



COMUNITA' MONTANA
dei LAGHI BERGAMASCHI

**MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO
NEL BACINO DEL TORRENTE BORLEZZA
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE LOTTO 2**



PROGETTO ESECUTIVO

<i>Data revisione:</i> Dicembre 2023	<i>Indice revisione:</i> 00	<i>Natura della modifica:</i> Prima emissione

Titolo elaborato:

Relazione tecnica generale

<i>Ns. Rif.</i> 23BP10	<i>Data</i> Dicembre 2023	<i>Scala</i> -	<i>Dim. foglio</i> A4	<i>Elaborato n°</i> 001.E.GE.EG_00
---------------------------	------------------------------	-------------------	--------------------------	---------------------------------------

DIRETTORE TECNICO:
Dott. Ing. Massimo Sartorelli

PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Massimo Sartorelli



Via Repubblica n.1
21020 - Varano Borghi (VA)
tel.: +39 0332.961097
fax: +39 0332.961162
info@bluprogetti.eu
bluprogetti@pec.it

Timbro e firma:



Redazione
Dott. For. Enrico Pozzi

Verifica
Dott. Ing. Massimo Sartorelli

Approvazione
Dott. Ing. Massimo Sartorelli

Indice

1	Premessa	2
2	Inquadramento territoriale	4
2.1	Inquadramento generale	4
2.2	Assetto idraulico e opere di difesa del suolo.....	9
2.3	Il tratto oggetto di intervento.....	10
3	Pianificazione e vincoli	12
3.1	Aree protette	12
4	Stato dei luoghi e delle opere	14
4.1	Descrizione generale	14
4.2	Evoluzione dello stato di fatto.....	14
4.3	Aspetti vegetazionali generali	23
4.4	Tratto 2.a	24
5	Interventi in progetto.....	27
5.1	Approntamento cantiere – Viabilità’	27
5.2	Muro 23	27
5.3	Muro 24	28
5.4	Briglia 25	28
5.5	Muro 27	31
5.6	Soglia 28.....	32
5.7	Interventi diffusi	33
5.8	Cantieristica	36
6	Compatibilità idraulica degli interventi.....	37
7	Disponibilità delle aree – Accesso alle aree di cantiere	39
8	Analisi economica degli interventi in progetto	40

1 PREMESSA

Nel giugno del 2022, con Determinazione del Responsabile dell'area tecnica n° 56/AT del 23.06.2022, la Comunità Montana Laghi Bergamaschi ha affidato alla società Blu Progetti S.r.l. la redazione dello studio *"Rilievi ed indagini dello stato di consistenza dei manufatti presenti nell'alveo del torrente Borlezza"*, il quale prevedeva il censimento, mediante sopralluoghi e rilievi, dei manufatti di regimazione e conservazione spondale presenti in un tratto specifico del torrente.

Nel Novembre del 2022, con Determinazione del Responsabile dell'area tecnica n° 116/AT del 21.11.2022, la Comunità Montana Laghi Bergamaschi ha affidato alla società Blu Progetti S.r.l. il servizio tecnico per la progettazione definitiva, esecutiva, direzione lavori e contabilità, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione di interventi prioritari sull'asta fluviale del Torrente Borlezza. La progettazione esecutiva dei suddetti interventi prioritari, qui considerati come appartenenti al primo Lotto di interventi, è stata consegnata nel mese di Aprile del 2023.

Nel mese di Maggio 2023, con Determinazione del Responsabile dell'area tecnica n° 45/AT del 22.05.2023, la Comunità Montana Laghi Bergamaschi ha affidato alla società Blu Progetti S.r.l. anche il servizio tecnico per la progettazione di fattibilità tecnico economica per l'intero tratto oggetto di studio del Torrente Borlezza e il servizio tecnico per la progettazione di fattibilità tecnico-economica, progettazione definitiva ed esecutiva, direzione lavori e contabilità, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione di interventi di sistemazione su un tratto minore del Torrente (di seguito denominati secondo Lotto di interventi), per un importo lavori complessivo di 200.000 €.

Il Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica è stato consegnato in data 09.08.2023 ed è stato regolarmente approvato a seguito di conferenza di servizi conclusasi in data 16.10.2023.

Nell'ultima settimana di ottobre si verificava un **importante evento di piena** all'interno del bacino del Torrente Borlezza. L'evento meteorologico produceva una piena con ingente trasporto solido tale da riempire l'area di sedimentazione posta all'uscita della valle fluviale incisa. Come meglio si vedrà nel capitolo dello stato di fatto i volumi movimentati si originavano sia da nuove frane superficiali lungo i versanti sia dall'abbassamento del fondo alveo conseguente al cedimento parziale di diverse opere di regolazione.

L'evoluzione dei fenomeni dissestivi, nel rispetto delle tipologie d'opera già individuate ed autorizzate, comporta una revisione dal punto di vista dimensionale degli interventi previsti nel PFTE. Complessivamente l'importo dell'intervento rimane invariato in quanto, a seguito di redazione di progetto di taglio, alcune aree forestali inizialmente incluse nell'intervento non hanno evidenziato significative problematiche selvicolturali o risultavano a componente essenzialmente arbustiva. Per le considerazioni di dettaglio selvicolturali si rimanda al progetto di taglio parte integrante del presente progetto.

Con riferimento all'articolo 20 comma 4 della L.r. 4/2016 le opere di manutenzione dell'alveo inciso previste e non ricomprese nel progetto iniziale già sottoposto a conferenza di servizi non sono soggette ad autorizzazione paesaggistica e trasformazione del bosco.

Il presente documento costituisce la **Relazione Tecnica del Progetto Esecutivo**, per il secondo Lotto di interventi di sistemazione sul Torrente Borlezza.

Questo nuovo Lotto di interventi prosegue verso monte partendo dalle sistemazioni già in fase di realizzazione.

Per l'accesso alle aree si adegueranno i tracciati di cantiere già utilizzati per il precedente intervento prolungando gli stessi fino al punto di realizzazione delle opere.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Il Torrente Borlezza nasce sul Monte Pora, in comune di Castione della Presolana, a 1'880 m s.l.m. A valle del nucleo principale di Castione della Presolana, a circa 700 m s.l.m., esso riceve da destra le acque del torrente Campello e del torrente Valle dei Mulini, i cui bacini imbriferi sono costituiti dal versante del Pizzo della Presolana.

La lunghezza dell'asta principale del torrente è di 26.5 km, mentre il punto più alto del bacino imbrifero è il pizzo della Presolana (2'521 m s.l.m.).

I tre principali corsi d'acqua montani sopra descritti hanno mediamente un andamento nord-est sud-ovest fino al fondovalle nei pressi di Castione della Presolana; da qui il torrente Borlezza prosegue sempre in direzione sud-ovest fino a Rovetta (600 m s.l.m.), dove cambia direzione e prosegue in direzione sud-est fino a Lovere, dove sfocia nel Lago di Iseo. La superficie complessiva del bacino imbrifero è di 137 kmq.

Lo studio generale citato in premessa (*Rilievi ed indagini dello stato di consistenza dei manufatti presenti nell'alveo del torrente Borlezza*), da cui il presente progetto recepisce le criticità su cui intervenire, riguarda il tratto di torrente compreso tra l'immissione del torrente Valle di Pralentio in sponda sinistra, che segna il confine tra i comuni di Cerete a monte e Sovere a valle e la confluenza del torrente Oneto in sponda destra, in comune di Castro. Il tratto in questione è lungo 7.9 km, inizia ad una quota di 410 m s.l.m. e termina a 236 m s.l.m. La stessa area sarà quindi oggetto di interesse per gli interventi dei Lotti futuri.

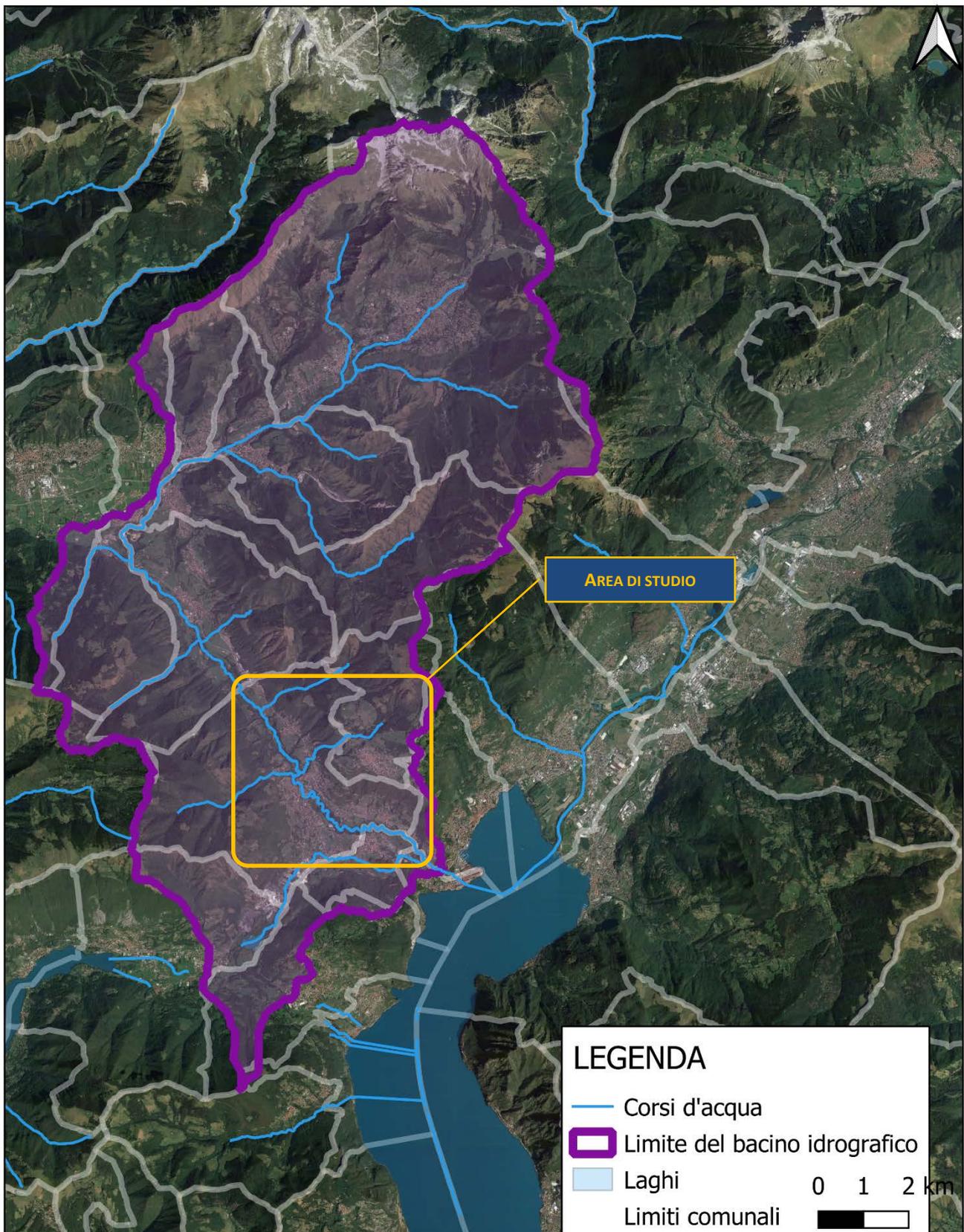


FIGURA 1 - BACINO IMBRIFERO DEL TORRENTE BORLEZZA E AREA DI INTERVENTO

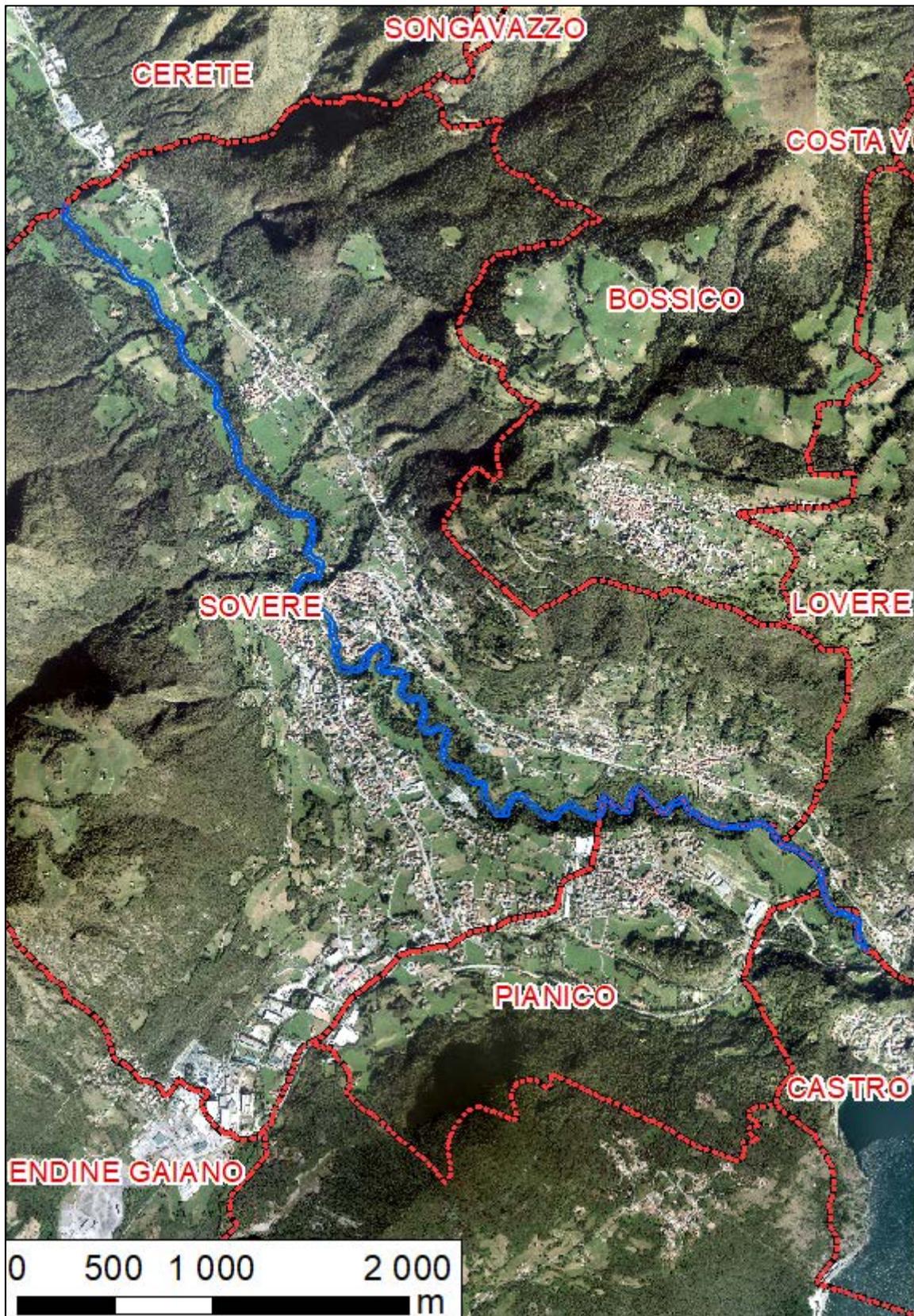


FIGURA 2 - TORRENTE BORLEZZA - AREA INTERESSATA DALLLO STUDIO E DAI FUTURI INTERVENTI

Nel corso degli anni, soprattutto a valle dell'abitato di Sovere, sono state realizzate diverse opere di protezione longitudinali, quali muri di contenimento a secco, muri in blocchi di pietra cementati, scogliere, pennelli e varie opere trasversali, finalizzati al contenimento dei diffusi fenomeni erosivi presenti lungo le sponde.

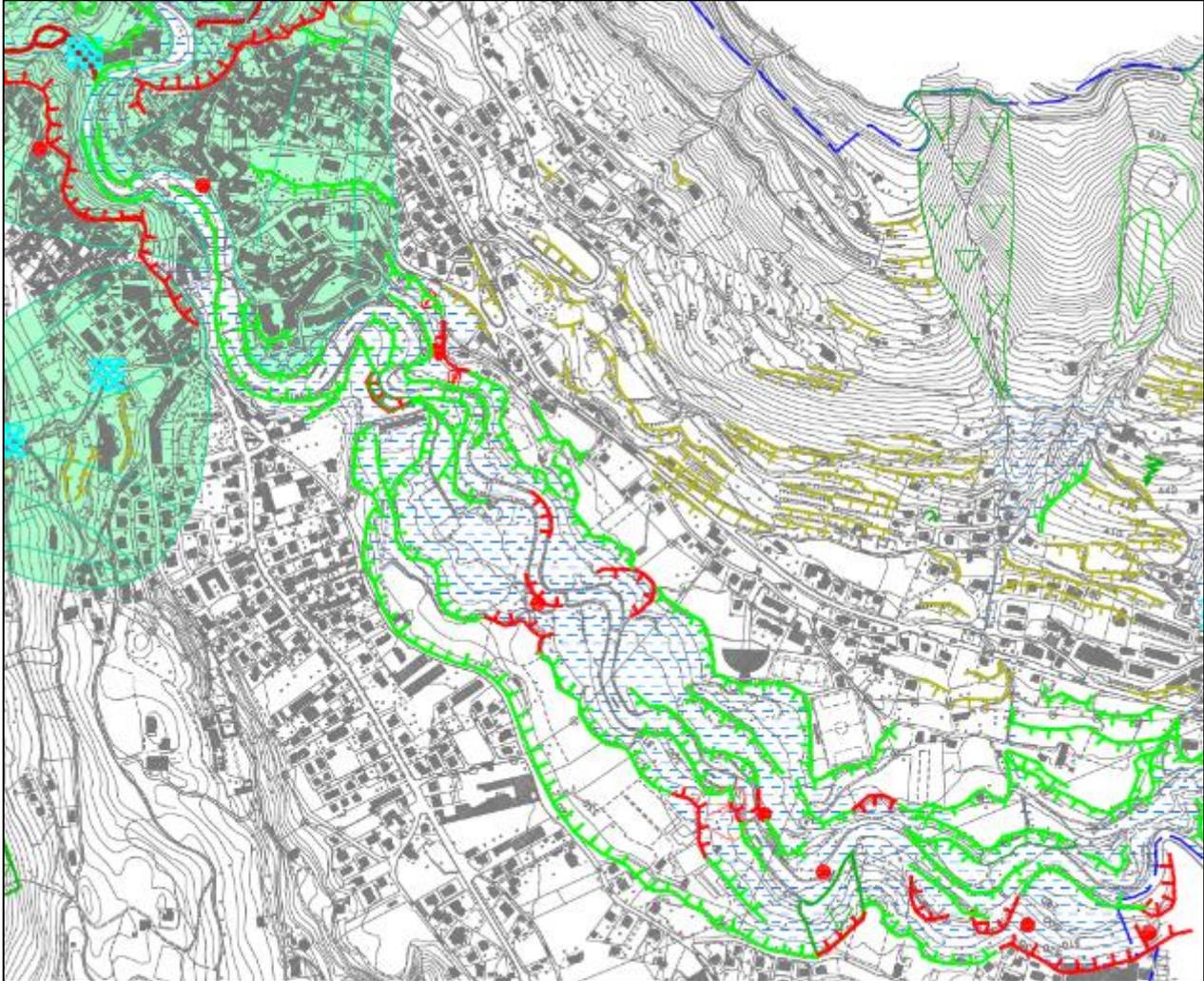


FIGURA 3 – ESTRATTO TAVOLA GEOMORFOLOGICA COMUNE DI SOVERE

-  Fenomeni franosi attivi di carattere puntuale
-  Orlo di scarpata fluviale attiva
-  Orlo di scarpata fluviale Inattiva o riattivabile



FOTOGRAFIA 4 - ESEMPIO MURO DI DIFESA SPONDALE IN CORRISPONDENZA DI PROCESSO EROSIVO ATTIVO

2.2 ASSETTO IDRAULICO E OPERE DI DIFESA DEL SUOLO

Il tratto del Torrente indagato è caratterizzato dalla presenza di molte opere di difesa del suolo, nello specifico briglie, soglie, scogliere e muri di sostegno. Il tratto è caratterizzato da fenomeni di erosione spondale che si manifestano anche in modo consistente durante le piene del torrente, a causa delle caratteristiche detritiche dei terreni in cui defluisce il corso d'acqua che, se soggetti ad azione tangenziale da parte della corrente, tendono a disgregarsi. Nel corso degli anni sono state realizzate diverse opere di protezione longitudinali, quali muri di contenimento a secco, muri in blocchi di pietra cementati, scogliere, pennelli e varie opere trasversali, la più recente delle quali è la briglia a pettine realizzata nella piana di Poltragno attorno al 2010.

Dagli anni '90 del secolo scorso si sta considerando la possibilità di realizzare una galleria artificiale di by-pass della Forra di Tinazzo, per migliorare la capacità idraulica del tratto terminale del torrente, ridurre il rischio che a fronte dell'occlusione della galleria Franchi-Gregorini si potesse allagare un'ampia porzione di territorio e mitigare gli allagamenti della Piana di Poltragno. La briglia a pettine realizzata oltre 10 anni fa nella piana era stata inizialmente concepita come dispositivo per trattenere alberi e ramaglia e ridurre il rischio di ostruzione della galleria Franchi-Gregorini e della nuova galleria in progetto.

Gli interventi previsti dal presente progetto, come meglio illustrati nelle prossime pagine, riguardano sostanzialmente la manutenzione straordinaria e il potenziamento di opere idrauliche esistenti o il ripristino di opere che sono andate distrutte.

Nel mese di Novembre 2022, ai fini della redazione dello studio citato precedentemente, si sono condotti sopralluoghi lungo il tratto di interesse del Torrente Borlezza nei comuni di Pianico, Lovere e Sovere. Durante i sopralluoghi, sono stati effettuati un rilievo gps speditivo, ed un rilievo fotografico dettagliato di tutte le opere di difesa del suolo, che sono state quantificate in 77, tra briglie di consolidamento, briglie filtranti, opere di presa/restituzione, soglie, muri di sostegno, scogliere, pennelli e gabbionate. I rilievi hanno permesso la compilazione di schede di censimento per ogni opera di difesa del suolo con le modalità descritte nel documento "*Censimento delle opere di difesa idrogeologica e valutazione dello stato di conservazione*", redatto dal Dipartimento di scienze agrarie e ambientali – produzione, territorio, agroenergia dell'Università degli Studi di Milano, in collaborazione con Regione Lombardia. Le schede di censimento sono state raccolte in un abaco usato come riferimento anche per le opere considerate in questo Lotto. Infatti esso è stato utilizzato come dato di partenza in quanto raccoglie informazioni sullo stato di consistenza di tutte le opere censite, suddivise in informazioni sullo stato della struttura e dell'ammorsamento dell'opera, sulla presenza di processi d'alveo e processi di versante che possono compromettere l'efficienza dell'opera, nonché informazioni sui materiali, sulla georeferenziazione, e sullo stato funzionale dell'opera.

2.3 IL TRATTO OGGETTO DI INTERVENTO

Complessivamente il settore fluviale analizzato presenta caratteri geomorfologici ed idraulici differenti suddivisibili in cinque tratti omogenei. Il presente progetto si focalizza sulla prima parte (da valle verso monte) di quello che è stato definito come tratto 2 nei progetti precedenti.

Questo nuovo tratto viene qui definito come Tratto 2.a.

Esso è compreso tra l'opera numero 18 all'altezza di Sellere, frazione del comune di Sovere, a nord e termina alla fine dell'opera numero 29. Viene costeggiato a sud (in sponda destra) dall'abitato del comune di Pianico. Ha una lunghezza di circa 1.1 km, inizia ad una quota di 283 m s.l.m. e termina a 263 m s.l.m.

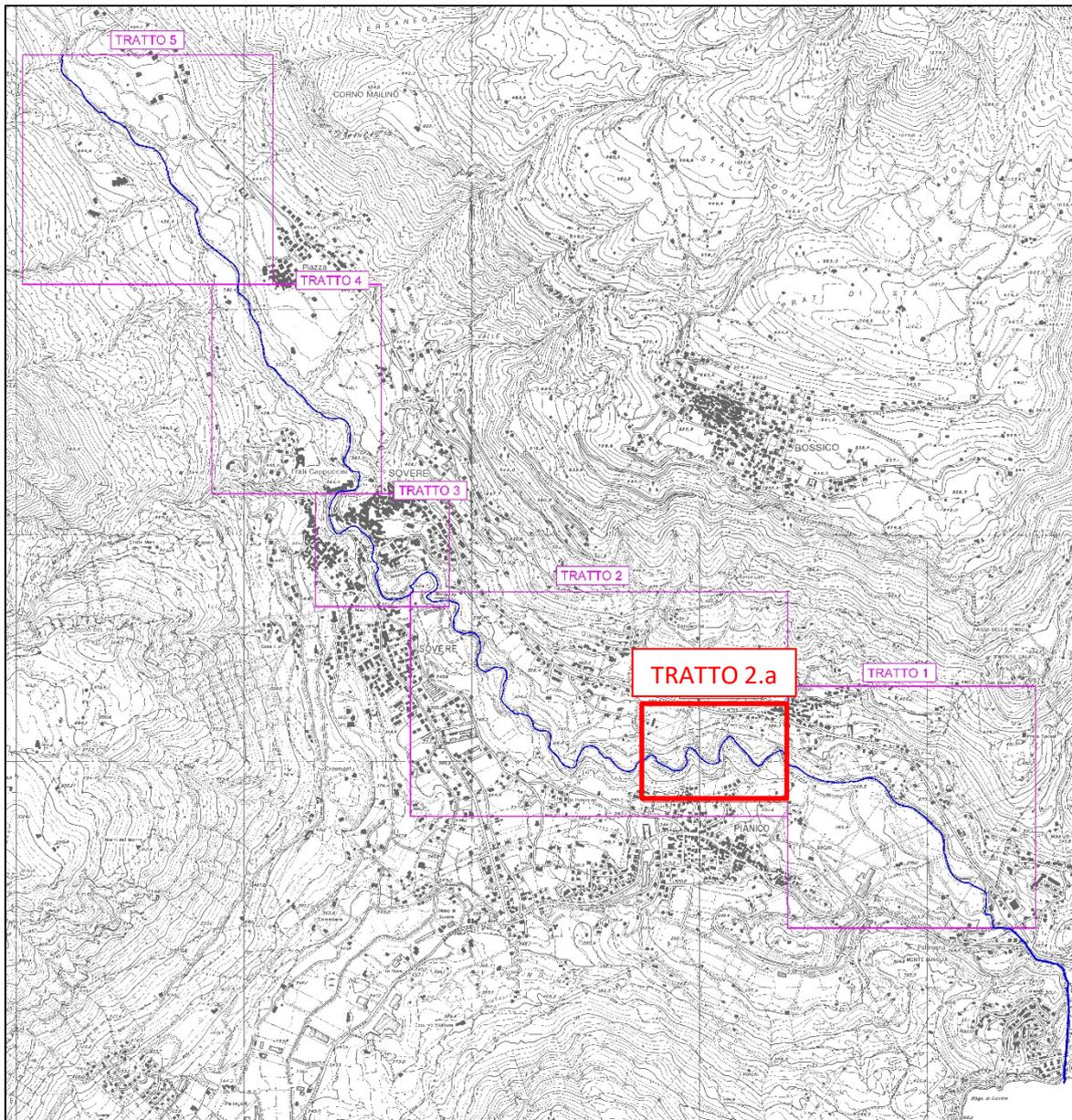


FIGURA 5 – SUDDIVISIONE IN TRATTI DEL SETTORE INTERESSATO DEL TORRENTE BORLEZZA ED EVIDENZA DEL TRATTO 2.A DI INTERESSE IN QUESTO LOTTO DI INTERVENTI.

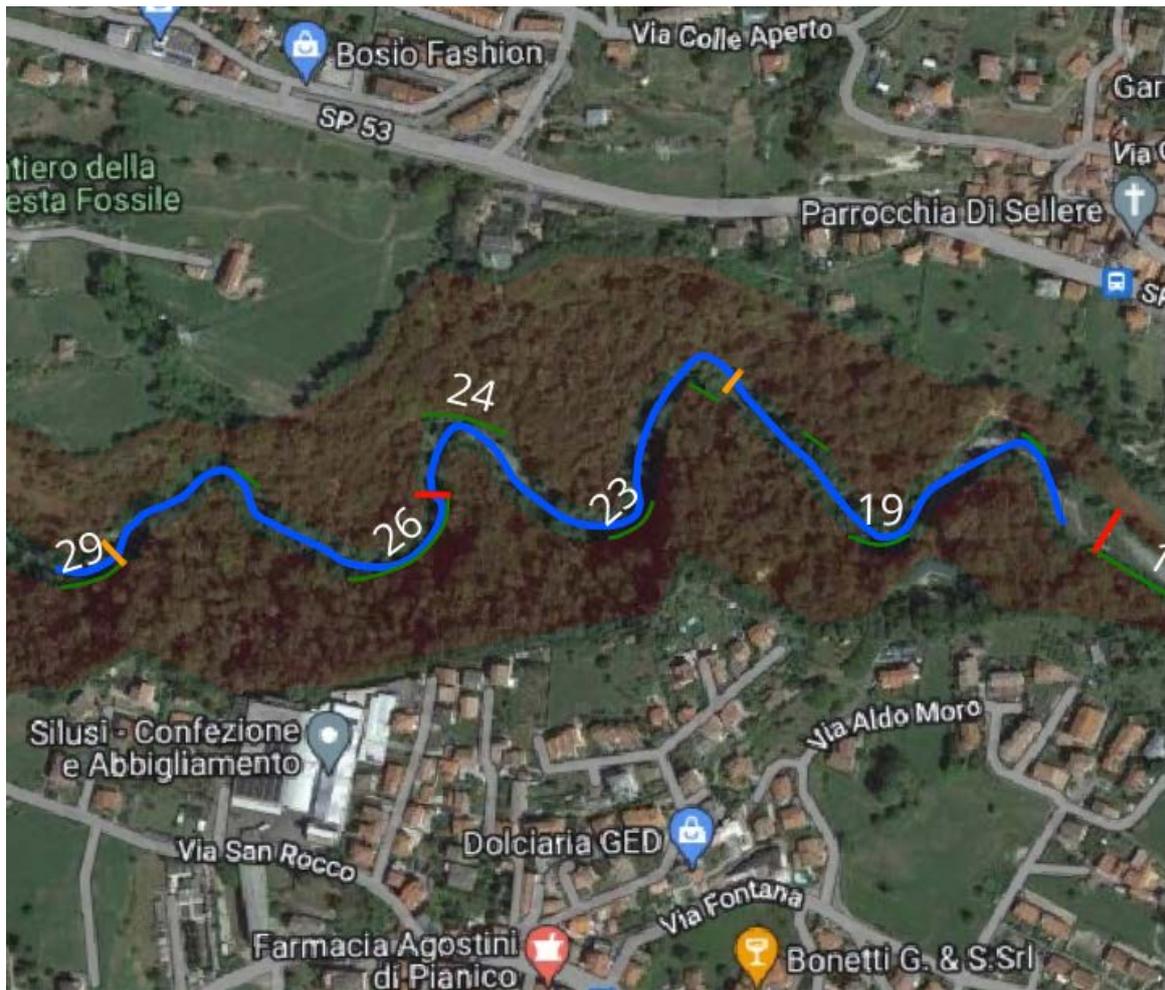


FIGURA 6 - TRATTO OGGETTO DI INTERVENTI IN QUESTO LOTTO

3 PIANIFICAZIONE E VINCOLI

L'area oggetto di intervento per questo Lotto ricade in parte sul territorio del comune di Sovere e in parte su quello di Pianico.

Tutta l'area di intervento è soggetta a vincolo idrogeologico (R.D. 3297/23):



FIGURA 7 – AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO (R.D. 3267/23)

Tutta l'area di intervento, indipendentemente dal comune in cui ricade, appartiene alla classe di fattibilità geologica 4, ossia "fattibilità con gravi limitazioni". Tale classificazione è connessa alla pericolosità molto elevata di esondazione che interessano naturalmente l'alveo, sponde e aree limitrofe al torrente Borlezza. Ricade nella medesima classe di fattibilità anche il breve tratto di opere in comune di Pianico, in coerenza con la Carta dei Vincoli.

Per maggiore dettaglio riguardo agli aspetti geologici si rimanda alla **relazione geologica** allegata al presente progetto.

Poiché gli interventi previsti dal presente progetto sono finalizzati esclusivamente alla difesa del suolo e alla protezione idraulica del territorio, essi non solo sono da considerarsi compatibili con le restrizioni imposte dagli strumenti urbanistici comunali e sovracomunali, ma sono proprio finalizzati a mitigare e contenere il rischio idraulico che determina la classificazione di fattibilità geologica che caratterizza le aree di intervento.

3.1 AREE PROTETTE

Il tratto di torrente interessato dagli interventi in progetto ricade all'interno del PLIS *Parco dell'Alto Sebino*, il cui ente gestore è la Comunità Montana del Laghi Bergamaschi. L'area di intervento non interferisce con aree appartenenti alla rete NATURA 2000 o con parchi regionali o nazionali.

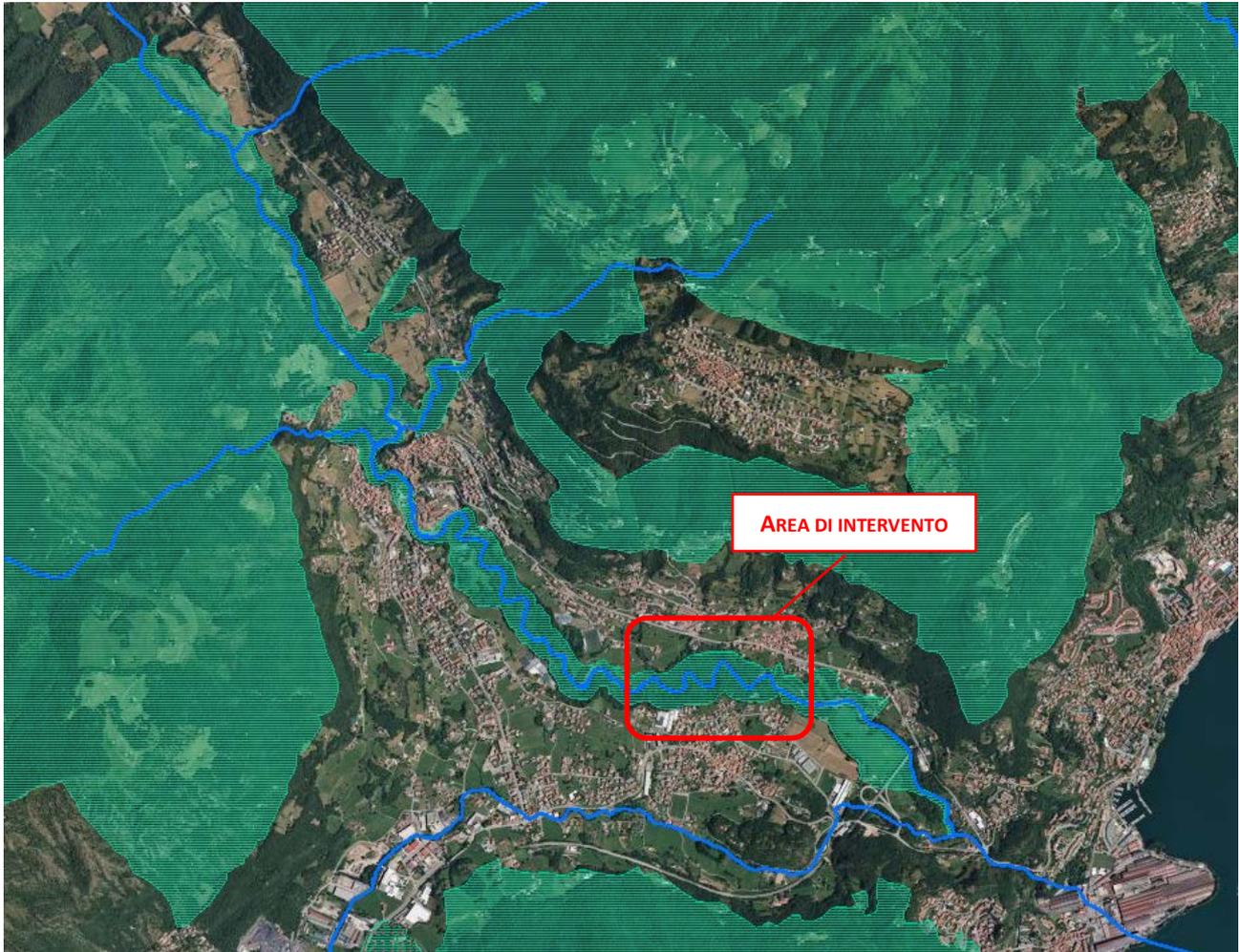


FIGURA 8 – PERIMETRO DEL PLIS "PARCO DELL'ALTO SEBINO" IN CORRISPONDENZA DEL TRATTO INTERESSATO DEL TORRENTE BORLEZZA

4 STATO DEI LUOGHI E DELLE OPERE

4.1 DESCRIZIONE GENERALE

Come precedentemente accennato, il tratto del Torrente Borlezza interessato da questo Lotto di interventi è lungo circa 1.1 km, inizia ad una quota di 283 m s.l.m., termina a 263 m s.l.m. e possiede una pendenza media dell'1.84%.

Il tratto è ricompreso nei territori dei comuni di Sovere e Pianico.

A seguito delle indagini condotte in precedenza sono state identificate in totale in tutta l'area oggetto di studio 77 diverse opere di difesa del suolo, suddivise in opere trasversali, nello specifico briglie di consolidamento, briglie filtranti, soglie, opere di presa/restituzione e pennelli, e opere longitudinali, come muri, scogliere e gabbionate.

L'area indagata è stata precedentemente divisa in 5 tratti omogenei per morfologia o presenza e tipologia di opere riscontrate. Inoltre è stato indicato il tratto finale del Torrente come tratto 0.

Il presente progetto si concentra sulla parte iniziale di quello che era definito come il Tratto 2 e questa parte viene inserita in un'ulteriore suddivisione a costituire il Tratto 2.a.

Il Tratto 2.a comprende 12 opere delle 77, ma solo per 4 di queste si prevedono interventi specifici, mentre si prevedono interventi diffusi in tutta l'area circostante.

Nel presente capitolo viene descritto il tratto interessato e viene presentata una descrizione sommaria delle opere presenti al suo interno, con particolare riferimento allo stato di conservazione delle opere di difesa e alle caratteristiche delle aree boscate presenti.

La parte descrittiva è completata con alcune fotografie dei luoghi scattate durante i sopralluoghi.

4.2 EVOLUZIONE DELLO STATO DI FATTO

In seguito all'evento di piena di fine ottobre, in data 07.11.2023 si è condotto un sopralluogo sul tratto di intervento e di quello a monte, fino all'opera 38, per valutare gli effetti della piena.

In generale si è evidenziato un **significativo deterioramento delle opere di consolidamento e regimazione**. L'alveo in diversi tratti ha subito un abbassamento da 50 cm a 1 m.

Si riportano di seguito alcune immagini ottenute in sede di rilievo.

2022



2023



Opera 21 – abbassamento del fondo alveo con scopertura delle fondazioni

2022



2023





Opera 23 – definitivo cedimento di tratto di muro e franamenti superficiali diffusi a monte del muro 23



Opera 24 – approfondimento dell'alveo con sottoescavazione. Evidenziato abbassamento rispetto al rilievo 2022



Soglia 28 – progressione dei fenomeni di approfondimento



Briglia 28 – particolare del fondo argilloso di appoggio del manufatto



2022



2023



Opera 38 – approfondimento d'alveo



2022



2023

Opera 34 – prosecuzione crollo muro



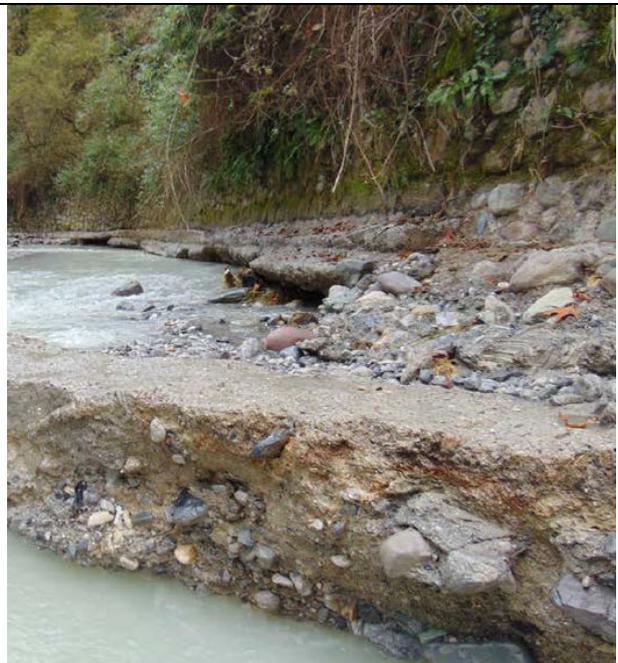
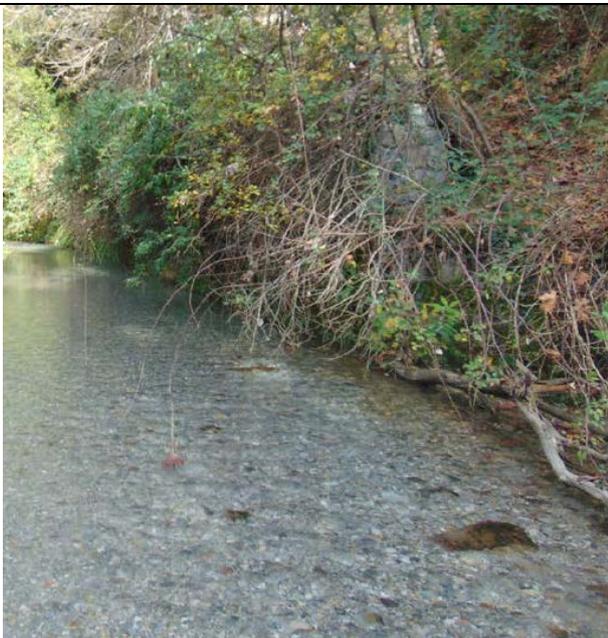
2022



2023



Opera 35 – crollo quasi totale della briglia



Muro 36 – sottoescavazione per effetto del crollo della briglia di valle



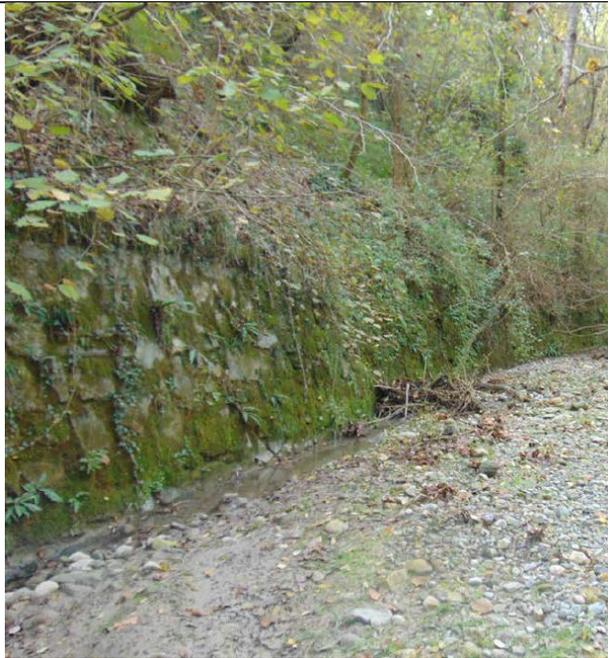
2022



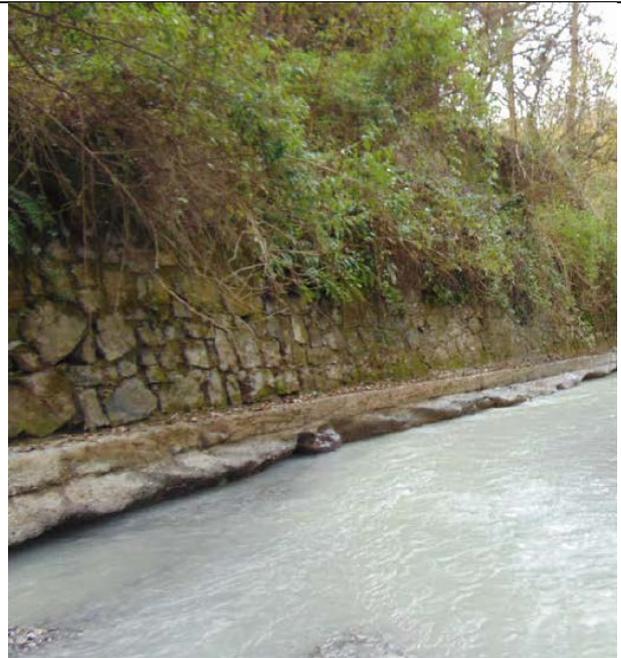
2023



Opera 37 – crollo parziale ed abbassamento d'alveo



2022



2023

Opera 38 – abbassamento d'alveo e sottoescavazione

4.3 ASPETTI VEGETAZIONALI GENERALI

Le aree di intervento ricadono in gran parte all'interno di ambiti boscati che, come evidenziato nella successiva immagine appartengono alla tipologia prevalente della Formazione di latifoglie del Borlezza. Si tratta di formazione a carattere prevalentemente igrofilo. La composizione è piuttosto variabile. Si evidenzia infatti la presenza di Pioppo nero, Pioppo bianco, Robinia, Acero campestre, Acero di monte, Olmo, Ontano, Frassino, Platano, Salice bianco, Castagno, Ciliegio selvatico e Rovere. Sul piano arbustivo ampiamente dominante è la presenza di Nocciolo, Rovo, Buddleja.

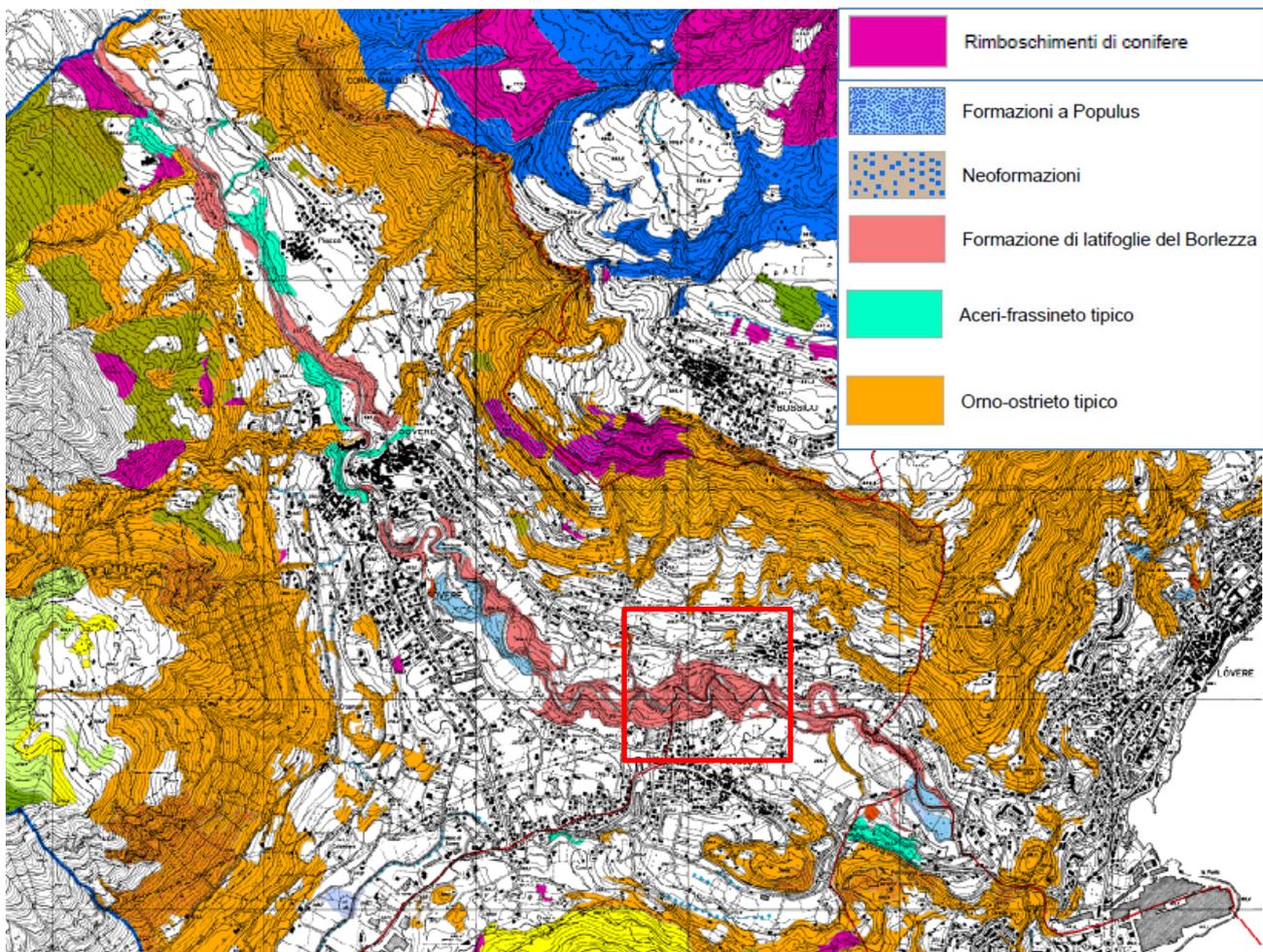


FIGURA 9 - ESTRATTO DELLE TIPOLOGIE FORESTALI DEL PIF DELLA COMUNITÀ MONTANA

Nel fondo alveo i soprassuoli arborei sono generalmente evoluti con soggetti anche di elevate dimensioni. Lungo i versanti, per l'elevata acclività, le formazioni vegetali si riducono a popolamenti poco più che arbustivi. Sui cigli di scarpata sono frequenti soggetti arborei schiantati o in precarie condizioni.

La componente vegetale all'interno della valle fluviale risulta in gran parte non gestita con soprassuoli spesso invecchiati ed in precarie condizioni fitosanitarie. Ciò determina un abbondante accumulo di materiale legnoso in alveo che tende ad occludere significativamente le sezioni di deflusso.

L'evoluzione incontrollata della vegetazione, oltre a produrre criticità di ordine idraulico, determina anche il deterioramento delle strutture murarie di protezione spondale presenti lungo il corso d'acqua.

Si rimanda al progetto di taglio per una descrizione più dettagliata della componente forestale.



FIGURA 10 - INTERVENTO DI RIMOZIONE DI PIANTE SCHIANTATE IN ALVEO DA PARTE DI UN GRUPPO DI VOLONTARI DELLA PROTEZIONE CIVILE (MARZO 2018) ([HTTPS://GRUPPOALPINISOVERE.WORDPRESS.COM/2018/03/25/INTERVENTO-TORRENTE-BORLEZZA/](https://gruppoalpinisovere.wordpress.com/2018/03/25/intervento-torrente-borlezza/))

4.4 TRATTO 2.A

Il tratto 2.a costituisce la parte iniziale del Tratto 2 definito all'interno dello studio e delle progettazioni precedenti.

In questo tratto il torrente è caratterizzato dalla presenza di numerose anse, lungo le quali sono presenti fenomeni di erosione spondale. Tali fenomeni sono favoriti dalle caratteristiche geologiche dei terreni che costituiscono le sponde, impostate prevalentemente su substrati incoerenti di origine sedimentaria che, se soggetti ad azione tangenziale da parte della corrente, tendono a disgregarsi. In questo tratto vi sono di conseguenza numerose opere. Si ritrovano sia difese spondali, principalmente muri di sostegno, realizzati a secco o in pietra cementata. Sono inoltre presenti numerose opere di regimazione trasversali come briglie e soglie, anch'esse con lo scopo di contenere l'erosione delle sponde regolando i livelli e le velocità della corrente in corrispondenza delle anse.

Le sponde del corso d'acqua sono completamente vegetate. Gli ambiti boscati che si sviluppano all'interno della valle appartengono alla tipologia prevalente della Formazione di latifoglie del Borlezza. Si tratta di formazioni a carattere prevalentemente igrofilo con ampia partecipazione di Salice bianco e Pioppo. Alle due specie principali si mescolano numerose altre specie tra cui Acero di monte, Ontano, Frassino, Plantano, Robinia e Carpino. Sul piano arbustivo dominante è la presenza di Nocciolo, Rovo, Buddleja.

Nel fondo alveo i soprassuoli arborei sono generalmente evoluti con soggetti anche di elevate dimensioni. Lungo i versanti, per l'elevata acclività, le formazioni vegetali si riducono a popolamenti poco più che arbustivi. Sui cigli di scarpata sono frequenti soggetti arborei schiantati o in precarie condizioni.

La componente vegetale all'interno della valle fluviale risulta in gran parte non gestita con soprassuoli spesso invecchiati ed in precarie condizioni fitosanitarie. Ciò determina un abbondante accumulo di materiale legnoso in alveo che tende ad occludere significativamente le sezioni di deflusso. Fenomeni di schianto e caduta sono favoriti dall'elevata acclività dei versanti.

L'evoluzione incontrollata della vegetazione, oltre a produrre criticità di ordine idraulico, determina anche il deterioramento delle strutture murarie di protezione spondale presenti lungo il corso d'acqua.

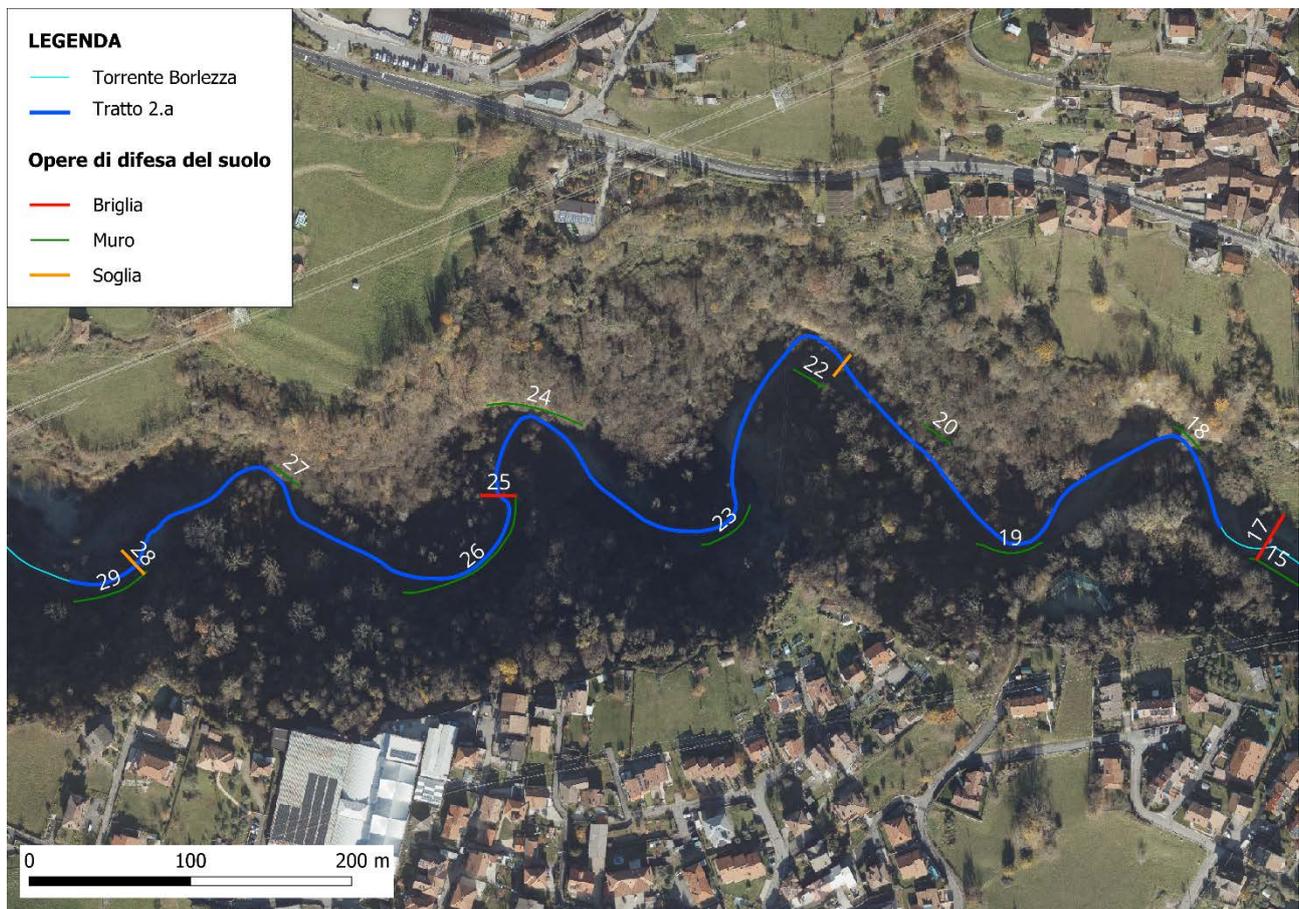


FIGURA 11 - ESTRATTO PLANIMETRICO TRATTO 2.A

Delle 33 opere censite all'interno del Tratto 2, 12 fanno parte del tratto 2.a: 3 sono opere trasversali (1 briglia, 2 soglie), e 9 sono opere longitudinali (muri di sostegno).

Le opere dalla numero 18 alla numero 22 sono in buono stato funzionale di conservazione e sono già stati previsti interventi di alleggerimento della vegetazione sopra di esse nella precedente progettazione. Tra le successive alcune presentano però cedimenti o segni di usura:

- Il muro MDS0023 (23) è in parte ceduto nella parte di valle e presenta parti di fondazioni esposte a causa dell'erosione del fondo;

- La briglia BRC0025 si presenta danneggiata: il coronamento è danneggiato e parzialmente scalzato, e il selciato di protezione al piede è danneggiato nella parte centrale;
- Il muro MDS0027 presenta parti di fondazioni esposte a causa dell'erosione del fondo;
- La soglia SOG0028 presenta segni di usura in parte della struttura dell'opera.



FIGURA 12 - BRIGLIA BRC0025



FIGURA 13 - MURO MDS0023



FIGURA 14 - MURO MDS0027



FIGURA 15 - SOGLIA SOG0028

5 INTERVENTI IN PROGETTO

Nel presente capitolo si riporta una descrizione degli interventi previsti in corrispondenza di ciascun manufatto interessato dal progetto e degli interventi di tipo diffuso previsti lungo l'asta del torrente e lungo le sponde nell'area compresa all'interno di questo Lotto.

Fino all'opera longitudinale numero 23 è già stata predisposta, nel progetto citato in premessa che riguardava il primo Lotto di interventi, la progettazione di interventi diffusi all'interno dell'alveo e sulle sommità delle opere longitudinali più a valle. Non erano stati invece previsti interventi diffusi nell'area boschiva circostante, che sono quindi previsti all'interno del presente progetto.

Altri lavori riguardano l'alleggerimento dei muri di sostegno esistenti mediante il taglio della vegetazione soprastante e la sistemazione delle aree boscate circostanti il torrente.

Gli interventi puntuali riguardano invece i singoli manufatti.

Per maggiori dettagli su localizzazione, geometria, dimensioni, ecc. si rimanda agli elaborati grafici.

5.1 APPONTAMENTO CANTIERE – VIABILITA'

Sono previsti oneri per l'appontamento del cantiere e la predisposizione di piste in alveo. La prima parte di pista (dalla briglia 9 fino al muro 24) per una lunghezza di circa 800 m utilizzerà un percorso esistente già utilizzato per altre lavorazioni. A proseguire (dal muro 24 fino al muro 29) per una lunghezza di circa 300 m verrà realizzata una nuova pista (vedasi tavola 06 di progetto). Le piste verranno adeguate mediante la regolarizzazione dei detriti che costituiscono l'alveo del Torrente che in condizioni di magra risulta in gran parte privo d'acqua.

Sono inoltre previsti due interventi di recupero ittico da effettuare prima dell'inizio dei lavori in alveo.

Per tutti gli interventi puntuali sono previste la formazione di ture con materiale presente in loco che verranno smantellate a fine lavori con sistemazione del materiale.

5.2 MURO 23

In corrispondenza del muro 23 rispetto all'elaborazione del PFT, si sono verificate diverse frane di scivolamento superficiale favorite anche dall'erosione al piede da parte della corrente di piena del corso d'acqua. Gli interventi, della medesima tipologia ma più estesi, sono volti a consolidare al piede il versante destro e a ridurre l'effetto erosivo del corso d'acqua sulla medesima sponda.

A tal fine si prevede di intervenire sulla sponda destra con i seguenti interventi:

- Realizzazione di una scogliera in massi ciclopici (lunghezza di 55 m) previa formazione di un materasso tipo reno. La scogliera avrà un'altezza fuori terra di circa 1,5 m. Nella fascia al di sopra della scogliera è prevista, previa riprofilatura della stessa, la posa di una biostuoia (larghezza 6 m) con funzione antierosiva e la piantumazione di arbusti (3 file con 1 arbusto al metro).
- Riprofilatura del fondo dell'alveo e della sponda destra con formazione di n. 7 pennelli in pietrame (dimensioni di circa 4,00 x 2,00 x 1,00 m)

A valle del muro si prevedono i seguenti interventi:

- Realizzazione di una scogliera in massi ciclopici (lunghezza di 5 m) con un'altezza fuori terra di circa 1,5 m.

Si precisa che i massi utilizzati per le lavorazioni avranno caratteristiche analoghe a quelli presenti in loco in modo da migliorare l'inserimento ambientale delle opere realizzate.

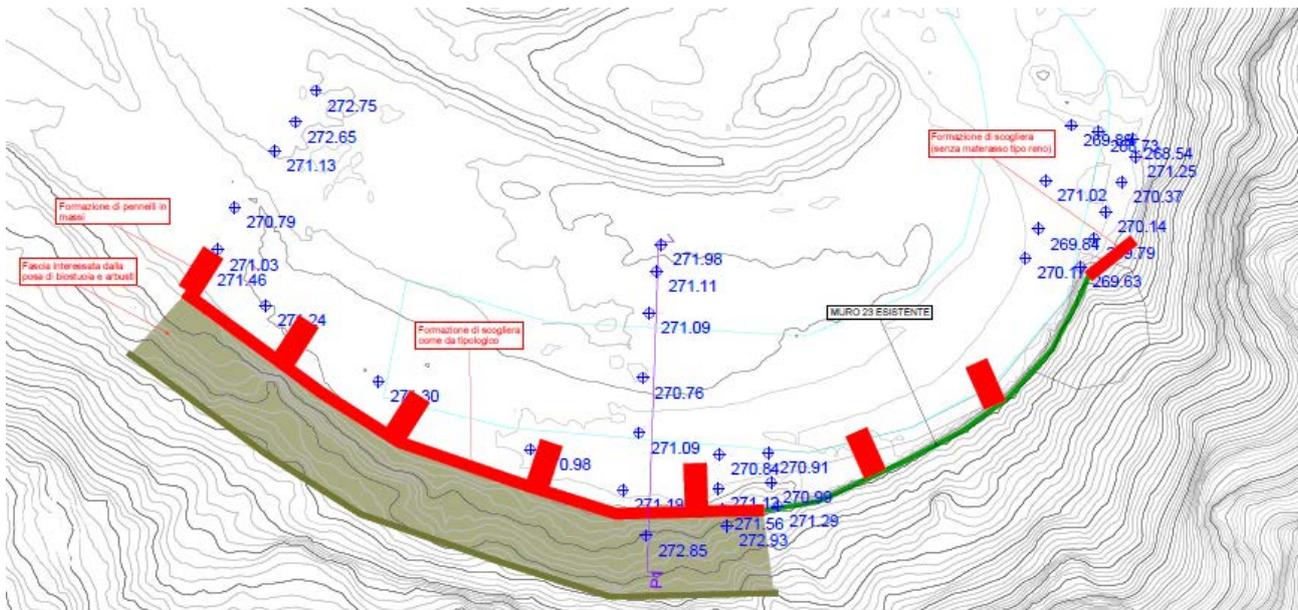


FIGURA 16: ESTRATTO PLANIMETRIA DI PROGETTO MURO 23 – IN ROSSO LE NUOVE OPERE IN MASSI PREVISTE

5.3 MURO 24

Come evidenziato nel capitolo 4 il muro 24 in corrispondenza del muro 24 è avvenuto un approfondimento dell'alveo con messa in luce delle fondazioni che in alcuni punti evidenziano anche fenomeni di sottoescavazione e piccoli cedimenti. È previsto pertanto, oltre all'alleggerimento della parte sommitale mediante taglio della vegetazione arbustiva/arborea, la sottomurazione (per una lunghezza di 46 m) e la protezione del piede mediante la posa di massi recuperati in loco.

5.4 BRIGLIA 25

Il manufatto della briglia 25 ha subito un incremento dei fenomeni di erosione al piede con scalzamento parziale anche dei manufatti fognari presenti. Il corpo della briglia evidenzia ancora buone condizioni ma le fondazioni appaiono scoperte soprattutto in destra idrografica. Ciò in conseguenza della maggiore concentrazione della corrente su questo lato causata dalla presenza di una barra di sedimento nella parte di monte.



FIGURA 17: BARRA LATERALE CHE RESTRINGE L'ALVEO VERSO LA DESTRA IDROGRAFICA



FIGURA 18: CEDIMENTO DELLA PLATEA DI VALLE IN DESTRA IDROGRAFICA

Per la briglia 25 si prevedono le seguenti lavorazioni:

- Rimozione del sedimento presente in sponda sinistra, a monte della briglia, che sarà in parte utilizzato per la formazione delle opere provvisorie (ture);
- Formazione di una tura per parzializzare la sezione idraulica e consentire di lavorare in assenza d'acqua nella parte centrale della briglia e verso la sponda sinistra;
- Pulizia e taglio della vegetazione in corrispondenza dell'accumulo di sedimento presente in sponda sinistra, a monte della briglia, per una superficie complessiva di circa 250 mq;
- Demolizione e rifacimento della parte centrale del coronamento in calcestruzzo armato (L = 5 m);
- Riempimento con massi delle buche presenti in sponda destra (circa 40 mc);
- Realizzazione di una soglia di sfioro a valle della briglia (dimensioni 20 x 2 x 1 m);
- Opere di completamento e ripristino dei luoghi.

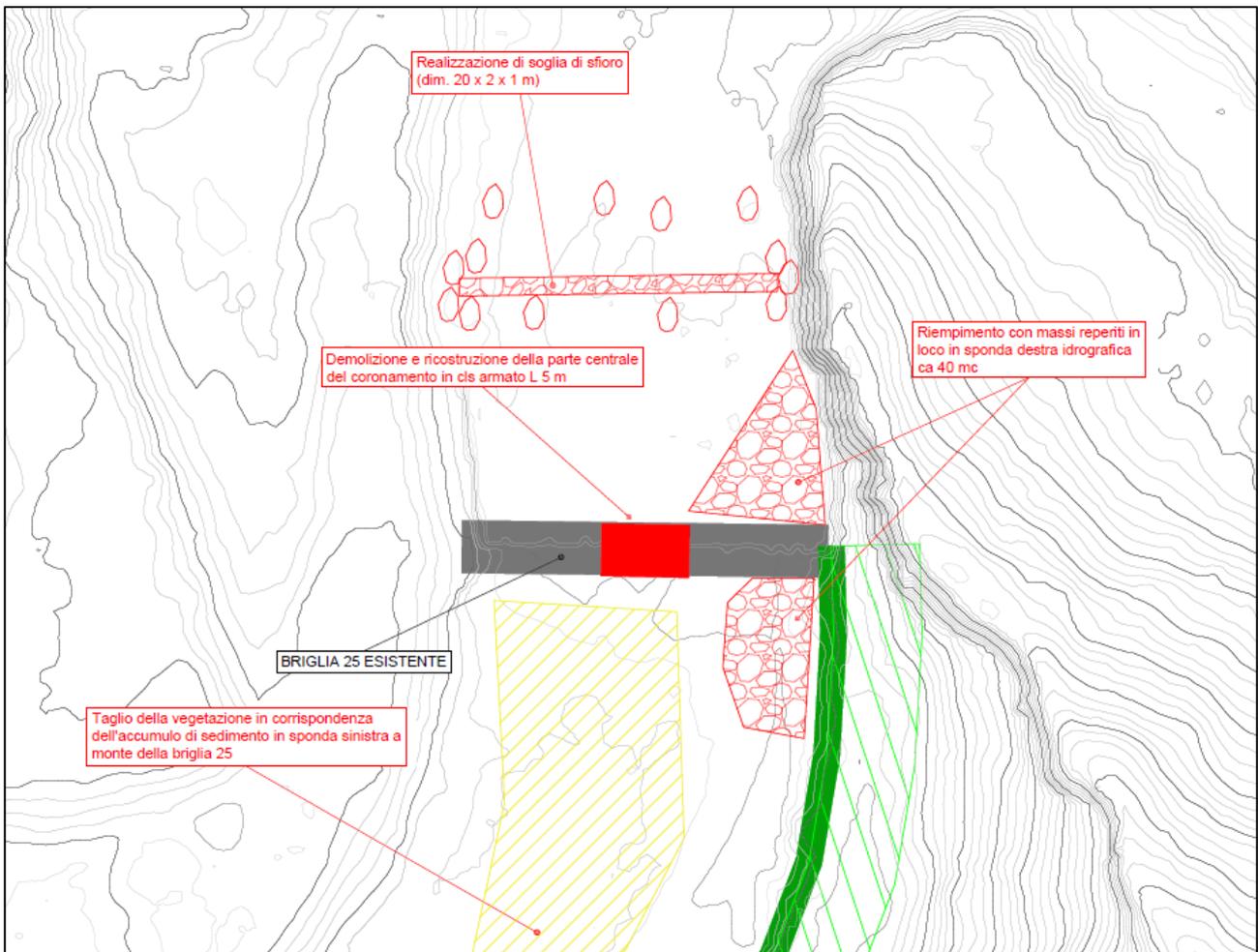


FIGURA 19: ESTRATTO PLANIMETRIA DI PROGETTO CON SCHEMATIZZATI GLI INTERVENTI PREVISTI

5.5 MURO 27

Il muro 27 presenta parti di fondazione esposte a causa dell'erosione del fondo e alcune parti crollate, per esso si prevedono i seguenti interventi:

- Alleggerimento della parte sommitale mediante taglio della vegetazione arbustiva/arborea;
- Formazione di una tura per parzializzare la sezione idraulica e consentire di lavorare in assenza di acqua in corrispondenza del muro sulla sponda sinistra;
- Sottomurazione (per una lunghezza di 20 m) e la protezione del piede mediante la posa di massi recuperati in loco;
- Formazione di n. 3 pennelli in massi ciclopici (dimensioni 4.00 x 2.00 x 1.00 m);
- Riprofilatura alveo in corrispondenza del manufatto fognario esistente;
- Demolizione della tura;
- Opere di completamento e ripristino dei luoghi.

5.6 SOGLIA 28

La situazione della soglia 28 è risultata tale da non consentire un intervento di consolidamento o ripristino se non attraverso la demolizione e ricostruzione. Tuttavia tale soluzione non appare progettuale percorribile in quanto l'erosione ha evidenziato la presenza di un substrato argilloso di appoggio che è verosimilmente la causa del cedimento relativamente rapido dell'opera.

E' quindi necessario ridurre il salto idraulico suddividendolo in opere di altezza minore e su uno sviluppo longitudinale maggiore. Pertanto l'intervento si configurerà come un intervento di ricostruzione morfologica che avrà anche dei benefici nei confronti dell'ittiofauna e della funzionalità fluviale in generale.

Il piano di appoggio delle nuove opere in massi verrà realizzato con materassi tipo "Reno" al fine di migliorare le condizioni di appoggio limitando fenomeni scivolamento dei massi sul substrato argilloso stesso.

Gli interventi sono sinteticamente così rappresentati:

- Riprofilatura dell'alveo a monte della soglia in sponda sinistra;
- Movimentazione dei massi esistenti che verranno riutilizzati in loco;
- Formazione di n. 6 soglie (corsi) in massi ciclopici in materiale non gelivo appoggiati su materassi tipo Reno che miglioreranno le condizioni strutturali del fondo argilloso esistente. Per i materassi tipo Reno si è deciso di fornire solamente la gabbia che verrà riempita con materiale presente in loco; i massi per la formazione delle soglie verranno portati sul luogo lungo la pista di cantiere mediante l'utilizzo di un mezzo dumper;
- A monte delle soglie con il passare del tempo ci sarà un riempimento progressivo con il materiale trasportato dal torrente;
- Opere di completamento e ripristino dei luoghi.

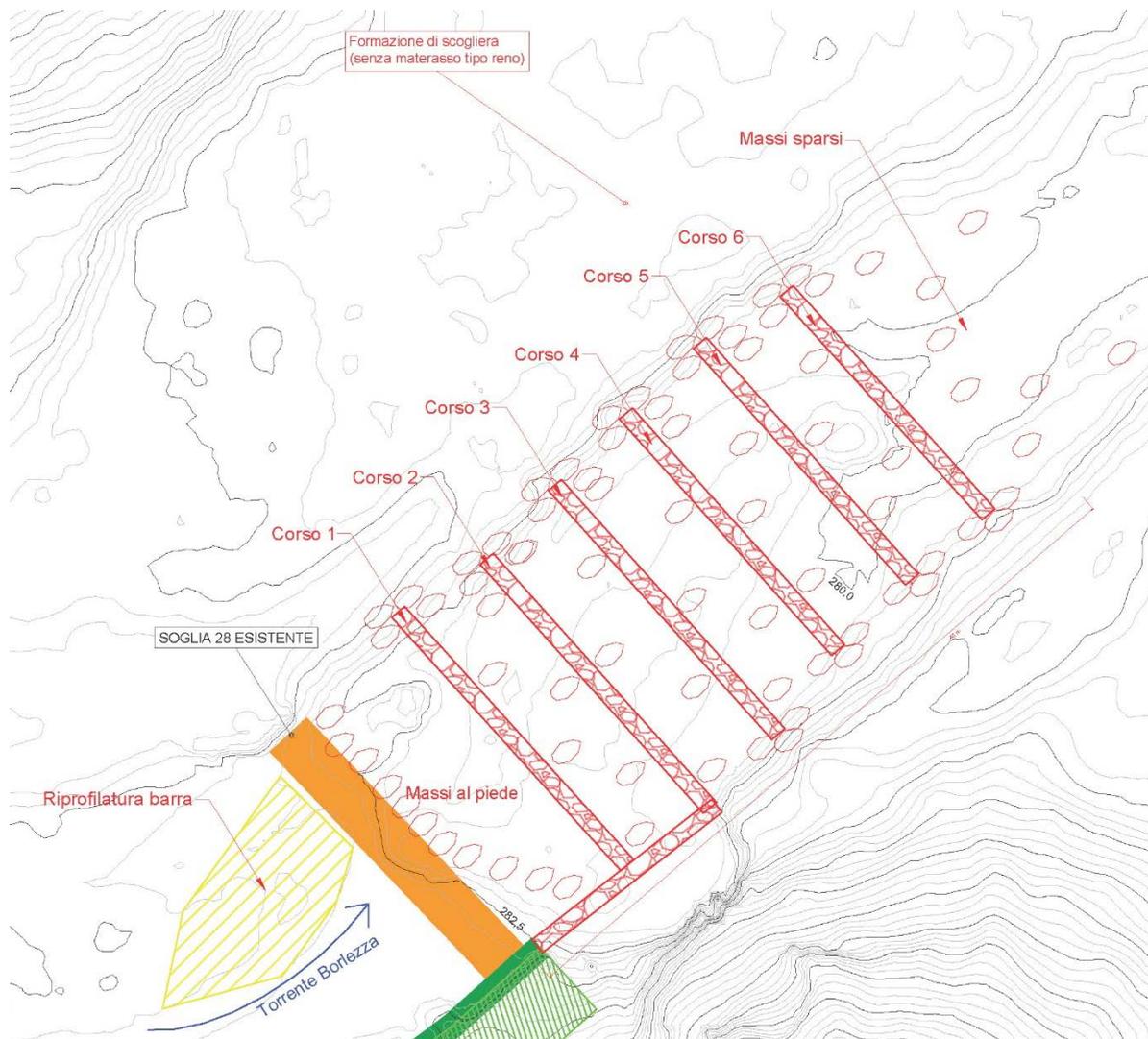


FIGURA 20: ESTRATTO PLANIMETRIA DI PROGETTO

5.7 INTERVENTI DIFFUSI

Rientrano in questa categoria tutti gli interventi che non interessano uno specifico manufatto, ma che riguardano piuttosto una categoria di manufatti (muri di difesa spondale), l'alveo del torrente o la fascia boscata circostante.

Gli interventi diffusi sono essenzialmente di tre tipi:

- 1) **Alleggerimento dei muri spondali, mediante taglio della vegetazione di alto fusto.** L'intervento di alleggerimento dei muri di sponda consiste essenzialmente nel taglio di tutte le piante cresciute sopra i muri, per una larghezza di circa 5 metri. L'intervento riguarderà sia le piante instabili, che quelle che si presentano sane. Si prevede di intervenire lungo l'argine del muro 24 (lunghezza 50 m), muro 26 (lunghezza 100 m), muro 27 (lunghezza 25 m) e del muro 29 (lunghezza 50 m).
- 2) **Rimozione della vegetazione presente in alveo** e ripristino della corretta funzionalità idraulica.
- 3) **Ripristino di boschi danneggiati**, mediante il taglio di piante irrecuperabili, sramatura, depezzamento ed idonea sistemazione della ramaglia. Tali interventi saranno localizzati lungo i

versanti direttamente afferenti al corso d'acqua al fine di migliorare le condizioni fitosanitarie ed incrementare, di conseguenza, la funzionalità protettiva dei popolamenti arborei. L'area interessata è di **circa 7 ettari**.



FOTOGRAFIA 21: PIANTE CRESCIUTE SOPRA AL MURO 26



FOTOGRAFIA 22: PIANTE IN ALVEO A VALLE DELLA SOGLIA 28



FOTOGRAFIA 23: SCARPATA A MONTE DEL FIUME CON DIVERSE PIANTE PROSSIME ALLO SCHIANTO

La vegetazione recuperata dalle sommità dei muri spondali e all'interno dell'alveo **verrà trasportata a smaltimento sfruttando le piste di cantiere all'interno o in prossimità dell'alveo.**

Il **materiale vegetale da esboscare invece verrà trasportato fuori dai versanti mediante un sistema di n. 5 linee aeree** con cavo azionate da argani. Viene data all'interno di questo progetto una possibile disposizione delle linee considerando fasce da 100 metri di concentrazione del materiale legnoso per ogni linea. Inoltre viene individuato un punto di scarico del materiale facilmente accessibile dalla viabilità esistente (così come si vede nella figura seguente).

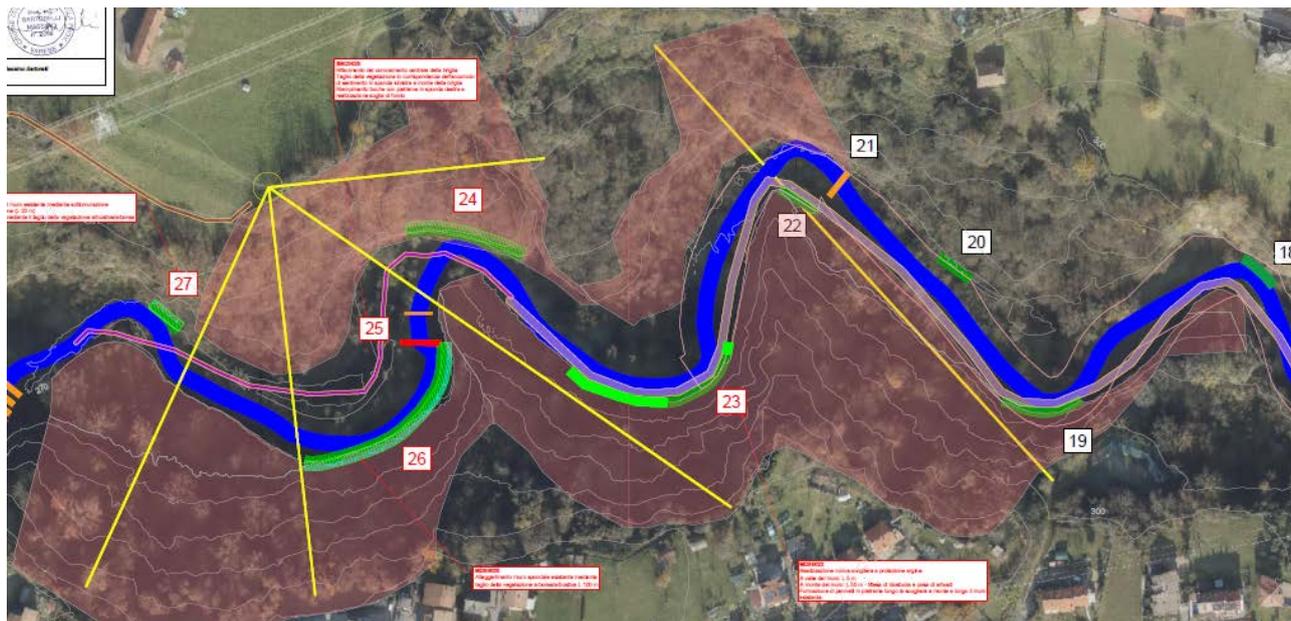


FIGURA 24 - LINEE DI ESBOSCO DEL MATERIALE LEGNOSO (IN GIALLO) E PUNTO DI SCARICO DELLO STESSO (CERCHIO GIALLO), ESTRATTO DALLA PLANIMETRIA GENERALE DEGLI INTERVENTI

5.8 CANTIERISTICA

Per quanto riguarda l'esecuzione degli interventi e la realizzazione delle opere si prevedono **tre modalità di accesso alle aree**:

- Utilizzo di **percorse esistenti** con localizzati interventi di sistemazione del fondo, rimozione di vegetazione occludente la sezione di transito ed altri localizzati interventi di adeguamento.
- Realizzazione di **piste provvisorie**. Tale fattispecie si configurerà prevalentemente per le lavorazioni all'interno dell'alveo e verrà effettuata mediante lo spostamento di detriti già presenti nel letto del torrente.
- **Montaggio di linee aeree di gru a cavo**. Tali apprestamenti potranno essere utilizzati principalmente per l'esbosco del materiale legnoso. Occasionalmente potranno essere utilizzate anche per il trasporto di materiali verso le zone di lavorazione.

6 COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI INTERVENTI

L'analisi idrologica e idraulica del torrente Borlezza, così come la verifica della compatibilità idraulica delle opere in progetto, è stata svolta riprendendo i contenuti e i risultati della *Relazione Idrologica* e della *Relazione Idraulica - Assetto attuale* predisposti dall'ing. A. Ostan e da Beta Studio nell'ambito del progetto per la "Regimazione idraulica del basso torrente Borlezza in Comune di Castro", commissionato dalla Provincia di Bergamo, Settore 4 Viabilità e Protezione Civile, Servizio Protezione Civile.

Nello studio è stata sviluppata una modellazione idrologica del bacino del torrente Borlezza, calcolando le portate di piena in riferimento alla sezione idraulica in corrispondenza della centrale idroelettrica di Poltragno, poco a valle della briglia 3. Il calcolo non tiene quindi conto del sottobacino del Torrente Oneto, che si immette nel torrente Borlezza a valle della centrale e del tratto di interesse per il presente progetto. Si può quindi affermare che le portate di piena calcolate nello studio sopracitato siano ben rappresentative anche del tratto di torrente interessato dal presente progetto.

In particolare, le portate di interesse per il presente progetto sono quelle riportate nella seconda colonna di Tabella 1, per tempi di ritorno di 100 e 200 anni.

Tempo di ritorno [anni]	Portata in arrivo [m ³ /s]	Portata in forra [m ³ /s]	Quota idrometrica a Poltragno [m s.m.m.]	Sommersione centrale idroel. [m]	Sommersione imbocco galleria s.s.42 [m]
5	102.5	86	242.05	- 1.45	-11.87
20	174	113	247.97	+ 4.47	-5.95
100	261	131	253.41	+ 9.91	-0.51
200	302.5	138	255.75	+ 12.25	1.83
500	359	149	259.24	+ 15.74	5.32

TABELLA 1 – PORTATE DI PIENA DEL TORRENTE BORLEZZA (FONTE: REGIMAZIONE IDRAULICA DEL BASSO TORRENTE BORLEZZA IN COMUNE DI CASTRO, RELAZIONE IDROLOGICA, PROVINCIA DI BERGAMO, 2005)

La relazione idraulica del progetto per la *Regimazione idraulica del basso torrente Borlezza in Comune di Castro* era finalizzata anche alla verifica idraulica della briglia a pettine realizzata nella Piana di Poltragno, codificata nel presente progetto come "Briglia 8". L'inizio del tratto fluviale oggetto di modellazione coincide indicativamente con il muro 18, mentre esso termina in corrispondenza della briglia 5. Sono quindi stati ricompresi nella modellazione gli interventi in progetto in corrispondenza del muro 18 e della briglia 17, mentre sono esclusi il manufatto 4 e la briglia 3.

Dalla relazione idraulica risulta che in corrispondenza del **muro di protezione spondale 18** il tirante idrico è dell'ordine di 2.2 m e di 2.4 m rispettivamente per eventi con tempo di ritorno di 100 e 200 anni. Sempre in questa sezione, la velocità media della corrente è di 4.8 m/s per eventi con tempo di ritorno di 100 anni e di 5.0 m/s per eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

A **monte della briglia 17** il tirante idrico è dell'ordine di 1.8 m e di 2.0 m rispettivamente per eventi con tempo di ritorno di 100 e 200 anni e la velocità media della corrente è di 3.9 m/s e di 4.1 m/s rispettivamente per eventi con tempo di ritorno di 100 e 200 anni. A **valle della briglia 17** il tirante idrico è dell'ordine di 3.4 m e di 3.6 m rispettivamente per eventi con tempo di ritorno di 100 e 200 anni e la velocità media della corrente è di 3.5 m/s e di 3.7 m/s rispettivamente per eventi con tempo di ritorno di 100 e 200 anni.

Per quanto concerne la verifica di compatibilità idraulica degli interventi in progetto, si evidenzia che gli stessi riguardano la manutenzione straordinaria di opere esistenti. Nel corso dei rilievi non si sono evidenziate dinamiche evolutive del corso d'acqua tali da far ritenere di dover modificare le quote dei manufatti o introdurre nuove opere di regimazione. Gli interventi previsti non alterano quindi l'assetto attuale del corso d'acqua se non in senso positivo mediante il ripristino della sezione idraulica ed il ripristino delle opere ammalorate.

Le opere possono quindi ritenersi idraulicamente compatibili con le portate precedentemente indicate.

7 DISPONIBILITÀ DELLE AREE – ACCESSO ALLE AREE DI CANTIERE

L'esecuzione degli interventi e la realizzazione delle opere avrà una durata complessiva di circa 5 mesi. Le aree di cantiere ricadono sia all'interno dell'alveo del Torrente Borlezza, in area demaniale, sia sulle particelle catastali prospicienti l'alveo.

Prima dell'inizio dei lavori dovranno essere trovati accordi con i privati per l'occupazione temporanea e le servitù di passaggio.

Nell'Allegato 12 "Piano particellare e planimetrie catastali" sono riportate le superfici catastali oggetto di intervento e le principali modalità di accesso all'area. In particolare per gli interventi lungo il corso del Torrente si proseguirà dalla viabilità progettata per le sistemazioni più a valle (da valle del muro 23) e verrà realizzata una nuova viabilità che arriva da una strada podereale esistente all'altezza della Soglia 28.

8 ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Pur rimandando al Computo Metrico Estimativo ed al Quadro Economico per l'analisi di dettaglio degli aspetti economici puntuali, si specifica qui la fonte dei prezzi unitari considerata per la determinazione quantitativa della spesa

Per la natura e la tipologia degli interventi è stato utilizzato:

- PREZZARIO DELLE OPERE PUBBLICHE DELLA REGIONE LOMBARDIA, edizione 2023
- PREZZARIO OPERE FORESTALI curata da ERSAF (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste), edizione 2022. I prezzi unitari estrapolati da quest'ultimo sono stati incrementati del 13.5% per tener conto delle spese generali e del 10% per tenere conto degli utili di impresa, in coerenza con le percentuali adottate nella stesura del prezzario regionale delle OOPP.
- PREZZARIO DELLE OPERE PUBBLICHE DELLA REGIONE LOMBARDIA Volume 3, edizione 2023

Varano Borghi, Dicembre 2023



Il Direttore Tecnico
Ing. Massimo Sartorelli

