



**Comune di  
Paisco Lovenò**



**Provincia di  
Brescia**

## PROGETTO ESECUTIVO

**Opere di messa in sicurezza degli abitati di Paisco e Grumello  
in Comune di Paisco Lovenò**

DATA

**Gennaio 2020**

SCALA

**/**

TAV. N.

**1A**

## **RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**

A G G I O R N A M E N T I		Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
	f					
	e					
	d					
	c					
	b					
	a					

*Progettista dell'opera*

*Committente*

**STUDIO TECNICO**  
*Dott. Antonioli Ing. Emilio*  
*Via Mazzini n°. 16 25043 Breno (BS)*  
*Tel.0364/326561 Fax.0364/326560*  
**Azienda certificata UNI EN ISO 9001**  
**Certificato n. SQ031436**



**COMUNE DI  
PAISCO LOVENO**  
*Via Nazionale, 21*  
**25050 - Paisco Lovenò (BS)**  
*Tel. 0364636010*  
**info@comune.paisco-loveno.bs.it**

# **Relazione Tecnica - Illustrativa**

## **PROGETTO ESECUTIVO**

**Opere di messa in sicurezza degli abitati di Paisco e  
Grumello in Comune di Paisco Lovenò (BS)**

# Indice

<b>Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>Inquadramento geografico .....</b>	<b>3</b>
<i>Aspetti morfologici generali .....</i>	<i>5</i>
<b>Disponibilità delle aree .....</b>	<b>5</b>
<b>Interventi eseguiti.....</b>	<b>6</b>
<b>Interventi in progetto.....</b>	<b>7</b>
<i>Intervento A – Nuova briglia lungo il Torrente Allione .....</i>	<i>8</i>
<i>Intervento B –Difesa spondale lungo il Torrente Allione.....</i>	<i>11</i>
<i>Intervento C – Drenaggio acque in profondità .....</i>	<i>16</i>
<i>Intervento D – Regimazione acque superficiali.....</i>	<i>18</i>
<i>Intervento E – Completamento palificata.....</i>	<i>20</i>
<i>Intervento F – Palificata in località Grumello .....</i>	<i>22</i>
<i>Intervento G – Consolidamento muri chiesa S. Antonio in località Grumello.....</i>	<i>24</i>
<b>Interventi accessori e funzionali al progetto.....</b>	<b>26</b>
<b>Classificazione sismica .....</b>	<b>27</b>
<b>Studi specialistici.....</b>	<b>29</b>
<b>Descrizione dell’assetto urbanistico e vincoli .....</b>	<b>37</b>
<i>Vincolo idrogeologico .....</i>	<i>38</i>
<b>Analisi di fattibilità ambientale .....</b>	<b>40</b>
<b>Costo degli interventi .....</b>	<b>41</b>
<b>Quadro economico .....</b>	<b>42</b>
<b>Elenco elaborati di progetto .....</b>	<b>43</b>

## Premessa



Le opere previste nel presente Progetto Esecutivo sono da intendersi come completamento dei lavori di sistemazione del versante sotto la frazione Paisco eseguiti con l'accordo di programma tra Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del mare e Regione Lombardia, approvato con decreto del 12

luglio 2011 n°4 del Commissario Straordinario delegato ed eseguiti nell'anno 2013.

Si è cercato di limitare all'indispensabile l'uso delle tecniche tradizionali e ricorrere per quanto possibile alle tecniche dell'ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti. Rispetto alle tecniche tradizionali il ricorso delle tecniche dell'ingegneria naturalistica consente infatti di ottenere un migliore inserimento ambientale delle opere, e soprattutto di introdurre opere più leggere, costituite da elementi capaci di ricostruire un manto vegetale a spiccata attitudine protettiva e in grado di aumentare nel corso degli anni il proprio potere consolidante necessitando nel contempo di minore manutenzione.

I Lavori sono finanziati col Piano nazionale per la mitigazione del rischio idrogeologico, il ripristino e la tutela della risorsa ambientale di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 Febbraio 2019 – Delibera CIPE 24 Luglio 2019 n. 35 e d.g.r. 31 luglio 2019 n. XI/2075.

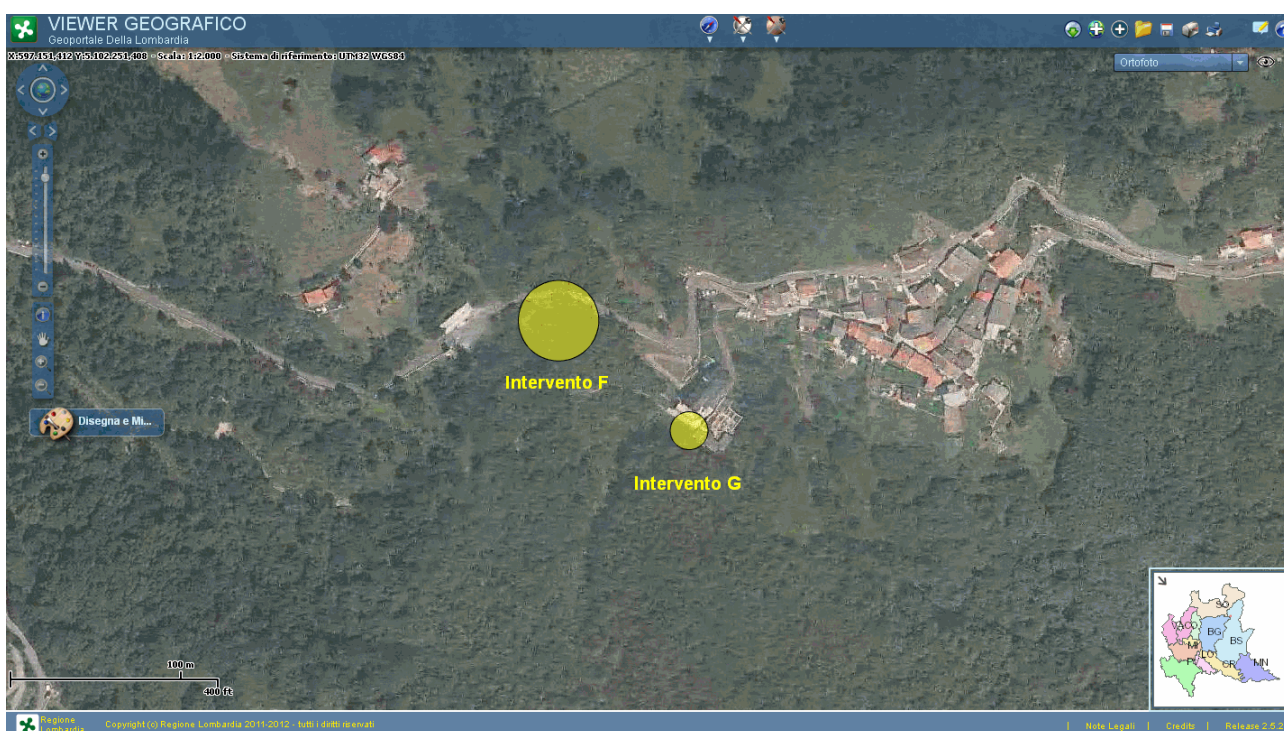
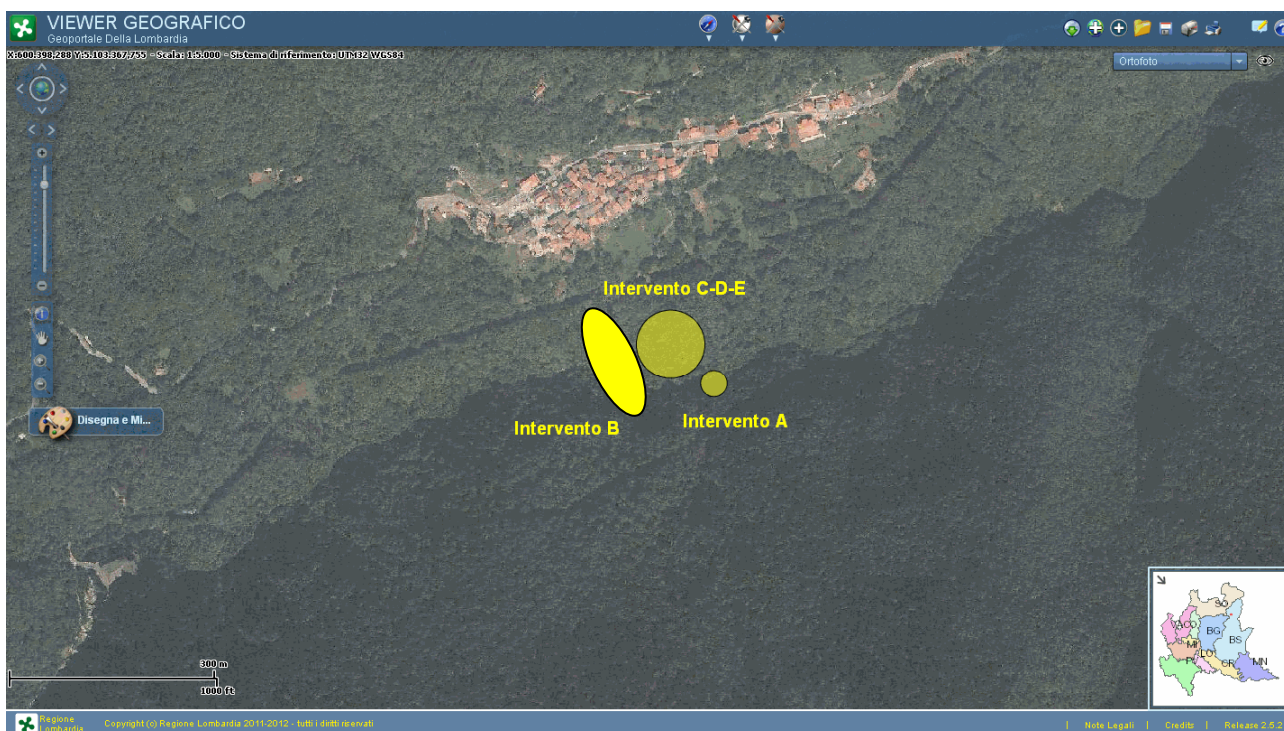
## Inquadramento geografico

Il territorio del comune di Paisco Loveno si estende lungo l'intero versante sinistro della Valle del torrente Allione, affluente di destra del fiume Oglio nel settore della media Valle Camonica.

Il Comune di Paisco Loveno comprende una serie di piccoli agglomerati, a volte costituiti da poche abitazioni, ubicati nei settori meno acclivi del versante, in corrispondenza di terrazzi morfologici



anche di limitata estensione. Paisco è il centro principale e sede del comune. E' situato su un terrazzo morfologico posto ad una quota compresa fra 830 e 870 m. s.l.m.. L'abitato si trova a ridosso del tracciato della S.P.BS 294. Questo permette il collegamento diretto fra la media Valle Camonica e la Valle di Scalve attraverso il Passo del Vivione.



## PROGETTO ESECUTIVO

Opere di messa in sicurezza degli abitati di Paisco e Grumello in Comune di Paisco Loveno (BS)

## ***Aspetti morfologici generali***

L'intero settore del versante in cui si trova Paisco è stato storicamente interessato da fenomeni di dissesto sia in corrispondenza nel pendio posto a monte dell'abitato sia in corrispondenza della scarpata che raccorda il terrazzo su cui sorge l'abitato al fondo del torrente Allione.



La scarpata del terrazzo morfologico su cui si trova l'abitato di Paisco è stata incisa dall'erosione lineare del torrente Allione ed è interessata attivamente da frane per erosione al piede, da forme di erosione incanalata lungo i principali impluvi, e da forme di degradazione per ruscellamento con piccole frane locali nelle zone comprese tra un impluvio e l'altro. In occasione degli eventi alluvionali del 1960

si è accentuata l'erosione alla base della scarpata e si sono ampliati i fenomeni di erosione lungo l'impluvio della valle della Rovina, situata a valle del centro storico di Paisco.

Per contenere l'erosione di fondo lungo l'Allione, successivamente al 1960, è stata realizzata una briglia situata poco a valle della confluenza della valle della Rovina, che allo stato attuale presenta segni di degrado e necessita di manutenzione. I fenomeni di degradazione lungo questo impluvio continuano ora anche indipendentemente dall'erosione lungo l'Allione. Ultimo fenomeno verificatosi risale all'autunno dell'anno 2000 in cui buona parte del territorio del Comune di Paisco Lovenò è stato interessato da smottamenti causati dall'alluvione in seguito alle intense precipitazioni meteorologiche.

## **Disponibilità delle aree**

Per quanto attiene alle aree da occupare e/o espropriare, le stesse non risultano attualmente nella totale disponibilità del Comune di Paisco Lovenò; per questo motivo sarà necessario prevedere la procedura di acquisizione di tali superfici tramite bonari accordi, anche in considerazione del valore e della destinazione d'uso delle superfici occupate. L'elenco delle aree interessate dai lavori sono individuate nell'elaborato progettuale n°11 "Piano particellare".



## Interventi eseguiti

Gli interventi di sistemazione del versante sotto la frazione Paisco eseguiti nell'anno 2013 con l'accordo di programma tra Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del mare e Regione Lombardia sono i seguenti:

*Intervento A):* messa in sicurezza dell'intera area e della viabilità interna principale del Comune, consiste nella demolizione del fabbricato esistente fino al piano stradale e nella realizzazione di muri di sostegno a parete inclinata in cemento armato al fine di garantire e preservare la stabilità delle vie Centrale e Dossello, che poggiano direttamente sulle pareti perimetrali del fabbricato stesso; la realizzazione di questa opera si è resa necessaria in considerazione del notevole dislivello esistente tra le due vie; al fine di mitigare l'impatto ambientale, e per meglio inserire l'opera nel contesto del tessuto urbano del centro storico, si prevede di rivestire le pareti dei muri con la pietra ricavata dalla demolizione del fabbricato per uno spessore medio di 20 cm.

*Intervento B):* per il contenimento dell'erosione di fondo dell'alveo del Fosso di Pagn si sono realizzate quattro opere trasversali rappresentate da briglie adatte a fissare il fondo in pietra e legname, aventi lunghezza variabile a seconda del loro posizionamento sul versante, si è realizzata una scogliere a secco su entrambe le sponde del fosso ed un consolidamento del fondo dell'alveo con selciato eseguito con grossi massi posati a secco e intasati con piccole scaglie. La difesa spondale è stata completata con la posa di alcune graticciate vive di lunghezza variabile.

*Intervento C):* consolidamento del muro di sostegno in cemento armato e rivestimento in pietra locale a valle del piazzale della casa comunale, mediante la realizzazione di tiranti costituiti da n°4 trefoli in acciaio armonico di lunghezza pari a 30 m inseriti nel versante, ad interasse di 3 m l'uno dall'altro, inclinati di un angolo di 50°, tesatura per complessive 60 tonnellate e posati ad una altezza dal piede di 1,80 m.

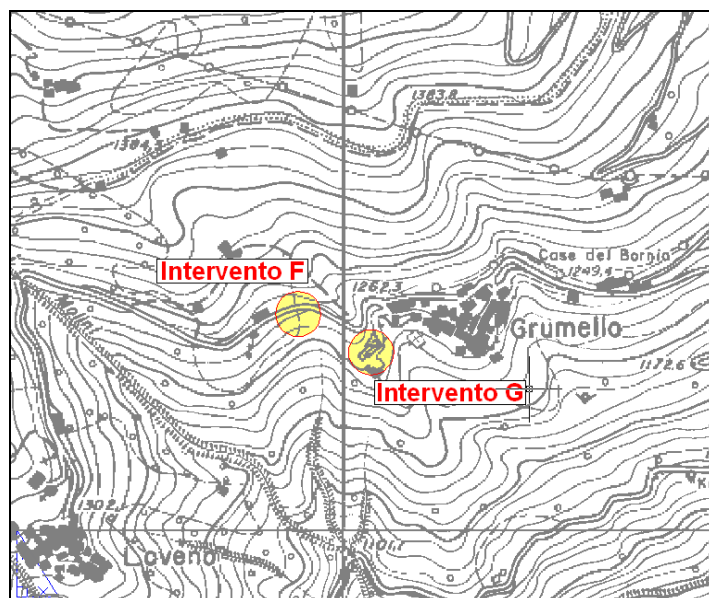
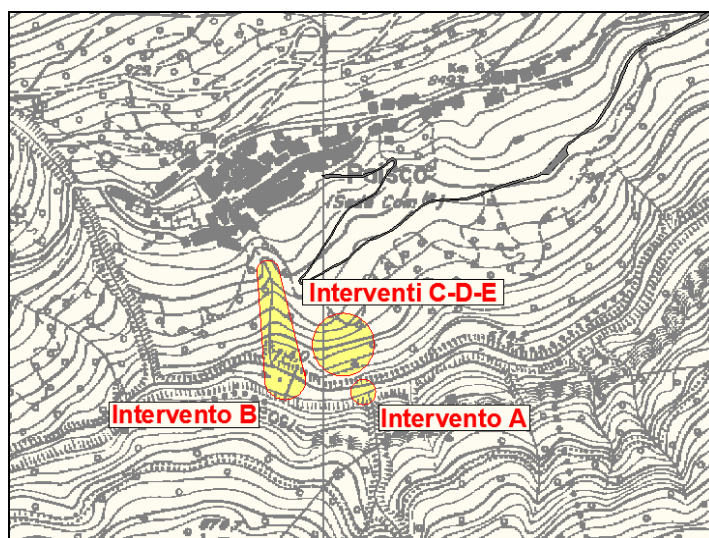
*Intervento D):* realizzazione di una palificata costituita da micropali iniettati con armatura circolare metallica e successivamente tirantata; i micropali hanno lunghezza pari a 37 m, interasse di 1 m, i tiranti sono costituiti da n°6 trefoli in acciaio armonico ed hanno lunghezza pari a 45 m, interasse 4 m, e tesatura per complessive 100 tonnellate: la trave di coronamento è costituita da un cordolo in cemento armato di dimensioni 70x100 cm. Realizzazione di sistema di monitoraggio della palificata

per mezzo di tubi inclinometrici in alluminio e letture ordinarie: si prevedono 4 misurazioni annue più 2 misure straordinarie (in caso di evento piovoso eccezionale) per la durata di anni due.

*Intervento E*): asportazione di tutta la vegetazione arborea (castagno, pioppo tremulo, acero di monte, frassino, ontano bianco, nocciolo e qualche abete rosso), che si presenta in precarie condizioni di stabilità, al fine di alleggerire il versante.

## Interventi in progetto

Di seguito si riporta la descrizione sommaria degli interventi in progetto



Estratto Carta Tecnica Regionale: individuazione degli interventi



## ***Intervento A – Nuova briglia lungo il Torrente Allione***

Si prevede la realizzazione di una nuova briglia lungo il corso del Torrente Allione, alla quota di circa 680 m s.l.m., collocata a valle della palificata eseguita precedentemente con i lavori di sistemazione del versante.

Lungo l'asta del Torrente è già presente una briglia in calcestruzzo e pietrame, a circa 200 m a monte rispetto alla posizione in cui sarà realizzata la nuova briglia; in questo modo si andrà a proteggere e sostenere il piede del versante interessato dal movimento franoso in atto, ed in particolar modo si andrà ad intervenire sull'area in cui sono stati realizzati i lavori di consolidamento nell'anno 2013. La nuova struttura sarà realizzata in cemento armato e massi ciclopici, avrà una lunghezza complessiva pari a 25 m, di cui una parte centrale di lunghezza pari a 16 m e altezza massima di 4 m in cui si trova la gaveta di luce 13 m e due parti laterali di lunghezza pari a 4,5 m e altezza massima pari 4,5 m per mezzo delle quali la briglia è ancorata al versante. Il coronamento della gaveta sarà completamente rivestito in pietrame duro, mentre sui muri d'ala sarà realizzata una copertina in cemento armato.

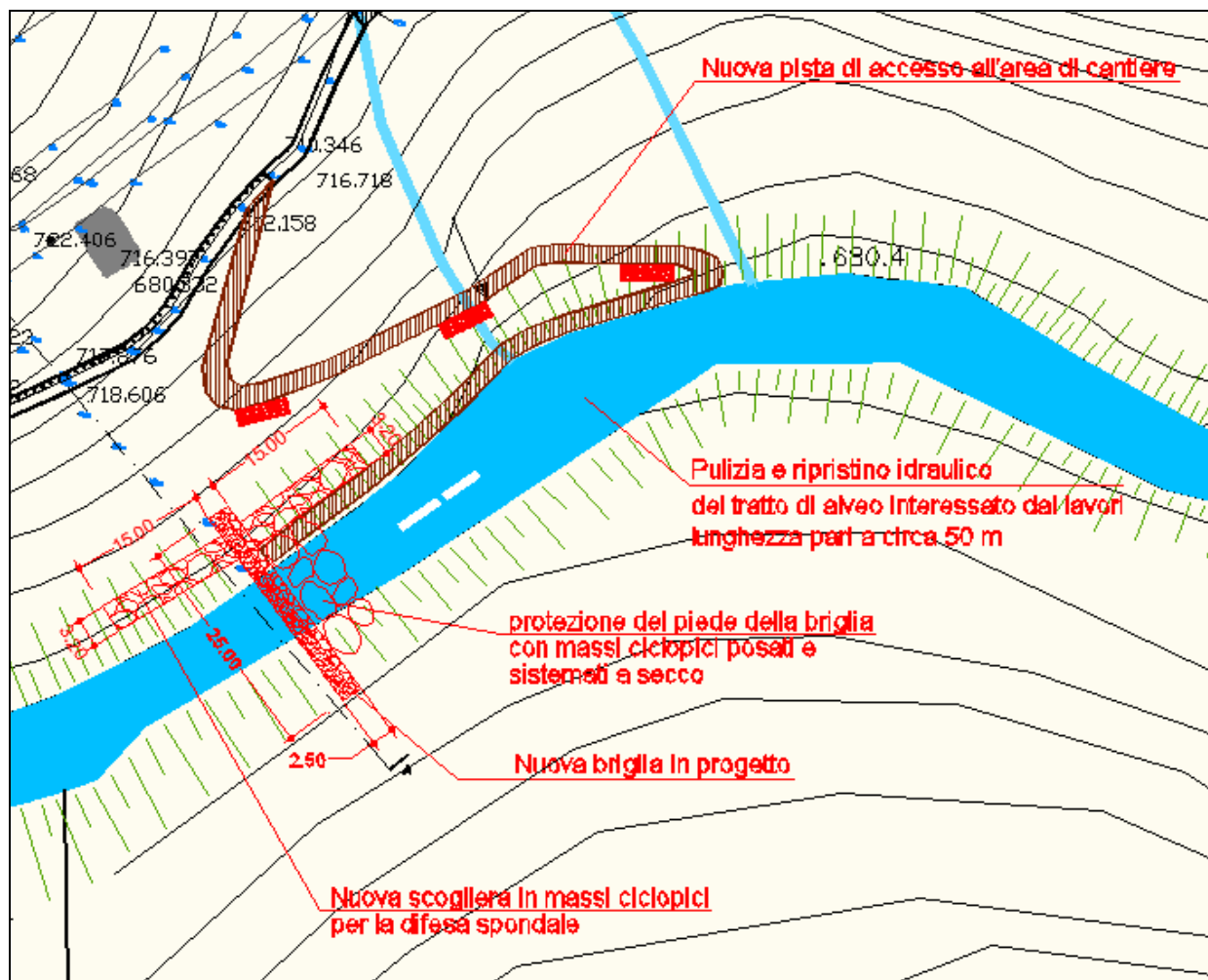
La difesa spondale in sinistra idrografica sarà costituita da una scogliera in massi ciclopici di lunghezza pari a 15 m sia a monte che a valle della nuova briglia, con altezza complessiva di 5m: per i primi 2 m di altezza la scogliera sarà intasata con calcestruzzo mentre per i rimanenti 3 m sarà intasata con terreno vegetale. La difesa spondale in destra idrografica non si rende necessaria in quanto la sponda è interamente in roccia. A protezione del piede della briglia contro lo scalzamento si prevede la posa di massi ciclopici posati e sistemati a secco.

Per la realizzazione delle opere si rende necessario allestire una pista di cantiere di accesso ai mezzi all'area: in considerazione del fatto che per i lavori di realizzazione della palificata è già stata allestito un tracciato provvisorio, si tratta di integrare tale percorso con un tratto di circa 140 m al fine di consentire ai mezzi leggeri di giungere all'alveo del Torrente Allione.

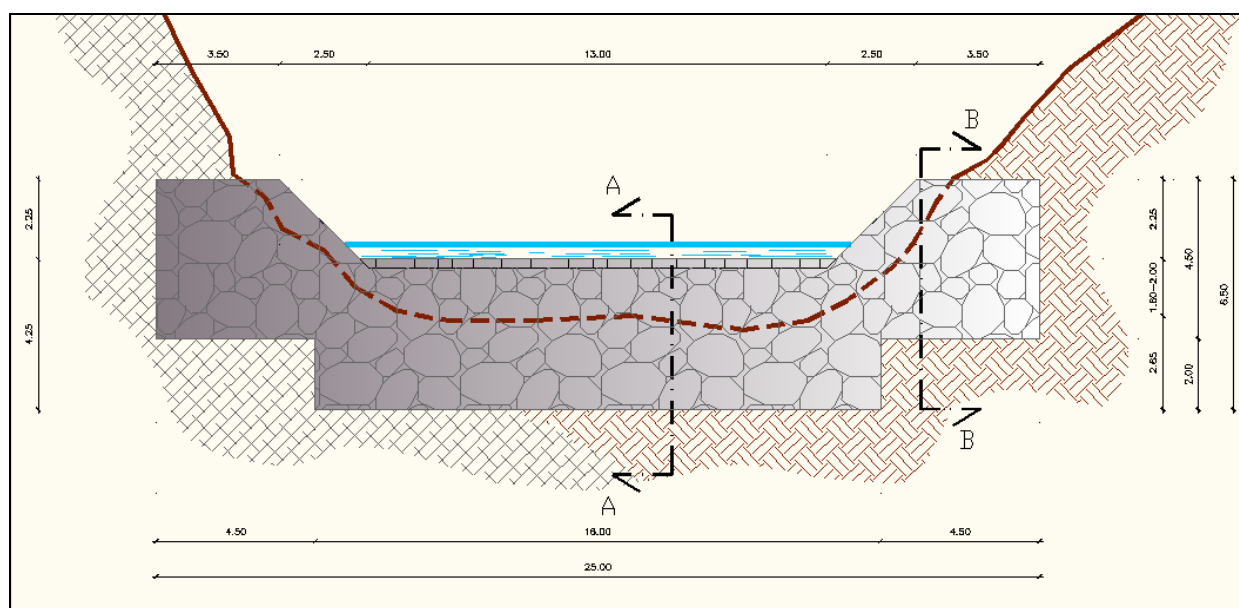
Al fine di rendere più stabile la nuova pista saranno realizzate n°3 palificate in legname a doppia parete di lunghezza 6 m, altezza 2 m e profondità 2m; inoltre si prevede il rivestimento delle scarpate con pendenza più elevata con la stesura di una biostuoia in fibre di cocco per una superficie complessiva pari a 250 mq.

A completamento dell'intervento si prevede la sistemazione dell'alveo nel tratto interessato dai lavori per una lunghezza di circa 50 m.

Coordinate Gauss Boaga dell'intervento: N: 5.103.335 – E: 1.600.055



Planimetria intervento A



Prospetto gaveta

## PROGETTO ESECUTIVO

Opere di messa in sicurezza degli abitati di Paisco e Grumello in Comune di Paisco Loveno (BS)

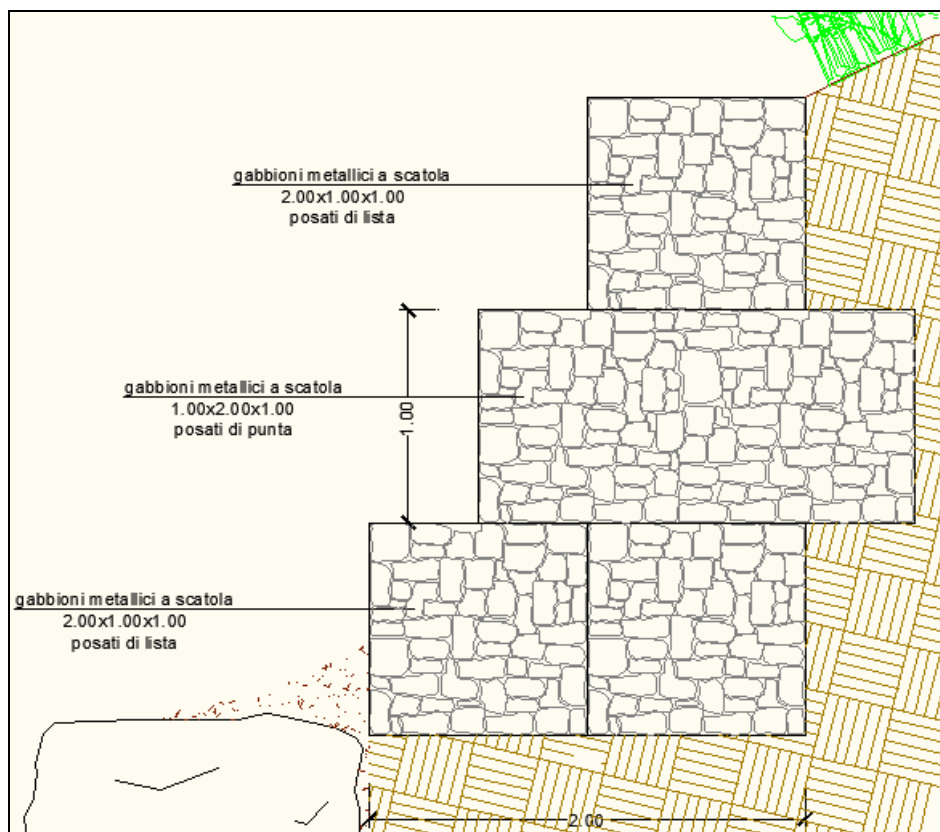


Vista dell'area intervento A

## ***Intervento B –Difesa spondale lungo il Torrente Allione***

Per il contenimento dell'erosione della sponda in lato sinistro del Torrente Allione a monte del compluvio della Valle della Rovina, sono previste opere di rifacimento delle gabbionate esistenti, che si sono deteriorate e distrutte nel tempo, riutilizzando i materiali presenti in loco, per una lunghezza complessiva di 27,50 + 25 + 10 m ed una altezza pari a 3 m, utilizzando gabbioni di dimensioni 2x1x1 m con messa a dimora di talee, compresa l'eliminazione della vegetazione cresciuta sulle gabbionate e sulle scogliere.

Per ognuno degli interventi di rifacimento previsti si procederà con la posa dei gabbioni metallici a scatola nel modo seguente: primo corso doppia fila di gabbioni (fondazione) posati di lista, secondo corso gabbioni posati di punta, terzo corso singola fila di gabbioni posati di lista.



Lungo l'impiuvio della Valle della Rovina sono previste opere di ripristino della funzionalità idraulica degli interventi realizzati in passato: lungo il tracciato sono presenti manufatti di ingegneria naturalistica quali palificate doppie con gaveta in legname, canalette in legname con guaina impermeabile e tratti di sistemazione e livellamento dell'alveo con pietrame che non assolvono più alle loro funzioni originali. L'intervento in progetto consiste nella posa di una canaletta semicircolare in acciaio ondulato, nervato e zincato diametro 100 cm all'estradosso delle



canalette esistenti, per uno sviluppo complessivo di circa 195 m, in modo tale da ripristinarne la funzionalità idraulica.

A valle del compluvio della Valle della Rovina, è prevista la realizzazione di una scogliera in massi ciclopici di lunghezza complessiva pari a 25 + 27,50 + 30 m e altezza compresa tra 2 e 3,5 m in corrispondenza della briglia esistente.

Altro intervento previsto in progetto è il ripristino di una porzione del versante in corrispondenza della confluenza della Valle della Rovina, a seguito di uno smottamento. Si prevede la realizzazione di una canaletta in legname e la stesura di una biostuoia in fibre di cocco per una superficie di circa 370 mq.

È inoltre prevista la manutenzione e la sistemazione di tale briglia trasversale del Torrente Allione, costituita da calcestruzzo e pietrame, che si presenta localmente danneggiata e con i ferri di armatura in vista.

Le lavorazioni da eseguire si possono brevemente riassumere nei seguenti punti:

- rimozione della vegetazione e muschio presente sul paramento in sassi e sulle gabbionate;
- rifacimento del copriferro su porzioni delle spalle lato valle con posa di rete elettrosaldata maglia 20x20 cm diametro 6 mm;
- rifacimento di porzioni localizzate del paramento murario con tecnica cuci-scuci;
- ripristino del copriferro ammalorato della muratura in corrispondenza della gaveta lato valle;
- ricostruzione di parte della fondazione della briglia deteriorata dal tempo e dall'azione erosiva delle acque;
- protezione del piede della briglia con massi ciclopici posati a secco
- rifacimento delle gabbionate deteriorate con utilizzo di pietrame presente il sito.

La scelta di ripristinare la difesa spondale in sinistra idrografica del Torrente Allione con la stessa metodologia di gabbioni e non con una difesa di maggior resistenza, è dovuta al fatto che la struttura a gabbioni risulta essere più flessibile rispetto ad una qualsiasi tecnica diversa, che può risultare sì più resistente ma di conseguenza anche più rigida, quindi non in grado di incassare e assecondare al meglio eventuali spostamenti/assestamenti.

Inoltre si prevede il ripristino delle gabbionate con l'utilizzo di gabbioni a scatola in rete metallica zincata a doppia torsione di diametro 2,7 mm e maglie rettangolari di dimensioni 8x10 cm, molto più resistenti di quelli presenti e deteriorati.

La scelta è stata effettuata anche per ragioni economiche: infatti in loco si trovano già presente e accatastato il pietrame per il riempimento delle scatole metalliche. Non per ultimo il fatto che

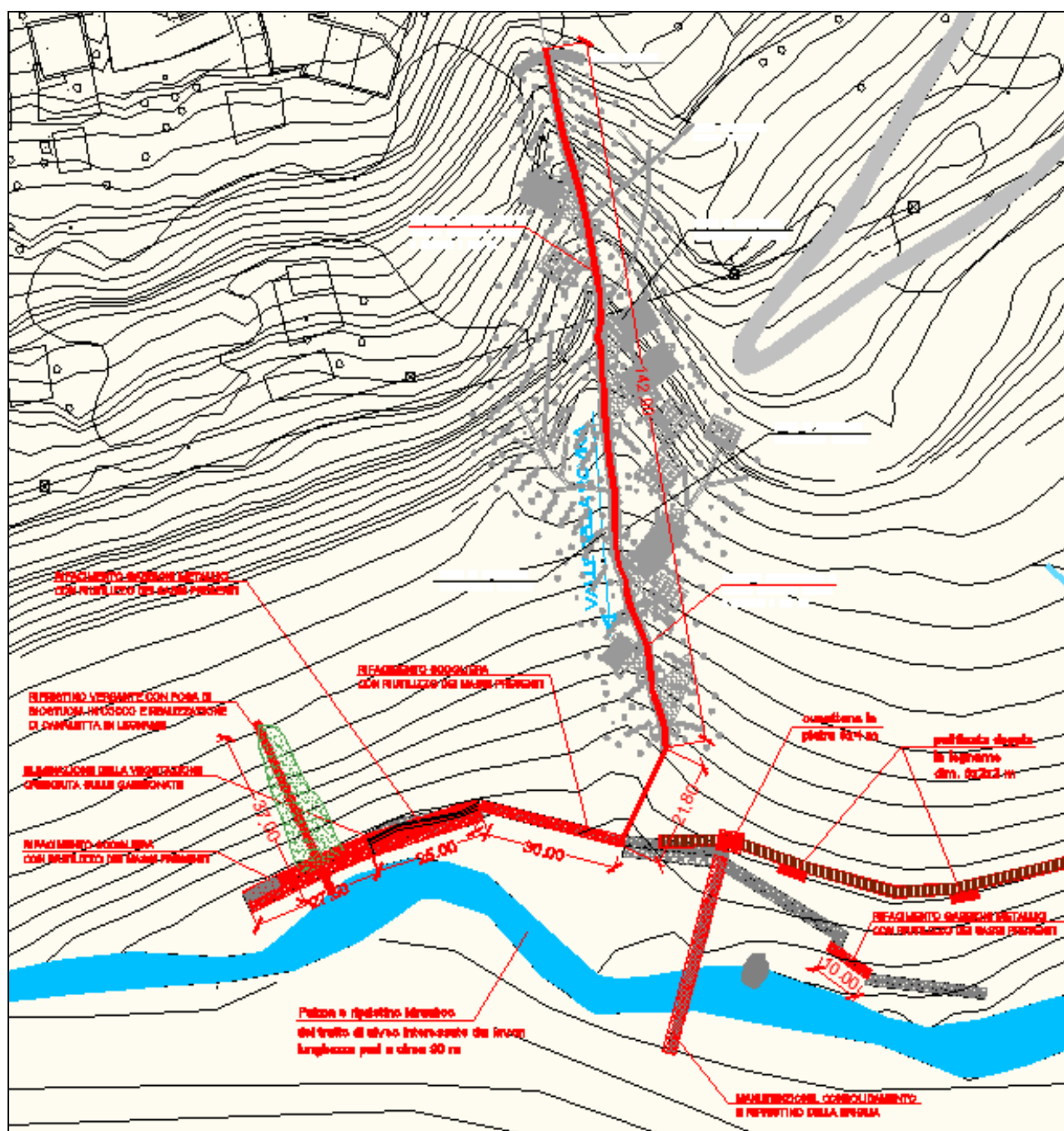
eseguire strutture diverse da quelle previste in progetto comporterebbe l'esecuzione di uno scavo di fondazione maggiore e una più impegnativa lavorazione in sito che, visto il critico contesto e accesso alle aree, è molto difficile poter prevedere come fattibile se non con un importante aggravio dei costi previsti.

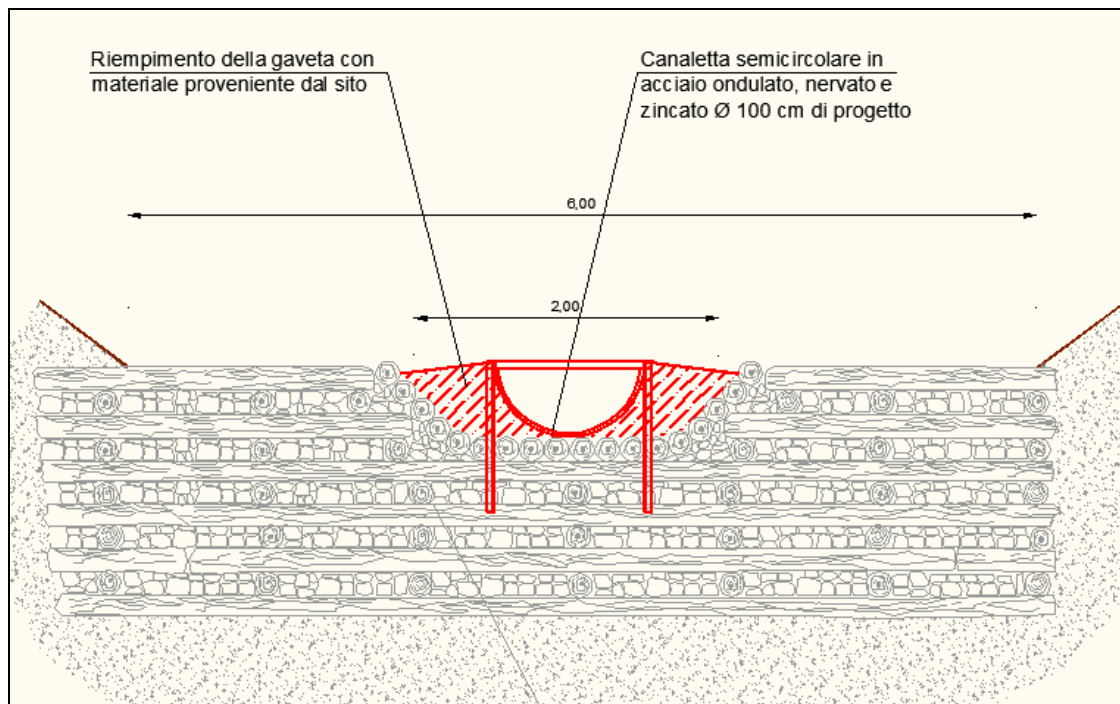
Per la realizzazione delle opere sarà necessario allestire una pista di cantiere di accesso all'area: come per l'intervento precedente si sfrutta il tracciato esistente di accesso alla palificata già eseguita, e si realizzerà un nuovo tratto provvisorio di lunghezza pari a circa 180 m al fine di consentire ai mezzi di giungere all'alveo del Torrente Allione.

Al fine di rendere più stabile la nuova pista saranno realizzate n°3 palificate in legname a doppia parete di lunghezza 6 m, altezza 2 m e profondità 2m e di un cunettone in massi intasati con calcestruzzo di dimensioni 5x4 mq; inoltre si prevede il rivestimento delle scarpate con pendenza più elevata con la stesura di una biostuoia in fibre di cocco per una superficie complessiva pari a 200 mq.

A completamento dell'intervento si prevede il taglio della vegetazione di alto fusto in condizioni di equilibrio precario con un intervento di diradamento ed esbosco forestale, e la sistemazione dell'alveo nel tratto interessato dai lavori per una lunghezza di circa 150 m.

Coordinate Gauss Boaga dell'intervento: N: 5.103.339 – E: 1.559.927





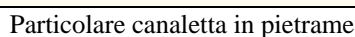
Particolare canaletta semicircolare in acciaio ondulato



Vista dell'area intervento B



L'acqua di drenaggio così intercettata sarà recapitata in una canaletta in calcestruzzo e pietrame realizzata alla base della struttura, per un lunghezza pari a 50 m, che andrà a convogliare le acque così raccolte nella una nuova canaletta in legname di lunghezza pari a circa 35 m la quale a sua volta scaricherà l'acqua nell'impluvio già regimato che scende dal versante a valle dell'abitato di Paisco.



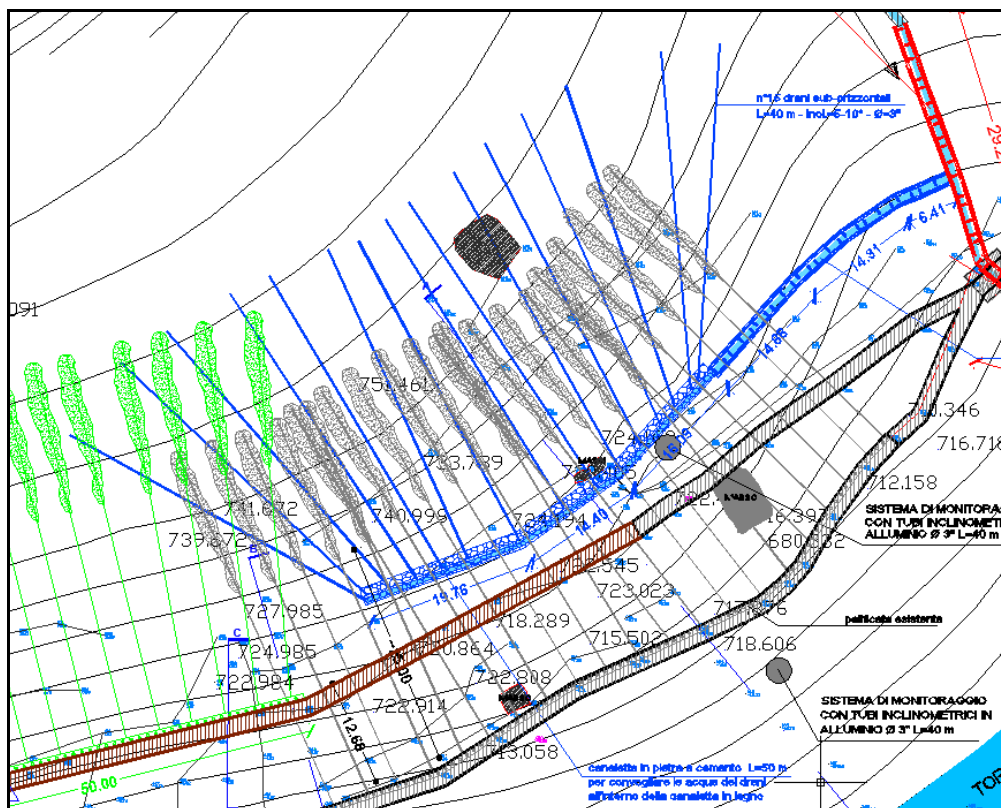
Per la realizzazione dell'intervento non si rende necessario allestire una pista di cantiere, in quanto si accede comodamente all'area di esecuzione dei lavori per mezzo del tracciato realizzato con l'intervento di sistemazione del versante già eseguito nell'anno 2013; tuttavia sono previste opere di

manutenzione per i tratti danneggiati, con il riporto del materiale assestato, il rifacimento di tratti di palificate in legname e la sostituzione di biostuoia deteriorata.

Coordinate Gauss Boaga dell'intervento: N: 5.103.360 – E: 1.559.968



Vista dell'area intervento C



Planimetria intervento C

## PROGETTO ESECUTIVO

Opere di messa in sicurezza degli abitati di Paisco e Grumello in Comune di Paisco Loveno (BS)

### ***Intervento D – Regimazione acque superficiali***

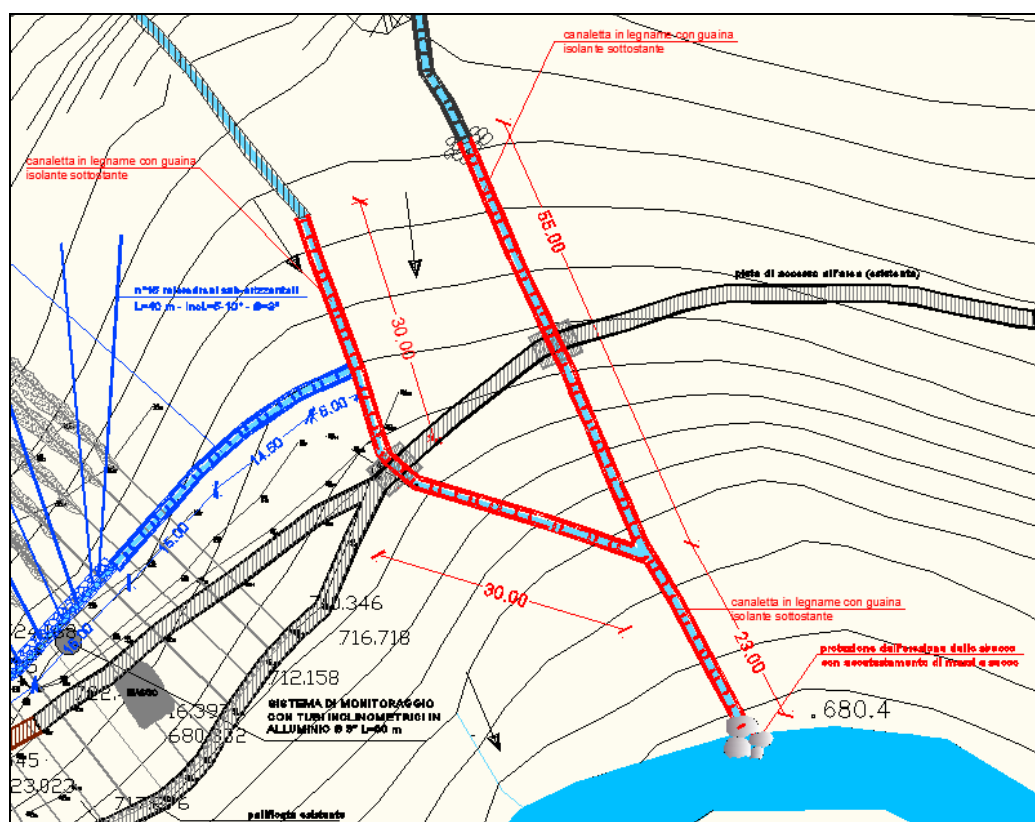
L'intervento consiste nella manutenzione delle opere realizzate per la regimazione dell'impluvio esistente a valle dell'abitato di Paisco, a valle della strada comunale di accesso all'area dei lavori. Si tratta di opere di ingegneria naturalistica quali canalette in legname, difesa del versante con graticciate vive, etc. che con il passare del tempo si sono degradati e deteriorati e quindi necessitano di opere per il loro ripristino.

Oltre alla riparazione dei manufatti esistenti, si prevede il loro prolungamento fino al corso del Torrente Allione, al fine di recapitare l'acqua di ruscellamento superficiale e quella intercettata con i dreni di profondità già eseguiti e di nuova realizzazione con l'intervento C.

Le opere previste sono la realizzazione di canalette in legname per uno sviluppo complessivo pari a 140 m, ed il diradamento ed esbosco forestale dell'area interessata dai lavori.

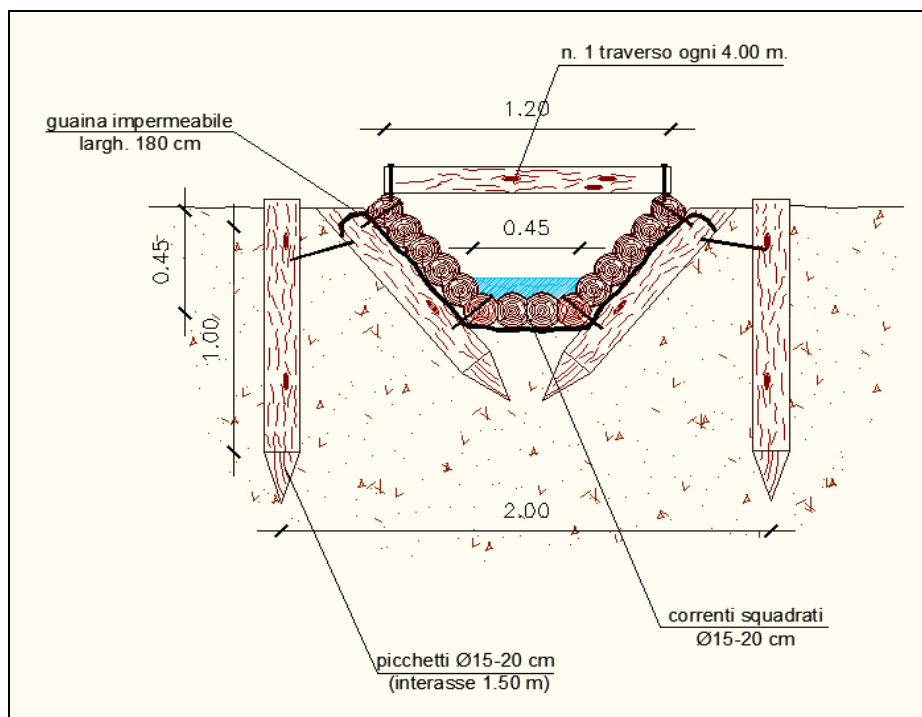
Per la realizzazione dell'intervento non si rende necessario allestire una pista di cantiere, in quanto come per l'intervento precedente si accede all'area per mezzo della pista già realizzata.

Coordinate Gauss Boaga dell'intervento: N: 5.103.360 – E: 1.559.968



### Planimetria intervento D





Particolare canaletta in legname



Vista dell'area intervento D

## PROGETTO ESECUTIVO

Opere di messa in sicurezza degli abitati di Paisco e Grumello in Comune di Paisco Loveno (BS)



## ***Intervento E – Completamento palificata***

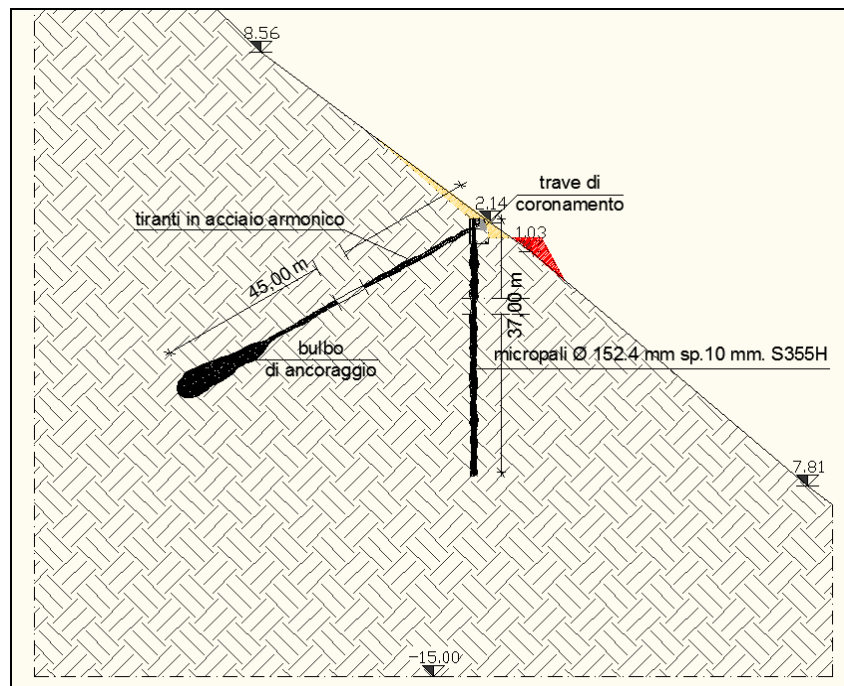
L'intervento in questione si pone come ampliamento e completamento dell'opera eseguita con i lavori di sistemazione del versante realizzati nell'anno 2013; la palificata sarà costituita da micropali iniettati successivamente tirantati con le medesime caratteristiche di quella già realizzata.

Questa opera è tesa alla stabilizzazione del versante non limitandosi agli strati di terreno superficiale, ma intervenendo sui livelli più profondi al fine di ancorare la struttura oltre la superficie di scorrimento della frana in atto. La struttura sarà costituita da micropali di diametro esterno  $\phi$  152,4 mm, spessore 10 mm, lunghezza pari a 37 m posti ad interasse di 100 cm, tiranti formati da trefoli in acciaio armonico realizzati con inclinazione rispetto all'orizzontale di un angolo di  $37^\circ$ , tesati per complessive 100 tonnellate, lunghezza pari a 45 m e posti ad interasse di 4 m; la struttura sarà vincolata ad una trave di coronamento in cemento armato realizzata in testa ai micropali e tiranti, base 70 cm altezza 100 cm.

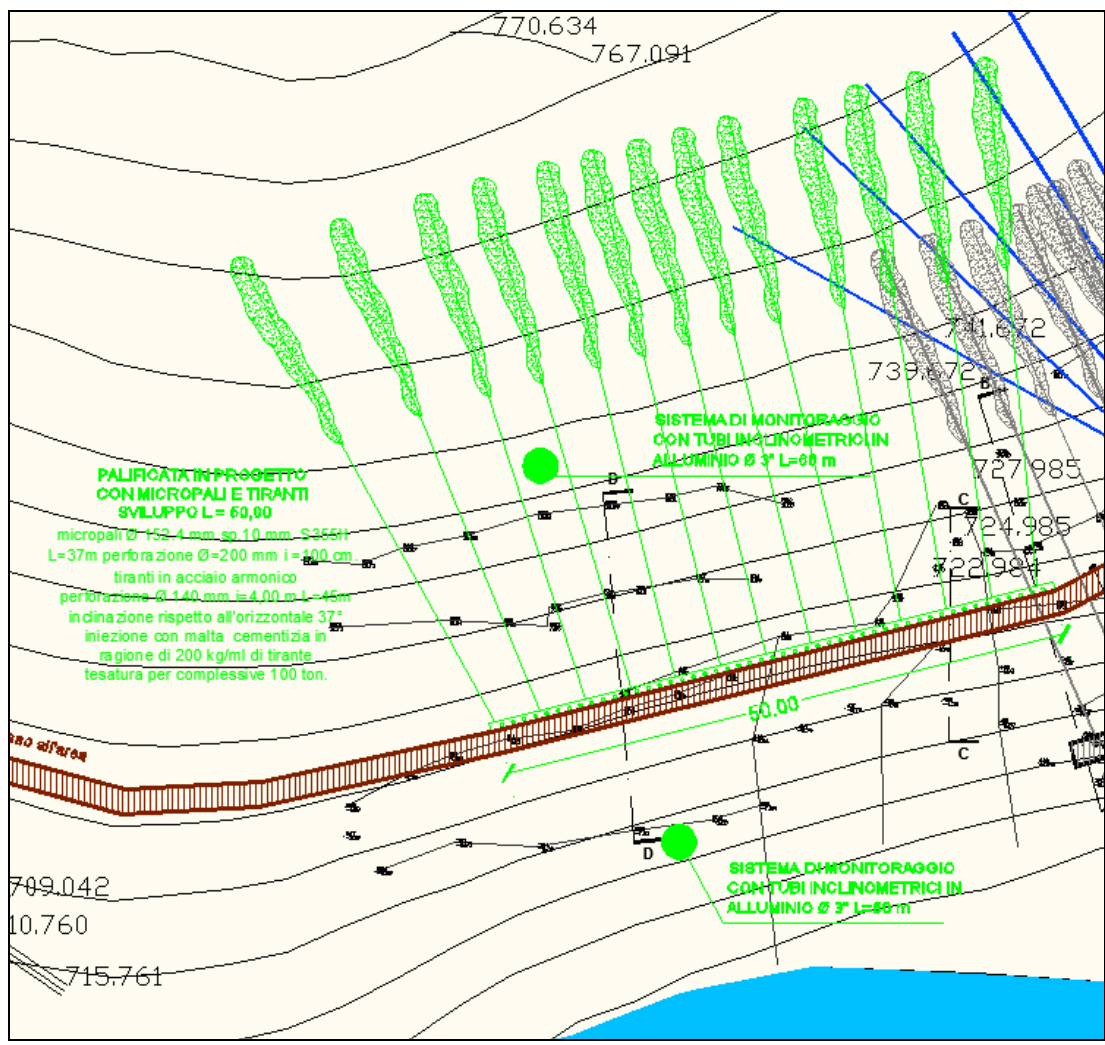
Al fine di monitorare gli spostamenti dell'intera struttura, si prevede la realizzazione di due tubazioni inclinometriche, una a monte e una a valle della nuova palificata, con tubi in alluminio diametro 3 pollici e lunghezza 60 m ognuna.

Come per gli interventi precedenti, non è necessario allestire la pista di cantiere.

Coordinate Gauss Boaga dell'intervento: N: 5.103.360 – E: 1.559.968



Sezione palificata con tiranti



Planimetria intervento E



Vista dell'area intervento E

## PROGETTO ESECUTIVO

Opere di messa in sicurezza degli abitati di Paisco e Grumello in Comune di Paisco Loveno (BS)

## ***Intervento F – Palificata in località Grumello***

L'intervento consiste nella realizzazione di una palificata in micropali con fusto in armatura metallica tubolare e tiranti in acciaio armonico per uno sviluppo pari a 40 m, da realizzare a valle della strada comunale che da Lovenò porta a Paisco.

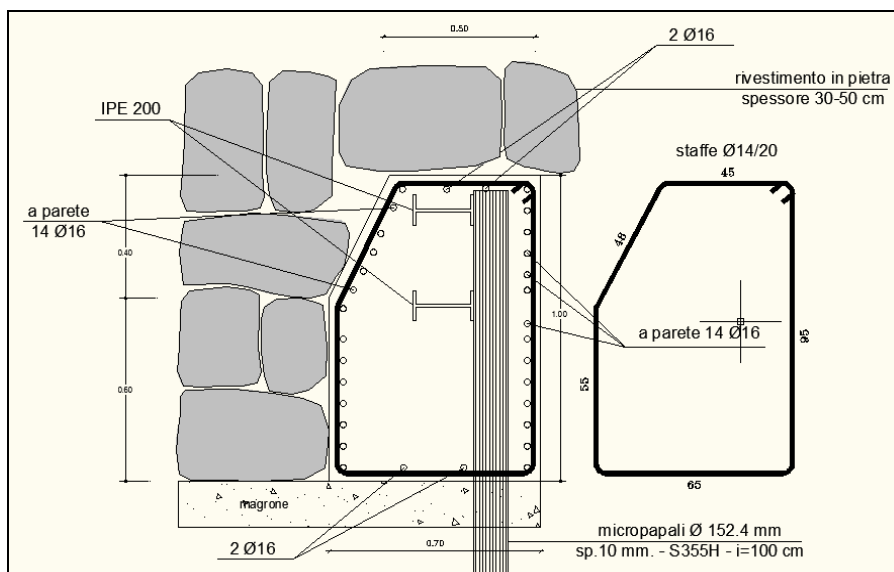
La struttura sarà costituita da micropali di diametro esterno  $\phi$  152,4 mm, spessore 10 mm, lunghezza pari a 15 m posti ad interasse di 100 cm, tiranti formati da trefoli in acciaio armonico realizzati con inclinazione rispetto all'orizzontale di un angolo di  $37^\circ$ , tesati per complessive 100 tonnellate, lunghezza pari a 30 m e posti ad interasse di 4 m; la struttura sarà vincolata ad una trave di coronamento in c.a. realizzata in testa ai micropali e tiranti.

Al fine di mitigare l'impatto della nuova struttura con l'ambiente circostante, il manufatto si trova infatti in corrispondenza della strada comunale di Lovenò, si prevede di realizzare una muratura in pietra e malta a copertura della trave di coronamento della palificata.

Al fine di monitorare gli spostamenti dell'intera struttura, si prevede la realizzazione di una tubazione inclinometrica a valle della nuova palificata, con tubi in alluminio diametro 3 pollici e lunghezza 60 m ognuna.

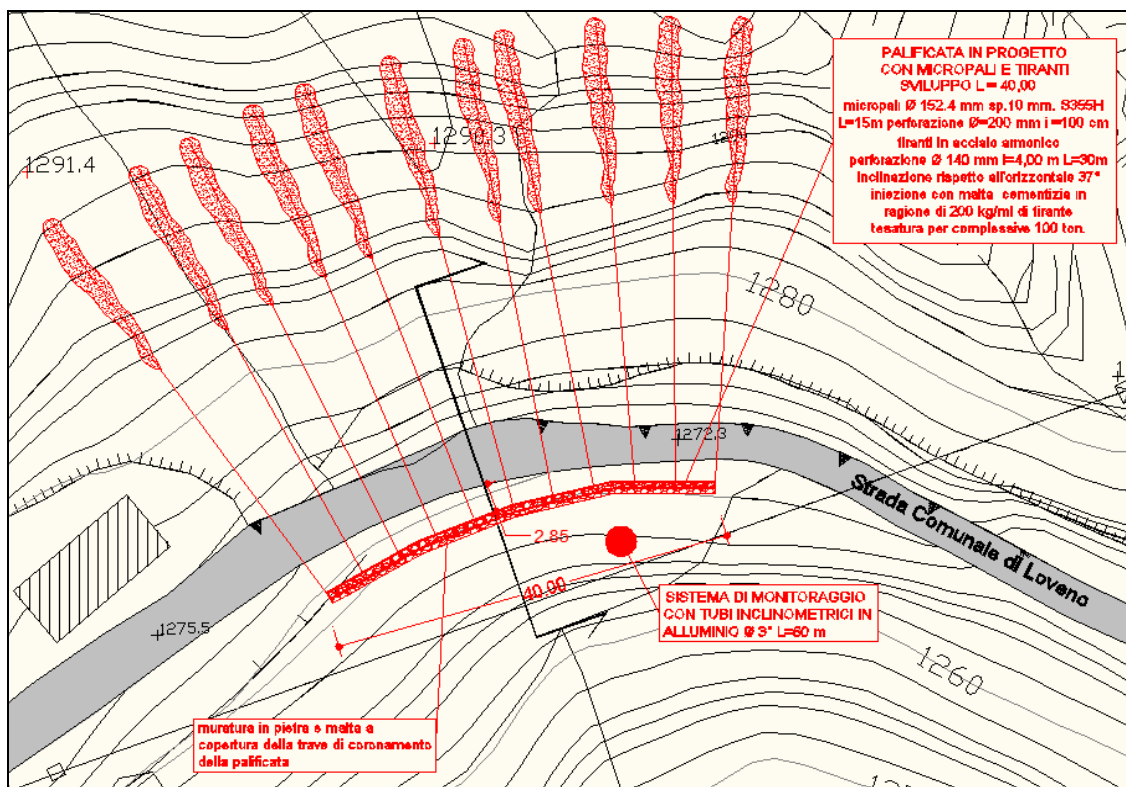
L'accessibilità dell'area è assicurata dalla strada comunale esistente, ed in corrispondenza della zona in cui si realizzeranno i lavori è presente uno spiazzo che potrà essere utilizzato sia per lo stoccaggio dei materiali che per le manovre degli automezzi.

Coordinate Gauss Boaga dell'intervento: N: 5.102.300 – E: 1.596.953



Planimetria intervento F





Planimetria intervento F



Vista dell'area intervento F

## PROGETTO ESECUTIVO

Opere di messa in sicurezza degli abitati di Paisco e Grumello in Comune di Paisco Lovenzo (BS)



## ***Intervento G – Consolidamento muri chiesa S. Antonio in località Grumello***

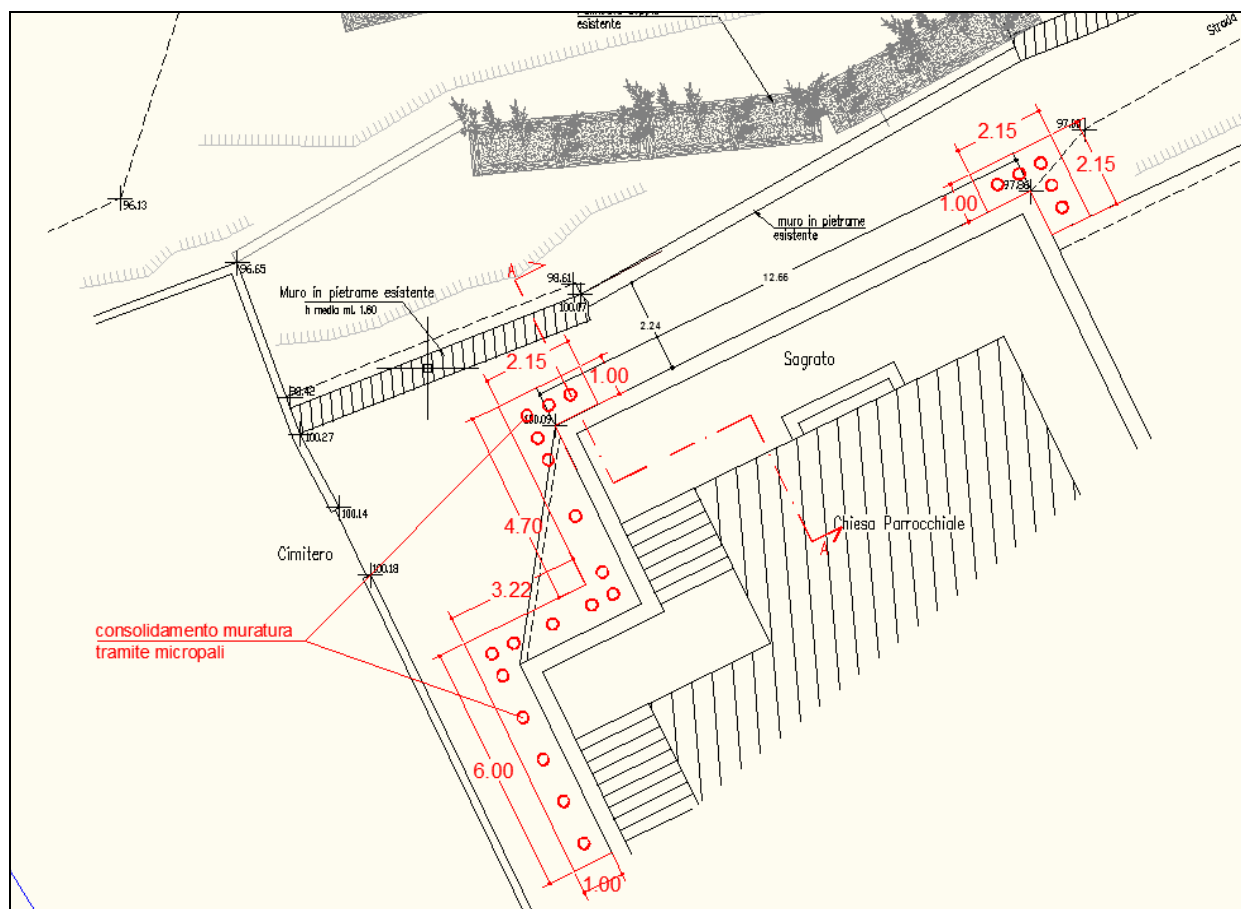
L'intervento consiste nel consolidamento delle fondazioni della muratura del sagrato della chiesa di S. Antonio in località Grumello tramite la realizzazione di fondazioni profonde costituite da micropali con fusto in armatura metallica tubolare, da realizzare alla base della muratura esistente.

La struttura sarà costituita da micropali di diametro esterno  $\phi$  168,3 mm, spessore 10 mm, lunghezza pari a 10 m posti ad interasse variabile; la struttura sarà vincolata ad una trave di coronamento in c.a. realizzata in testa ai micropali e tiranti.

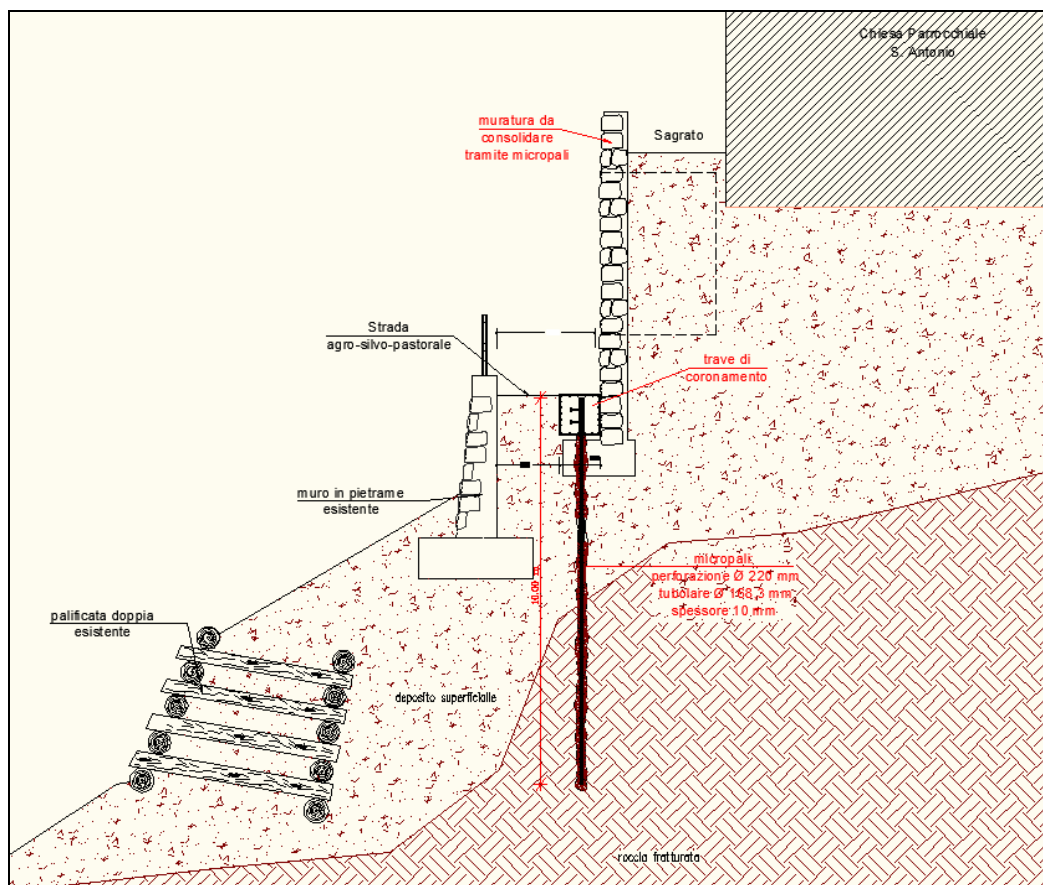
Il rinforzo sarà localizzato in corrispondenza dei vertici del muro del sagrato e lungo la strada di accesso al cimitero adiacente, come si evince dalla planimetria sotto riportata.

L'accessibilità dell'area è assicurata dalla strada comunale esistente, ed in corrispondenza della zona in cui si realizzeranno i lavori è presente uno spiazzo che potrà essere utilizzato sia per lo stoccaggio dei materiali che per le manovre degli automezzi.

Coordinate Gauss Boaga dell'intervento: N: 5.102.230 – E: 1.597.030



Planimetria intervento G



Sezione consolidamento fondazioni



Vista dell'area intervento G

## **Interventi accessori e funzionali al progetto**

Piste di accesso e/o manutenzione delle piste di accesso esistenti: l'attuazione degli interventi comporta alcune difficoltà trattandosi di zone non immediatamente adiacenti a strade pubbliche percorribili con i normali mezzi d'opera. Dovranno quindi essere realizzate piste di accesso, tramite scavi e sbancamenti, e ricorso ad opere di ingegneria naturalistica, per accedere alle aree d'intervento.

Interventi di rinaturalizzazione: Inerbimento delle scarpate con posa di biostuoia.

Interventi forestali: diradamento ed esbosco forestale nelle porzioni di versante a valle dell'abitato di Paisco.

Eventuale asportazione piante in alveo: dovranno essere asportati tutti gli arbusti ed i rovi presenti in alveo.

Gestione delle aree prima e dopo l'intervento: realizzazione piste di accesso alle aree interessate dai lavori.

Manutenzione (cadenza annuale) dell'alveo del torrente Allione e delle piste di accesso per evitare la ricrescita di arbusti e rovi.

### **ANALISI PRESTAZIONALE DELL'INTERVENTO**

Grado di raggiungimento degli obiettivi: gli interventi in progetto garantiranno la riduzione del rischio derivante dall'attivazione della frana per gli abitati di Paisco e Grumello.

Valutazione costi/benefici: l'eventuale attivazione della frana potrebbe coinvolgere direttamente circa 100 persone dell'abitato di Paisco (la popolazione residente nel Comune di Paisco Lovenò è di 195 abitanti suddivisi in 4 frazioni), alcuni edifici residenziali ed edifici rurali sparsi, la Chiesa di S. Antonio a Grumello e la sede del municipio a Paisco.

## Classificazione sismica

Il Comune di Paisco Loveno era classificato in Zona Sismica 4. Con la D.G.R. 11 luglio 2014 – X/2129 la Regione Lombardia ha riclassificato il Comune di Paisco Loveno in Zona Sismica 3 con  $a_g \text{ Max} = 0,062934$  dal 14.10.2014. Con D.G.R. 10 ottobre 2014 – X/2489 la Regione Lombardia ha differito l'entrata in vigore della riclassificazione sismica al 14.10.2015.

Secondo la classificazione contenuta nell'allegato A dell'OPCM n. 3274 del 20/03/2003, valida come riferimento amministrativo, il territorio del comune di Paisco Loveno ricade in zona sismica 4. Considerando le opere in progetto come "ordinarie", in accordo con le indicazioni del DM 14/01/2008, ponendo la vita nominale (VN) pari a 50 anni (valore minimo indicato nella tabella 2.4.I della normativa) e considerando la classe d'uso II, alla quale corrisponde un coefficiente CU pari a 1,0 (tabella 2.4.II), il periodo di riferimento per l'azione sismica ( $VR = VN \times CU$ ) risulta pari a 50 anni.

A partire da tale valore sono stati determinati i parametri sismici di riferimento dell'area di intervento richiesti dalla normativa per i quattro stati limite, di esercizio e ultimi, ai quali corrispondono diverse probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR e quindi diversi tempi di ritorno del terremoto. I parametri sismici del sito in esame sono esposti nella tabella seguente e sono stati estrapolati con apposito software dalle tabelle dell'allegato B al DM 14/01/2008, tratte dallo studio del CNR denominato "pericolosità sismica di riferimento del territorio nazionale" (OPCM del 28/04/2006, n. 3519).

Qualora si volessero considerare valori diversi di VN o di CU, cambierebbe il periodo di riferimento per l'azione sismica VR e di conseguenza varierebbero anche i tempi di ritorno ai quali riferirsi e quindi si dovrebbero rideterminare i parametri sismici.

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,026	2,538	0,185
SLD	50	0,032	2,600	0,204
SLV	475	0,061	2,709	0,295
SLC	975	0,074	2,770	0,313



Per quanto riguarda le categorie di sottosuolo definite nel DM 14/01/2008, relative ai fenomeni di amplificazione sismica per effetti litologici, in riferimento alla situazione litologico-stratigrafica ricostruita, l'area di intervento ricade nella maggior parte nella categoria D; questa categoria è relativa a “ depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s, ovvero  $N_{spt30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $Cu_{30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina”. Per quanto riguarda le condizioni topografiche, l'area di intervento ricade nella categoria T4 relativa a rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i > 30^\circ$ .

Nota la categoria di sottosuolo (D) e quella topografica (T4), sono stati calcolati i restanti parametri sismici richiesti dal DM 14/01/2008, riportati nelle tabelle seguenti.

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
$a_n$	0,026 g
$F_{n^*}$	2,538
$T_C$	0,185 s
$S_s$	1,800
$C_C$	2,908
$S_T$	1,000
$q$	2,400

#### Parametri dipendenti

$S$	1,800
$\eta$	0,417
$T_B$	0,179 s
$T_C$	0,537 s
$T_D$	1,704 s

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
$a_n$	0,032 g
$F_{n^*}$	2,600
$T_C$	0,204 s
$S_s$	1,800
$C_C$	2,769
$S_T$	1,000
$q$	2,400

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_n$	0,061 g
$F_n$	2,709
$T_C^*$	0,295 s
$S_S$	1,800
$C_C$	2,302
$S_T$	1,000
$q$	2,400

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_n$	0,074 g
$F_n$	2,770
$T_C^*$	0,313 s
$S_S$	1,800
$C_C$	2,235
$S_T$	1,000
$q$	2,400

## Studi specialistici

In seguito ai dissesti verificatisi nell' area in studio nell'autunno 2000 vennero concordate con gli enti preposti delle indagini geognostiche (sondaggi geognostici) finalizzate alla realizzazione di un sistema di monitoraggio inclinometrico e piezometrico tuttora efficiente:

- sondaggio geognostico S1, a carotaggio continuo attrezzato con tubazione inclinometrica della profondità di 60 mt;
- sondaggio geognostico S2, a carotaggio continuo attrezzato con tubazione inclinometrica della profondità di 36 mt circa;
- sondaggio geognostico S3, a carotaggio con distruzione di nucleo, attrezzato con tubazione piezometrica della profondità di 27 mt circa;
- sondaggio geognostico S4, a carotaggio con distruzione di nucleo, attrezzato con tubazione piezometrica della profondità di 27 mt circa;
- sondaggio geognostico S5, a carotaggio con distruzione di nucleo, attrezzato con tubazione inclinometrica della profondità di 41 mt.

A questi vanno aggiunti i n°3 sondaggio geognostici, a carotaggio continuo attrezzato con tubazione inclinometrica della profondità di 60 mt eseguiti nell'anno 2013.

In sintesi, tuttora le strumentazioni utilizzate per il monitoraggio delle deformazioni dei terreni e dei livelli piezometrici nell'abitato di Paisco sono costituiti da sei tubi inclinometri e da due tubi piezometrici.

A completamento del quadro conoscitivo, sono state eseguite delle indagini sismiche a rifrazione ERT che hanno permesso di delimitare e valutare la probabile natura delle porzioni di terreno che mostrano risposte elettriche talora molto diverse tra loro. I dati tomografici elettrici hanno permesso di localizzare e descrivere la possibile presenza e i limiti di strutture geologiche classificabili come discontinuità tettoniche oppure di delimitare la concentrazione di terreni saturi o di eventuali aree ove presente uno scorrimento oppure accumulo preferenziale di acque sotterranee.

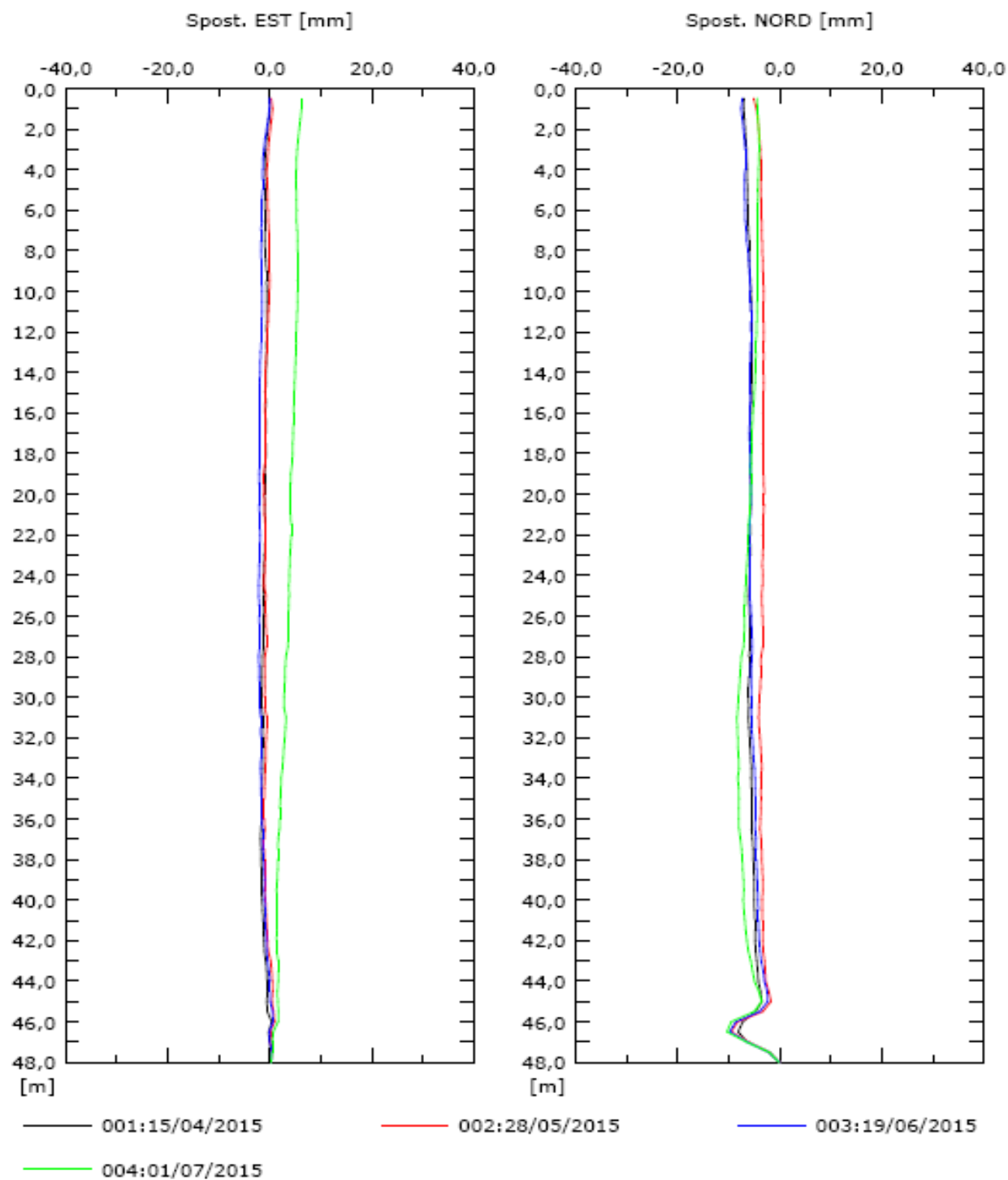
I risultati del monitoraggio sono contenuti nell'allegata Relazione Geologica; di seguito si riporta un sintetico estratto di quelli realizzati nell'anno 2013 in corrispondenza degli interventi eseguiti:

TUBO I1 in corrispondenza della strada a valle di Paisco:

Sito: PAISCO Tubo: I1

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:05/11/2013

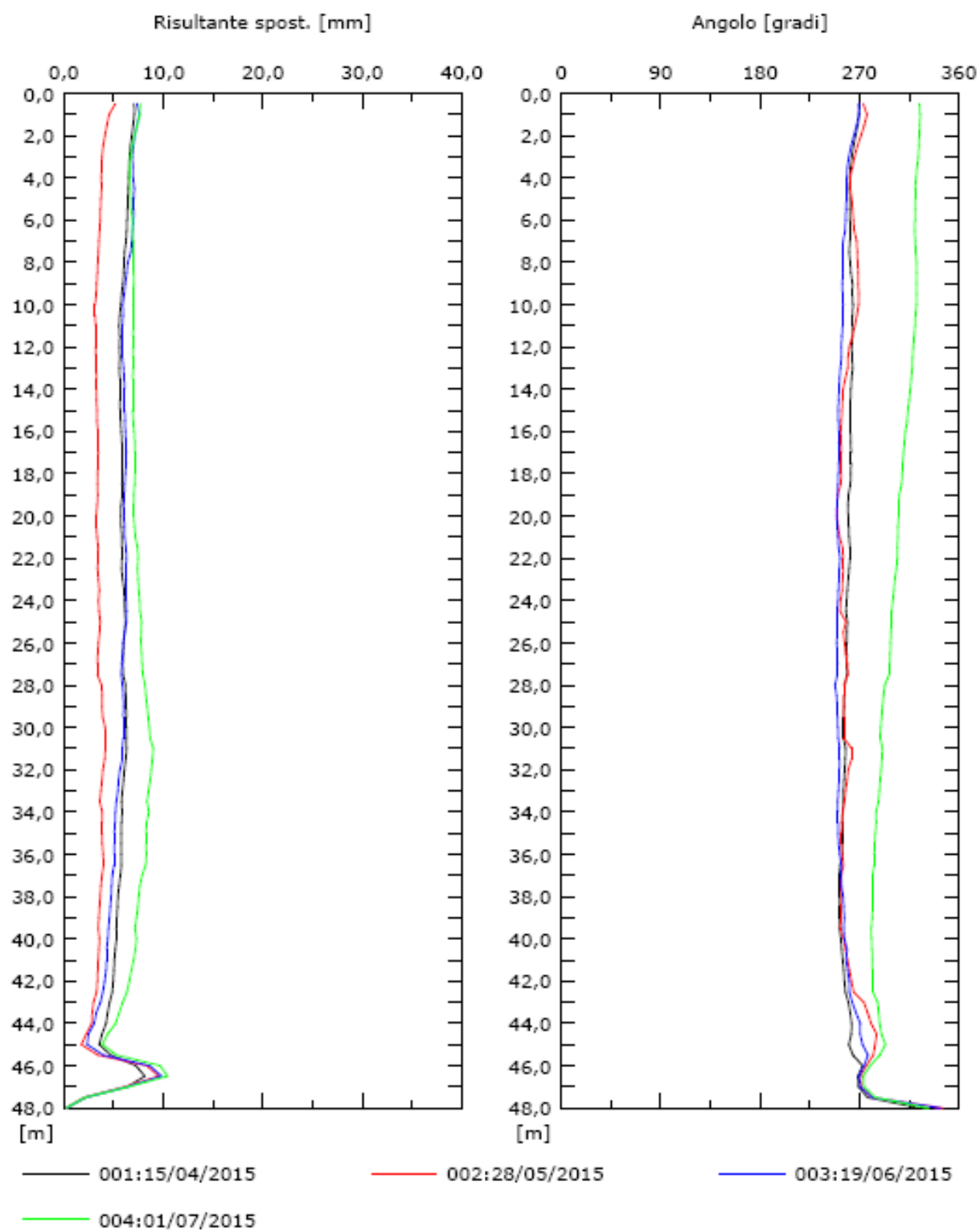




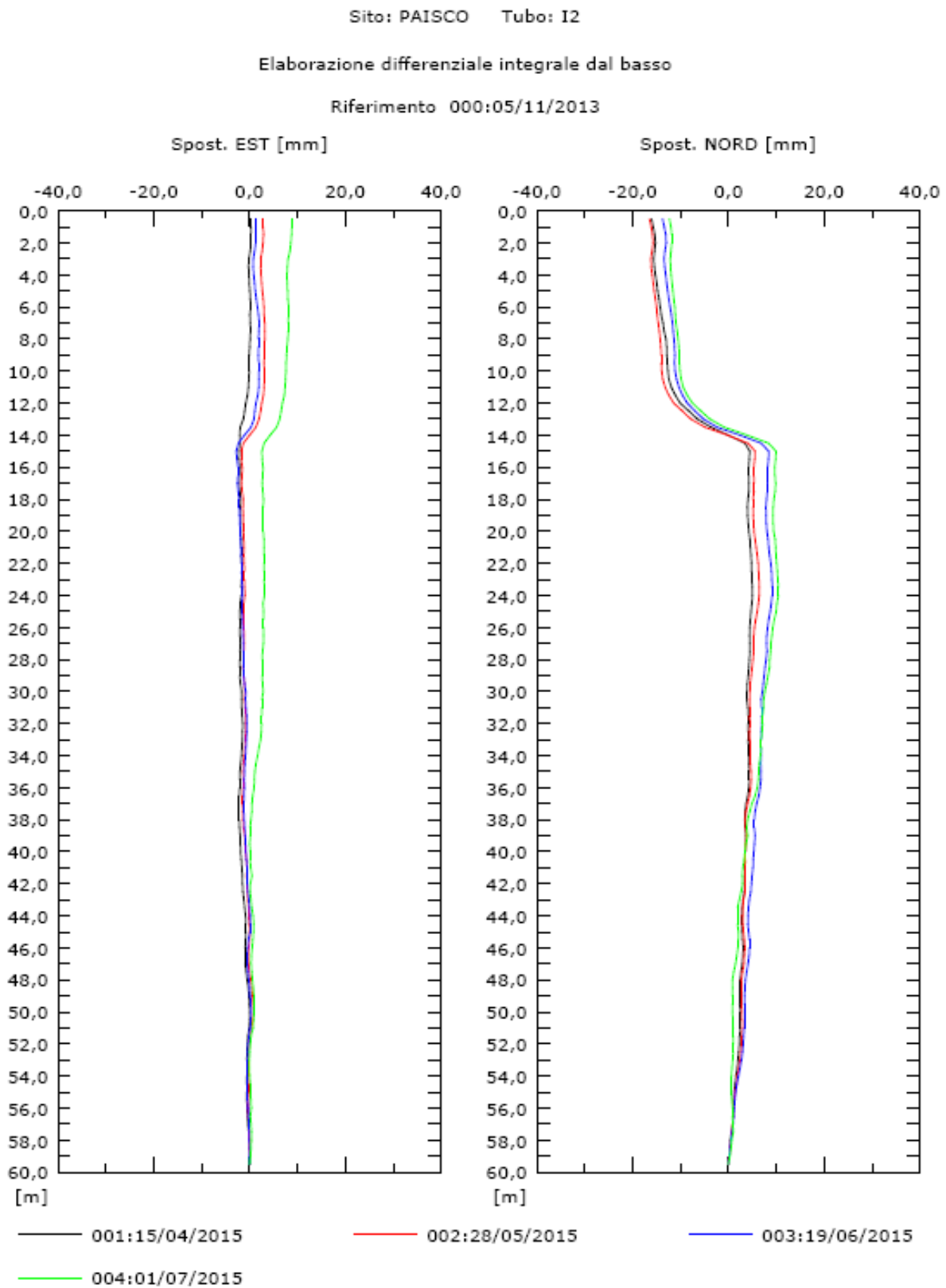
Sito: PAISCO Tubo: I1

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:05/11/2013



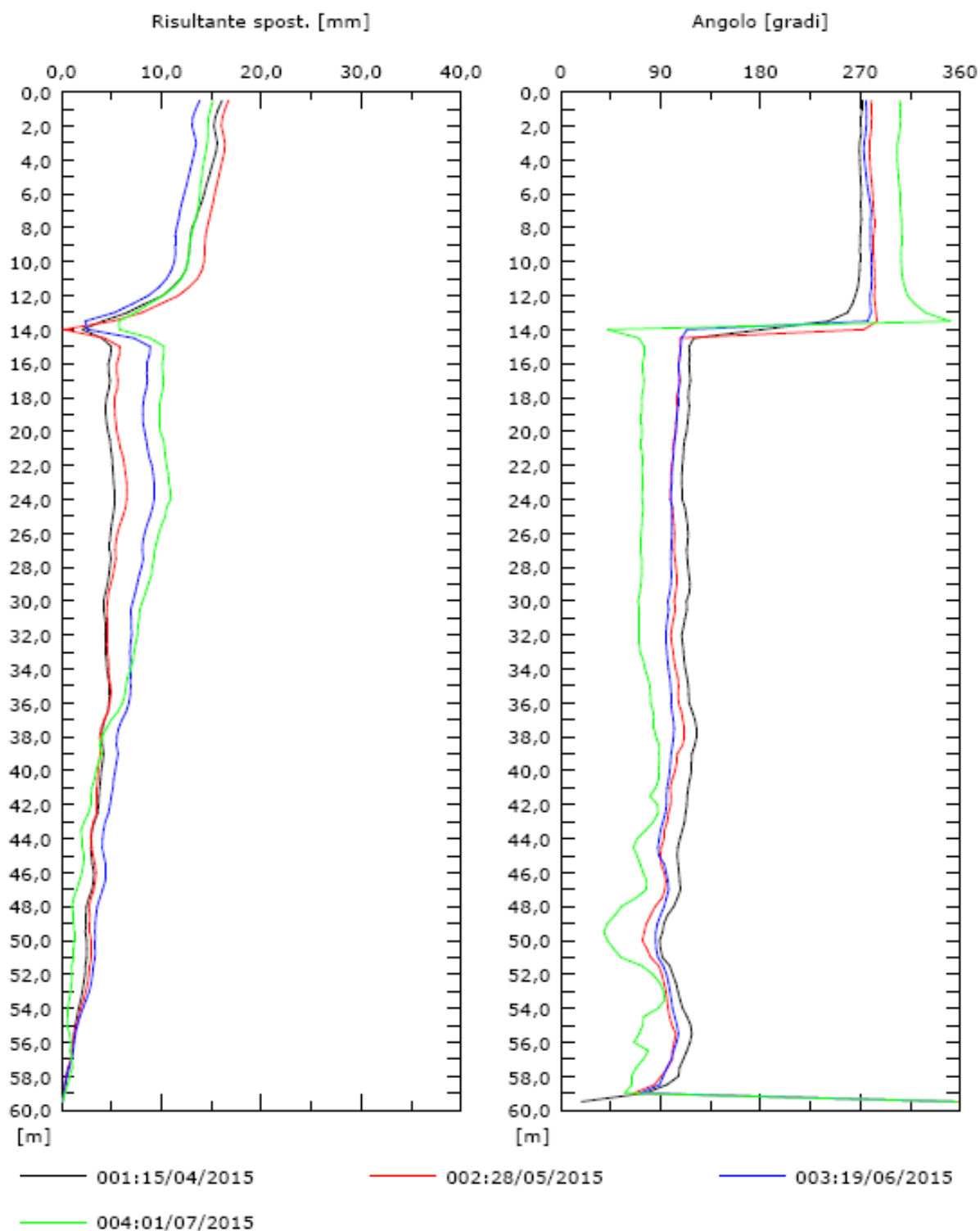
TUBO I2 a monte della palificata:



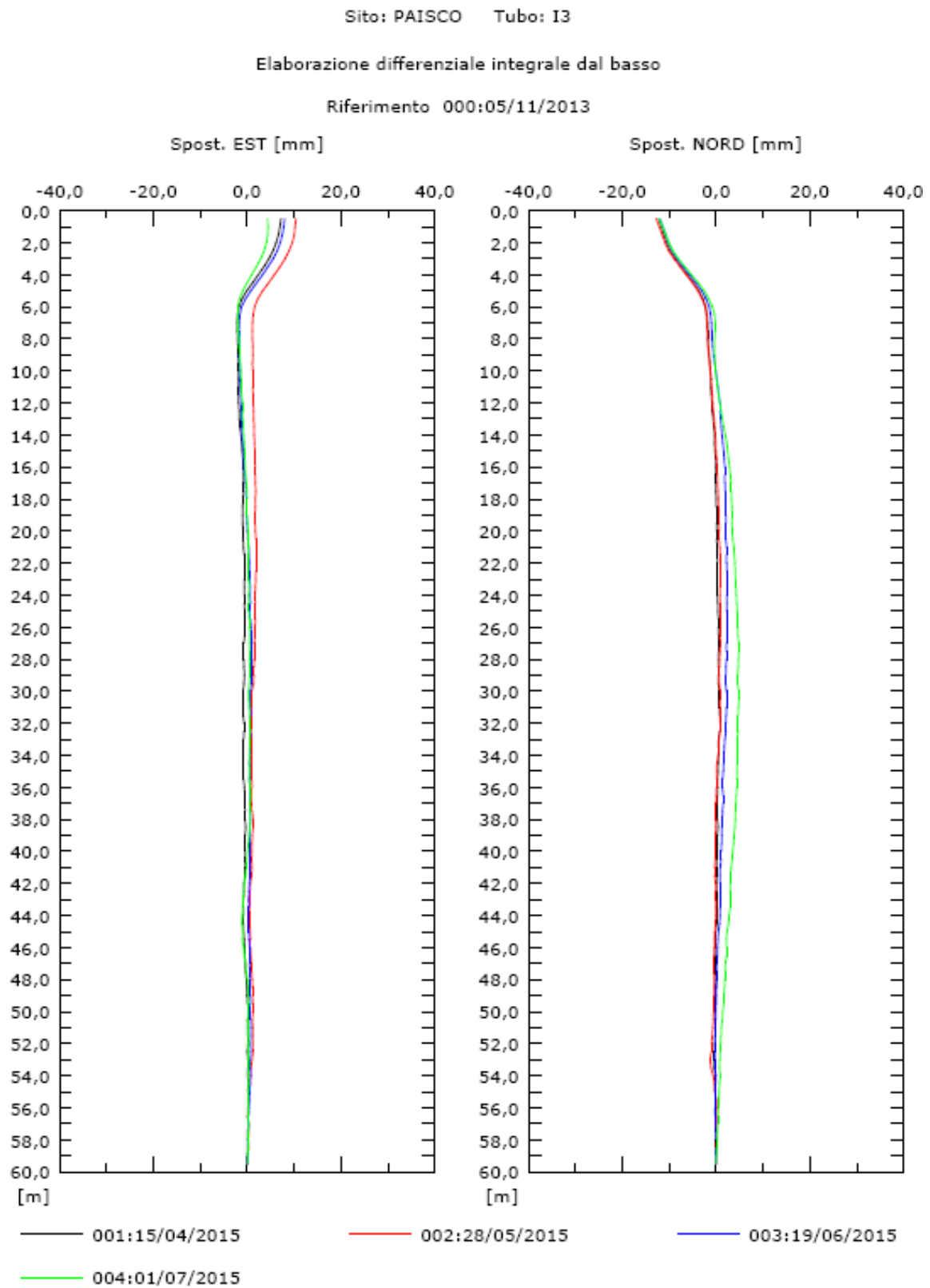
Sito: PAISCO Tubo: I2

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:05/11/2013



TUBO I3 a valle della palificata:

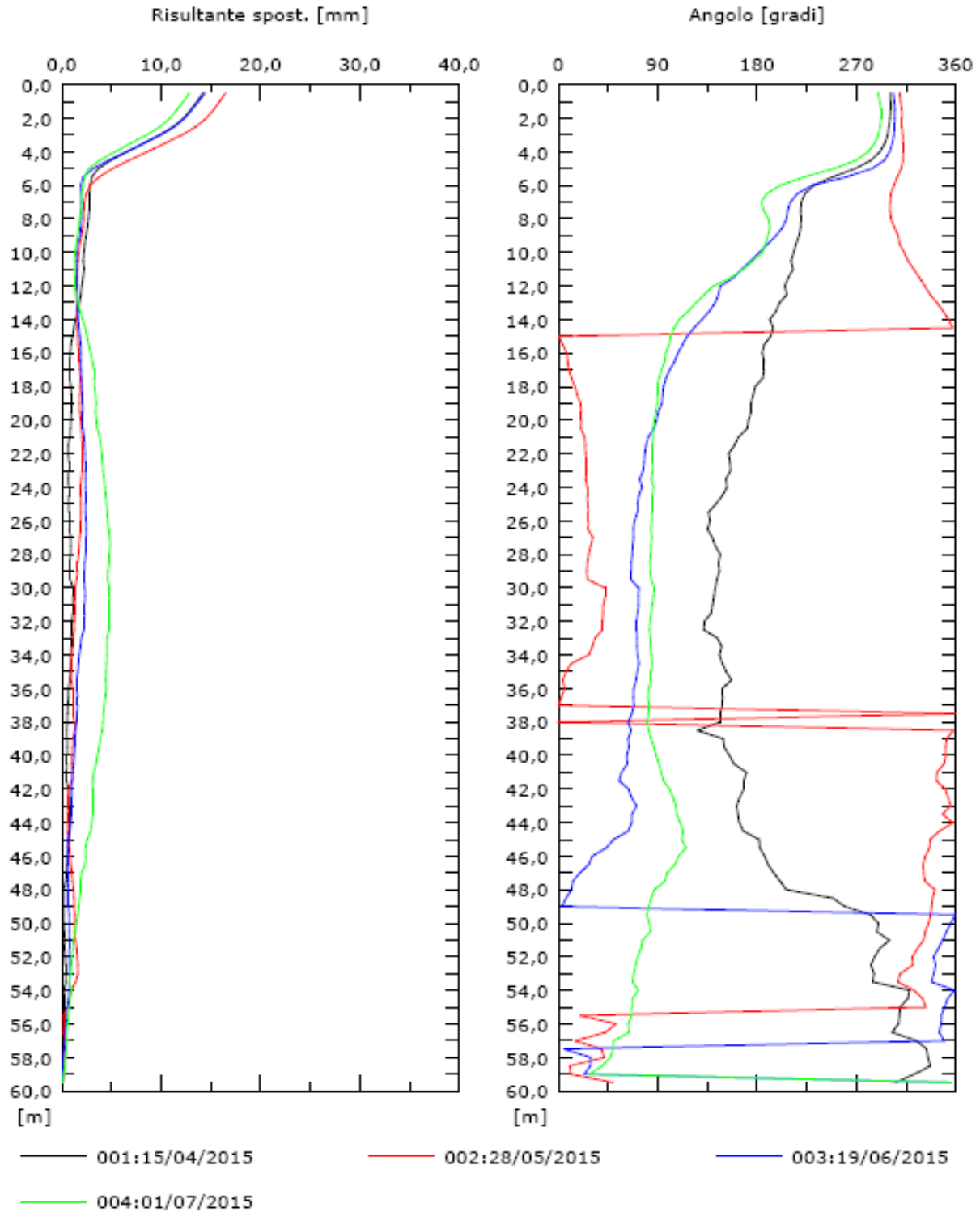




Sito: PAISCO Tubo: I3

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:05/11/2013



## Descrizione dell'assetto urbanistico e vincoli

Uso del Suolo: Le aree interessate dai lavori sono contraddistinte nel P.G.T. del Comune di Paisco Lovenò alla Tav A06b – Uso del suolo come boschi, prati e aree legnose agrarie.

Interesse Archeologico: Il sito non è di interesse archeologico

Vincoli Rilevanti: le aree oggetto degli interventi sono sottoposte ai seguenti vincoli (come riportata nella tavola “Carta dei Vincoli” 3.2):

Interventi A-B-C-D-E:

- aree rispetto 150 mt di fiumi torrenti corsi d'acqua pubblici e relative sponde SIBA – D.Lgs. 42/04, art. 142, comma 1, lettera cc);
- vincolo idrogeologico;
- sensibilità paesistica classe 4;
- fattibilità geologica classe 4;

Interventi F:

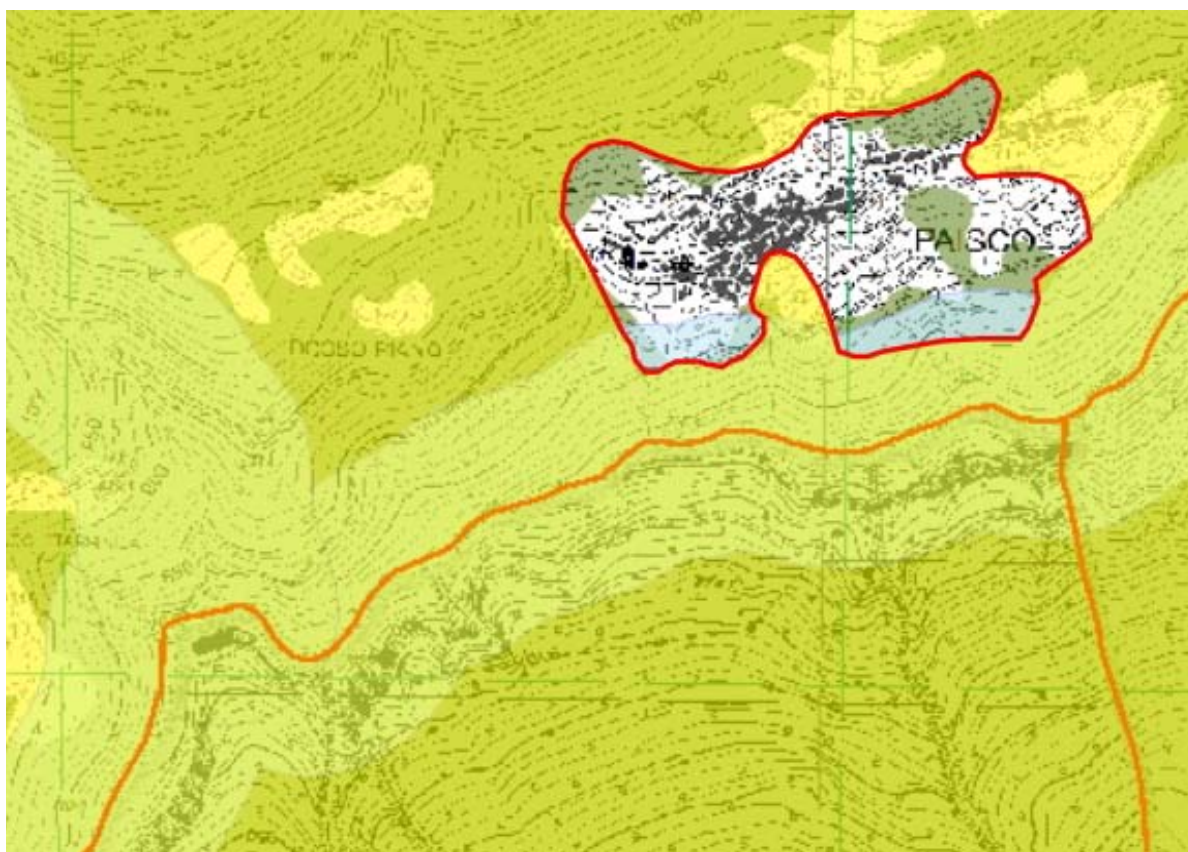
- rispetto stradale (15 mt);
- sensibilità paesistica classe 4;
- fattibilità geologica classe 4;

Interventi G:

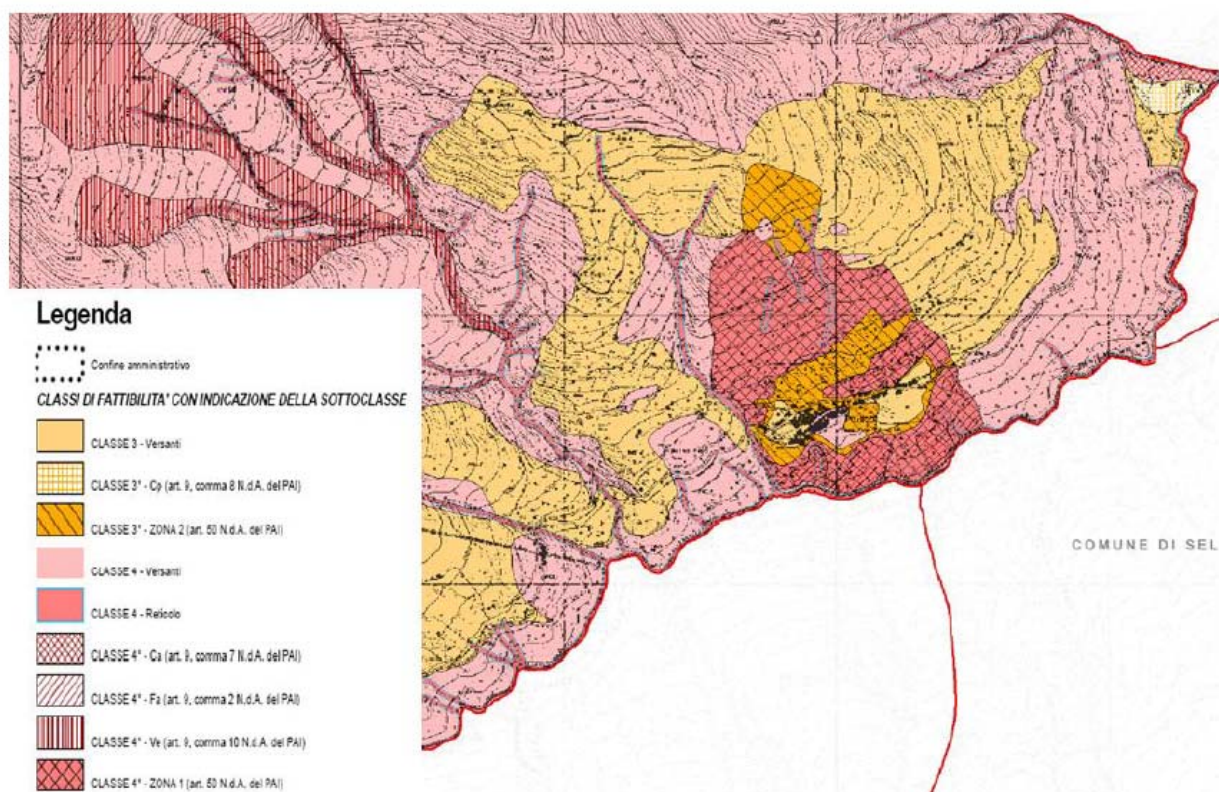
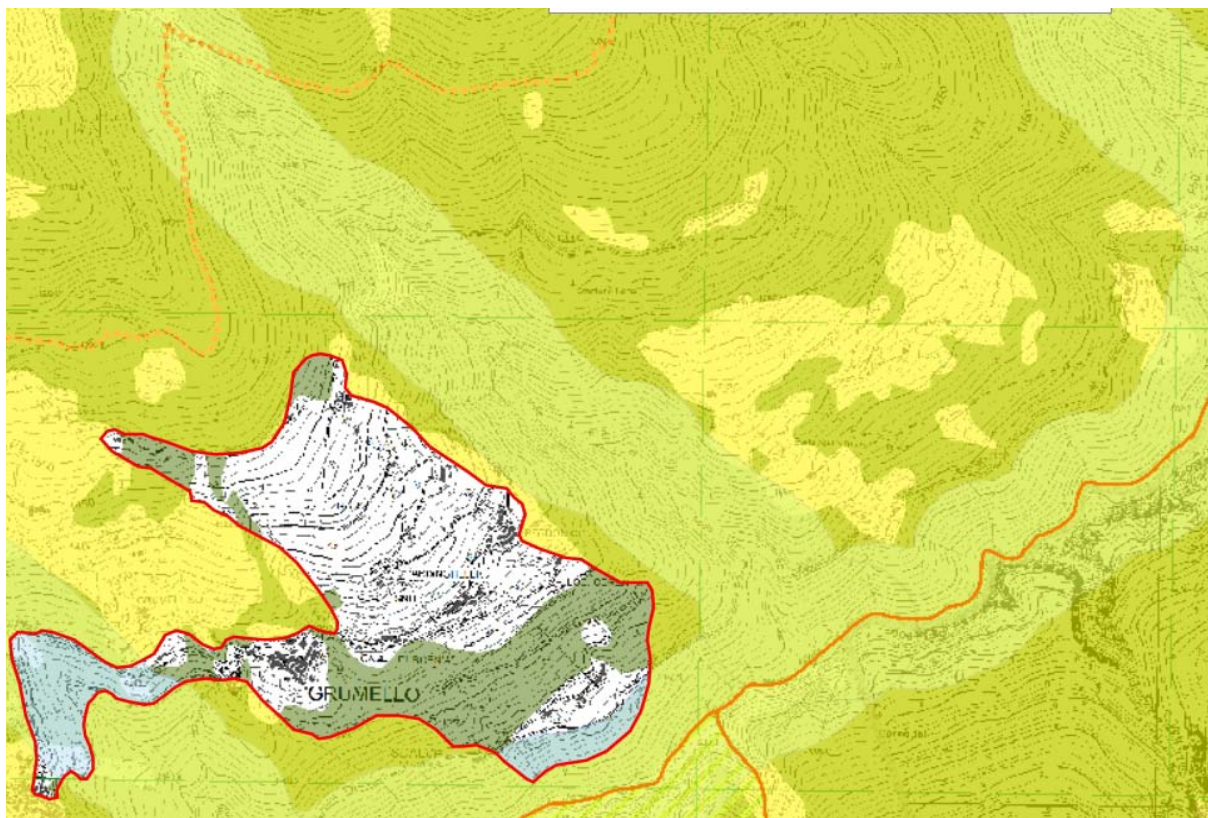
- rispetto cimiteriale (da piano cimiteriale approvato);
- nuclei di antica formazione;
- sensibilità paesistica classe 4;
- fattibilità geologica classe 3.

## ***Vincolo idrogeologico***

Il territorio comunale di Paisco Loveno è interessato dalla perimetrazione di “Aree a rischio Idrogeologico molto elevato”, così come contenuto nell’Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici (Allegato 4.1 all’ Elaborato 2 del PAI). Ai sensi dell’art. 54 delle N.d.A. del PAI, come modificato con deliberazione n.4/2004 del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato può essere modificata con le procedure di cui all’art. 18 delle N.d.A. del PAI, previo parere vincolante rilasciato dalla competente struttura regionale. In considerazione di quanto appena premesso il recente studio geologico del Piano di Governo del Territorio (L.R.12/05) ha provveduto alla valutazione del grado di pericolosità sull’abitato di Paisco con lo scopo di presentare una nuova perimetrazione delle aree soggette a rischio idrogeologico, proposta in sostituzione a quanto riportato nella cartografia del piano di Assetto Idrogeologico (PAI). Di seguito si riporta la perimetrazione vigente delle aree a rischio idrogeologico ed uno stralcio della carta di fattibilità contenuti nel P.G.T. comunale.







*Stralcio Carta di fattibilità (vgt comunale)*

## PROGETTO ESECUTIVO

Opere di messa in sicurezza degli abitati di Paisco e Grumello in Comune di Paisco Lovenò (BS)



Aree Edificate Interessate: I lavori non interessano aree edificate

## GESTIONE DEI MATERIALI:

Localizzazione Aree di Cava:

Non prevista la fornitura di materiale inerte.

Modalità Gestione e Stoccaggio del terreno movimentato: il cotico erboso ed il materiale proveniente dagli scavi verrà accatastato in un'area libera adiacente all'area di cantiere. I cumuli dovranno essere coperti in modo tale da garantirne l'integrità per il successivo riutilizzo per la realizzazione dei reinterri. Il materiale proveniente dalla pulizia dell'alveo verrà utilizzato per la sistemazione delle sponde e per la realizzazione delle gabbionate metalliche.

## **Analisi di fattibilità ambientale**

**Compatibilità e connessioni con piani/programmi di rilevanza paesaggistico-ambientale:** l'intervento non ha connessione con piani/programmi di rilevanza paesaggistico-ambientale.

**Effetti potenziali dell'intervento su paesaggio e matrici ambientali:** l'intervento non produrrà effetti significativi sul paesaggio e sulle matrici ambientali.

**Previsioni misure di mitigazione, ripristino ambientale:** interventi di ripristino spondale e rinaturalizzazione delle argini del torrente Allione. Esecuzione di palificate costituite da micropali con fusto in acciaio e tiranti in trefoli in acciaio armonico, vincolata ad una trave di coronamento in cemento armato realizzata in testa ai micropali e tiranti; la struttura è completamente interrata salvo la trave di coronamento. Gli altri interventi fuori terra sono da considerarsi interventi di ingegneria naturalistica. Interventi per allestire la pista di cantiere con la sistemazione del versante con il riporto del materiale assestato, il rifacimento di tratti di palificate in legname e la sostituzione di biostuoia deteriorata.

**Eventuali contenuti specifici previsti dalla normativa di settore (S.I.A.):** l'intervento non è soggetto a studio di impatto ambientale.

## Costo degli interventi

Di seguito si riporta il costo degli interventi sopra descritti:

A) Nuova briglia lungo il Torrente Allione	€ 92.786,18
B) Difesa spondale lungo il Torrente Allione	€ 140.244,81
C) Drenaggio acque in profondità	€ 91.528,79
D) Regimazione acque superficiali	€ 24.698,88
E) Completamento palificata	€ 296.505,35
F) Palificata in località Grumello	€ 128.259,10
G) Consolidamento muri della chiesa località Grumello	€ 40.976,89
<b><u>TOTALE LAVORI:</u></b>	<b><u>€ 815.000,00</u></b>

## Quadro economico

Nel quadro economico sotto riportato, sono state previste le somme necessarie per i sondaggi e le indagini geologiche al fine di meglio caratterizzare gli strati del sottosuolo in corrispondenza dei singoli interventi.

### QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO:

#### 1) LAVORI IN PROGETTO:

LAVORI A CORPO E A MISURA	€ 815.000,00
ONERI PER LA SICUREZZA	€ 10.000,00
<b>IMPORTO LAVORI DI PROGETTO:</b>	<b>€ 825.000,00</b>

#### 2) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE:

IVA SUI LAVORI (22%)	€ 181.500,00
SPESE TECNICHE (COMPRESSE CASSA E IVA)	€ 78.158,08
RELAZIONE GEOLOGICA (COMPRESSE CASSA E IVA)	€ 24.175,52
RELAZIONE FORESTALE (COMPRESSE CASSA E IVA)	€ 2.000,00
SPESE PER MISURE INCLINOMETRICHE (monitoraggio secondo D.M. 2018)	€ 30.000,00
SPESE APPALTO	€ 2.000,00
QUOTA C.U.C. (0,5%)	€ 4.125,00
CONTRIBUTO A.N.A.C.	€ 375,00
IMPREVISTI E BONARI ACCORDI	€ 2.666,40
<b>IMPORTO SOMME A DISPOSIZIONE:</b>	<b>€ 325.000,00</b>
<b>IMPORTO DI PROGETTO:</b>	<b><u>€ 1.150.000,00</u></b>

# Elenco elaborati di progetto

Il Progetto Esecutivo è composto dai seguenti elaborati:

- 1A) Relazione tecnica illustrativa
- 1B) Relazione paesistica
- 1C) Relazione di calcolo delle strutture
- 1D) Relazione sui materiali strutturali utilizzati
- 2) Corografia
- 3.1) Planimetria generale degli interventi
- 3.2) Tavola dei vincoli
- 4.1) Intervento A - Planimetria stato di fatto e documentazione fotografica
- 4.2) Intervento A - Planimetria di progetto
- 4.3) Intervento A - Prospetto briglia - Sezioni A-A / B-B
- 5.1) Intervento B - Planimetria stato di fatto e documentazione fotografica
- 5.2) Intervento B - Planimetria di progetto
- 5.3) Intervento B - Particolari costruttivi
- 5.4) Intervento B - Particolari costruttivi canaletta in acciaio
- 6.1) Interventi C - D - E - Planimetria stato di fatto e documentazione fotografica
- 6.2) Interventi C - D - E - Planimetria di progetto
- 6.3) Interventi C - D - E - Particolari costruttivi intervento C
- 6.4) Interventi C - D - E - Particolari costruttivi intervento D
- 6.5) Interventi C - D - E - Particolari costruttivi intervento E
- 7.1) Intervento F - Planimetria stato di fatto e documentazione fotografica
- 7.2) Intervento F - Planimetria di progetto
- 7.3) Intervento F - Particolari costruttivi
- 8.1) Intervento G - Planimetria stato di fatto e documentazione fotografica
- 8.2) Intervento G - Planimetria di progetto
- 8.3) Intervento G - Particolari costruttivi
- 8.4) Intervento G - Rilievo quadro fessurativo dei muri di sostegno del sagrato della chiesa di S. Antonio a Grumello
- 9.1) Planimetria piste di accesso e documentazione fotografica
- 9.2) Particolari costruttivi piste di accesso
- 10) Planimetria catastale
- 11) Piano particellare
- 12) Elenco prezzi unitari e analisi prezzi
- 13) Computo metrico estimativo
- 14) Quadro economico di progetto
- 15) Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici
- 16) Capitolato Speciale d'appalto
- 17) Piano di sicurezza e coordinamento
- 18) Costi della sicurezza
- 19) Fascicolo dell'opera
- 20) Piano di manutenzione dell'opera
- 21) Cronoprogramma dell'opera
- 22) Schema di contratto
- 23) Lista delle categorie di lavoro e forniture previste per l'esecuzione dell'appalto