



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO  
SERVIZIO PREVENZIONE RISCHI  
UFFICIO PIANIFICAZIONE E LAVORI DI PROTEZIONE CIVILE



## LAVORI DI SOMMA URGENZA

INTERVENTO PER LA DEMOLIZIONE DI UN AMMASSO ROCCIOSO  
A MONTE DELL' ABITATO DI MORI IN LOCALITA' MONTALBANO

### RELAZIONE GEOLOGICA

14

Gruppo progettazione:  
Servizio Prevenzione Rischi  
ing. Marcello Pilati  
geom. Giorgio Buccio  
ing. Lorenzo Franch  
per.ind. edile Luca Decarli

Servizio Geologico  
dott. geologo Ernesto Santuliana  
dott. geologo Paola Visintainer  
dott. geologo Riccardo Campana  
geom. Mauro Degasperi

Il coordinatore:  
ing. Marcello Pilati

Il progettista:  
ing. Marcello Pilati

Visto il dirigente:  
ing. Vittorio Cristofori

Data, giugno 2016

Agg.to ---



**PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO  
DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE**

**Servizio Geologico**

**Considerazioni geologiche in merito alla tipologia  
di opere per la difesa dell'abitato di Mori  
contro la caduta massi**

IL SOSTITUTO DIRIGENTE  
- dott Mauro Zambotto -



Trento, giugno 2016

## **Considerazioni geologiche in merito alla tipologia di opere per la difesa dell'abitato di Mori contro la caduta massi**

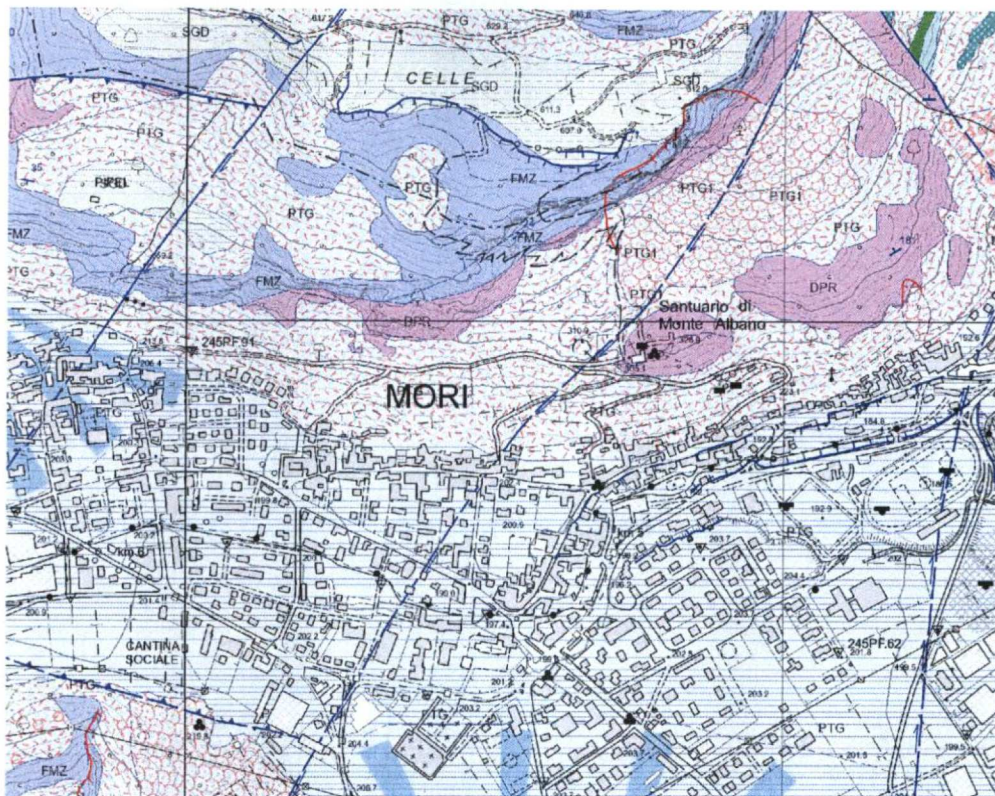
### **Premessa**

Lo studio della parete a monte dell'abitato di Mori è stato effettuato a più riprese sia da tecnici esterni all'Amministrazione provinciale che ultimamente anche da parte dei geologi del Servizio Geologico.



Ortofoto dell'abitato di Mori Vecchio

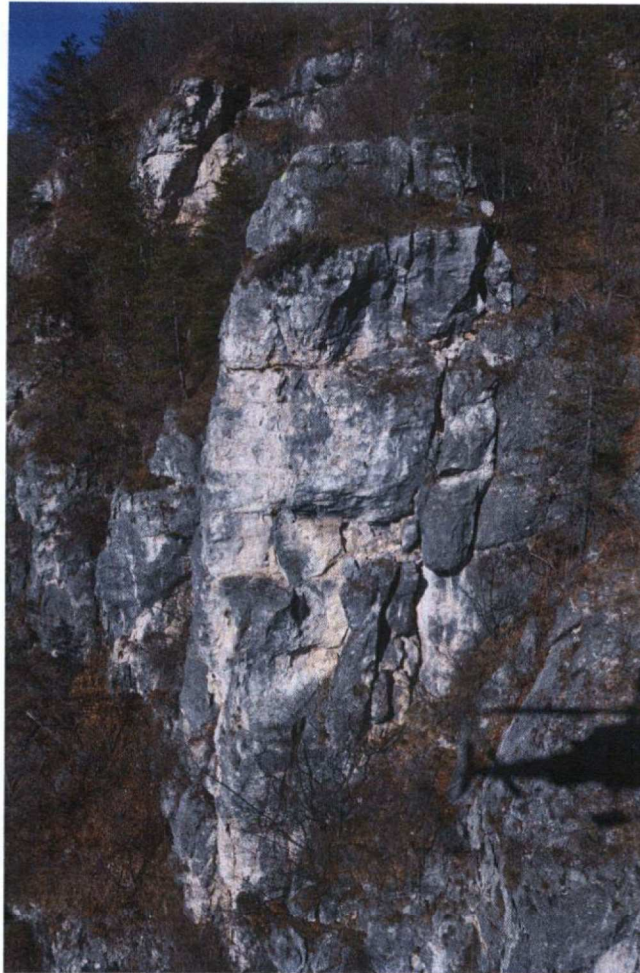
Il primo studio è stato eseguito dal dott. C. Belloni su incarico del Comune di Mori nel febbraio 2007 ed ha evidenziato l'esistenza di molte situazioni critiche dovute alla presenza di masse rocciose fratturate ed instabili lungo tutta la parete. Nelle considerazioni finali il geologo ipotizza numerose situazioni simili che ben difficilmente potrebbero essere risolte singolarmente con consolidamenti in parete. Indica pertanto come soluzione ottimale, condivisa anche dal Servizio Geologico e dal Comune di Mori, la realizzazione di una difesa passiva a monte delle abitazioni costituita da un sistema tomo-vallo in terra, opera che può dare le migliori garanzie di sicurezza e durata nel tempo.



Carta geologica tratta dai rilievi Carg

Nel mese di aprile 2016 il Comune di Mori, a seguito di un crollo roccioso, ha affidato al dott. Geologo Giacomo Nardin l'incarico per un approfondimento geologico su un prisma roccioso potenzialmente instabile individuato sul versante a monte del centro abitato nei pressi del punto di distacco dell'ultima frana.

Le conclusioni dello studio, riportate in una specifica relazione consegnata al comune, evidenziano, tra gli elementi più significativi, che "la pervasività delle fessure di trazione permette di ipotizzare con ragionevole sicurezza la completa disgiunzione dal retrostante ammasso roccioso. La presenza di un forte aggetto del diedro soprattutto nel settore ovest ne pregiudica sicuramente le condizioni di stabilità, rendendolo sicuramente esposto a fenomeni di criticizzazione anche molto rapidi."



Prisma roccioso instabile (volume c.a. 500 mc)

Il Servizio Geologico della PAT è intervenuto in più occasioni (almeno una quindicina nel corso degli ultimi 30 anni) a seguito dei numerosi episodi di crollo avvenuti nel corso degli anni con sopralluoghi mirati unitamente al Servizio Prevenzione Rischi. Sono stati effettuati vari lavori in somma urgenza per pulizie delle nicchie di distacco e messa in sicurezza di singole porzioni. L'intervento più consistente è stato effettuato lo scorso anno in occasione dell'evento franoso che ha interessato l'abitato di Ravazzone che ha richiesto un consolidamento provvisorio in parete di un volume roccioso piuttosto consistente che ha originato il crollo stesso.

### **Analisi della situazione e scelte progettuali**

Gli studi ed i sopralluoghi effettuati hanno permesso di accertare l'estrema eterogeneità litologico-strutturale delle pareti caratterizzate da un'estesa fratturazione e disgregazione degli ammassi rocciosi specialmente in corrispondenza del diedro pericolante. Ciò ha condotto ad individuare la necessità di costruire un'opera che potesse contenere gli eventuali crolli lungo tutto lo sviluppo dell'abitato di Mori Vecchio. La tipologia ritenuta più idonea sotto il profilo tecnico ed anche economico è quella del vallo – tomo in quanto risulta in grado di fornire adeguata sicurezza e soprattutto mantenersi efficiente nel tempo.

Per giungere a tale decisione sono stati effettuati dei confronti anche con altre metodologie possibili in funzione delle caratteristiche degli interventi e delle garanzie di sicurezza.

Alla luce di quanto sopra illustrato si è scelto comunque di procedere in somma urgenza alla demolizione controllata del diedro, fermo restando che nulla cambia dal punto di vista della tipologia delle opere di difesa definitive per l'intero abitato di Mori, considerato che comunque permangono molteplici volumi rocciosi potenzialmente instabili sulle pareti rocciose.

L'intervento di somma urgenza include pertanto un tratto di vallo – tomo che in ogni caso dovrebbe essere realizzato in un prossimo futuro quale parte integrante del sistema di difesa complessivo.

## **Analisi di altre ipotesi di intervento**

### Consolidamento in parete con tirantature e reti in aderenza:

Il metodo, applicato in svariate occasioni ed in più punti del territorio provinciale, non si ritiene applicabile per il diedro di via Teatro e nemmeno per le molte altre situazioni di potenziale pericolo individuate, sia in termini di sicurezza per gli operatori che di effettiva garanzia nel tempo. Infatti si dovrebbe dapprima realizzare un barbacane tirantato alla base della porzione rocciosa il cui piede è fortemente compromesso e successivamente ancorare il volume con funi e tiranti alla parete retrostante. Tutte queste operazioni, compresi rischiosi scavi alla base dell'ammasso per realizzare le fondazioni dei contrafforti, richiederebbero comunque tempi piuttosto lunghi (almeno due - tre mesi) e presenterebbero notevoli incertezze in merito alla lunghezza dei tiranti ed alla "bontà" della roccia. Effettuare fori di grande diametro in una massa disgregata equivale ad aumentare la fratturazione con conseguente rischio di crollo immediato anche di porzioni consistenti. In ogni caso dovrebbero essere costruite opere di contenimento a valle per la difesa delle abitazioni con le stesse caratteristiche e dimensioni previste per quelle proposte in via definitiva (tomo-vallo).

### Barriere paramassi elastiche:

Le barriere paramassi sono usate per contenere volumi di dimensioni medio basse e comunque non superiori ai 3- 4 mc in funzione della loro resistenza elastica. Per questo vengono certificate in base alle caratteristiche costruttive e dei materiali impiegati. L'unità di misura della resistenza è il KJ (chilojoule) e oggi sul mercato esistono barriere che vanno dai 500 ai 5000 KJ. Naturalmente il loro impiego viene definito a seguito di uno studio geomeccanico che determina i volumi unitari che possono crollare e la resistenza del terreno sul quale sono poste le barriere e le relative funi di ancoraggio. Per realizzare le opere sono comunque necessari degli spianamenti del terreno e la realizzazione di tiranti e micropali per i punti di ancoraggio sia a monte che a valle delle barriere. Una caratteristica del sistema è data dall'allungamento delle reti in caso di arrivo di un blocco. Questo comporta l'occupazione di una fascia di terreno a valle delle opere che può essere calcolata in linea teorica e che può superare anche i dieci metri nel caso di barriere ad elevata resistenza. Ciò richiede pertanto l'interdizione di tali aree per ovvi motivi di sicurezza. Un altro aspetto

da non trascurare per questo tipo di opere è la durata nel tempo (si possono considerare mediamente un cinquantina di anni) è la necessità di continua manutenzione specialmente dopo episodi di crollo che possono lesionare i vari componenti del sistema di contenimento, fino alla eventuale necessità di doverle rifare integralmente in caso di gravi danni.

Nel caso di Mori adottare barriere paramassi richiederebbe la realizzazione di più file sovrapposte con necessità di spianamenti e di occupazione di fasce di territorio ben più ampie di quelle del tomo-vallo. Inoltre non sarebbero in grado di resistere adeguatamente in quanto i reali volumi che potrebbero crollare possono superare anche i 8-10 mc. I costi di realizzazione per proteggere l'intero abitato risulterebbero di conseguenza piuttosto elevati e comparabili sicuramente, se non superiori, a quelli del tomo-vallo opera che da certamente maggiori garanzie. Per ultimo l'impatto ambientale risulterebbe notevole dato che le altezze sarebbero pari a quelle del tomo e di fatto impedirebbero la fruizione degli orti nei loro dintorni.

### **Monitoraggio**

Nella sua relazione il geologo dott Nardin evidenzia la precarietà del diedro ed invita a procedere rapidamente alla realizzazione degli interventi di messa in sicurezza. Nel contempo suggerisce l'adozione di un monitoraggio nel corso dei lavori al fine di controllare costantemente i movimenti dell'ammasso ed eventualmente stabilire la necessità di un allontanamento delle persone qualora la situazione lo richiedesse. Tale suggerimento è certamente condivisibile in quanto può offrire al Sindaco, responsabile della sicurezza dei cittadini gli elementi utili per emettere ordinanze di sgombero dalle aree ritenute più pericolose. Il Servizio Geologico si sta attivando per la predisposizione di un primo monitoraggio topografico di supporto al cantiere ed all'Amministrazione comunale, fermo restando che la Ditta esecutrice dell'intervento dovrà provvedere in proprio all'attivazione di un idoneo sistema di controllo della massa rocciosa.

IL SOSTITUTO DIRIGENTE  
- dott. Mauro Zambotto -





**PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO**  
**DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE**

**Servizio Geologico**

**STUDIO GEOLOGICO FINALIZZATO ALLA MITIGAZIONE DEL PERICOLO  
DI CADUTA MASSI SULL'ABITATO DI MORI – INTERVENTO IN SOMMA  
URGENZA - COMUNE DI MORI.**

**ANALISI DELLA VARIANTE ALLA POSIZIONE DEL VALLO-TOMO**



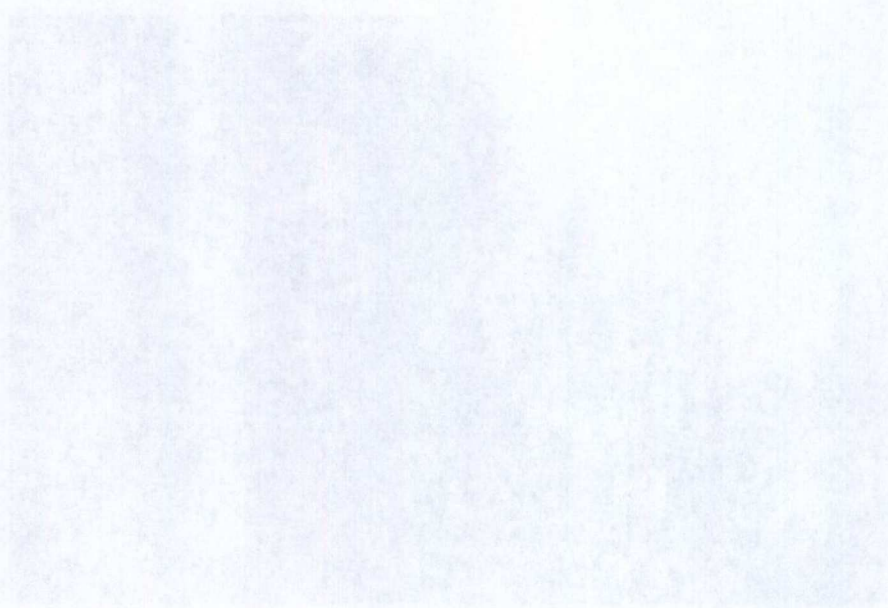
Trento, giugno 2016

dott. geol. Riccardo Campana

dott.ssa geol. Paola Visintainer







## 1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Il presente studio nasce dalla richiesta di verifica, da parte del Servizio Prevenzione Rischi, dell'efficienza di un'opera di difesa vallo tomo, in posizione più arretrata verso monte, rispetto a quella analizzata nello studio precedente di maggio 2016, effettuato dallo scrivente Servizio.

In funzione delle caratteristiche geometriche e dell'estensione dell'opera di difesa che, come già evidenziato nello studio precedente avrà la doppia funzione di proteggere l'abitato di Mori dai blocchi rocciosi che si generano dalla demolizione di un prisma instabile presente a monte dell'abitato e che potrebbero raggiungere le abitazioni e di garantire in modo permanente la presenza di un'opera di protezione a difesa degli altri potenziali distacchi dalla parete rocciosa che si potrebbero generare a causa di processi naturali, sono state eseguite le nuove simulazioni sulla caduta dei massi al fine di verificare l'efficacia della soluzione proposta.

Come già evidenziato in precedenza, per quanto riguarda il primo aspetto si devono considerare i contenuti dello studio di aprile 2016 del geol. Giacomo Nardin, mentre per quanto riguarda il secondo si fa riferimento allo studio del geol. C. Belloni del Febbraio 2007.

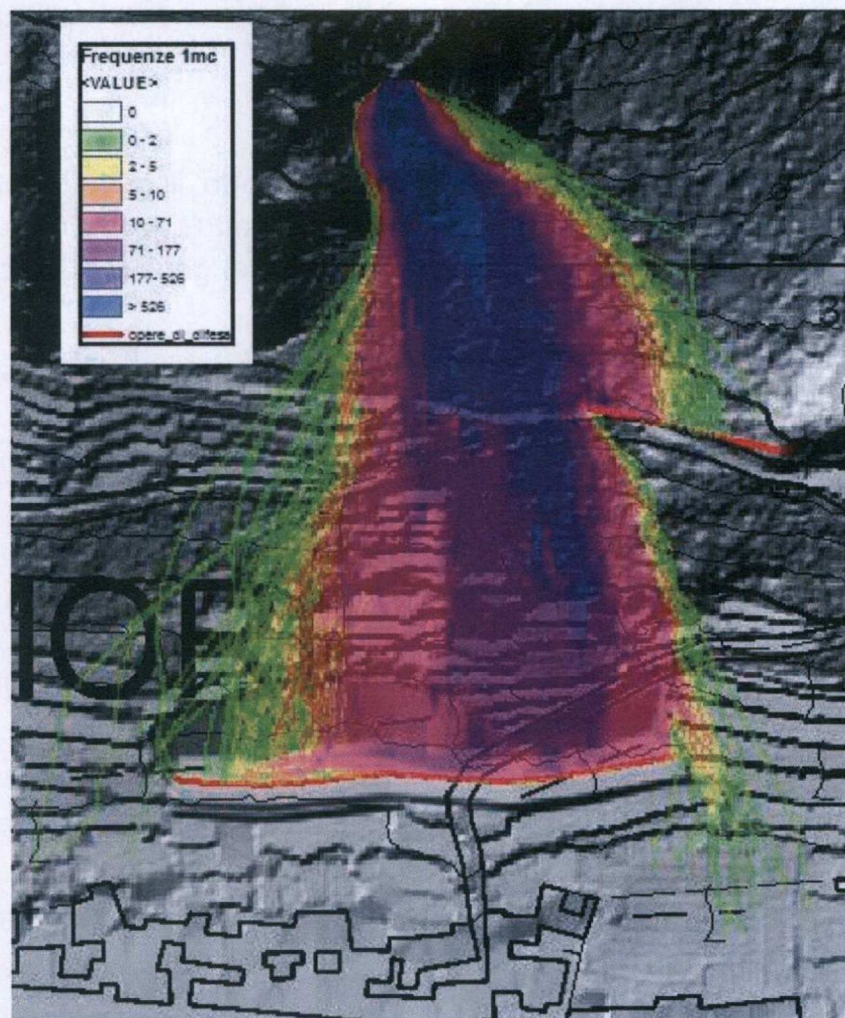
## 2. DEFINIZIONE DELL'ESTENSIONE DELL'OPERA E DEL VOLUME DEL BLOCCO DI PROGETTO

Le dimensioni areali dell'opera di progetto sono state fornite dal Servizio Prevenzione Rischi della PAT.

Per valutare l'efficienza dell'opera di progetto con riferimento all'area di influenza dei volumi rocciosi derivanti dalla demolizione del prisma instabile posto a monte dell'abitato di Mori sono state effettuate una serie di simulazioni utilizzando volumetrie variabili.

In una prima fase è stato ipotizzato che il massimo volume che potenzialmente può generarsi dalle operazioni di demolizione non superi 1 mc, tuttavia, cautelativamente, è stato analizzato il comportamento dell'opera anche in presenza di volumetrie superiori (2-5 mc, 4-10 mc).

La figura successiva riporta i risultati ottenuti inserendo il tomo paramassi secondo il progetto del Servizio Prevenzione Rischi (in basso) e una ulteriore opera di difesa, barriera paramassi o tomo, (in alto a destra) con altezza di 6 m da noi proposta.



*Distribuzione delle traiettorie derivanti dalla demolizione del prisma.  
(volume di simulazione 1 mc). In rosso estensione delle opere di difesa.*

Nel caso di volumetrie maggiori (2-5 mc e 4-10 mc, riportate a fine relazione) il tomo conferma la propria efficienza, mentre la barriera paramassi evidenzia crescente criticità in

parte dovuta anche alle crescenti energie in gioco oltre che al progressivo aumento delle altezze di volo.

Quello che le modellazioni evidenziano inoltre, è la presenza di una criticità in corrispondenza della terminazione destra del tomo, che cresce al crescere del volume di simulazione, con traiettorie che vanno a lambire gli edifici posti a valle.

Per quanto riguarda la definizione del volume del blocco di progetto, per l'analisi generale dell'intera parete rocciosa, come indicato in premessa, si fa riferimento all'“Indagine geologica e geomeccanica per la messa in sicurezza delle pareti rocciose sovrastanti l'abitato di Mori tra la loc. Mori vecchio e il Santuario di Monte Albano.” redatta dal dott. C. Belloni nel febbraio 2007.

In tale studio (pag.51), viene evidenziata la presenza nella falda detritica di volumi rocciosi di dimensioni medio piccole (1 mc), indicando tuttavia, dalla situazione rilevata, la possibilità di crolli di porzioni di roccia di volume superiore (2-5 mc sino a 10 mc), in situazioni troppo numerose da prevederne il consolidamento singolo.

Lo studio del dott. Belloni effettua dunque una serie di simulazioni lungo sezioni tipo che analizzano la problematica della caduta massi lungo il versante di studio con l'impiego di blocchi di 2-3-5 mc.

Nell'analisi che segue, è stato scelto di effettuare una prima simulazione utilizzando una volumetria che varia da 2 a 5 metri cubi, in analogia allo studio del dott. Belloni.

E' stata effettuata anche una seconda analisi con volumetrie variabili da 4 a 10 mc per verificare l'efficienza dell'opera di difesa di progetto nel caso si verificano crolli di dimensioni maggiori, comunque possibili, e pure evidenziate nella relazione del dott. Belloni.

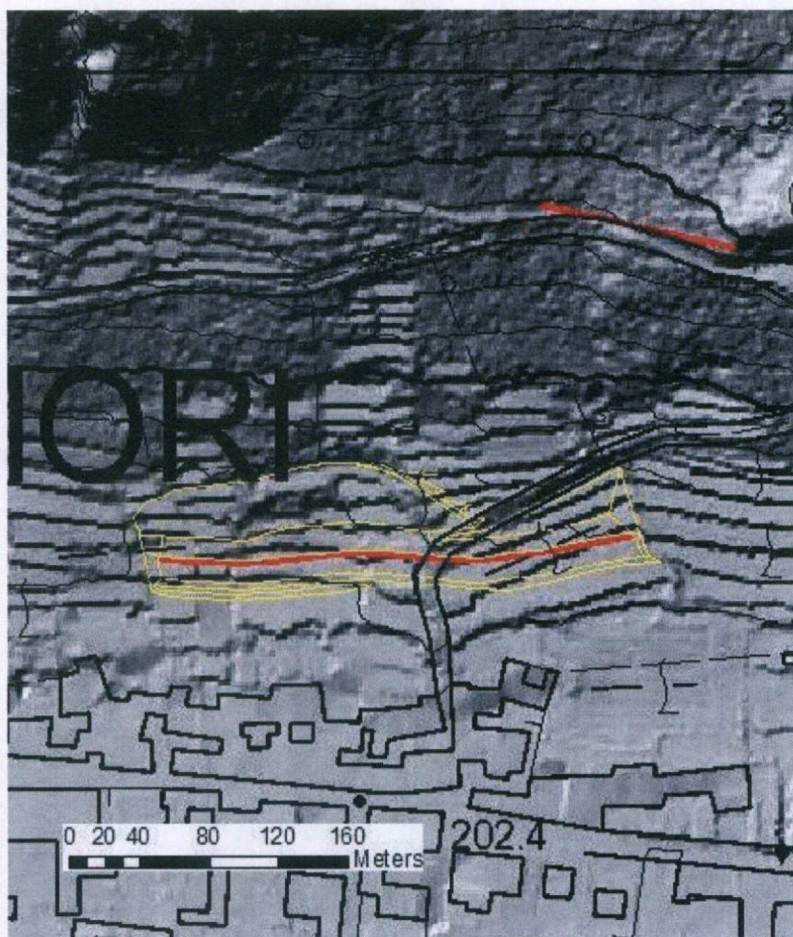
Il risultato di tali modellazioni nonché la descrizione del programma di simulazione utilizzato sono riportate nel successivo paragrafo 4.

### 3. CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITA' DELL'AREA E SOLUZIONI DI DIFESA

Considerati gli ingenti volumi in gioco e conseguentemente le elevate energie di impatto, la vicinanza delle abitazioni nonché i risultati delle verifiche di caduta massi, la soluzione di difesa ritenuta più idonea per la mitigazione del pericolo dell'abitato di Mori risulta essere una struttura di ritenuta paramassi di tipo vallo-tomo.

I colleghi del Servizio Prevenzione Rischi hanno proposto, in questa seconda fase, una revisione dell'estensione e della posizione dell'opera di progetto per l'intervento in somma urgenza. Il progetto prevede di realizzare un'opera di lunghezza pari a circa 170 m da ubicarsi a monte dell'ipotesi precedente interessando parte dei terrazzamenti presenti sul versante con direzione Est-Ovest.

Tuttavia al fine di intercettare completamente tutto il ventaglio di traiettorie, come evidenziato nella figura precedente, in aggiunta a quanto proposto dal Servizio prevenzione Rischi, si ritiene necessario prolungare il tomo verso est di alcune decine di metri, e porre in opera lungo il versante a partire dal dosso di quota 310.9 m s.l.m, dove la parete rocciosa è ancora lontana, una barriera paramassi di altezza pari a 6 m ed resistenza  $\geq 5000$  kJ o un tomo costituito da blocchi reperiti in sito con caratteristiche equivalenti.



*Estensione dell'area di intervento riguardante la realizzazione delle opere*

## 4. ANALISI DI CADUTA MASSI

### 4.1 Premessa

Il Servizio Prevenzione Rischi ha fornito in data 13 giugno 2016, tramite e-mail, la versione del progetto che è stata considerata nella presente relazione.

### 4.2 Descrizione del modello di analisi

Al fine valutare la correttezza del dimensionamento delle opere di difesa di progetto in relazione al fenomeno di caduta massi è stata effettuata una elaborazione preliminare di tipo tridimensionale utilizzando il software Rockyfor3D (Dorren 2011-2016) distribuito dall'associazione Ecorisq ([www.ecorisq.org](http://www.ecorisq.org)).

I dati necessari al software per effettuare l'elaborazione sono contenuti in un minimo di 10 file in formato ascii grid di Esri© e di seguito brevemente descritti.

Il file grid rappresenta una distribuzione di valori bidimensionale, georiferita, secondo una maglia quadrata in cui le dimensioni della cella, espressa in metri, rappresenta anche la risoluzione alla quale le informazioni contenute vengono rese disponibili.

Il formato del file è il seguente:

```
ncols 5
nrows 3
xllcorner 123456.123
yllcorner 1234567.123
cellsize 2.5
NODATA_value -9999.00
1115.81 1114.28 1109.25 1107.74 1105.01
1110.31 1109.35 1107.33 1103.57 -9999.00
1006.55 1005.00 999.62 -9999.00 -9999.00
```

Per una trattazione più approfondita sulle caratteristiche del software e dei dati di ingresso e uscita si rimanda al manuale d'uso disponibile all'indirizzo dell'associazione EcorisQ. Tali file hanno una denominazione standard e sono:

- **blshape.asc:** definisce la forma del blocco, in questo studio viene utilizzata sia la forma sferica, codificata con il valore 3, che quella prismatica codificata con 1;
- **d1.asc, d2.asc, d3.asc:** definiscono la dimensione in metri di ciascuno dei tre assi del blocco. Nel caso di forma sferica i tre diametri, di ugual lunghezza, sono stati assunti pari a 1.853 m, per un volume complessivo pari a 3.3 mc circa. Nel caso di forma prismatica, i tre assi sono assunti rispettivamente pari a 1.4 m per l'asse d1 e 2.2 m per i rimanenti diametri d2 e d3, per un volume complessivo di circa 6.8 mc;
- **rockdensity.asc:** definisce la densità della roccia che costituisce il blocco, che viene assunta pari a 2600 Kg/mc;
- **dem.asc:** rappresenta il modello digitale del terreno;
- **soiltype.asc:** definisce il tipo di suolo associato a ciascun litotipo presente nell'area

di analisi. Il suo valore varia da 0 a 7 secondo la tabella di seguito riportata con la corrispondente descrizione per ciascun tipo e l'intervallo di valori associato al coefficiente di restituzione normale.

Soiltype	Descrizione generale del suolo	Rn valori medi	Rn intervallo di valori
0	Fiume, o palude, o materiale in cui un masso potrebbe penetrare completamente	0.00	0
1	Materiale fine (spessore >~100 cm)	0.23	0.21 - 0.25
2	Materiale fine fluviale (spessore <~100 cm) o sabbia/ghiaia mista	0.28	0.25 - 0.31
3	Detrito di falda ( $\emptyset$ <~10 cm); o suolo compatto medio con piccoli massi; o strade forestali	0.33	0.30 - 0.36
4	Detrito di versante ( $\emptyset$ >~10 cm); o suolo compatto con grandi massi	0.38	0.34 - 0.42
5	Substrato roccioso con materiale fine di degradazione meteorica	0.43	0.39 - 0.47
6	Substrato roccioso	0.53	0.48– 0.58
7	Strade asfaltate	0.35	0.32– 0.39

Il dato è stato ottenuto utilizzando le informazioni della carta geologica scala 1:10.000 realizzata dalla Provincia Autonoma di Trento nell'ambito del progetto CARG.

- **rg10.asc, rg20.asc, rg70.asc**, sono i parametri che descrivono la rugosità del suolo (espressa in metri) rispettivamente nel 10, 20, 70% dell'area omogenea considerata. E' un parametro che dipende dalla distribuzione della granulometria del suolo, ma può dipendere anche dalla morfologia del terreno.

I dati, per ciascun litotipo affiorante sono valori medi ricavati da analisi a ritroso su casi reali.

I valori che descrivono il modello digitale del terreno (dem), il tipo di suolo (soiltype), e la rugosità (rg10, rg20, rg70), vengono definiti per l'intera area di elaborazione mentre la forma del blocco, le sue dimensioni e la densità della roccia vengono inserite solo in corrispondenza delle celle sorgente.

L'elaborazione è stata realizzata utilizzando una risoluzione del set di dati pari ad 1 metro. Per definire in linea generale la distribuzione delle celle sorgente, ovvero quelle celle che simulano il rilascio dei blocchi, viene effettuata una elaborazione sul modello digitale del terreno che, in origine disponibile con risoluzione ad 1 metro viene ricampionato con risoluzione 5 metri.

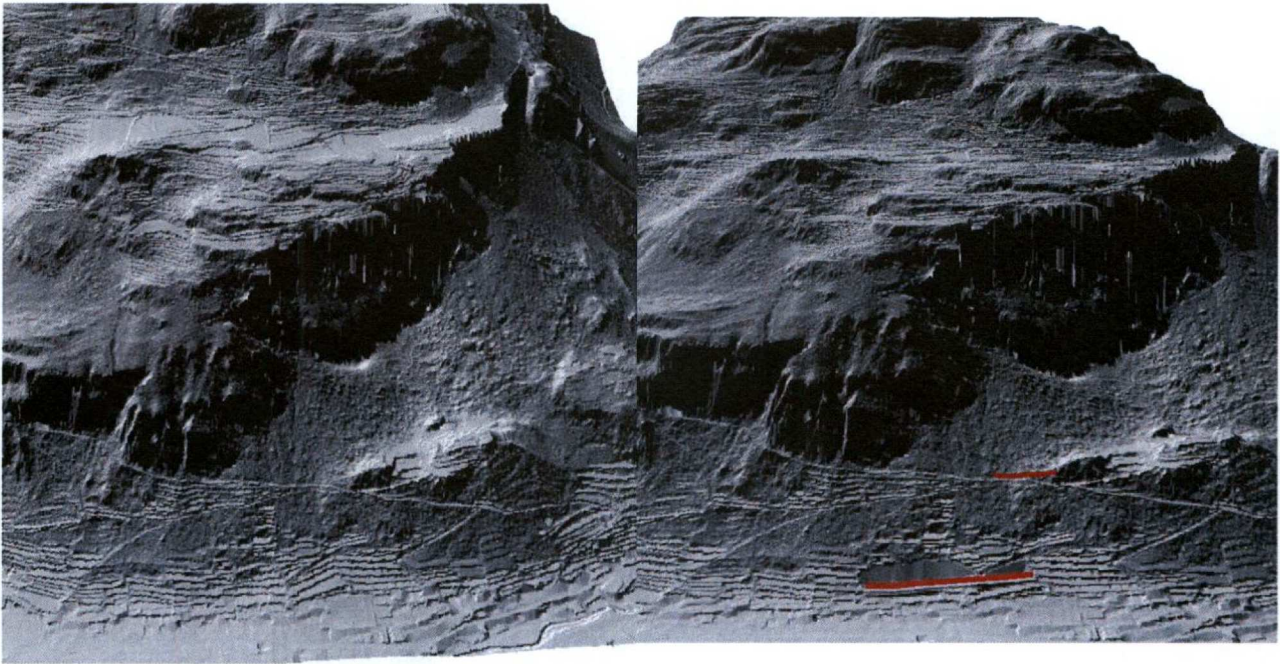
Successivamente viene calcolata la carta delle pendenze e vengono estratte le celle con pendenza uguale o maggiore di 44°.

Il raster ricavato viene nuovamente ricampionato con risoluzione 1 metro per poterlo utilizzare assieme agli altri dati di ingresso (dem, tipo di suolo e rugosità) già disponibili con risoluzione di 1 metro.

In questo modo si ottiene una distribuzione ottimale delle aree potenzialmente sorgenti di crollo.

Per ottenere i file d1.asc, d2.asc, d3.asc, blshape.asc e rockdensity.asc, vengono sostituiti in corrispondenza delle celle sorgente gli opportuni valori relativi alle dimensioni, forma e densità del blocco.

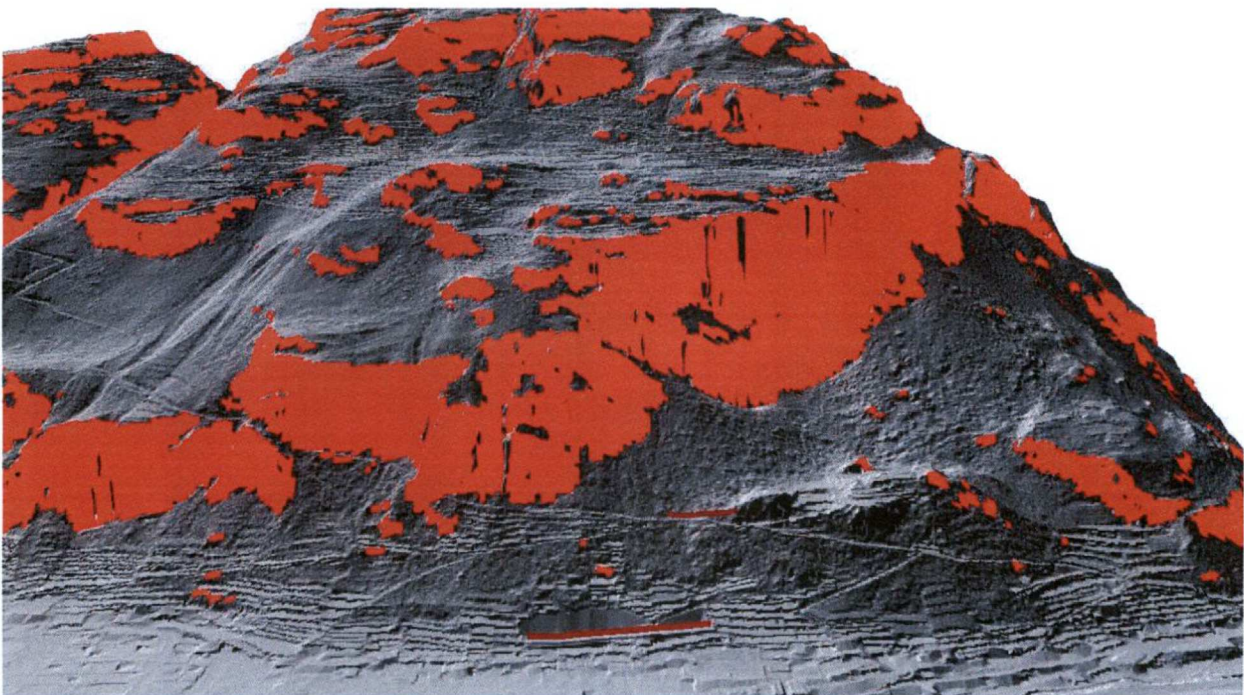
Un discorso a parte merita la descrizione del modello digitale del terreno utilizzato per eseguire la simulazione, che è stato modificato secondo le quote di scavo e riporto previste da progetto, ma privo del rilevato che costituisce il tomo.



A sinistra vista 3D del DTM originale, a destra il DTM rimodellato sulla base del progetto.

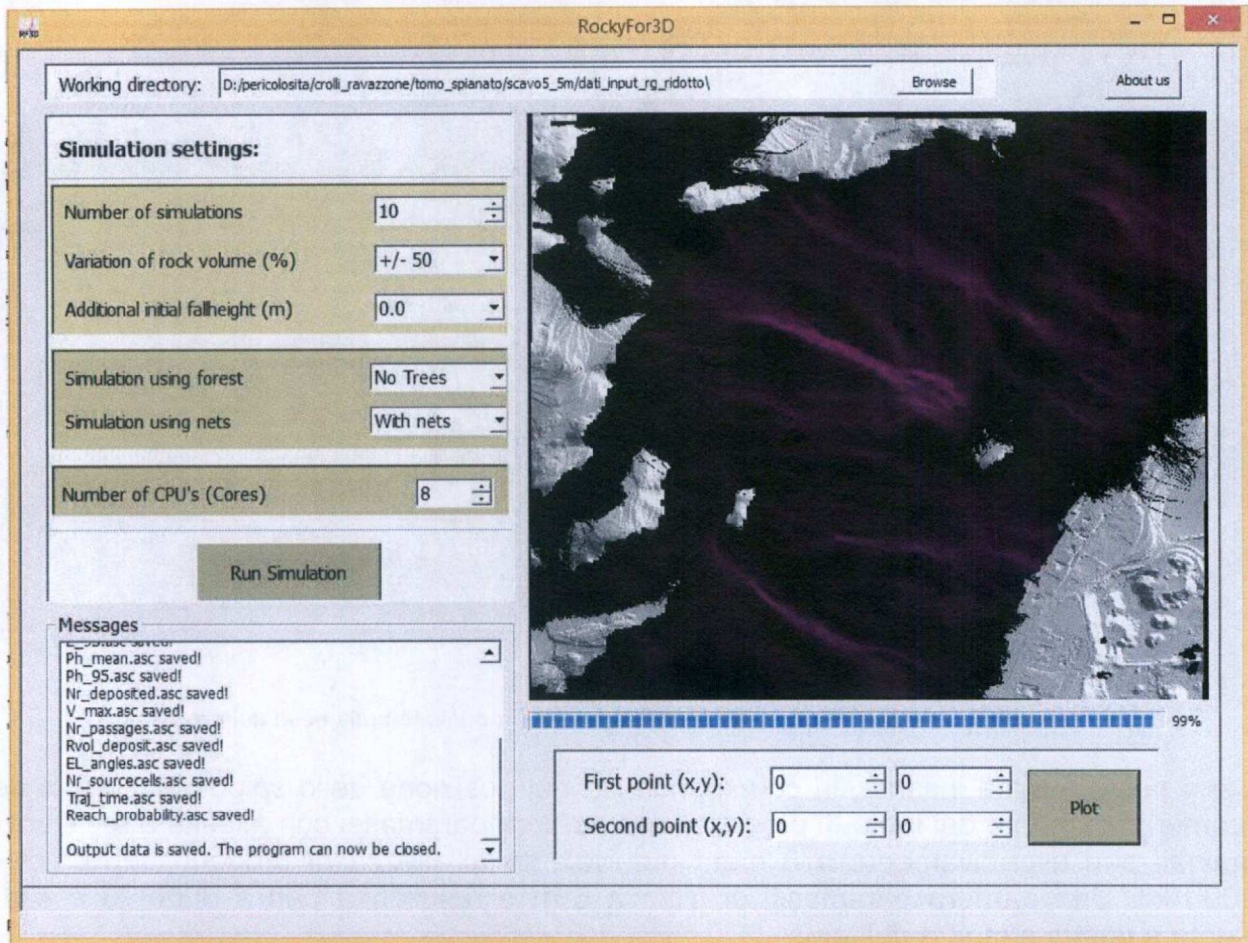
Al suo posto è stata inserita, in corrispondenza della posizione dello spigolo superiore del paramento di monte del tomo di progetto, una barriera paramassi con altezza e resistenza nominali pari rispettivamente a 6 metri (equivalente all'altezza di progetto del tomo) e 20000 kJ. Una barriera paramassi di altezza 6 m e resistenza pari a 5000 kJ è stata inserita a destra a monte del tomo.

La barriera paramassi agisce anche come sezione di controllo in quanto raccoglie, per ciascun tratto definito da un identificativo univoco, i dati relativi a ciascuna traiettoria e ne effettua una elaborazione statistica.



Vista 3D del DTM con evidenziate in rosso la posizione delle celle sorgente e, in rosso scuro, delle opere di difesa.





Interfaccia grafica utente di Rockyfor 3D

#### 4.3 Caratteristiche della modellazione

I dati di partenza utilizzati nelle simulazioni sono i medesimi sia per lo studio della distribuzione delle traiettorie derivanti dalla demolizione del prisma roccioso, che per l'analisi generale di tutta la parete rocciosa.

Nel primo caso le aree sorgente di crollo considerate sono solo quelle relative al prisma da demolire, il numero di lanci per cella è stato preso pari a 100 e i volumi ipotizzati sono stati di 1 mc, 2-5 mc, 4-10 mc per un totale di tre simulazioni.

Nel secondo caso sono state effettuate due simulazioni, è stato imposto un numero di lanci per cella pari a 1.

In questo caso è stato possibile esaminare il comportamento di una volumetria di progetto che oscilla tra 2 e 5 mc, con blocchi sferici nella prima simulazione e tra 4 e 10 mc, con blocchi prismatici nella seconda simulazione.

In allegato sono riportate le distribuzioni dei parametri di ingresso più significativi utilizzati nell'elaborazione e dei risultati ottenuti, mentre i dati riassuntivi delle simulazioni sono i seguenti:

##### analisi 1: blocchi sferici volumetria 2-5 mc

simulation settings:

- rock volume variation = +/- 50
- nr. of simulations per source cell = 1
- nr. of simulated falling rocks (total nr. simulations) = 363675
- additional initial fallheight = 0.000000 m
- Simulation without forest and with nets

Overall simulated block volumes:

- min = 2.100000 m<sup>3</sup>
- mean = 3.600000 m<sup>3</sup>
- max = 5.000000 m<sup>3</sup>

##### analisi 2: blocchi prismatici volumetria 4-10 mc

simulation settings:

- rock volume variation = +/- 50
- nr. of simulations per source cell = 1
- nr. of simulated falling rocks (total nr. simulations) = 363675
- additional initial fallheight = 0.000000 m
- Simulation without forest and with nets

Overall simulated block volumes:

- min = 4.200000 m<sup>3</sup>
- mean = 7.400000 m<sup>3</sup>
- max = 10.200000 m<sup>3</sup>

La norma tecnica vigente che definisce le caratteristiche geometriche e strutturali delle opere di difesa da caduta massi è la UNI 11211-4 2014.

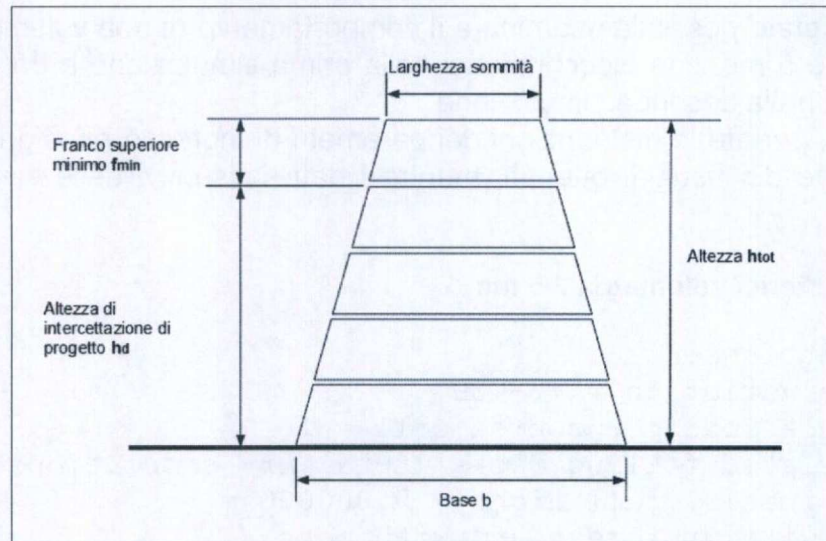
Tale norma definisce in generale l'altezza di intercettazione **hd** come "l'altezza di passaggio dei blocchi rispetto al pendio corrispondente al frattile del 95% delle possibili traiettorie".

Al punto 5.3.4.1, relativamente alle trincee e rilevati paramassi, la stessa norma prevede la "definizione del franco superiore minimo ove deve essere almeno pari a 0,5 volte il diametro del blocco di progetto" **fmin**.

Pertanto l'altezza totale del rilevato paramassi **htot** risulterà dalla somma dell'altezza di intercettazione di progetto più il franco superiore minimo **fmin**.

$$htot = hd + fmin$$

Lo schema delle caratteristiche geometriche di un tomo in terra rinforzata è di seguito riportato, secondo le definizioni contenute nella norma di cui trattasi:



Dai dati raccolti lungo la sezione di controllo posizionate in corrispondenza del tomo di progetto risulta che il 98mo percentile delle altezze di volo ( $hd$ ) è poco inferiore ai 3 m, mentre il diametro del blocco di progetto utilizzato nella simulazione è pari a m 2.6 (blocco prismatico  $2.6 \times 2.6 \times 1.5 = 10$  mc), che determina una dimensione di franco minimo ( $fmin$ ) pari a m 1.3.

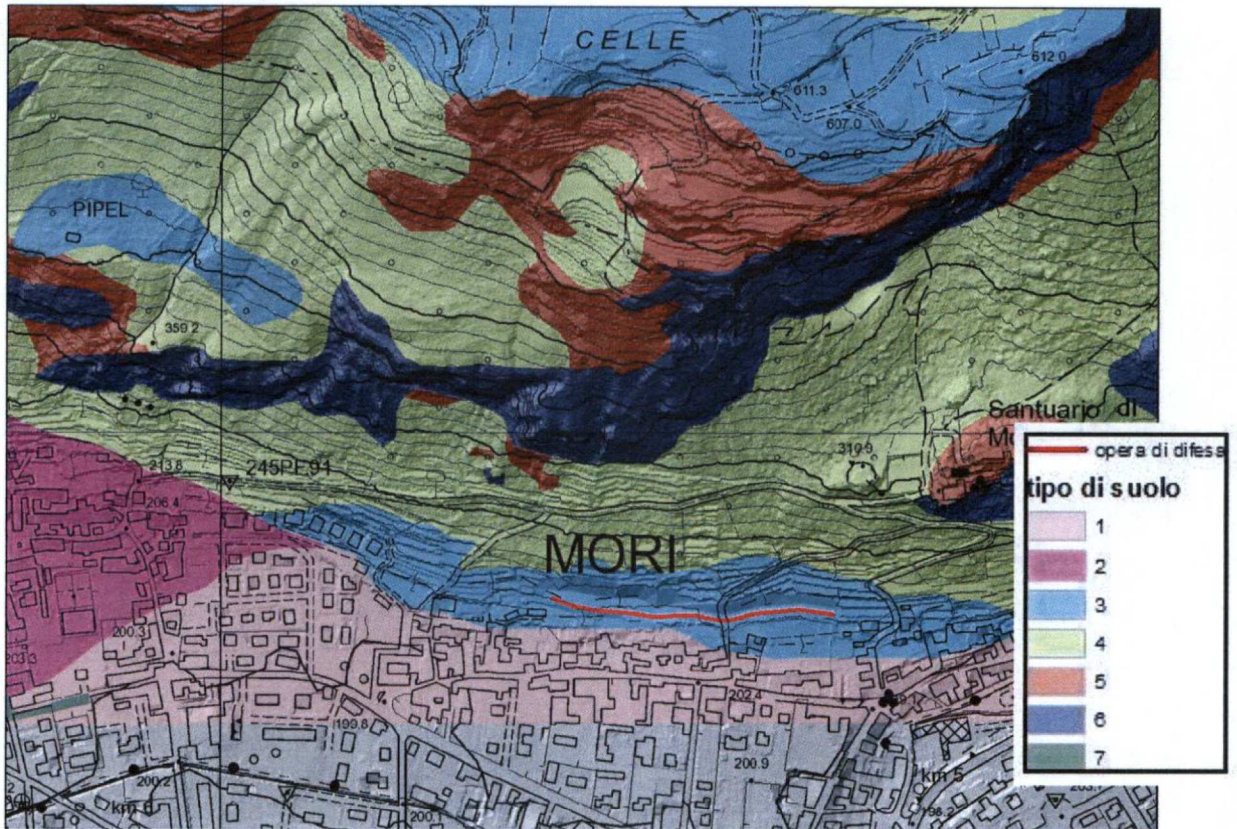
Si evidenzia pertanto che, assumendo l'altezza totale dell'opera di difesa pari a m 6, come da ipotesi di progetto, la stessa interagisce in modo efficace con le traiettorie simulate e intercetta praticamente la totalità delle volumetrie di progetto soddisfacendo ai requisiti minimi previsti dalle citate norme UNI 11211-4 2014.

Per quanto riguarda l'opera di difesa posta a monte, il 98mo percentile delle altezze di volo ( $hd$ ) è 5.4 m (con volumetrie da 2 a 5 mc) mentre il 98mo percentile delle energie è poco superiore ai 5000 kJ.

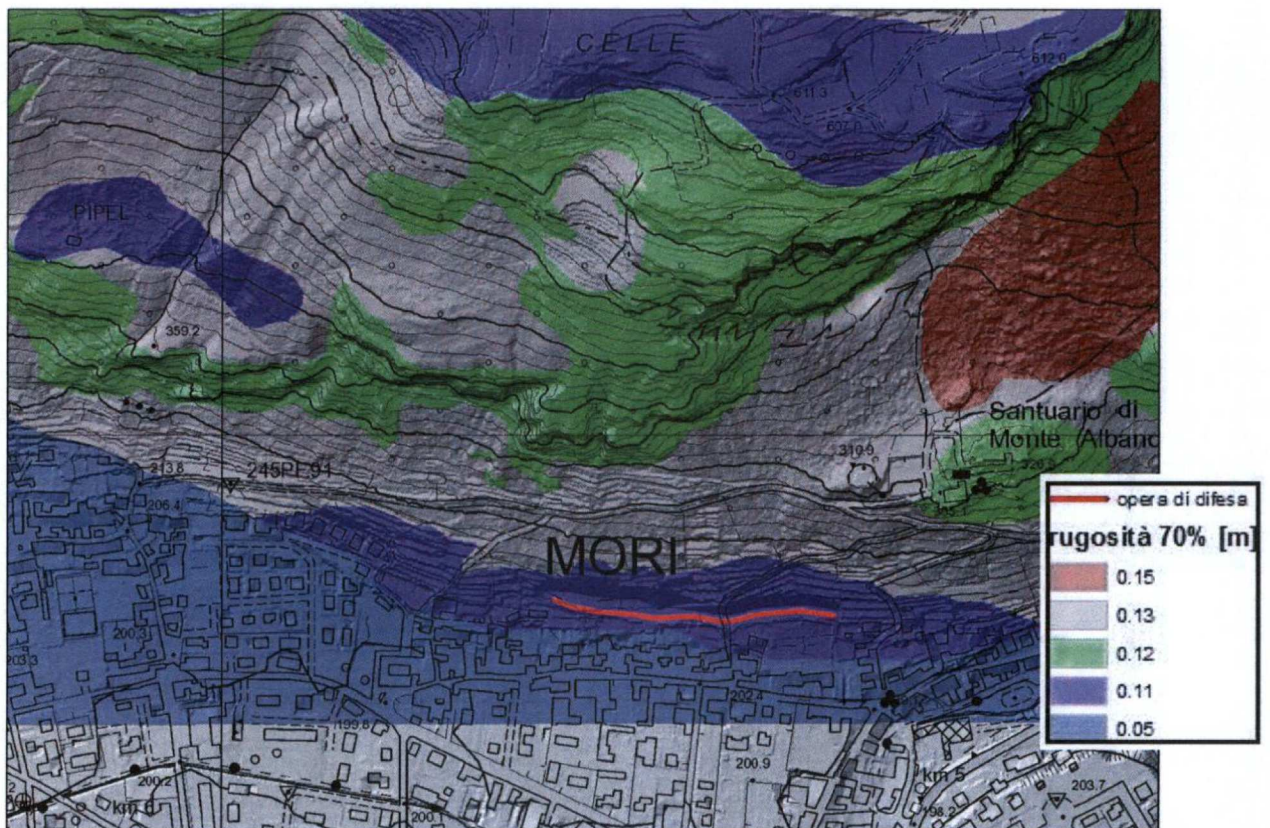
Pertanto assumendo un franco minimo di 0.5 m in caso di barriera paramassi, un'altezza minima di 6 m garantisce il rispetto delle citate norme UNI, per le volumetrie considerate.

Occorre evidenziare tuttavia che la simulazione considera il distacco di singoli volumi rocciosi, non il crollo in massa di porzioni di roccia che possono interagire le une con le altre durante la caduta, causando comportamenti non facilmente prevedibili, e, pertanto, ogni incremento nell'elevazione dell'opera ne aumenta, come intuibile, l'efficienza.

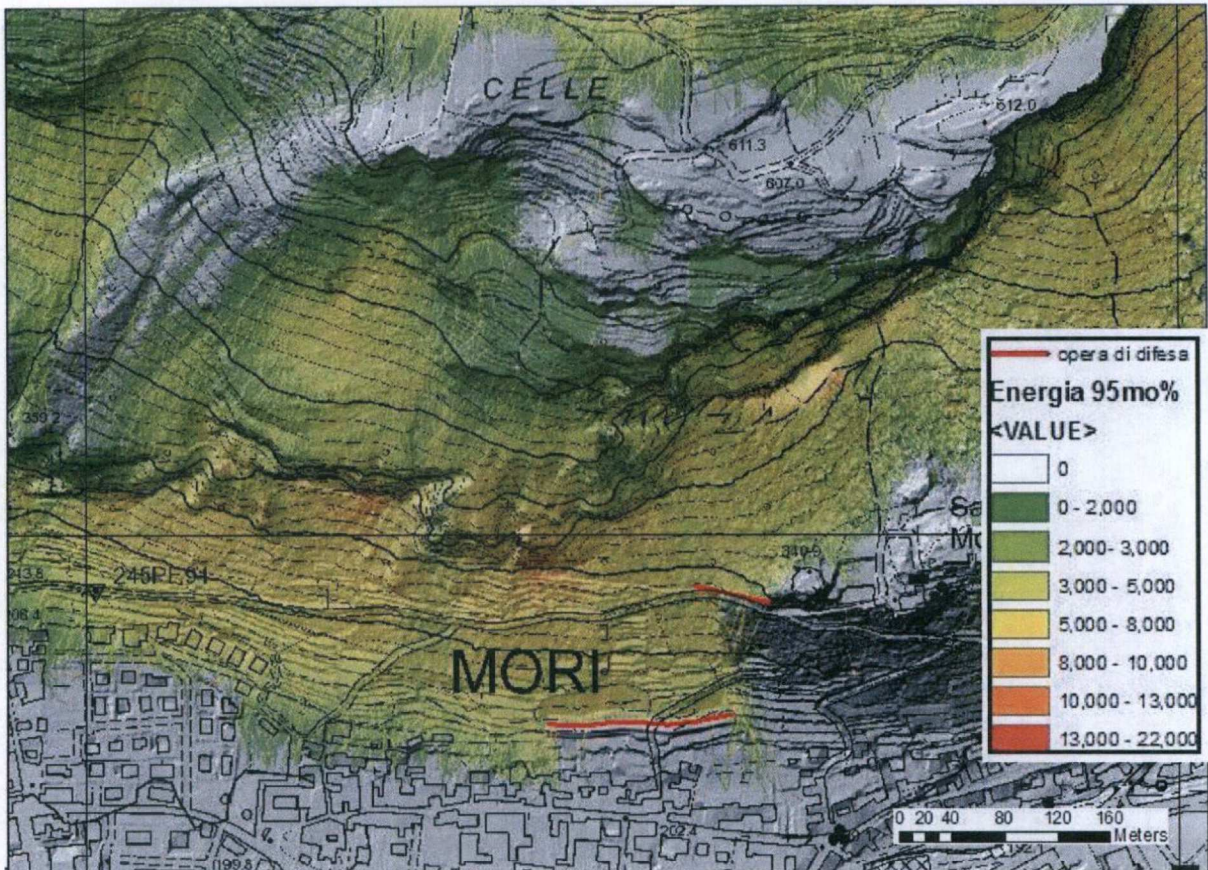
Di seguito sono riportati alcuni dei dati di partenza e i risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate.



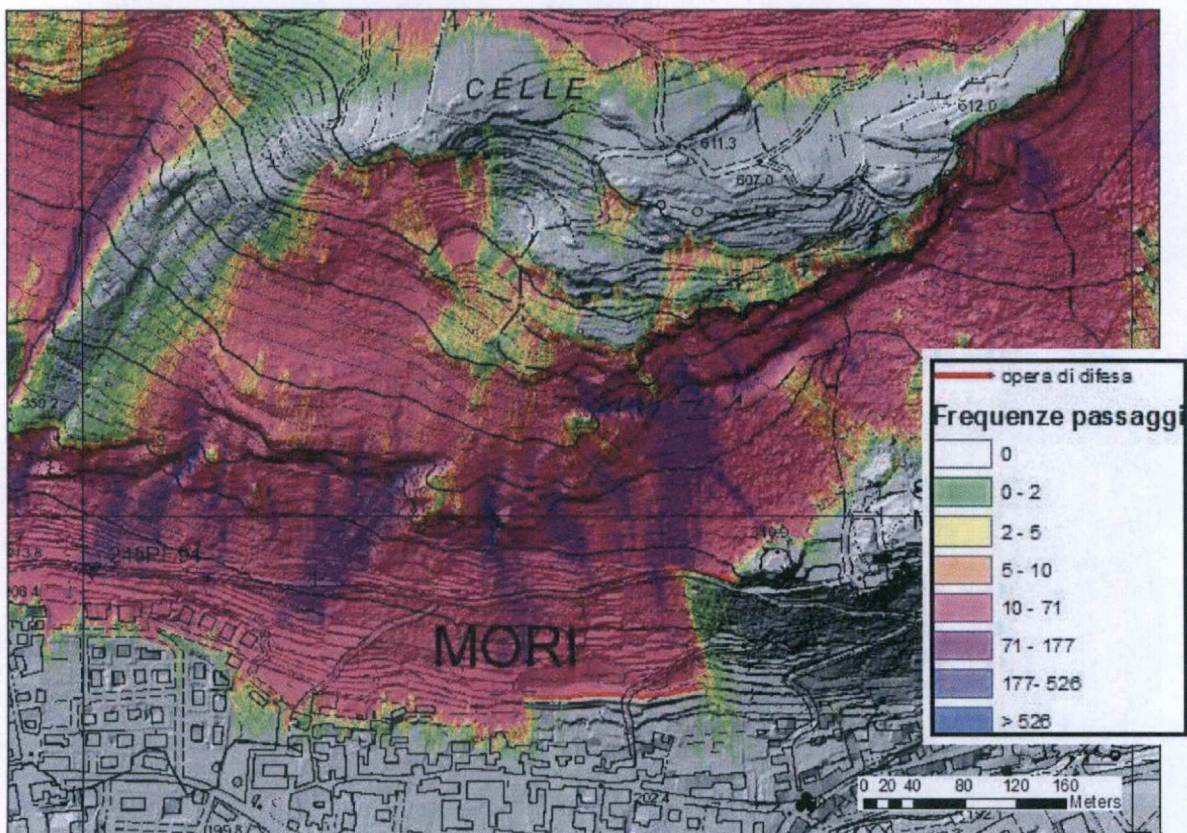
Distribuzione dei valori di tipo di suolo utilizzati.(soiltype) come da tabella di pag.7



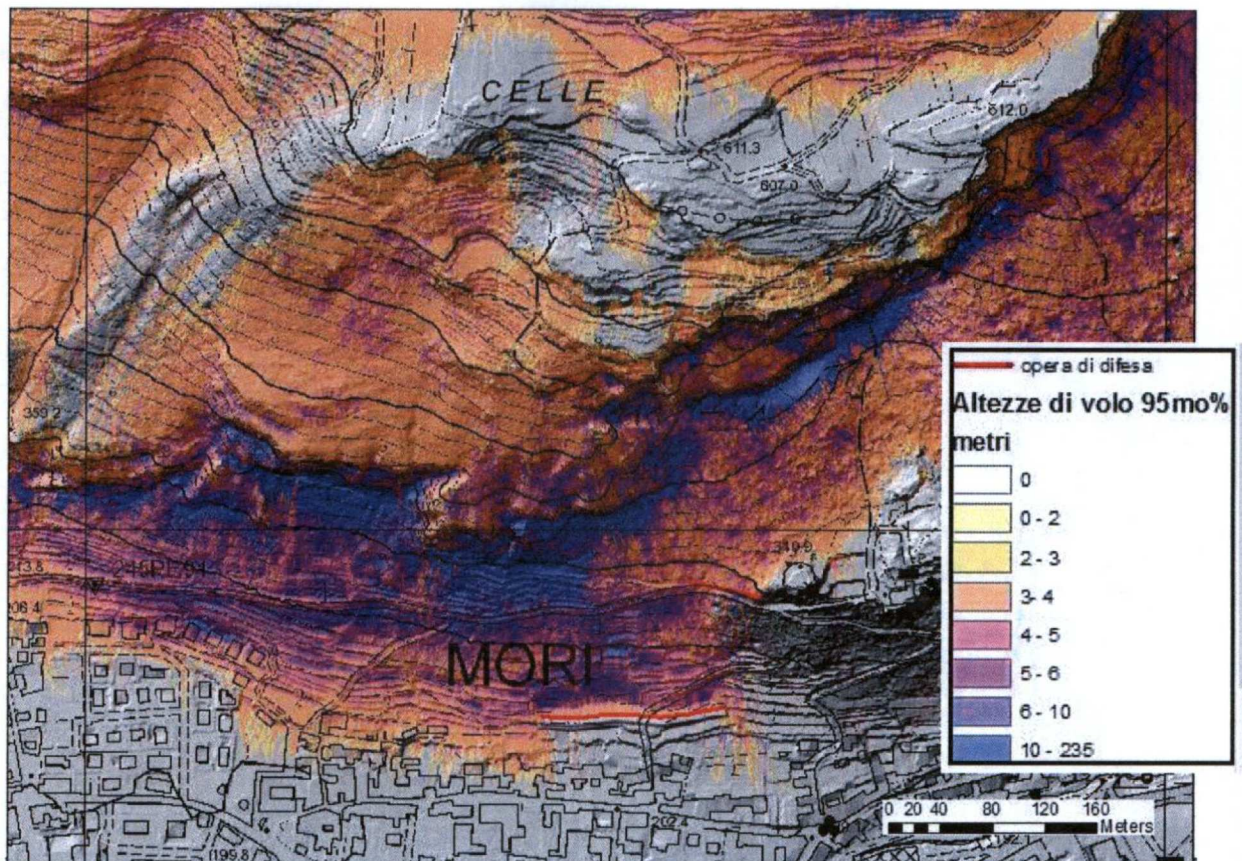
Distribuzione dei valori di rugosità utilizzati (rg70)



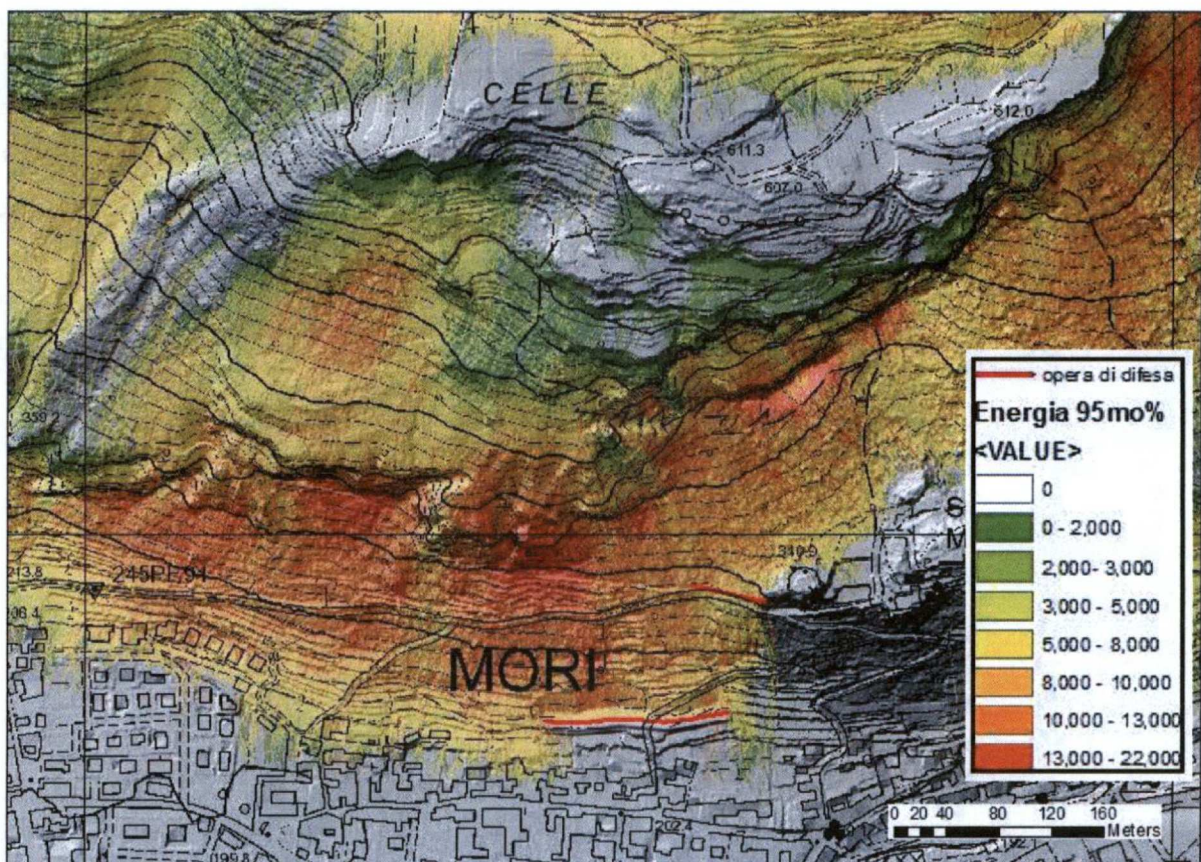
Distribuzione della energia cinetica osservata in kJ (95%CL) volumetria da 2 a 5 mc



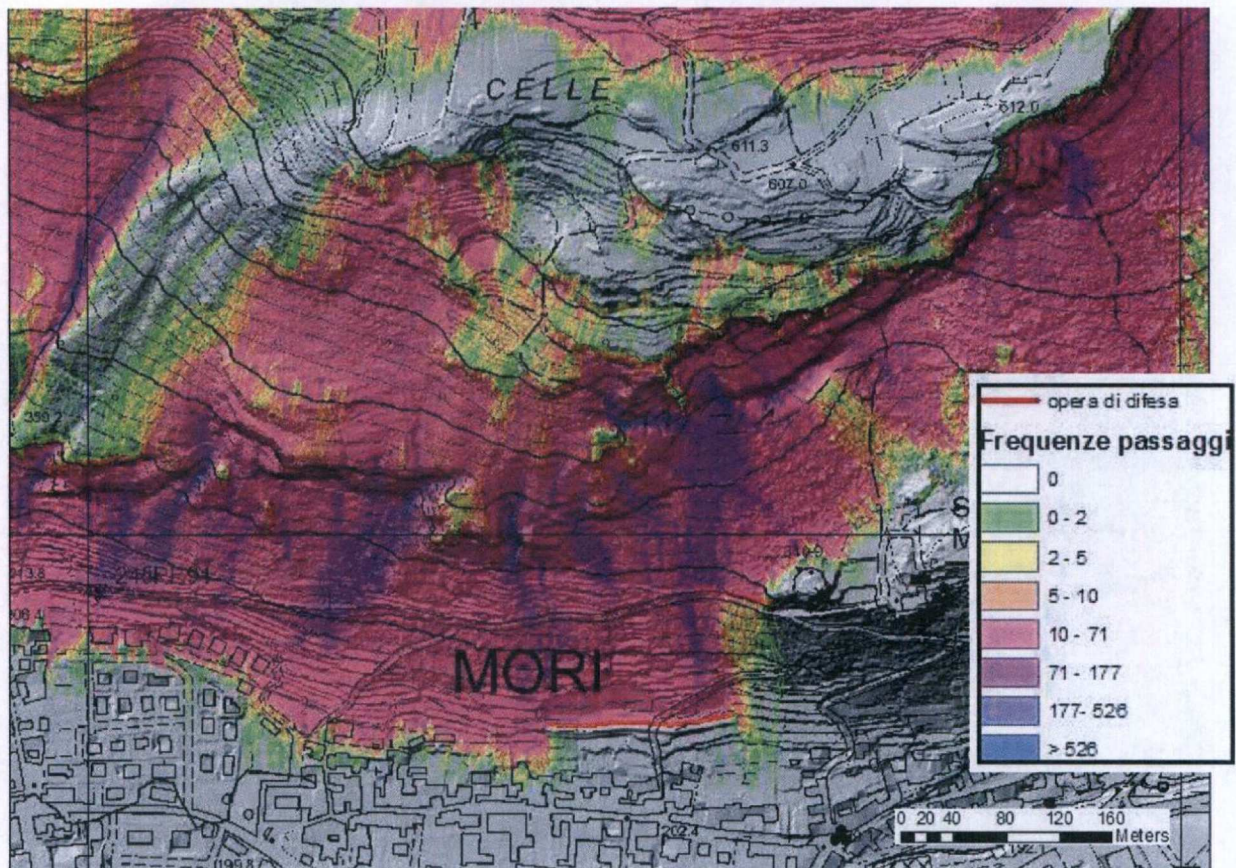
Distribuzione della frequenza dei passaggi per cella. Volumetria da 2 a 5 mc



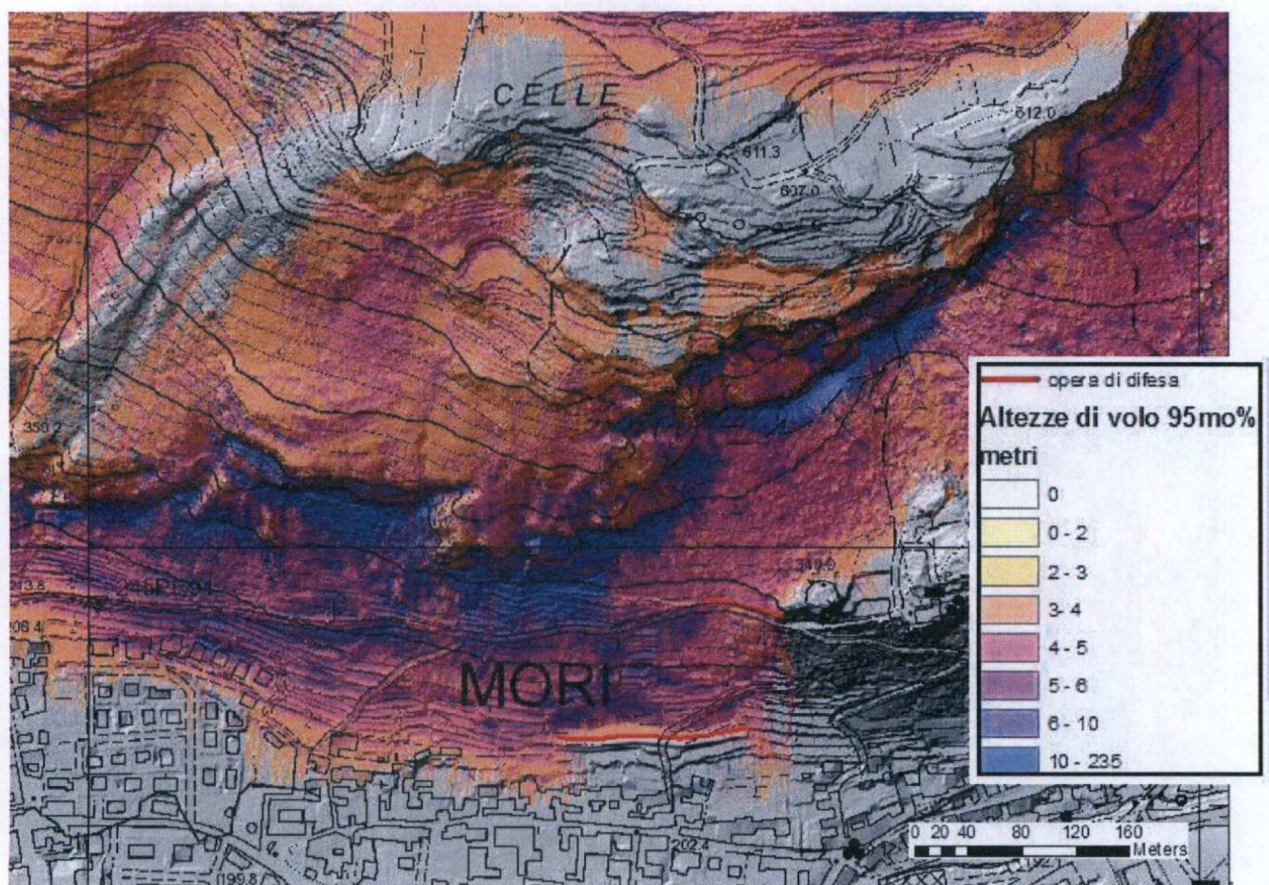
Distribuzione altezze di volo (Baricentro del blocco) in metri (95% CL). Volumetria da 2 a 5 mc



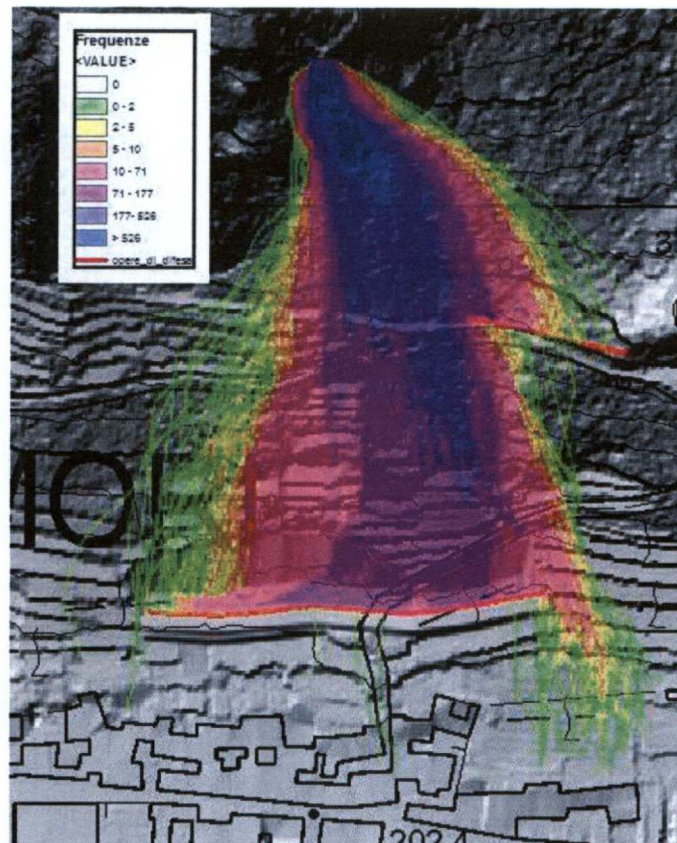
Distribuzione della energia cinetica osservata in kJ (95%CL) volumetria da 4 a 10 mc



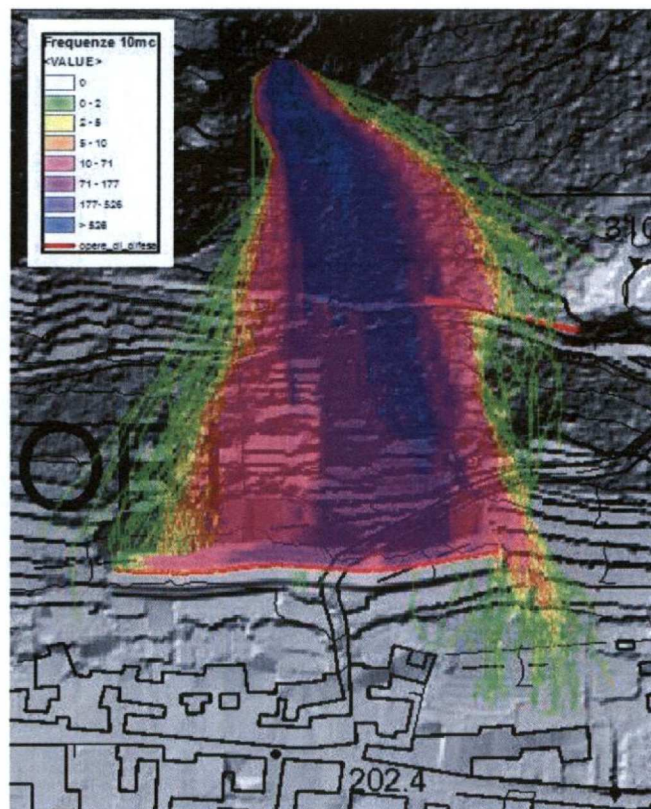
Distribuzione della frequenza dei passaggi per cella. Volumetria da 4 a 10 mc



Distribuzione altezze di volo (Baricentro del blocco) in metri (95% CL). Volumetria da 4 a 10 mc



*Distribuzione delle traiettorie derivanti dalla demolizione del prisma.  
(volume di simulazione 2-5 mc). In rosso estensione delle opere di difesa.*



*Distribuzione delle traiettorie derivanti dalla demolizione del prisma.  
(volume di simulazione 4-10 mc). In rosso estensione delle opere di difesa.*



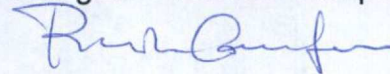
## 5. CONCLUSIONI

Si evidenzia pertanto che, assumendo l'altezza totale dell'opera di difesa pari a m 6, come da ipotesi di progetto, la stessa interagisce in modo efficace con le traiettorie simulate e intercetta praticamente la totalità delle volumetrie di progetto.

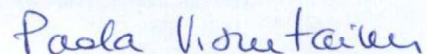
Al fine di intercettare completamente il ventaglio di traiettorie che possono generarsi durante le operazioni di demolizione e nell'ipotesi di successivi distacchi dalla parete si ritiene necessario prolungare il tomo verso est (destra) di alcune decine di metri, e porre in opera lungo il versante a partire dal dosso di quota 310.9 m s.l.m una barriera paramassi di altezza pari a 6 m, resistenza indicativa  $\geq 5000$  kJ e lunghezza dell'ordine dei 70m o un tomo costituito da blocchi reperiti in sito con caratteristiche equivalenti.

Trento, giugno 2016

dott. geol. Riccardo Campana



dott. ssa geol. Paola Visintainer





# GeoLogico

COMUNE  
di MORI  
Prot. N.  
**201600009684**  
27-04-2016 14:26  
c\_f728 - RSERVIZI



SEGONZANO, 2016

Relazione approfondimento geologico su  
un diedro roccioso a monte dell'eremo  
di Montalbano a Mori

---

Comune: Mori  
Provincia: Trento  
Committente: Amministrazione c.le



STUDIO DI GEOLOGIA fr. Casal, 25 - 38047 Segonzano (TN)  
[www.geologico.it](http://www.geologico.it) [info@geologico.it](mailto:info@geologico.it)

# APPROFONDIMENTO GEOLOGICO SU UN DIEDRO ROCCIOSO A MORI

## SOMMARIO

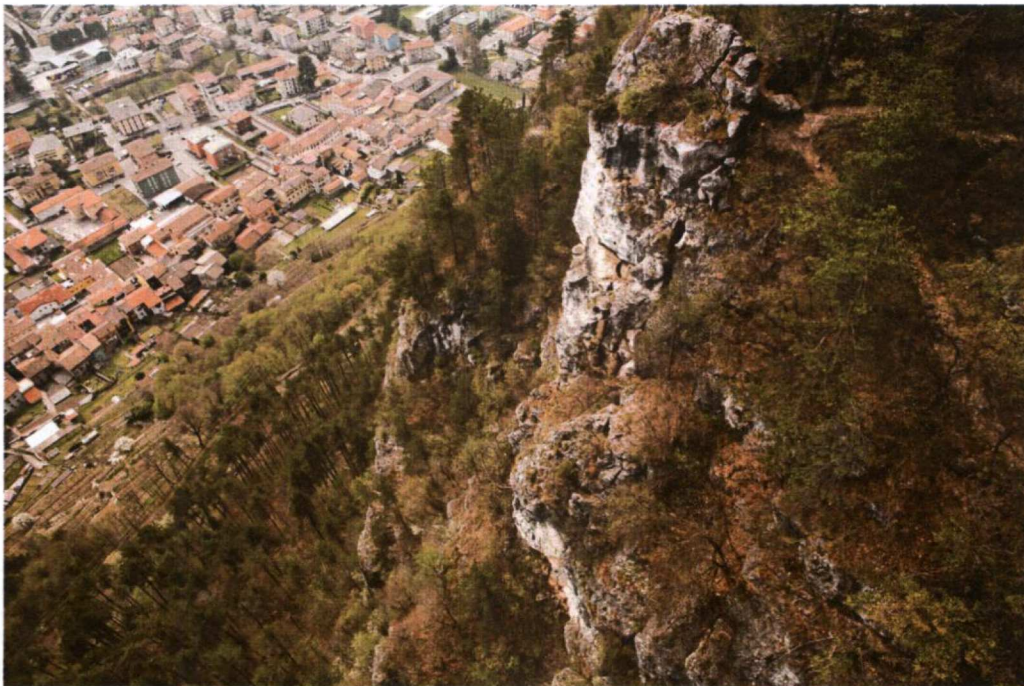
1.	PREMESSA .....	2
2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO .....	4
3.	STUDIO DEL DIEDRO .....	5
4.	DEFINIZIONE DEL DIEDRO .....	11
5	CONCLUSIONI.....	15

## 1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Mori (TN) è stato redatto il presente approfondimento geologico su un diedro roccioso segnalato dal Servizio Geologico e dal Servizio Prevenzione Rischi della Provincia Autonoma di Trento.

Il tratto di parete a nord ovest dell'eremo di Montalbano a Mori è oggetto di un articolato ed esteso studio per la messa in sicurezza di svariate situazioni di rischio.

Il presente studio si focalizza su un diedro isolato dal retrostante ammasso roccioso che è stato individuato nelle fasi preliminari dello studio complessivo del versante.



Le dimensioni del volume roccioso e le evidenze di fessure persistenti ed aperte a tergo dello stesso hanno richiesto un urgente intervento di approfondimento che si è articolato su tre diversi tipi di approccio.

Il primo approccio è stato di tipo diretto con delle calate eseguite in parete supportate da personale rocciatore. Lo scrivente, supportato dall'impresa Consolrocce srl, ha eseguito due calate sul diedro, una sul lato est ed una sul lato ovest al fine di verificare le condizioni generali dell'ammasso e le dimensioni e la persistenza delle fessure di trazione individuate dai primi sopralluoghi.

Successivamente sono state acquisite delle foto ad alta risoluzione eseguite dalla società Cartorender srl con drone radiocomandato, la ripresa fotografica ha consentito di analizzare

il diedro da più punti di vista, senza richiedere l'esposizione del personale rocciatore a situazioni di rischio, consentendo una migliore comprensione delle strutture analizzate in parete.

La definizione metrica del volume roccioso è stata quindi effettuata utilizzando i dati acquisiti con rilievo laserscanner ed elaborati direttamente all'interno della struttura del Servizio geologico.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geologico generale l'ammasso roccioso appartiene ai calcari grigi che nel settore di studio vedono la transizione da valle verso monte dalla Formazione del Monte Zugna al Calcare oolitico di Loppio.

Trattasi in un ammasso roccioso stratificato in banchi metrici con una giacitura a franapoggio. I singoli banchi si presentano omogenei e coerenti al loro interno senza presenza di fessurazioni evidenti all'infuori del sistema di fessure che delimita il diedro a tergo.

Nel complesso l'ammasso roccioso di cui è costituito il diedro si presenta compatto e omogeneo per cui il volume isolato ben si presta per una lavorazione con fori anche di piccolo diametro.

La lastrificazione principale dei singoli banchi si articola su giunti di strato da chiusi a debolmente aperti che nei settori più superficiali del diedro si presentano con un riempimento in materiale fine.

L'area di intervento si colloca in un tratto di versante subverticale che sovrasta la conoide detritica che degrada progressivamente verso l'abitato di Mori.

### 3. STUDIO DEL DIEDRO

#### 3.1 Calata lato est



La prima calata è stata effettuata sul lato est del diedro al fine di verificare le condizioni e la continuità del sistema di fessure di trazione individuato da valle, che isola il diedro dal retrostante ammasso roccioso.

La fessura è aperta con tratti di ampiezza anche superiore a 50 cm si presenta per lo più senza riempimento anche se si riscontra la presenza frammenti litici anche di dimensioni decimetriche che risultano incastrati all'interno delle pareti della fessura.

La fessura continua in direzione ovest per una profondità a che nei tratti più aperti è stata stimata in almeno 4 m.

La calata ha permesso di riscontrare un'elevata pervasività della fessurazione che si sviluppa con continuità tanto in senso verticale che trasversale, verificando pertanto la verosimile completa disgiunzione del diedro da retrostante ammasso.



Scendendo verso valle la fessura di delimitazione del diedro si avvicina progressivamente alla parete, l'ampiezza del diedro progressivamente si riduce da 9,5 m a circa 5,0 m.

Il tratto inferiore della calata ha permesso di avvicinarsi al piede del diedro che si rastrema con una serie di fessure che convergono verso la parete sud.

Nel tratto centrale del diedro, si riconoscono i giunti di strato con andamento a franapoggio che rappresentano evidenti situazioni di disgiunzione.

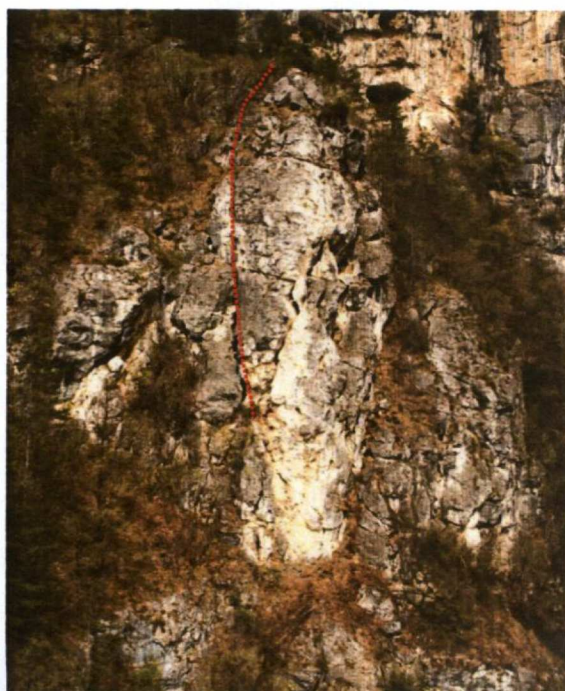




Sempre nel tratto centrale del diedro, dove le fessure di trazione tendono ad aprirsi di più si riconoscono massi isolati di dimensioni metriche che formano un castelletto completamente svincolato. L'intera struttura anche se di dimensioni limitate è evidentemente precaria.



### 3.2 Calata lato ovest



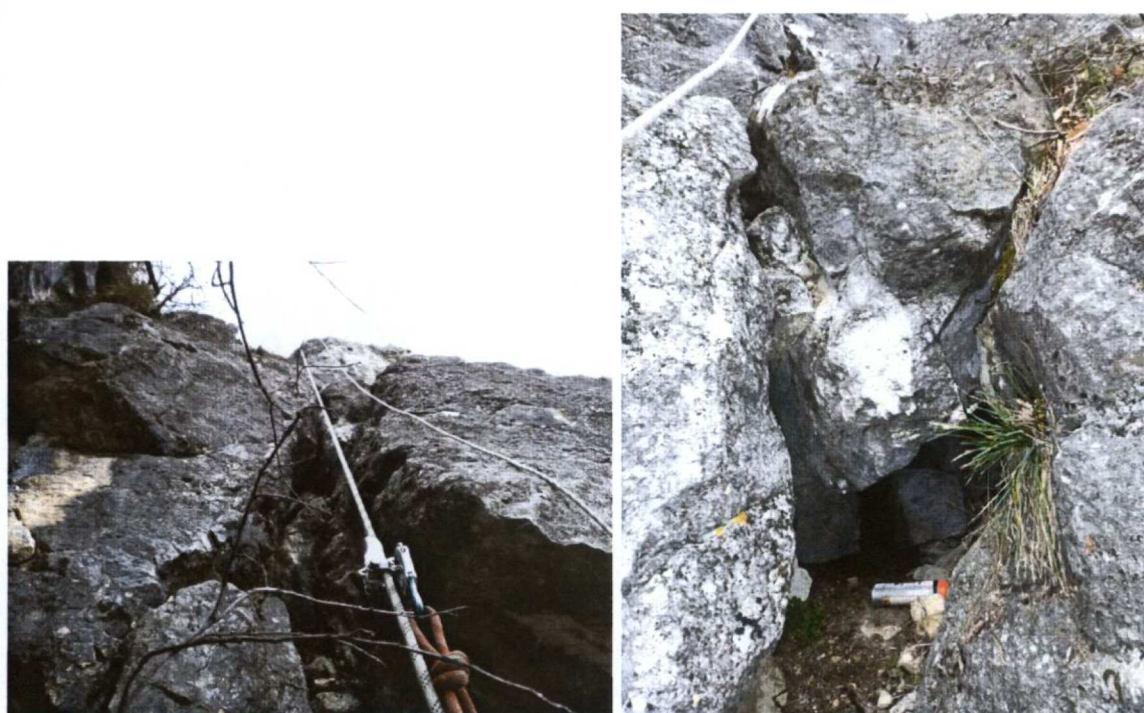
La seconda calata è stata effettuata sul lato ovest del diedro al fine di intervenire lungo il versante meno visibile e quindi con lo scopo di individuare l'emergenza del sistema delle fessure di trazione individuato sul lato est.

Rispetto al lato est si rileva un evidente arretramento del sistema di fessure per cui lo spessore del diedro sul lato ovest risulta maggiore di quello individuato con la calata precedente.

La fessurazione è evidente nel settore centrale del diedro mentre nel settore di monte è obliterata dal materiale detritico e dal terreno vegetale, in ogni caso ci sono evidenze morfologiche che consentono di ipotizzare con relativa sicurezza la persistenza verso monte della fessurazione.

Il tratto di valle del diedro presenta un volume aggettante che genera al tetto una piccola cengia suborizzontale che non consente di seguire con continuità la fessurazione del diedro.

La persistenza della fessurazione rilevata come l'apertura dei giunti consentono comunque di ipotizzare come per il lato est la completa disgiunzione del diedro dal retrostante ammasso roccioso.



Come per il lato est si riconoscono i giunti di strato a franapoggio leggermente più inclinati con locale riempimento in materiale fine.



### 3.3 Ripresa aerea con drone

La difficoltà di accesso al diedro unita alla presenza di volumi aggettanti e disconnessi soprattutto nel settore di base – lato sud - , ha richiesto un supplemento di indagine che è stato effettuato con drone radiocomandato. L'acquisizione della documentazione fotografica è stata eseguita con una fotocamera Canon EOS 5D Mark III con sensore a pieno formato da 22,3 megapixel.

Questo tipo di acquisizione ha permesso di riprendere il diedro da svariati punti di vista con il risultato di poter comparare insieme le strutture rilevate sui differenti lati del diedro.

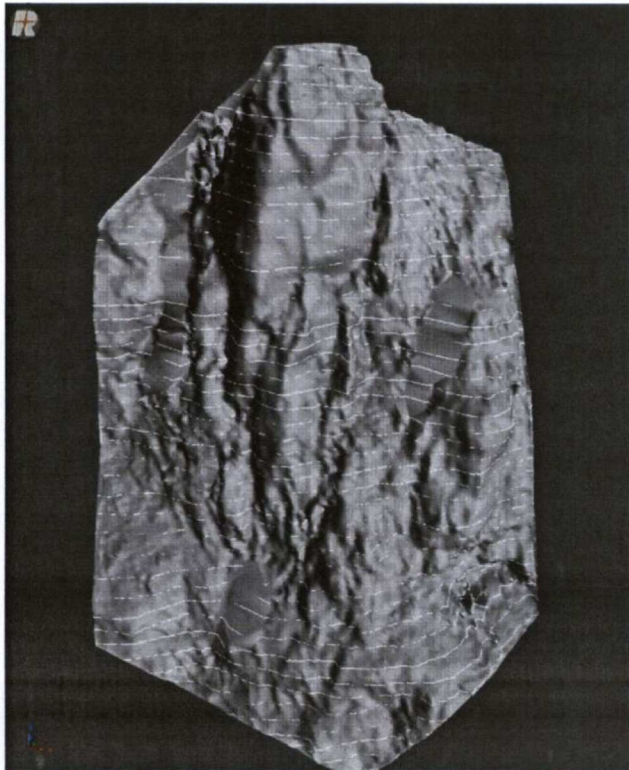
L'ottima vista anche sui punti inaccessibili ha permesso di riscontrare fessure importanti che non erano state individuate nemmeno nel corso delle calate in fune.

Particolarmente significativa è stata la possibilità di riconoscere una fessura aperta alla base del lato ovest del diedro che sembra delimitare a monte un "argine in roccia" che potrebbe essere la struttura di resistenza che sostiene l'intero diedro.



### 3.4 Ripresa con laser scanner

L'intero diedro è stato ripreso da terra con tecnologia laserscanner attraverso la realizzazione di due punti di ripresa, il primo in prossimità dell'eremo il secondo a partire dall'abitato di Mori.



Le riprese hanno permesso di restituire l'intero diedro per cui è possibile ricavare misure metriche per la definizione del modello della roccia e per la sua misurazione di dettaglio.

Da un'analisi speditiva il volume complessivo del diedro raggiunge circa 500 mc di roccia.

## 4. DEFINIZIONE DEL DIEDRO

### 4.1 Definizione del diedro

Sulla base delle indagini e degli approfondimenti effettuati è possibile ritenere che l'intero diedro individuato sia completamente disconnesso attraverso un sistema di fessure aperte dal retrostante ammasso roccioso.

L'unica struttura di resistenza che sembra riuscire a contrastare il collasso dell'ingente volume roccioso sembra costituita da un argine di roccia che si individua nel terzo inferiore del diedro e che risulta particolarmente riconoscibile sul lato ovest.

Il volume roccioso del diedro nel suo complesso può essere distinto in tre settori.

Il **settore sommitale** dell'altezza di pochi metri è rappresentato da una corona di massi isolati, verosimilmente disconnessi dal sottostante ammasso che si sviluppa nel settore nord del diedro e che degrada sino a scomparire in direzione sud est.



Il **corpo centrale** del diedro dell'altezza di 12 – 14 m è articolato su due giunti di strato a franapoggio spazati di circa 5 - 6 m, il giunto di strato si presenta chiuso ma in prossimità delle pareti del diedro si riconoscono riempimenti in materiale fine.

I due strati si presentano omogenei e coerenti al loro interno, la matrice rocciosa è integra e la fessurazione secondaria limitata.

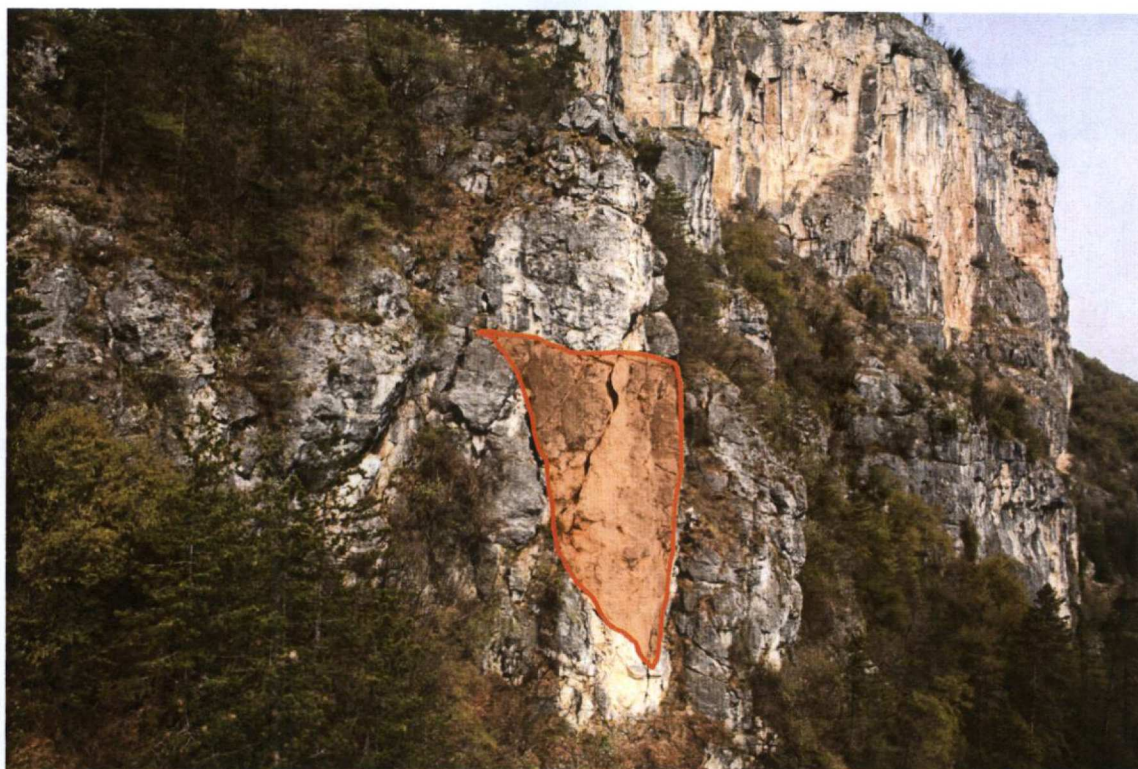
L'ammasso roccioso si presta bene ad un intervento di perforazione sia verticale che orizzontale anche per diametri da piccoli a medi. La perforazione orizzontale non dovrà coincidere con il giunto di strato suborizzontale.

La perforazione verticale o subverticale potrà essere realizzata senza particolari penalità.



**Il corpo basale** del diedro presenta una rastremazione della base del diedro stesso che viene sezionata dall'alto verso il basso da un ulteriore sistema fessurativo che riduce in maniera notevole le dimensioni della base di appoggio del volume roccioso isolato.

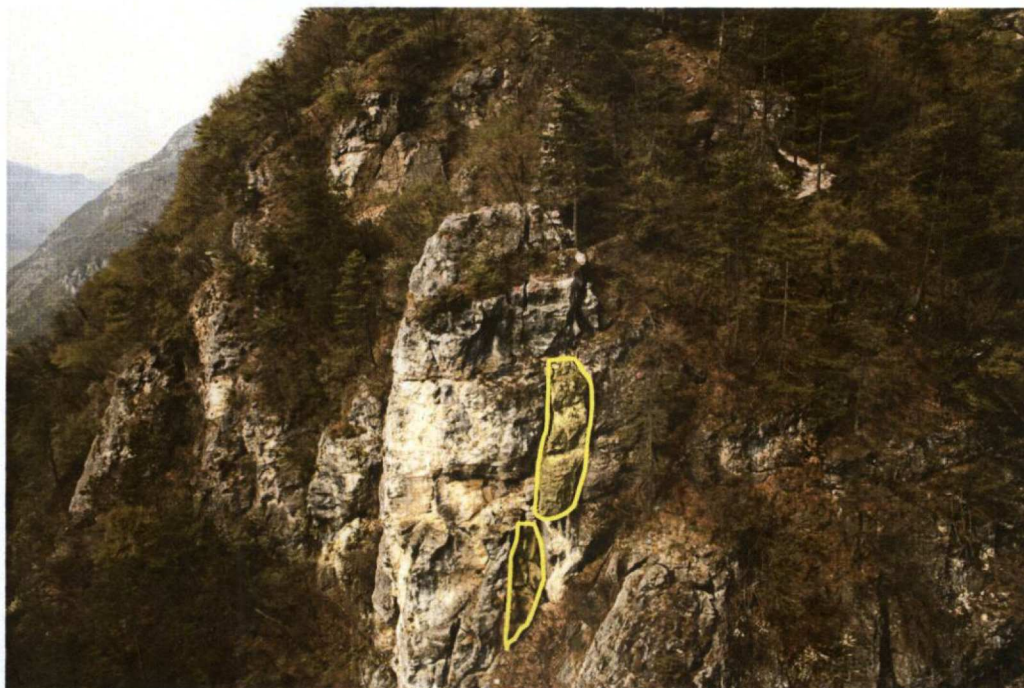
La presenza del sistema di fessurazione a reggipoggio ben visibile sul lato ovest del diedro rende il volume roccioso aggettante sulla propria base, compromettendone ulteriormente i requisiti di stabilità.



### **Volumi rocciosi isolati**

I rilievi hanno permesso di rilevare la presenza di volumi rocciosi isolati di dimensioni da metriche a plurimetriche tanto sul versante est che sul versante ovest.

Sul versante est i volumi rocciosi sono generalmente di dimensioni inferiori ma sono sovrapposti ed evidentemente aggettanti.



Sul versante ovest è i volumi rocciosi sono sostanzialmente solo due ma hanno un volume complessivo di almeno 20 metri cubi.



#### **4.2 Monitoraggio con estensimetri**

Sulla base degli esiti delle indagini effettuate è evidente e necessario completare lo studio con l'analisi in continuo degli spostamenti in corrispondenza dei principali sistemi di fessurazione.

I riscontri hanno permesso di riconoscere il sistema di fessure di trazione che isolano il diedro e che vengono a giorno in particolare sul lato est dello stesso.

Sul lato ovest invece è evidente l'affiorare della fessura che delimita a monte la struttura di contenimento del diedro.

Il monitoraggio dovrà essere impostato su entrambi i lati del diedro al fine di monitorare a ovest il giunto di trazione mentre a est la struttura di contenimento.

I sensori estensimetrici saranno accoppiati a sensore termico per facilitare l'interpretazione dei dati in ragione del ciclo termico diurno, il sistema di acquisizione dovrà inoltre essere munito di sistema di trasmissione dati in modo da consentirne l'analisi in continuo anche da remoto.



## 5 CONCLUSIONI

Il presente approfondimento ha voluto incrementare le conoscenze sul diedro roccioso individuato in via preliminare dai rilievi a terra.

Le calate in parete e i dati acquisiti dalle fotografie con drone e dal rilievo strumentale con laserscanner hanno permesso di cogliere le dimensioni del volume roccioso come riconoscere lo sviluppo della fessurazione che lo delimita a tergo.

La pervasività delle fessure di trazione permette di ipotizzarne con ragionevole sicurezza la completa disgiunzione dal retrostante ammasso roccioso.

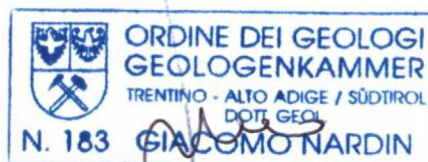
La presenza di un forte aggetto del diedro soprattutto nel settore ovest ne pregiudica sicuramente le condizioni di stabilità, rendendolo sicuramente esposto a fenomeni di criticizzazione anche molto rapidi.

Fondamentale per comprendere la reale dinamica del volume roccioso, sarà l'installazione di un sistema di monitoraggio sulle fessure a tergo lato est e sull'argine in roccia che sostiene il piede del diedro sul lato ovest, con estensimetri ad acquisizione automatica. I dati estensimetrici potranno permettere di comprendere sin da subito eventuali movimenti del diedro e potranno essere utilizzati per realizzare un sistema di allerta per l'eventuale fase di lavorazione per la stabilizzazione o rimozione del diedro.

*Segonzano, aprile '16*

**GeoLogico**

*dott. geol. Giacomo Nardin*



# **APPROFONDIMENTO GEOLOGICO SU DIEDRO ROCCIOSO A MORI INTEGRAZIONI GIUGNO 2016**

## **SOMMARIO**

<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>DEFINIZIONE DEL DIEDRO.....</b>	<b>2</b>
<b>CONCLUSIONI DELL'APPROFONDIMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>4</b>
<b>PROPOSTA PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL DIEDRO .....</b>	<b>4</b>

## **PREMESSA**

Su incarico del Comune di Mori (TN) è stato redatto lo scorso mese di aprile un presente approfondimento geologico su un diedro roccioso segnalato dal Servizio Geologico e dal Servizio Prevenzione Rischi della Provincia Autonoma di Trento.

L'approfondimento presentato è stato dedicato ad un diedro isolato dal retrostante ammasso roccioso che è stato individuato nelle fasi preliminari dello studio complessivo del versante.

La presente integrazione riprende le conclusioni del documento presentato e ne approfondisce le problematiche relative alla messa in sicurezza.

Il documento presentato si è avvalso di rilievi diretti in parete. Lo scrivente, supportato dall'impresa Consolrocce srl, ha eseguito due calate sul diedro, una sul lato est ed una sul lato ovest al fine di verificare le condizioni generali dell'ammasso e le dimensioni e la persistenza delle fessure di trazione individuate dai primi sopralluoghi.

Successivamente sono state acquisite delle foto ad alta risoluzione eseguite dalla società Cartorender srl con drone radiocomandato, la ripresa fotografica ha consentito di analizzare il diedro da più punti di vista, senza richiedere l'esposizione del personale rocciatore a situazioni di rischio, consentendo una migliore comprensione delle strutture analizzate in parete.

La definizione metrica del volume roccioso è stata quindi effettuata utilizzando i dati acquisiti con rilievo laserscanner ed elaborati direttamente all'interno della struttura del Servizio geologico.

## **DEFINIZIONE DEL DIEDRO**

### **Definizione del diedro**

Sulla base delle indagini e degli approfondimenti effettuati è possibile ritenere che l'intero diedro individuato sia completamente disconnesso attraverso un sistema di fessure aperte dal retrostante ammasso roccioso.

L'unica struttura di resistenza che sembra riuscire a contrastare il collasso dell'ingente volume roccioso sembra costituita da un argine di roccia che si individua nel terzo inferiore del diedro e che risulta particolarmente riconoscibile sul lato ovest.

Il volume roccioso del diedro nel suo complesso può essere distinto in tre settori.

**Il settore sommitale** dell'altezza di pochi metri è rappresentato da una corona di massi isolati, verosimilmente disconnessi dal sottostante ammasso che si sviluppa nel settore nord del diedro e che degrada sino a scomparire in direzione sud est.

**Il corpo centrale** del diedro dell'altezza di 12 – 14 m è articolato su due giunti di strato a franapoggio spazati di circa 5 - 6 m, il giunto di strato si presenta chiuso ma in prossimità delle pareti del diedro si riconoscono riempimenti in materiale fine.

I due strati si presentano omogenei e coerenti al loro interno, la matrice rocciosa è integra e la fessurazione secondaria limitata.

La matrice rocciosa del diedro si presenta integra e si presta bene ad un intervento di perforazione sia verticale che orizzontale con diametri da piccoli a medi. La perforazione orizzontale non dovrà coincidere con il giunto di strato suborizzontale.

**Il corpo basale** del diedro presenta una rastremazione della base del diedro stesso che viene sezionata dall'alto verso il basso da un ulteriore sistema fessurativo che riduce in maniera notevole le dimensioni della base di appoggio del volume roccioso isolato.

La presenza del sistema di fessurazione a franapoggio ben visibile sul lato ovest del diedro rende il volume roccioso aggettante sulla propria base, compromettendone ulteriormente i requisiti di stabilità.

La forte fessurazione dell'ammasso sconsiglia in questa fase l'ipotesi di interventi di perforazione in quanto la matrice rocciosa degradata non dà garanzia sulla stabilità delle pareti dei fori.

### **Volumi rocciosi isolati**

I rilievi hanno permesso di rilevare la presenza di volumi rocciosi isolati di dimensioni da metriche a plurimetriche tanto sul versante est che sul versante ovest.

Sul versante est i volumi rocciosi sono generalmente di dimensioni inferiori ma sono sovrapposti fra loro a creare dei "castelletti" che si presentano svincolati ed evidentemente aggettanti.

Sul versante ovest i volumi rocciosi isolati individuati sono sostanzialmente solo due ma hanno un volume complessivo di almeno 20 metri cubi.

### **Monitoraggio con estensimetri**

Sulla base degli esiti delle indagini effettuate è evidente e necessario completare lo studio con l'analisi in continuo degli spostamenti in corrispondenza dei principali sistemi di fessurazione.

I riscontri hanno permesso di riconoscere il sistema di fessure di trazione che isolano il diedro e che vengono a giorno in particolare sul lato est dello stesso.

Sul lato ovest invece è evidente l'affiorare della fessura che delimita a monte la struttura di contenimento del diedro.

Il monitoraggio dovrà essere impostato su entrambi i lati del diedro al fine di monitorare a est il giunto di trazione mentre a ovest la struttura di contenimento.

I sensori estensimetrici saranno accoppiati a sensore termico per facilitare l'interpretazione dei dati in ragione del ciclo termico diurno, il sistema di acquisizione dovrà inoltre essere munito di sistema di trasmissione dati in modo da consentirne l'analisi in continuo anche da remoto.

## **CONCLUSIONI DELL'APPROFONDIMENTO GEOLOGICO**

L'approfondimento geologico redatto in aprile ha voluto incrementare le conoscenze sul diedro roccioso individuato in via preliminare dai rilievi a terra.

Le calate in parete e i dati acquisiti dalle fotografie con drone e dal rilievo strumentale con laserscanner hanno permesso di cogliere le dimensioni del volume roccioso come riconoscere lo sviluppo della fessurazione che lo delimita a tergo.

La pervasività delle fessure di trazione permette di ipotizzarne con ragionevole sicurezza la completa disgiunzione dal retrostante ammasso roccioso.

La presenza di un forte aggetto del diedro soprattutto nel settore ovest ne pregiudica sicuramente le condizioni di stabilità, rendendolo sicuramente esposto a fenomeni di criticizzazione anche molto rapidi.

Fondamentale per comprendere la reale dinamica del volume roccioso, sarà l'installazione di un sistema di monitoraggio sulle fessure a tergo lato est e sull'argine in roccia che sostiene il piede del diedro sul lato ovest, con estensimetri ad acquisizione automatica. I dati estensimetrici potranno permettere di comprendere sin da subito eventuali movimenti del diedro e potranno essere utilizzati per realizzare un sistema di allerta che possa rimanere attivo sino alla messa in sicurezza dell'abitato.

## **PROPOSTA PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL DIEDRO**

Lo studio eseguito si basa su una serie accurata di indagini e approfondimenti desunti da un'esperienza decennale dello scrivente in interventi di messa in sicurezza di ammassi rocciosi instabili.

Le metodologie di approccio sono state scelte al fine di individuare l'entità e la volumetria del diedro roccioso, ma anche per acquisire riscontri importanti sulla matrice rocciosa che costituisce il diedro. L'analisi della matrice rocciosa infatti è fondamentale al fine di definire le possibili tecniche di intervento per la messa in sicurezza del volume roccioso.

L'evidente disgiunzione del diedro dal retrostante ammasso e la presenza di un presunto argine di contenimento sul lato ovest palesano una situazione di evidente criticità.

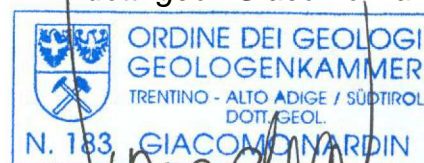
Fissate le condizioni di criticità che possono senza grandi preavvisi dare seguito al collasso del diedro è sicuramente sconsigliato operare sul diedro con fori di grosso diametro, cioè maggiori di 90 mm. La forte sollecitazione meccanica dei sistemi di perforazione di grosso diametro unita all'utilizzo di flussi d'aria compressa ad alta pressione potrebbero degradare le condizioni di precaria stabilità del diedro. Un eventuale intervento di chiodatura richiederebbe l'esecuzione di fori orizzontali a partire dalla parete sud del diedro, quindi esponendo le maestranze ad un forte rischio in caso di crollo.

Un intervento di demolizione controllata con esplosivi detonanti potrebbe invece essere realizzato con fori di piccolo e medio diametro, operando dall'alto. In questo modo sarebbe possibile limitare la sollecitazione sull'ammasso in fase di lavorazione dando agli operatori rocciatori la possibilità di operare dall'alto, rimanendo in posizione di sicurezza rispetto ad eventuali crolli.

*Segonzano, giugno '16*

**GeoLogico**

*dott. geol. Giacomo Nardin*





PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

**Servizio Geologico**

Via Zambra, 42 – Top Center Torre B sud - 38121 Trento

Tel. 0461495200 - Fax 0461495201

PEC: serv.geologico@pec.provincia.tn.it

Egr. Sig.

CRISTOFORI ing. VITTORIO

DIRIGENTE DEL

SERVIZIO PREVENZIONE RISCHI

Trento, 08 luglio 2016

S E D E

Prot. n. S049-2016- ~~365198~~ /21.4

Oggetto: Nota integrativa alla relazione geologica per l'opera di mitigazione del pericolo di caduta massi sull'abitato di Mori – Intervento in somma urgenza.

Con la presente si prende atto che il progetto dell'opera vallo-tomo nella sua versione definitiva di data luglio 2016 ha recepito quanto indicato nello studio geologico a Voi inviato in data 22 giugno 2016 prot. n° 332007, prevedendo un prolungamento dell'opera verso est.

Il progetto redatto da codesto Servizio indica in circa 44 metri la consistenza di tale prolungamento.

Vista l'entità significativa del prolungamento del sistema vallo-tomo si ritiene che in questa prima fase progettuale possa essere tralasciata la realizzazione dell'opera di protezione passiva posta in prossimità della strada che conduce al Santuario di Monte Albano.

Successivamente il Servizio Geologico procederà a rielaborare le verifiche di caduta massi con l'opera allungata e con le modifiche morfologiche effettuate lungo il versante e valuterà la necessità o meno di realizzare l'opera di protezione in prossimità della stradina per Monte Albano o eventualmente di un suo ridimensionamento.

A disposizione per eventuali chiarimenti si porgono cordiali saluti.

IL SOSTITUTO DIRIGENTE

- dott. Mauro Zambotto -

PV/pc

MORI\_PROLUNGAMENTO TOMO.DOC  
21.4-2012-7

Sede centrale: 38122 TRENTO – Piazza Dante, 15 - Tel. 0461495111 - C.F. e P.IVA 00337460224

