



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

## Valutazione del pericolo di caduta sassi Località Chiosso Paolo



---

Relazione geologica

Aprile 2016

Rapporto no. 11506.01



**DR. BAUMER SA**  
geologi consulenti

## **CONTENUTO**

1	INTRODUZIONE .....	4
1.1	Premessa .....	4
1.2	Lavori eseguiti .....	4
1.3	Cronistoria degli studi effettuati .....	4
2	QUADRO GEOLOGICO .....	5
2.1	Generalità .....	5
2.2	Assetto strutturale dell'ammasso roccioso .....	5
3	EVENTI PREGRESSI .....	6
4	OPERE DI PREMUNIZIONE ESISTENTI .....	7
5	RILIEVO DELLE POTENZIALI INSTABILITÀ .....	9
5.1	Metodo .....	9
5.2	Calcolo di stabilità .....	9
5.3	Risultati .....	9
6	SIMULAZIONE CADUTA SASSI .....	11
6.1	Metodo .....	11
6.2	Simulazione effettuata .....	11
6.3	Risultati .....	11
6.4	Valutazione del pericolo residuo .....	11
7	CARTA DEL PERICOLO .....	12
8	CONCLUSIONI .....	13

## **ALLEGATI**

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Situazione - cartina  | 1:5'000 |
| 2. Strutture   |         |
| 3. Posizione degli oggetti descritti - fotografia della parete |         |
| 4. Schede opere di premunizione                                |         |
| 5. Schede delle potenziali instabilità                         |         |
| 6. Simulazioni caduta sassi                                    | 1:1'000 |
| 7. Carta del pericolo di caduta sassi                          | 1:1'000 |

## **DOCUMENTI**

- [1] A. Colombi, carta geologica 1:25'000, Foglio Locarno, 1990 non pubblicato
- [2] Istituto Geologico Cantonale. Comune di Verscio - Rischio geologico e idrogeologico, 1992
- [3] Istituto Geologico Cantonale. Parete a nord della strada cantonale, rapporto di sopralluogo, 1995
- [4] Studio d'ingegneria Müller-Ceresa. Premunizioni contro la caduta sassi in località Chiosso Paolo, Comune di Verscio – Relazione Finale, 1997
- [5] OFEG, Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire, 1997
- [6] Wyllie, D.C. and Mah, C.W. Rock Slope Engineering - Civil and Mining. Spon Press. 2004
- [7] Dorren L., Berger F. Rockyfor3D à coeur ouvert - Description complète du modèle 3dD de chutes de blocs. ecorisQ 2012

## **1 INTRODUZIONE**

### **1.1 Premessa**

L'Ufficio Pericoli naturali, Incendi e Progetti (UPIP), con la risoluzione no. 1559 del Consiglio di Stato del 15 aprile 2015, ha incaricato il nostro studio di eseguire l'accertamento del pericolo caduta sassi originato dalla parete rocciosa sovrastante il Chiosso Paolo nella località di Verscio (vedi allegato no. 1).

Il mandato per il presente studio prevede l'allestimento di un catalogo delle opere di premunizione esistenti con una verifica visiva del loro stato e l'aggiornamento del piano delle zone di pericolo (PZP) per la caduta di sassi considerando i manufatti presenti.

### **1.2 Lavori eseguiti**

Sono stati eseguiti i seguenti lavori:

- studio della documentazione geologica esistente
- rilievo strutturale e dei fenomeni di instabilità della parete rocciosa situata sopra il Chiosso Paolo (allegati no. 2 e 3)
- ispezioni visive delle opere di premunizione (allegato no. 4)
- analisi dei fenomeni di instabilità, in particolare la caduta di elementi lapidei (allegato no. 5)
- valutazione del grado di pericolo di caduta sassi per la zona del Chiosso Paolo includendo le opere di premunizione e la loro manutenzione
- considerazione su possibili ulteriori interventi da effettuare per la diminuzione del grado di pericolo di caduta sassi

### **1.3 Cronistoria degli studi effettuati**

Nel documento [2] si indica il Chiosso Paolo come esposto a pericolo di caduta sassi di grado elevato. Il documento [3], specifico all'area del Chiosso Paolo, esplicita le situazioni potenzialmente instabili, definisce il grado di pericolo elevato per la caduta di sassi dalla parete (grado di pericolo in vigore tuttora) e propone degli interventi di premunizione, segue un progetto per mettere a punto le opere di premunizione.

Gli interventi di premunizione, terminati nella primavera del 1997, sono riassunti nel documento [4] e relativi allegati. Verosimilmente fino alla presente valutazione non sono stati effettuati sopralluoghi di controllo o manutenzioni alle opere.

## 2 QUADRO GEOLOGICO

### 2.1 Generalità

La parete rocciosa sovrastante il Chiosso Paolo è costituita dagli Gneiss della zona di Ponte Brolla (gneiss a due miche, a feldspato alcalino e plagioclasio, a grana media o lenticolare) [1]. La parete rocciosa è essenzialmente modellata dall'erosione glaciale e mostra delle placche compatte alternate da piccoli risalti verticali. La parete rocciosa si sviluppa fino a raggiungere la piana alluvionale con poche decine di metri di detrito alla sua base.

### 2.2 Assetto strutturale dell'ammasso roccioso

La morfologia della superficie modellata dall'erosione glaciale è la struttura caratteristica della parete; la sua inclinazione varia da 40° a 60°. La scistosità è subverticale orientata approssimativamente est-ovest, associata ad essa si sviluppa una famiglia di fratture. Due famiglie di fratture si immergono con un azimut verso E-SE e rispettivamente SO con un'inclinazione che da 50° a 90° (vedi tabella no 2.1).

L'ammasso roccioso si presenta fortemente fratturato in alcune aree corrispondenti a zone di faglia e marcate morfologicamente da scarpate che seguono l'andamento della parete (vedi allegato no. 2).

Tab. 2.1 *Principali sistemi di discontinuità dell'ammasso roccioso.*

Elementi strutturali	Giacitura [°]	Persistenza	Spaziatura	Apertura
scistosità [S] e fratture parallele	355-015 / 70-80	-	-	da chiusa a cm – dm (fratture parallele a S)
superficie di erosione e fratture sub-parallele al versante [k1]	180-225 / 40-60	da m a decine di m	0.5 - 10 m	da chiusa a cm – dm
diaclassi trasversali 1 [k2]	80-150 / 30-70	da m a decine di m	Irregolari	da chiusa ad alcuni dm
diaclassi trasversali 2 [k3]	240-250 / 40-90	da m a decine di m	Irregolari	da chiusa ad alcuni dm

### 3 EVENTI PREGRESSI

L'elenco degli eventi pregressi del Chiosso Paolo (tabella no. 3.1) è stato compilato in base ai dati forniti dall'UIIP e dal comune di Terre di Pedemonte. Nessun evento pregresso è indicato nel catasto degli eventi naturali (Banca dati federale StorMe). In questo elenco vengono anche segnalati gli incendi considerato che possono influire sullo stacco di potenziali instabilità rocciose.

L' elenco potrebbe non essere esaustivo.

Tab. 3.1 *Eventi pregressi della località di Chiosso Paolo.*

Evento	Data	Osservazioni
Incendio	Gennaio 1969	-
Incendio	Aprile 1971	-
Caduta sassi	Inverno 1979	I sassi raggiungono la strada cantonale. La zona di stacco corrisponde presumibilmente alla zona della scheda no. 1 (allegato 4).
Incendio	Dicembre 1994	A seguito dell'incendio il Comune di Verscio richiede all'IGC un sopralluogo (documento [3]).
Caduta di un masso	Marzo 1996	Zona di stacco, di passaggio e di arresto del masso non precisati. Oltre a ciò un masso di ~15 m <sup>3</sup> si è mosso (posizione non precisata).

## 4 OPERE DI PREMUNIZIONE ESISTENTI

Le principali opere di premunizione esistenti sulla parete rocciosa del Chiosso Paolo sono indicate come schede nell'allegato no. 4; la numerazione degli oggetti riprende la divisione delle zone d'intervento utilizzate nei documenti [3], [4]. La posizione di tutte le opere di premunizione sono indicate sulla foto della parete rocciosa (allegato no. 3). Le opere, eseguite durante il periodo 1996 – primavera 1997, sono:

- uno sperone di sostegno in calcestruzzo abbinato a una rete in aderenza (scheda no. 1, allegato no. 4),
- una rete paramassi collocata a metà parete lungo il canale centrale (scheda no. 3B, allegato no. 4),
- diversi massi assicurati tramite cavi di acciaio che ne impediscono il ribaltamento e lo scivolamento (schede no. 2A-2G e 3A, allegato no. 4). La valutazione delle instabilità su cui intervenire era stata affidata alla ditta esecutrice dei lavori,
- alcuni sigilli posati nel corso dell'anno 2013 in fessure dell'ammasso roccioso (scheda no. 3.23 allegato no. 5),
- vari sassi ancorati tramite spezzoni metallici o assicurati tramite funi d'acciaio (interventi premunitivi minori, allegato no. 3).

Un controllo visivo delle opere è stato effettuato durante il rilievo per l'allestimento del presente rapporto (periodo dal 31.03.2015 al 08.04.2015). Nelle schede relative alle diverse opere viene valutata l'efficienza e lo stato delle singole opere.

Le varie strutture metalliche o in calcestruzzo non mostrano segni di degrado. I sigilli visionati (scheda no. 3.23 allegato no. 5) non registrano movimenti delle fessure. La rete paramassi è però ricoperta da una folta vegetazione e da tronchi caduti che ostacolano la sua corretta funzione. Un intervento è necessario per ripristinare l'efficacia dell'opera.

Lo schema per la sorveglianza e la manutenzione definito nel documento [3] non è stato applicato dal 1995 a oggi. Per la sorveglianza e la manutenzione futura proponiamo di semplificare lo schema proposto in [3] e raccomandiamo lo schema esposto nella tabella no. 4.1.

Tab. 4.1 Schema per la sorveglianza e la manutenzione delle opere di premunizione

Ispezione dei sigilli	Ispezione visiva dei sigilli	Dipendente del comune	Ogni anno
Ispezione ordinaria	Ispezione visiva delle opere di premunizione e dei materiali	Geologo o rocciatore	Ogni 3 anni
Ispezione eccezionale	Ispezione visiva e tecnica delle opere di premunizione e dei materiali	Impresa accompagnata da un geologo e da un ingegnere	Dopo ogni avvenimento particolare
Manutenzione ordinaria	Pulizia degli accessi e delle opere, taglio vegetazione che ostacola il funzionamento della rete paramassi	Dipendenti del comune o azienda forestale	Ogni 3 anni, prima dell'ispezione
Manutenzione straordinaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riassetto o ristrutturazione opere</li> <li>• Ricostruzione opere</li> <li>• Intervento forestale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impresa accompagnata da un geologo e da un ingegnere.</li> <li>• Azienda forestale</li> </ul>	Quando ritenuto necessario dagli incaricati dell'ispezione

Dopo ogni ispezione o lavoro di manutenzione è necessario allestire un rapporto, con indicate le osservazioni effettuate o gli interventi eseguiti, che dovrà essere inviato all'Ufficio tecnico del Comune delle Terre di Pedemonte e all'Ufficio forestale 8° circondario.

## **5 RILIEVO DELLE POTENZIALI INSTABILITÀ**

### **5.1 Metodo**

Il rilievo delle instabilità è stato effettuato tramite un accurato rilievo della parete percorrendo le varie cenge presenti ed effettuando numerose calate con la corda.

### **5.2 Calcolo di stabilità**

I calcoli di stabilità allo scivolamento sono effettuati sulla base della teoria di Coulomb [6] che mette in relazione le forze di resistenza al taglio con la componente normale del carico in funzione della coesione e dell'angolo di attrito interno lungo il potenziale piano di scivolamento. Il risultato è espresso come fattore di sicurezza, definito come il quoziente tra la somma delle forze motrici e la somma delle forze resistenti.

Il calcolo dell'angolo di attrito lungo il piano di scivolamento della massa rocciosa viene effettuato tenendo conto dell'angolo d'attrito di base e dell'angolo d'attrito determinato dalla rugosità della superficie di scivolamento. Il calcolo dell'angolo di attrito dato dalla rugosità viene effettuato sulla base della teoria di Barton [6] utilizzando le caratteristiche geomeccaniche determinate in [2]: coefficiente di rugosità ( $JRC = 10$ ) determinato con il pettine di Barton e resistenza alla compressione del giunto ( $JCS = 150$  MPa) determinato con il martello di Schmidt

I risultati dei calcoli di stabilità sono inseriti nelle schede delle potenziali instabilità (allegato no. 5).

### **5.3 Risultati**

La parete rocciosa presenta un assetto strutturale favorevole con una superficie essenzialmente modellata dall'erosione del ghiacciaio. Singoli blocchi e massi sono soggetti a scivolamenti lungo la superficie di frattura parallela al versante [k1] oppure a ribaltamento dovuto a fratture subverticali parallele alla scistosità [S]. I blocchi e massi in equilibrio precario sono stati in larga misura assicurati dagli interventi di premunizione e considerati stabili. La loro stabilità è però legata all'efficacia delle opere che devono essere controllate periodicamente ed eventualmente risanate (vedi capitolo no. 4).

Nonostante questi risanamenti permangono potenziali instabilità sulla parete rocciosa che sono indicate tramite schede (allegato no. 5) e la cui posizione è indicata sulla foto della parete (allegato no. 3).

Potenziali instabilità sono presenti lungo le fasce rocciose interessate da zone di faglia che formano canali e scarpate longitudinalmente alla parete. I corpi lapidei potenzialmente instabili lungo queste porzioni rocciose sono generalmente della dimensione di sassi e blocchi con un volume compreso tra 0.1 e 0.4 m<sup>3</sup>; il meccanismo principale che determina la mobilitazione di questi sassi è l'azione divaricatrice delle radici nelle fessure aperte.

Questo fenomeno viene accentuato dall'avanzare di vegetazione invasiva (in particolare *Ailanthus altissima*).

Singoli ammassi rocciosi di dimensioni importanti, attualmente considerati stabili, ma per i quali non possono essere esclusi meccanismi di rottura complessi o il degrado della stabilità dovuto all'erosione, sono stati valutati con il grado residuo. In particolare sono da segnalare i seguenti oggetti:

- un masso è potenzialmente soggetto a ribaltamento nella parte alta della parete (scheda 3.01, allegato no. 5)
- la massa rocciosa descritta nella scheda no. 3.23 (allegato no. 5) che contiene già dei sigilli nelle fessure
- Sass da Ponii (scheda 4.0, allegato no. 5)

Si consiglia di effettuare una sorveglianza di questi oggetti potenzialmente instabili.

Un singolo sasso (scheda 3.02, allegato no. 5) è particolarmente instabile ed è da assicurare o rimuovere prontamente.

## **6 SIMULAZIONE CADUTA SASSI**

### **6.1 Metodo**

Le simulazioni di caduta sassi sono effettuate con il programma RockyFor 3D (di EcoRisq – [www.ecorisq.org](http://www.ecorisq.org), vedi documento [7]). Questo programma consente di simulare la caduta di sassi in 3 dimensioni utilizzando un modello altimetrico come base topografica, per cui è possibile valutare anche le traiettorie dei corpi lapidei lungo il pendio.

Le caratteristiche del terreno lungo il versante sono preparate come poligoni omogenei (allegato no. 6.1) definiti in base ai rilievi di terreno.

I risultati del modello sono definiti per ogni cellula del modello (pixel di 2 m di lato nei modelli calcolati). Nel presente rapporto vengono presentati i risultati per l'energia (energia cinetica e rotazionale), la probabilità di raggiungimento e l'altezza di passaggio dei corpi lapidei.

### **6.2 Simulazione effettuata**

I parametri della simulazione sono indicati nell'allegato no. 6.1. Le superfici di distacco dei corpi lapidei equivalgono alle schede 2.08, 2.15, 2.31, 2.32, 3.11, 3.12 e 3.13 (allegato no. 5). L'obiettivo di queste simulazioni è di valutare il pericolo generato dalla caduta di sassi di dimensioni ridotte dai settori rocciosi fortemente fratturati privi di opere di premunizione.

I volumi dei corpi lapidei utilizzati per la simulazione sono di 0.4 m<sup>3</sup> e 0.2 m<sup>3</sup> (allegato no. 6.1), questi volumi corrispondono alle osservazioni effettuate per le aree corrispondenti. La probabilità di un evento di questo tipo valutata sul terreno è considerata media (periodo di ritorno 30 - 100 anni).

### **6.3 Risultati**

I risultati della simulazione (allegati no. 6.4, 6.5 e 6.6) indicano che la base della parete rocciosa può essere raggiunta dai corpi lapidei. L'energia sviluppata dalla caduta di sassi è sostanzialmente d'intensità media, lungo la parete l'intensità può anche essere forte.

### **6.4 Valutazione del pericolo residuo**

Il calcolo dell'estensione del pericolo residuo è stato effettuato con l'ausilio del programma CONEFALL (Quanterra). Questo programma calcola l'estensione teorica del possibile cono di propagazione sulla superficie topografica dal punto di stacco di un corpo lapideo.

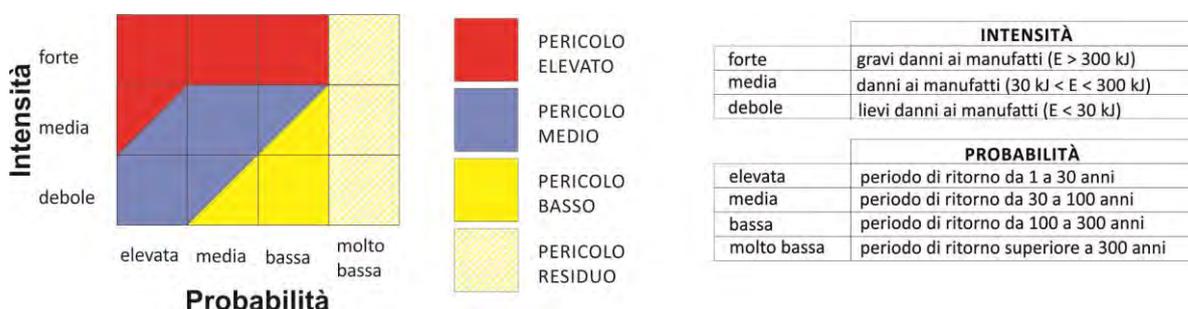
Come punto di stacco più a monte è stata definita l'instabilità potenziale no. 3.01 (allegato no. 5), l'angolo di propagazione utilizzato è di 37°.

## 7 CARTA DEL PERICOLO

I gradi di pericolo delle varie situazioni riscontrate sul terreno, sono stati valutati secondo i criteri indicati nella raccomandazione elaborata nel 1997 dall'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP) nell'edizione francese intitolata "Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire" [5].

La scala delle intensità e delle probabilità, con il significato dei singoli gradi è presentata nella figura 7.1.

Fig. 7.1 Grado di pericolo in funzione dell'intensità e della probabilità di un evento di caduta sassi.



L'intensità di un evento corrisponde all'energia cinetica del corpo lapideo in caduta. Questa dipende dalle dimensioni delle potenziali instabilità rilevate sul terreno e dalla sua velocità di caduta (legata alla morfologia della zona di transito). L'intensità del pericolo di caduta sassi è valutata tramite le simulazioni (vedi capitolo 6).

La probabilità di un evento è stimata tramite i calcoli di stabilità delle potenziali instabilità rilevate e gli eventi pregressi avvenuti. La frequenza valutata su scala cartografica considera la probabilità di stacco delle potenziali instabilità e la probabilità di raggiungimento, le aree protette da una particolare morfologia risultano dunque meno esposte al pericolo.

L'intensità e la frequenza considerate per l'allestimento della presente carta del pericolo di caduta sassi considera l'efficacia delle opere di premunizione nel loro stato attuale, la trasformazione negli anni di queste opere e dell'ammasso roccioso può modificare il pericolo di caduta sassi.

## 8 CONCLUSIONI

La carta del pericolo di caduta sassi a scala particellare della località Chiosso Paolo di Verscio (Comune delle Terre di Pedemonte) è stata aggiornata. Questa carta prende in considerazione gli interventi di premunizione terminati nella primavera del 1997 e considera un'ispezione e una manutenzione regolare per la piena funzione protettiva degli stessi.

I rilievi di terreno effettuati in parete per valutare eventuali instabilità potenziali e per effettuare una verifica visiva dello stato delle opere di premunizione costituiscono il principale lavoro per la definizione della carta di pericolo. Le simulazioni di caduta sassi 3D effettuate forniscono un modello per determinare le traiettorie e dimensionare l'intensità delle potenziali cadute di sassi conformemente ai rilievi effettuati.

Nell'insieme, il pericolo generato dalla caduta di sassi nella località Chiosso Paolo è determinato da singole aree dove la fratturazione dell'ammasso roccioso permette lo stacco di sassi facilitato anche dallo sviluppo di radici nelle fessure. La propagazione di vegetazione invasiva accentua questo fenomeno. Alcuni singoli massi sono stati ritenuti potenzialmente instabili ma con un grado di pericolo residuo: dato il loro volume si consiglia comunque di predisporre un sistema di sorveglianza.

Lo stato delle opere di premunizione presenti è, dall'ispezione visiva effettuata, buono. Si consiglia comunque di seguire un programma di ispezione e manutenzione regolare così come il monitoraggio dei sigilli di cemento. Oltre a ciò si raccomanda di monitorare gli oggetti no. 3.01 e 4.0 (allegato no. 5) tramite la posa di punti di misura.

Nonostante il rilievo sia stato accurato non è possibile escludere la possibilità di non aver individuato zone critiche a causa della vegetazione o dell'inaccessibilità, questa contingenza rientra comunque in un grado di pericolo residuo.

Losone, 13 aprile 2016

Relatore: Mattia Cavargna, Dr. Earth Sc. UNIL

DR. BAUMER SA Geologi Consulenti

A. COLOMBI



**Legenda :**

 Superficie indagata

Comune di Terre di  
Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo di  
caduta sassi  
Località Chiosso Paolo

**Situazione**

**BAU  
MER**

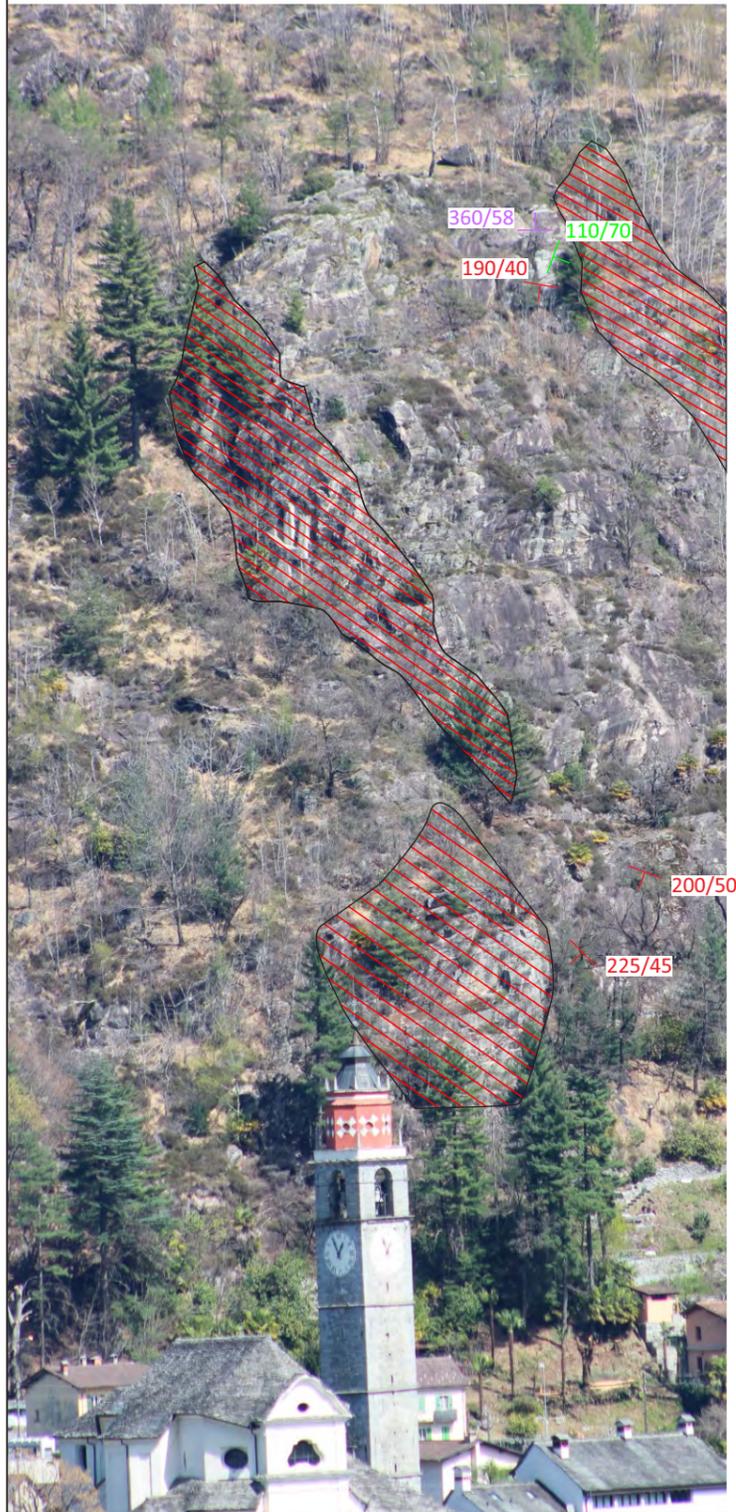
mc 30.07.2015

Scala 1: 5'000

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 1**

Settore ovest



Settore centrale ed est



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo di  
caduta sassi  
Località Chiosso Paolo

Strutture

Legenda :

-  Area fortemente fratturata
-  360/80 Scistosità e fratture parallele ad essa
-  215/45 Superficie di erosione e fratture sub-parallele al versante
-  080/80 Diaclasi trasversali



mc 27.04.2015

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 2

# Settore ovest



# Settore centrale ed est



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo di  
caduta sassi  
Località Chiosso Paolo

Posizione degli oggetti  
descritti  
Fotografia della parete

### Legenda :

- 2.15 Potenziali instabilità con numero di scheda
- 2C Opera di premunizione con scheda
- Interventi premunitivi minori



mc 27.04.2015

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 3

## Opere di premunizione 1



**Foto 1.** Vista da sud dello sperone di sostegno ancorato in cemento armato e della rete metallica aderente.  
Stato al 02.04.2015.



**Foto 2.** Ancoraggi della rete metallica sopra lo strapiombo .  
Stato al 02.04.2015.



**Foto 3.** Situazione generale, vista da SO (fotografia con teleobiettivo dalla strada Golino - Arcego).  
Stato al 08.04.2015.

### Descrizione dell'opera

Pilastri di sostegno della massa rocciosa fratturata che forma una serie di tetti con rete aderente a sostegno della porzione rocciosa superficiale. L'ispezione visiva dell'opera non indica segni di degrado.



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle opere di premunizione**

Rapporto no. 11506.01  
**Allegato no. 4.1**

## Opera di premunizione 2A



**Foto 1.** Vista da est dei cavi metallici di sostegno.  
Stato al 01.04.2015.



**Foto 2.** Parte superiore.  
Stato al 31.03.2015.

### Descrizione dell'opera

Affioramento fortemente fessurato, con blocchi disarticolati sostenuti da cavi metallici. L'ispezione visiva non indica segni di degrado.



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle opere di premunizione**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 4.2**

## Opera di premunizione 2B



**Foto 1.** Vista verso NE. Opera parzialmente nascosta dalla vegetazione.  
Stato al 03.04.2015.

### Descrizione dell'opera

Blocco slegato che poggia sulla placca rocciosa in pendenza fissato tramite cavo metallico. L'ispezione visiva dell'opera non indica segni di degrado.



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle opere di premunizione**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 4.3**

## Opera di premunizione 2C



**Foto 1.** Vista verso NE. Opera parzialmente nascosta dalla vegetazione.  
Stato al 03.04.2015.

### Descrizione dell'opera

Masso slegato sulla superficie rocciosa in pendenza assicurato tramite cavo metallico e tondini di ferro che impediscono lo scivolamento. L'ispezione visiva dell'opera non indica segni di degrado.



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle opere di premunizione**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 4.4**

## Opera di premunizione 2D



**Foto 1.** Vista dal basso dell'opera.  
Stato al 02.04.2015.

### Descrizione dell'opera

Massi slegati con fessura verticale aperta trattenuti da cavi metallici. L'ispezione visiva dell'opera non indica segni di degrado.



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle opere di premunizione**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 4.5**

## Opera di premunizione 2E



**Foto 1.** Vista dal basso dell'opera.  
Stato al 03.04.2015.

### Descrizione dell'opera

Masso fessurato isolato in un diedro trattenuto da cavi metallici e tondini di ferro. L'ispezione visiva dell'opera non indica segni di degrado.



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle opere di premunizione**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 4.6**

## Opera di premunizione 2F



**Foto 1.** Vista NO dell'opera.  
Stato al 02.04.2015.

### Descrizione dell'opera

Blocco appoggiato sul pendio roccioso trattenuto da cavi metallici. L'ispezione visiva dell'opera non indica segni di degrado.



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle opere di premunizione**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 4.7**

## Opera di premunizione 2G



**Foto 1.** Vista dal basso dell'opera.  
Stato al 02.04.2015.

### Descrizione dell'opera

Blocco isolato da fessure aperte appoggiato sul pendio roccioso, trattenuto da cavi metallici e tondini di ferro. L'ispezione visiva dell'opera non indica segni di degrado.



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

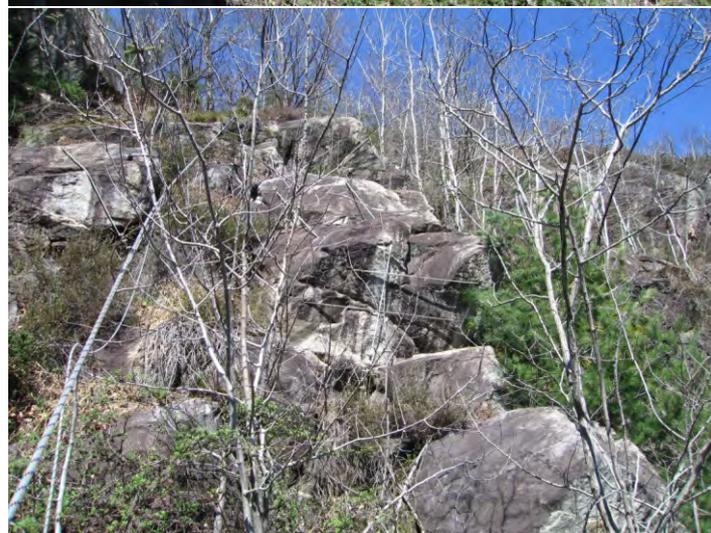
mc 17.04.2015

**Schede delle opere di premunizione**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 4.8**

## Opere di premunizione 3A



### Descrizione dell'opera

Affioramento fortemente fessurato con diversi blocchi disarticolati legati con corde metalliche e una rete aderente. L'ispezione visiva dell'opera non indica segni di degrado delle strutture metalliche o segni di movimento della massa rocciosa.



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle opere di premunizione

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 4.9

## Opere di premunizione 3B



### Descrizione dell'opera

Rete paramassi posata trasversalmente nella valletta. La rete è posata sotto le opere di premunizione descritte nella scheda no. 3. L'ispezione visiva dell'opera non indica segni di degrado delle strutture metalliche o impatti di massi con essa, tuttavia è ricoperta da una folta vegetazione e tronchi posati sulla stessa. Questa situazione impedisce la piena funzione della rete.



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle opere di premunizione**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 4.10**

## Instabilità 2.01 - coordinate approssimative 693'900/127'340 - quota 550 m s.l.m.

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

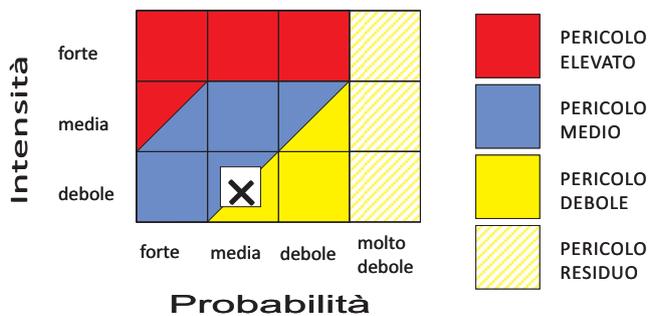
Sasso appoggiato su roccia e materiale sciolto. Nel caso di mobilitazione ha una forte probabilità di raggiungere la base della parete.

Caratteristiche dei massi: h=1 m, b=0.5 m, L= 0.3m

Volume totale: ~ 0.15 m<sup>3</sup>

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.1

## Instabilità 2.02

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

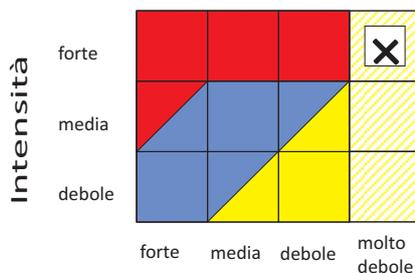
Sasso appoggiato su roccia e materiale sciolto.

Caratteristiche dei massi:  $h=1$  m,  $b=1$  m,  $L=0.6$  m

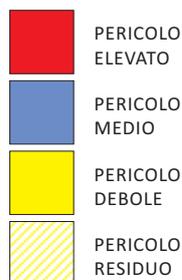
Volume totale:  $\sim 0.6$  m<sup>3</sup>

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



Probabilità



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti ( $E > 300$ kJ)
media	danni ai manufatti ( $30$ kJ $< E < 300$ kJ)
debole	lievi danni ai manufatti ( $E < 30$ kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.2

## Instabilità 2.06

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

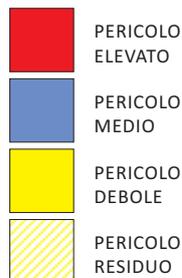
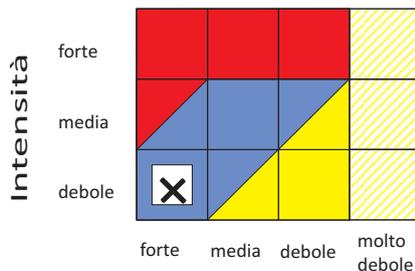
Sasso completamente staccato appoggiato su roccia inclinata e materiale sciolto parzialmente mobilizzato dalle radici degli arbusti presenti.

Caratteristiche dei massi: h=1 m, b=0.3 m, L= 0.4m

Volume totale: ~ 0.12 m<sup>3</sup>

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.3

## Instabilità 2.07

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

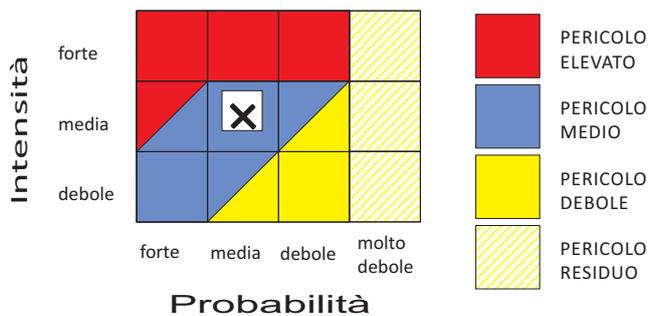
Sasso completamente staccato appoggiato su roccia inclinata

Caratteristiche dei massi: h=1.2 m, b=0.4 m, L= 0.3m

Volume totale: ~ 0.15 m<sup>3</sup>

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.4

## Instabilità 2.08

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

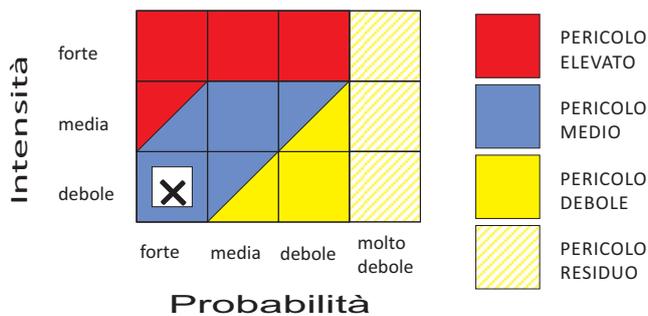
Parete rocciosa leggermente aggettante con roccia fessurata e fratturata, le radici presenti nelle fessure provocano lo stacco di piccole placche di roccia lungo le fratture parallele alla scistosità. Il pendio con vegetazione alla base può arrestare i sassi, se ciò non avviene essi raggiungono la base della parete.

Caratteristiche dei massi:  $h=0.5$  m,  $b=0.2$  m,  $L= 0.7$ m

Volume totale:  $< 2$  m<sup>3</sup>

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti ( $E > 300$ kJ)
media	danni ai manufatti ( $30$ kJ $< E < 300$ kJ)
debole	lievi danni ai manufatti ( $E < 30$ kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.5

## Instabilità 2.13

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

Masso staccato, isolato da fessure aperte. La superficie di scivolamento è formata da un diedro.

Caratteristiche dei massi: h=2 m, b=1.5 m, L= 4 m

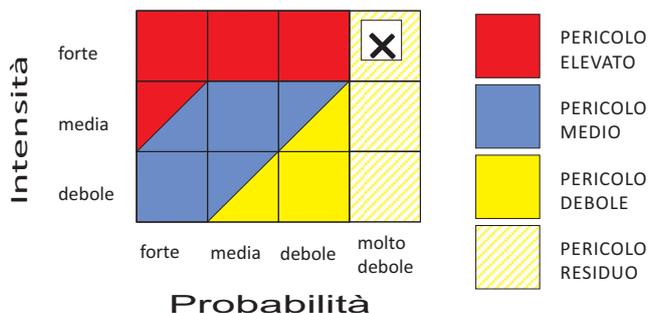
Volume totale: ~ 12 m<sup>3</sup>

### Calcolo del fattore di sicurezza

Il calcolo del fattore di sicurezza è stato effettuato considerando uno scivolamento di un diedro. I risultati del calcolo variano da FS di 2.4 a 3.4. La probabilità di stacco è dunque considerata molto bassa.

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.6

## Instabilità 2.13 - Continuazione

### Calcolo del fattore di sicurezza

Geometria sperone			da	a
h	(m)	altezza media	5	5
s1	(m2)	superficie piano di scivolamento 1	10	15
s2	(m2)	superficie piano di scivolamento 2	10	15
V'	(m3)	volume dello sperone	45	45
$\gamma$	(kN/m3)	densità della roccia	26	26
P	(kN)	peso dello sperone	1170	1170
Geometria diedro				
$\beta$	(°)	pendenza dell'intersezione	32	32
$\theta_1$	(°)	pendenza del piano di scivolamento 1	58	58
$\theta_2$	(°)	pendenza del piano di scivolamento 2	45	45
$\theta_{n1.n2}$	(°)	angolo tra la normale dei piani	85	85
Caratteristiche geomeccaniche				
$\phi_1$	(°)	angolo d'attrito piano di scivolamento 1	48	58
$\phi_2$	(°)	angolo d'attrito piano di scivolamento 2	48	58
Risultati				
A	Parametro di dimensione di del piano 1		0.89	0.89
B	Parametro di dimensione di del piano 2		1.26	1.26
<b>Fattore di sicurezza</b>			<b>2.4</b>	<b>3.4</b>



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle potenziali instabilità**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 5.7**

## Instabilità 2.14

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

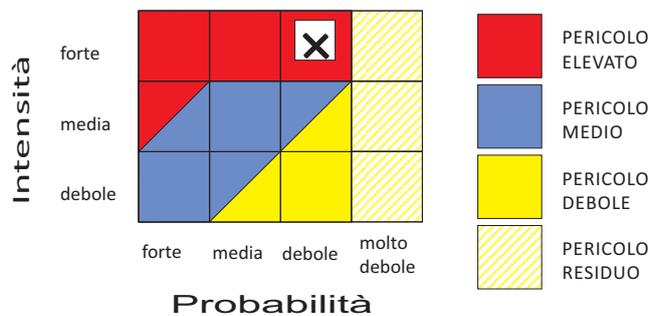
Sasso fessurato lungo il piano di scistosità a monte e la frattura subparallela al pendio a ~55°.

Caratteristiche dei massi: h=1 m, b=0.6 m, L= 1m

Volume totale: ~ 0.6 m<sup>3</sup>

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.8

## Instabilità 2.15

### Documentazione fotografica



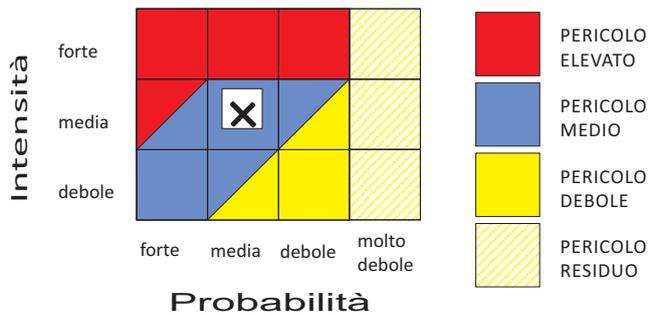
### Descrizione del pericolo

Ammasso roccioso fortemente fessurato con radici presenti nelle fessure e sassi parzialmente mobilizzati da esse.

Caratteristiche dei massi: h=1 m, b=0.5 m, L= 0.4m

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.9

## Instabilità 2.16

### Documentazione fotografica



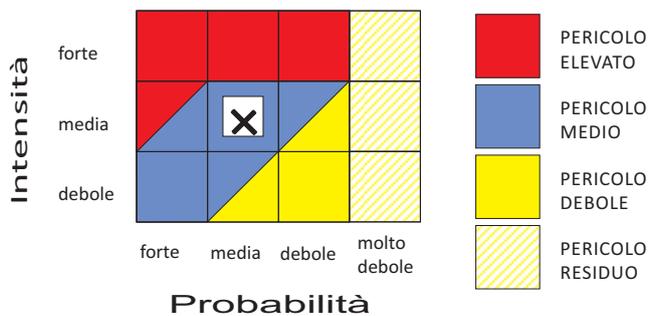
### Descrizione del pericolo

Ammasso roccioso fortemente fessurato con sassi parzialmente sciolti e mobilizzati da radici.

Caratteristiche dei massi: h=0.5 m, b=0.4 m, L= 1m

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle potenziali instabilità**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 5.10**

## Instabilità 2.31

### Documentazione fotografica



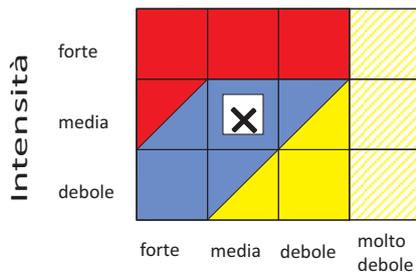
### Descrizione del pericolo

Affioramento fortemente fessurato, con sassi disarticolati e parzialmente smossi da radici.

Caratteristiche dei massi:  $h=1$  m,  $b=0.5$  m,  $L=0.4$  m

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



	PERICOLO ELEVATO
	PERICOLO MEDIO
	PERICOLO DEBOLE
	PERICOLO RESIDUO

INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti ( $E > 300$ kJ)
media	danni ai manufatti ( $30$ kJ $< E < 300$ kJ)
debole	lievi danni ai manufatti ( $E < 30$ kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

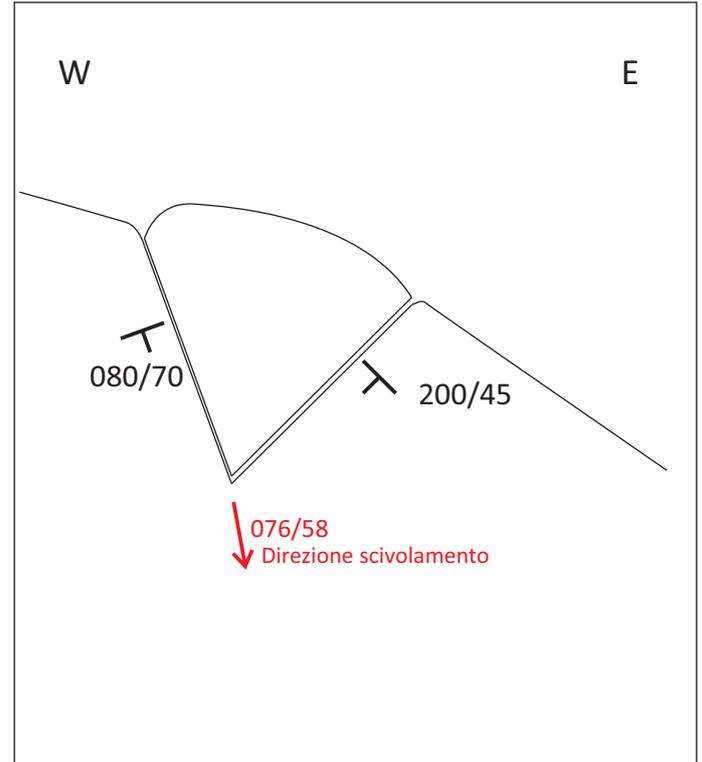
Allegato no. 5.11

## Instabilità 2.32

### Documentazione fotografica



### Schizzo



### Descrizione del pericolo

Masso isolato da fessure aperte.

Caratteristiche dei massi:  $h=1$  m,  $b=0.7$  m,  $L=1$  m

Volume totale:  $\sim 0.6$  m<sup>3</sup>

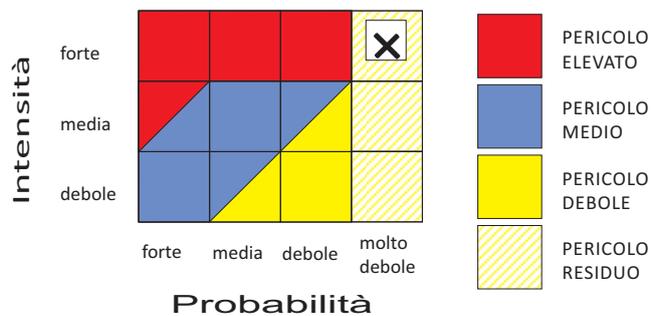
### Calcolo del fattore di sicurezza

Il calcolo del fattore di sicurezza (vedi pagina seguente) è effettuato considerando lo scivolamento nel diedro senza pressione idrostatica.

Il risultato indica un FS compreso tra 1.8 e 4.1, la probabilità di stacco è considerata molto debole.

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti ( $E > 300$ kJ)
media	danni ai manufatti ( $30$ kJ $< E < 300$ kJ)
debole	lievi danni ai manufatti ( $E < 30$ kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.12

## Instabilità 2.32 - Continuazione

### Calcolo del fattore di sicurezza

Geometria sperone			da	a
h	(m)	altezza media	1	1
s1	(m <sup>2</sup> )	superficie piano di scivolamento 1	1	1
s2	(m <sup>2</sup> )	superficie piano di scivolamento 2	1	1
V'	(m <sup>3</sup> )	volume dello sperone	0.7	0.7
$\gamma$	(kN/m <sup>3</sup> )	densità della roccia	26	26
P	(kN)	peso dello sperone	18.2	18.2
Geometria diedro				
$\beta$	(°)	pendenza dell'intersezione	58	32
$\theta_1$	(°)	pendenza del piano di scivolamento 1	58	58
$\theta_2$	(°)	pendenza del piano di scivolamento 2	45	45
$\theta_{n1.n2}$	(°)	angolo tra la normale dei piani	95	95
Caratteristiche geomeccaniche				
$\phi_1$	(°)	angolo d'attrito piano di scivolamento 1	48	58
$\phi_2$	(°)	angolo d'attrito piano di scivolamento 2	48	58
Risultati				
A	Parametro di dimensione di del piano 1		0.70	1.12
B	Parametro di dimensione di del piano 2		0.90	1.43
<b>Fattore di sicurezza</b>			<b>1.8</b>	<b>4.1</b>



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle potenziali instabilità**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 5.13**

## Instabilità 2.33

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

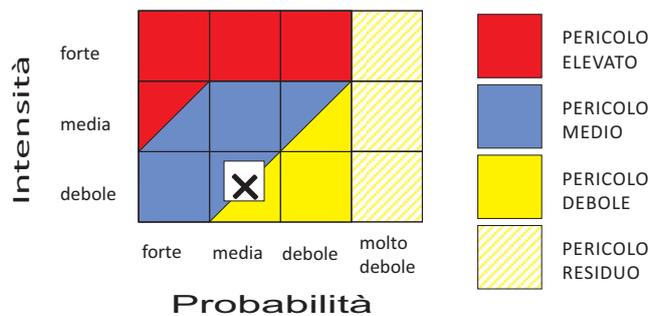
sasso slegato e parzialmente mobilizzato appoggiato su roccia. Mobilizzabile dalla vegetazione abbondante nelle vicinanze.

Caratteristiche dei massi: h=0.5 m, b=0.3 m, L= 0.8m

Volume totale: ~ 0.1 m<sup>3</sup>

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

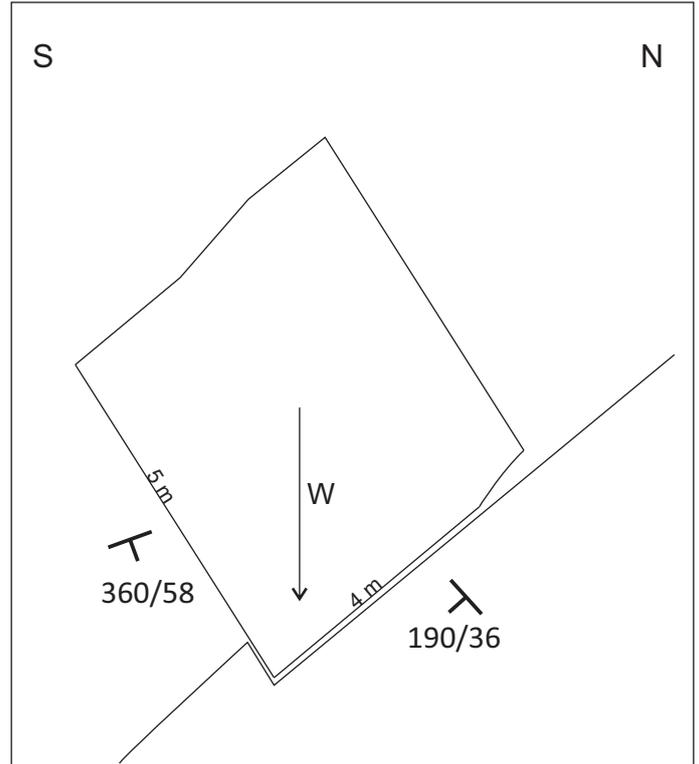
Allegato no. 5.14

## Instabilità 3.01

### Documentazione fotografica



### Schizzo



### Descrizione del pericolo

Masso slegato e parzialmente ribaltato. Il piano di scivolamento basale ha uno scalino di roccia frontale che ne impedisce lo scivolamento.

Caratteristiche dei massi: h=5 m, b=10 m, L= 4m

Volume totale: ~ 250 m<sup>3</sup>

### Calcolo del fattore di sicurezza (vedi pagina successiva)

Il scivolamento del masso è impedito dall'evidente sperone roccioso intatto frontale, questo sperone non viene tenuto in considerazione nel calcolo, per cui il risultato della stabilità allo scivolamento è da ritenersi pessimistico.

Il pericolo di caduta di questo masso è dato dal ribaltamento.

Il ribaltamento è dato se:  $b/h < \tan \alpha$ . Nel presente caso ( $b = 4$ ,  $h = 5$ ,  $\alpha = 37$ ).

Il risultato (pagina seguente) indica che l'inclinazione del piano di scivolamento è vicina al limite che determina la stabilità o il ribaltamento del masso. I calcoli effettuati però non tengono conto dei massi slegati presenti sul retro del masso in questione (vedi foto) che forniscono un appoggio tra il masso e la roccia affiorante.



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle potenziali instabilità**

Rapporto no. 11506.01

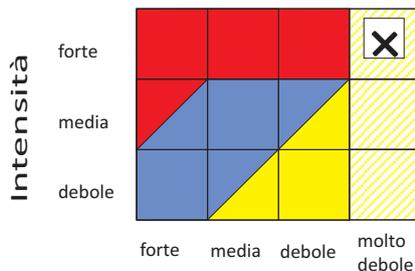
**Allegato no. 5.15**

## Instabilità 3.01

Calcolo di stabilità di uno sperone roccioso				
con pressione d'acqua sulla superficie di scivolamento di 0.0 m				
con pressione d'acqua in fessura a monte di 0.0 m				
con misure di stabilizzazione (ancoraggi, ecc) di 0 kN				
			variabilità	
geometria			da	a
altezza media	h	(m)	5	5
base media	b	(m)	4	4
larghezza media	L	(m)	10	10
Volume dello sperone	V'	(m <sup>3</sup> )	200	200
Densità della roccia	$\gamma$	(kN/m <sup>3</sup> )	27	27
Angolo del piano di scivolamento	$\alpha$	(°)	36	40
caratteristiche geomeccaniche				
coesione	c	(kN/m <sup>2</sup> )	0	0
angolo d'attrito lungo il piano di scivolamento	$\phi$	(°)	52	58
pressione d'acqua sulla superficie di sciv. (<=b)	Lw	(m)	0	0
pressione d'acqua in fessura a monte (<=h)	hw	(m)	0	0
stabilizzazione (ancoraggi, ecc)				
forza	T	(kN)	0	0
angolo d'applicazione rispetto a N	$\delta$	(°)	0	0
Risultati				
Peso dello sperone	P	(kN)	5400.0	5400.0
Forza normale	N	(kN)	4368.7	4136.6
Coazione * Lunghezza	C	(kN)	0.0	0.0
Pressione idrostatica U	U	(kN)	0.0	0.0
Pressione idrostatica V	V	(kN)	0.0	0.0
Forza stabilizzante normale	Tn	(kN)	0.0	0.0
Forza stabilizzante tangenziale	Tt	(kN)	0.0	0.0
Angolo della Forza stab. rispetto all'orizzontale		(°)		
Forza motrice	Tm	(kN)	3174.0	3471.1
Forza resistente	Tr	(kN)	5591.7	6620.0
<b>Fattori di sicurezza limiti</b>	<b>Fs</b>	<b>-</b>	<b>1.76</b>	<b>1.91</b>
* Hoek & Bray (1974), c=0, angolo attrito=52°		<b>stabile</b>		
* Hoek & Bray (1974), c=0, angolo attrito=58°		<b>ribaltamento</b>		
* senza misure di stabilizzazione				

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



	PERICOLO ELEVATO
	PERICOLO MEDIO
	PERICOLO DEBOLE
	PERICOLO RESIDUO

INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle potenziali instabilità**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 5.16**

## Instabilità 3.02

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

Sasso slegato facilmente mobilizzabile da animali o dalla vegetazione.

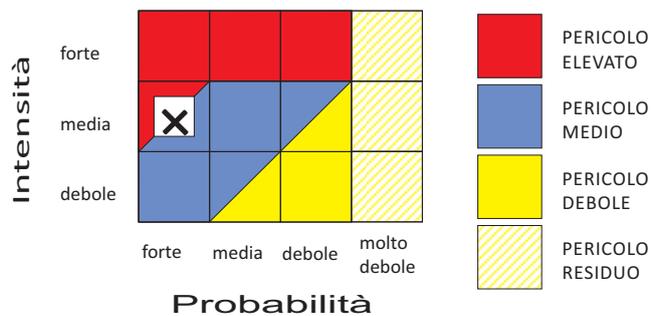
Caratteristiche dei massi: h=1 m, b=0.4 m, L= 0.5m

Volume totale: ~ 0.2 m<sup>3</sup>

Instabilità facilmente raggiungibile e risanabile!

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.17

## Instabilità 3.11

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

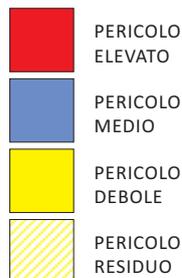
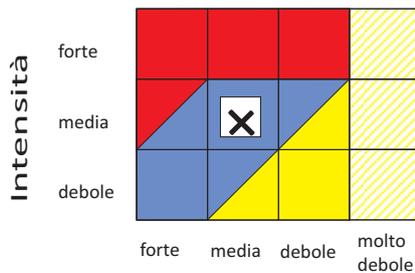
Ammasso roccioso fessurato lungo il piano di scistosità con radici lungo le fessure che possono mobilizzare sassi.

Caratteristiche dei sassi: h=1 m, b=0.6 m, L= 0.3m

Volume totale: ~ 0.2 m<sup>3</sup>

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.18

## Instabilità 3.12

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

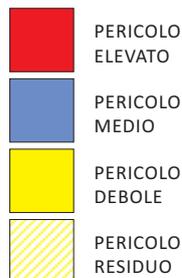
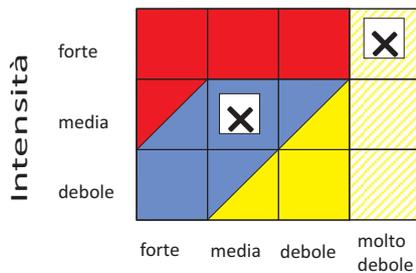
Ammasso roccioso fortemente fessurato a monte dello sperone di sostegno. I sassi possono staccarsi con una probabilità media, corpi lapidei più grandi possono staccarsi con una probabilità molto debole.

Caratteristiche dei massi:  $h=0.4\text{ m}$ ,  $b=0.5\text{ m}$ ,  $L=1\text{ m}$  /  $h=1\text{ m}$ ,  $b=1\text{ m}$ ,  $L=2\text{ m}$

Volume totale:  $> 30\text{ m}^3$  (Pericolo residuo)

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti ( $E > 300\text{ kJ}$ )
media	danni ai manufatti ( $30\text{ kJ} < E < 300\text{ kJ}$ )
debole	lievi danni ai manufatti ( $E < 30\text{ kJ}$ )

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01  
Allegato no. 5.19

## Instabilità 3.13

### Documentazione fotografica



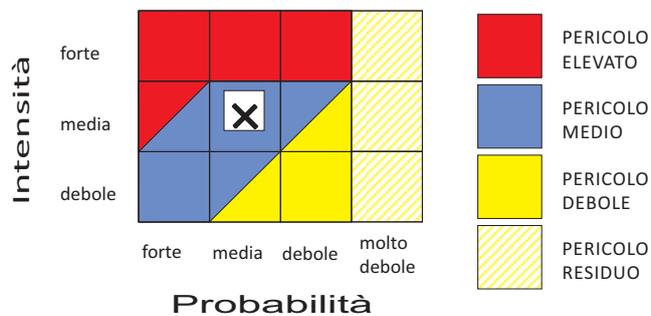
### Descrizione del pericolo

Ammasso roccioso fortemente fratturato con radici nelle fessure.

Caratteristiche dei massi: h=0.4 m, b=1 m, L= 0.5m

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILTÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.20

## Instabilità 3.21

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

Masso su placca, piano di scivolamento di  $\sim 50^\circ$

Caratteristiche dei massi:  $h=0.4$  m,  $b=3$  m,  $L=2$  m

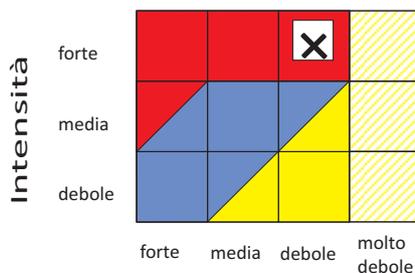
Volume totale:  $\sim 2.4$  m<sup>3</sup>

### Calcolo del fattore di sicurezza

Il calcolo del fattore di sicurezza è effettuato considerando un piano di scivolamento di  $50^\circ$ . I risultati indicano un FS compreso tra 1.34 e 2.9 a dipendenza della coesione considerata (parte della superficie è ancora attaccata). La probabilità di stacco è valutata come debole.

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



	PERICOLO ELEVATO
	PERICOLO MEDIO
	PERICOLO DEBOLE
	PERICOLO RESIDUO

INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti ( $E > 300$ kJ)
media	danni ai manufatti ( $30$ kJ $< E < 300$ kJ)
debole	lievi danni ai manufatti ( $E < 30$ kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.21

## Instabilità 3.21 - Continuazione

geometria			variabilità	
			da	a
altezza media	h	(m)	0.4	0.4
base media	b	(m)	2	2
larghezza media	L	(m)	3	3
Volume dello sperone	V'	(m <sup>3</sup> )	2.4	2.4
Densità della roccia	$\gamma$	(kN/m <sup>3</sup> )	26	26
Angolo del piano di scivolamento	$\alpha$	(°)	50	48
caratteristiche geomeccaniche				
coesione	c	(kN/m <sup>2</sup> )	0	5
angolo d'attrito lungo il piano di scivolamento	$\phi$	(°)	58	62
pressione d'acqua sulla superficie di sciv. ( $\leq b$ )	Lw	(m)	0	0
pressione d'acqua in fessura a monte ( $\leq h$ )	hw	(m)	0	0
stabilizzazione (ancoraggi, ecc)				
forza	T	(kN)	0	0
angolo d'applicazione rispetto a N	$\delta$	(°)	0	0
Risultati				
Peso dello sperone	P	(kN)	62.4	62.4
Forza normale	N	(kN)	40.1	41.8
Coesione * Lunghezza	C	(kN)	0.0	30.0
Pressione idrostatica U	U	(kN)	0.0	0.0
Pressione idrostatica V	V	(kN)	0.0	0.0
Forza stabilizzante normale	Tn	(kN)	0.0	0.0
Forza stabilizzante tangenziale	Tt	(kN)	0.0	0.0
Angolo della Forza stab. rispetto all'orizzontale		(°)		
Forza motrice	Tm	(kN)	47.8	46.4
Forza resistente	Tr	(kN)	64.2	134.9
<b>Fattori di sicurezza limiti</b>	<b>Fs</b>	<b>-</b>	<b>1.34</b>	<b>2.91</b>



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle potenziali instabilità**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 5.22**

## Instabilità 3.22

### Documentazione fotografica



### Descrizione del pericolo

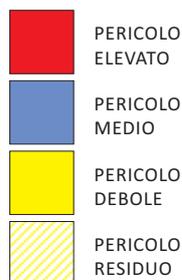
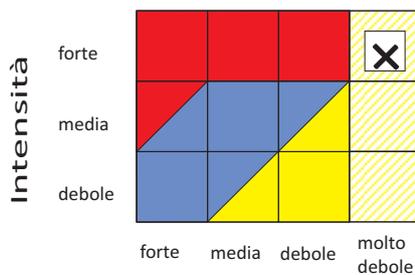
Gruppo di massi sciolti. Non vi sono segni di movimenti recenti.

Caratteristiche dei massi: h=2 m, b=0.6 m, L= 2.5m

Volume totale: ~ 3 m<sup>3</sup>

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILTÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

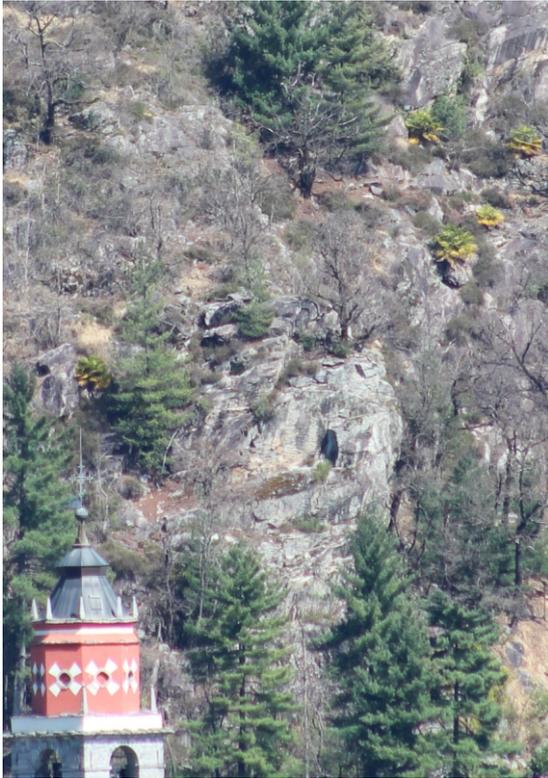
Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

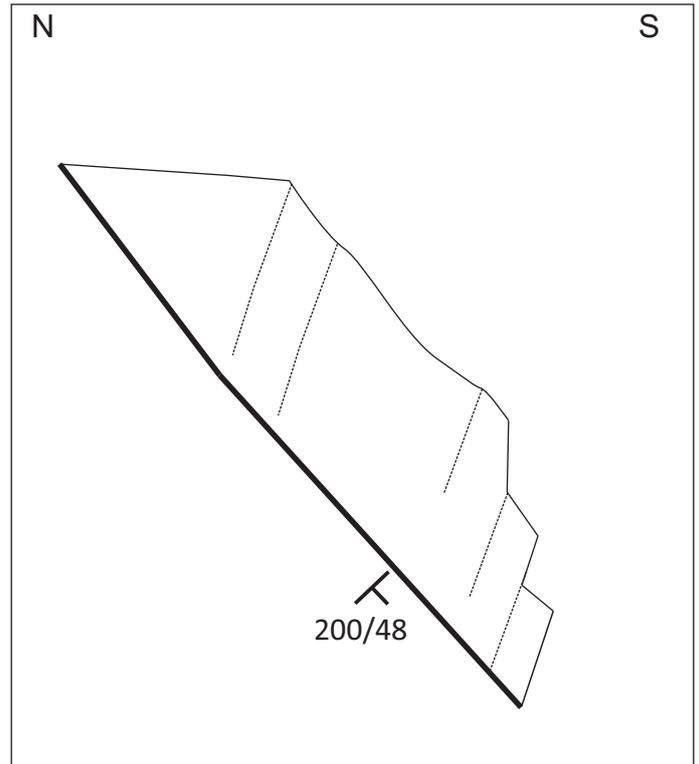
Allegato no. 5.23

## Instabilità 3.23

### Documentazione fotografica



### Schizzo



### Descrizione del pericolo

Ammasso roccioso fratturato. Frattura basale (faglia) 200/48. Singoli sassi possono staccarsi per ribaltamento. Opere di premunizione minori per trattenere singoli massi e sigilli nelle fessure (vedi pagina seguente).

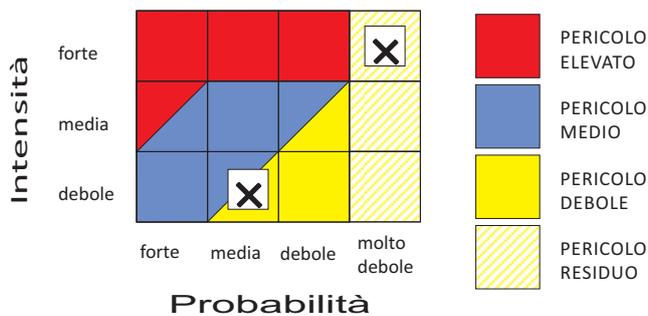
Ammasso roccioso: h=7 m, b=12 m, L=18 m

Volume totale: ~ 1500 m<sup>3</sup>

Caratteristiche dei massi: h=1 m, b=1 m, L= 0.4 m

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 5.24

## Instabilità 3.23 - Continuazione

Documentazione fotografica sigilli



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

**Schede delle potenziali instabilità**

Rapporto no. 11506.01

**Allegato no. 5.25**

# Instabilità 4.00 (Sass da Ponii)

## Documentazione fotografica



Foto 1. Vista dal basso del Sass da Ponii con la fessura che separa il masso in due parti.



Foto 2. Vista sotto il masso del suo appoggio.

### Descrizione del pericolo

Masso erratico posato su blocchi facenti parte del tassello fessurato in due parti. In caso di erosione del tassello su cui poggia il masso questo potrebbe mobilizzarsi.

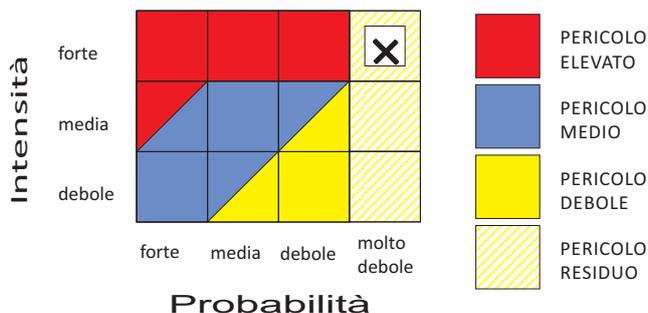
Caratteristiche dei massi: h=3 m, b=8 m, L= 4m

Volume totale: ~ 100 m<sup>3</sup>

Si consiglia di posare un sigillo o un fessurimetro sulla testa del masso perpendicolarmente alla fessura che lo separa in due in modo da poter sorvegliare eventuali movimenti del masso dovuti a cedimenti della morena sottostante.

### Grado di pericolo valutato nel punto di stacco

SITUAZIONE DI PERICOLO STIMATA



INTENSITÀ	
forte	gravi danni ai manufatti (E > 300 kJ)
media	danni ai manufatti (30 kJ < E < 300 kJ)
debole	lievi danni ai manufatti (E < 30 kJ)

PROBABILITÀ	
forte	periodo di ritorno da 1 a 30 anni
media	periodo di ritorno da 30 a 100 anni
debole	periodo di ritorno da 100 a 300 anni
molto debole	periodo di ritorno superiore a 300 anni



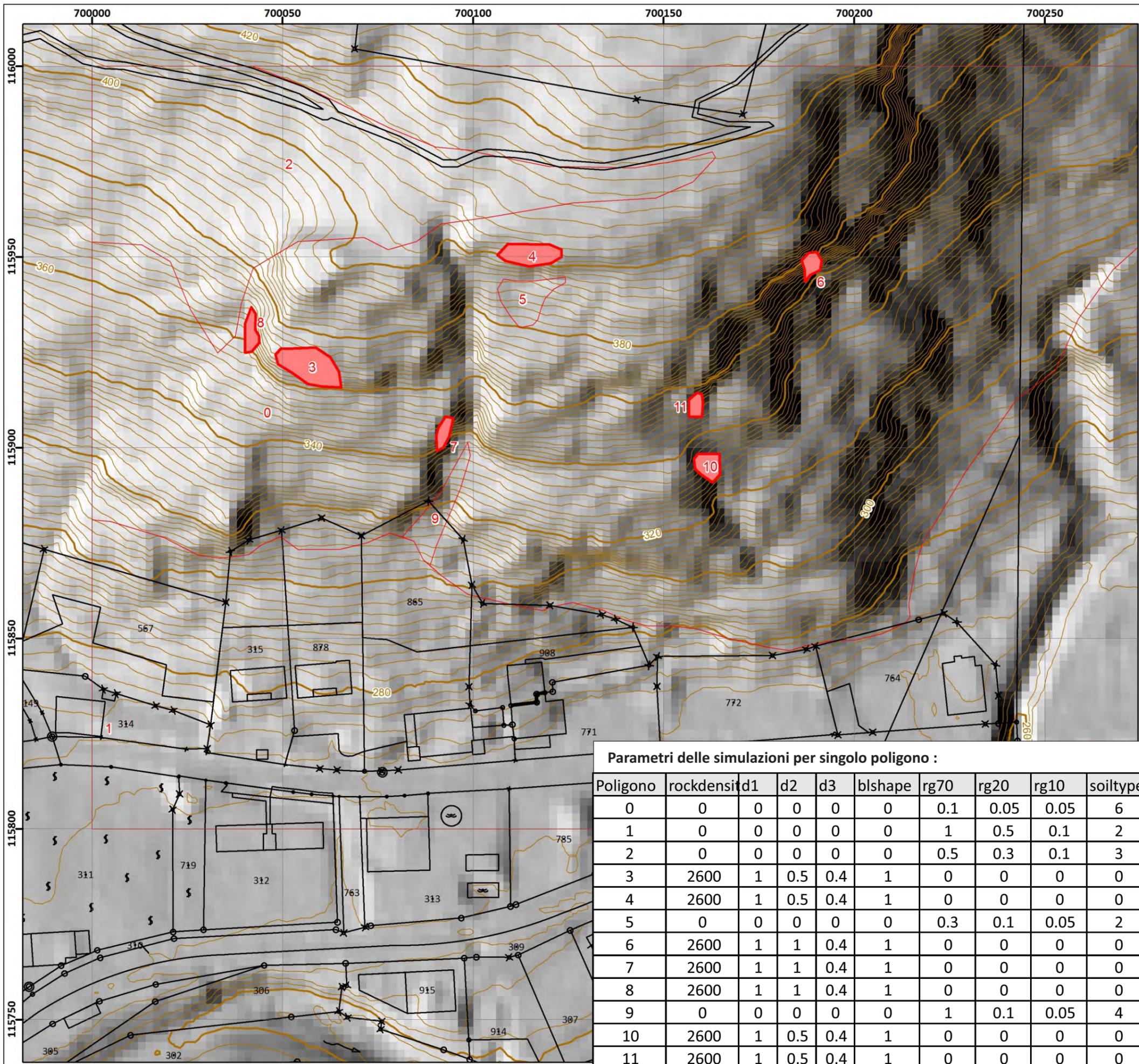
Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo caduta  
sassi, località Chiosso Paolo

mc 17.04.2015

Schede delle potenziali instabilità

Rapporto no. 11506.01  
Allegato no. 5.26



Parametri delle simulazioni per singolo poligono :

Poligono	rockdensit	d1	d2	d3	blshape	rg70	rg20	rg10	soiltype
0	0	0	0	0	0	0.1	0.05	0.05	6
1	0	0	0	0	0	1	0.5	0.1	2
2	0	0	0	0	0	0.5	0.3	0.1	3
3	2600	1	0.5	0.4	1	0	0	0	0
4	2600	1	0.5	0.4	1	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0.3	0.1	0.05	2
6	2600	1	1	0.4	1	0	0	0	0
7	2600	1	1	0.4	1	0	0	0	0
8	2600	1	1	0.4	1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	0.1	0.05	4
10	2600	1	0.5	0.4	1	0	0	0	0
11	2600	1	0.5	0.4	1	0	0	0	0

Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo di  
caduta sassi  
Località Chiosso Paolo

Simulazione caduta sassi  
Parametri della simulazione

Legenda :

-  Poligoni definiti come superfici di distacco di corpi lapidei
-  Poligoni con possibili traiettorie di transito

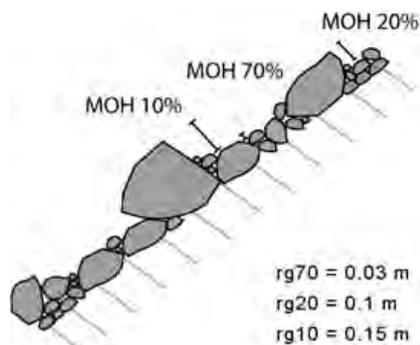


mc 27.04.2015  
Scala 1: 1'000  
Rapporto no. 11506.01  
Allegato no. 6.1

## Legenda dati in entrata del modello

- modello numerico del terreno che definisce la topografia
- *rockdensity*: densità dei corpi lapidei per i punti di stacco
- *d1, d2, d3*: dimensioni dei tre assi principali dei corpi lapidei
- *blshape*: forma dei corpi lapidei, 5 forme possibili:
  - 0 forma non definita
  - 1 sasso rettangolare
  - 2 sasso ellissoidale
  - 3 sasso sferico
  - 4 sasso a forma di disco
- *rg70, rg20, rg10*: rugosità della superficie, espressa come indicato nella figura no. 1

*Fig. 1 Visualizzazione della rugosità del terreno espressa dall'altezza degli ostacoli (MOH, guardando verso valle) che rappresentano il 70%, 20% e il 10% della superficie di un'area omogenea. Fonte: [6]*



- *soiltype*: tipo di suolo rappresenta l'elasticità della superficie espresso come coefficiente di restituzione ( $R_n$ ), 8 tipi di suolo possibili:
  - 0 materiale nel quale il sasso può penetrare completamente
  - 1 suolo fine, profondità > 100 cm
  - 2 suolo fine, profondità < 100 cm o sabbie e ghiaie fini di fondovalle
  - 3 detrito fine (< 10 cm), strada non asfaltata
  - 4 detrito grossolano di versante (> 10 cm), suolo compatto con pietre
  - 5 roccia sub-affiorante ricoperta da un fine strato di suolo
  - 6 roccia affiorante
  - 7 strada asfaltata



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo di caduta sassi  
Località Chiosso Paolo

mc 30.07.2015

Simulazione caduta sassi  
Parametri del modello

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 6.2

## Risultato della simulazione

Rockyfor3D v5.2.1 - Simulations completed on Thu Jul 30 15:52:47 2015

simulation started on Thu Jul 30 15:52:47 2015

simulation settings:

- rock volume variation = +/- 5
- nr. of simulations per source cell = 30
- nr. of simulated falling rocks (total nr. simulations) = 2520
- additional initial fallheight = 0.500000 m
- Simulation without forest and without nets

Overall simulated block volumes:

- min = 0.200000 m3
- mean = 0.300000 m3
- max = 0.400000 m3

Overall simulated energy values:

- maximum of the mean energy values = 515.700000 kj
- maximum energy value = 817.800000 kj

Statistics on Energy Line Angles recalculated from simulated trajectories:

EL_angle[°]	frequency[-]	frequency[%]
34.00	12.00	0.86
35.00	0.00	0.00
36.00	5.00	0.36
37.00	33.00	2.37
38.00	15.00	1.08
39.00	17.00	1.22
40.00	68.00	4.89
41.00	68.00	4.89
42.00	20.00	1.44
43.00	98.00	7.04
44.00	59.00	4.24
45.00	127.00	9.12
46.00	136.00	9.77
47.00	131.00	9.41
48.00	275.00	19.76
49.00	328.00	23.56

Output rasters (for explanation see also: [www.ecorisq.org/docs/Rockyfor3D.pdf](http://www.ecorisq.org/docs/Rockyfor3D.pdf), chapter 4)

- E\_mean.asc: mean kinetic energy (Etrans + Erot) per raster cell [kJ]
- E\_95.asc: 95% CL of the kinetic energy values per raster cell [kJ]
- Ph\_mean.asc: mean normal passage height per raster cell [m]
- Ph\_95.asc: 95% CL of the normal passage heights per raster cell [m]
- Nr\_passages.asc: number of blocks passed through each raster cell [-]
- Nr\_sourcecells.asc: number of source cells the simulated blocks originated from per raster cell [-]
- Reach\_probability.asc:  $(Nr\_passages * 100) / (Nr\_sourcecells * Nr\_simulations\_per\_source\_cell)$  [%]
- Nr\_deposited.asc: number of blocks stopped in each raster cell [-]
- Rvol\_deposit.asc: maximum block volume stopped in each raster cell [m3]
- Traj\_time.asc: minimum time needed to reach a raster cell from the defined source areas [s]
- V\_max.asc: absolute maximum simulated velocity per raster cell (m/s)
- EL\_angles.asc: minimum recalculated Energy Line angle in each raster cell [°]



Comune di Maggia  
Sezione di Someo

Accertamento del pericolo  
caduta sassi

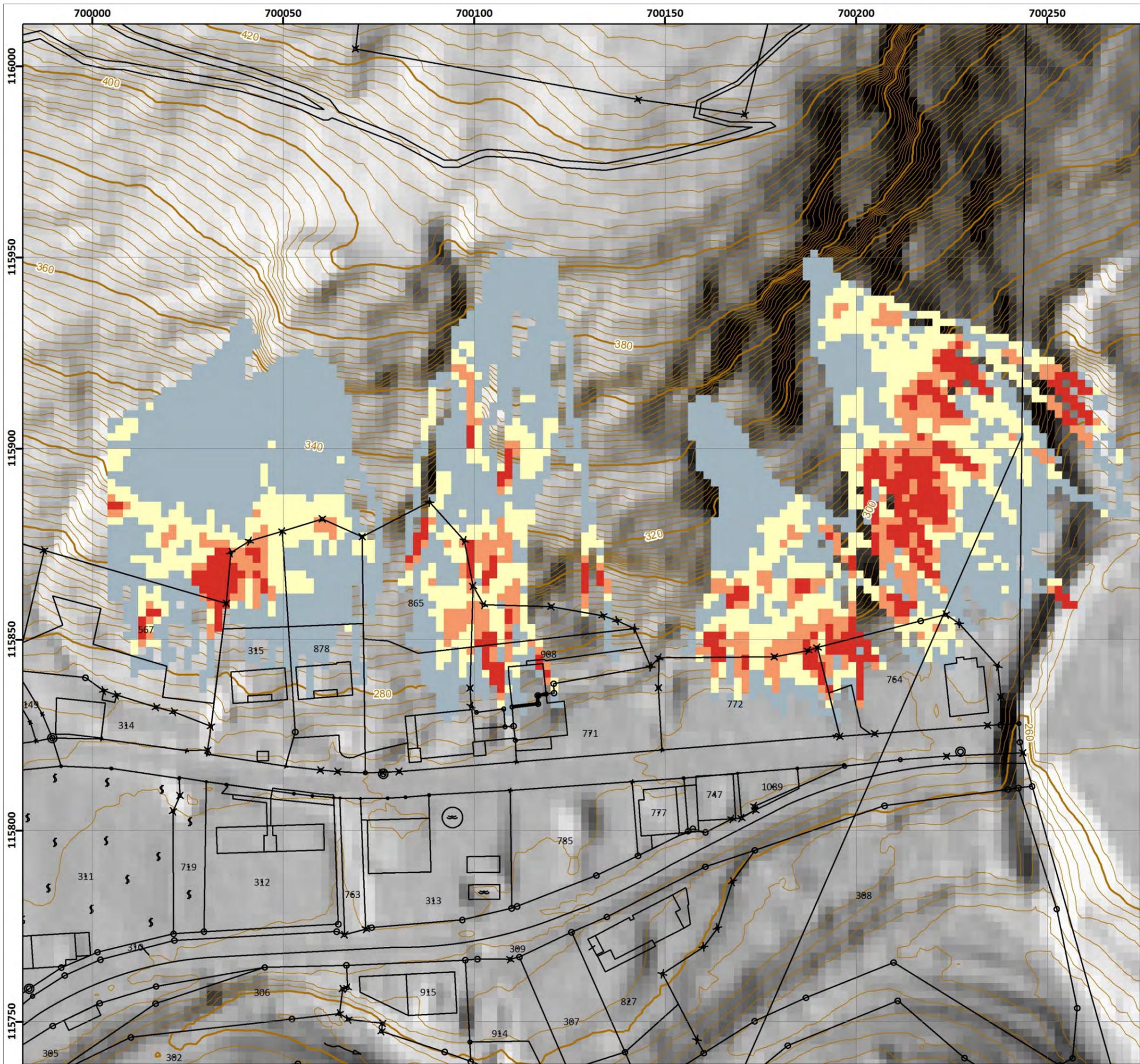
mc 28.04.2015

Simulazione caduta sassi  
Parte bassa

Rapporto no. 11420.01  
Allegato no. 6.3







Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo di  
caduta sassi  
Località Chiosso Paolo

Simulazione caduta sassi  
Altezza di passaggio

Legenda :

Altezza massima	
	0 - 2 m
	2 - 3.5 m
	3.5 - 5 m
	> 5 m

Risultato del file Ph\_95Cl.asc espresso per ogni  
cellula:

Viene indicato il 95-esimo percentile delle  
altezze di passaggio massime simulate del centro  
del blocco, misurata lungo la normale rispetto alla  
superficie del pendio.



mc 27.04.2015  
Scala 1: 1'000

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 6.6



Comune di Terre di Pedemonte  
Sezione di Verscio

Valutazione del pericolo di  
caduta sassi  
Località Chiosso Paolo

Carta del pericolo di caduta  
sassi

**Legenda :**

**Grado di pericolo**

-  Pericolo residuo
-  Pericolo basso
-  Pericolo medio
-  Pericolo elevato
-  Limite dell'area rilevata



mc 05.11.2015

Scala 1: 1'000

Rapporto no. 11506.01

Allegato no. 7