(daN/cm ²)	3910

Tabella 23 - Caratteristiche B450C.

Leggi costitutive dei materiali

Con riferimento ai paragrafi 4.1.2.1.2.1 e 4.1.2.1.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, per il calcestruzzo è stata considerata la legge σ - ϵ di tipo parabola-rettangolo, per l'acciaio d'armatura il modello σ - ϵ di tipo elastico perfettamente plastico.

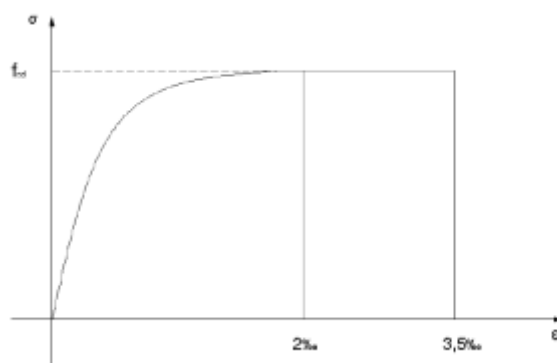


Figura 16: Diagramma di calcolo parabola-rettangolo per il calcestruzzo compresso.

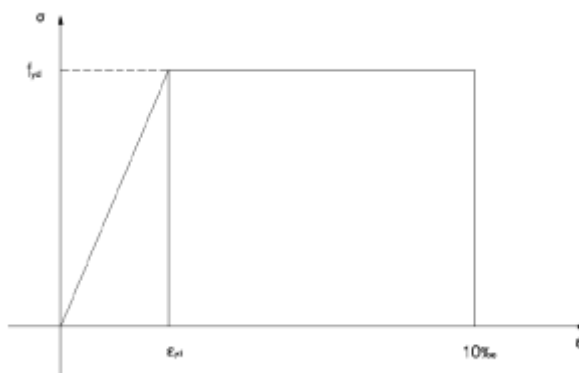


Figura 17: Diagramma di calcolo elastico-perfettamente plastico per l'acciaio delle barre di armatura.

9 AZIONI

In accordo con la normativa citata al capitolo 2 della presente relazione, in linea generale vanno considerati nei calcoli le seguenti azioni:

- Carichi permanenti strutturali;
- Carichi permanenti NON strutturali;
- Carichi variabili.

9.1 Carichi permanenti strutturali

I carichi permanenti strutturali sono dati dai pesi propri delle strutture e vengono calcolati automaticamente dal software di calcolo. Si considera una massa volumica del calcestruzzo armato pari a 2500 kg/m³ e una massa volumica pari a 2300 kg/m³ per i massi di cava.

9.2 Carichi permanenti non strutturali

Sugli interventi in progetto non insistono carichi permanenti non strutturali, se non la spinta attiva del terreno a monte di cui sono stati riportati i parametri geotecnici al capitolo 5.4.

9.3 Carichi variabili

E' stato considerato un carico veicolare pari a 2000kg/m sul terreno a monte delle strutture di sottoscarpa in progetto caratterizzate dalla presenza di strada.

Per le restanti strutture verificate non sono presenti carichi variabili.



10 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico utilizzate sono quelle previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Si elencano in seguito i coefficienti di combinazione, con riferimento alla tabella 2.6.1. del DM, e le relative combinazioni delle azioni:

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favolevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Sfavolevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.30	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favolevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	Sfavolevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.30	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favolevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sfavolevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favolevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sfavolevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Tabella 24 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche.

Ai fini delle verifiche agli stati limite, con riferimento al par. 2.5.3 si sono definite le seguenti combinazioni delle azioni:

- SLU – Combinazione di carico fondamentale;

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

- SLE – Combinazione caratteristica rara;

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

- SLE – Combinazione frequente;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

- SLE – Combinazione quasi permanente;

$$G_1 + G_2 + P + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

- Combinazione sismica;

$$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

I coefficienti parziali per le verifiche per i parametri geotecnici del terreno sono riassunti nella seguente tabella:

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabella 25 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno.

I coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi per le fondazioni superficiali sono riassunti nella seguente tabella:

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Tabella 26 - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

Si riportano di seguito tutte le combinazioni di carico delle azioni sollecitanti, generate automaticamente dal codice di calcolo, in conformità con le disposizioni della Normativa Tecnica.

Combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione



Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole



Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 18 - A1-M1-R3 SCOR H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole



Combinazione n° 19 - A1-M1-R3 SCOR H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

11 MODELLO DI CALCOLO GEOTECNICO E RISULTATI DELLE VERIFICHE

Le verifiche sono state eseguite con il software di calcolo MAX 16.0. A seguire si riportano i risultati ottenuti.

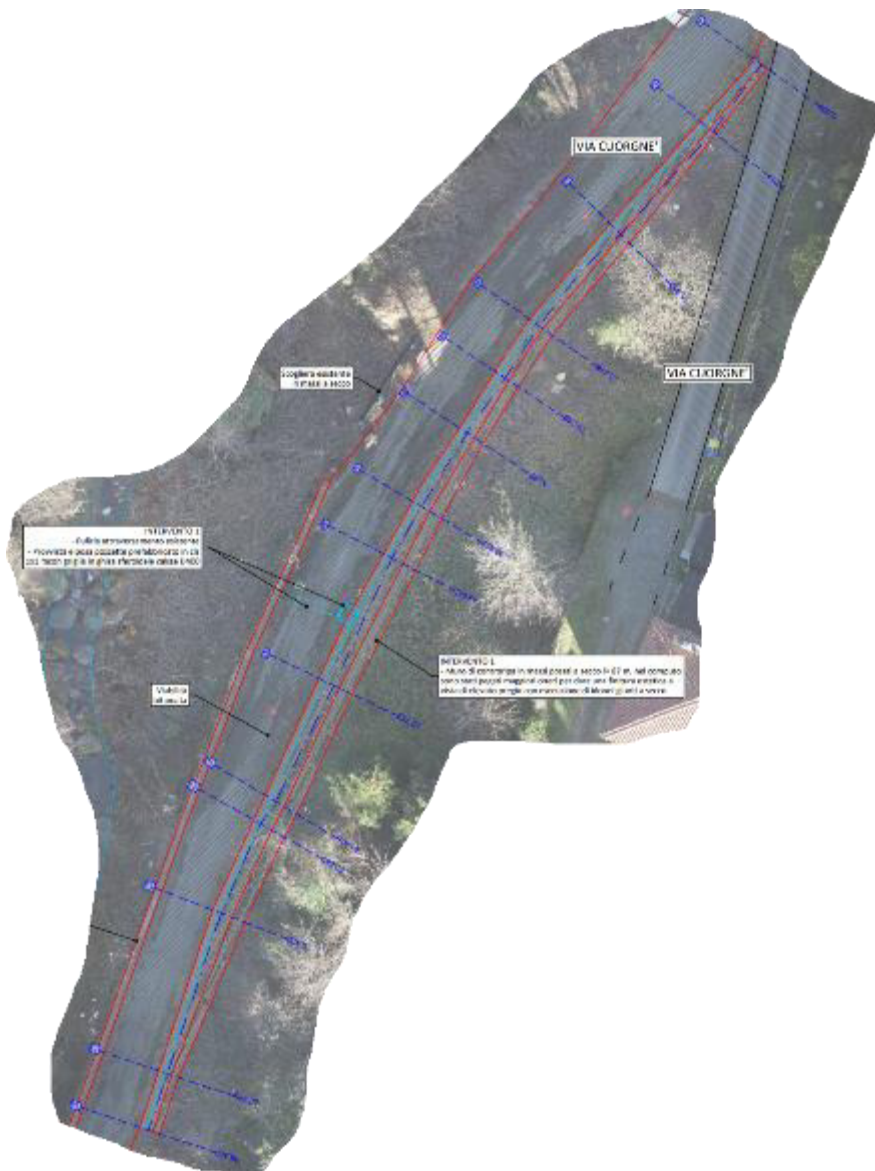
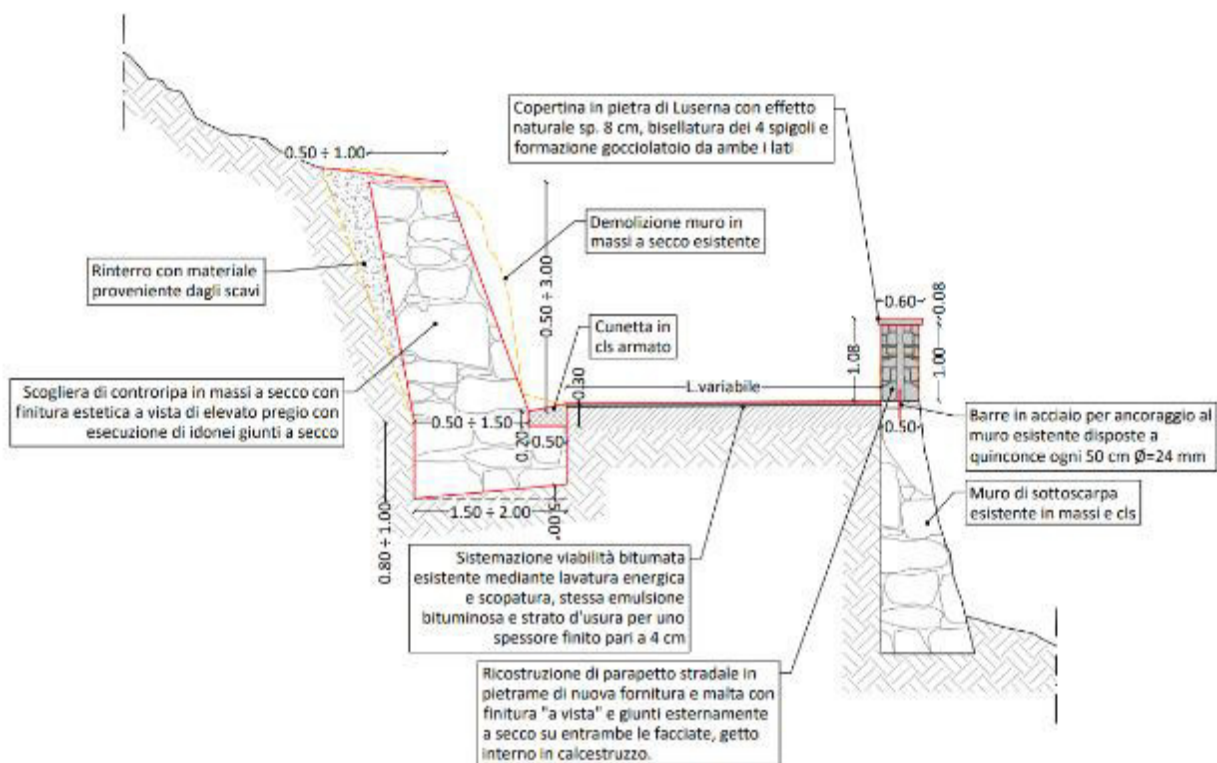


Figura 18: GEN.014_Planimetria_progetto_Localita_Pianezze – Scogliera in progetto intervento 1.



**SERTEC ENGINEERING
CONSULTING s.r.l.**
SP 222, n.31 10010 Loranze (TO)
P.IVA 00495550014



Figura 20: GEN.016_Planimetria_progetto_int.9.10.12_Santa_Elisabetta – Muro di sottoscarpa e scogliera in progetto intervento 9.

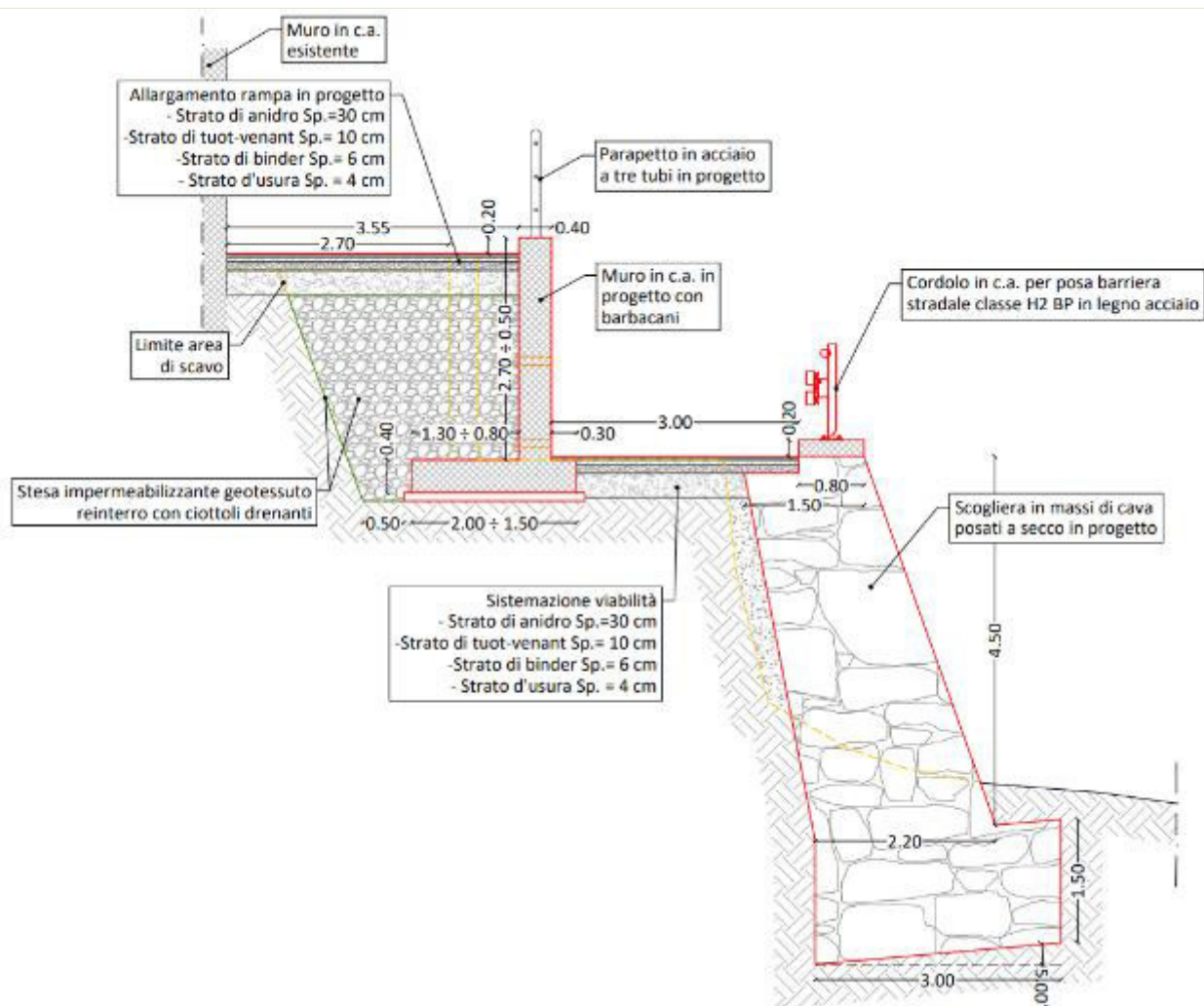
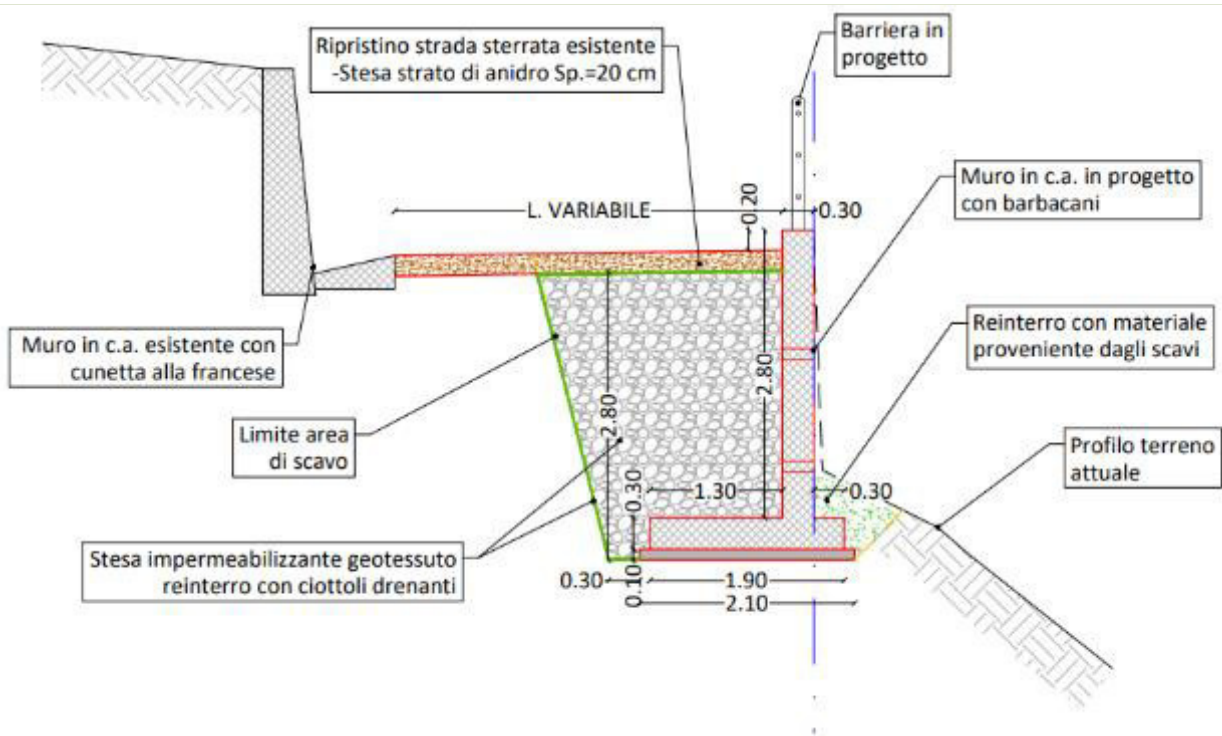


Figura 21: Sezione tipo intervento 9 per il modello di calcolo.



Figura 22: GEN.017_Planimetria_progetto_Int.11_Santa_Elisabetta – Muro in progetto intervento 11.



**SERTEC ENGINEERING
CONSULTING s.r.l.**
SP 222, n.31 10010 Loranze (TO)
P.IVA 00495550014

11.1 Scogliere in progetto

11.1.1 Intervento 1

11.1.1.1 Geometria di modellazione

La scogliera in progetto è stata verificata nella sua condizione più critica; essa avrà le seguenti caratteristiche geometriche: un'altezza di paramento di 3.00 m con spessore in testa di 1.00 m; la fondazione avrà spessore di 1.00 m con una mensola a valle di 0.50 m, per una larghezza totale di 1.80 m.

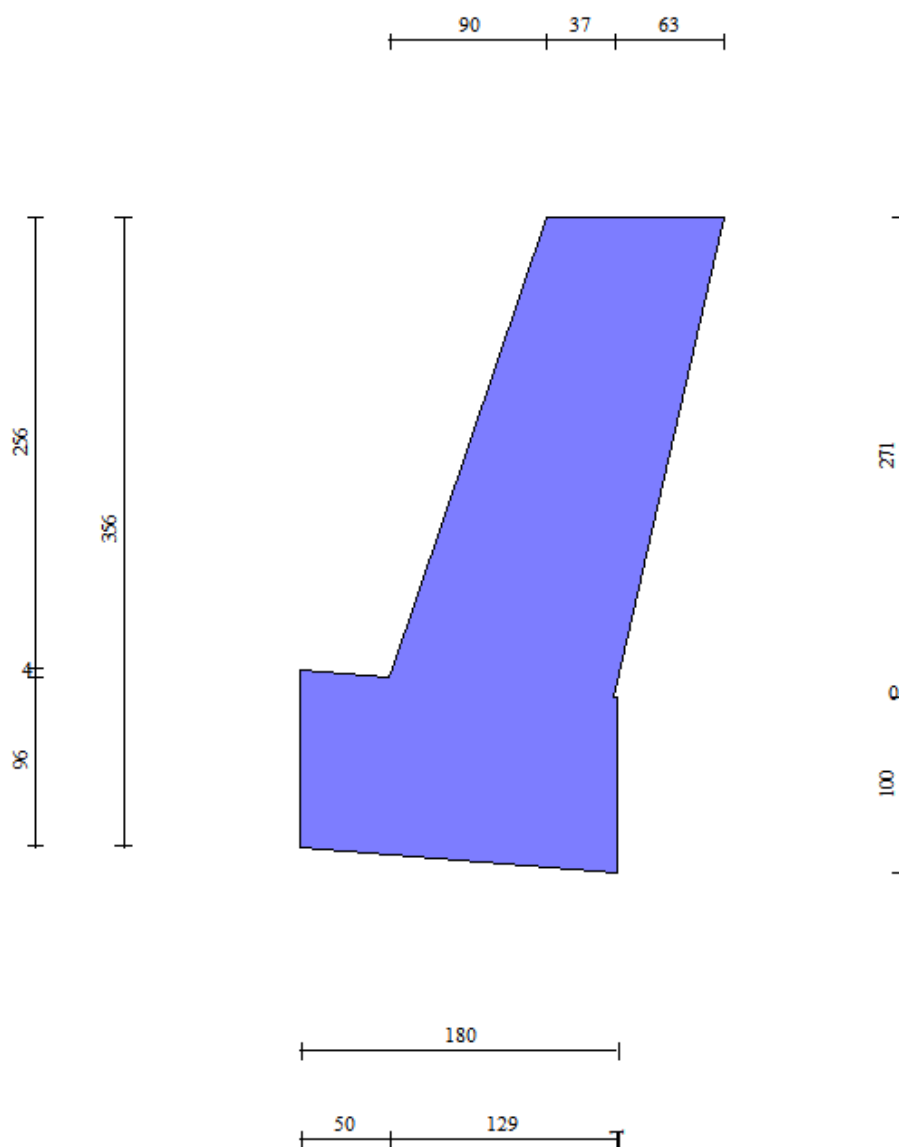


Figura 24: Estratto dal software di calcolo MAX 16.0 – Geometria di modellazione scogliera – intervento 1.



Figura 25: Estratto dal software di calcolo MAX 16.0 – Geometria di modellazione scogliera – intervento 1 in sezione, condizione stratigrafica e di carico.

11.1.1.2 Sollecitazioni agenti

Si riporta di seguito l'involuppo delle sollecitazioni agenti sulle opere di sostegno.

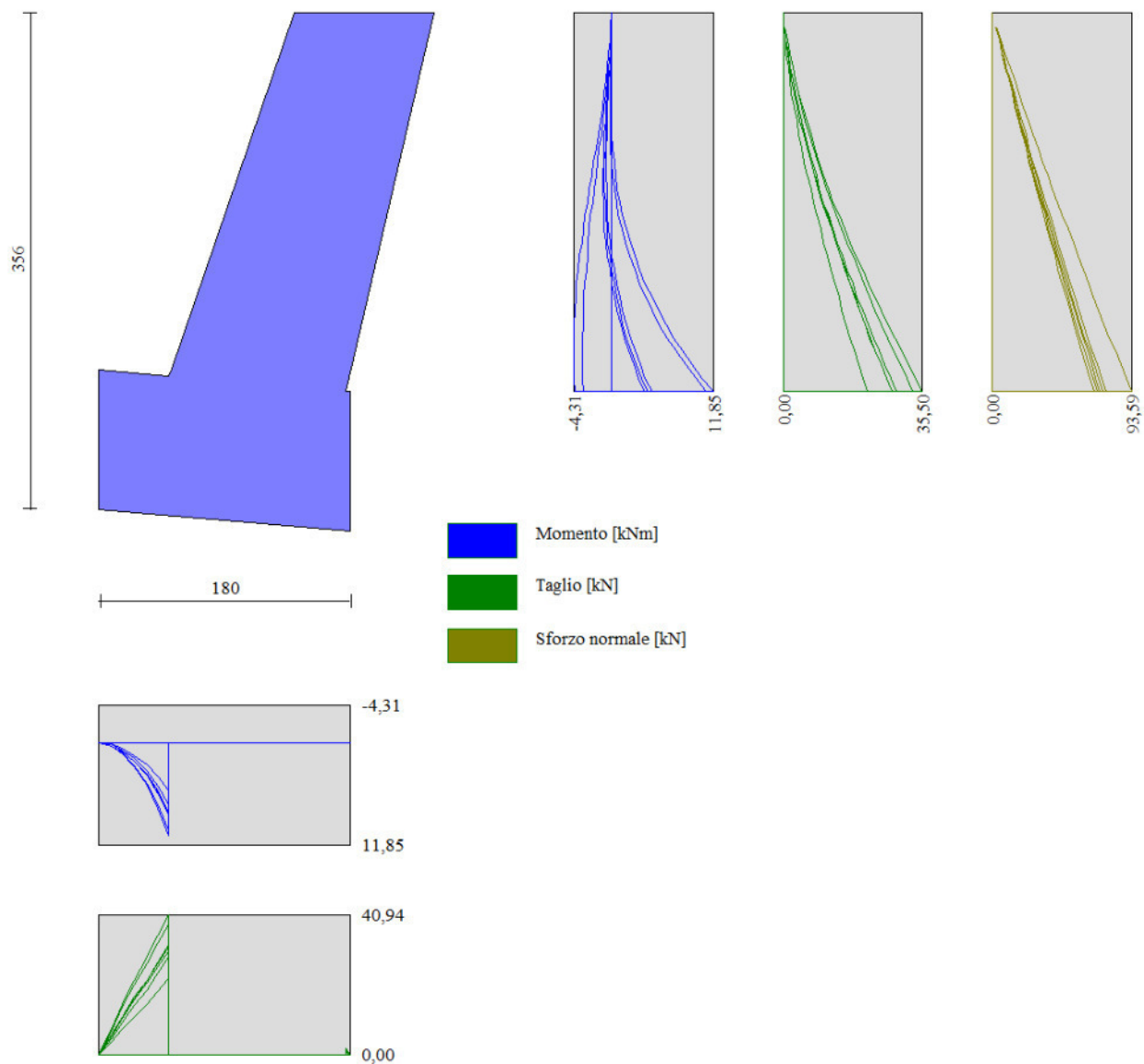


Figura 26: Involuppo sollecitazioni agenti sulla scogliera– Momento [kNm], Taglio [kN], Sforzo normale [kN].



11.1.1.3 Verifiche geotecniche

Nella tabella seguente si riportano i minimi coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche tenendo conto di tutte le combinazioni risultanti dal calcolo.

Tipo di verifica	Fattori di sicurezza minimi
Verifica al ribaltamento	2.00 (12)
Verifica allo scorrimento	1.34 (1 e 5)
Verifica al carico limite	3.55 (2)
Stabilità globale	1.72 (7)

Tabella 27 - Risultati delle verifiche geotecniche scogliera.

I valori minimi dei fattori di sicurezza risultano maggiori di quelli consigliati da normativa per muri di sostegno (NTC 2018).

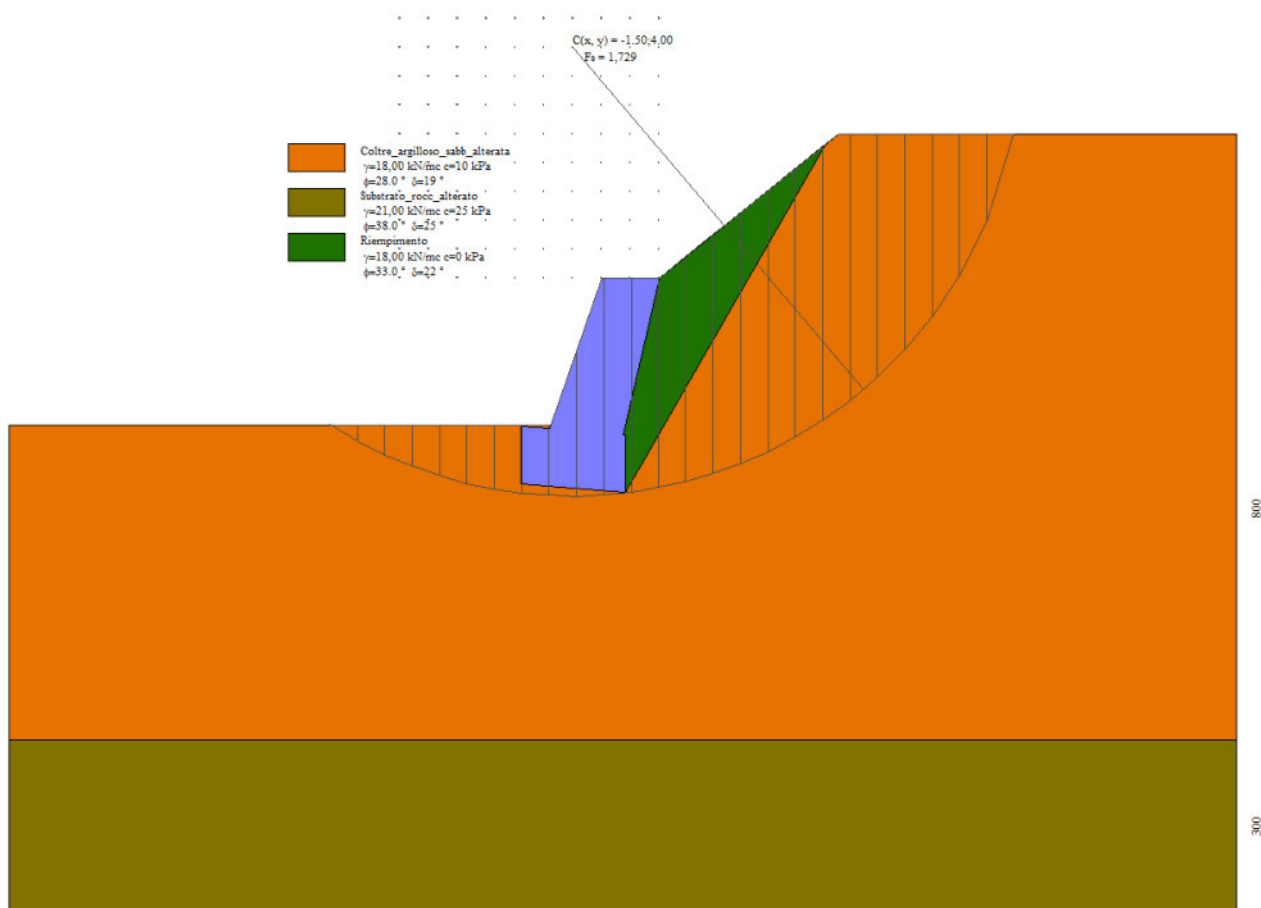


Tabella 28. Verifica stabilità globale Bishop combinazione 7 scogliera – FS=1.72.

11.1.2 Intervento 9

11.1.2.1 Geometria di modellazione

La scogliera in progetto è stata verificata nella sua condizione più critica; essa avrà le seguenti caratteristiche geometriche: un'altezza di paramento di 4.50 m con spessore in testa di 1.50 m; la fondazione avrà spessore di 1.50 m con una mensola a valle di 0.80 m, per una larghezza totale di 3.00 m.

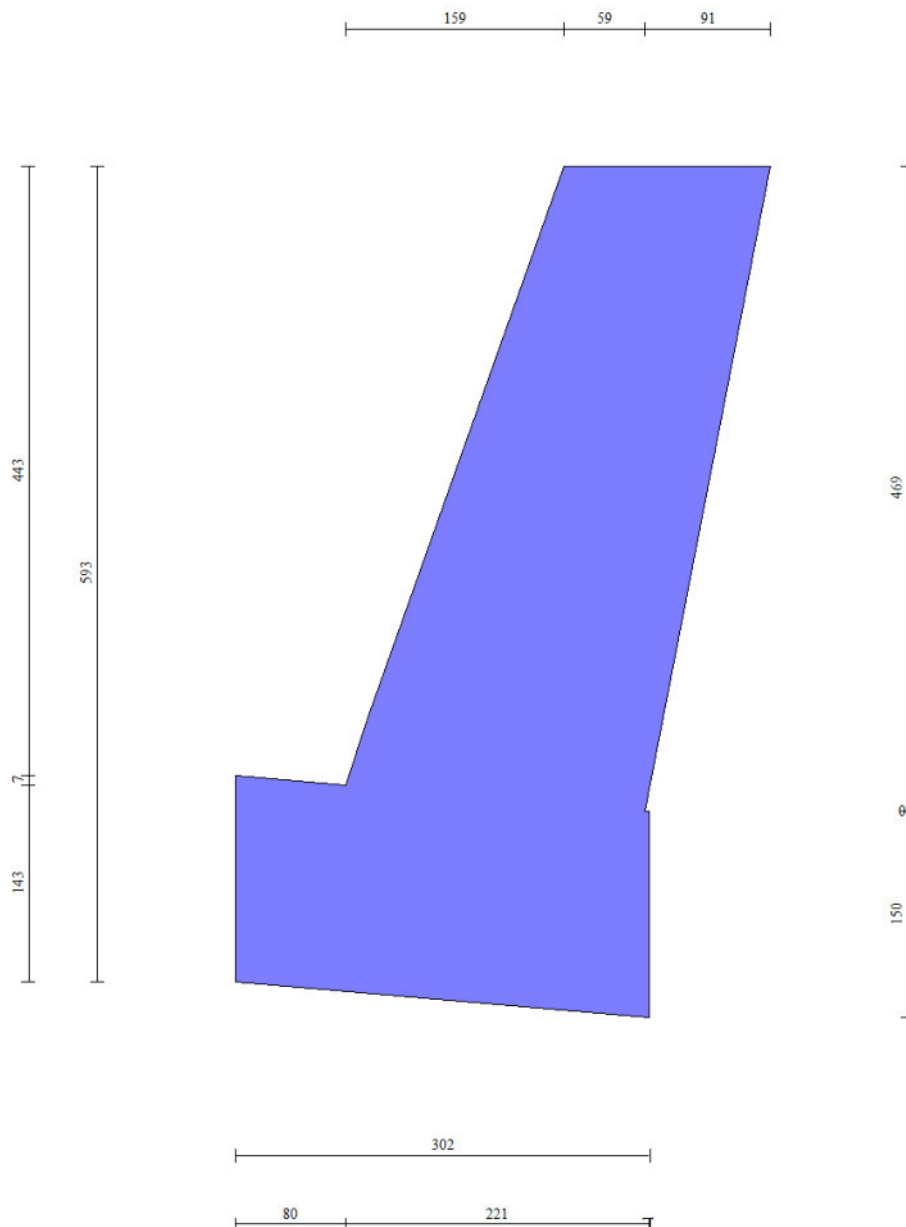


Figura 27: Estratto dal software di calcolo MAX 16.0 – Geometria di modellazione scogliera – intervento 9.



Figura 28: Estratto dal software di calcolo MAX 16.0 – Geometria di modellazione scogliera – intervento 9 in sezione, condizione stratigrafica e di carico.

11.1.2.2 Sollecitazioni agenti

Si riporta di seguito l'involuppo delle sollecitazioni agenti sulle opere di sostegno.

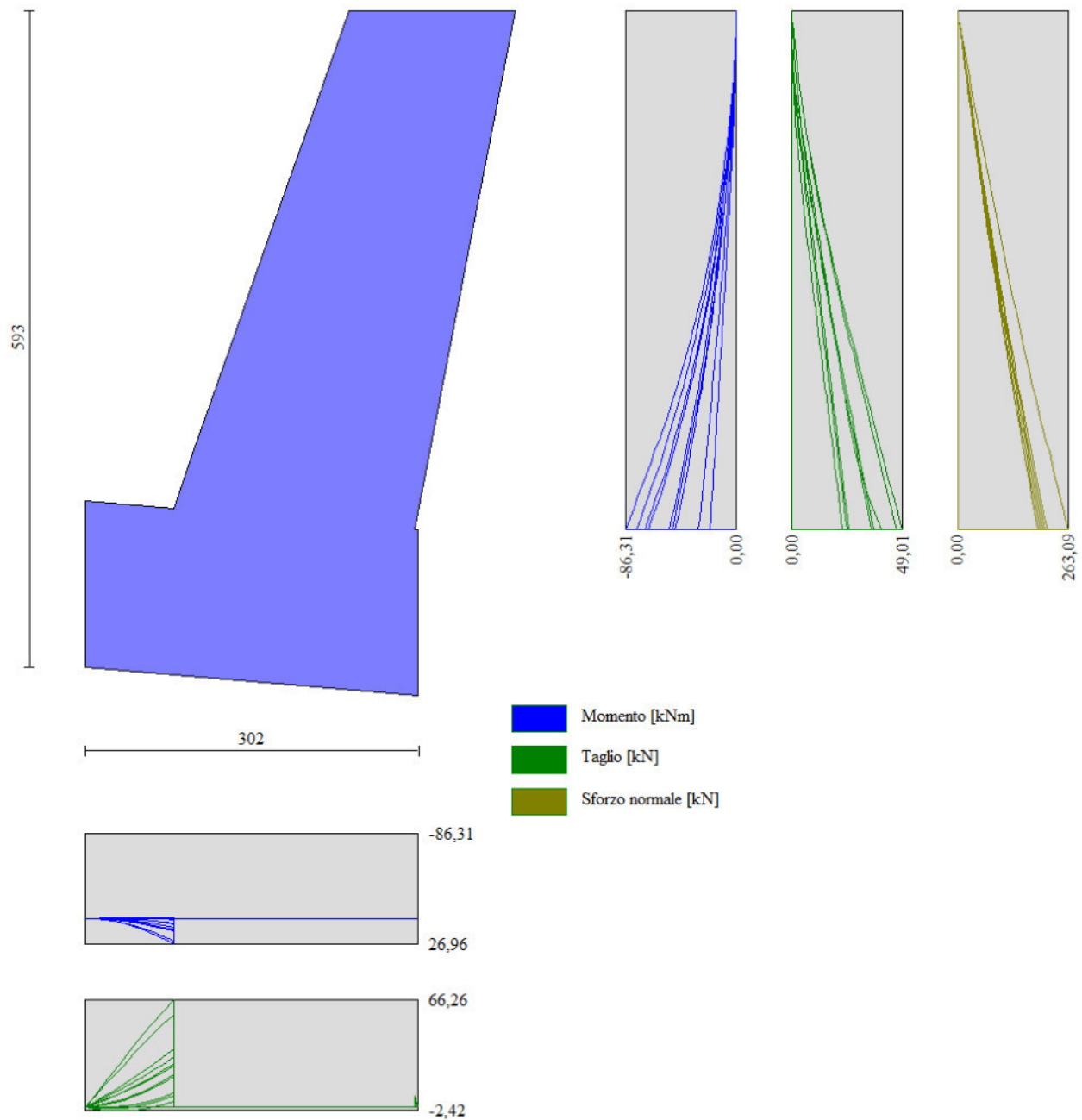


Figura 29: Involuppo sollecitazioni agenti sulla scogliera– Momento [kNm], Taglio [kN], Sforzo normale [kN].



11.1.2.3 Verifiche geotecniche

Nella tabella seguente si riportano i minimi coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche tenendo conto di tutte le combinazioni risultanti dal calcolo.

Tipo di verifica	Fattori di sicurezza minimi
Verifica al ribaltamento	2.79 (12)
Verifica allo scorrimento	1.89 (1)
Verifica al carico limite	5.77 (6)
Stabilità globale	1.59 (7)

Tabella 29 - Risultati delle verifiche geotecniche scogliera.

I valori minimi dei fattori di sicurezza risultano maggiori di quelli consigliati da normativa per muri di sostegno (NTC 2018).

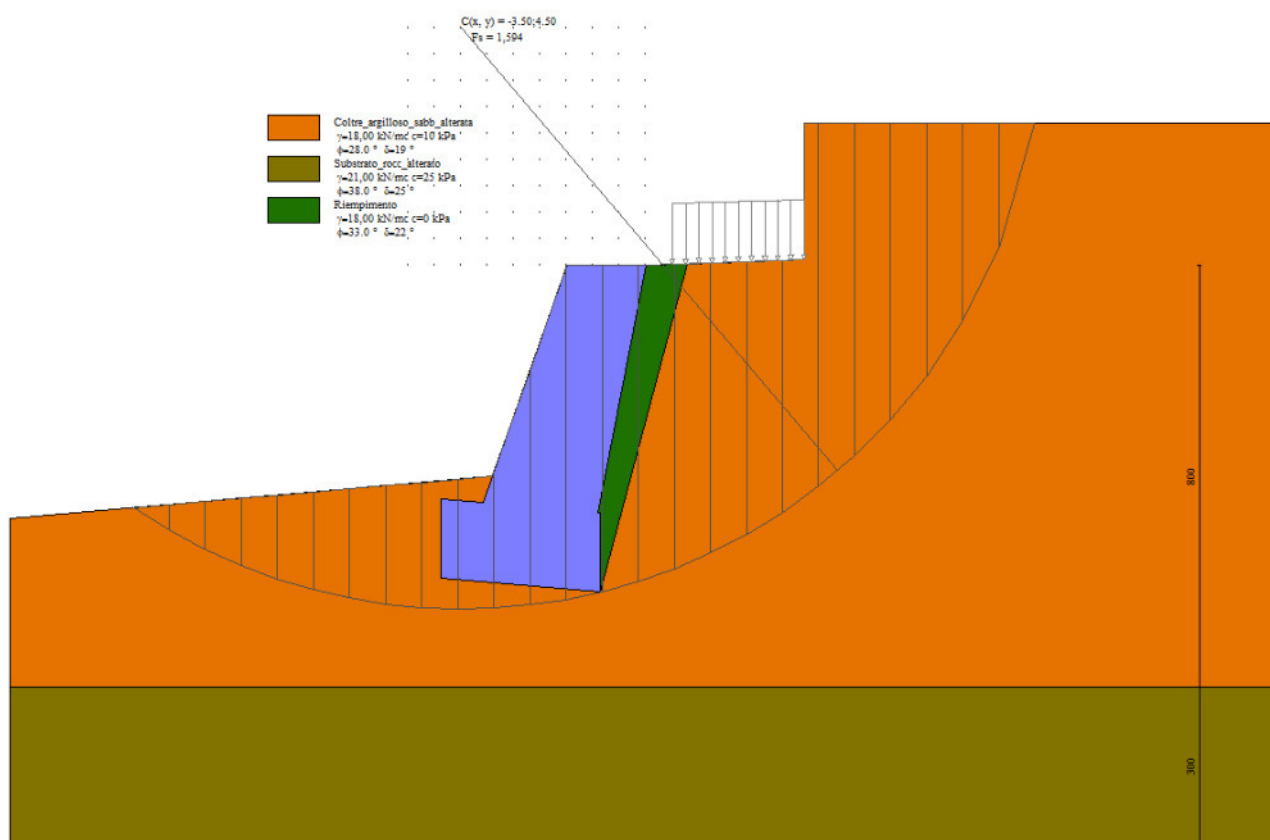


Tabella 30. Verifica stabilità globale Bishop combinazione 7 scogliera – FS=1.59.

11.2 Muri in progetto

11.2.1 Intervento 9

11.2.1.1 Geometria di modellazione

Il muro in c.a. avrà una altezza massima di paramento pari a 2.70 m con spessore in testa di 0.40 m, mensola di valle di 0.30 m e mensola di monte di 1.30 m per una larghezza di fondazione pari a 2.00 m. E' prevista la stesa di magrone di fondo alla base della fondazione con uno spessore di 10 cm.

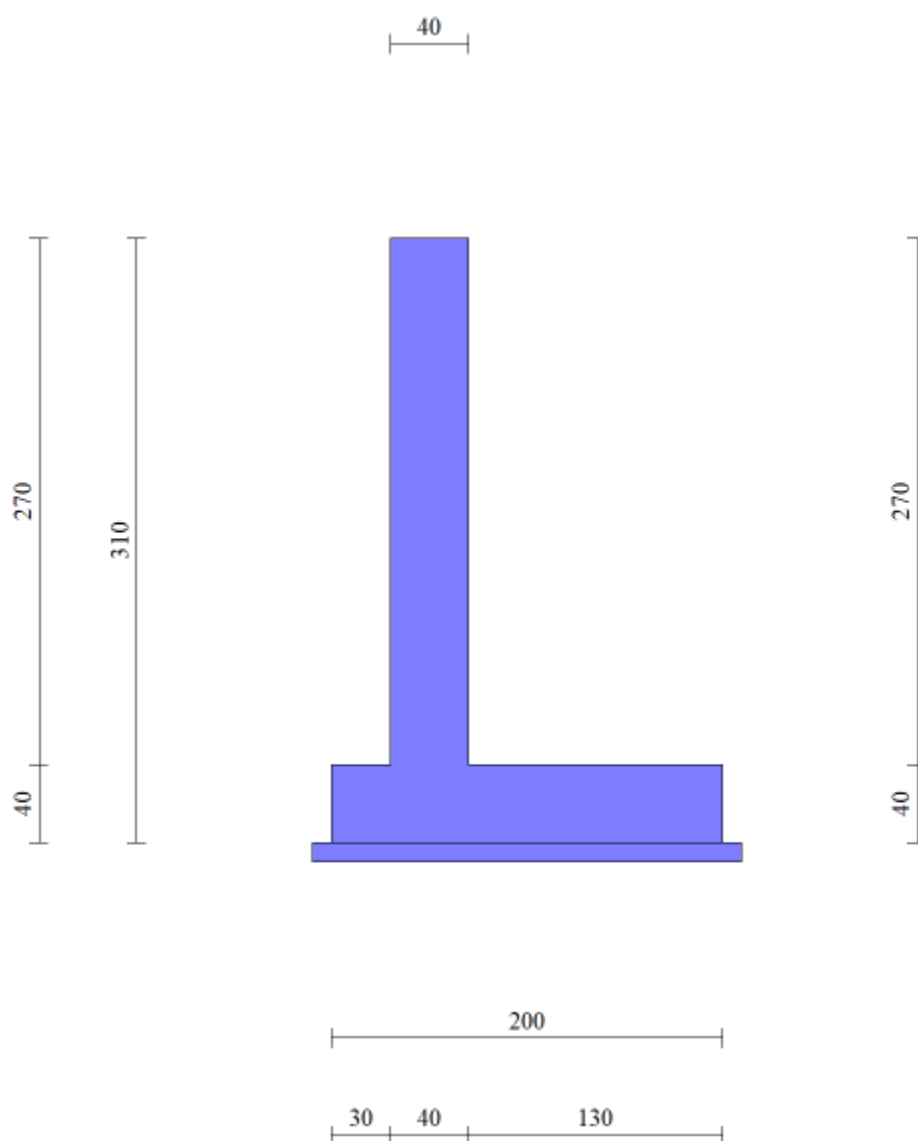


Figura 30: Estratto dal software di calcolo MAX 16.0 – Geometria di modellazione in sezione – intervento 9.

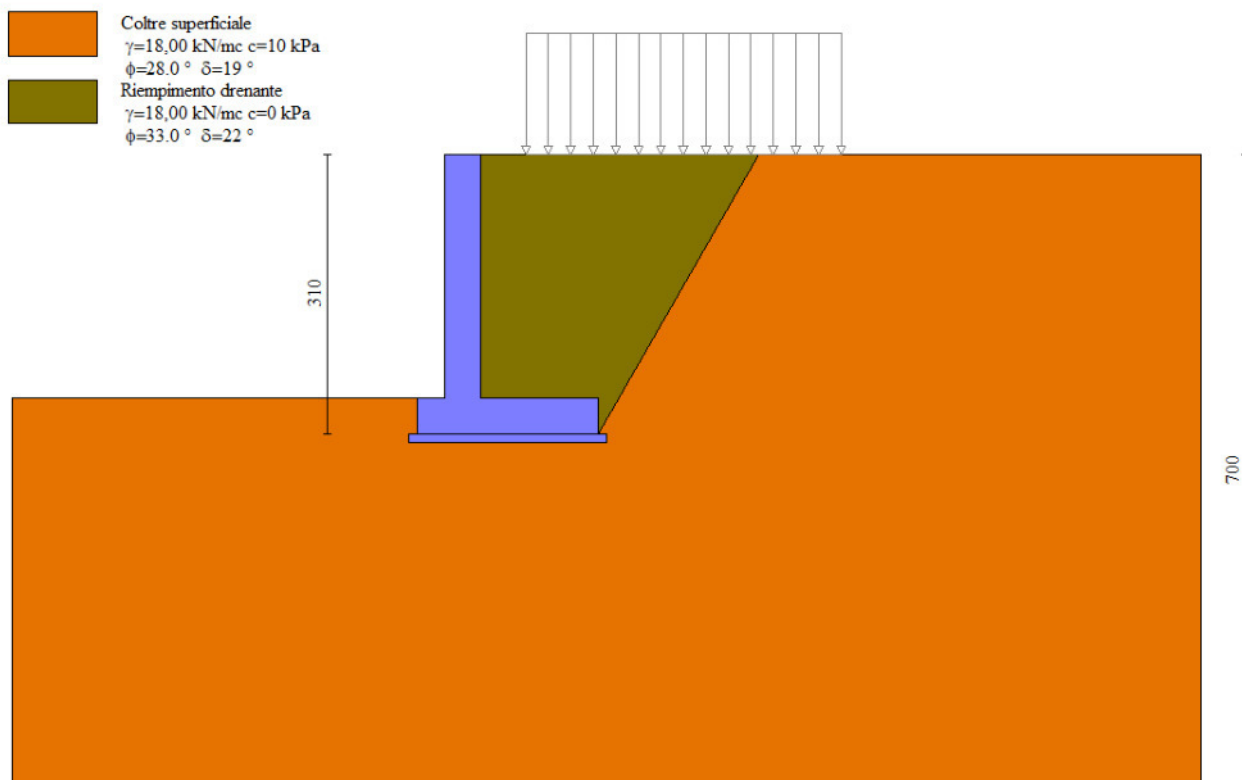


Figura 31: Estratto dal software di calcolo MAX 16.0 – Geometria di modellazione – intervento 9 in sezione, condizione stratigrafica e di carico.

11.2.1.2 Sollecitazioni agenti

Si riporta di seguito l'involuppo delle sollecitazioni agenti sull'opera di sostegno.

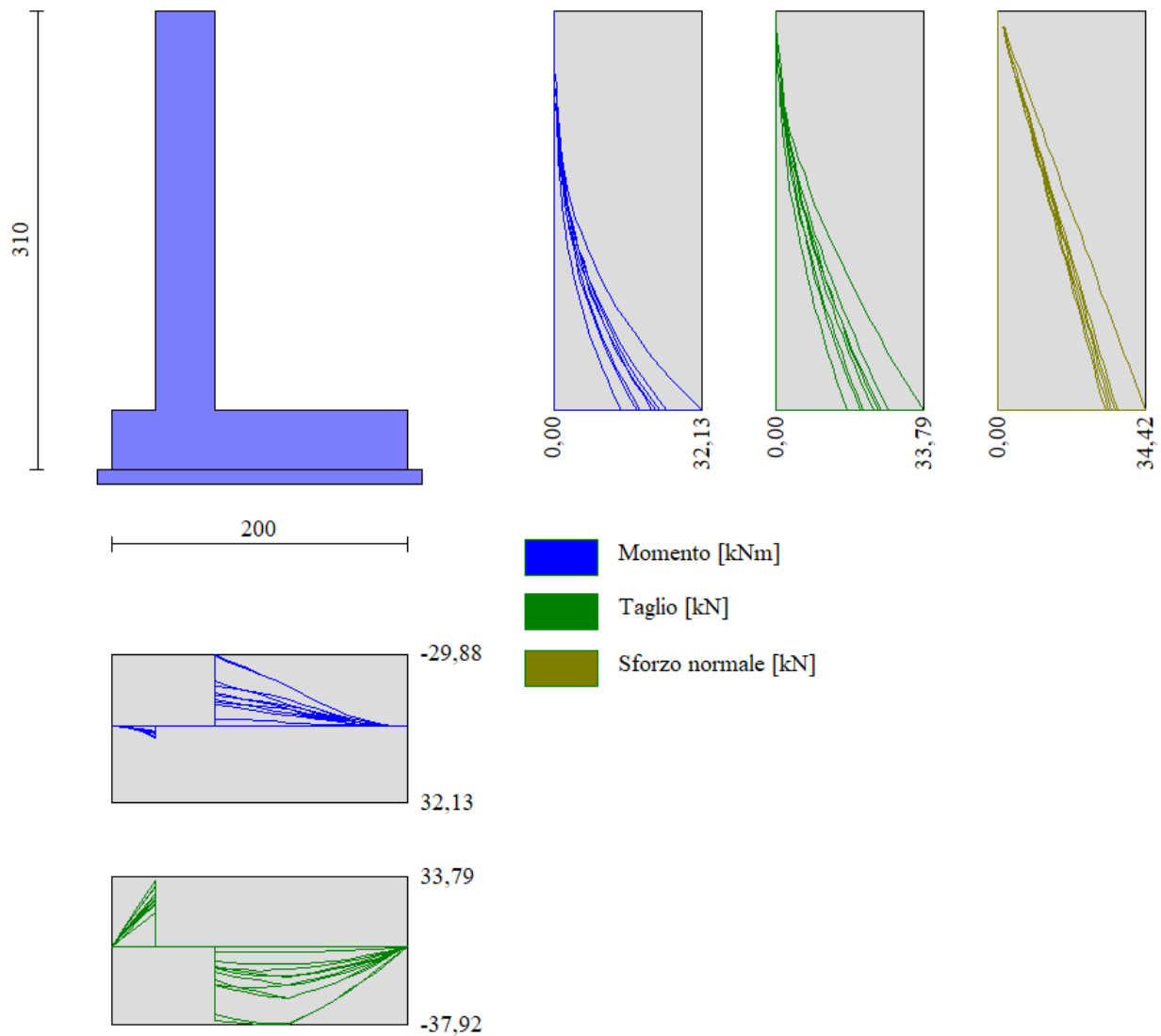


Figura 32: Involuppo sollecitazioni agenti – Momento [kNm], Taglio [kN], Sforzo normale [kN].



11.2.2.1 Verifiche geotecniche

Nella tabella seguente si riportano i minimi coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche tenendo conto di tutte le combinazioni risultanti dal calcolo.

Tipo di verifica	Fattori di sicurezza minimi
Verifica al ribaltamento	2.83 (12)
Verifica allo scorrimento	1.27 (1)
Verifica al carico limite	2.53 (6)
Stabilità globale	1.65 (7)

Tabella 31 - Risultati delle verifiche geotecniche.

I valori minimi dei fattori di sicurezza risultano maggiori di quelli consigliati da normativa per muri di sostegno (NTC 2018).

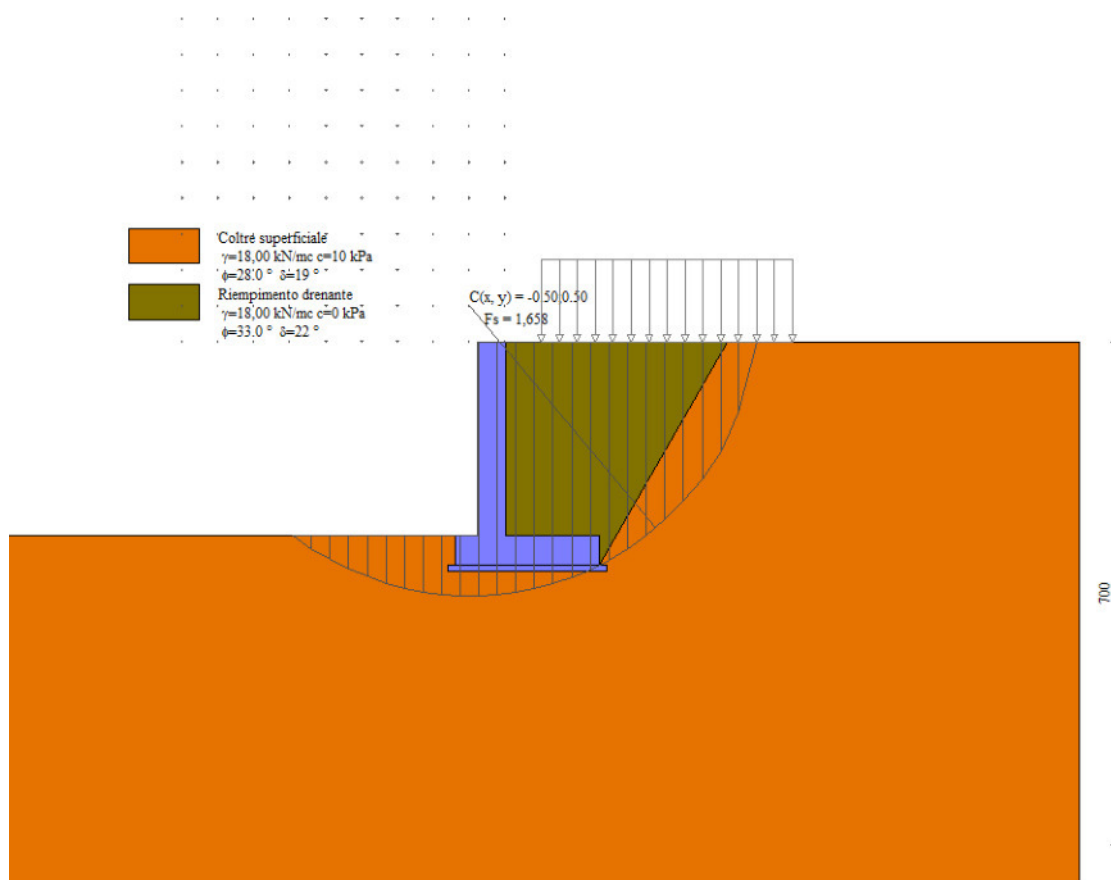


Figura 33: Involuppo sollecitazioni agenti – Momento [kNm], Taglio [kN], Sforzo normale [kN].

11.2.2.2 Verifiche strutturali

Si presentano le verifiche strutturali del paramento e della fondazione.

Paramento		Fondazione				
	N	Tipo	nt	d [mm]	L [m]	P [kN]
◆	1	Diritto inferiore	4	14,00	1,30	0,0154
	2	Diritto superiore	4	14,00	3,14	0,0372
	3	Diritto superiore	4	14,00	1,48	0,0176
	4	Diritto inferiore	4	14,00	3,08	0,0365
	5	Ripartitore	8	10,00	1,00	0,0060
	6	Gancio	8	8,00	0,46	0,0018

Figura 34. Elenco ferri paramento.

Elenco Ferri						
Paramento		Fondazione				
	N	Tipo	nt	d [mm]	L [m]	P [kN]
◆	1	Diritto superiore	4	14,00	2,87	0,0341
	2	Diritto inferiore	4	14,00	2,87	0,0341
	3	Ripartitore	6	10,00	1,00	0,0060
	4	Gancio	6	8,00	0,46	0,0018

Figura 35. Elenco ferri fondazione.

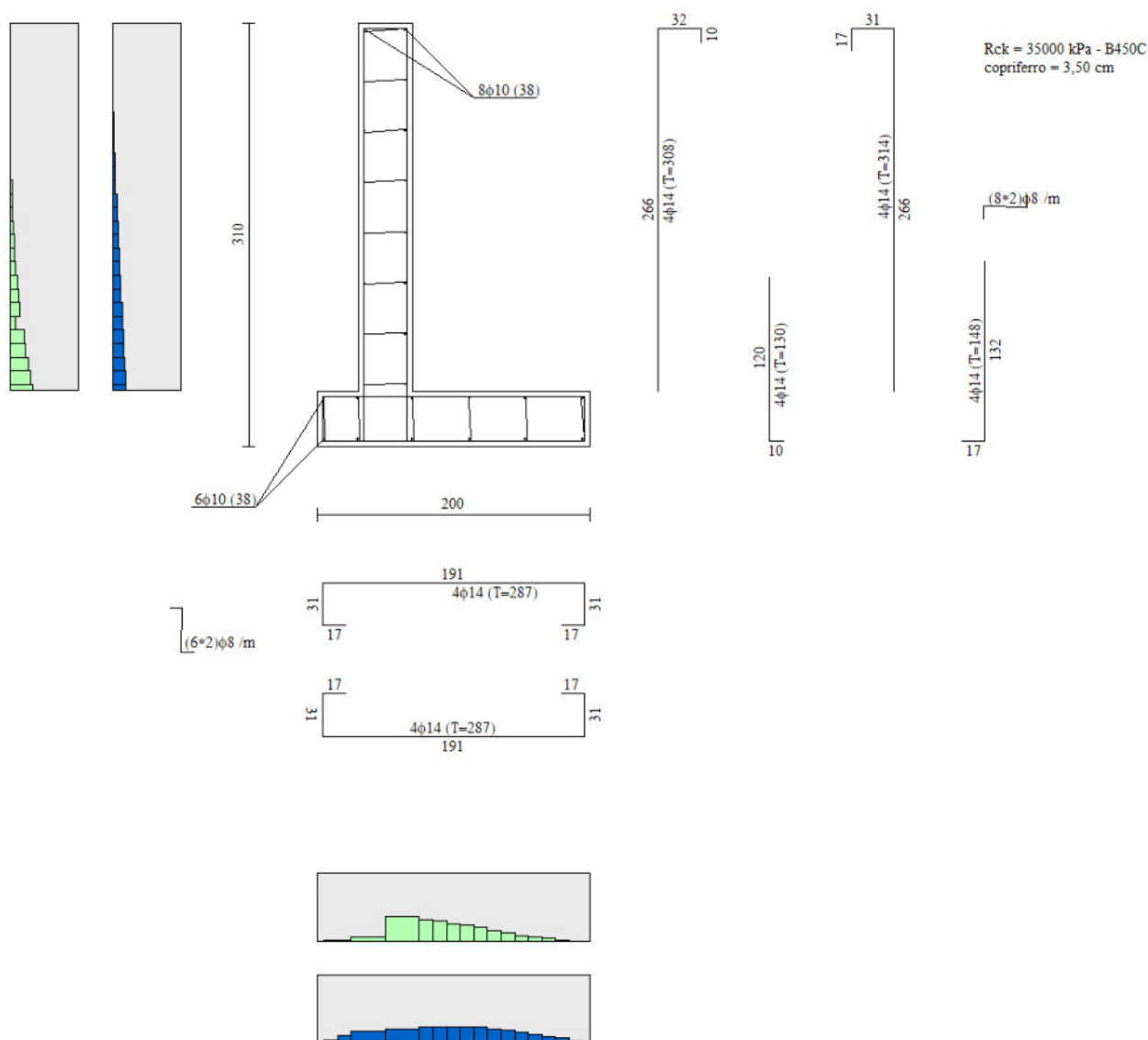


Figura 36. Involuppo armatura; in blu le verifiche a taglio, in verde le verifiche a flessione.

11.2.3 Intervento 11

11.2.3.1 Geometria di modellazione

Il muro in c.a. avrà una altezza massima di paramento pari a 2.70 m con spessore in testa di 0.40 m, mensola di valle di 0.30 m e mensola di monte di 1.30 m per una larghezza di fondazione pari a 2.00 m.

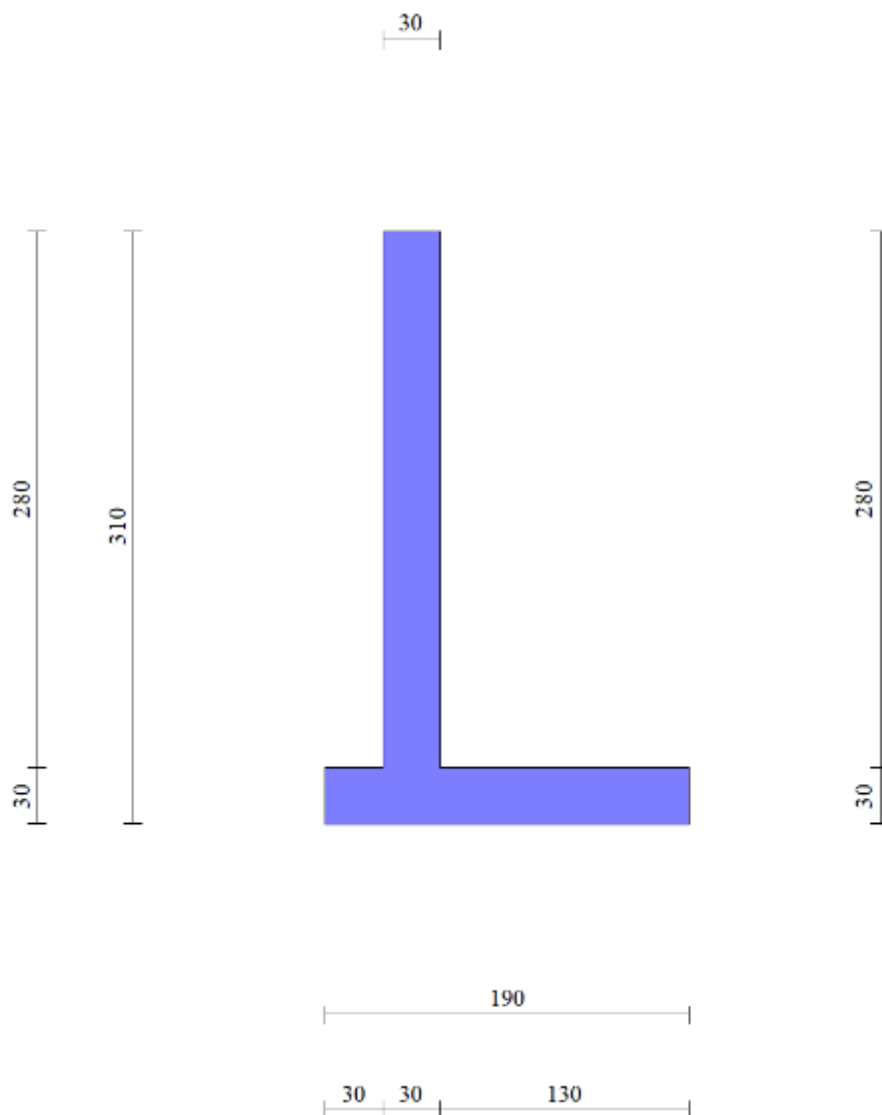


Figura 37: Estratto dal software di calcolo MAX 16.0 – Geometria di modellazione in sezione – intervento 11.

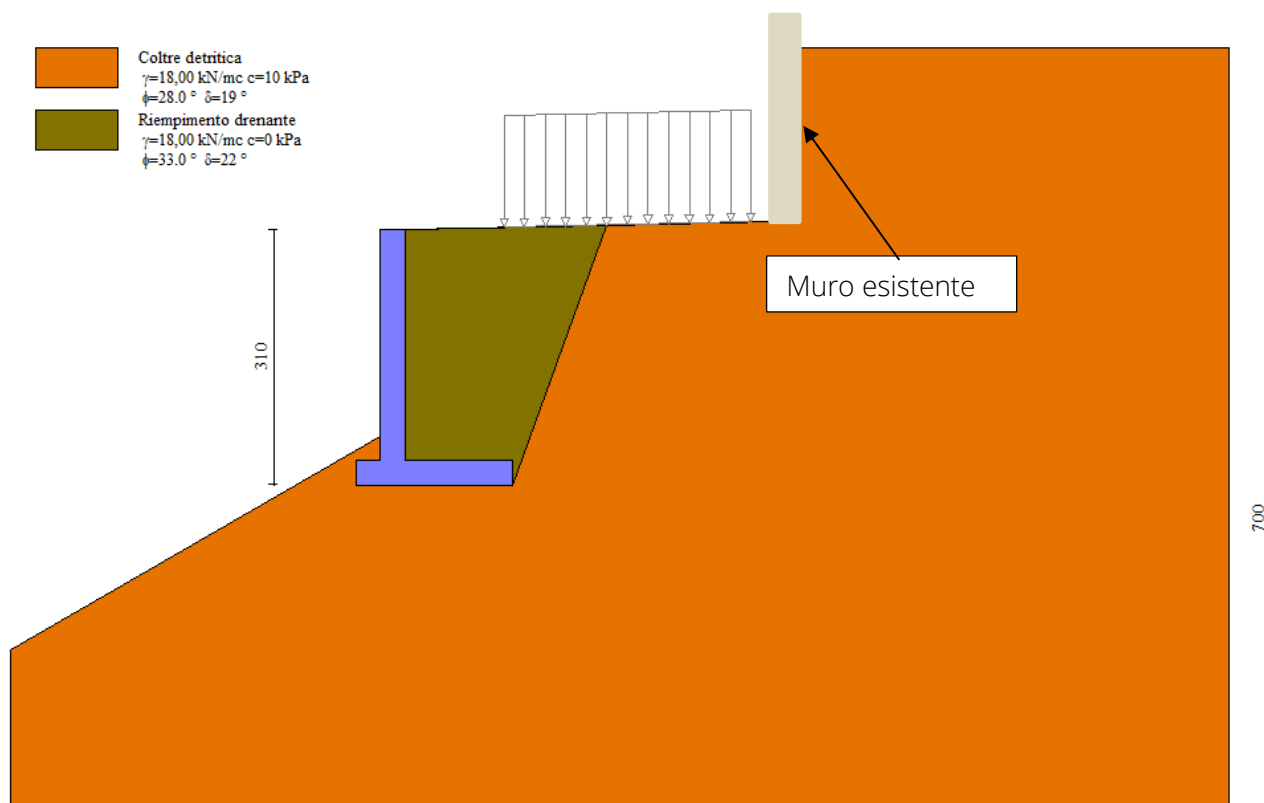


Figura 38: Estratto dal software di calcolo MAX 16.0 – Geometria di modellazione – intervento 11 in sezione, condizione stratigrafica e di carico.

11.2.3.2 Sollecitazioni agenti

Si riporta di seguito l'involuppo delle sollecitazioni agenti sull'opera di sostegno.

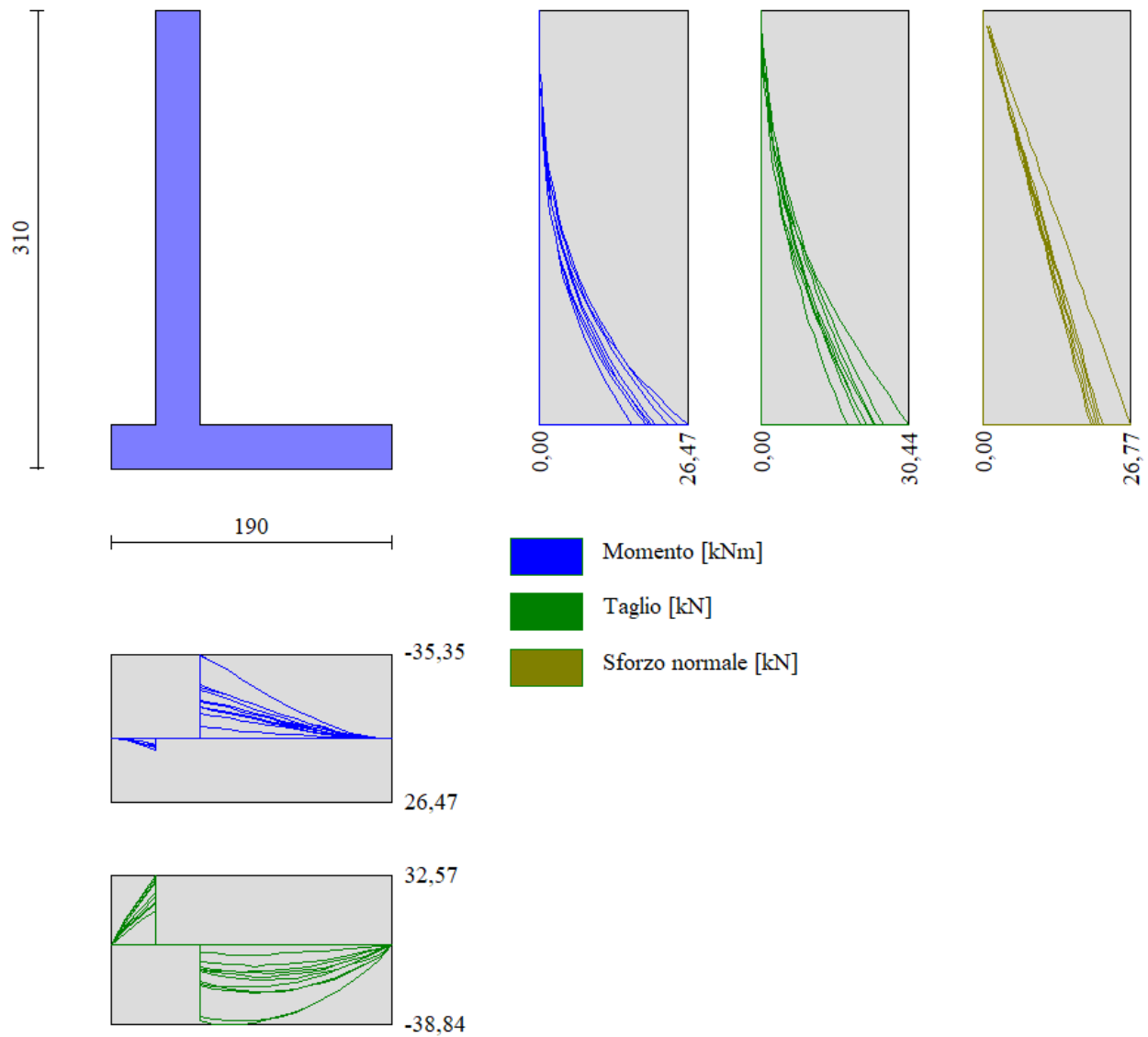


Figura 39: Involuppo sollecitazioni agenti – Momento [kNm], Taglio [kN], Sforzo normale [kN].



11.2.3.4 Verifiche geotecniche

Nella tabella seguente si riportano i minimi coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche tenendo conto di tutte le combinazioni risultanti dal calcolo.

Tipo di verifica	Fattori di sicurezza minimi
Verifica al ribaltamento	2.38 (10)
Verifica allo scorrimento	1.19 (1)
Verifica al carico limite	2.50 (6)
Stabilità globale	1.13 (7)

Tabella 32 - Risultati delle verifiche geotecniche.

I valori minimi dei fattori di sicurezza risultano maggiori di quelli consigliati da normativa per muri di sostegno (NTC 2018).

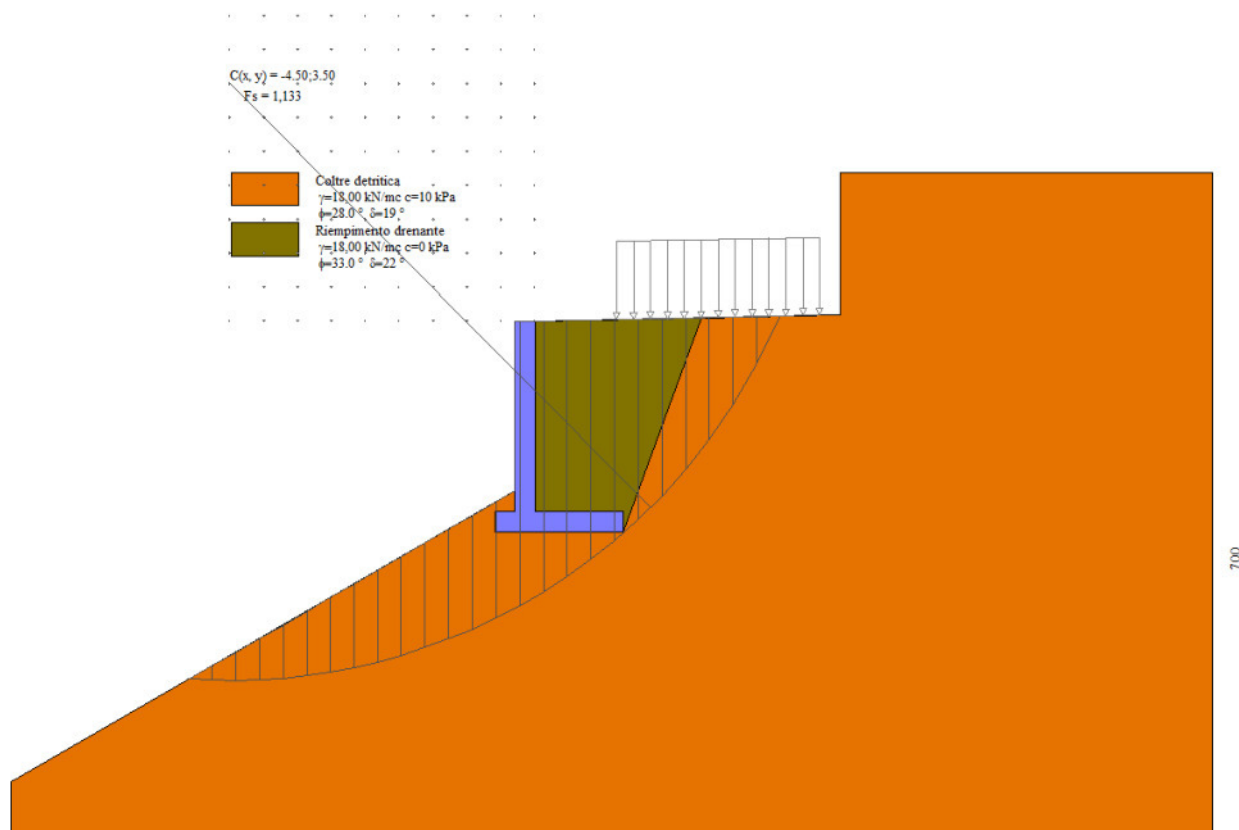


Figura 40: Involuppo sollecitazioni agenti – Momento [kNm], Taglio [kN], Sforzo normale [kN].

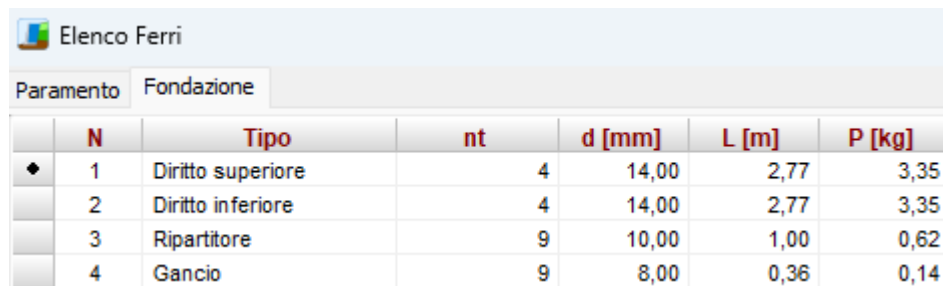
11.2.3.5 Verifiche strutturali

Si presentano le verifiche strutturali del paramento e della fondazione.



	N	Tipo	nt	d [mm]	L [m]	P [kg]
◆	1	Diritto inferiore	4	14,00	1,30	1,57
	2	Diritto superiore	4	14,00	3,24	3,91
	3	Diritto superiore	4	14,00	1,48	1,79
	4	Diritto inferiore	4	14,00	3,18	3,84
	5	Ripartitore	12	10,00	1,00	0,62
	6	Gancio	12	8,00	0,36	0,14

Figura 41. Elenco ferri paramento.



	N	Tipo	nt	d [mm]	L [m]	P [kg]
◆	1	Diritto superiore	4	14,00	2,77	3,35
	2	Diritto inferiore	4	14,00	2,77	3,35
	3	Ripartitore	9	10,00	1,00	0,62
	4	Gancio	9	8,00	0,36	0,14

Figura 42. Elenco ferri fondazione.

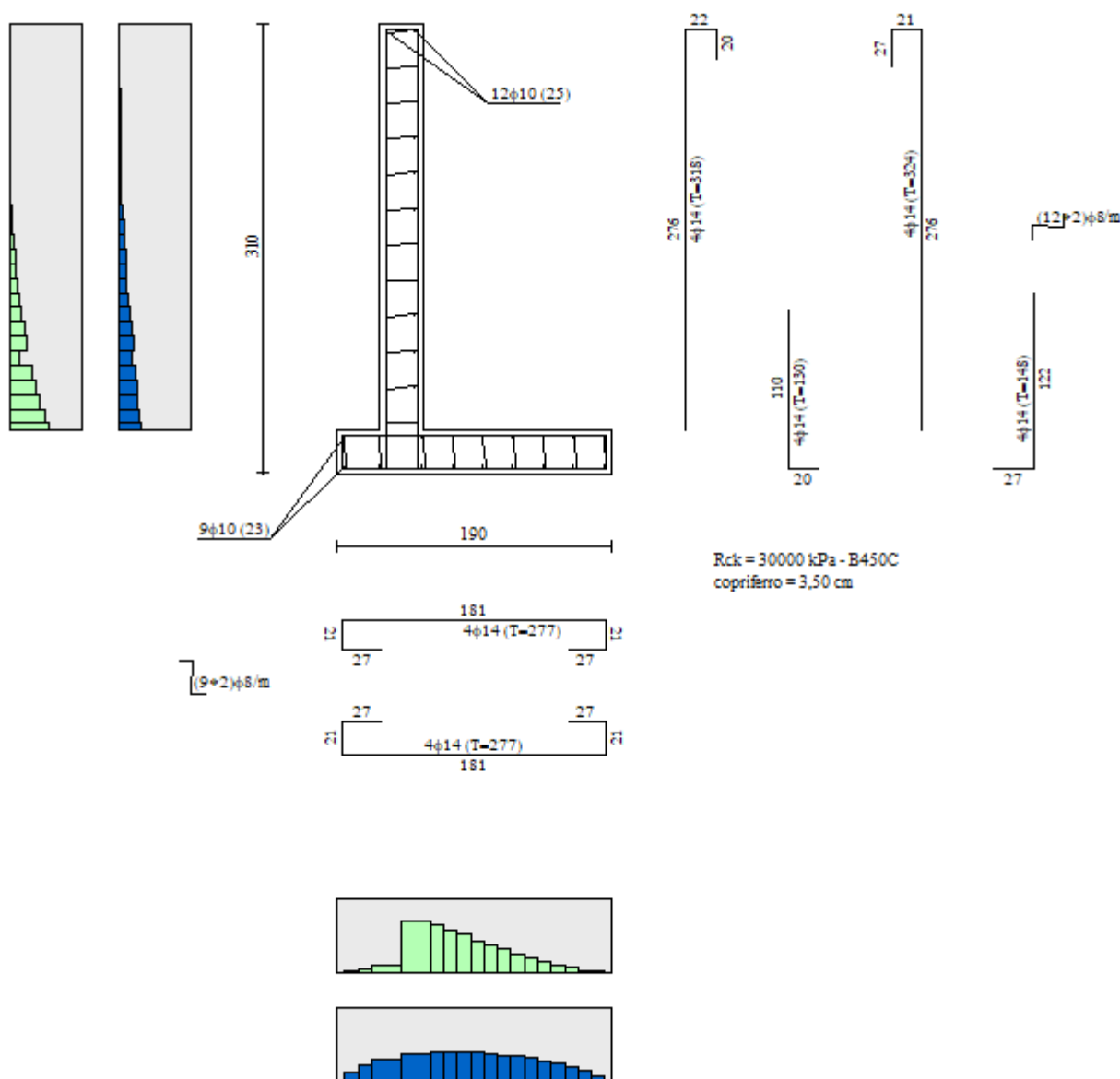


Figura 43. Involuppo armatura; in blu le verifiche a taglio, in verde le verifiche a flessione.

12 CONCLUSIONI

Nel presente elaborato, dopo un breve inquadramento topografico, geologico e geomorfologico dell'area di intervento, sono stati illustrati i risultati delle verifiche geotecniche e strutturali delle opere in progetto relative agli interventi da realizzarsi nell'ambito del progetto di "LAVORI DI MITIGAZIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO NEL TERRITORIO COMUNALE - MISSIONE M2 - COMPONENTE 4 - INVESTIMENTO 2.2 C.U.P. I17H22000580005 - C.I.G. A01219BE3F".

Gli interventi in località Pianezze e Strada Antica delle Vigne ricadono in **Classe IIa aree a debole pendenza**, ricadenti nel versante montano. Ogni intervento deve essere effettuato prevedendo adeguate strutture di sostegno e predisponendo sistemi di drenaggio delle acque superficiali e/o profonde che prevengano fenomeni di saturazione della coltre detritico-colluviale.

Gli interventi in Via Santa Elisabetta e nel concentrico ricadono in **Classe IIIa aree inedificate**, alvei attivi, aree localizzate nei conoidi caratterizzate da passaggio di acque a elevata energia con probabili trasporti solidi intensi; probabili aree interessate dal percorso di colate detritiche (debrisflow) provenienti dal bacino di alimentazione. Aree in frana (attive e quiescenti) e settori di versante ad elevata acclività (maggiore di 25°) che possono favorire fenomeni di crollo e mobilitazione dei depositi sciolti superficiali.

I settori indagati **non ricadono** tra le aree perimetrate dalla Direttiva Alluvioni.

Per quanto concerne l'aspetto vincolistico, le opere in progetto **non ricadono** tra le aree perimetrate ai sensi della L.R. 45/89 – Vincolo Idrogeologico.

Le strutture in progetto sono state dimensionate e verificate mediante l'ausilio del programma di calcolo Max 16 di Aztec.

Tutte le verifiche hanno fatto riferimento all'attuale normativa vigente, il D.M. 17/01/2018.

Si consiglia per il rinterro a tergo dei muri, di utilizzare il materiale proveniente dagli scavi, opportunamente vagliato con benna vagliante al fine di eliminare la frazione fine, sabbioso limosa.



Dai risultati ottenuti tutte le verifiche effettuate su ciascun elemento risultano **SODDISFATTE**, confermando che la corretta esecuzione delle opere in progetto garantirà la sicurezza della viabilità da essa sottesa ed in generale del territorio in esame.