

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 GANDALOGGIO: SISTEMAZIONE DEL
VERSANTE LOC. CAVONIO - LC003 - COMUNE DI COLLE B.ZA (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. / G. P.	Cl. A.	Cl. A.
2					
3					

1.	PREMESSA	2
2.	INQUADRAMENTO E STATO ATTUALE	3
2.1	IL TORRENTE GANDALOGGIO	3
2.2	IL TORRENTE VALLE DI ELLO E ALTRE VALLECOLE MINORI	4
2.3	IL VERSANTE INTERESSATO DAL MOVIMENTO FRANOSO	6
3.	INTERVENTO IN PROGETTO	9
3.1	INTERVENTI DEL LOTTO 1	9
3.2	INTERVENTI DEL LOTTO 2	12
3.3	ACCESSO AI SETTORI D'INTERVENTO	15
3.4	ELEMENTI STABILIZZATORI AD OMBRELLO	16
3.5	SISTEMA DI DRENAGGIO CON PANNELLI DRENANTI	17
3.6	OCCUPAZIONE AREE	19
3.7	OSSERVAZIONI	20
3.8	RIPRISTINI, PRESCRIZIONI PARTICOLARI E VINCOLI	20
4.	CONCLUSIONI	21



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 il Torrente Gandaloggio in Località Cavonio nel Comune di Colle Brianza (LC).

Gli interventi in progetto sono previsti in corrispondenza dell'alveo del Torrente Gandaloggio, nel tratto compreso tra quota 406 m s.l.m. e 426 m s.l.m. circa, e del versante in sponda idrografica, nella porzione che si estende dall'alveo stesso fino alla pista forestale esistente a quota 480 m s.l.m. circa.

La sistemazione del versante si rende necessaria in quanto lo stesso è soggetto ad un movimento che ha interessato il materiale morenico, la cui composizione granulometrica è rappresentata da ghiaia e ciottoli, con presenza di blocchi e massi immersi nella matrice limoso-sabbiosa con intercalazioni di lenti argillose.



Vista dell'alveo del Torrente Gandaloggio (sinistra) e del versante in sponda idrografica sinistra (destra) in corrispondenza dell'area di intervento.

Gli interventi previsti riguardano principalmente la rimozione del materiale depositato all'interno dell'alveo del Torrente Gandaloggio e la sistemazione del versante in sponda idrografica sinistra tramite rimodellazione del piede del versante, installazione di elementi stabilizzatori ad ombrello e di sistemi di drenaggio sia profondo sia tramite Gabbiodren, nonché la sistemazione tramite creazione di un'opportuna sezione di deflusso, rivestimento fondo alveo e protezione delle sponde del corso d'acqua che attraversa l'area di intervento (Torrente Valle di Ello).

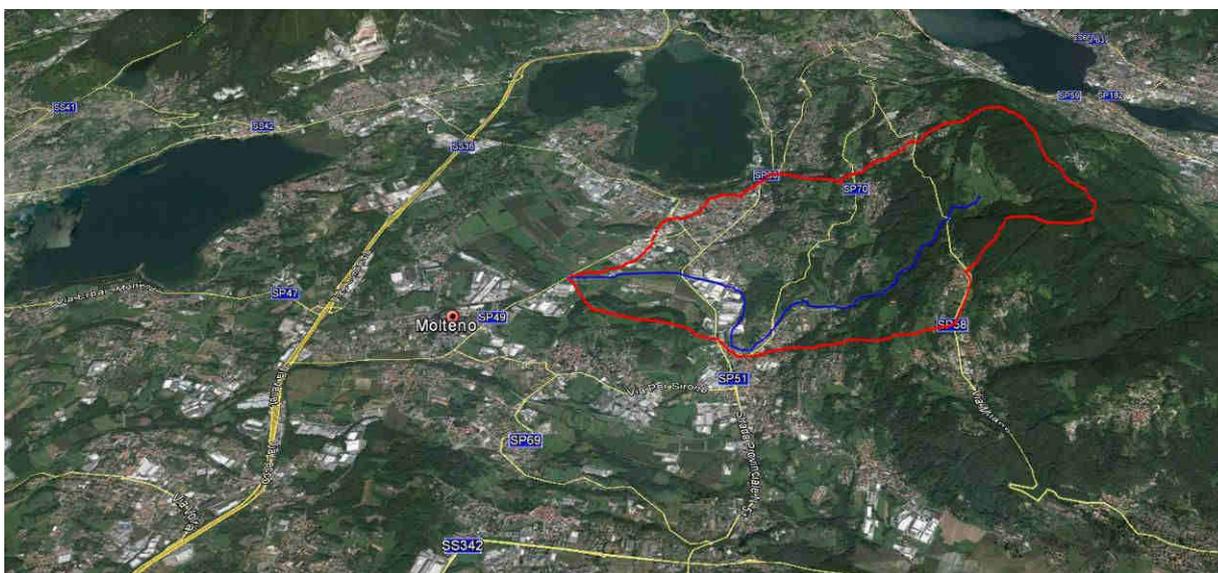
2. INQUADRAMENTO E STATO ATTUALE

2.1 Il Torrente Gandaloggio

Il Torrente Gandaloggio ha origine nella zona collinare tra l'abitato di Ello ed il Monte Regina, si sviluppa a Nord della Bevera passando per Dolzago, ancora in zona collinare, e giunge a Molteno dopo aver attraversato il territorio di Oggiono in zona pressoché pianeggiante.

Il bacino idrografico ha superficie di circa 10 km² tale estensione del bacino esclude una parte del centro abitato di Oggiono, le cui acque di drenaggio urbano vengono inviate nel Lago di Annone.

Le altitudini medie e minime del bacino idrografico sono pari a 455 m s.l.m. e 267 m s.l.m. circa.



Estratto Google Earth indicante Torrente Gandaloggio (tratto in esame) e bacino idrografico sotteso.

L'area d'intervento è costituita da un tratto di lunghezza 105 m circa situato tra le quote 406 e 426 m s.l.m., quindi avente una pendenza media stimabile nel 19%.

In corrispondenza di questo tratto l'alveo risulta di limitata larghezza, rispetto a quella presente più a valle (dopo quota 400 m s.l.m. circa) e lungo i versanti si rilevano diverse forme di dissesto. Nello specifico il versante idrografico sinistro risulta essere interessato da un fenomeno di scivolamento superficiale che coinvolge la coltre di copertura colluviale e regolitica, comportando il franamento in alveo della vegetazione presente.

A prima vista il terreno di copertura è rappresentato da sabbie intercalate da livelli argillosi. Nel torrente si rilevano pertanto importanti volumi di materiale roccioso proveniente dai versanti in fregio al corso d'acqua che in taluni casi comportano la formazione di sbarramenti naturali all'interno dell'alveo stesso.



Vista dei dissesti: materiale depositato e fenomeni di scivolamento superficiale nonché presenza di tronchi caduti in alveo.

Risalendo ulteriormente il corso d'acqua, sino al raggiungimento del ponte 03_14 l'impiuvio risulta essere più ampio e non si rilevano particolari segni di dissesto. Oltre il ponte, il torrente scorre al piede di una scarpata rocciosa in sinistra idrografica interessata da a fenomeni di scivolamento superficiale del terreno di copertura del substrato roccioso. Inoltre si osserva che la vegetazione arborea e arbustiva risulta prevalentemente inclinata verso l'asta fluviale appesantendo quindi il terreno sul quale è ancorata e favorendo lo stato di dissesto del versante.

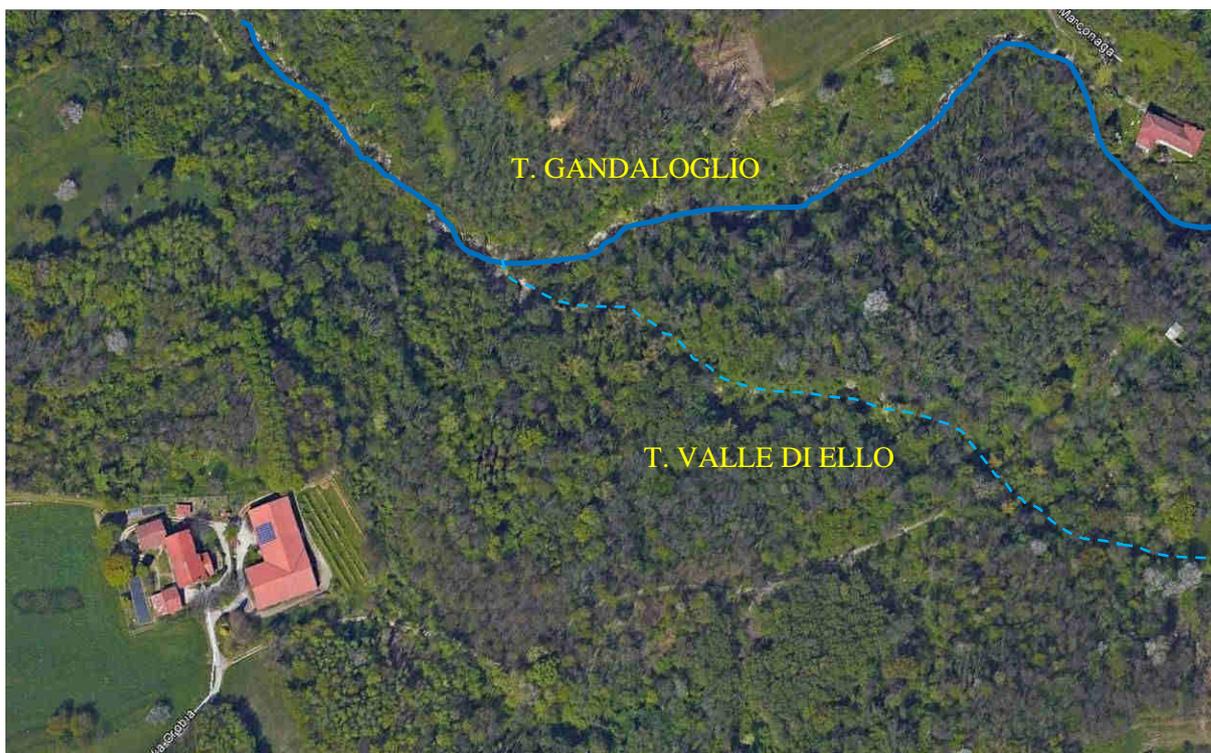
Oltre la quota 506 m s.l.m. fino a valle del Ponte dell'Olio 03_15, termine dell'area d'intervento, l'alveo è caratterizzato dalla presenza di diversi tronchi riversi lungo l'asta fluviale e da una fitta vegetazione che comporta la quasi inaccessibilità dell'area.

2.2 Il Torrente Valle di Ello e altre vallecole minori

Il versante oggetto dell'area di intervento è attraversato dal Torrente Valle di Ello che scende dall'abitato di Ravellino fino a confluire nel Torrente Gandaloggio, a quota 410 m s.l.m. circa. A monte dell'area di intervento, all'incirca sopra quota 510 m s.l.m., il corso d'acqua si divide in due ramificazioni.

La presenza del Torrente Valle di Ello è riportata sulla Tavola 6 – “Carta delle fasce di rispetto” allegata allo “Studio idrologico e idrogeologico di dettaglio della rete idrica minore del territorio comunale di Colle Brianza (LC) – Aggiornamento Gennaio 2013” redatta dal Dott. Geol. Maurizio Penati e dalla Dott.ssa Geol. Marialuisa Todeschini, nonché sulla Carta Tecnica Regionale e sulla Mappa Catastale presente nel Geoportale di Regione Lombardia (dove viene indicata con il nominativo “Valle dello Bosina”), nonché sulle mappe vincolistiche.

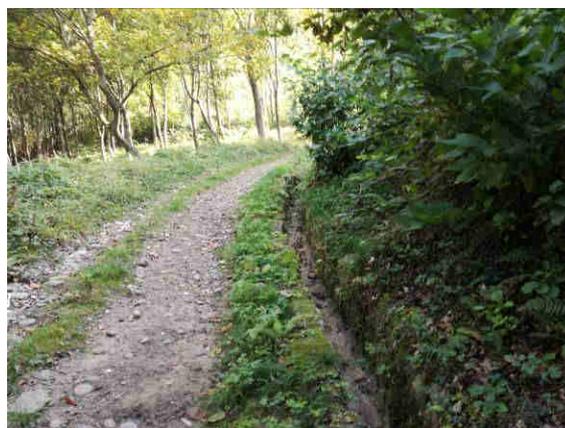
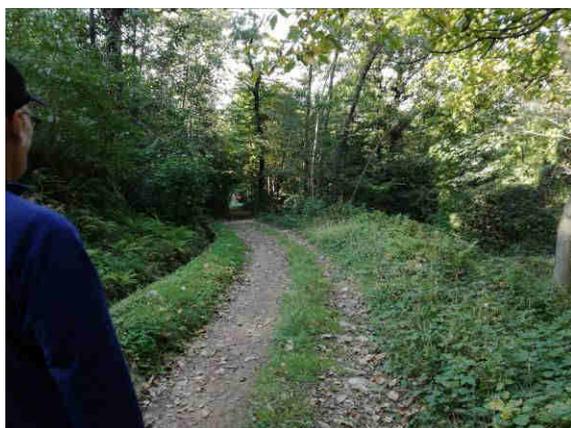
Si segnala comunque che durante il sopralluogo effettuato, in corrispondenza della zona boscata dell'area di intervento, l'alveo del corso d'acqua non è stato facilmente e chiaramente individuabile.



Vista aerea da Google Earth dell'area di intervento. Si possono notare l'alveo del Torrente Gandaloggio e l'ipotetica ubicazione dell'alveo del Torrente Valle di Ello.

Esternamente all'area di intervento, ma comunque nelle immediate vicinanze, è situata la vallecchia che convoglia nel Torrente Gandaloggio, circa a quota 402 m s.l.m., le acque provenienti dal canale di gronda realizzato a monte della pista forestale esistente.

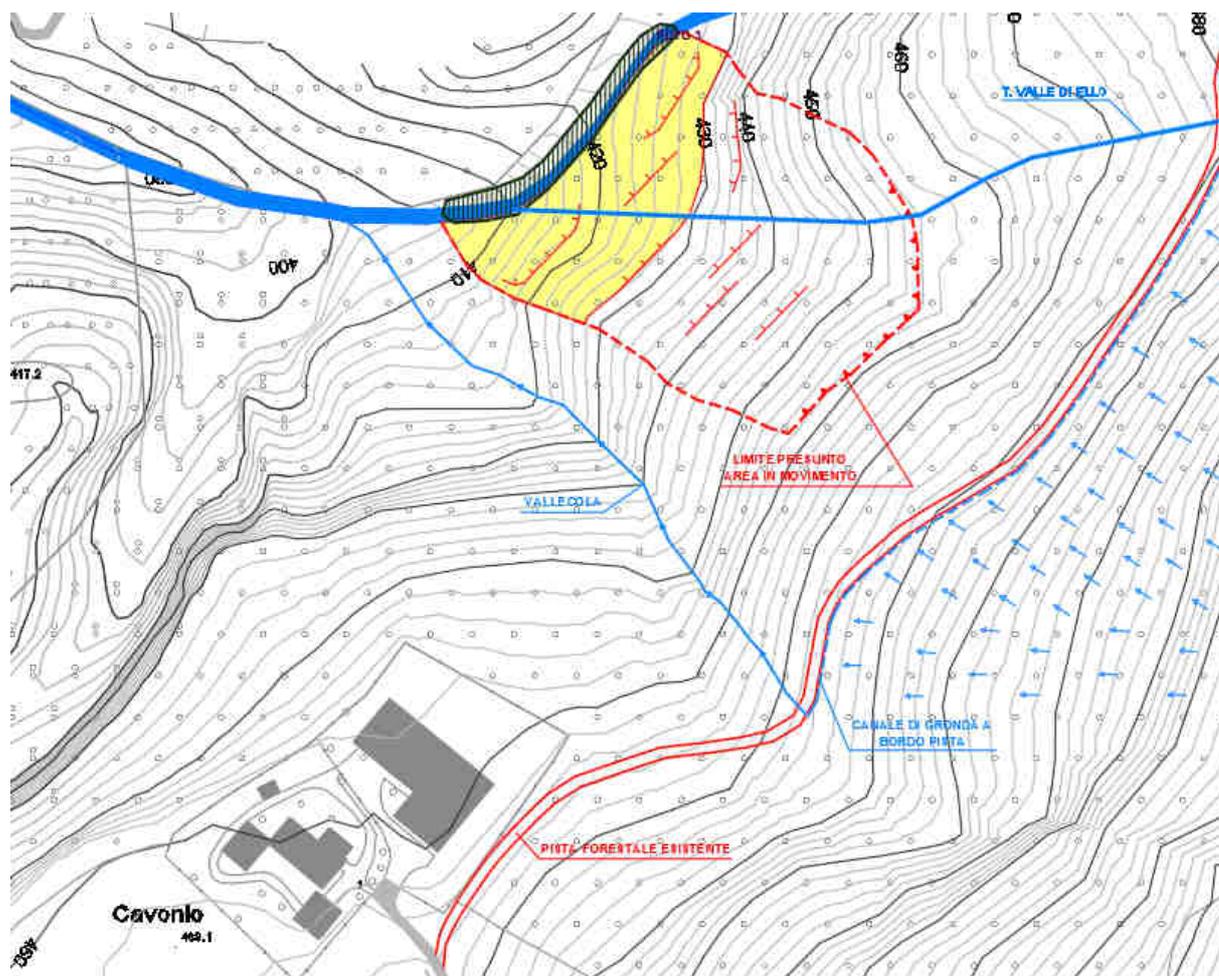
Il canale di gronda, avente sezione tipo rettangolare e rivestita in pietrame, è stato realizzato artificialmente allo scopo di intercettare le acque di scorrimento superficiale provenienti da monte prima che le stesse interessassero il tracciato della pista forestale.



Vista di alcuni tratti della pista forestale esistente dove si può osservare la presenza del canale di gronda a monte della stessa.

Circa 160 m a dopo l'inizio della pista forestale da Via Orobica, in Località Cavonio, il canale di gronda, sfruttando la naturale morfologia del terreno, scarica le acque all'interno di un impluvio naturale del versante, dando origine alla vallecola che convoglia le acque all'interno del Torrente Gandaloggio.

La vallecola, la cui presenza è stata osservata e rilevata durante il sopralluogo effettuato, risulta esterna all'area di intervento, essendo posizionata ad una distanza di circa 20÷30 m a Sud della stessa.

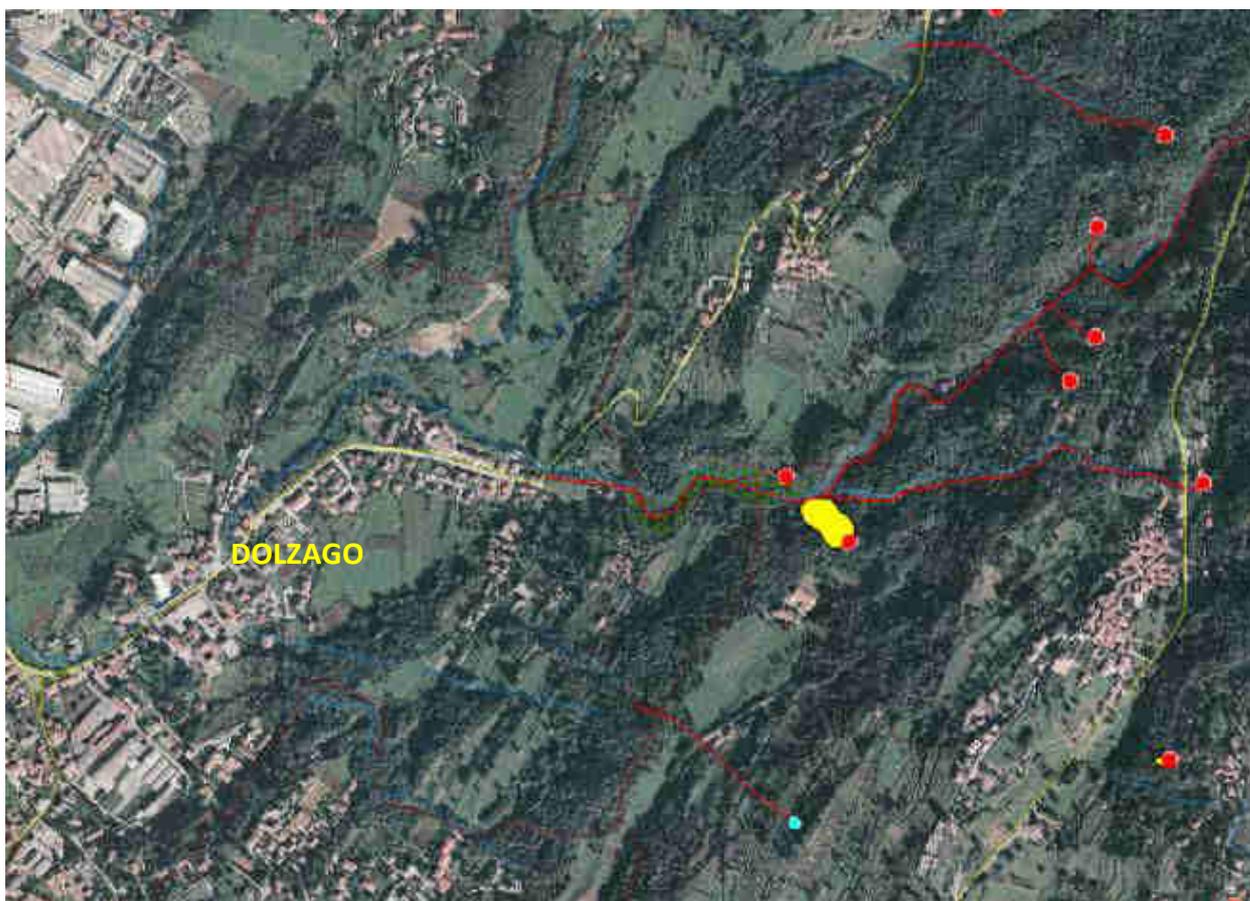


Individuazione su base aerofotogrammetrico comunale dei corsi d'acqua presenti in corrispondenza dell'area di intervento.

2.3 Il versante interessato dal movimento franoso

L'area in esame è interessata da una frana caratterizzata da stato di attività valutabile come quiescente. Sulla base della classificazione delle frane adottata dalla Regione Lombardia, che prende in considerazione il tipo di movimento ed il materiale coinvolto (Classificazione di Varnes, 1978), il movimento franoso indagato può essere classificato come frana di scivolamento rotazionale di terra.

Il movimento franoso in esame è stato cartografato nel portale dell'Inventario dei Fenomeni Franosi (IFFI) con Id 0970025200; di seguito è riportato uno stralcio.



Stralcio dell'Inventario dei Fenomeni Franosi: in giallo l'area in frana.

Morfologicamente il coronamento non è ben visibile in superficie, ma si presume che sia impostato, a quota 460 m s.l.m.; lo sviluppo trasversale al pendio è stimato circa in un centinaio di metri per una superficie stimata dell'area in movimento di circa 1,2 ha.

Il gradiente topografico dell'area è rilevante ed il dissesto si manifesta come un processo legato da fattori quali tettonica e litologia.

Dal punto di vista vegetazionale in corrispondenza dell'accumulo di frana si segnala la fitta presenza di coperture arbustive e arboree. L'area boscata è costituita da alberi spontanei di diametro circa 10-20 cm e altezza di 10-15 m risultando quindi estremamente filati. Per le loro caratteristiche strutturali, l'azione del vento esercita un'importante effetto vela sulla chioma e conseguentemente un maggior effetto leva sull'apparato radicale, comportando un aumento della sollecitazione del substrato.

Evidenti segni di instabilità di versante sono rappresentati dall'accentuata inclinazione verso valle delle essenze arboree sulla superficie topografica, oltreché dal rilevamento di diverse controsarpate.



Vista della vegetazione lungo il versante in frana.

Rimandando all'apposita sezione riportata nell'elaborato "R3. *Relazione geologica*" per una descrizione dettagliata delle caratteristiche del movimento franoso, le cause predisponenti del dissesto possono essere individuate nell'elevata pendenza del versante, nelle caratteristiche geotecniche dei materiali coinvolti, oltre che nell'appesantimento della topografia per opera della vegetazione.

Le cause scatenanti, sono probabilmente da ricercare nell'erosione al piede operata dal Torrente Gandaloggio, dalla magnitudo - frequenza delle precipitazioni che condizionano la circolazione idrica superficiale e sotterranea. Inoltre, la presenza del Torrente Valle di Ello, il quale attraversa la superficie topografica della frana, si ritiene che possa gravare sull'evoluzione geomorfologica del versante. È infatti ragionevole pensare che, in occasione di importati precipitazioni, l'azione drenante di tale corso d'acqua, potrebbe saturare i livelli di terreno poco competenti, riducendo le capacità meccaniche dei materiali.

3. INTERVENTO IN PROGETTO

Per la messa in sicurezza dell'area in oggetto le scelte progettuali adottate prevedono la realizzazione di diversi interventi suddivisi in due lotti principali:

- **LOTTO 1:** consiste nell'esecuzione delle indagini geognostiche e geofisiche e di tutte quelle opere necessarie per poter definire nel dettaglio le caratteristiche del movimento franoso ed i conseguenti interventi necessari per la messa in sicurezza del versante;
- **LOTTO 2:** consiste nella definizione e progettazione degli interventi di messa in sicurezza, nonché nella rimodellazione del piede del versante con esecuzione di elementi stabilizzatori ad ombrello e del sistema di drenaggio sia profondo sia superficiale, oltre che la regimazione idraulica della valle di Ello.

3.1 Interventi del Lotto 1

Dal momento che solo a seguito di un accurato rilievo plano-altimetrico e della realizzazione di indagini geognostiche e geofisiche sarà possibile quantificare con precisione i volumi in gioco, è necessaria l'esecuzione di uno studio della zona interessata dal fenomeno franoso che deve essere finalizzato al:

- Riconoscimento e delimitazione del dissesto in atto o potenziale;
- Definizione dei cinematismi agenti e alla loro possibile evoluzione;
- All'individuazione delle cause predisponenti e scatenanti;
- Determinazione delle proprietà geotecniche dei materiali coinvolti.

In base alle caratteristiche del modello fisico – evolutivo della frana così ottenuto, è possibile scegliere il metodo di analisi di stabilità più adatto per la stima del fattore di sicurezza e la definizione delle opere più opportune per la sistemazione del versante.

Disbosco e pista di cantiere

Al fine di permettere l'accesso ai punti di indagine sarà aperta una pista di cantiere che scenderà lungo il versante a partire dalla strada forestale già esistente a quota 480 m s.l.m. circa.

Tale pista, di larghezza minima pari a 3,00 m per il passaggio dei mezzi d'opera, avrà una lunghezza stimata in 420 m e prevede la realizzazione di quattro tornanti che permetteranno di raggiungere l'alveo del Torrente Gandaloggio dove saranno effettuati alcuni interventi previsti nel Lotto 2).

La pista di cantiere attraverserà il Torrente Valle di Ello all'incirca a quota 470 m s.l.m. restando poi sempre in sponda idrografica destra di questo corso d'acqua.

Dal tornante previsto a quota 440 m s.l.m. circa si dirameranno due tracciati che permetteranno ai macchinari di indagine di raggiungere i punti dove realizzare i sondaggi. Tali tracciati di larghezza 2,50 m avranno comunque lunghezza ridotta e stimata in 30 e 50 m.

La realizzazione della pista di cantiere e dei tracciati per l'accesso ai punti di sondaggio dovrà essere anticipata dall'esecuzione di interventi di disboscio.

Tipologia di indagini

Il tipo, numero ed ubicazione delle indagini profonde necessarie per lo studio di un dissesto sono state decise sulla base dei dati emersi dai sopralluoghi presso l'area in esame. Esse sono finalizzate al riconoscimento della natura e delle proprietà geotecniche dei materiali coinvolti nel movimento ed alla stima del volume dei materiali stessi attraverso il riconoscimento delle superfici di movimento.

Le indagini profonde consentiranno, altresì, di misurare l'entità dei movimenti dell'ammasso di frana alle varie profondità e di determinare le pressioni interstiziali all'interno dello stesso. La natura, estensione areale e lo spessore dei materiali coinvolti nel movimento verrà determinata mediante l'esecuzione di n.2 sondaggi geognostici.

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici si preleveranno campioni di materiale almeno alle profondità cui, presumibilmente, è ubicata la superficie di movimento. Quest'ultima, di solito, presenta un maggior contenuto d'acqua rispetto alle porzioni adiacenti e/o può essere rappresentata da un orizzonte argilloso di spessore ridotto. Il prelievo dei campioni permette di effettuare in laboratorio le analisi identificative dei materiali (prove granulometriche), determinare i parametri di resistenza al taglio degli stessi (attrito e coesione).

Congiuntamente ai sondaggi geognostici e, subordinatamente ad essi, possono essere eseguite delle prove penetrometriche dinamiche (ricostruzione della stratigrafia dei depositi e stima indiretta dei parametri di resistenza al taglio) e delle misure geofisiche della velocità di propagazione delle onde sismiche.

Nello specifico saranno eseguite n. 2 indagini geofisiche a rifrazione che consentiranno la ricostruzione sismostratigrafica del terreno ed un'indagine MASW al fine della determinazione della Vs30.

È estremamente importante, ai fini dell'esecuzione di una corretta analisi di stabilità e delle necessarie opere di stabilizzazione del dissesto, ricostruire l'andamento della superficie piezometrica, se presente, e di valutare le sue oscillazioni. Queste ultime dipendono dagli apporti idrici esterni (precipitazioni, scioglimento nevi ecc.), dai parametri idrogeologici dei materiali coinvolti (permeabilità ecc.) e delle caratteristiche climatiche, vegetazione e suoli (evapotraspirazione, infiltrazione).

L'ubicazione delle indagini è riportata nell'elaborato "T3 - Planimetria stato di progetto e particolari costruttivi", allegato alla presente relazione.

Ricapitolando saranno eseguite:

- n. 2 stese sismiche a rifrazione di circa 110 m cadauna;
- n. 1 linea M.A.S.W.;



MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GANDALOGGIO: SISTEMAZIONE DEL VERSANTE LOC. CAVONIO –
LC003 – COMUNE DI COLLE B.ZA (LC)

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni, nel dettaglio:

- S1 di profondità pari a 40 m;

- S2 di profondità pari a 50 m;

inoltre, per ognuno di essi saranno eseguite:

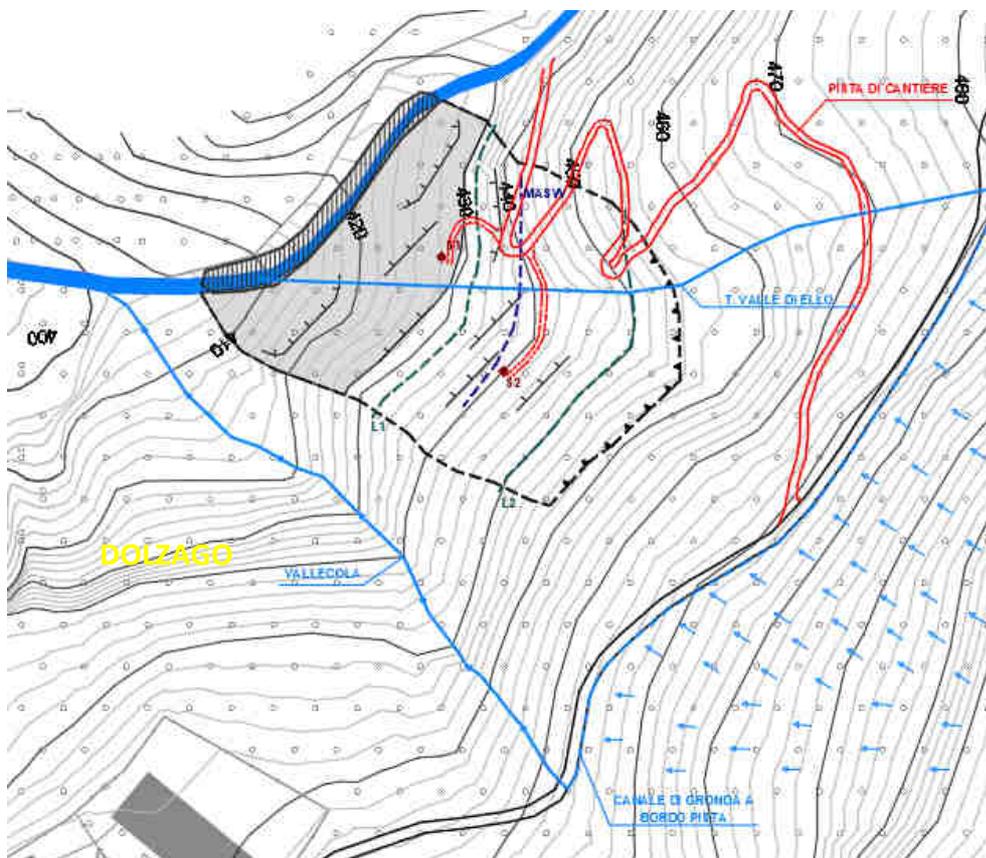
- n. 1 prova granulometrica;

- n. 1 prova di taglio;

- n. 5 SPT in foro.

A seguito dell'esecuzione di tali indagini e successivamente ad un accurato rilievo topografico del versante, sarà possibile interpretare i dati geotecnici/geofisici allo scopo di definire il modello geologico-geotecnico ed effettuare le verifiche di stabilità del versante.

Una volta ricostruito il modello fisico – evolutivo della frana è possibile scegliere il metodo di analisi di stabilità più idoneo in relazione al cinematisimo e alle caratteristiche geotecniche dei materiali coinvolti e, di conseguenza, valutare il grado di instabilità del pendio in esame.



Schematizzazione dell'ubicazione degli interventi e delle indagini previste nel Lotto 1 in pianta.

3.2 *Interventi del Lotto 2*

Premesso che gli interventi da realizzarsi nel Lotto 2 potranno essere definiti e dimensionati nei dettagli solo nelle successive fasi di progettazione a seguito della conclusione dell'apposito studio conseguente alla realizzazione delle indagini e dei rilievi previsti nel Lotto 1 descritto in precedenza; di seguito si riportano gli interventi ipotizzati nel Lotto 2.

Il Lotto 2 consiste nell'esecuzione degli interventi di sistemazione dell'alveo del Torrente Gandaloggio e del Torrente Valle di Ello, nonché nella rimodellazione del piede del versante con esecuzione di elementi stabilizzatori ad ombrello e del sistema di drenaggio sia profondo sia superficiale. In questa fase, questi interventi sono stati definiti sulla base delle attuali conoscenze.

Interventi previsti in corrispondenza dell'alveo del Torrente Gandaloggio e del piede del versante

In corrispondenza dell'alveo del Torrente Gandaloggio si prevedono interventi di svasso del materiale depositato all'interno dell'alveo tramite l'utilizzo di mezzi meccanici che potranno raggiungere l'area tramite la pista di cantiere realizzata nel Lotto 1. Gli interventi di svasso sono previsti su tutto il tratto di lunghezza 105 m circa compreso tra le quote 406 e 426 m s.l.m..

Sempre in corrispondenza dello stesso tratto è prevista l'esecuzione di scavi di sbancamento e rimodellazione del piede del versante con installazione di elementi stabilizzatori ad ombrello e drenaggi profondi. In particolare, per la sistemazione del piede del versante si prevedono i seguenti interventi:

- Esecuzione di scavi di sbancamento con mezzi meccanici, compresa la rimozione di arbusti, ceppaie e trovanti di medie dimensioni, con profilatura delle pareti di scavo su un tratto di lunghezza 100 m circa per un volume movimentato stimato in 4.225 m³;
- Fornitura e posa in opera di elementi stabilizzatori del tipo ad ombrello di dimensione frontale pari a 3,10 x 3,60 m, suddivisi su due ordini, uno superiore ed uno inferiore, composti ognuno da 30 elementi. Questi elementi saranno ancorati al terreno tramite ancoraggi profondi costituiti da barre Gewi;
- Rinterro degli elementi stabilizzatori del tipo ad ombrello con rimodellazione del piede del versante ed esecuzione di due balze di altezza pari a quella degli elementi stabilizzatori ad ombrello;
- Esecuzione di drenaggi profondi di lunghezza minima pari a 15 m in corrispondenza di entrambe le balze. Gli ancoraggi saranno realizzati ad interasse di circa 10 m l'uno dall'altro e sfalsati tra i due ordini. In particolare si stima la perforazione suborizzontale eseguita con macchina perforatrice all'aperto a sezione circolare di diametro 10 cm e posa di tubo fessurato protetto da geotessile in quantità di 10 unità per l'ordine inferiore e di 8 unità per quello superiore.

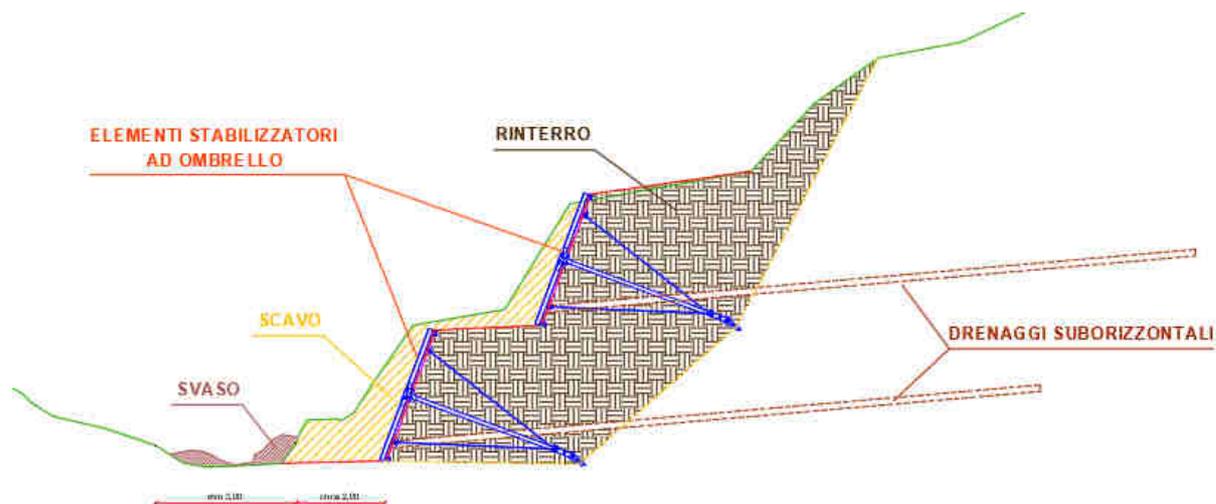
Si procederà con l'esecuzione dell'ordine inferiore, quindi, a seguito del rinterro a tergo dello stesso, con l'ordine superiore.

MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GANDALOGGIO: SISTEMAZIONE DEL VERSANTE LOC. CAVONIO –
LC003 – COMUNE DI COLLE B.ZA (LC)

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

Nell'esecuzione di tali interventi particolare cura dovrà essere posta alla confluenza del Torrente Valle di Ello nel Torrente Gandaloggio, anche sulla base degli interventi previsti sull'asta del corso d'acqua affluente e descritti nel proseguo della relazione.

Al termine dei lavori la sezione dell'alveo del Torrente Gandaloggio avrà una larghezza maggiore di circa 2,00 m.



Schematizzazione sezione tipo in corrispondenza dell'alveo del Torrente Gandaloggio e del piede del versante.

Interventi previsti in corrispondenza dell'alveo del Torrente Valle di Ello

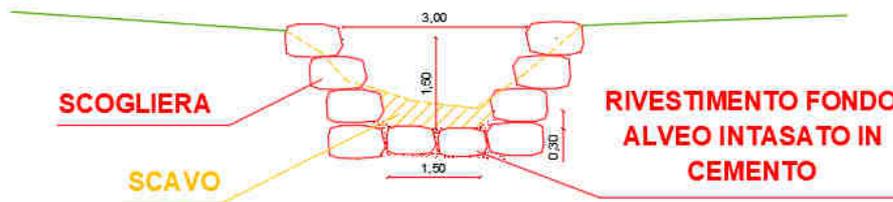
In corrispondenza del versante si prevede la sistemazione del Torrente Valle di Ello, nel tratto compreso tra la pista forestale esistente a quota 480 m s.l.m. circa e lo sbocco nel Torrente Gandaloggio quota 410 m s.l.m. circa. Tale tratto ha una lunghezza stimata in 250 m circa con una pendenza media del 28%.

Gli interventi previsti consistono in:

- Esecuzione di scavi di sbancamento con mezzi meccanici, compresa la rimozione di arbusti, ceppaie e trovanti di medie dimensioni, con profilatura delle pareti di scavo al fine di creare un'ideale sezione di deflusso per il corso d'acqua su un tratto di lunghezza 250 m circa per un volume movimentato stimato in 500 m³;
- Formazione di scogliere in massi ciclopici (volume medio 0,45 m³), intasate in terreno vegetale su entrambe le sponde, aventi altezza fuori terra pari a 1,50 m e fondazione minima di altezza 0,50 m;
- Realizzazione di rivestimento di fondo alveo tramite posa di selciato costituito da grossi massi sbazzati di pietra scistosa o granitica su tutta la larghezza dell'alveo prevista pari a 1,50 m;
- Intasamento mediante calcestruzzo per fondazioni non armate R_{ck} 30 N/mm² della superficie del fondo alveo e della porzione inferiore delle scogliere fino ad un'altezza minima di 30 cm a partire dalla quota di fondo alveo.

Particolare cura dovrà essere posta in corrispondenza dell'attraversamento della pista di cantiere a quota 470 m s.l.m. circa, ed allo sbocco del corso d'acqua nel Torrente Gandaloggio facendo in modo che gli interventi previsti interagiscano con quelli di sistemazione del piede del versante descritti in precedenza.

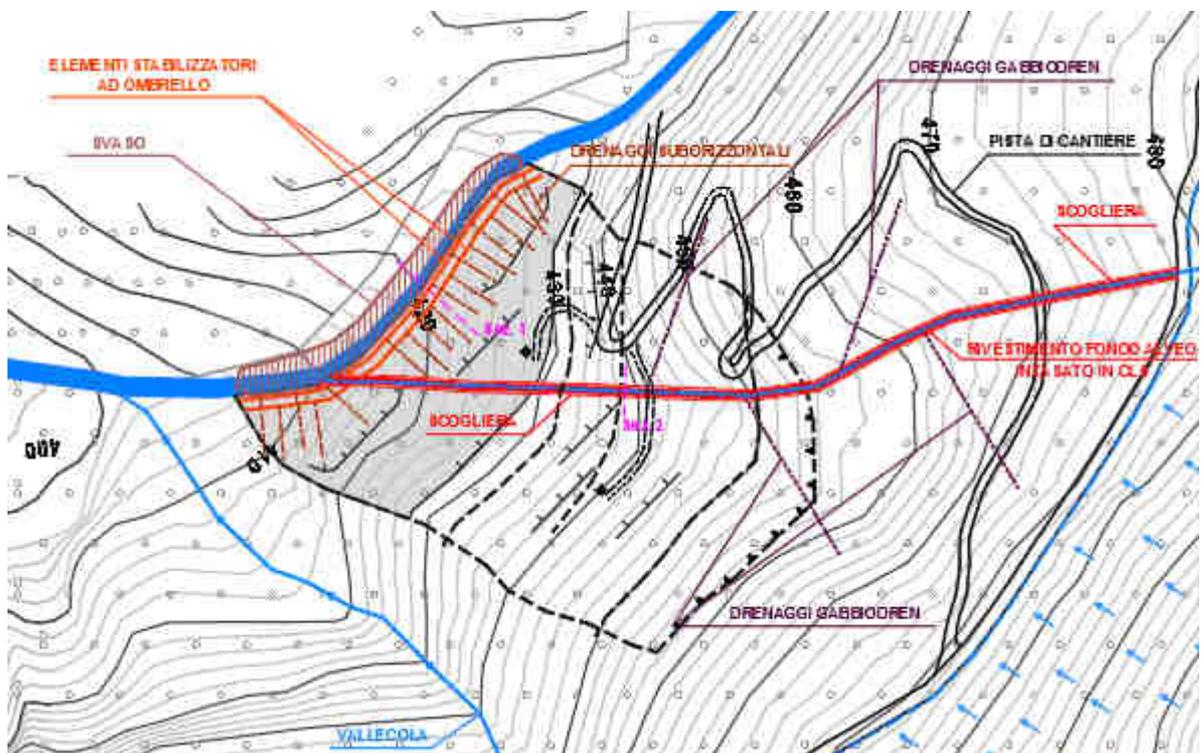
Per l'esecuzione delle scogliere e del rivestimento di fondo alveo, dove possibile, si prevede il riutilizzo del materiale proveniente dalle operazioni di svasso dell'alveo del Torrente Gandaloggio riportate nel punto precedente.



Schematizzazione sezione tipo in corrispondenza dell'alveo del Torrente Valle di Ello.

Interventi previsti in corrispondenza del versante

Oltre agli interventi inerenti la sistemazione dell'alveo del Torrente Valle di Ello, il versante sarà caratterizzato da interventi di disboscio su tutta l'area di frana (superficie di 1,2 ha) e dalla realizzazione di un sistema di drenaggio mediante pannelli drenanti del tipo Gabbiodren.



Schematizzazione dell'ubicazione degli interventi previsti nel Lotto 2 in pianta.

In particolare si prevede la realizzazione di quattro diverse tratte, ognuna di lunghezza 50 m per un totale di 200 m, poste a lisca di pesce a partire dall'alveo del Torrente Valle di Ello. Le tratte, due in destra e due in sinistra idrografica rispetto al corso d'acqua che attraversa l'area di intervento, saranno realizzate a differenti quote e convoglieranno le acque drenate all'interno del Torrente Valle di Ello.

Una migliore ubicazione e dimensione delle tratte potrà essere eseguita solo a seguito di un accurato rilievo topografico e dei risultati delle indagini previste al Lotto 1, in quanto si potrà stabilire l'adeguata profondità delle trincee drenanti sulla base del livello della falda presente sull'area.

3.3 Accesso ai settori d'intervento

Al fine di raggiungere le zone di intervento, si prevede la realizzazione di una pista di cantiere che consenta il passaggio dei mezzi d'opera; pertanto si prevedono operazioni di sfalcio della vegetazione, esecuzione di scavi, eventualmente anche in roccia, il taglio, se necessario, delle piante con estirpazione delle ceppaie, interventi per il drenaggio delle acque superficiali in modo tale da avere un passaggio utile di almeno 3,00 m.

Al termine dei lavori si dovrà procedere ad un ripristino dei luoghi.

La pista di cantiere per il raggiungimento dell'alveo del Torrente Gandaloggio, prevista tra le opere da eseguirsi nel Lotto 1, partirà da una pista forestale esistente situata a valle della Località Ravellino in Comune di Colle Brianza (LC) all'incirca a quota 480 m s.l.m.. La pista avrà uno sviluppo di 420 m circa ed attraverso 4 tornanti permetterà la discesa in alveo dei mezzi d'opera.

Grazie a questa pista sarà possibile accedere anche all'alveo del Torrente Valle di Ello e ai punti dove sono previste le indagini ed i sondaggi.



Pista di cantiere su estratto Google Earth.

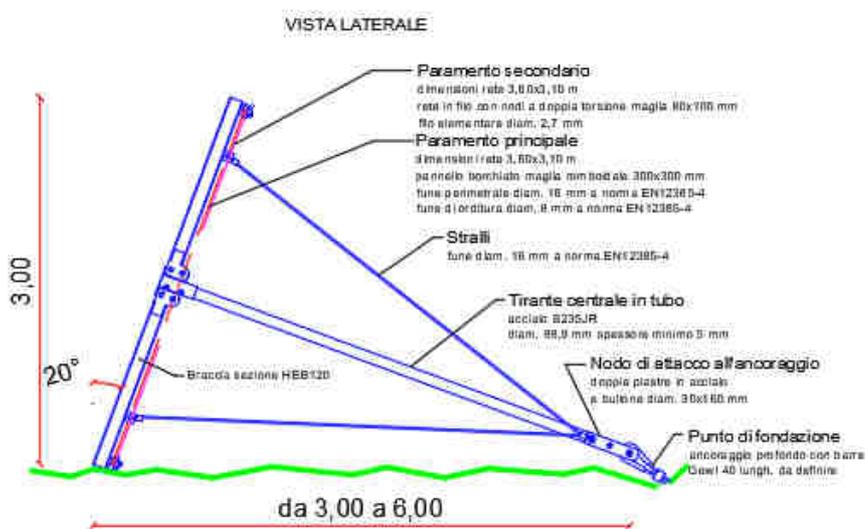
3.4 Elementi stabilizzatori ad ombrello

Gli elementi stabilizzatori ad ombrello sono elementi modulari prefabbricati, modulari, in acciaio che hanno funzione di stabilizzatore di versanti in frana e sono impiegati sia quali opere di contenimento e/o sostegno sia per la riprofilatura del versante con formazione di gradonature.

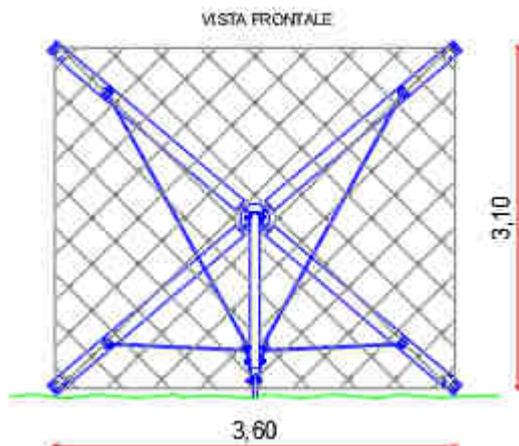
Rimandando all'elaborato "T3 – Planimetria stato di progetto e particolari costruttivi" ed all'apposita voce di computo dell'elaborato "R6. Calcolo sommario della spesa" per maggiori dettagli relativi alle caratteristiche tecniche ed alle dimensioni dei singoli moduli, di seguito si propone una breve descrizione degli stessi.

Ogni elemento stabilizzatore ad ombrello si compone delle seguenti parti:

- **STRUTTURA DI SOSTEGNO:** formata da profilati d'acciaio sovrapposti a formare una croce di Sant'Andrea, rigidamente vincolati ed attrezzati dei dispositivi di attacco degli elementi di collegamento e del pannello d'intercettazione;
- **STRUTTURA DI INTERCETTAZIONE E/O DI CONTENIMENTO:** formata da pannelli di rete in fune con formazione a trefoli di filo d'acciaio zincato, a nodi borchiati, cui è sovrapposta ed accoppiata una rete a maglia esagonale a doppia torsione; il pannello è bordato con una fune perimetrale con formazione a trefoli di filo d'acciaio zincato;
- **STRUTTURA DI COLLEGAMENTO:** costituita da un elemento di collegamento centrale in profilo a sezione cava d'acciaio e da almeno n° 4 stralli stralli in fune con formazione a trefoli di filo d'acciaio zincato;
- **STRUTTURA DI FONDAZIONE:** costituita da un tirante passivo, flessibile, d'acciaio, opportunamente protetto dalla corrosione ed inserito in perforo precedentemente realizzato (una possibile variante è quella di realizzare una fondazione costituita da una piastra in cemento armato).



Schematizzazione della vista laterale di un elemento stabilizzatore ad ombrello.



Schematizzazione della vista frontale di un elemento stabilizzatore ad ombrello (sinistra) e di un intervento tipo (destra).

Per la realizzazione di un intervento mediante elementi stabilizzatori ad ombrello viene seguita la seguente procedura:

- Formazione del piano di posa ed alloggiamento degli elementi;
- Assemblaggio fuori opera e stoccaggio degli elementi;
- Riempimento con materiale arido;
- Modellazione finale del profilo del versante.

3.5 Sistema di drenaggio con pannelli drenanti

Si propone la posa di un sistema drenante costituito da pannelli scatolari realizzati in rete metallica a doppia torsione rivestiti internamente da un geotessile tessuto con funzione di filtrazione e separazione. Il nucleo drenante è costituito da “ciottoli” di polistirolo non riciclato, imputrescibile, insolubile e chimicamente inerte alle acque.

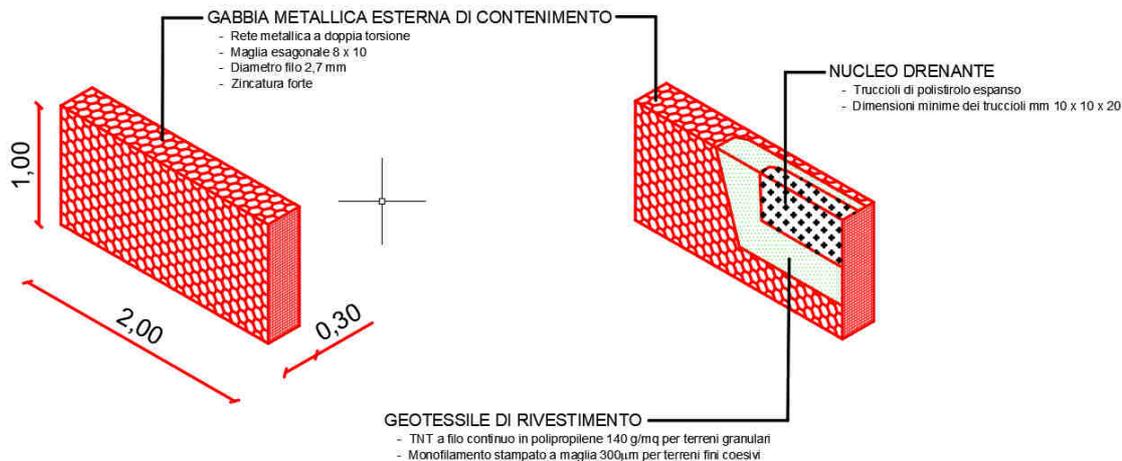
Questo sistema consente la realizzazione di trincee drenanti per la captazione di acque nel terreno in alternativa alle classiche trincee costituite da geotessile non tessuto e materiale granulare arido.

Il funzionamento di una trincea drenante a forte permeabilità, costituita da pannelli prefabbricati, si basa principalmente sulla differenza di pressione esistente tra quella presente all’interno del corpo del dreno (pressione atmosferica) e la sovrappressione dell’acqua che si trova all’interno dei pori del terreno circostante. Questa differenza di permeabilità che si verifica all’interfaccia tra dreno e terreno in posto innesca un moto di filtrazione che porta all’abbattimento della falda freatica ed alla diminuzione del tenore di acqua nel terreno. Il relativo abbattimento delle pressioni interstiziali porta ad un miglioramento delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

La configurazione con camini drenanti consente inoltre di intercettare le eventuali falde sospese e le eterogeneità litologiche e stratigrafiche.

MESSA IN SICUREZZA TORRENTE GANDALOGGIO: SISTEMAZIONE DEL VERSANTE LOC. CAVONIO –
LC003 – COMUNE DI COLLE B.ZA (LC)

PROGETTAZIONE PRELIMINARE



Schematizzazione delle caratteristiche di un pannello drenante

Per la realizzazione di un sistema di drenaggio viene seguita la seguente procedura:

- Esecuzione dello scavo in trincea;
- Assemblaggio fuori scavo del sistema drenante tramite i seguenti passaggi:
 - Impiego di guaina impermeabile occhiellaia in polietilene alla base del pannello drenante;
 - Giunzione dei pannelli drenanti con anelli metallici o filo metallico;
 - Risolto delle fascette protettive in geotessile ed ancoraggio della guaina impermeabile occhiellaia alla base dei pannelli drenanti;
 - Aggiunta di pannelli drenanti verticali (camini);
- Posa dei pannelli drenanti avendo cura di appoggiarli in aderenza ad una parete della trincea;
- Rinterro totale del vuoto con il materiale di scavo.

Per maggiori dettagli relativi alla procedura per la realizzazione del sistema di drenaggio si rimanda all'elaborato "T3 – Planimetria stato di progetto e particolari costruttivi".

I vantaggi applicativi di questo sistema rispetto a quelli tradizionali possono essere individuati in:

- Riduzione dei volumi e dei pesi trasportati;
- Lavorazioni anche su aree instabili o difficilmente accessibili;
- Grande facilità di movimentazione grazie alla leggerezza dei pannelli;
- Massima sicurezza in cantiere (evita lavorazioni in trincea);

- Alleggerimento dei versanti (peso inferiore a 35 kg/m^3);
- Grande velocità di posa in opera;
- Flessibilità e continuità del sistema drenante.

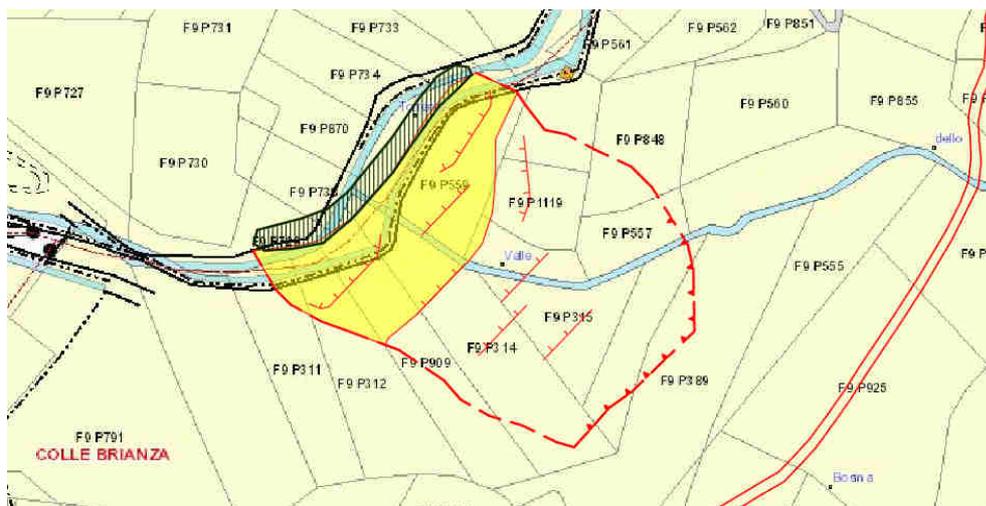


Vista di un sistema di drenaggio in pannelli in fase di realizzazione.

3.6 Occupazione aree

Alcuni degli interventi previsti e descritti in precedenza sono situati in corrispondenza dell'alveo e delle sponde del Torrente Gandaloggio e del Torrente Valle di Ello; pertanto ricadono su aree demaniali.

Per quanto riguarda gli interventi previsti in corrispondenza del versante e del piede dello stesso, nonché per la realizzazione della pista di cantiere, l'eventuale occupazione di aree private dovrà essere valutata nel dettaglio durante le successive fasi di progettazione, a seguito del rilievo topografico dell'area.



Inquadramento area di frana su mappa catastale.

3.7 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 dell'esecuzione del rilievo topografico e delle indagini previste sull'area dal Lotto 1, l'ubicazione, nonché le caratteristiche, degli interventi sono illustrate nelle tavole allegate alle quali si rimanda anche per una migliore comprensione delle linee progettuali.

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.

3.8 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 fatta eccezione per il rivestimento del fondo alveo del Torrente Valle di Ello dove si rendono necessari gli interventi di impermeabilizzazione del fondo per non permettere alle acque del corso d'acqua di infiltrarsi nel sottosuolo ed alimentare così la falda sotterranea ed aggravando di conseguenza una delle cause scatenanti del movimento franoso interessante il versante.

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 con scopo la messa in sicurezza del Torrente Gandaloggio in Località CAVONIO nel Comune di Colle Brianza (LC).

Gli interventi in progetto sono previsti in corrispondenza dell'alveo del Torrente Gandaloggio, nel tratto compreso tra quota 406 m s.l.m. e 426 m s.l.m. circa, e del versante in sponda idrografica, nella porzione che si estende dall'alveo stesso fino alla pista forestale esistente a quota 480 m s.l.m. circa.

La sistemazione del versante si rende necessaria in quanto lo stesso è soggetto ad un movimento che ha interessato il materiale morenico, la cui composizione granulometrica è rappresentata da ghiaia e ciottoli, con presenza di blocchi e massi immersi nella matrice limoso-sabbiosa con intercalazioni di lenti argillose.

Per la messa in sicurezza dell'area in oggetto le scelte progettuali adottate prevedono la realizzazione di diversi interventi suddivisi in due lotti principali:

- **LOTTO 1:** consiste nell'esecuzione delle indagini geognostiche e geofisiche e di tutte quelle opere necessarie per poter quantificare con precisione i volumi in gioco e definire nel dettaglio gli interventi da realizzarsi per la messa in sicurezza del Torrente Gandaloggio e per la sistemazione del versante in frana in sponda idrografica sinistra;
- **LOTTO 2:** consiste nell'esecuzione degli interventi di sistemazione dell'alveo del Torrente Gandaloggio (svaso materiale ed allargamento sezione) e del Torrente Valle di Ello (formazione adeguata sezione di deflusso, realizzazione scogliere spondali e rivestimento fondo alveo), nonché nella rimodellazione del piede del versante con esecuzione di elementi stabilizzatori ad ombrello e del sistema di drenaggio sia profondo sia superficiale.

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.