

TITOLO

**STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPENSORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA**

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

PROGETTO

**MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA - LC051
COMUNE DI BALLABIO (LC)**

ELABORATO

R1. RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA

SCALA

/

COMMITTENTE

COMUNITA' MONTANA LARIO ORIENTALE - VALLE SAN MARTINO
Via Vasena, 4 23856 Sala al Barro - Galbiate (LC)
cm.larioorientale_vallesmartino@pec.regione.lombardia.it

PROGETTISTI



PRO.TEA INGEGNERIA associati
Via Martiri 33, 23824 Dervio (LC) - Tel_fax 0341.851176
email: info@protealingegneria.it
P. IVA: 03388100137

Dott. Ing. Claudia Anselmini
Dott. Geol. Cristian Adamoli

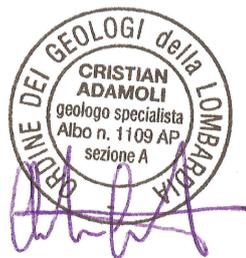


Studio Tecnico Agostoni

23818 PASTURO - LC - Via Cariole, 7
23900 LECCO - Via G. B. Grassi, 17a
Tel. 0341 955142 - e. mail: studio.agostoni@gmail.com

Dott. Ing. Gabriele Agostoni
P.IVA n. 02261560136

Dott. Geol. Beatrice Leali
via Rivolta n. 42 - 23017 Morbegno (SO)
P.IVA: 00954070140
email: beatrice.leali@gmail.com



REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	Dicembre 2017	Prima emissione	F. C.	Cl. A.	Cl. A.
2					
3					

STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPENSORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA

MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

1. <u>PREMESSA</u>	2
2. <u>INQUADRAMENTO E STATO ATTUALE</u>	3
2.1 IL TORRENTE GRIGNA	3
2.2 OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA ESISTENTI	4
2.3 L'AREA DI INTERVENTO	5
3. <u>INTERVENTO IN PROGETTO</u>	10
3.1 INTERVENTO 1	10
3.2 INTERVENTO 2	14
3.3 INTERVENTO 3	18
3.4 OCCUPAZIONE AREE	19
3.5 OSSERVAZIONI	19
3.6 RIPRISTINI, PRESCRIZIONI PARTICOLARI E VINCOLI	20
4. <u>CONCLUSIONI</u>	21



**STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPENSORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)**

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

1. PREMESSA

Il presente progetto preliminare è stato redatto, su richiesta della Comunità Montana Lario Orientale e Valle San Martino nell'ambito dell'incarico dello "STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI DEL COMPENSORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA", con lo scopo di mettere in sicurezza alcuni determinati tratti del Torrente Grigna in Comune di Ballabio (LC).

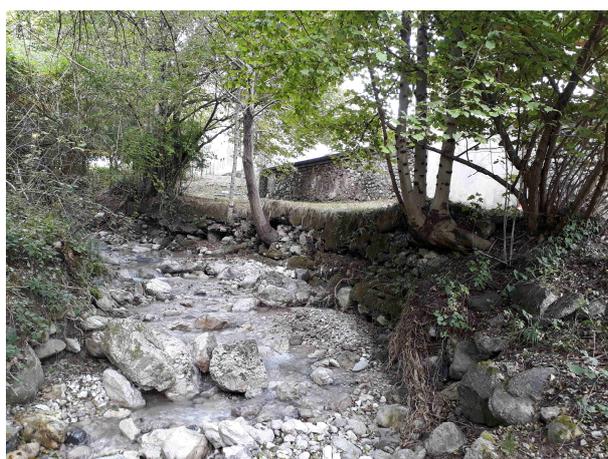
La scelta delle aree in corrispondenza delle quali eseguire i lavori è stata individuata, sulla base di quelle segnalate come critiche nella precedente fase di individuazione delle criticità rilevate (elaborato "LC051-E5. Schede delle criticità rilevate" del Dicembre 2016), a seguito dei successivi sopralluoghi effettuati, tra cui quello congiunto tra i tecnici incaricati e quelli di Comunità Montana Lario Orientale e Valle San Martino, Regione Lombardia e Provincia di Lecco.

In particolare, sono stati individuati come prioritari gli interventi compresi nel tratto tra la passerella pedonale di Via Stoppani, a quota 662 m s.l.m. circa, ed il cimitero di Ballabio Superiore, a quota 686 m s.l.m. circa.

Pertanto, la presente relazione tecnico – illustrativa descriverà gli interventi individuati come necessari per il miglioramento della sicurezza di questo tratto del corso d'acqua in oggetto.

Visto il carattere completamente urbanizzato del corso d'acqua dato dalla presenza dei muri d'argine e degli edifici in fregio all'alveo, nonché alla struttura del ponte storico ad arco, gli interventi possibili non sono risolutori dell'abbattimento del rischio idraulico.

Sono state valutate diverse soluzioni tra le quali è stata scelta quella che consente di avere il maggiore miglioramento possibile per il deflusso, anche se non è risultato possibile ottenere un franco idraulico minimo come richiesto dalla normativa vigente.



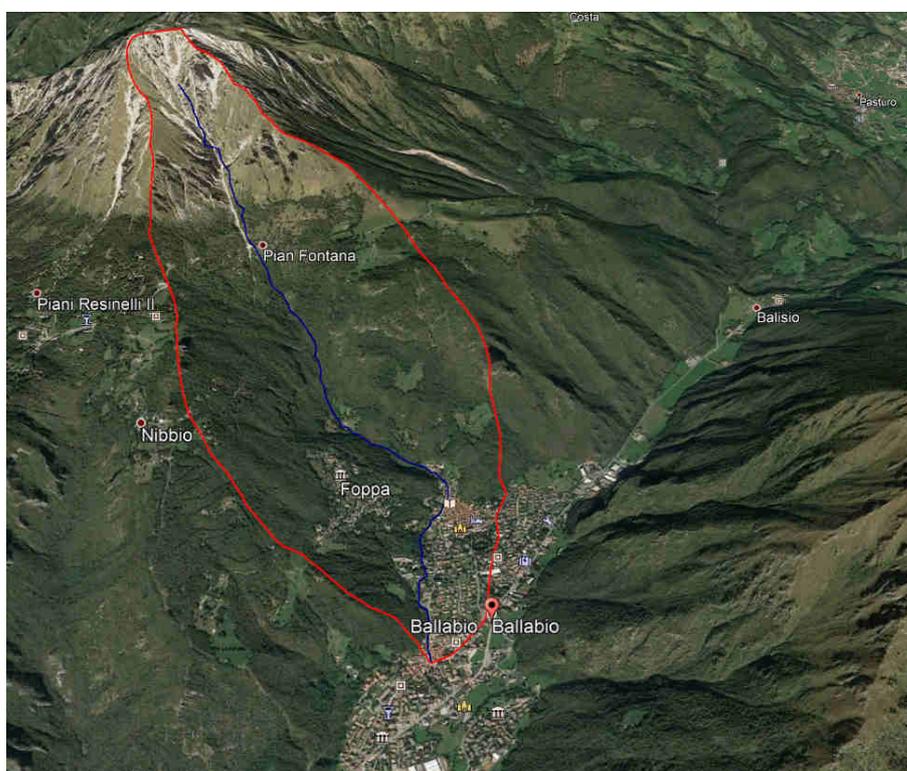
*Vista da valle della passerella pedonale di Via Stoppani a quota 662 m s.l.m. circa (sinistra)
e della zona in corrispondenza del cimitero di Ballabio Superiore a quota 686 m s.l.m. circa da valle (destra).*

2. INQUADRAMENTO E STATO ATTUALE

2.1 Il Torrente Grigna

Il Torrente Grigna ha origine sul versante Sud-Est della Grigna Meridionale, anche conosciuta come “Grignetta”, attraverso la Val Grande e successivamente attraverso il centro abitato di Ballabio, per poi confluire infine nel Torrente Caldone a quota 405 m s.l.m. circa in territorio comunale di Lecco (LC).

Il bacino idrografico, ponendo la sezione di chiusura in corrispondenza del centro abitato di Ballabio, in particolar modo presso Piazza San Lorenzo a quota 660 m s.l.m. circa, poco a valle dell’area dove sono previsti gli interventi in progetto, ha una superficie di circa 4,27 km², l’asta principale del torrente si snoda per una lunghezza di circa 4,67 km con una pendenza media del 32%. La quota massima del bacino idrografico è situata a quota 2.178,5 m s.l.m. in corrispondenza della vetta della Grigna Meridionale.



Estratto Google Earth indicante il Torrente Grigna ed il bacino idrografico sotteso alla sezione di chiusura.

Nella parte alta del bacino, i depositi di versante sono presenti estesamente lungo le pendici degradanti della Grigna Meridionale; nello specifico, gli accumuli detritici in attivo accrescimento o comunque non stabilizzati, sono presenti alle quote più elevate del bacino, al piede delle pareti rocciose della Grigna Meridionale, e sono attivamente aggrediti da processi di degradazione fisica, quindi soggetti a crolli. Accumuli detritici sono presenti anche alle quote più basse del bacino, ma in tal caso sono frequentemente inattivi e stabilizzati, ricoperti da suolo e vegetazione.

Nella cartografia si possono rilevare fenomeni di colamento rapido che interessano le pendici della Grigna Meridionale presso la Località Pian della Fontana. Queste forme di dissesto sono rappresentate da solchi di ruscellamento concentrato, in corrispondenza dei quali si raccolgono le acque superficiali dovute al progressivo approfondimento dei rivoli con il graduale aumento della concentrazione del flusso entro linee preferenziali.

Non da meno si possono verificare forme conseguenti all'azione delle acque di scorrimento superficiale, non incanalate, serie di rivoli conseguenti a intense precipitazioni o scioglimenti della neve. Tale fenomeno si può verificare sui versanti poco protetti dalla vegetazione, alle quote più elevate, causando lacerazioni del manto erboso, erosione del suolo e della copertura regolitica.

Le forme fluviali presenti sono derivate dal modellamento, sia per erosione sia per accumulo, operato dalle acque correnti torrentizie; pertanto il reticolo idrografico appare particolarmente articolato. I torrenti si sviluppano in direzioni differenti e pur essendo caratterizzati da un'intensa attività erosiva, localmente possono dare luogo a forme di accumulo. Inoltre, il reticolo idrografico risulta più ramificato in corrispondenza dei depositi di versante e morenici.

Su tutto il versante, pur prevalendo i processi erosivi, si rilevano depositi detritici relativamente estesi e spessi, in prevalenza alla base delle pareti rocciose; tali depositi, originatisi per opera della forza di gravità, possono essere in secondo tempo rimaneggiati a causa delle acque non incanalate e dare origine a trasporto di massa.

Per quanto riguarda gli alvei torrentizi, essi sono caratterizzati da un'intensa erosione lineare e laterale che raggiunge e incide profondamente il substrato roccioso formando stretti volumi, talvolta delimitati da scarpate. La causa di queste erosioni accelerate è sia la locale tettonizzazione che rende la roccia facilmente degradabile, sia il notevole salto morfologico che i terreni di entrambi i versanti devono superare per raggiungere la Piana di Ballabio.

2.2 Opere di regimazione idraulica esistenti

Il Torrente Grigna, nella parte alta del bacino, non presenta importanti opere di regimazione idraulica, che invece ritroviamo nel tratto in corrispondenza del centro abitato di Ballabio, dove sono presenti attraversamenti, briglie, soglie, rivestimenti del fondo alveo, tratti tombinati e difese spondali.

In particolare, gli interventi in progetto sono situati anche in corrispondenza di uno di questi tratti regimati, caratterizzato dalla presenza di due attraversamenti (un ponte ad arco in calcestruzzo e pietrame ed una passerella pedonale costruita con putrelle di acciaio e mattoni), muri arginali in cemento armato, cinque soglie di fondo ed un rivestimento del fondo alveo in pietrame lastricato e cemento.



Vista verso monte (sinistra) e verso valle (destra) del tratto regimato dal ponte ad arco di Via Gioberti.

2.3 L'area di intervento

Procedendo da valle verso monte, la prima area in corrispondenza della quale sono previsti gli interventi inizia a quota 662 m s.l.m. circa in corrispondenza della passerella pedonale costruita con putrelle in acciaio e mattoni di Via Stoppani.

Questa passerella ha l'intradosso dell'impalcato ad un'altezza di 1,70 m dal fondo alveo costituito da cemento e pietrame lastricato. La larghezza dell'impalcato è pari a 2,00 m, mentre la larghezza dell'alveo è pari a 5,40 m.

Ad una distanza di 1,60 m a monte della sezione di ingresso della passerella è situata una soglia in calcestruzzo (Soglia S1) di altezza totale al centro dell'alveo pari a 66 cm, suddivisi in due salti, uno di altezza 15 cm ed uno di altezza 51 cm.

Durante il rilievo si è potuto osservare come in sponda idrografica destra sia presente un balcone a sbalzo sul corso d'acqua che collega la passerella pedonale all'ingresso di una abitazione. Tale balcone riduce l'altezza della sezione libera in corrispondenza della soglia a 1,10 m in sponda idrografica destra.

Ad una distanza di 50,50 m a monte dalla Soglia S1, è situata una seconda soglia in calcestruzzo (Soglia S2) di altezza totale al centro dell'alveo pari a 49 cm, suddivisa in due salti, uno di altezza 29 cm ed uno di altezza 20 cm.

**STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPRESORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)**

PROGETTAZIONE PRELIMINARE



Vista da monte della passerella pedonale di Via Stoppani a quota 662 m s.l.m. circa e della Soglia S1 (sinistra) e del tratto fino alla Soglia S2 da valle (destra).

5,50 m a monte della Soglia S2, a quota 665 m s.l.m. circa, è situata la sezione di chiusura del ponte ad arco di Via Gioberti, costituito da un impalcato in calcestruzzo e pietrame avente massima altezza dell'intradosso in corrispondenza del centro alveo pari a 1,60 m, mentre ai lati l'altezza si riduce a 0,83 m. Il fondo alveo è costituito da cemento e pietrame lastricato con larghezza pari a 6,00 m e pendenza dell'1,78%. La larghezza dell'impalcato è di circa 4,00 m.

A monte dell'attraversamento, ad una distanza di 7,00 m dalla sezione di ingresso, è presente la Soglia S3 in calcestruzzo, di altezza 50 cm a centro alveo, mentre ad ulteriori 12,80 m verso monte è situata la Soglia S4, sempre in calcestruzzo, di altezza massima a centro alveo pari a 54 cm.

La pavimentazione dell'alveo, caratterizzata sempre da un centro alveo di magra di larghezza 3,50 m in pietrame lastricato e parti laterali in cemento, termina 11,50 m a monte della Soglia S4 per poi diventare naturale.



Vista da valle del ponte ad arco (sinistra) e della fine del tratto con fondo alveo pavimentato da monte (destra).

R1. Relazione tecnico – illustrativa

Pagina | 6

**STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPRESORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)**

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

Sempre a monte della Soglia S4, ad una distanza di 21,50 m dalla stessa, è stata rilevata la presenza della Soglia S5, anch'essa in calcestruzzo, ed avente altezza in corrispondenza del centro alveo pari a 50 cm.

In tutto il tratto regimato la manutenzione si presenta buona con presenza ridotta di vegetazione in corrispondenza delle sponde arginali e presenza di qualche deposito di materiale trasportato in corrispondenza dell'attraversamento di Via Gioberti. Il tratto con fondo alveo naturale è anch'esso in buono stato con maggiore presenza della vegetazione nelle porzioni laterali dell'alveo e dei depositi.

Si segnala infine la presenza di una crepa nella porzione inferiore dell'impalcato in corrispondenza della sezione di ingresso dell'attraversamento di Via Gioberti.



*Vista del materiale depositato in corrispondenza dell'attraversamento di Via Gioberti (sinistra)
e particolare della fessura presente in corrispondenza dell'impalcato (destra).*

Risalendo il corso d'acqua, la seconda area di intervento è situata a quota 677 m s.l.m. circa, dove è attualmente presente una soglia "seminaturale" di altezza 1,00 m circa, costituita da una traversa di legno e massi di medio-grandi dimensioni, in precarie condizioni di stabilità.

L'alveo, in questo tratto, ha una larghezza di 4,50 m ed è naturale, come la sponda destra, con presenza di vegetazione sulle sponde e materiale depositato. La sponda sinistra è invece caratterizzata dalla presenza del muro in pietrame cementato di altezza variabile tra 2,00 e 2,50 m, più il barbacane di altezza 1,0 m circa, avente funzione sia di argine sia di sostegno della strada comunale di Via Fiume, che, per questo tratto limitato di lunghezza 10,00 m circa, è adiacente al Torrente Grigna. Sia il muro arginale, sia il successivo tratto con scarpata naturale in sponda sinistra, presentano segni di erosione con sottoescavazione, anche se una corretta definizione dell'entità di tale fenomeno è limitata dalla presenza della vegetazione infestante che ricopre il muro e la sponda.

Sempre relativamente a questo tratto, si segnala la presenza di un sentiero che scende dalla strada comunale di Via Fiume, in sponda idrografica sinistra, fino all'alveo del corso d'acqua.

STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPRESORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)

PROGETTAZIONE PRELIMINARE



Vista da valle della soglia "seminaturale" e del muro d'argine e di sostegno della strada comunale di Via Fiume (sinistra) e del sentiero che scende dalla stessa strada comunale verso l'alveo da monte (destra).



Particolare della soglia "seminaturale" (sinistra) e del muro d'argine e di sostegno della strada comunale di Via Fiume (destra).

La terza area di intervento è situata a quota 686 m s.l.m. circa, in prossimità del cimitero di Ballabio Superiore, poco a monte dell'attraversamento di Via Leonardo da Vinci.

In questo tratto, l'alveo è naturale con presenza di un muretto a secco di altezza 1,00 ÷ 1,50 m costituente l'argine sinistro del corso d'acqua per circa 20,00 m di lunghezza. Questo muro a secco si presenta eroso e scalzato al piede con conseguente franamento e disarticolazione di parte dello stesso. La presenza di alcune piante di alto fusto in corrispondenza dello stesso, hanno aumentato i problemi di stabilità dello stesso, a causa dell'azione degli apparati radicali.

STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPRESORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)

PROGETTAZIONE PRELIMINARE



Vista da valle del muretto a secco esistente in sponda idrografica sinistra in prossimità del cimitero di Ballabio Superiore.



Particolare dei fenomeni di erosione e scalzamento al piede in atto.



3. INTERVENTO IN PROGETTO

Per la messa in sicurezza del tratto compreso tra la passerella pedonale di Via Stoppani ed il cimitero di Ballabio Superiore le scelte progettuali adottate prevedono la realizzazione di tre interventi denominati:

- **AREA INTERVENTO 1:** compresa all'incirca tra le quote 662 m s.l.m. e 665 m s.l.m., può essere a sua volta distinta in due differenti zone di intervento: quella di valle, posta nelle vicinanze della passerella pedonale di Via Stoppani, a partire dalla Soglia S1 per un tratto di circa 28 m verso monte, e quella di monte, situata in corrispondenza del ponte ad arco di Via Gioberti, a partire dalla Soglia S2 fino alla Soglia S3 per un tratto di lunghezza circa 17 m;
- **AREA INTERVENTO 2:** è situata in corrispondenza della soglia "seminaturale" esistente a quota 677 m s.l.m. circa, dove l'argine sinistro del corso d'acqua è anche muro di sostegno della strada comunale di Via Fiume; l'area di intervento si sviluppa dalla soglia "seminaturale" esistente per una lunghezza di circa 20 m verso valle;
- **AREA INTERVENTO 3:** è situata a quota 686 m s.l.m. circa, nelle vicinanze del cimitero di Ballabio Superiore e si sviluppa per una lunghezza totale di circa 30 m in sinistra idrografica.

3.1 Intervento 1

L'intervento 1 si sviluppa tra le quote 662 m s.l.m. e 665 m s.l.m. circa e può essere distinto in due differenti zone di intervento: quella di valle, posta nelle vicinanze della passerella pedonale di Via Stoppani, a partire dalla Soglia S1 per un tratto di circa 28,00 m verso monte, e quella di monte, situata in corrispondenza del ponte ad arco di Via Gioberti, a partire dalla Soglia S2 fino alla Soglia S3 per un tratto di lunghezza circa 17,00 m.

L'obiettivo dell'intervento è quello di rizezionare le sezioni esistenti, attualmente non verificate (vedere elaborato *R4. Relazione idraulica* allegato al presente progetto preliminare), in corrispondenza dell'attraversamento di Via Gioberti e della Soglia S1 in maniera da diminuire il rischio in corrispondenza dei due attraversamenti critici.

Visto il carattere completamente urbanizzato del corso d'acqua dato dalla presenza dei muri d'argine e degli edifici in fregio all'alveo, nonché alla struttura del ponte storico ad arco, gli interventi possibili non sono risolutori dell'abbattimento del rischio idraulico.

Sono state valutate diverse soluzioni tra le quali è stata scelta quella che consente di avere il maggiore miglioramento possibile per il deflusso idraulico, anche se non è risultato possibile ottenere un franco idraulico come da normativa vigente.

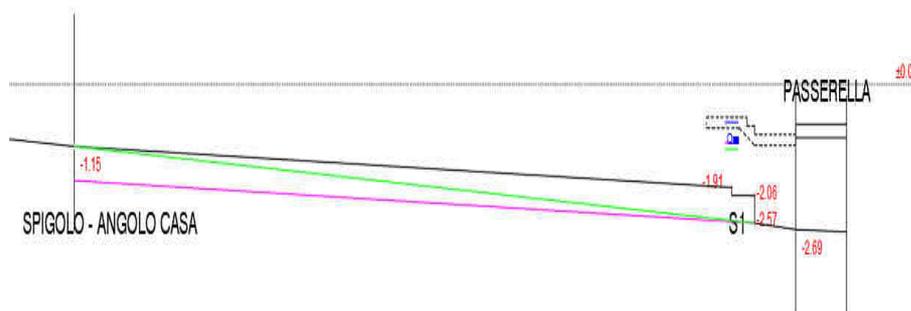
Zona intervento di valle

Le soluzioni analizzate sono state due:

- 1) Demolizione della parte centrale della Soglia S1 per tutta la sua altezza con conseguente raccordo della nuova quota di fondo alveo con quello esistente ad una distanza di circa 28,00 m

verso monte, in corrispondenza dello spigolo della casa presente in sponda idrografica destra. In questo modo la pendenza della porzione centrale dell'alveo sarà maggiore rispetto a quella attuale;

- 2) Demolizione della parte centrale della Soglia S1 per tutta la sua altezza e realizzazione di una analoga nuova soglia in corrispondenza dello spigolo della casa presente in sponda idrografica destra ad una distanza di circa 28,00 m verso monte. In questo modo tutto l'alveo centrale viene ribassato di una quota costante, ma non viene modificata l'attuale pendenza del fondo alveo.



Schematizzazione non in scala delle due soluzioni considerate (in verde la prima ed in magenta la seconda).

Sulla base delle verifiche di compatibilità idraulica eseguite è risultata più efficace la prima soluzione ipotizzata, la quale viene descritta di seguito nel dettaglio.

L'intervento consiste nell'abbassamento del fondo alveo nella sua porzione centrale di larghezza 3,50 m (quella attualmente in pietrame lastricato). In particolare si prevede di demolire la porzione centrale della Soglia S1 per tutta la sua altezza (66 cm) e di raccordare la nuova quota di fondo alveo con quello esistente ad una distanza di circa 28,00 m verso monte, in corrispondenza dello spigolo della casa presente in sponda idrografica destra. In questo modo la pendenza della porzione centrale dell'alveo passerà dall'attuale 2,93% ad una pendenza di progetto del 5,30%.

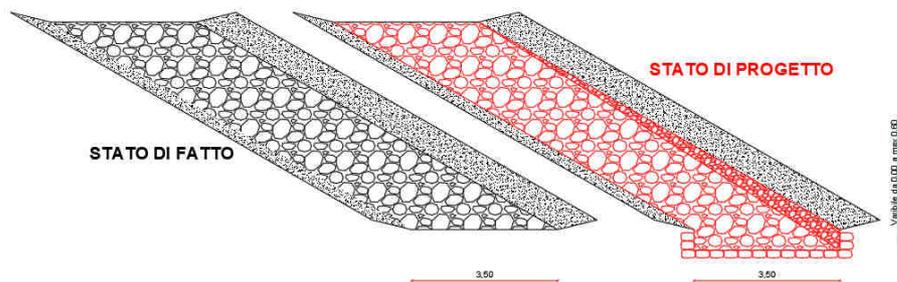
Per l'esecuzione dei lavori si prevede il taglio della porzione laterale in calcestruzzo del fondo alveo e la rimozione dell'attuale pietrame lastricato, quindi l'esecuzione di scavi per la formazione della nuova pendenza.

In corrispondenza del centro alveo verrà quindi riposizionato il pietrame lastricato intasato in cemento, mentre le sponde laterali, di altezza variabile, saranno realizzate mediante muratura in pietrame intasato in cemento; inoltre verranno eseguiti i raccordi con le parti laterali in cemento del fondo alveo che non vengono interessate dai lavori.

La superficie di alveo interessata dai lavori sarà pari a circa 100,00 m²; per l'esecuzione dei lavori è necessario l'utilizzo di piccoli mezzi d'opera e l'esecuzione a mano delle lavorazioni di intasamento.

STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPRESORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)

PROGETTAZIONE PRELIMINARE



Schematizzazione dell'intervento previsto in progetto in corrispondenza dell'area di intervento 1.

L'accesso alla zona di valle dell'area di intervento 1 dovrà essere valutato nel dettaglio nelle successive fasi di progettazione e potrà essere effettuato da Via Fiume, appena a valle dell'attraversamento di Via Gioberti, oppure, in alternativa, da Piazza San Lorenzo. I mezzi d'opera ed i materiali dovranno essere calati dall'alto all'interno dell'alveo; pertanto sarà necessario l'utilizzo di mezzi d'opera di piccole dimensioni.

Particolare attenzione dovrà essere posta anche alla presenza di eventuali reti di sottoservizi, soprattutto in corrispondenza delle soglie da demolirsi.

Zona intervento di monte

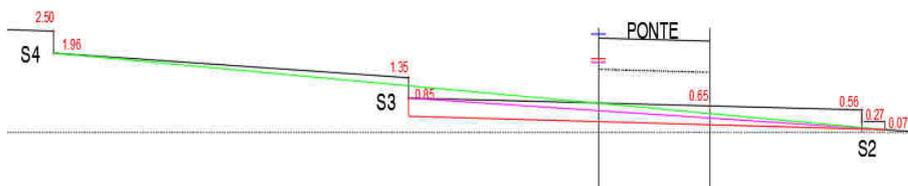
In questo caso le soluzioni analizzate sono state tre:

- 1) Demolizione della parte centrale della Soglia S2 per tutta la sua altezza e di parte della Soglia S3 con conseguente realizzazione di un'unica rampa centrale avente pendenza superiore a quella attuale che congiungesse le attuali basi delle Soglie S4 ed S2. L'intervento si sviluppa su una lunghezza di circa 30,00 m e prevede la realizzazione di tratti in scavo e di altri in riporto;
- 2) Demolizione della parte centrale della Soglia S2 per tutta la sua altezza con conseguente raccordo della nuova quota di fondo alveo con quello esistente alla base della Soglia S3, ad una distanza di circa 17,00 m verso monte. In questo modo la pendenza della porzione centrale dell'alveo sarà maggiore rispetto a quella attuale;
- 3) Demolizione della parte centrale della Soglia S2 per tutta la sua altezza e realizzazione di un abbassamento di altezza analoga alla base della Soglia S3 ad una distanza di circa 17,00 m verso monte. In questo modo tutto l'alveo centrale viene ribassato di una quota costante, ma non viene modificata l'attuale pendenza del fondo alveo.

Rimandando alla pagina seguente per la schematizzazione delle soluzioni analizzate, sulla base delle verifiche di compatibilità idraulica eseguite è risultata più efficace la seconda soluzione ipotizzata, la quale viene descritta di seguito nel dettaglio.

**STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPRESORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)**

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

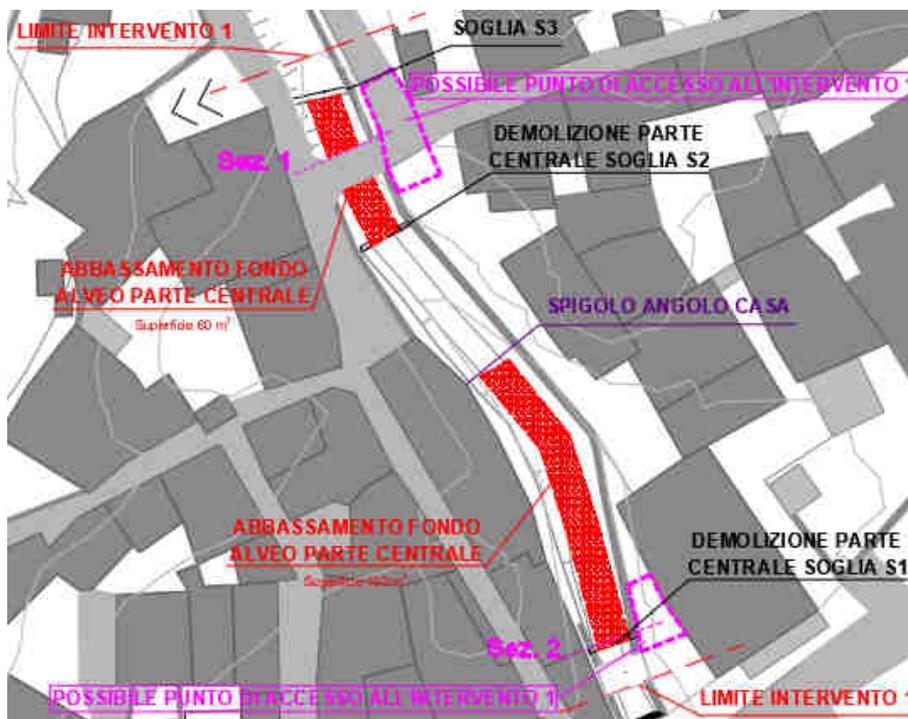


Schematizzazione non in scala delle tre soluzioni considerate (in verde la prima, in magenta la seconda ed in rosso la terza).

L'intervento è analogo a quello descritto in precedenza e consiste nell'abbassamento del fondo alveo nella sua porzione centrale di larghezza 3,50 m (quella attualmente in pietrame lastricato) demolendo la porzione centrale della Soglia S2 per tutta la sua altezza (49 cm) e raccordando la nuova quota di fondo alveo con quello esistente appena a valle della Soglia S3, posta ad una distanza di circa 17,00 m verso monte. In questo modo la pendenza della porzione centrale dell'alveo passerà dall'attuale 1,78% ad una pendenza di progetto del 4,56%.

Per l'esecuzione dei lavori si prevedono le stesse lavorazioni descritte per la zona di intervento di valle; data la presenza del ponte ad arco, avente attualmente massima altezza in centro alveo di 1,60 m, particolare attenzione dovrà essere posta in fase di esecuzione dei lavori a non danneggiare l'impalcato del ponte stesso.

La superficie di alveo interessata dai lavori sarà pari a circa 60,00 m²; per l'esecuzione dei lavori è necessario l'utilizzo di piccoli mezzi d'opera e l'esecuzione a mano delle lavorazioni di intasamento.



Schematizzazione in pianta degli interventi previsti in corrispondenza dell'area di intervento 1.

L'accesso alla zona di monte dell'area di intervento 1 dovrà essere valutato nel dettaglio nelle successive fasi di progettazione e potrà essere effettuato da Via Fiume, appena a valle ed appena a monte dell'attraversamento di Via Gioberti a seconda del momento (a causa dell'altezza ridotta dell'impalcato del ponte i mezzi d'opera non potranno transitare sotto lo stesso). I mezzi d'opera ed i materiali dovranno essere calati dall'alto all'interno dell'alveo; pertanto sarà necessario l'utilizzo di mezzi d'opera di piccole dimensioni.

Anche in questo caso particolare attenzione dovrà essere posta alla presenza di eventuali reti di sottoservizi, soprattutto in corrispondenza delle soglie da demolirsi.

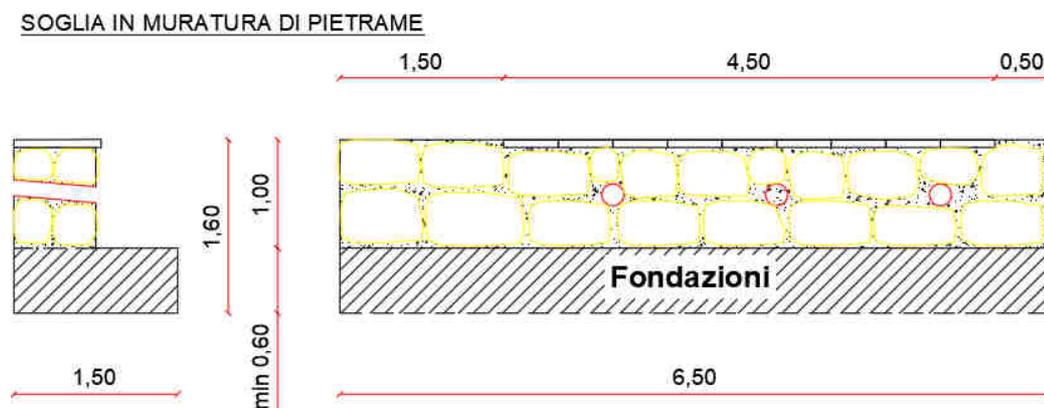
3.2 Intervento 2

L'intervento 2 è situato circa 200 m a monte dell'area di intervento 1, in corrispondenza della soglia "seminaturale" esistente a quota 677 m s.l.m. circa, dove l'argine sinistro del corso d'acqua è anche muro di sostegno della strada comunale di Via Fiume; l'area di intervento si sviluppa dalla soglia "seminaturale" esistente per una lunghezza di circa 20 m verso valle.

L'intervento prevede la realizzazione di opere sia di regimazione idraulica sia di protezione spondale, tramite l'esecuzione di una soglia, di scogliere a secco, di un muro in calcestruzzo e pietrame e del rivestimento di fondo alveo mediante pietrame senza intasamento in cemento.

In particolare la soglia, realizzata in muratura di pietrame, sarà eseguita al posto di quella "seminaturale" attualmente esistente ed in precarie condizioni di stabilità. La larghezza della soglia sarà pari a 6,50 m (4,50 m di alveo centrale più 1,50 m e 0,50 m di incastro rispettivamente in sponda destra e sinistra), mentre l'altezza totale sarà di 1,60 m (compresi 0,60 m di fondazione). La fondazione avrà una base di 1,50 m.

In corrispondenza del passaggio dell'alveo centrale verranno posizionati dei massetti di pietrame spaccato scistoso o granitico, inoltre saranno realizzati dei fori per il drenaggio delle acque di diametro minimo pari a 20 cm.



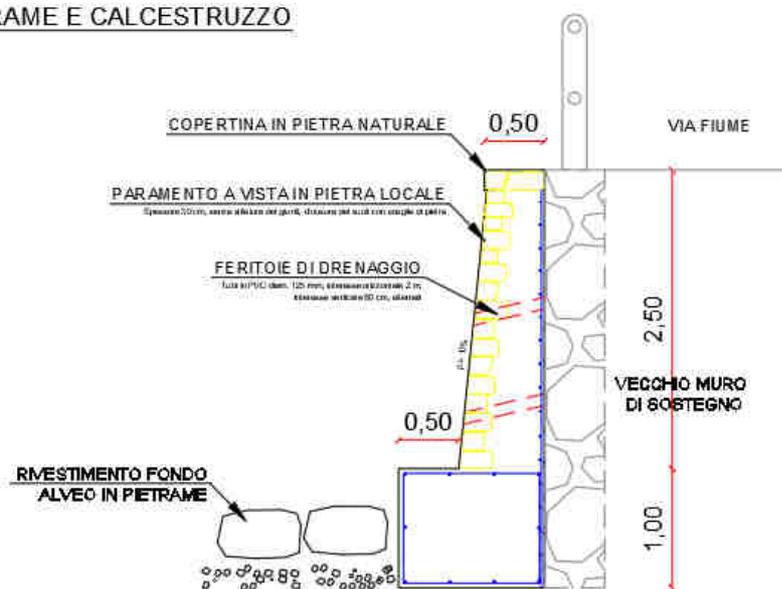
**STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPENSORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)**

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

In corrispondenza della soglia e per un tratto di lunghezza 10,00 m circa, in sponda idrografica sinistra verrà demolito il barbacane del muro di sostegno esistente della strada comunale di Via Fiume. Lo stesso sarà sostituito dalla realizzazione su tutto il tratto di un contromuro in pietrame e calcestruzzo di altezza variabile tra 2,00 e 2,50 m e fondazioni di altezza 1,00 m.

Il contromuro avrà uno spessore minimo in testa di 50 cm, dove è previsto il posizionamento di una copertina in pietra naturale, il paramento a vista, avente inclinazione pari al 10%, sarà rivestito in pietra locale così da mitigare l'impatto visivo. Inoltre saranno eseguite delle feritoie di drenaggio mediante tubi PVC di diametro 125 mm, posizionati su due file sfalsate poste ad interasse verticale di 80 cm, mentre l'interasse orizzontale sarà pari a 2,00 m.

MURO IN PIETRAMME E CALCESTRUZZO



Schematizzazione del muro in pietrame e calcestruzzo previsto da progetto avente funzione di contromuro di quello esistente.

Per evitare il restringimento dell'alveo sarà valutata la ricalibratura dell'alveo o in alternativa la demolizione del muro stradale esistente che dovrà essere eseguita a setti.

Sempre in sponda idrografica sinistra, a valle del contromuro, l'intervento continuerà per altri 10,00 m tramite realizzazione di una scogliera a secco di altezza fuori terra pari ad almeno 1,50 m (più 0,50 m di fondazione).

La scogliera a secco è prevista, con le stesse caratteristiche, anche in sponda idrografica destra, per un tratto di lunghezza 6,00 m a cavallo della soglia da realizzarsi, così da permettere l'incastro della soglia stessa.

STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPRESORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

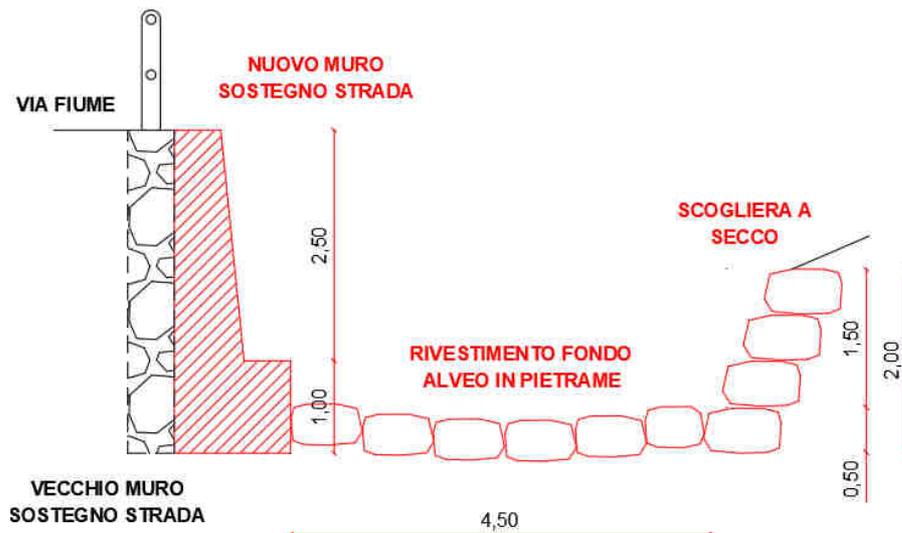
SCOGLIERA A SECCO



Schematizzazione della scogliera a secco prevista da progetto.

L'intervento 2 è completato con la realizzazione di un rivestimento del fondo alveo in pietrame senza intasamento in cemento su tutto il tratto di lunghezza 20,00 m interessato dai lavori. Tale rivestimento, che riguarderà una superficie di circa 90,00 m², permetterà di proteggere le fondazioni sia della soglia, sia del contromuro e delle scogliere a secco dall'erosione dovuta al passaggio delle acque.

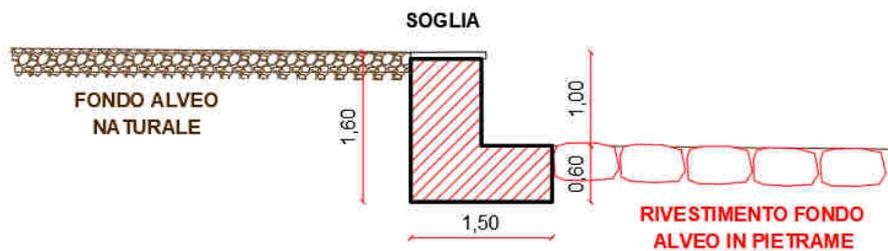
Si segnala infine, che precedentemente all'esecuzione delle opere sopra descritte, dovrà essere eseguito un intervento di pulizia su entrambe le sponde tramite sfalcio e rimozione della vegetazione infestante su tutto il tratto.



Schematizzazione della sezione tipo in corrispondenza dell'intervento 2.

STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPRESORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

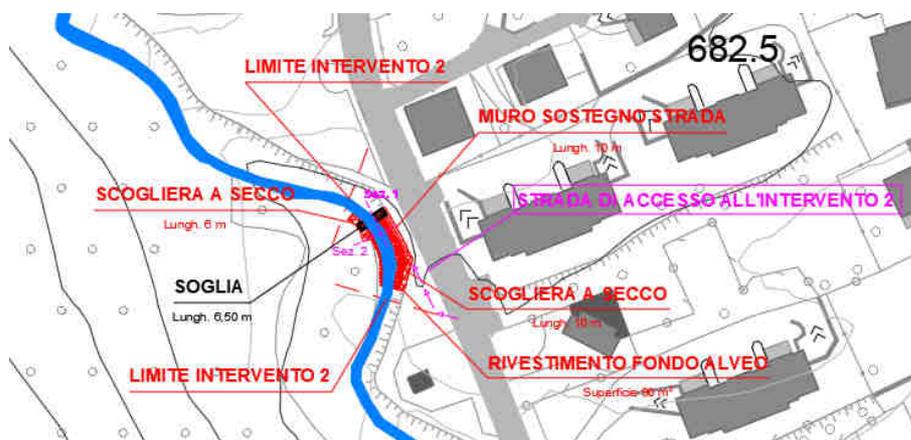


Schematizzazione del profilo in corrispondenza della soglia in progetto.

L'accesso all'area sarà effettuato dal sentiero esistente, previo adeguamento delle dimensioni dello stesso per il passaggio dei mezzi d'opera, che collega Via Fiume, in sponda idrografica sinistra, all'alveo del Torrente Grigna. In questo caso non si rilevano problematiche relative ad eventuali limitazioni delle dimensioni dei mezzi d'opera. Al termine dei lavori dovranno essere previsti i lavori di ripristino e sistemazione dell'area utilizzata per l'accesso e l'eventuale deposito del materiale.



Vista da valle del punto di inizio del sentiero che collega Via Fiume all'alveo del Torrente Grigna.



Schematizzazione degli interventi previsti in corrispondenza dell'area di intervento 2 visti in pianta.

3.3 Intervento 3

L'intervento 3 è situato circa 100 m a monte dell'area di intervento 2, a quota 686 m s.l.m. circa, nelle vicinanze del cimitero di Ballabio Superiore, nonché a meno di 10,00 m a monte dall'attraversamento di Via Leonardo da Vinci, e si sviluppa per una lunghezza totale di circa 30 m.

L'intervento consiste nella pulizia di entrambe le sponde tramite sfalcio e rimozione della vegetazione infestante per un tratto di lunghezza pari a 30,00 m. In corrispondenza della sponda idrografica sinistra, si procederà al taglio, con rimozione delle ceppaie, anche degli alberi d'alto fusto presenti e che impedirebbero la realizzazione delle opere di protezione spondale in progetto.

In particolare si prevede la demolizione, su tutto il tratto di lunghezza circa 20,00 m del muro a secco esistente in sponda idrografica sinistra, ormai danneggiato ed in cattivo stato di manutenzione, e la sostituzione dello stesso con una scogliera a secco di altezza fuori terra pari a ad almeno 1,50 m (più 1,00 m di fondazione). La scogliera proseguirà per altri 10,00 m rispetto all'estensione del precedente muro a secco, in modo tale da completare la protezione della sponda sinistra per tutta l'estensione della curva verso destra che il corso d'acqua effettua su questo tratto.

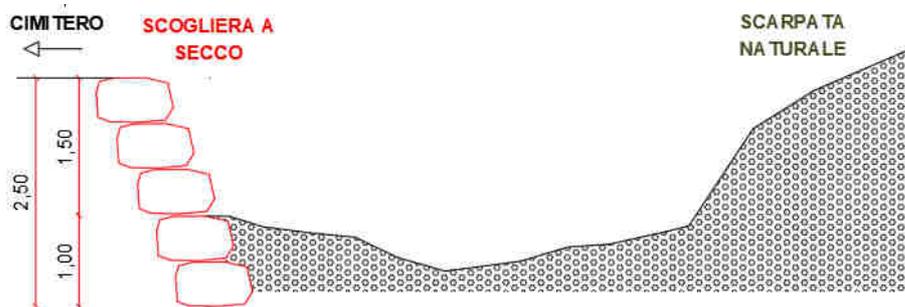
In sponda destra ed in corrispondenza dell'alveo non sono previsti interventi se non quelli di pulizia e sfalcio della vegetazione infestante.

La scelta di realizzare la scogliera solo in sponda sinistra è conseguenza della morfologia del corso d'acqua in questo tratto, in quanto la curva che il torrente compie verso destra provoca una maggiore attività erosiva in sponda sinistra (dove è appunto prevista la realizzazione della scogliera).

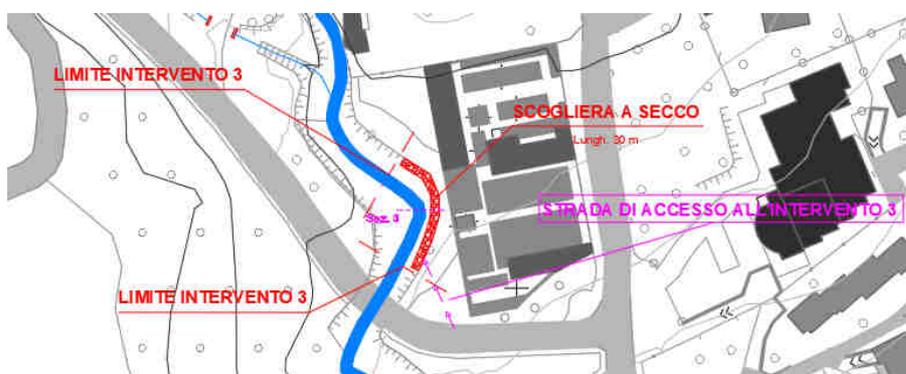
L'accesso all'area sarà effettuato da Via Leonardo da Vinci tramite apertura di una strada di cantiere attraverso il prato che separa l'alveo del Torrente Grigna dal muro esterno del cimitero di Ballabio Superiore in sponda idrografica sinistra. Anche in questo caso non si rilevano problematiche relative ad eventuali limitazioni delle dimensioni dei mezzi d'opera. Al termine dei lavori dovranno essere previsti i lavori di ripristino e sistemazione dell'area utilizzata per l'accesso e l'eventuale deposito del materiale.

**STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPRESORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)**

PROGETTAZIONE PRELIMINARE



Schematizzazione della sezione tipo in corrispondenza dell'intervento 3.



Schematizzazione degli interventi previsti in corrispondenza dell'area di intervento 3 visti in pianta.

3.4 Occupazione aree

Gli interventi previsti dalla presente progettazione preliminare e precedentemente descritti, sono tutti situati in corrispondenza dell'alveo del Torrente Grigna e sulle sue sponde; pertanto ricadono su aree demaniali.

Anche per quanto riguarda le strade di accesso alle aree di intervento, queste sono tutte comprese nella fascia di rispetto del corso d'acqua.

In ogni caso si rimanda alle successive fasi di progettazione la definizione nel dettaglio della proprietà delle aree interessate dai lavori e, nel caso venissero attraversati terreni di proprietà privata, si dovrà procedere alla definizione dell'occupazione temporanea e dovrà essere prevista la servitù di passaggio sugli stessi per i futuri interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere in progetto.

3.5 Osservazioni

Premesso che gli interventi descritti in precedenza dovranno poi essere dimensionati nei dettagli durante le successive fasi di progettazione e pertanto potranno subire modifiche, soprattutto a seguito di un apposito rilievo topografico delle aree di intervento 2 e 3, si precisa che gli stessi hanno lo scopo di permettere il passaggio della portata di massima piena sia centennale sia duecentennale in corrispondenza degli attraversamenti dell'area di intervento 1, mentre per quanto riguarda gli interventi 2 e 3 permettono una sistemazione e messa in sicurezza dello stato di fatto tramite opere di protezione spondale e rifacimento della soglia "seminaturale" esistente.

Inoltre, nelle successive fasi di progettazione, in corrispondenza dell'area di intervento 1, particolare attenzione dovrà essere posta in merito all'esatta ubicazione dei sottoservizi presenti sotto l'alveo del Torrente Grigna (è stata rilevata la probabile presenza di una condotta dei sottoservizi all'interno dell'alveo in prossimità dell'argine destro) o che attraversano lo stesso, probabilmente in corrispondenza delle soglie esistenti. L'eventuale presenza di tali sottoservizi, in base anche alla tipologia degli stessi, potrebbe comportare la necessità di opere di adeguamento degli stessi o una modifica della soluzione proposta.

La funzionalità e conservazione dei manufatti sarà strettamente connessa al loro stato di manutenzione, che dovrà essere particolarmente accurato, soprattutto dopo qualsiasi evento di piena.

Tutte le aree di intervento saranno raggiungibili senza particolari problematiche anche al termine dei lavori così da permettere futuri interventi di pulizia e manutenzione.

Nel caso di non adeguata pulizia dell'alveo o di passaggio di una portata di massima piena superiore a quella considerata nelle verifiche idrauliche, non si esclude la possibilità che le sezioni considerate in corrispondenza degli attraversamenti risultino inadeguate ed insufficienti.

3.6 Ripristini, prescrizioni particolari e vincoli

Particolare cura dovrà essere posta allo smantellamento del cantiere ed ai ripristini ambientali a fine lavorazione, i quali saranno realizzati a perfetta regola d'arte, completi di pulizia finale del cantiere, dei residui sabbiosi ecc..

Nella presente fase di progettazione preliminare è stato privilegiato l'utilizzo di materiali naturali senza prevedere l'intasamento con calcestruzzo sia per la realizzazione delle scogliere sia per il rivestimento del fondo alveo in corrispondenza degli interventi 2 e 3 dove l'alveo è attualmente perlopiù naturale (l'unica eccezione è stata fatta per la soglia ed il contromuro in pietrame e calcestruzzo in corrispondenza dell'intervento 2). Per quanto riguarda l'area di intervento 1, la stessa è già attualmente caratterizzata dalla presenza di un rivestimento di fondo alveo in calcestruzzo e pietrame lastricato; pertanto gli interventi in progetto non modificheranno l'attuale tipologia di pavimentazione presente, in modo tale da ben raccordarsi anche ai tratti non interessati dai lavori.

L'esecuzione delle opere deve essere effettuata a perfetta regola d'arte, ciò inteso dal punto di vista tecnico, funzionale, ergonomico ed estetico.

Per la costruzione, la fornitura, l'installazione, la sicurezza, il funzionamento, le prove e i collaudi, saranno applicate le norme vigenti.

Nei prezzi per l'esecuzione dei lavori tutti gli oneri sono compresi per rendere il lavoro a perfetta regola d'arte, funzionante e con i ripristini ambientali completati. Sono pure compresi tutti gli oneri derivanti dal trasporto dei materiali e mezzi, da eventuali sottoservizi, dagli allacciamenti, dagli imprevisti di scavo ecc..

4. CONCLUSIONI

Su incarico della Comunità Montana Lario Orientale e Valle San Martino è stato redatto il presente progetto preliminare per la messa in sicurezza del Torrente Grigna nel tratto tra la passerella pedonale di Via Stoppani, a quota 662 m s.l.m. circa, ed il cimitero di Ballabio Superiore, a quota 686 m s.l.m. circa in Comune di Ballabio (LC).

Per la messa in sicurezza dell'area in oggetto le scelte progettuali adottate prevedono la realizzazione di tre aree di intervento:

- **AREA INTERVENTO 1:** compresa all'incirca tra le quote 662 m s.l.m. e 665 m s.l.m., può essere a sua volta distinta in due differenti zone di intervento: quella di valle, posta nelle vicinanze della passerella pedonale di Via Stoppani, a partire dalla Soglia S1 per un tratto di circa 28 m verso monte, e quella di monte, situata in corrispondenza del ponte ad arco di Via Gioberti, a partire dalla Soglia S2 fino alla Soglia S3 per un tratto di lunghezza circa 17 m. Gli interventi consistono in un risezionamento delle attuali sezioni con abbassamento del fondo alveo e demolizione della parte centrale di due soglie di fondo;
- **AREA INTERVENTO 2:** è situata in corrispondenza della soglia "seminaturale" esistente a quota 677 m s.l.m. circa, dove l'argine sinistro del corso d'acqua è anche muro di sostegno della strada comunale di Via Fiume; l'area di intervento si sviluppa dalla soglia "seminaturale" esistente per una lunghezza di circa 20 m verso valle. L'intervento consiste nella sostituzione dell'attuale soglia "seminaturale" con una in muratura di pietrame, nella realizzazione di un contromuro in pietrame in calcestruzzo all'attuale muro di sostegno della strada comunale di Via Fiume, nella realizzazione di opere di protezione spondale tramite la realizzazione di scogliere a secco, nonché nel rivestimento del fondo alveo tramite selciato in pietrame senza intasamento in cemento;
- **AREA INTERVENTO 3:** è situata a quota 686 m s.l.m. circa, nelle vicinanze del cimitero di Ballabio Superiore e si sviluppa per una lunghezza totale di circa 30 m. L'intervento consiste nella realizzazione di opere di protezione spondale tramite una scogliera a secco in sponda idrografica sinistra.

Concludendo si ricorda che interventi descritti in precedenza dovranno poi essere definiti e dimensionati nei dettagli durante le successive fasi di progettazione e pertanto potranno subire modifiche anche a seguito di un apposito rilievo topografico ed all'ubicazione nel dettaglio di eventuali sottoservizi presenti in corrispondenza dell'area di intervento 1.

Visto il carattere completamente urbanizzato del corso d'acqua dato dalla presenza dei muri d'argine e degli edifici in fregio all'alveo, nonché alla struttura del ponte storico ad arco, gli interventi possibili non sono risolutori dell'abbattimento del rischio idraulico.

**STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI SOTTOBACINI IDROGRAFICI
DEL COMPENSORIO DELLA C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE
DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA
MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GRIGNA – LC051 – COMUNE DI BALLABIO (LC)**

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

Sono state valutate diverse soluzioni tra le quali è stata scelta quella che consente di avere il maggiore miglioramento possibile per il deflusso, anche se non è risultato possibile ottenere un franco idraulico minimo come richiesto dalla normativa vigente.

Il presente progetto preliminare si compone dei seguenti documenti:

- R1. Relazione tecnico – illustrativa;
- R2. Studio di prefattibilità ambientale;
- R3. Relazione geologica;
- R4. Relazione idraulica;
- R5. Prime indicazioni e misure finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro;
- R6. Calcolo sommario della spesa;
- R7. Quadro economico.

- T1. Estratti territoriali di inquadramento;
- T2. Planimetria stato di fatto;
- T3. Planimetria stato di progetto e particolari costruttivi;
- T4. Confronto stato di progetto e di fatto adeguamento attraversamenti.

