

**ORDINANZA N. 143 DEL CAPO DEL DIPARTIMENTO DELLA
PROTEZIONE CIVILE IN DATA 30 GENNAIO 2014
(G.U.R.I. N. 30 DEL 6 FEBBRAIO 2014)**

***“PRIMI INTERVENTI URGENTI DI PROTEZIONE CIVILE IN CONSEGUENZA DEL
SIGNIFICATIVO INCREMENTO DEL MOVIMENTO FRANOSO CHE DAL 19 APRILE
2013 INTERESSA IL VERSANTE NORD-OCCIDENTALE DEL MONT DE LA SAXE
NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI COURMAYEUR, NELLA REGIONE
AUTONOMA VALLE D’AOSTA”***

PIANO DEGLI INTERVENTI

Il presente documento è stato redatto in attuazione di quanto prescritto dall'art. 1, comma 3 dell'Ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile n. 143 del 31 gennaio 2014 che stabilisce che il piano deve contenere:

- a) gli interventi di soccorso ed assistenza alla popolazione, nonché i primi interventi urgenti di monitoraggio e messa in sicurezza del territorio, già posti in essere dal Comune di Courmayeur e dalla Regione Autonoma della Valle d'Aosta;
- b) gli interventi di previsione e di mitigazione attiva e passiva necessari a fare fronte ai potenziali effetti diretti e indiretti del movimento franoso;
- c) La descrizione tecnica di ciascun intervento con al relativa previsione di durata, nonché l'indicazione delle singole stime di costo.

Sommario

PARTE PRIMA - INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOLOGICO-TECNICO ED EVOLUZIONE DEL FENOMENO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE..... | 5 |
| 2. INDAGINI CONDOTTE NEL PERIODO 2003-2008 | 7 |
| 3. ATTIVITÀ DEL PERIODO 2008-2012 | 8 |
| 4. EVOLUZIONE DEL FENOMENO FRANOSO A PARTIRE DAL MAGGIO 2012 E FINO AL GIUGNO 2013 ED ATTIVITÀ CONSEGUENTI..... | 9 |
| 4.1 Eventi dell'inverno 2012-2013 | 10 |
| 4.2 Evento di riattivazione del 19 aprile 2013 | 11 |
| 4.3 Accelerazione del fenomeno ed emissione dello stato di allarme per lo scenario A2 22° W (0.2) in data 19 maggio 2013 | 13 |
| 5. SITUAZIONE ATTUALE..... | 15 |

PARTE SECONDA - PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE

| | |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 1. PREMESSA..... | 20 |
| 2. ASSI DI INTERVENTO..... | 20 |
| 2.1 Previsione..... | 20 |
| 2.2 Mitigazione attiva | 21 |
| 2.3 Mitigazione passiva..... | 21 |
| 3. QUADRO ECONOMICO DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE..... | 28 |
| 4. TEMPI DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGRAMMA | 29 |

**PARTE PRIMA - INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOLOGICO-TECNICO ED
EVOLUZIONE DEL FENOMENO**

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il versante Nord Occidentale del Monte de La Saxe, in Comune di Courmayeur (AO) è situato all'imbocco della Val Ferret, noto sito d'interesse turistico a livello nazionale, e sovrasta l'abitato di Entrèves, frazione del Comune omonimo, nonché la S.S. 26 dir. che rappresenta l'unico accesso al Traforo internazionale del Monte Bianco sia per il traffico proveniente dall'Autostrada A5 che dalla predetta statale. Quest'ultimo rappresenta a sua volta uno dei tre collegamenti diretti tra Italia e Francia agibili ai traffici di merci stradali durante tutto l'anno.

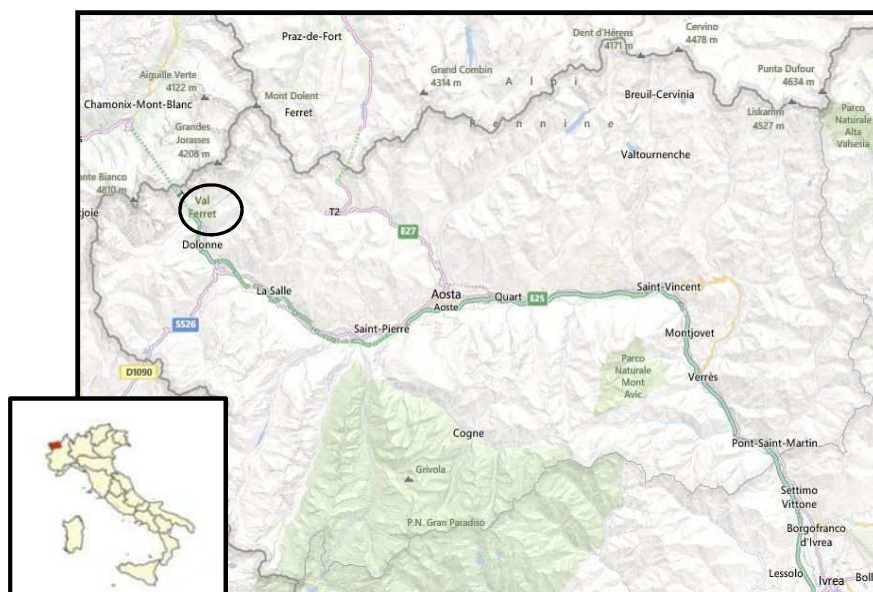


Figura n. 1: Inquadramento territoriale

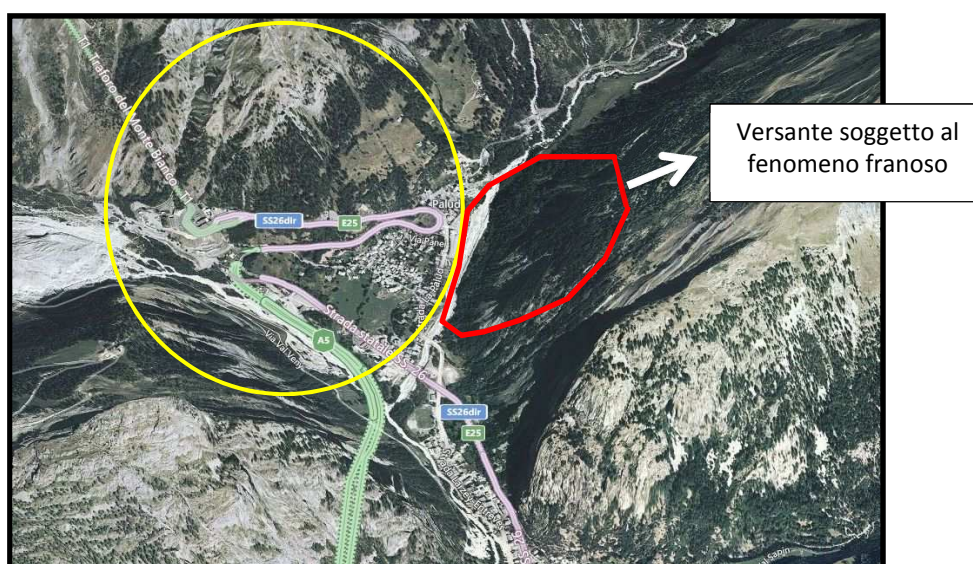


Figura n. 2: Vista panoramica di sud-ovest dei principali bersagli nell'area della frana. In evidenza nel cerchio giallo l'autostrada A5 (verde) e il raccordo al traforo del Monte Bianco rappresentato dalla SS. 26 dir. (rosa). Al centro-destra del cerchio i due abitati di La Palud ed Entrèves.

L'area interessata dal fenomeno franoso ha una superficie di 150.000 m² circa, con una larghezza massima di 350 m ed una lunghezza massima di 500 m. Il volume complessivo che può essere coinvolto nel collasso è di circa 8.000.000-8.500.000 m³. Le indagini geognostiche e geotecniche, unitamente al record dei dati di monitoraggio indicano che la superficie di svincolo principale del fenomeno è situata a profondità variabili tra i 60 ed i 90 m dal piano di campagna.

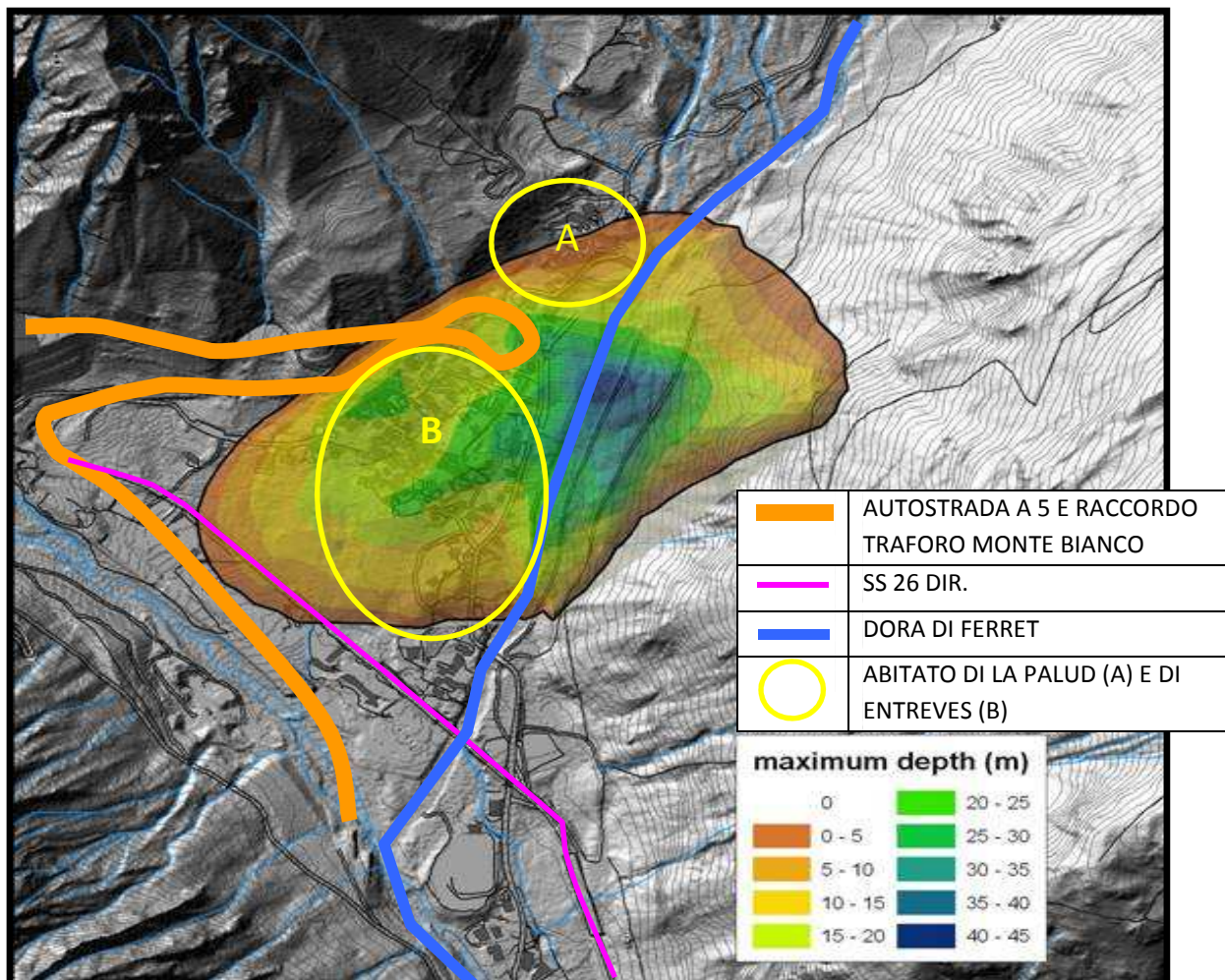


Figura n. 3: Carta degli spessori dell'accumulo di frana in caso di collasso totale calcolato sulla delle simulazioni numeriche e delle sue interferenze con il territorio.

Il contesto territoriale di riferimento, potenzialmente soggetto a gravi impatti, è rappresentato da due ambiti distinti, entrambi situati nel territorio dell'alta valle d'Aosta, in prossimità del confine con la Francia.

Gli impatti sul primo ambito territoriale sono di tipo diretto e sono originati dalla possibile discesa della frana sul fondovalle sottostante, nel quale è situato un centro abitato ed alcune importanti infrastrutture a rischio di importanza per l'economia della regione e del Nord-Ovest dell'Italia. Tali bersagli sono:

a) Gli abitato di Entrèves e La Palud (frazioni del Comune di Courmayeur), con una popolazione residente 430 residenti cui si sommano 562 ospiti alberghi considerando le seconde case si arriva ad una presenza massima nella zona pari a 2692 persone nei periodi di maggior frequentazione turistica;

b) La Strada statale 26 dir., la quale costituisce l'unico accesso al traforo internazionale del Monte Bianco (T 1), sia tramite viabilità ordinaria sia autostradale (A5 Torino-Courmayeur).

Gli impatti diretti su tale ambito territoriale, considerando che, in base alle simulazioni numeriche, la discesa dell'intera frana porterebbe al seppellimento dell'abitato e dell'arteria di comunicazione internazionale sotto una coltre di materiale detritico di spessore variabile tra i 20 e 40 m, sono rappresentati dalla palese minaccia per la pubblica incolumità, dalla potenziale distruzione di valore immobiliare di elevato pregio turistico quantificabile in svariate centinaia di milioni di Euro, e dalla chiusura, per un periodo imprecisato dell'arteria di comunicazione internazionale tra Italia e Francia, la cui chiusura a seguito dell'incendio del 24 marzo 1999 causò rilevanti danni economici sia all'economia della Valle d'Aosta che a quella del resto d'Italia.

Il secondo ambito territoriale, che è invece soggetto ad impatti di tipo indiretto, è rappresentato da un areale che si estende dalle immediate vicinanze della zona d'impatto diretto fino all'intero territorio regionale. Infatti, la caduta della frana provocherebbe numerose gravi ricadute a livello economico e sociale sul territorio di riferimento, dei quali si elencano di seguito i principali a titolo indicativo ma non esaustivo:

- a) L'impossibilità di accedere al territorio della Val Ferret con evidente danno economico per le strutture ricettive e ricreative di tale territorio;
- b) L'interruzione di servizi essenziali (linee elettriche, acquedotti e fognature) fondamentali per la Val Ferret e per il Comune di Courmayeur. Nel caso di danneggiamento della rete acquedottistica sarebbe inoltre inibito l'approvvigionamento idrico per il contiguo Comune di Pré-St-Didier;
- c) L'interdizione dell'accesso alla nuova Funivia del Monte Bianco, investimento strategico per l'Amministrazione regionale, con un conseguente danno economico;
- d) La ricaduta in termini negativi sull'immagine turistica di una località di richiamo internazionale con danni economici difficilmente quantificabili ma destinati probabilmente a durare per molti anni;
- e) La forte perturbazione dell'equilibrio ambientale e paesaggistico di un sito naturalistico di prestigio mondiale.

2. INDAGINI CONDOTTE NEL PERIODO 2003-2008

Lo stato del versante nord-occidentale del Mont de la Saxe in Comune di Courmayeur è tenuto sotto controllo ormai da decenni. Nel corso del 2001, la Regione, avendo riscontrato la persistenza di indizi di attività sul versante, ha provveduto ad incaricare il Prof. Geol. Andrea Cancelli di Milano, per la redazione di uno studio finalizzato all'acquisizione dei dati tecnici necessari a delineare delle ipotesi di evoluzione del versante e ad attivare un sistema di monitoraggio.

Attraverso tali studi e il sistema di monitoraggio attivato è stato possibile seguire l'evoluzione del versante dal punto di vista geologico nel corso degli ultimi anni.

3. ATTIVITÀ DEL PERIODO 2008-2012

Nel corso del 2008 si sono verificati alcuni crolli che, tra l'altro, hanno in parte interessato il piazzale "Retegno" di Entrèves, comportando la parziale chiusura dello stesso nell'agosto 2008. Nel mese di ottobre 2008 è stata rilevata la formazione di nuove fessure di trazione e danneggiamenti alla copertura boschiva di alto fusto, accompagnati dal verificarsi di alcuni crolli frontali, segni di un incremento delle velocità di spostamento del corpo di frana.

Nel 2009 si sono quindi avviate una serie di azioni per monitorare lo stato del versante e per approfondire lo stato conoscitivo del dissesto.

All'indirizzo e al coordinamento delle attività necessarie a fronteggiare tale situazione di pericolo provvede un gruppo di lavoro composto dalla direzione regionale della protezione civile, dal dipartimento della difesa del suolo e delle risorse idriche, dal servizio geologico e dal comune di Courmayeur, da un rappresentante del dipartimento nazionale della protezione civile (dott. Corazza), viste le possibili interferenze anche con la viabilità internazionale. Gli esperti coinvolti sono il Prof. Geol. Andrea CANCELLI e all'Ing. Paolo CANCELLI dello Studio Cancelli Associato di Milano, il Dott. Geol. Andrea TAMBURINI della Società IMAGEO s.r.l. di Torino e il Prof. Geol. Giovanni CROSTA (di seguito, per brevità: "Tavolo tecnico").

Sulla base di tali indagini è stato stabilito che il movimento era caratterizzato da un volume di materiale valutato in circa 8,3 milioni di metri cubi e da spessori variabili tra 46 metri e 73 metri, potendo interessare un'area molto ampia che comprende il centro abitato di Entrèves oltre che la viabilità internazionale al tunnel del Monte Bianco.

Lo stato del movimento franoso stato posto sotto controllo mediante un sistema di monitoraggio automatico che controlla sia gli spostamenti superficiali (attraverso un radar, alcuni gps automatici e punti topografici) sia quelli profondi. I dati raccolti dal sistema di monitoraggio sono finalizzati alla valutazione del superamento di valori soglia sui quali è impostato il Piano di protezione civile comunale. Sulla possibile area interessata eventualmente dalla frana sono stati imposti vincoli all'edificabilità: sono ammessi solo gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria e alcuni interventi di ristrutturazione sugli immobili esistenti.

Pertanto, nel periodo 2008-2012, la maggior parte delle indagini geologiche e geotecniche condotte sul fenomeno in oggetto è stata finalizzata a definire in via prioritaria l'assetto geotecnico locale della massa in frana, la sua reologia, i volumi mobilizzabili, le aree d'invasione in caso di collasso, le strategie di monitoraggio, in un'ottica indirizzata alla dettagliata definizione di scenari di evento per la gestione del fenomeno e dei suoi effetti, secondo procedure di protezione civile finalizzate principalmente a garantire una pronta evacuazione degli ambiti territoriali potenzialmente interessati dal fenomeno.

Le indagini condotte in tale periodo, unitamente ai dati del monitoraggio in continuo, hanno poi permesso di individuare, in via preliminare, la causa principale del fenomeno, ascrivibile, come nella maggior parte dei casi di questo tipo, alla circolazione di acque in profondità provenienti dallo scioglimento delle coltri nevose deposte in quota dalle precipitazioni invernali.

La frana del Mont de La Saxe è pertanto storicamente soggetta a riattivazioni ed accelerazioni principalmente nella stagione primaverile (periodo aprile-giugno).

4. EVOLUZIONE DEL FENOMENO FRANOSO A PARTIRE DAL MAGGIO 2012 E FINO AL GIUGNO 2013 ED ATTIVITÀ CONSEGUENTI.

In data 2 maggio 2012 si è verificato, per la prima volta da quando il fenomeno è monitorato in continuo dalla rete regionale, un evento di attivazione di rilevante entità, con superamento della soglia strumentale di preallarme.

Di conseguenza, il 2 maggio 2012 si è avuto per la prima volta alla diramazione, da parte della Struttura attività geologiche, dello stato di preallarme ai sensi della procedura vigente. Lo stato di preallarme è stato poi revocato in data 31 luglio 2012. Nel primo pomeriggio del 25 maggio poi, un crollo lapideo del volume di circa 500 m³-1.000 m³ si è prodotto dalla parte interessata ed i volumi di roccia più grandi si sono arrestati sulla sponda sx del torrente, confermando quindi i risultati delle simulazioni eseguite nei giorni precedenti.

Nel corso di detta fase si è evidenziata la presenza di un settore della frana, ad evoluzione accelerata, ben identificabile sia dalla rete di monitoraggio strumentale, che sul terreno per la presenza di diffusi indizi di cedimento.

Il *feedback* informativo proveniente dalla prima ragguardevole accelerazione del fenomeno, ben marcata dalle osservazioni di terreno, ha indotto l'Amministrazione regionale ad accelerare tutte le possibili attività volte a mitigare in maniera attiva e/o passiva l'evoluzione del fenomeno ed i suoi effetti.

Per fare ciò, fin dalla riunione del Tavolo tecnico del 31 maggio 2012 sono state individuate alcune direttrici d'intervento volte a:

- 1) Individuare, se possibile, scenari di crollo di volumi limitati del corpo di frana al fine di consentire un'attivazione graduale e più efficace delle procedure di protezione civile;
- 2) Intervenire per drenare il più possibile le acque sotterranee affluenti al corpo di frana, acquisendo nel contempo il maggior numero di informazioni idrogeologiche in modo tale da individuare al meglio i settori da drenare e, nel contempo permettere la progettazione di futuri interventi di drenaggio più impegnativi (ad es.: una galleria drenante/filtrante);
- 3) Affiancare le attività di cui al punto 3 con la costruzione di un accurato modello geologico di riferimento, da estendersi a scala di versante, e di supporto alla costruzione di un accurato modello idrogeologico volto ad ottimizzare la realizzazione degli interventi di drenaggio delle acque, e l'identificazione di eventuali ulteriori zone di versante suscettibili di attivazione.

Tali attività sono state attivate con il supporto di un gruppo di esperti così composto: il Prof. Geol. Andrea CANCELLI e all'Ing. Paolo CANCELLI dello Studio Cancelli Associato di Milano, il Dott. Geol. Andrea TAMBURINI della Società IMAGEO s.r.l. (Spin-off dell'Università di Torino) e il Prof. Geol. Giovanni CROSTA. Successivamente, a partire dal 2012, con l'emergere della necessità di approfondire alcune direttrici d'indagine, sono stati coinvolti altri enti ed esperti, quali la Prof. Marina De Maio, della Società ISENET s.r.l. spinoff del Politecnico di Torino per l'idrogeologia, il CNR-IRPI GMG, per il monitoraggio dei domini cinematici, la Soc. Geodes con il Prof. Geol. Giorgio Martinotti (direttore di rilevamento del foglio "Courmayeur" della nuova carta geologica d'Italia nell'ambito del progetto CARG), per la geologia di base e strutturale e l'elaborazione del Modello Geologico di Riferimento (MGR).

4.1 Eventi dell'inverno 2012-2013

Nell'inverno 2012-2013 si sono verificati due eventi di accelerazione tre dicembre 2012 e gennaio 2013. Entrambi gli eventi hanno riguardato il settore destro (storicamente il più attivo) della zona in frana.

Conseguentemente a tali attivazioni la Soc. GEODES (consulente RAVA per la geologia di base e l'elaborazione del Modello Geologico di Riferimento) emetteva una nota tecnica all'attenzione della struttura attività geologiche (rif. 010115 del 18 gennaio 2013), indicante la possibilità di distacchi di volumi parziali del corpo di frana, variabili fino a un milione di metri cubi.

Pertanto l'Amministrazione regionale, prendendo atto che:

1. alcuni settori del versante in frana di volume non precisato ma inferiore a quello attualmente indicato dagli scenari di protezione civile possono essere mobilitati per fenomeno di crollo;
2. in alcuni settori del versante si possono verificare fenomeni di mobilitazione delle coltri superficiali di volume non precisato ma inferiore a quello indicato dagli scenari di protezione civile in seguito ad eventi pluviometrici anche di media intensità;
3. i fenomeni di cui ai punti 1 e 2 sono più probabili nella stagione primaverile e in quella autunnale.

provvedeva con nota prot. 893/GEO in data 25/01/2013, a richiedere al gruppo di esperti incaricato ai sensi del provvedimento dirigenziale n. 4121 del 26/09/2012 e della DGR 220 del 30/01/2009, una valutazione in merito all'opportunità della definizione di nuovi scenari di frana ad evoluzione più rapida, pur se di volumetria inferiore a quello già definito nel 2010.

Nel periodo 01-03 febbraio 2013, si manifestava poi una riattivazione anomala del settore C, che evidenziava una probabile risposta anche ad eventi meteorici di media intensità.

Tale scenario veniva confermato dall'attivazione avvenuta intorno al 1 febbraio, 2013, in concomitanza di precipitazioni piovose verificatesi fino a quote di 1800 m circa.

Pertanto, conseguentemente alla rilevazione di quanto verificatosi nel periodo 01-03 febbraio 2013, in data 21 febbraio 2013 il Dirigente della Struttura organizzativa attività geologiche ha provveduto, con propria nota prot. 1828/GEO a richiedere al gruppo di esperti di supporto:

- a) Di confermare o meno, sulla base degli eventi appena verificatisi, le ipotesi formulate dalla Struttura attività geologiche in merito all'opportunità di elaborare nuovi scenari di evento per mobilitazione delle coltri superficiali e settori parziali del corpo di frana;
- b) In caso di riscontro affermativo al quesito sub a), di sottoporre alla Struttura organizzativa attività geologiche una proposta tecnica di attività con relativa quantificazione economica entro il 28 febbraio 2013.

Il gruppo di esperti riscontrava positivamente la richiesta della Struttura attività geologiche e provvedeva ad avviare le attività di elaborazione, i cui risultati sono ora a disposizione della scrivente amministrazione e formano la base tecnica di supporto alla realizzazione degli interventi in progetto.

4.2 Evento di riattivazione del 19 aprile 2013

A partire dal 18 aprile 2013 le reti di monitoraggio facevano registrare un sensibile incremento nelle velocità di alcuni capisaldi TCA e GPS portando alla diramazione dello stato di preallarme. La riattivazione in corso riguardava il settore destro del fenomeno, identificato come il più attivo nel corso delle attività di monitoraggio.

La struttura attività geologiche procedeva pertanto a richiedere al team di esperti incaricato della redazione degli scenari di evento, la definizione con urgenza di uno scenario di evento speditivo nell'ipotesi di mobilitazione del fianco destro del corpo di frana.

Nel pomeriggio del 19 aprile il team di esperti, nella persona del Prof. Geol. G. Crosta, ordinario di geologia applicata presso l'Università di Milano Bicocca, provvedeva a fornire alla Struttura due nuove ipotesi di scenario concernenti la possibile mobilitazione per crollo di un volume del corpo di frana pari al 650.000 metri cubi complessivi, in condizioni di minor azione delle pressioni neutre ($cu=0.1$) e maggior azione delle pressioni neutre ($cu=0.2$).

Successive raffinazioni hanno portato a definire alcuni scenari minori ma comunque rilevanti, che comportano l'invasione del fondovalle da parte di masse franose di volumi variabili tra 650.000 m³ e 2.000.000 di m³.

A partire dal 19 aprile 2013, quindi, ai fini dell'adozione delle misure di protezione civile per la frana del Mont de La Saxe vengono individuati complessivamente alcuni scenari minori rispetto allo scenario principale di *top event*, il cui accadimento comporta l'invasione di aree aventi superficie progressivamente decrescente.

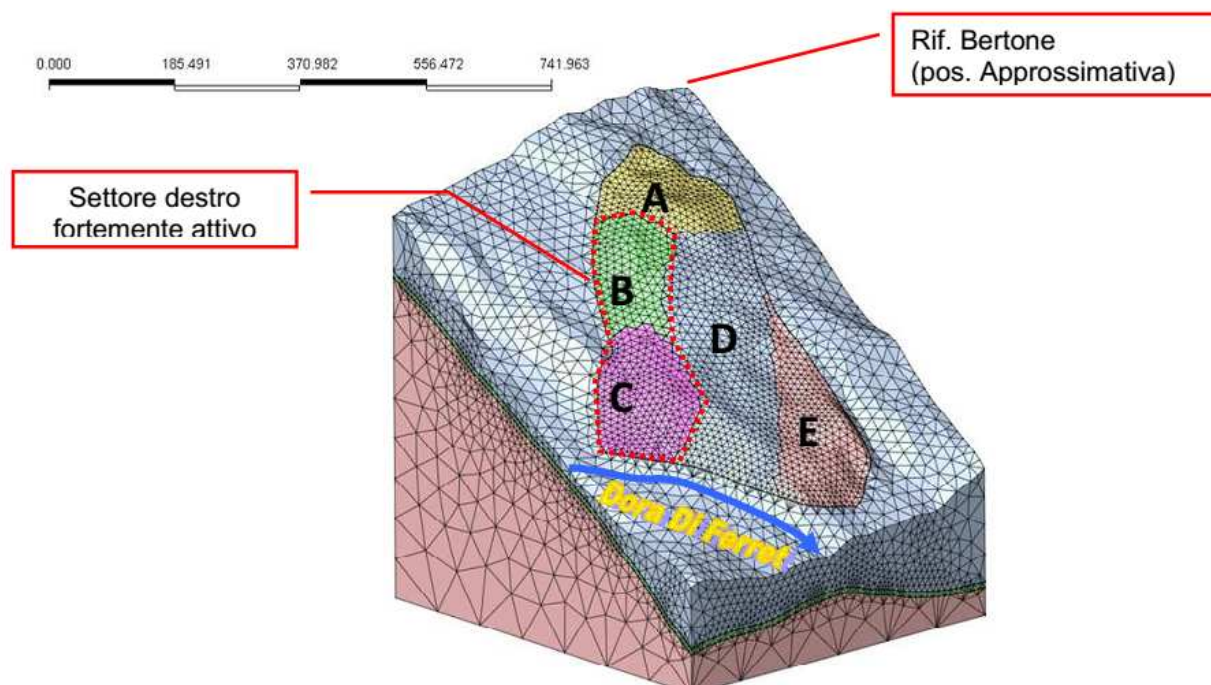


Figura n. 4 – Suddivisione del corpo di frana in settori omogenei sulla base del cinamatismo. Le zone più attive nel maggio 2013 erano la B e la C con gli spostamenti maggiori nel settore C

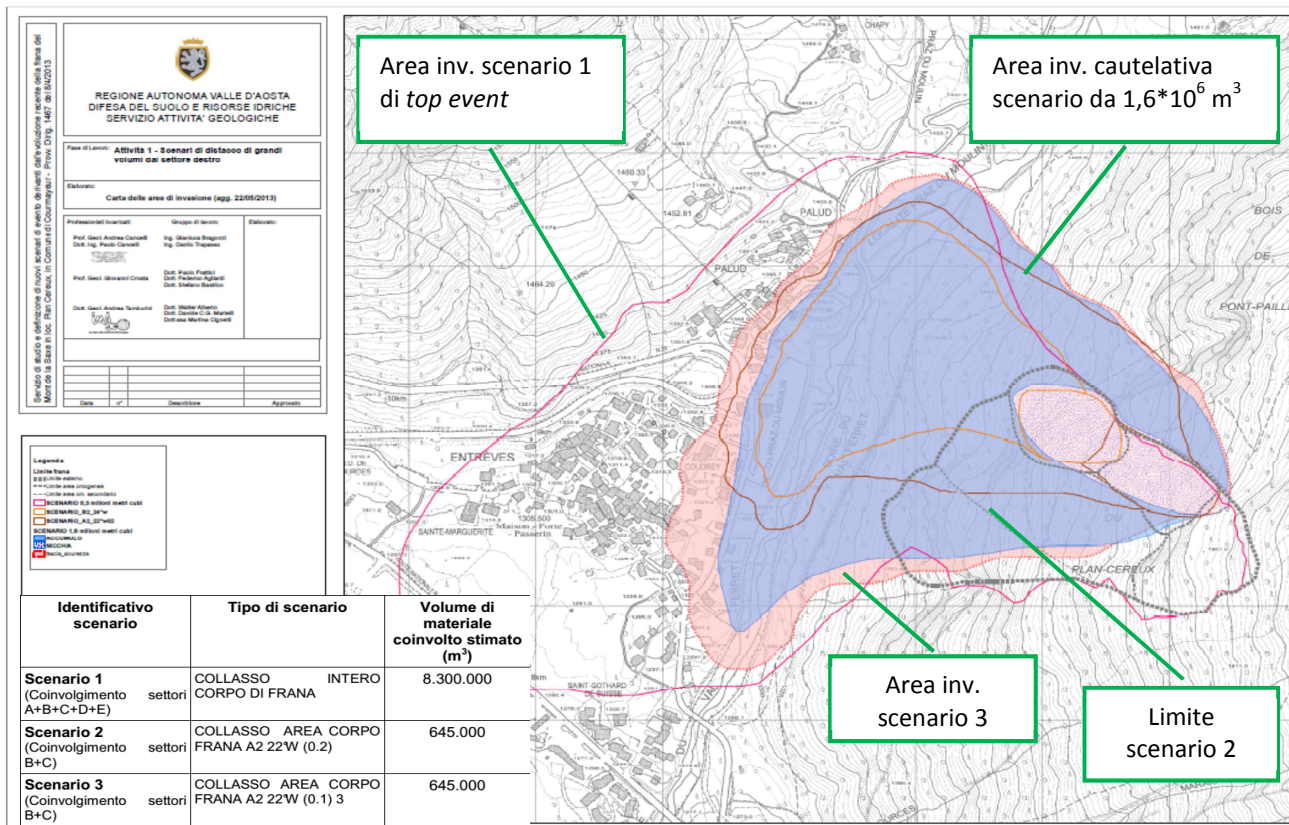


Figura n. 4 – Distribuzione topografica delle aree di invasione per i diversi scenari di evento

Il Comune, a scopo cautelativo, provvedeva all'adozione delle procedure di protezione di competenza nell'area d'invasione dello scenario 3, mentre attivava la propria fase di approntamento delle misure di protezione civile per lo scenario 2.

Nelle ore successive alla diramazione del preallarme per lo scenario 3, il perdurare del trend di accelerazione sui capisaldi della rete TCA nel settore basso del fenomeno (C) portava alla diramazione dell'avviso di allarme per lo scenario 3 e del preallarme per lo scenario 2. Per lo scenario 1 veniva attivata, a livello interno da parte della struttura attività geologiche, una fase di vigilanza.

Le ragioni della riattivazione del 19 aprile sono da ricercarsi nella deposizione di una coltre di neve di rilevante spessore (fino a 2 m ca.) anche a basse quote, seguita da un forte e repentino rialzo di temperatura che hanno prodotto un afflusso rapido di acqua in profondità, dando luogo ad una forte riattivazione della frana.

La frana del Mont de La Saxe non ha mai mostrato sensibilità a fenomeni di questo tipo mostrando invece il classico comportamento delle grandi frane controllate da superfici di scivolamento profondo, le quali presentano riattivazioni stagionali legate all'afflusso in profondità di acque di scioglimento.

Il processo di continua degradazione degli strati più superficiali, dovuto al progressivo e inarrestabile deterioramento delle proprietà geotecniche dei materiali costituenti parte del corpo di frana, fa sì che, nel tempo, alcuni settori maggiormente degradati presentino sempre maggior sensibilità diretta agli eventi meteorici.

Nei giorni successivi, sulla base del perdurare del trend evolutivo dell'intero fenomeno, la Struttura attività geologiche ha iniziato a trasmettere alle autorità di protezione civile un quadro

generale del fenomeno franoso del Mont de La Saxe, mediante l'inserimento, all'interno dei rapporti di evento periodici, di un sinottico indicante, per ciascun scenario di evento disponibile, la condizione di allertamento, nonché la tendenza ipotizzabile sulla base dei fattori predisponenti che, normalmente, condizionano l'evoluzione del fenomeno (afflusso di acqua in profondità, evoluzione del fenomeno sulla base delle velocità registrate, ecc.).

4.3 Accelerazione del fenomeno ed emissione dello stato di allarme per lo scenario A2 22°W (0.2) in data 19 maggio 2013

Nel periodo 19 aprile -19 maggio 2013 il settore più attivo del fenomeno ha mantenuto velocità nettamente superiori alle soglie di allarme mentre il settore altimetricamente più alto del versante destro (settore B) ha presentato evidenti indizi di "richiamo".

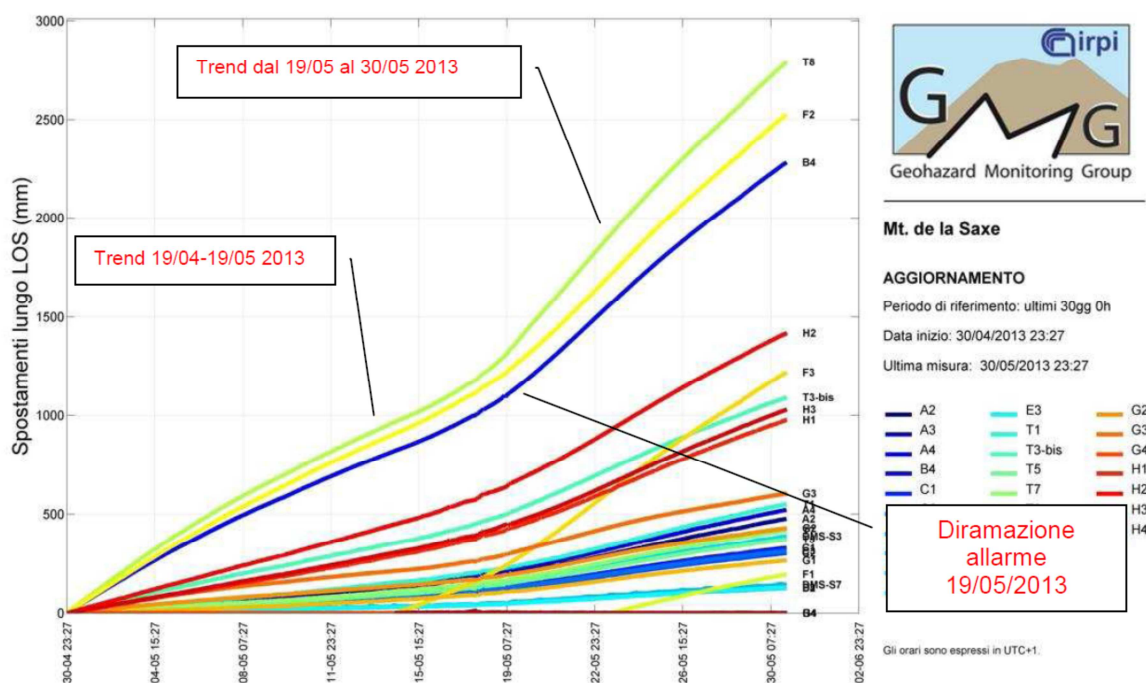


Figura n. 5 - Spostamenti cumulati della Frana del Mont de La Saxe misurati lungo linea di mira dalla rete TCA. Periodo 30/04/2013-19/05/2013.

A partire dal 19 maggio, quindi, anche in considerazione del crescente stato di saturazione del corpo di frana del settore destro (settori B+C), si riscontrava una forte accelerazione di tutti i prismi della zona "bassa" (settore C) nonché il superamento della soglia di allarme da parte del prisma H2 nel settore "alto" del volume mobilizzabile di 645.000 m³. Tali dati strumentali, unitamente alle evidenti condizioni di saturazione dell'ammasso, hanno determinato il passaggio alla condizione di ALLARME per lo scenario 2. Tale passaggio veniva notificato a mezzo fax alle autorità competenti, che attivavano le misure di protezione civile di competenza.

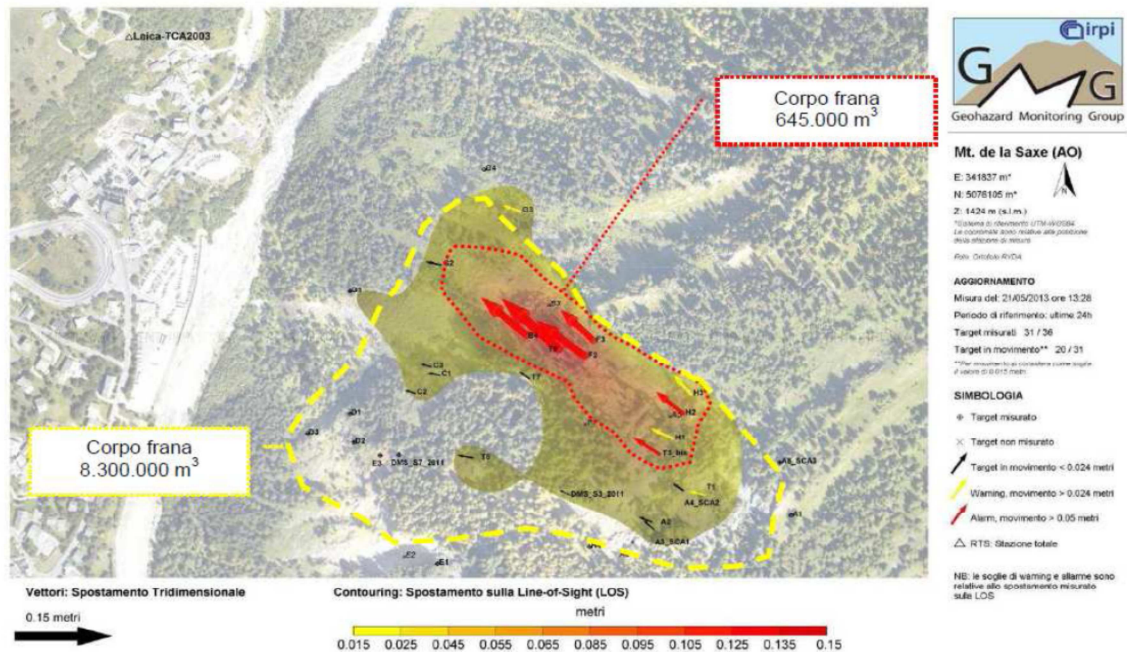


Figura n. 56 - Vettori di spostamento a 24 h della Frana del Mont de La Saxe misurati lungo linea di mira dalla rete TCA. Situazione in data 21/05/2013. è evidente il coinvolgimento del settore “alto” del fianco destro.

L’emissione di successive allerte, per volumi non coincidenti con il volume massimo mobilizzabile ma comunque di rilevanti dimensioni e capaci, in fase di run-out, di coinvolgere sia insediamenti abitativi che la viabilità locale ed internazionale ha costretto le autorità competenti all’adozione di un articolata serie misure di protezione civile, tra cui le principali:

- 1) a carico dell’amministrazione comunale
 - a) L’evacuazione e l’alloggiamento in strutture all’uopo predisposte di circa 100 persone dal 19 maggio al 24 giugno 2013, con la relativa logistica;
 - b) L’attivazione di strutture di volontariato per la gestione del piano di protezione civile ed il supporto al monitoraggio della frana;
 - c) La revisione e l’adozione di integrazioni al piano comunale di protezione civile per quanto riguarda l’adozione di nuovi scenari quali risultavano dai nuovi fenomeni di mobilitazione parziale che si andavano progressivamente producendo;
 - d) L’esecuzione di interventi straordinari per l’adeguamento dell’impianto di allertamento tramite sirene ed interventi di protezione di tratti dell’acquedotto esistente.
- 2) a carico dell’amministrazione regionale:
 - a) La predisposizione di sistemi di monitoraggio aggiuntivi finalizzati a garantire la ridondanza ed il pronto allertamento in near-real time al fine di ridurre al minimo i tempi di interdizione degli ambiti territoriali e delle vie di comunicazione, riducendo così al minimo i danni economici e il disagio psicologico e logistico per le popolazioni coinvolte;
 - b) Il monitoraggio di terreno per meglio comprendere le geometrie coinvolte nel fenomeno tramite tecniche laser-scanner;
 - c) Il ricorso a risorse umane aggiuntive di elevata preparazione geologico-ingegneristica, a supporto delle strutture tecniche regionali coinvolte nelle attività di monitoraggio, volte a garantire il supporto al monitoraggio anche nelle ore notturne;

- d) L'esecuzione in regime di somma urgenza, di interventi di drenaggio immediato finalizzati, in via esplorativa a captare le acque in afflusso al corpo di frana, compatibilmente con la cantierabilità degli interventi consentita dalle condizioni di innevamento e sicurezza;
- e) Il supporto logistico (mezzi, elicotteri, predisposizione di accesso ai cantieri, ecc.), finalizzato alla corretta e pronta esecuzione degli interventi di cui sopra.

L'attivazione del piano comunale di protezione civile, oltre ad aver comportato l'evacuazione di circa 100 abitanti delle frazioni di La Palud e di Entreves e della val Ferret, ha determinato il blocco dell'intera circolazione nella Val Ferret, con danni economici rilevanti alle attività turistico alberghiere, e il preallarme anche per la circolazione internazionale da e per il traforo del Monte Bianco visto che la discesa di frane di grandi dimensioni quasi sempre genera grandi nubi di polveri derivanti dal disfacimento delle rocce coinvolte nei crolli, unitamente a rumore.

5. SITUAZIONE ATTUALE

Lo stato evolutivo del fenomeno, è ancora tale da suggerire la massima cautela nella gestione degli ambiti territoriali interessati da un possibile crollo.

Tale situazione è confermata dall'avvenuto superamento (in data 9 agosto) delle soglie di preallarme di due prismi della rete topografica automatizzata a seguito di precipitazioni con valori cumulati di 20 mm in 3 h (i dati sono ancora in fase di elaborazione). Si tratta del primo superamento di soglia di preallarme nel mese di agosto da quando la frana è monitorata in continuo (4 anni).

Un ulteriore superamento delle soglie di preallarme si è verificato nel mese di novembre 2013.

L'esperienza maturata negli ultimi mesi e specialmente a seguito dell'evento di riattivazione del novembre 2013 conferma che il volume più attivo della frana si mobilita non più solamente a causa dei cicli stagionali ma presenta riattivazioni anche a seguito di apporti meteorici con infiltrazione di acque superficiali.

Queste risultanze confermano la necessità, espressa nell'agosto 2013 in sede di redazione dell'istanza di dichiarazione dello stato di emergenza, di procedere con celerità alla realizzazione di opere di mitigazione passiva per proteggere il fondovalle da scenari di evento intermedi.

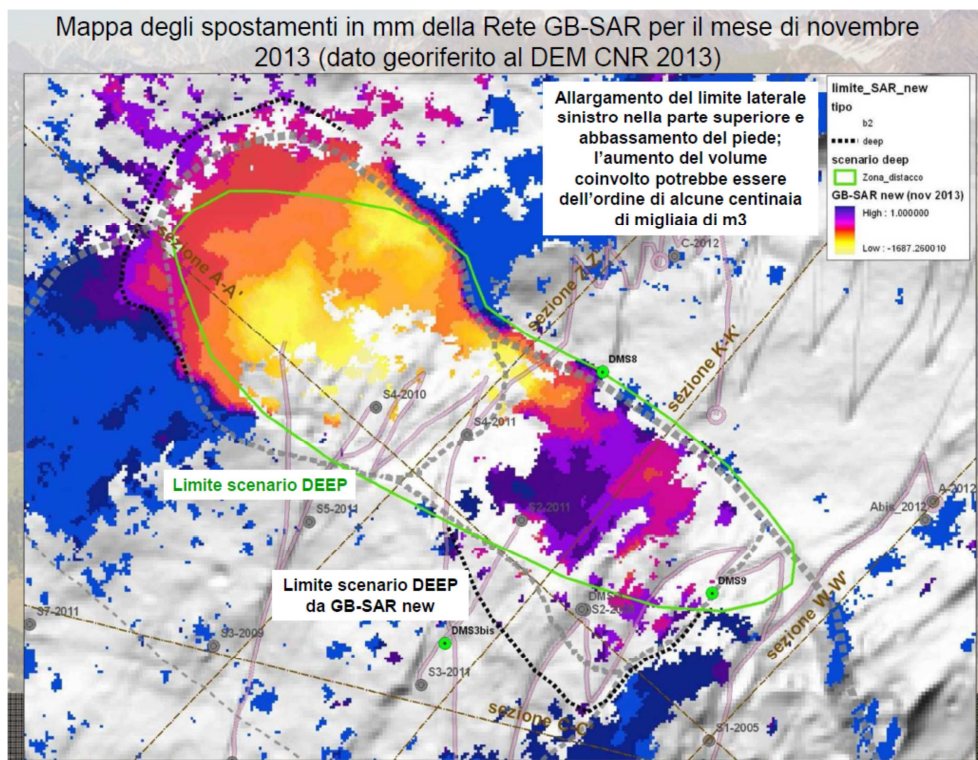


Figura n. 6 – Entità della riattivazione del settore destro della frana nel novembre 2013

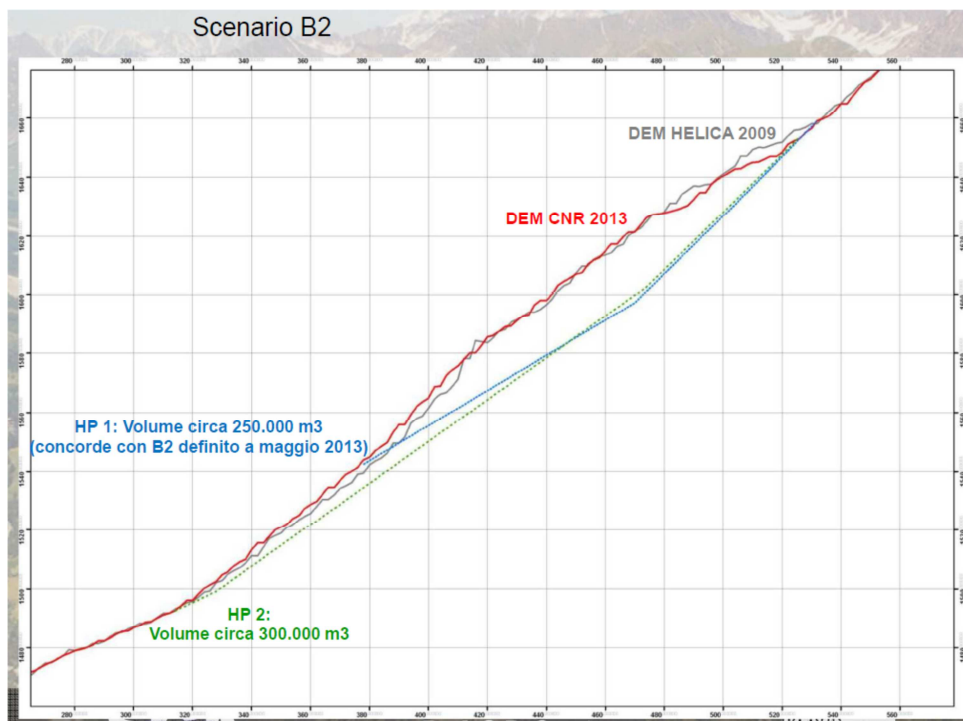


Figura n. 7 – Variazione del profilo del versante tra il 2009 (profilo grigio) e il 2013 (profilo rosso) misurata con rilievi laser di precisione lungo la sezione A-A' (tracciata in fig. 6). Risulta evidente lo spostamento verso il basso di parte del versante.

Complessivamente (Fig. 8), lo spostamento lungo la linea di mira nel periodo ottobre dicembre 2013 ammonta, nel settore più attivo della frana, a oltre 3 m (prisma T8) mentre nei settori meno attivi si sono registrati spostamenti medi intorno ai 25 cm.

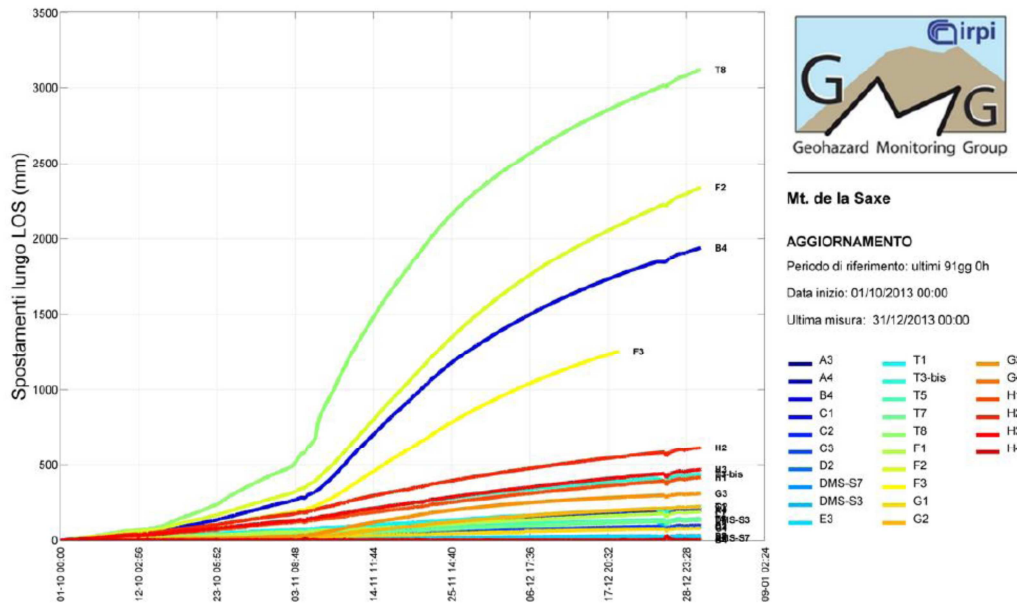


Figura n. 8 – Spostamenti cumulati della Frana del Mont de La Saxe misurati lungo linea di mira dalla rete TCA. Periodo 01/10/2013-31/12/2013.

L'analisi dei dati di spostamento relativa al periodo 01/10/2012-31/12/2013 evidenzia spostamenti di entità plurimetrica (oltre 13 m), ormai manifestamente evidenti sul terreno.

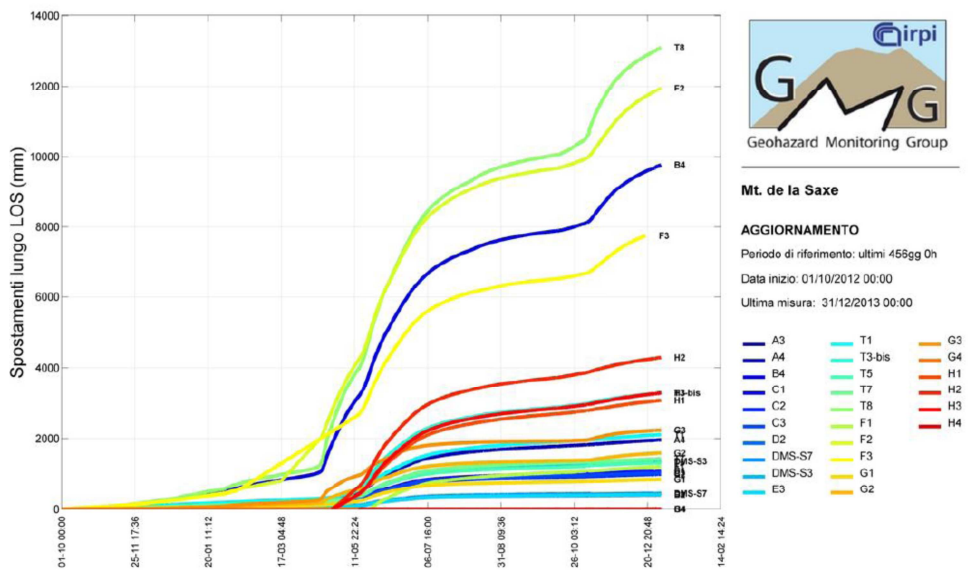


Figura n. 9 - Spostamenti cumulati della Frana del Mont de La Saxe misurati lungo linea di mira dalla rete TCA. Periodo 01/10/2012-31/12/2013.

Dall'analisi dei dati sopra esposti risulta quindi come si renda quindi necessario non solo, come accennato in precedenza, un intervento immediato volto a proteggere le popolazioni e le infrastrutture da scenari di evento di volumi limitati ma anche come sia importante, per la scrivente amministrazione, portare avanti un tentativo di rallentamento dell'evoluzione globale del fenomeno, pur con le notevoli difficoltà connesse alle condizioni ambientali e alla complessità geologica del fenomeno stesso.

Detto tentativo, consistente nel drenaggio, per quanto possibile, delle acque in afflusso al corpo di frana sarà condotto sulla base delle conoscenze geologiche e dei mezzi economici disponibili al momento dell'avvio dei lavori finanziati a valere sui fondi disponibili a seguito dell'emanazione della dichiarazione dello stato di emergenza.

Tali interventi di drenaggio sono pertanto caratterizzati da una probabilità insuccesso non trascurabile (anche se le prime indicazioni che derivano dalla campagna di drenaggio appena conclusa hanno dato risultati incoraggianti in termini di portate idriche emunte dal versante) ma appaiono comunque doverosi nell'ambito complessiva di una strategia di mitigazione del fenomeno che non deve lasciar nulla d'intentato a tutela della pubblica incolumità e della integrità di beni e servizi.

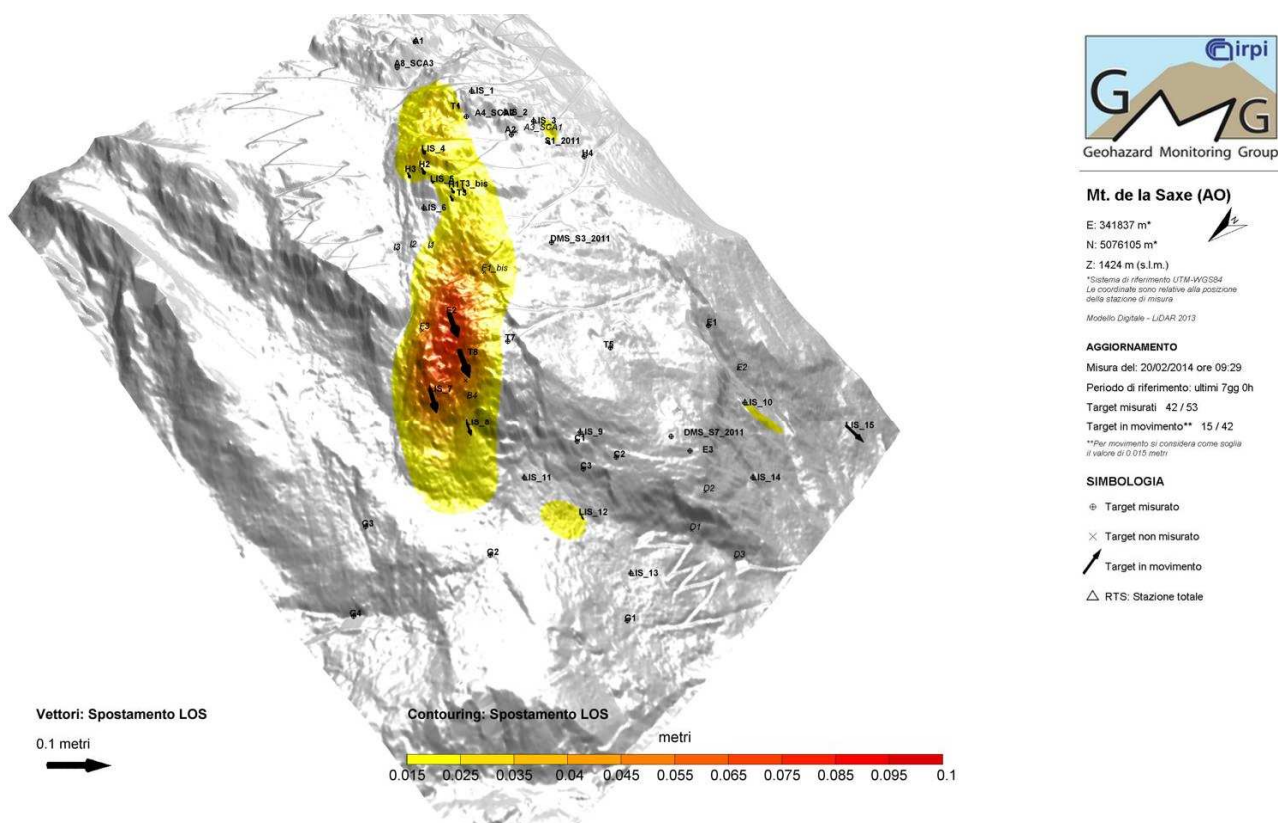


Figura n. 10 – Spostamenti cumulati della Frana del Mont de La Saxe misurati lungo linea di mira dalla rete TCA e sovrapposizione dati radar SAR su DTM CNR 2013. Il periodo di riferimento è la settimana dal 13 al 20 febbraio 2014. Risulta evidente il perdurare dell'attività del settore destro della frana.

PARTE SECONDA - PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE

1. PREMESSA

Sulla base degli studi eseguiti e dell'esperienza condotta nel corso della più recente situazione emergenziale l'Amministrazione regionale ha predisposto un articolato piano d'interventi sia tecnici che strutturali volti a far fronte, per l'ambito territoriale soggetto agli effetti diretti ed indiretti dei potenziali crolli della massa in frana, alle priorità del sistema di protezione civile, vale a dire:

- A) TUTELA DELLE VITE UMANE;**
- B) TUTELA DEI BENI MATERIALI;**
- C) TUTELA DELLA CONTINUITÀ DEI SERVIZI ESSENZIALI.**

2. ASSI DI INTERVENTO

Il piano degli interventi di seguito esposto si articola su tre assi volti all'ottimale conseguimento degli obiettivi sopra indicati ed è suscettibile di variazioni ed integrazioni di dettaglio in funzione di successive evoluzioni del fenomeno o di ulteriori risultanze derivanti dagli studi e dalle indagini ancora in atto.

Gli assi d'intervento sono i seguenti:

- 1) PREVISIONE**
- 2) MITIGAZIONE ATTIVA**
- 3) MITIGAZIONE PASSIVA**

All'interno di ogni asse sono individuate le misure operative per garantire, sulla base dei dati tecnico-scientifici e del ritorno dell'esperienza acquisita, un ottimale conseguimento degli obiettivi, come di seguito dettagliati.

2.1 Previsione

Al fine di garantire al meglio l'attività di previsione le misure che vengono assunte sono principalmente di monitoraggio e modellizzazione del fenomeno per mantenere costante il monitoraggio del fenomeno al fine di permettere l'*early warning* e la conseguente applicazione delle misure di protezione civile (protezione vite umane). La modellazione potrà/dovrà essere raffinata in funzione delle ulteriori evoluzioni del fenomeno in modo da fornire passo a passo informazioni circa i volumi coinvolti e la possibilità delle opere di protezione di contenere i volumi di frana con la conseguente necessità o meno di ricorrere a misure di evacuazione.

Si prevedono i seguenti interventi:

- a) Potenziamento rete di monitoraggio**

- b) Aggiornamento della modellizzazione (sulla base della futura evoluzione del fenomeno);**

2.2 Mitigazione attiva

La mitigazione attiva è volta conseguire il rallentamento dell'evoluzione della frana per ridurre la probabilità del collasso di volumi che potrebbero arrivare fino a coinvolgere l'intero corpo di frana, senza la possibilità che tali volumi posano essere trattiene efficacemente da opere di mitigazione passiva. Si tratta di un'attività caratterizzata da elevati margini d'incertezza che possono essere ridotti attraverso la realizzazione di indagini di terreno che devono procedere di pari passo con gli interventi di drenaggio e con ogni altra attività che potrebbe ridurre la velocità di evoluzione della frana. Le attività consistono quindi in intercettazione e drenaggio delle acque superficiali e sotterranee e si articolano in:

- a) **Interventi esplorativi**, volti ad individuare principalmente tramite indagini geologiche dirette (sondaggi) ed indirette (rilievi geologici e indagini geofisiche), i settori da cui affluiscono acque all'interno del versante ed i settori da cui eseguire interventi d'intercettazione/impermeabilizzazione o drenaggio;
- b) **Interventi d'intercettazione/impermeabilizzazione e drenaggio**: è prevista l'intercettazione delle potenziali fonti di alimentazione idrica in afflusso al corpo di frana ed il prosieguo delle attività di drenaggio delle acque profonde tramite fori di drenaggio. Si sottolinea che gli interventi finora eseguiti a partire dal novembre 2012 e più intensamente dal giugno 2013 consentono fino ad ora l'intercettazione e lo smaltimento di acque in afflusso al corpo di frana per una portata costante di circa 8 l/s. Visti gli esiti delle attività in corso e la necessità di poter proseguire con fori di drenaggio anche in condizioni climatiche avverse, si prevede inoltre lo studio di soluzioni che migliorino la capacità di drenaggio realizzabili in ogni momento.

Nel dettaglio gli interventi possibili che si intendono approfondire e, se ritenuti efficaci, realizzare sono:

- b.1) Prosecuzione della campagna di drenaggio profondo attraverso l'infittimento della rete di fori drenanti attuali;
- b.2) Realizzazione di una struttura logistica per consentire l'estensione del periodo utile alle attività di perforazione al di là della stagione estivo-autunnale. Dato l'ambiente climaticamente ostile e la presenza di pericoli di frana/valanga, la struttura migliore per consentire le perforazioni durante tutto l'anno è ovviamente una struttura in sotterraneo (cunicolo/galleria), la quale consentirà anche l'avvicinamento delle perforatrici ai piani di scorrimento basali della frana, lungo i quali vengono veicolate le acque sotterranee, e quindi un risparmio sui costi di perforazione grazie all'attraversamento di un minore spessore di terreno "improduttivo";
- b.3) Realizzazione di opere di by-pass in aree lontano dal corpo di frana ma connesse idrogeologicamente allo stesso.

2.3 Mitigazione passiva

Per meglio comprendere lo spirito che ha portato l'Amministrazione ad individuare tra le linee d'intervento anche la realizzazione di opere di mitigazione passiva, occorre richiamare l'evoluzione del fenomeno franoso negli ultimi due anni (2012-attuale). Le misure di protezione

civile individuate nel periodo 2008-2012 (vedi punto 3) miravano infatti a proteggere in primo luogo la popolazione minacciata dalla potenziale discesa dell'intera massa in frana (8.300.000 m³ circa). I dati disponibili non fornivano indicazioni relative al possibile distacco di volumi minori mentre era ed è ancora del tutto evidente che **non esistono interventi di mitigazione del rischio di natura passiva (vale a dire: opere di difesa) in grado di proteggere il territorio sotteso alla frana dalla discesa dell'intero corpo franoso.**

Premesso quanto sopra, si rende pertanto necessario evidenziare che gli scenari di evento attualmente individuati si possono classificare in tre categorie principali:

- 1) **Scenario definito come *top event*.** Consiste nella discesa dell'intera massa coinvolta nell'instabilità di versante. Tale evento, che *tra quelli possibili* è quello che presenta la più bassa probabilità di accadimento, è però l'evento che produrrà, in caso si verifichi, i danni maggiori. **È appunto l'evento catastrofico verso il quale non esistono opere di mitigazione di tipo passivo** in quanto le energie della massa in frana sarebbero troppo grandi;
- 2) **Scenari "intermedi" comportanti la mobilitazione di volumi compresi tra i 100.000 ed i 2.000.000 di m³.** Si tratta di scenari non ritenuti plausibili prima del 2012 e che invece presentano oggi una probabilità di accadimento superiore a quella del *top event*. Le analisi e gli studi condotti fino ad ora, supportati dai dati di terreno e di monitoraggio, mettono in luce che i crolli implicanti volumi di questi ordini di grandezza, in un *range* che arriva fino a 1.500.000 m³ circa, potrebbero essere efficacemente contenuti, o quanto meno ne potrebbero essere fortemente mitigati gli effetti, ai fini di proteggere i beni e i manufatti allocati nel territorio minacciato dalla frana. **Gli interventi di mitigazione passiva previsti dal presente piano sono finalizzati a fronteggiare gli eventi capaci di mobilitare volumi di questa entità.**
- 3) **Scenari "minori" comportanti la mobilitazione di volumi inferiori a 100.000 m³.** Si tratta di eventi che, in base agli studi disponibili, potrebbero essere contenuti dalla morfologia naturale del terreno (alveo della Dora di Ferret), ma che, specialmente per le volumetrie di entità maggiore, non esclusa la proiezione di frammenti anche di alcuni m³ verso le zone abitate. Tali eventi potranno comunque essere agevolmente contenuti dalle opere in progetto a difesa dagli scenari intermedi (punto 2) consentendo la piena fruibilità del territorio ed evitando l'interdizione di abiti territoriali di valenza turistica (parcheggi e strade) o l'evacuazione cautelativa di insediamenti abitati.

Le misure di mitigazione passiva in programma mirano quindi a soddisfare tre esigenze:

- a) **Difesa del territorio** (abitanti, beni, garanzia di continuità dei servizi essenziali) dal crollo di settori della massa in frana di dimensioni inferiori al volume di "collasso totale" (*top event*) ma comunque rilevanti (da alcune centinaia di migliaia di metri cubi fino a circa 1 milione di metri cubi);
- b) **Una più rapida restituzione alla fruibilità del territorio** e delle vie di comunicazione ad essi sottese anche in caso di parziale sormonto o danneggiamento delle opere in caso di caduta di volumi inferiori a quello di *top event* ma superiori a quelli per cui sono previste le opere. In questo caso sarebbe prevista l'evacuazione preventiva della popolazione ma vi sarebbe comunque la necessità di ripristinare prontamente le abitazioni, i beni ed i servizi essenziali. Inoltre andrebbe garantita l'incolumità dei lavoratori delle imprese impegnate nelle attività di ripristino;

- c) **Mitigare i danni al territorio ed alle infrastrutture** in caso di *top event* nei settori marginali della zona di accumulo dove le energie minori e gli spessori di materiali potrebbero essere comunque contenibili dalle opere in progetto.

Gli interventi previsti sono quindi i seguenti.

REALIZZAZIONE DI UN RILEVATO PER IL CONTENIMENTO DI CROLLI DI VOLUMI ISOLATI E DI MASSE ROCCIOSE DI DIMENSIONI SUPERIORI A 100.000 METRI CUBI

Si tratta di un intervento rilevante per dimensioni (l base max 20 m, h max 9 m) ed estensioni (circa 745 m) che deve essere realizzato con la massima celerità per i vincoli di tipo climatico gravanti sulla cantierabilità dell'intervento. Per tale motivo, non potendosi procedere, dati i tempi, ad una progettazione secondo i criteri standard, si prevede in parallelo alla realizzazione, una serie di indagini e prove geotecniche volte a certificare per quanto possibile la qualità dell'opera in vista del suo collaudo finale. Sono quindi compresi all'interno di questo asse anche le spese tecniche per l'assistenza alla progettazione, prove, collaudi e quant'altro.

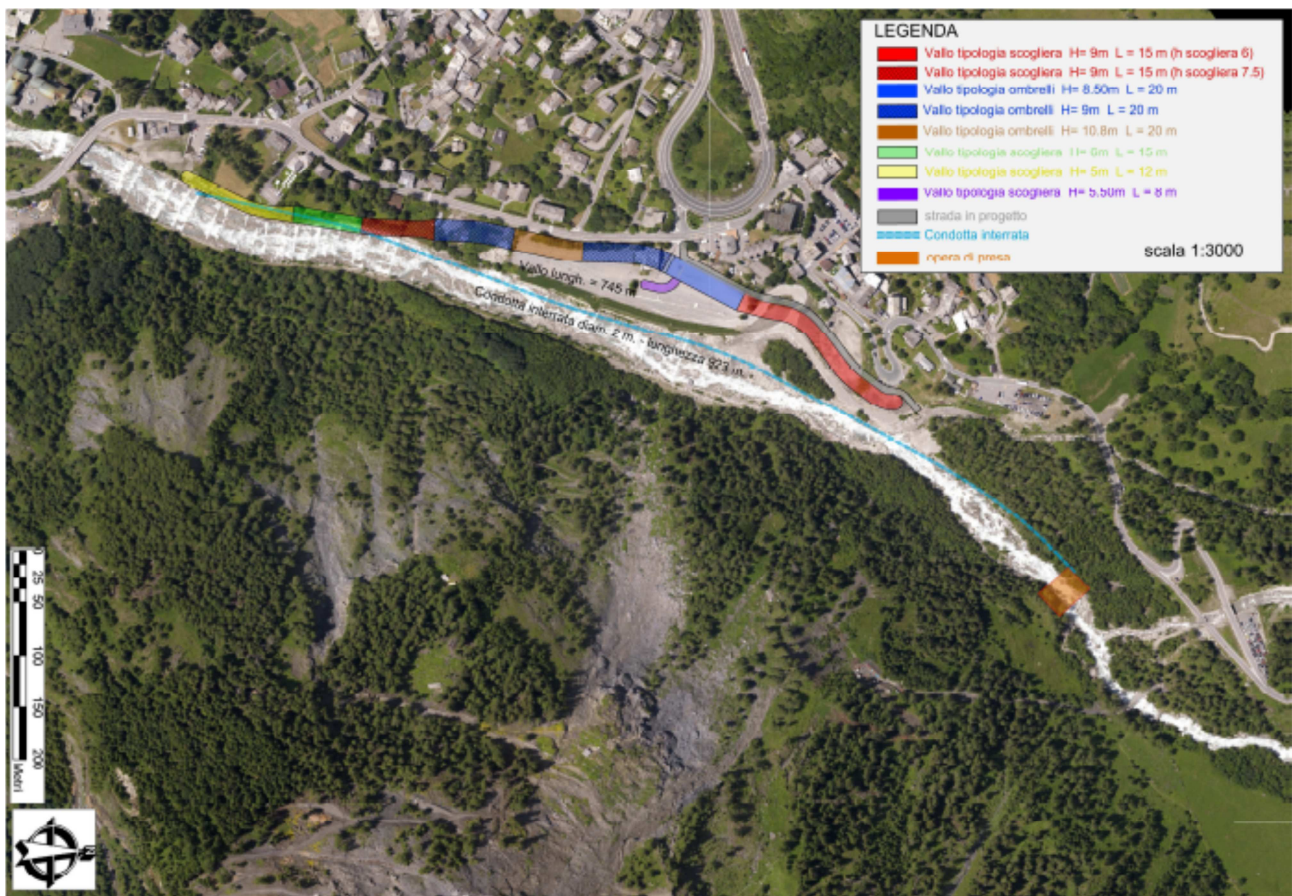
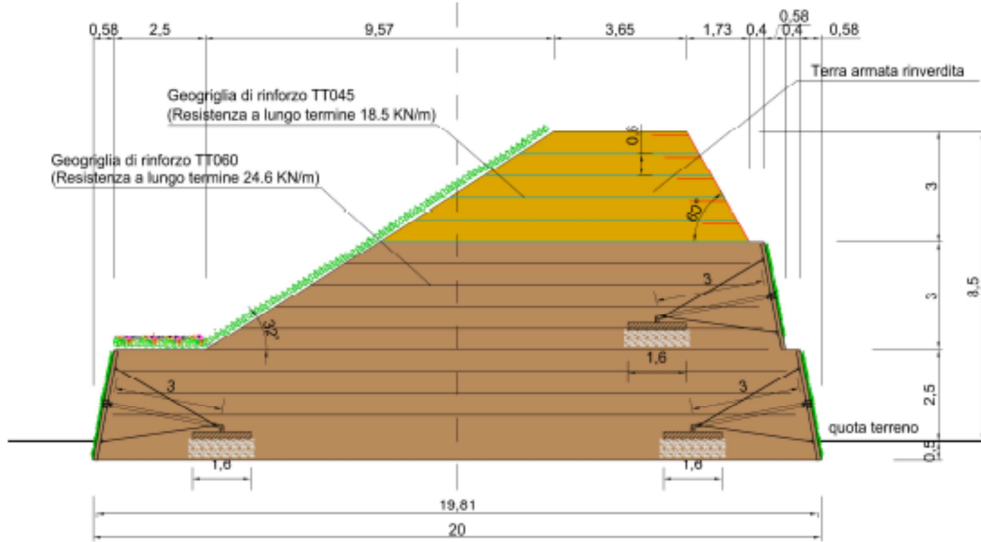


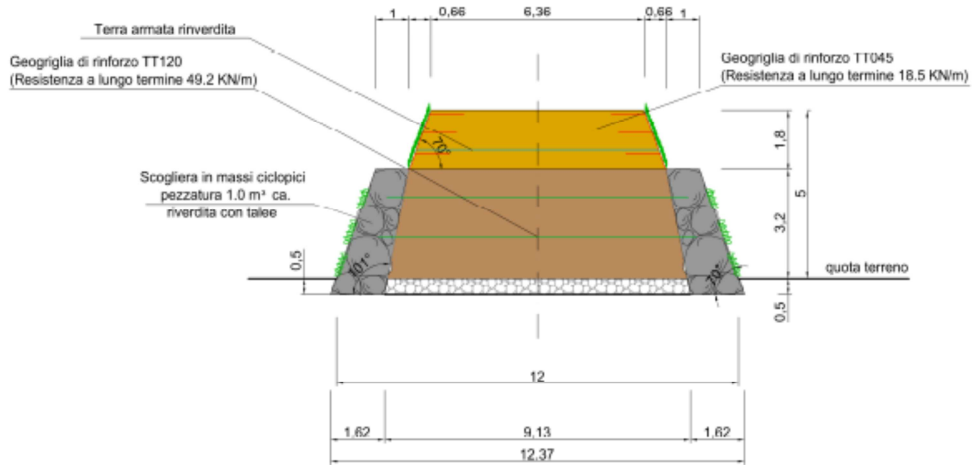
Figura n. 11 – Planimetria intervento



Vallo tipologia ombrelli H= 8.50m L = 20 m

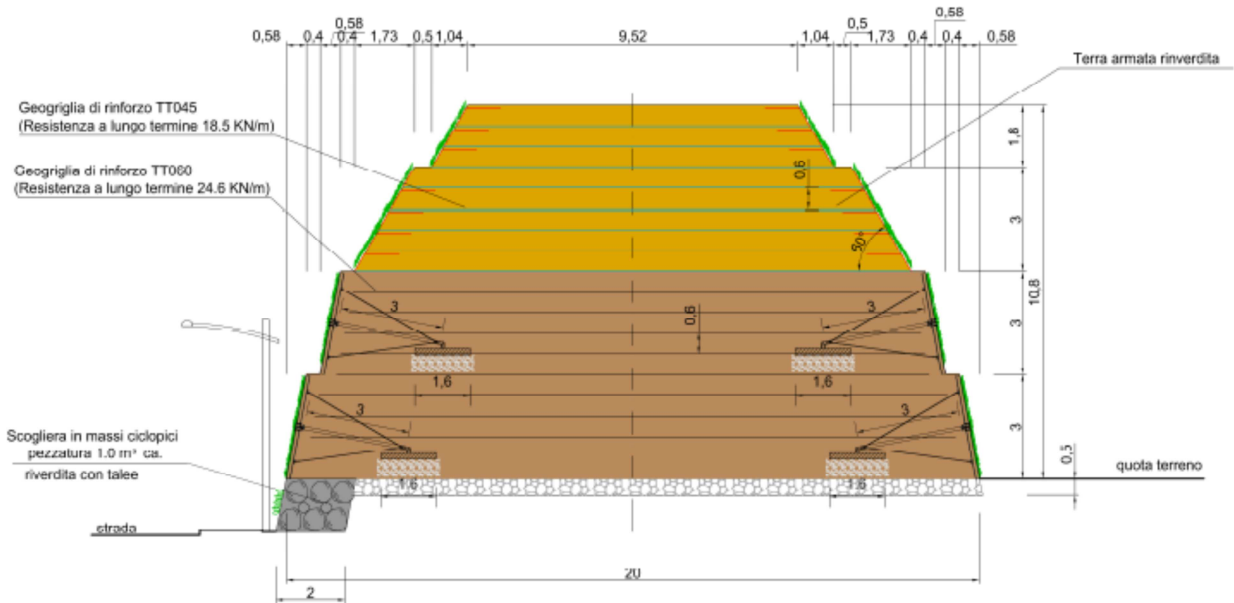


Vallo tipologia scogliera H= 5m L = 12 m

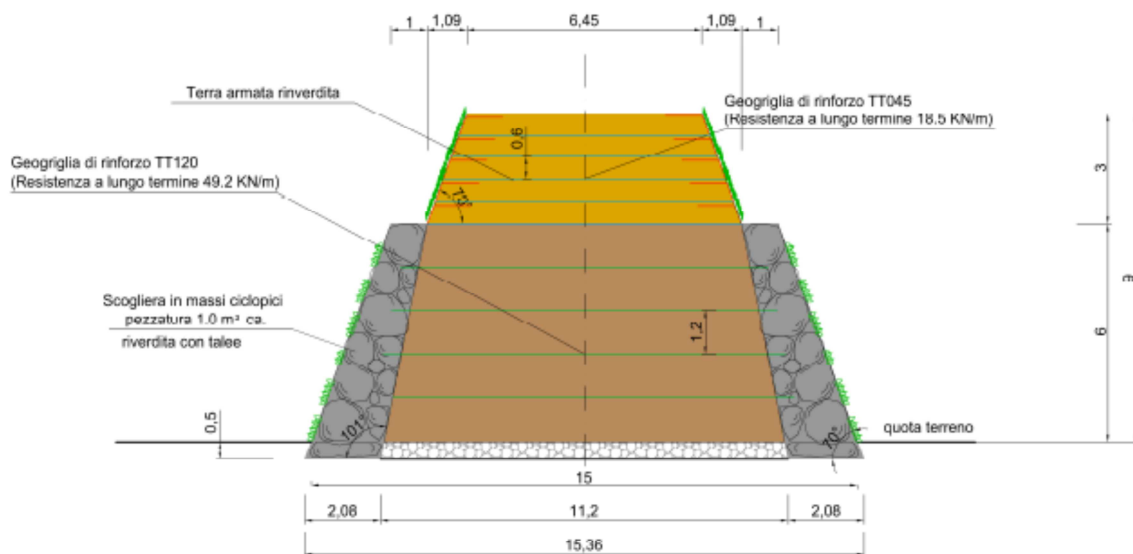




Vallo tipologia ombrelli H= 10.80 m L = 20 m
Tratto su scarpata

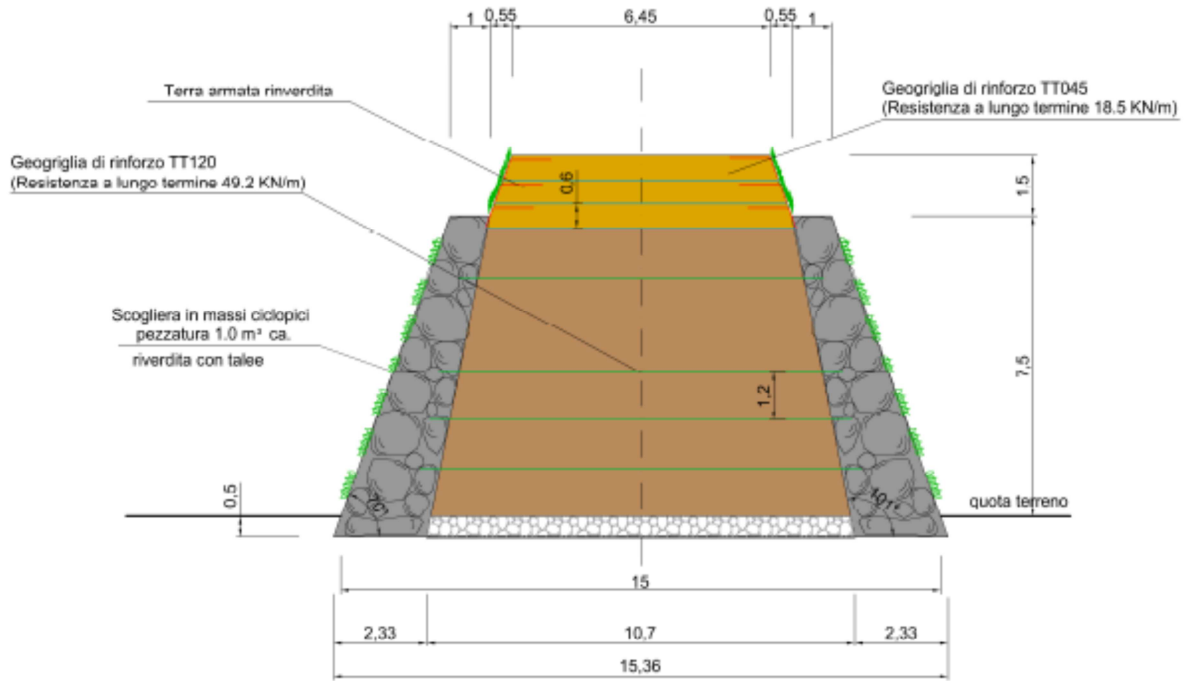


Vallo tipologia scogliera H= 9m L = 15 m
(scogliera altezza 6 m)

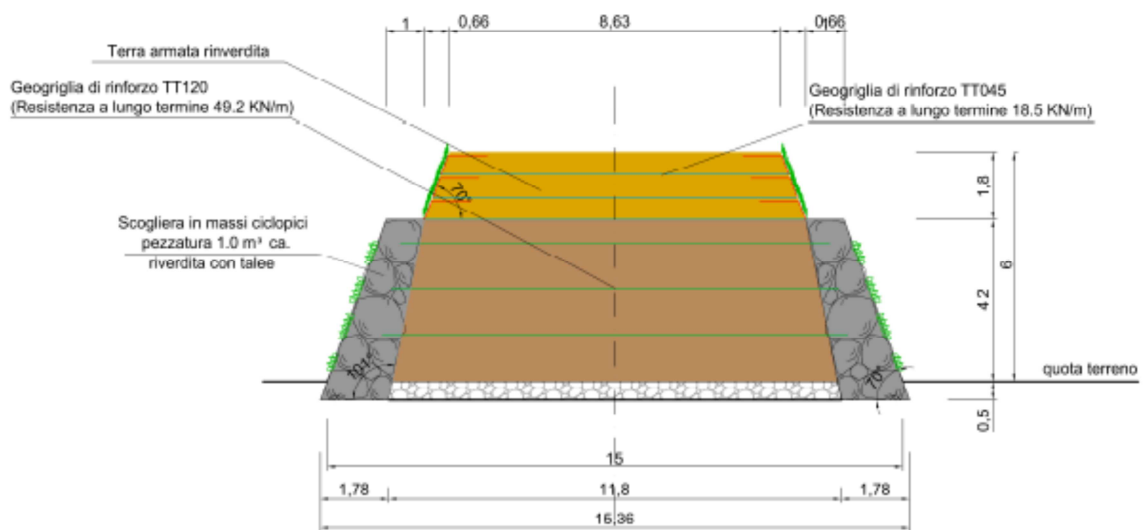




Vallo tipologia scogliera H= 9m L = 15 m
(scogliera altezza 7.5 m)

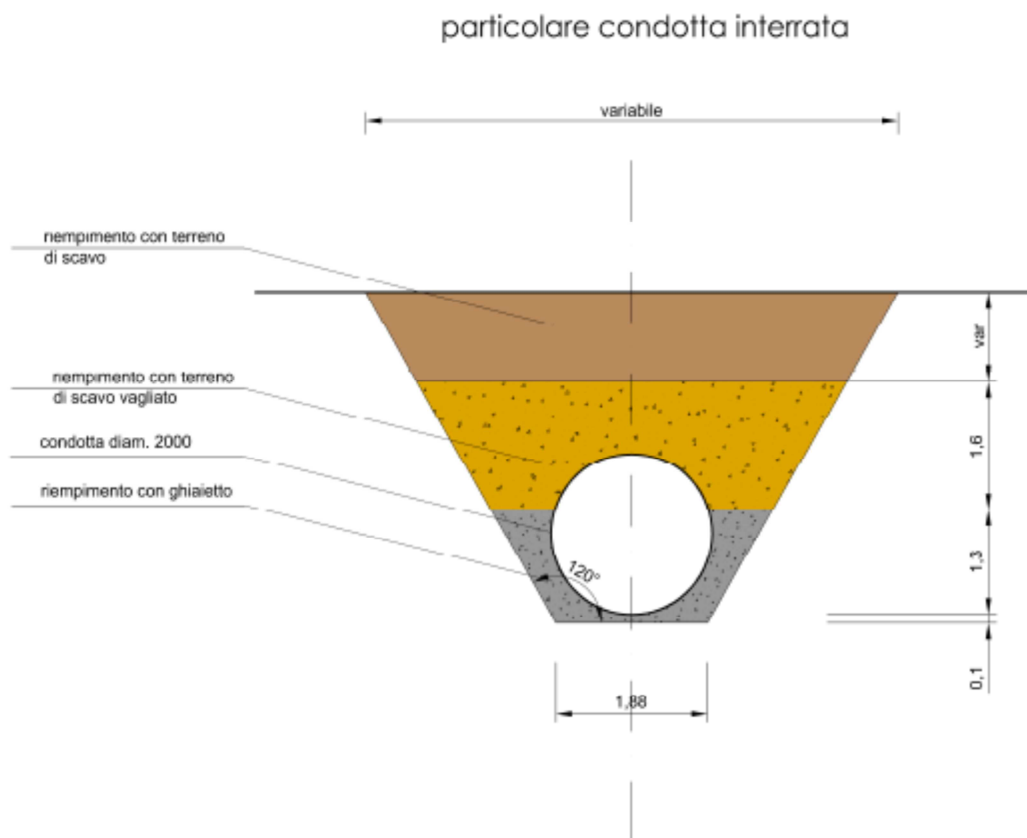


Vallo tipologia scogliera H= 6m L = 15 m



REALIZZAZIONE DI UN'OPERA DI BYPASS DELLA DORA DI FERRET

Rappresenta un intervento vitale ai fini di proteggere l'abitato di Entrèves dalle conseguenze di una divagazione incontrollata della Dora di Ferret in caso anche di collasso di volumi minori della frana, pur se contenuti dal rilevato paramassi. In tali casi infatti, la possibile discesa di altri settori del corpo di frana non consentirebbe alle imprese di lavorare in sicurezza per ripristinare il corso del fiume onde riportarlo in alveo. Si rende quindi necessaria la realizzazione di un bypass con portata adeguata, ed idoneo a smaltire le acque della Dora di Ferret.



3. QUADRO ECONOMICO DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE

Il quadro economico relativo agli interventi eseguiti (parte prima) e programmati (parte seconda) è esposto nella tabella seguente. I dati sono aggregati a livello di misura.



| ASSE D'INTERVENTO | MISURA | INTERVENTO | IMPORTO (Euro) | SPESE GIÀ EFFETTUATE (EURO) DAL 23 AGOSTO 2013 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------|
| PREVISIONE | MONITORAGGIO E MODELLIZZAZIONE DEL FENOMENO | Potenziamento e mantenimento rete di monitoraggio | 1.400.000,00 | 548.881,63 |
| | | Aggiornamento della modellizzazione (sulla base della futura evoluzione del fenomeno); | 450.000,00 | |
| MITIGAZIONE ATTIVA | INTERCETTAZIONE E DRENAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE | Interventi esplorativi | 550.000,00 | 472.107,98 |
| | | Interventi di intercettazione/ impermeabilizzazione e drenaggio | 1.900.000,00 | |
| MITIGAZIONE PASSIVA | REALIZZAZIONE DI RILEVATO DI CONTENIMENTO | | 4.200.000,00 | 67.661,04 |
| | REALIZZAZIONE DI UN'OPERA DI BYPASS DELLA DORA DI FERRET | | 2.800.000,00 | |
| | SPESE TECNICHE ED INTERVENTI ACCESSORI | | 250.000,00 | |
| TOTALE GENERALE | | | 11.550.000,00 | |
| | | Risorse statali | 8.085.000,00 | |
| | | Risorse regionali | 3.465.000,00 | 1.088.650,65 |

4. TEMPI DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGRAMMA

Come si può agevolmente desumere da quanto ai punti precedenti, l'esecuzione degli interventi di mitigazione e di ogni altro tipo d'intervento che comporti attività di cantierizzazione è fortemente condizionato, nel contesto presente, dalle condizioni ambientali climatiche e dalla presenza di pericoli oggettivi legati direttamente all'evoluzione della frana (caduta di porzioni di versante su aree di cantiere a seguito dell'evoluzione del fenomeno) oppure a fenomeni di crollo in zone di accesso fuori dall'area in frana e, non ultimo, a valanghe o a ondate di piena in occasione di eventi meteorici di particolare intensità.

Risulta pertanto evidente che la realizzazione delle opere di mitigazione attiva/passiva è fortemente condizionata dalle variabili ambientali e che, pertanto il cronoprogramma allegato al presente documento potrebbe subire alcune variazioni.

| | | | 2014 | | | | | | | | | | | | 2015 | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D |
| ASSE D'INTERVENTO | MISURA | INTERVENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PREVISIONE | MONITORAGGIO E MODELLIZZAZIONE DEL FENOMENO | Potenziamento e mantenimento della rete di monitoraggio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Aggiornamento modellizzazione corpo di frana e scenari di evento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MITIGAZIONE ATTIVA | INTERCETTAZIONE E DRENAGGIO/ ALLONTANAMENTO DELLA ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE | Interventi esplorativi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Interventi di intercettazione/impermeabilizzazione e drenaggio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MITIGAZIONE PASSIVA | PROTEZIONE DEL FONDOVALLE DA CROLLI PARZIALI DELL'ACCUMULO | Realizzazione di un rilevato di contenimento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PROTEZIONE DEL FONDOVALLE DA SBARRAMENTO DORA DI FERRET | Realizzazione di un by-pass della Dora di Ferret | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOGISTICA DI CANTIERE | INTERVENTI ACCESSORI E DI MESSA IN SICUREZZA | Manutenzione e ripristino piste di cantiere | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Opere di difesa puntuali delle infrastrutture di cantiere (barriere paramassi, paravalanghe, consolidamenti ecc) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LEGENDA | |
|  | Intervento che si protrarrà nel tempo al di là della conclusione dello stato di emergenza |
|  | Intervento che, dopo una sospensione per il periodo invernale, si protrarrà nel tempo al di là della conclusione dello stato di emergenza |
| NOTE | |
| | 1 Le voci del cronoprogramma comprendono anche le attività tecniche di supporto (rilievi, progettazione, studi, ecc.) |