



Regione
Lombardia



COMUNE DI
LODRINO

PROGETTO ESECUTIVO

**OPERE DI DIFESA PASSIVA PER CADUTA MASSI
NELLA LOCALITA' CAVADA NEL COMUNE DI LODRINO**

Formazione di vallo paramassi

Elaborato
testuale

n. **T2**

Relazione geologico tecnica

Aggiornamenti

DATA

OGGETTO

Ottobre 2006

Terza stesura (definitivo)

Aprile 2007

Prima stesura (esecutivo)

IL PROGETTISTA:

Ing. Girolamo Landrini

IL RESPONSABILE

DEL PROCEDIMENTO



Elaborazione dati e stesura progetto: Studio Ing. Landrini Gerolamo
Via Carlo Tassara n. 4 Breno (Bs) Tel. 0364/21076 fax 0364/320600.
e-mail: landrini@LANDRINIGEROLAMO.191.it

Comune di Lodrino (Provincia di Brescia)

**REALIZZAZIONE DIFESE PASSIVE PER LA CADUTA MASSI, LOCALITÀ CAVATA
NEL COMUNE DI LODRINO (BS) - 9° PROGRAMMA STRALCIO INTERVENTI
URGENTI PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO - LEGGE 31 LUGLIO
2002, N. 179, ART. 16**

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

- ALL. 1 - Carta geologica di inquadramento (scala 1:5.000)
- ALL. 2 - Carta dei dissesti con elementi morfologici (scala 1:5.000)
- ALL. 3 - Carte di zonazione della pericolosità a,b,c,d (scala 1:5.000)
- ALL. 4 - Carta di zonazione del rischio (scala 1:5.000)
- ALL. 5 - Modellazione delle traiettorie di caduta massi: calcoli (a) e profili (b)
- ALL. 6 - Rilievi geomeccanici
- ALL. 7 - Schede crolli
- ALL. 8 - Documentazione fotografica
- ALL. 9 - Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato

Dr. Geol. Fabio Alberti



Geologia Tecnica Camuna - Studio Associato

Via Albera, 3 – 2504, Darfo Boario Terme (BS)
Tel/fax: 0364 533637 -E-mail: info@igeotec-studio.it

1 Premessa

La presente relazione geologico-tecnica riguarda l'indagine condotta su incarico dell'Amministrazione Comunale di Lodrino per la valutazione degli aspetti geologici relativi al progetto per la realizzazione di difese passive per la caduta massi in località Cavata nel territorio del Comune di Lodrino (BS), nell'ambito del 9° programma stralcio degli interventi urgenti per la riduzione del rischio idrogeologico (Legge 31 luglio 2002 n. 179, art. 16). In particolare il progetto riguarda il completamento delle opere di difesa passiva dalla caduta di blocchi rocciosi, realizzate nel primo stralcio e costituite da un sistema vallo+rilevato paramassi, tramite estensione verso ovest delle stesse.

In riferimento alle indicazioni contenute nella comunicazione della Struttura Pianificazione di bacino e locale della Regione Lombardia in data 27 marzo 2006 (Prot. n. ZI.2006.007628), l'indagine geologica è stata finalizzata alla individuazione della pericolosità e del rischio nelle aree interessate dagli interventi (anche in funzione delle opere già realizzate) ed alla definizione della proposta di ripermimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato in conseguenza della realizzazione delle opere in progetto. Nell'ambito della relazione è stata inoltre condotta una ricostruzione delle traiettorie di caduta dei blocchi per il dimensionamento e la verifica del nuovo tratto di vallo paramassi in progetto.

Le analisi svolte sono state condotte seguendo la procedura indicata nella DGR 22712/2005 n. 8/1566.

L'indagine è stata condotta sulla base dei dati esistenti (relativi allo studio di perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato ai sensi della legge 267/98 ed agli studi geologici riguardanti il tratto di vallo già realizzato, tutti redatti dallo scrivente), e sulla base di nuovi rilievi condotti per aggiornare la situazione morfologica dei siti rispetto alle opere già realizzate nella prima fase di intervento e per valutare le condizioni geomeccaniche del tratto di parete posto immediatamente ad ovest rispetto a quello analizzato nell'ambito delle fasi precedenti.

2 Analisi del fenomeno di crollo dei blocchi rocciosi

In accordo con la procedura indicata nella DGR 22712/2005 n. 8/1566, l'analisi del fenomeno di crollo di blocchi rocciosi dalle pareti sovrastanti il tratto di ampliamento del vallo in progetto è stata svolta secondo le seguenti fasi:

- a. individuazione delle pareti rocciose sorgente dei fenomeni di crollo che possono raggiungere l'area di realizzazione dell'intervento in progetto;
- b. valutazione delle caratteristiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi lungo i settori di parete individuati e analisi della morfologia e caratteristiche del versante lungo le traiettorie di discesa dei blocchi;
- c. volumetria dei massi (massima e modale) potenzialmente instabili in parete e già crollati presenti nella falda a valle della parete;
- d. simulazione delle traiettorie di caduta massi tramite utilizzo di un software specifico.

a. In riferimento alle caratteristiche morfologiche e topografiche del pendio che costituisce l'area in esame, i settori di parete a partire dai quali i fenomeni di crollo di blocchi rocciosi possono raggiungere il settore di realizzazione dell'ampliamento dell'opera paramassi in progetto, sono situati lungo il versante roccioso che collega il Passo della Cavada con la sommità della Corna di Caspai; in particolare, coincidono con il margine ovest della nicchia di frana principale verificatasi nel 1969 nelle vicinanze del Passo della Cavada (analizzata nel dettaglio nell'ambito dello studio di "valutazione e zonazione della pericolosità del rischio da frana nei siti a rischio in adempimento alla legge 267/98" redatto dallo scrivente), e con i successivi 200 m circa di parete verso ovest, cioè verso la sommità della Corna di Caspai (vedi allegato 1 e allegato 2).

b. Le caratteristiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi lungo i settori di parete individuati e precedentemente descritti sono state rilevate tramite esecuzione di rilievi geomeccanici (la cui ubicazione è riportata nell'allegato 2) alla base delle pareti stesse. Per la caratterizzazione del tratto orientale di parete in esame (coincidente con il settore ovest della nicchia della frana principale del 1969) si è fatto riferimento al rilievo geomeccanico effettuato in occasione dello studio condotto ai sensi della legge 267/98 in quanto le condizioni della parete non sono cambiate (rilievo n° 1). Per la caratterizzazione del restante tratto di parete posto ad ovest del precedente si è fatto riferimento ad un rilievo geomeccanico di nuova esecuzione. I risultati dei rilievi geomeccanici condotti sono esposti nelle schede dell'allegato 6. Le condizioni geometriche e strutturali delle pareti rocciose in esame, data la presenza di fratture aperte e relativamente persistenti, determinano situazioni favorevoli al verificarsi di nuovi fenomeni di caduta di volumi rocciosi, sia di singoli blocchi sia di porzioni più consistenti dell'ammasso roccioso, con conseguenti fenomeni di espansione di più blocchi come è avvenuto in passato.

La morfologia e le caratteristiche del versante lungo le traiettorie di discesa dei blocchi sono state osservate tramite rilevamento diretto; nel settore centrale e occidentale, alla base delle pareti è presente detrito di falda colonizzato da vegetazione prevalentemente arbustiva, con alberi d'alto fusto subordinati (vedi allegato 2). Nel settore orientale, cioè a valle della nicchia di frana del 1969, è invece presente detrito di falda non colonizzato dalla vegetazione, lungo il quale sono presenti numerosi grossi blocchi che costituiscono l'accumulo della frana. In questo settore sono presenti anche alcuni solchi di erosione pronunciati, lungo i quali si possono incanalare i blocchi in caduta dalla parete sovrastante. Nel settore in cui è stata realizzata l'opera paramassi e le opere accessorie (strade di accesso, ecc.) è presente detrito di falda rimaneggiato artificialmente.

In base alle caratteristiche degli ammassi rocciosi e alla morfologia delle pareti e delle zone di discesa dei blocchi, il settore in esame è stato suddiviso in 3 aree omogenee. La prima corrisponde con il settore ovest della nicchia di frana verificatasi nel 1969 ed è stata caratterizzata tramite il rilievo geomeccanico n°1; la seconda corrisponde con i successivi 100 m di parete verso ovest ed è stata caratterizzata tramite il rilievo geomeccanico n°2; la terza, lungo la quale le caratteristiche geomeccaniche della parete restano analoghe alla precedente, corrisponde con gli ulteriori 100 m di parete verso ovest. Le caratteristiche delle tre aree omogenee sono espone nelle schede crolli (allegato 7); lungo le tre aree omogenee sono state effettuate delle modellazioni numeriche del fenomeno di caduta di blocchi rocciosi, utilizzando per le traiettorie di discesa in pianta rispettivamente le sezioni n° 1, 2 e 3 la cui traccia è riportata nell'allegato 2. In mancanza di basi cartografiche di maggior dettaglio, le sezioni sono state ricavate necessariamente dalla carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

c. Le dimensioni dei blocchi rocciosi che caratterizzano i fenomeni di crollo nell'area in esame sono state desunte dai dati dei rilievi strutturali e dalla valutazione delle volumetrie instabili presenti in parete (che hanno permesso di ricavare l'ordine di grandezza dei volumi unitari potenzialmente soggetti a crollo) e dall'osservazione dei volumi reali osservati nella falda di detrito posta alla base delle pareti rocciose (che ha permesso di ricostruire l'ordine di grandezza dei volumi relativi ai fenomeni di crollo verificatisi in passato). Le volumetrie potenzialmente instabili sono notevoli (come confermato dai fenomeni avvenuti in passato) sia come volumi complessivi dei settori di ammasso roccioso interessati dalle fratture, sia come dimensioni dei singoli blocchi. In media le dimensioni sono maggiori per il settore della parete della frana del 1969 rispetto al settore di parete posto ad ovest; nel complesso le volumetrie potenzialmente instabili sono dell'ordine di 300-600 m³ nel settore della frana e di 100-200 m³ nelle pareti adiacenti.

Nell'ambito dell'intera area in esame, l'ordine di grandezza dei volumi unitari dei blocchi presenti nella falda è normalmente compreso tra 0,2-0,5 m³ e 18-22 m³ e in queste dimensioni rientrano anche la maggior parte dei blocchi instabili presenti in parete; le dimensioni massime osservate sono invece dell'ordine del centinaio di m³ (106 m³) e sono relative ad un blocco che, oltrepassata la posizione di un piccolo vallo paramassi

attualmente non più esistente (in quanto inglobato nel rilevato di valle dell'opera paramassi di nuova realizzazione), si è arrestato oltre la zona distale della falda di detrito. La posizione dei principali blocchi o dei gruppi di blocchi e del masso avente le maggiori dimensioni è riportata nell'allegato 2, nel quale è indicata anche la posizione del masso arrestatosi alla maggiore distanza dalla parete.

In definitiva, nelle tre aree omogenee, e quindi lungo le tre traiettorie di caduta descritte precedentemente, le volumetrie modali e massime considerate per i blocchi rocciosi sono le seguenti:

	AREA 1 (sez 1)	AREA 2 (sez 2)	AREA 3 (sez 3)
volume modale (m ³)	2-4	2	2
volume massimo (m ³)	106	15	22

d. Le traiettorie di caduta dei blocchi lungo le tre sezioni utilizzate, sono state modellate utilizzando il programma "Geo Rock" (versione 2005.0 Rev 16), prodotto dalla *Geostru Software House*, che permette la ricostruzione delle traiettorie di caduta di blocchi lungo un pendio, utilizzando diversi metodi di calcolo per descrivere il movimento dei blocchi; nel caso in esame è stato utilizzato il metodo di calcolo CRSP (*Colorado Rockfall Simulation Program*). Tale metodo è stato messo a punto da Pfeiffer e Bowen (1989) con lo scopo di modellare il moto di caduta di blocchi aventi la forma di sfere, cilindri o dischi, con sezione circolare nel piano verticale del movimento; per descrivere il movimento dei blocchi il modello CRSP applica l'equazione del moto parabolico di un corpo in caduta libera ed il principio di conservazione dell'energia totale. Il fenomeno dell'impatto viene modellato utilizzando alcuni parametri, costituiti dai coefficienti di restituzione normale e tangenziale, dalla rugosità del pendio e dalle dimensioni dei blocchi. Il modello CRSP assume che l'angolo formato tra la direzione del blocco ed il profilo del pendio vari secondo una statistica che deve essere definita per ogni caso analizzato; il modello tratta quindi in modo statistico anche i risultati che principalmente consistono nelle velocità e nelle altezze di rimbalzo rispetto alla superficie del pendio durante il percorso di caduta. Il modello considera quindi le combinazioni dei movimenti di caduta libera, rimbalzo, rotolamento e scivolamento, che possono variare a seconda delle dimensioni dei blocchi e della rugosità del pendio. L'affidabilità del modello è stata verificata attraverso confronti tra i risultati numerici e quelli ottenuti da prove in sito.

Nel caso in esame, operando a favore della sicurezza, la forma dei blocchi in caduta è stata considerata sferica; la ricostruzione delle traiettorie è stata fatta simulando la caduta di 1000 blocchi. I valori utilizzati per i coefficienti di restituzione normale e tangenziale sono stati ricavati tarando i dati disponibili nella letteratura specifica sulla base delle condizioni locali del versante; in particolare la taratura è stata condotta in riferimento all'osservazione della distanza di arresto lungo il pendio dei blocchi di diversa volumetria già crollati in passato dalle pareti in esame. Per quanto riguarda le volumetrie dei blocchi, oltre alle dimensioni modali e massime

esposte nella tabella precedente, sono state modellate anche alcune dimensioni intermedie (pari a 6 m^3 nella sezione 1 e a 4 m^3 nelle sezioni 2 e 3). L'analisi condotta ha permesso di determinare l'energia dei blocchi in caduta nella posizione in cui verrà realizzato l'ampliamento dell'opera paramassi in progetto; i risultati ottenuti sono riassunti nelle schede dell'allegato 5a, nel quale sono riportati anche i dati relativi ai profili topografici e ai valori dei coefficienti di restituzione e di rugosità utilizzati. Per ognuna delle tre sezioni, le traiettorie di caduta relative al blocco di volume massimo e al blocco di 2 m^3 sono rappresentate nell'allegato 5b (per motivi di leggibilità sono state rappresentate solo 20 traiettorie per ogni modellazione).

3 Considerazioni relative ai risultati ottenuti

La ricostruzione delle traiettorie di caduta ha permesso di determinare l'energia d'impatto dei blocchi nella posizione in cui verrà realizzato l'ampliamento dell'opera paramassi in progetto; l'energia massima è stata ottenuta lungo la sezione 1 ed è pari a 58268 KJ. Questo valore è molto simile a quello dell'energia massima d'impatto sull'opera paramassi attualmente esistente (pari a 62332 KJ), determinata nell'ambito della relazione geologico-tecnica allegata al progetto per la realizzazione dell'opera stessa.

Per quanto riguarda l'eventuale superamento della barriera da parte dei blocchi in caduta, nella relazione geologico-tecnica precedentemente citata (relativa al tratto di vallo attualmente già esistente), in base alla ricostruzione delle traiettorie effettuata, è stata verificata l'impossibilità che i blocchi oltrepassino la barriera stessa. Dato che la forma e le dimensioni dell'opera oggetto della presente relazione vengono mantenute rispetto al tratto già esistente, la dimensione del blocco massimo in caduta è la stessa rispetto a quella considerata nella relazione precedente e dato che la morfologia del versante è simile (nel tratto interessato dall'ampliamento la pendenza è mediamente inferiore), si ritiene che il tratto di ampliamento del vallo paramassi in progetto non possa essere superato dai blocchi in caduta.

I successivi passaggi previsti nella procedura indicata nella DGR 22712/2005 n. 8/1566 non sono stati applicati in quanto:

- considerando la presenza del vallo in progetto, la totalità dei blocchi in caduta si arresta all'interno dello stesso;
- senza considerare la presenza del vallo in progetto, la posizione di arresto del 70% dei blocchi modali in caduta si trova a valle della posizione prevista per la realizzazione dell'ampliamento del vallo stesso;
- la probabilità di accadimento del fenomeno di crollo può essere definita ovunque come "alta" in ciascuna delle aree omogenee considerate;

- nell'ambito dell'area in esame è già esistente una classificazione della pericolosità (definita nello studio ai sensi della legge 267/98 e successivamente aggiornata nell'ambito della relazione geologico-tecnica allegata al progetto per la realizzazione del tratto di vallo attualmente esistente).

In definitiva, in base a quanto sopra esposto, a seguito della realizzazione dell'ampliamento del vallo in progetto, a monte dell'opera la pericolosità resta pari a quella massima, mentre a valle dell'opera (e solo nelle aree in cui la presenza del vallo ha un'effettiva influenza – vedi successivo paragrafo) la pericolosità viene fatta ricadere nella classe H2.

4 Aspetti relativi alla pericolosità e al rischio nell'ambito dell'area in esame

Per quanto riguarda la perimetrazione della pericolosità rispetto ai fenomeni di crollo di blocchi rocciosi nell'area in esame, al fine di riepilogare le diverse fasi di studio, sono state allegate alla presente relazione le seguenti 4 carte di pericolosità:

allegato 3 a: carta di zonazione della pericolosità realizzata nell'ambito dello studio per la "valutazione e zonazione della pericolosità del rischio da frana nei siti a rischio in adempimento alla legge 267/98". Tale carta descrive la situazione della pericolosità nell'area in esame precedentemente alla realizzazione del vallo paramassi oggi esistente.

allegato 3 b: proposta di zonazione della pericolosità allegata al progetto per la realizzazione del vallo paramassi (oggi esistente), conseguente alla realizzazione dell'opera. In tale carta, grazie alla protezione offerta dall'opera paramassi, si proponeva il declassamento alla pericolosità H2 delle aree poste a valle dell'opera stessa, ad eccezione di una fascia posta longitudinalmente al pendio lungo un canale di possibile transito dei blocchi, presso il margine orientale dell'area in esame in quanto l'opera in progetto non si estendeva sufficientemente verso est e pertanto non garantiva l'arresto della totalità dei blocchi provenienti da monte.

allegato 3c: tale cartografia è stata realizzata nell'ambito del presente studio e rappresenta l'effettiva zonazione della pericolosità che è stata ottenuta tramite la realizzazione dell'opera paramassi e il suo inserimento nella Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000. In tale allegato si nota come la riduzione di pericolosità si ottenga solo nelle aree centrali a valle dell'opera mentre verso ovest la pericolosità resta invariata rispetto all'allegato 3a in quanto il sistema vallo+rilevato realizzato non ha estensione sufficiente a consentire la totale intercettazione dei blocchi in caduta. Nel settore orientale la situazione è analoga a quella descritta per l'allegato 3b, ad eccezione di

piccole modifiche ai limiti delle classi, dovute all'inserimento in carta della posizione effettiva in cui l'opera paramassi è stata realizzata.

allegato 3d: tale cartografia è stata realizzata nell'ambito del presente studio e rappresenta la proposta di zonazione della pericolosità a seguito della realizzazione del progetto in esame, che consiste nell'ampliamento verso ovest del vallo paramassi esistente. A monte dell'opera paramassi l'area soggetta a zonazione della pericolosità è stata estesa fino al limite dell'ampliamento ed è stata assegnata alla classe di pericolosità H5. A valle dell'opera l'area soggetta a zonazione della pericolosità è stata estesa alle zone nelle quali la presenza dell'ampliamento del vallo esercita un'influenza sulla caduta dei blocchi provenienti dalle pareti poste a monte; a tale area è stata assegnata la classe di pericolosità H2. Rispetto alla cartografia prodotta nell'ambito dello studio ai sensi della legge 267/98 (allegato 3 a), nel settore compreso fra le quote di 800 e 910 m slm, è stata stralciata dalle aree soggette a zonazione della pericolosità una fascia avente larghezza di circa 30 m posta al margine ovest dell'area in esame, in quanto influenzata da fenomeni di crollo provenienti da settori di parete posti più ad ovest rispetto a quelli presi in considerazione nel seguente studio, mirato alla realizzazione dell'ampliamento del vallo paramassi. Per tale fascia la pericolosità non è stata definita, in quanto si ritiene che per la sua valutazione sia necessario uno studio specifico che prenda in considerazione tutta la fascia di parete sovrastante, almeno fino alla sommità della Corna Caspai. E' stata inoltre stralciata anche l'area posta a sud del toponimo "Villa – Sede comunale" in quanto posta al di fuori delle aree raggiungibili da blocchi di crollo provenienti dalle pareti prese in esame nel presente studio e in quelli precedenti (in quest'area il versante risale infatti verso sud).

In definitiva, la ripermimetrazione della pericolosità non è da applicare nelle aree poste all'esterno del "limite delle aree soggette a zonazione della pericolosità" (indicato nell'allegato 3d), anche se poste a valle dell'opera paramassi esistente e del suo ampliamento in progetto.

La riduzione a classe 2 di pericolosità per le aree nelle quali è stata prevista è vincolata al rispetto delle seguenti indicazioni:

- l'ampliamento del vallo deve essere effettivamente realizzato nella posizione ed alle quote indicate nel progetto esecutivo;
- nel settore interessato dall'ampliamento, le dimensioni e la forma del vallo devono coincidere con quelle indicate nel progetto esecutivo;
- nel settore interessato dall'ampliamento, il vallo deve essere costruito con materiali e modalità tali da resistere all'energia massima di impatto dei blocchi pari a circa 58268 KJ;
- una volta ultimato, il vallo paramassi deve essere mantenuto in efficienza tramite una costante opera di manutenzione, asportando i massi che vi si vanno accumulando e ripristinandone l'integrità nel caso di deformazioni da impatto.

Si precisa infine che su tutta l'area di pertinenza del vallo paramassi deve essere evitata qualsiasi nuova edificazione od opera in quanto questa potrebbe risentire pesantemente degli effetti degli impatti dei blocchi in caduta contro il vallo; inoltre il vallo è stato progettato, dimensionato e verificato per contenere i blocchi in caduta e per autosostenersi, non per sopportare la presenza di strutture sulla sommità o sulle scarpate.

Per quanto riguarda la ripermimetrazione del **rischio** rispetto ai fenomeni di crollo di blocchi rocciosi nell'area, a seguito dell'ampliamento verso ovest del vallo paramassi esistente secondo il progetto in esame, è stata realizzata la carta di zonazione del rischio (allegato 4) tramite incrocio della carta di pericolosità conseguente alla realizzazione dell'ampliamento in progetto (allegato 3d) con la distribuzione territoriale degli elementi relativi all'attività antropica (elementi esposti a rischio) quali insediamenti, attività antropiche e patrimonio ambientale, così come individuati nell'ambito dello studio per la "*valutazione e zonazione della pericolosità del rischio da frana nei siti a rischio in adempimento alla legge 267/98*".

Rispetto alla cartografia prodotta nell'ambito dello studio ai sensi della legge 267/98, le aree stralciate nella carta di pericolosità (allegato 3d) come precedentemente esposto, sono state stralciate anche nella carta del rischio.

Come per la pericolosità, anche la ripermimetrazione del rischio non è da applicare nelle aree poste all'esterno del "limite delle aree soggette a zonazione del rischio" (indicato nell'allegato 4), anche se poste a valle dell'opera paramassi esistente e del suo ampliamento in progetto.

5 Aspetti relativi alla stabilità dell'opera paramassi e del versante posto a monte

L'intervento in progetto consiste nell'ampliamento verso ovest dell'opera paramassi esistente, la cui stabilità era stata valutata positivamente in sede di relazione geologica allegata al relativo progetto esecutivo; prendendo in considerazione le situazioni geometricamente più gravose, da un confronto fra le opere in progetto e le opere esistenti già realizzate emerge quanto segue:

- la controscarpata del vallo paramassi, nel tratto di ampliamento in progetto, ha la stessa altezza (10 m) e la stessa inclinazione (45°) di quella già realizzata;
- nel tratto di ampliamento in progetto, la scarpata posta a monte del vallo lungo il versante ha altezze e pendenze inferiori o molto inferiori rispetto a quella esistente (e in particolare rispetto alla sezione presa in considerazione nelle verifiche di stabilità);
- nel tratto di ampliamento in progetto, la scarpata di valle del rilevato paramassi ha la stessa inclinazione rispetto a quella esistente.

In base alle considerazioni sopra esposte e ai risultati positivi delle verifiche di stabilità condotte in sede di relazione geologica allegata al progetto esecutivo per la realizzazione del vallo paramassi attualmente esistente,

si esprime parere positivo anche rispetto alla stabilità dei fronti di scavo e dei rilevati, relativamente al tratto di ampliamento in progetto. Non si esclude che, durante e dopo l'esecuzione degli scavi di sbancamento, si possano verificare dei piccoli scivolamenti per l'assestamento dei terreni nei primi decimetri di spessore.

6 Conclusioni

Nella presente indagine sono stati presi in esame gli aspetti geologici relativi al progetto per il completamento delle opere di difesa passiva dalla caduta di blocchi dalle pareti rocciose in località Cavata nel territorio del Comune di Lodrino (BS), tramite estensione verso ovest di un sistema vallo+rilevato paramassi esistente.

L'indagine è stata svolta sulla base di dati esistenti (relativi allo studio di perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato ai sensi della legge 267/98 ed agli studi geologici riguardanti il tratto di vallo già realizzato, tutti redatti dallo scrivente) e sulla base di nuovi rilievi diretti di terreno; tramite l'utilizzo di questi dati, secondo la procedura contenuta nella DGR 22712/2005 n. 8/1566, è stato condotto uno studio di dettaglio per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio rispetto al fenomeno di crollo di blocchi rocciosi.

In base ai risultati di tale studio, sono state individuate le indicazioni progettuali relative al dimensionamento dell'opera paramassi in progetto (esposte nei precedenti paragrafi) e sono state redatte le carte contenenti la proposta di zonazione della pericolosità (allegato 3d) e del rischio (allegato 4) conseguenti alla realizzazione dell'opera stessa. La riduzione della pericolosità e del rischio che si otterrà con la realizzazione dell'ampliamento in progetto è vincolata al fatto che vengano rispettate alcune prescrizioni individuate ed esposte nei precedenti paragrafi relative alla posizione e alle dimensioni dell'opera, al materiale e alle modalità di costruzione e alla manutenzione della stessa.

Infine, in base alle considerazioni esposte nel paragrafo precedente e ai risultati delle verifiche di stabilità condotte in sede di relazione geologica allegata al progetto esecutivo per la realizzazione del vallo paramassi attualmente esistente, si esprime parere positivo anche riguardo alla stabilità dei fronti di scavo e dei rilevati relativamente al tratto di ampliamento in progetto.

Ha collaborato:

Dr. geol. Francesco Bosio

Dr. geol. Fabio Alberti



Darfo Boario Terme, Settembre 2006.

7 Bibliografia

1. Comune di Lodrino (Provincia di Brescia) - Lavori per la sistemazione e la salvaguardia dell'area sottostante al Passo della Cavada: relazione geologico-tecnica – Studio Geo.Te.C., 2000
2. Comune di Lodrino (Provincia di Brescia) - Lavori per la sistemazione e la salvaguardia dell'area sottostante al Passo della Cavada: relazione geologico-tecnica integrativa – Studio Geo.Te.C., 2002
3. Decreto Ministeriale 14 settembre 2005 - Norme tecniche per le costruzioni – Suppl. Ord. alla Gazz. Uff., serie gen. n. 222 del 23/09/2005.
4. Deliberazione Giunta Regionale n 8/1566 del 22 Dicembre 2005 – Criteri ed indirizzi per la componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n.12 - Boll. Uff. della Reg. Lomb. - anno XXXVI, n. 14, 2006.
5. Georock versione 2005.0 rev 16 – programma di modellazione caduta massi prodotto dalla Geostru Software House
6. Giani G.P. – Caduta di massi: analisi del moto ed opere di protezione – Hevelius edizioni, 1997
7. ISRM - Basic Geotechnical Description - Int. J. of Rock Mech., 28 1980.
8. ISRM - Suggested Methods for the quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses- Int. J. of Rock Mech., 15 1978.
9. Pfeiffer T. & Bowen T – Colorado Rockfall simulation program – Colorado School of Mines, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Final Report, 1989.
10. Regione Lombardia (Servizio Geologico) - Perimetrazione e zonazione della pericolosità e del rischio da frana nei "siti a rischio" in adempimento alla legge 267/98: COMUNE DI LODRINO – LOCALITÀ CORNA CASPAI – Studio Geo.Te.C., 1999
11. Servizio Geologico d'Italia - Carta Geologica d'Italia. Scala 1:100.000, Foglio n. 34 "Breno", Roma 1970

Comune di Lodrino (Provincia di Brescia)

**REALIZZAZIONE DIFESE PASSIVE PER LA CADUTA MASSI,
LOCALITA' CAVATA NEL COMUNE DI LODRINO (BS)**

9° PROGRAMMA STRALCIO INTERVENTI URGENTI
PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

LEGGE 31 LUGLIO 2002, N. 179, ART. 16

INDAGINE GEOLOGICA

CARTA GEOLOGICA DI INQUADRAMENTO

Allegato 1

Scala 1:5.000

Settembre 2006

Geo.Te.C.

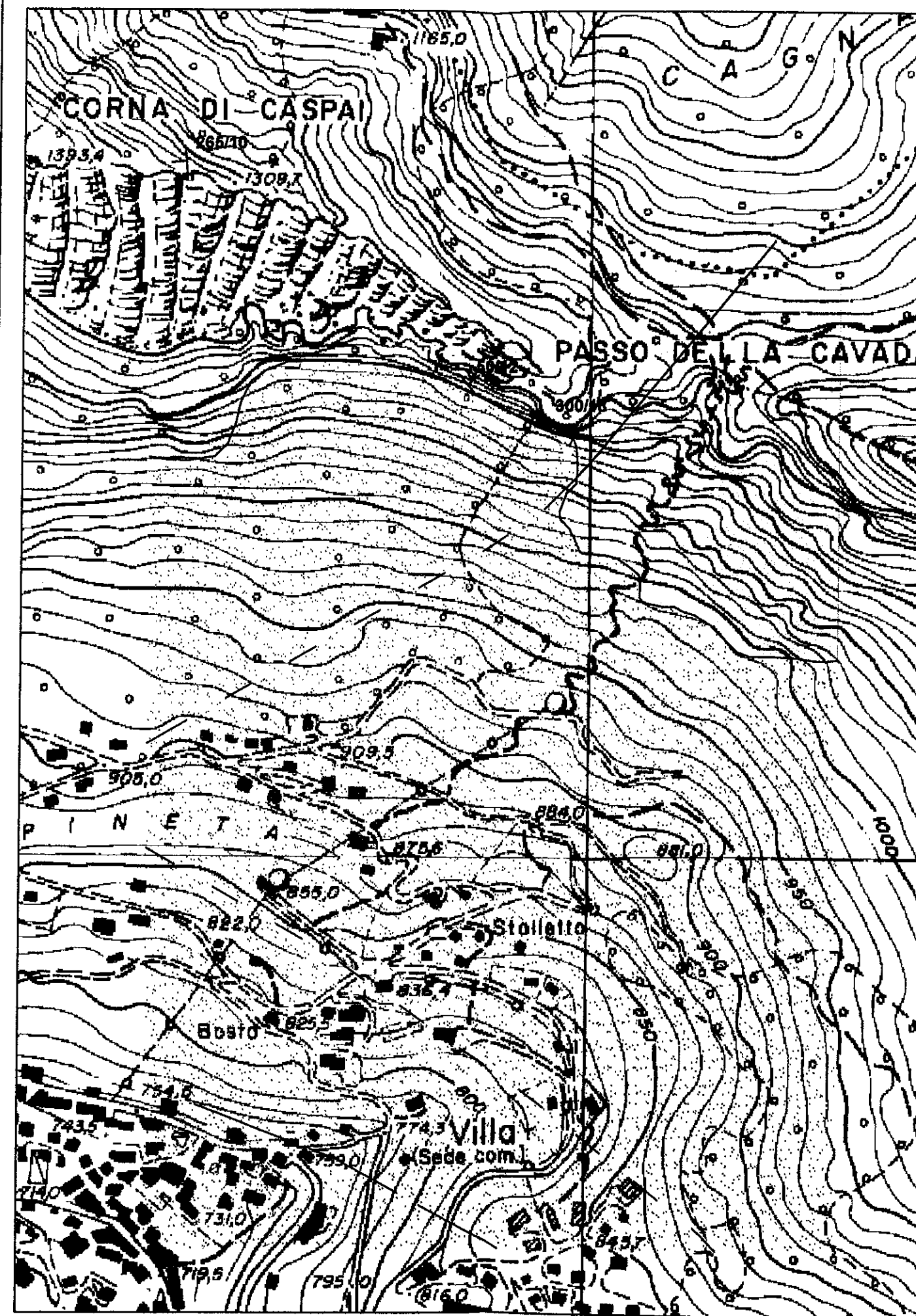
Geologia Tecnica Camuna
Via Albero 3 - Darfo Boario Terme (BS)
tel / fax 0364 - 533637
e-mail: info@geotec-studio.it

Dr. geol. FABIO ALBERTI



LEGENDA

- Substrato roccioso affiorante/subaffiorante: Dolomia Principale
(Dolomie e calcari dolomitici da grigio-chiari a grigio-scuri, a stratificazione prevalentemente massiva)
- Giacitura della superficie di stratificazione
- Faglia
- Faglia coperta
- Asse di piega anticlinale coperta
- Deposito detritico di falda



Comune di Lodrino (Provincia di Brescia)

**REALIZZAZIONE DIFESE PASSIVE PER LA CADUTA MASSI,
LOCALITA' CAVATA NEL COMUNE DI LODRINO (BS)**

9° PROGRAMMA STRALCIO INTERVENTI URGENTI
PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

LEGGE 31 LUGLIO 2002, N. 179, ART. 16

INDAGINE GEOLOGICA

CARTA DEI DISSESTI CON ELEMENTI MORFOLOGICI

Allegato 2

Scala 1:5.000

Settembre 2006

Geo.Te.C.

Geologia Tecnica Camuna
Via Albero 3 - Darfo Boario Terme (BS)
tel / fax 0364 - 533637
e-mail: info@geotec-studio.it

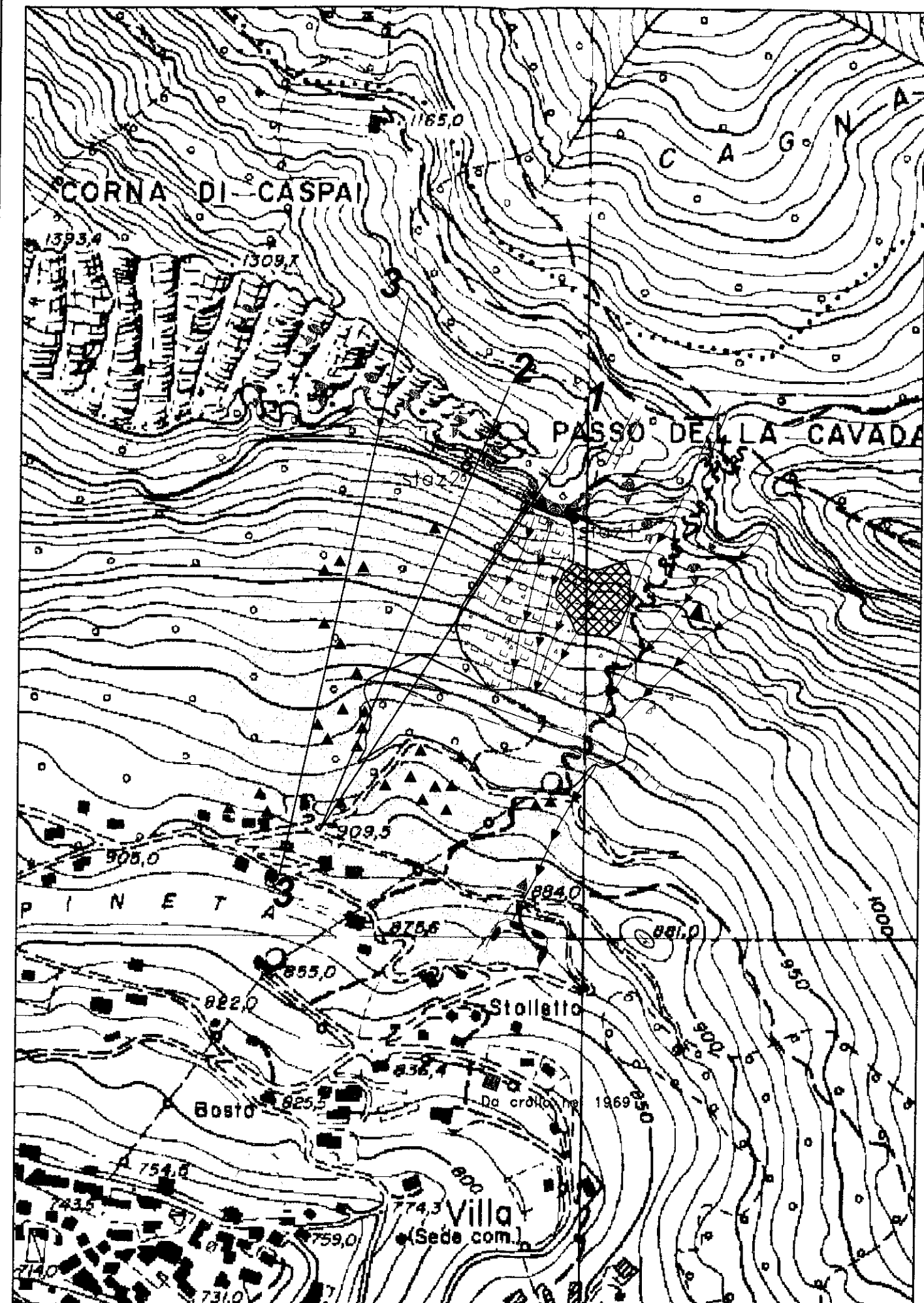
Dr. geol. FABIO ALBERTI



LEGENDA

- | | | | |
|--|--|--|---|
| | Substrato roccioso affiorante:
Dolomia Principale | | Dolina |
| | Substrato roccioso molto fratturato | | Orlo di terrazzo morfologico |
| | Falda detritica attiva non colonizzata | | Pinnacolo |
| | Falda detritica quiescente/attiva colonizzata | | Avvallamento lungo
piani di fratturazione |
| | Detrito rimaneggiato in seguito alla
realizzazione del vallo e del rilevato | | Impluvio |
| | Nicchia di frana | | Orlo di scarpata
di cava inattiva |
| | Accumulo di frana (grossi blocchi in prevalenza) | | Fondo del vallo
paramassi |
| | Parete rocciosa soggetta a crollo
di blocchi e volumi rocciosi | | Sommità del
rilevato paramassi |
| | Solco di erosione | | Traccia delle sezioni
utilizzate per la
modellazione delle
traiettorie di caduta blocchi |
| | Masso o gruppo di massi da crollo | | Siti di esecuzione
rilievo geomeccanico |
| | Masso da crollo arrestatosi alla
maggiore distanza dalla parete | | |
| | Masso da crollo avente le
dimensioni maggiori | | |

staz1



Comune di Lodrino (Provincia di Brescia)

**REALIZZAZIONE DIFESE PASSIVE PER LA CADUTA MASSI,
LOCALITA' CAVATA NEL COMUNE DI LODRINO (BS)**

9° PROGRAMMA STRALCIO INTERVENTI URGENTI
PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

LEGGE 31 LUGLIO 2002, N. 179, ART. 16

INDAGINE GEOLOGICA

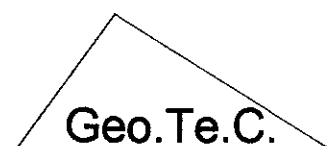
CARTA DI ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA'

PRECEDENTE AL VALLO PARAMASSI REALIZZATO SECONDO
I RISULTATI DELLO STUDIO CONDOTTO AI SENSI DELLA LEGGE 267/98

Allegato 3A

Scala 1:5.000

Settembre 2006



Geologia Tecnica Camuna
Via Albero 3 - Darfo Boario Terme (BS)
tel / fax 0364 - 533637
e-mail: info@geotec-studio.it

Dr. geol. FABIO ALBERTI



LEGENDA

Classi di Pericolosità



CLASSE V - Pericolosità alta



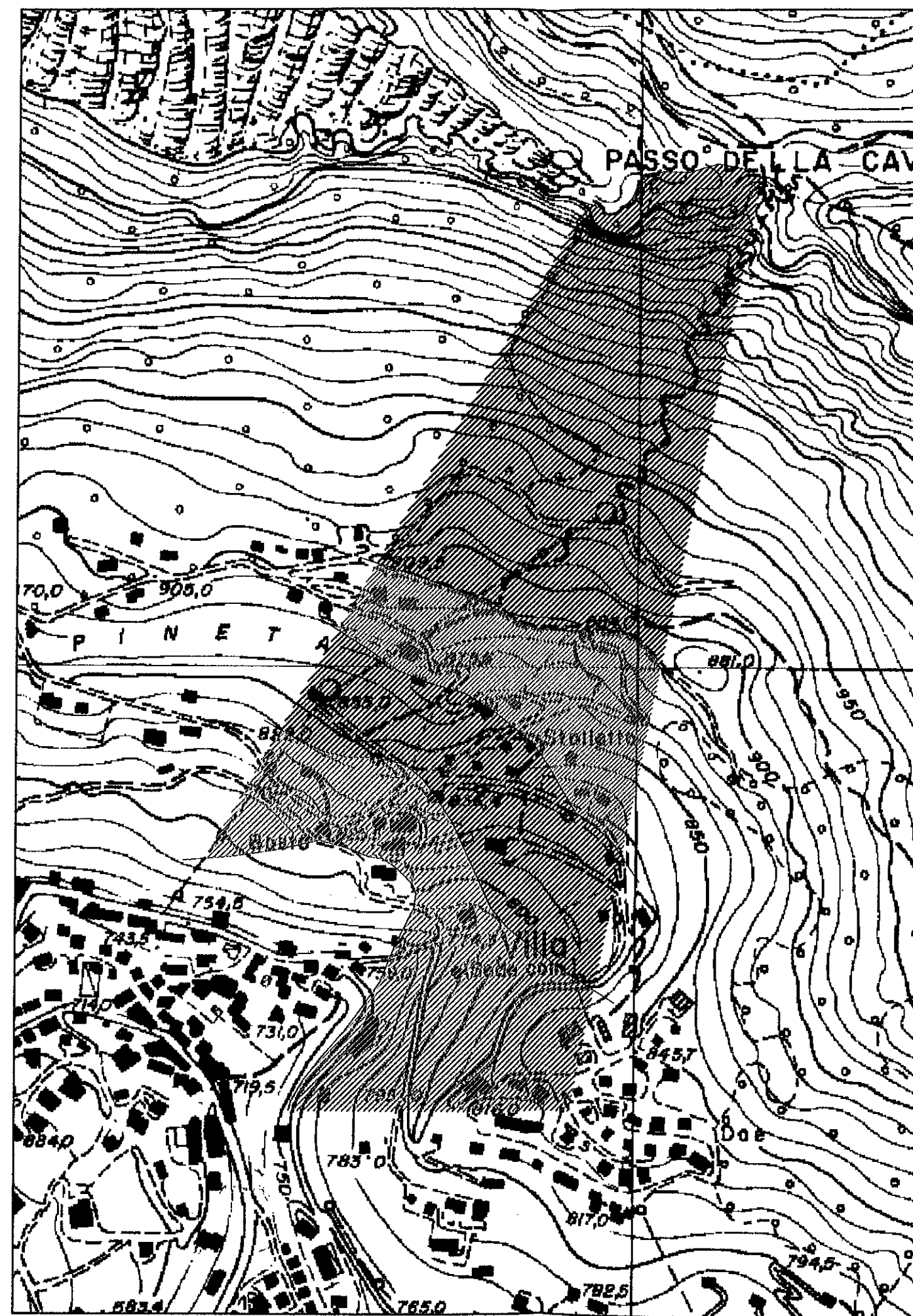
CLASSE IV - Pericolosità media



CLASSE III - Pericolosità bassa



CLASSE II - Pericolosità molto bassa



Comune di Lodrino (Provincia di Brescia)

**REALIZZAZIONE DIFESE PASSIVE PER LA CADUTA MASSI,
LOCALITA' CAVATA NEL COMUNE DI LODRINO (BS)**

9° PROGRAMMA STRALCIO INTERVENTI URGENTI
PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

LEGGE 31 LUGLIO 2002, N. 179, ART. 16

INDAGINE GEOLOGICA

PROPOSTA DI ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA'
ALLEGATA AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL VALLO PARAMASSI
SUCCESSIVO ALLO STUDIO AI SENSI DELLA LEGGE 267/98

Allegato 3B

Scala 1:5.000

Settembre 2006

Geo.Te.C.

Geologia Tecnica Camuna
Via Albera 3 - Darfo Boario Terme (BS)
tel / fax 0364 - 533637
e-mail: info@geotec-studio.it

Dr. geol. FABIO ALBERTI



LEGENDA

Classi di Pericolosità



CLASSE V - Pericolosità alta



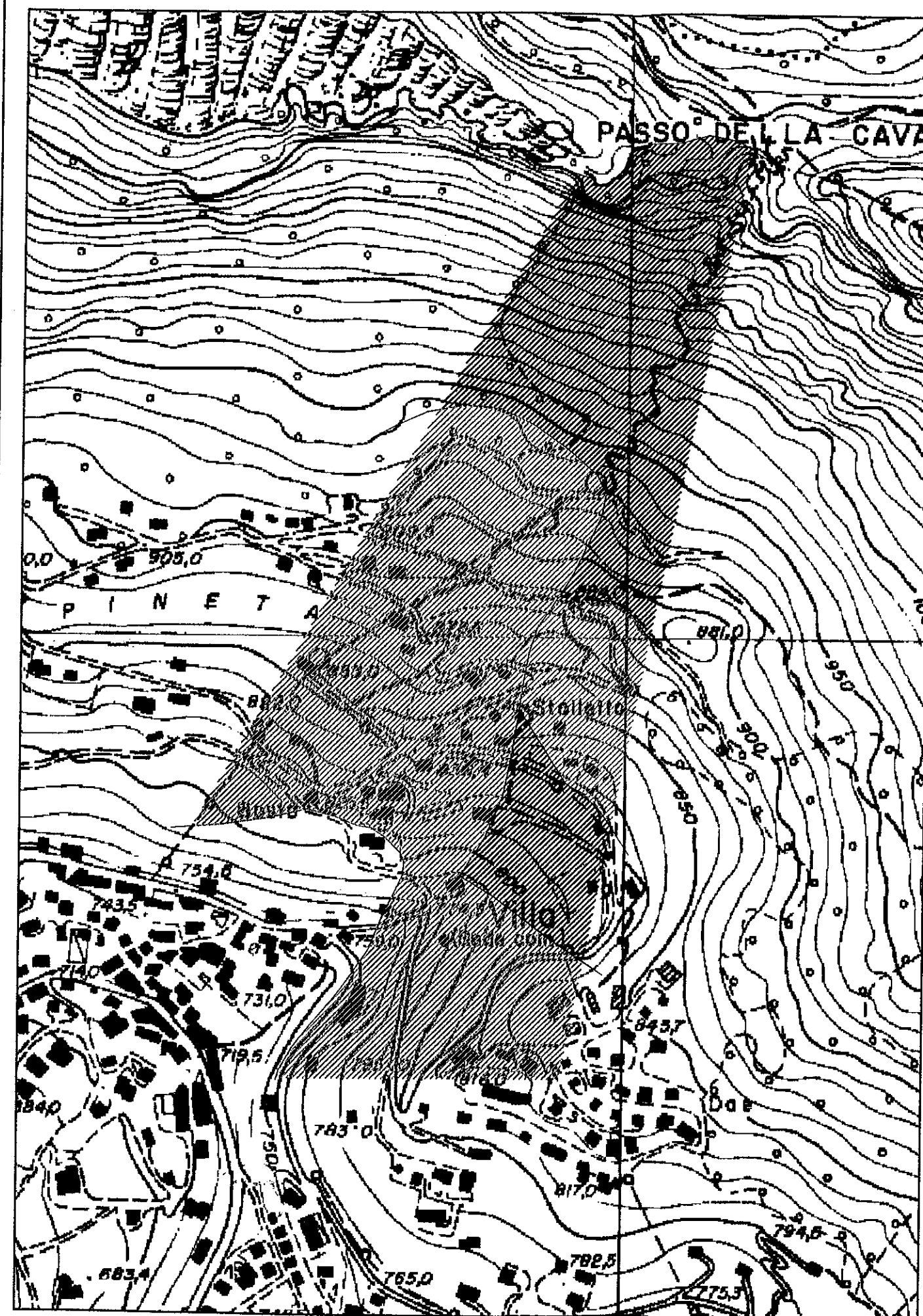
CLASSE IV - Pericolosità media



CLASSE III - Pericolosità bassa



CLASSE II - Pericolosità molto bassa



Comune di Lodrino (Provincia di Brescia)

**REALIZZAZIONE DIFESE PASSIVE PER LA CADUTA MASSI,
LOCALITA' CAVATA NEL COMUNE DI LODRINO (BS)**

9° PROGRAMMA STRALCIO INTERVENTI URGENTI
PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

LEGGE 31 LUGLIO 2002, N. 179, ART. 16

INDAGINE GEOLOGICA

ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA'
EFFETTIVA OTTENUTA CON LA REALIZZAZIONE
DEL VALLO PARAMASSI ESISTENTE

Allegato 3C

Scala 1:5.000

Settembre 2006

Geo.Te.C.

Geologia Tecnica Camuna
Via Albera 3 - Darfo Boario Terme (BS)
tel / fax 0364 - 533637
e-mail: info@geotec-studio.it

Dr. geol. FABIO ALBERTI



LEGENDA

Classi di Pericolosità



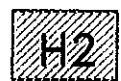
CLASSE V - Pericolosità alta



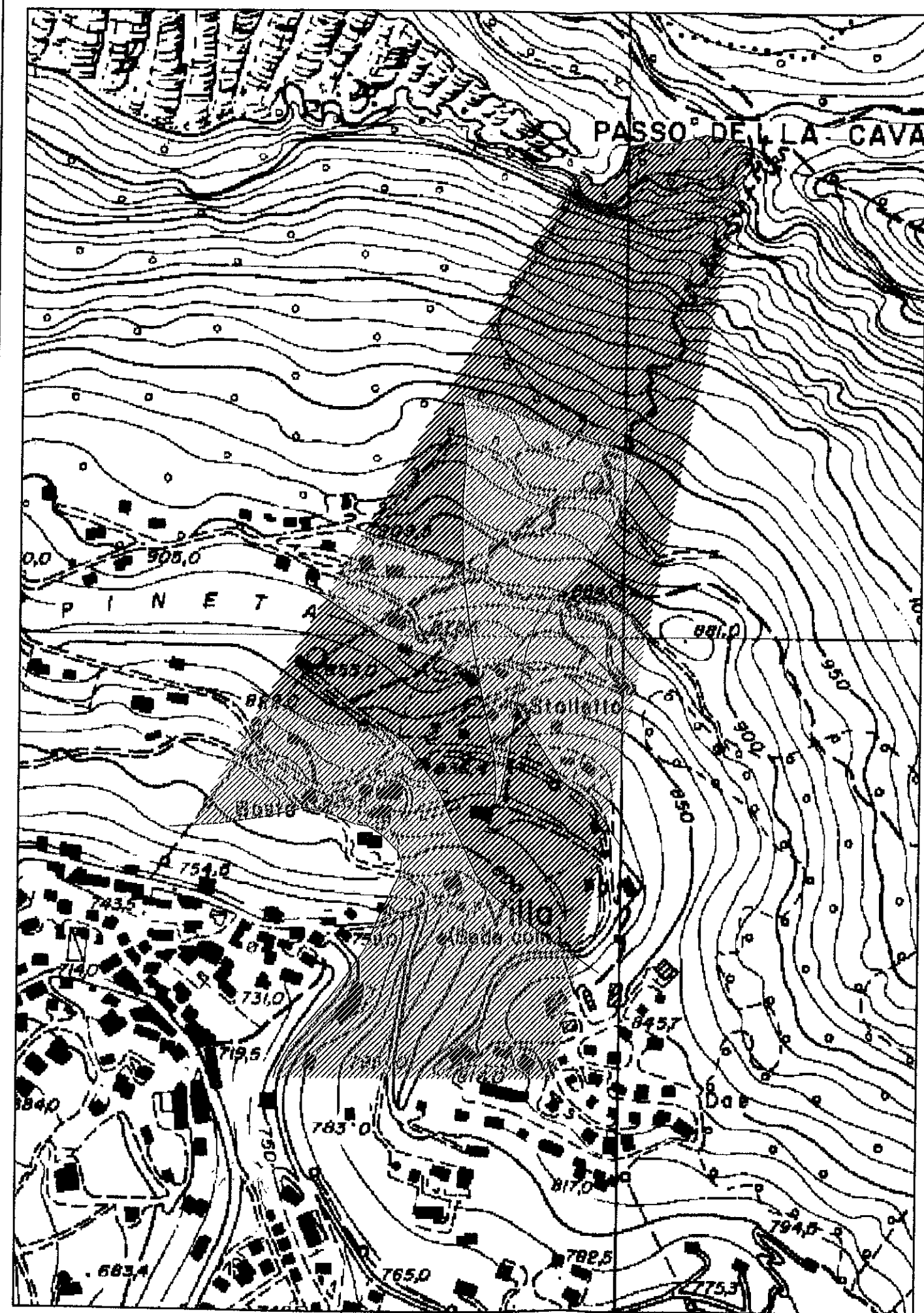
CLASSE IV - Pericolosità media



CLASSE III - Pericolosità bassa



CLASSE II - Pericolosità molto bassa



Comune di Lodrino (Provincia di Brescia)

**REALIZZAZIONE DIFESE PASSIVE PER LA CADUTA MASSI,
LOCALITA' CAVATA NEL COMUNE DI LODRINO (BS)**

9° PROGRAMMA STRALCIO INTERVENTI URGENTI
PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

LEGGE 31 LUGLIO 2002, N. 179, ART. 16

INDAGINE GEOLOGICA

PROPOSTA DI ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA'
CONSEQUENTE ALLA REALIZZAZIONE DELLE DIFESE PREVISTE DAL PRESENTE
PROGETTO (AMPLIAMENTO DEL VALLO PARAMASSI ESISTENTE)

Allegato 3D

Scala 1:5.000

Settembre 2006

Geo.Te.C.

Geologia Tecnica Camuna
Via Albera 3 - Darfo Boario Terme (BS)
tel / fax 0364 - 533637
e-mail: info@geotec-studio.it

Dr. geol. FABIO ALBERTI



LEGENDA

Classi di Pericolosità



CLASSE V - Pericolosità alta



CLASSE IV - Pericolosità media



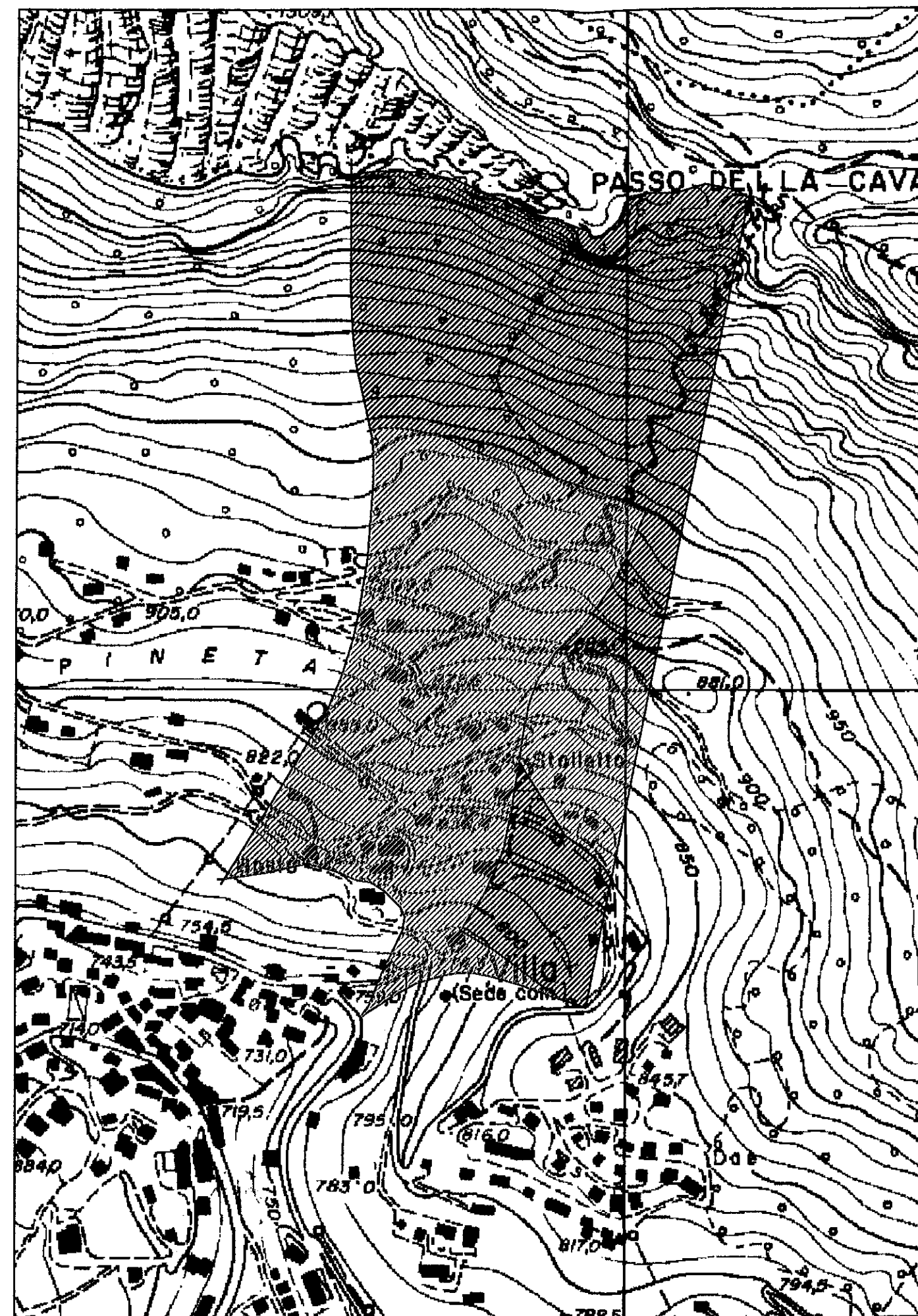
CLASSE III - Pericolosità bassa



CLASSE II - Pericolosità molto bassa



Limite delle aree soggette a zonazione della pericolosità



Comune di Lodrino (Provincia di Brescia)

**REALIZZAZIONE DIFESE PASSIVE PER LA CADUTA MASSI,
LOCALITA' CAVATA NEL COMUNE DI LODRINO (BS)**

9° PROGRAMMA STRALCIO INTERVENTI URGENTI
PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

LEGGE 31 LUGLIO 2002, N. 179, ART. 16

INDAGINE GEOLOGICA

CARTA DI ZONAZIONE DEL RISCHIO

CONSEQUENTE ALLA REALIZZAZIONE DELLE DIFESE PREVISTE DAL PRESENTE
PROGETTO (AMPLIAMENTO DEL VALLO PARAMASSI ESISTENTE)

Allegato 4

Scala 1:5.000

Settembre 2006

Geo.Te.C.

Geologia Tecnica Camuna
Via Albero 3 - Darfo Boario Terme (BS)
tel / fax 0364 - 533637
e-mail: info@geotec-studio.it

Dr. geol. FABIO ALBERTI



LEGENDA

Classi di Rischio



**Area a rischio
molto elevato**

Per il quale sono possibili la perdita di vite umane
e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici,
alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la
distruzione di attività socio-economiche



**Area a rischio
elevato**

Per il quale sono possibili problemi per l'incolumità
delle persone, danni funzionali agli edifici e alle
infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi,
l'interruzione di funzionalità delle attività
socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale



**Area a rischio
medio**

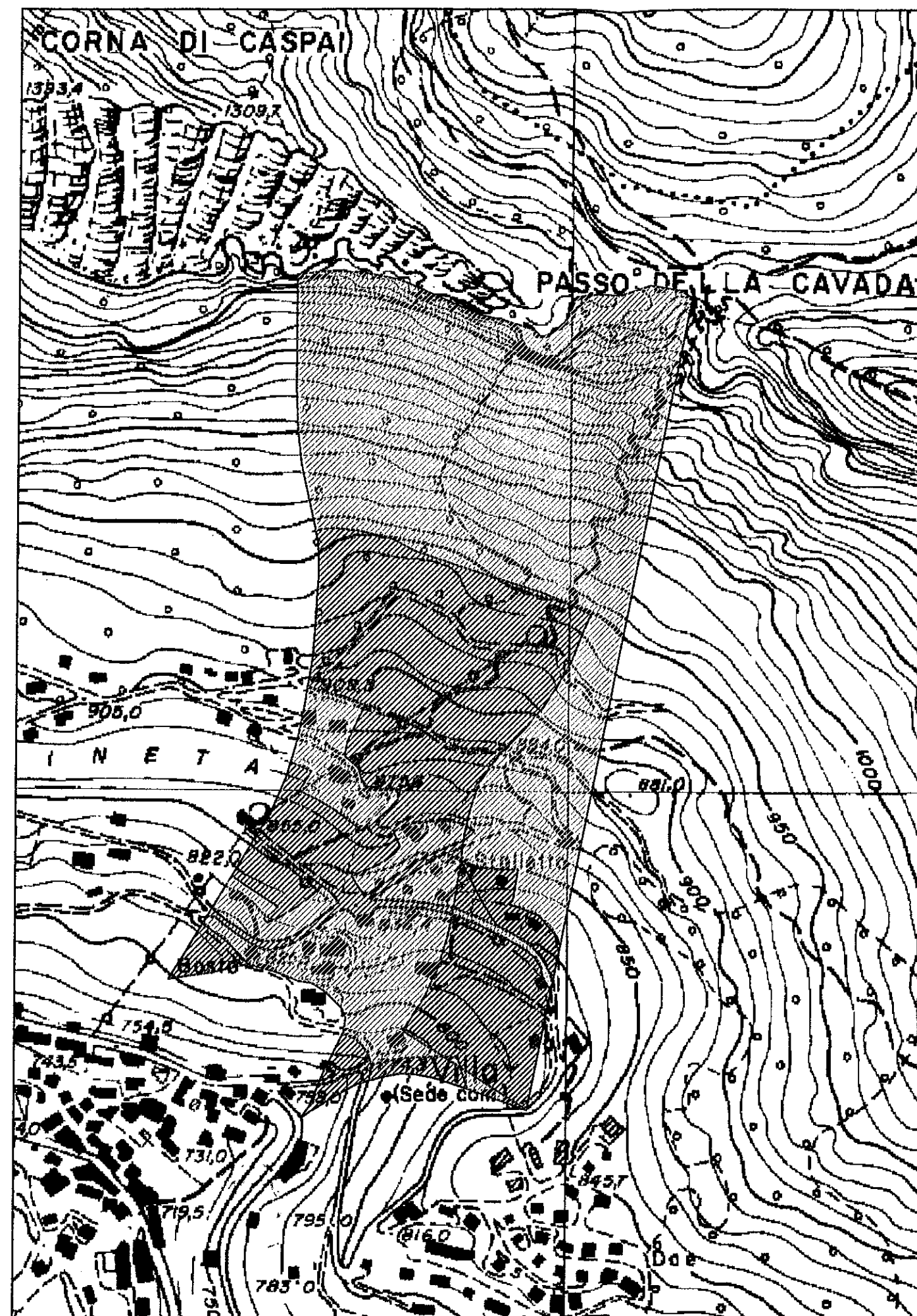
Per il quale sono possibili danni minori
agli edifici, alle infrastrutture e al
patrimonio ambientale che non pregiudicano
l'incolumità del personale, l'agibilità degli
edifici e la funzionalità delle attività economiche



**Area a rischio
moderato**

Per il quale i danni sociali,
economici e al patrimonio
ambientale sono marginali

— Limite delle aree soggette alla zonazione del rischio



caratteristiche blocchi modellati

volume (m ³)	diametro (m)	densità (Kg/m ³)	elasticità (Kg/cm ²)	velocità iniziale		velocità limite di arresto m/s	massa Kg	momento d'inerzia Kgm ²
				in x m/s	in y m/s			
2,1	1,6	2600	1000	0,25	-0,25	0,01	5576,12	1427,49
4,2	2,0	2600	1000	0,25	-0,25	0,01	10890,85	4356,34
6,4	2,3	2600	1000	0,25	-0,25	0,01	16563,63	8762,16
15,6	3,1	2600	1000	0,25	-0,25	0,01	40556,18	38974,48
22,4	3,5	2600	1000	0,25	-0,25	0,01	58368,17	71501,01
107,5	5,9	2600	1000	0,25	-0,25	0,01	279594,1	973267,2

SEZIONE 1

diametro blocchi modellati: 1,6-2,0-2,3-5,9 m

dati pendio

N	X (m)	y (m)	Rn	Rt	Rugosità
1	0,0	1210,0	0,7	0,8	0,4
2	15,0	1200,0	0,7	0,8	0,4
3	30,0	1150,0	0,7	0,8	0,4
4	40,0	1100,0	0,55	0,6	1,5
5	50,0	1090,0	0,55	0,6	1,5
6	65,0	1080,0	0,55	0,6	1,5
7	85,0	1060,0	0,55	0,6	1,5
8	100,0	1050,0	0,55	0,6	1,5
9	110,0	1040,0	0,55	0,6	1,5
10	125,0	1030,0	0,5	0,55	1,5
11	135,0	1020,0	0,5	0,55	1,5
12	155,0	1010,0	0,5	0,55	1,5
13	165,0	1000,0	0,5	0,55	1,5
14	180,0	990,0	0,4	0,45	0,6
15	220,0	970,0	0,4	0,45	0,6
16	245,0	960,0	0,35	0,4	0,2
17	260,0	950,0	0,35	0,4	0,2
18	280,0	940,0	0,35	0,4	0,2
19	335,0	930,0	0,4	0,45	0,6
20	390,0	920,0	0,4	0,45	0,6
21	410,0	910,0	0,4	0,45	0,6
22	415,0	910,0	0,4	0,45	0,6
23	435,0	900,0	0,4	0,45	0,6
24	440,0	900,0	0,0	0,0	0,0

risultati modellazione

	diam blocco 1,6 m (vol 2,1 m ³)	diam blocco 2,0 m (vol 4,2 m ³)	diam blocco 2,3 m (vol 6,4 m ³)	diam blocco 5,9 m (vol 107,5 m ³)
velocità massima (m/s)	45,849	45,898	45,518	44,314
velocità minima (m/s)	0,77	0,771	0,768	1,005
velocità media (m/s)	12,946	16,458	18,505	24,92
Scarto quadratico medio vel (m/s)	4,256	4,256	4,256	4,256
Energia massima pre-impatto (KJ)	6024,611	11741,01	17732,18	287813,7
Energia media pre-impatto (KJ)	599,752	1561,737	2768,783	70797,7
Scarto quadratico energia (KJ)	717,242	1288,672	1853,165	30995,33
Ascissa media di arresto (m)	248,467	313,24	349,537	358,677
Ascissa arresto 70% dei blocchi (m)	342,5	356,1	365,5	373,0
Ascissa arresto 95% dei blocchi (m)	359,0	375,2	387,1	> 440
Ascissa arresto 100% dei blocchi (m)	386,1	439,1	> 440	> 440
Altezza max impatto su barriera (m)	1,023	0,768	0,67	0,217
Energia max su barriera (KJ)	1321,591	1964,186	3098,87	58268,01

SEZIONE 2

diametro blocchi modellati: 1,6-2,0-3,1 m

dati pendio

N	X (m)	y (m)	Rn	Rt	Rugosità
1	0,0	1235,0	0,7	0,8	0,4
2	40,0	1150,0	0,7	0,8	0,4
3	60,0	1100,0	0,45	0,5	0,6
4	75,0	1090,0	0,45	0,5	0,6
5	105,0	1060,0	0,45	0,5	0,6
6	120,0	1050,0	0,45	0,5	0,6
7	130,0	1040,0	0,4	0,45	0,6
8	150,0	1030,0	0,4	0,45	0,6
9	195,0	1000,0	0,4	0,45	0,6
10	215,0	990,0	0,4	0,45	0,6
11	230,0	980,0	0,4	0,45	0,6
12	255,0	970,0	0,35	0,4	0,2
13	275,0	960,0	0,35	0,4	0,2
14	285,0	950,0	0,4	0,45	0,6
15	305,0	940,0	0,4	0,45	0,6
16	375,0	930,0	0,4	0,45	0,6
17	415,0	920,0	0,4	0,45	0,6
18	430,0	910,0	0,4	0,45	0,6
19	435,0	910,0	0,4	0,45	0,6
20	455,0	900,0	0,4	0,45	0,6
21	460,0	900,0	0,0	0,0	0,0

risultati modellazione

	diam blocco 1,6 m (vol 2,1 m ³)	diam blocco 2,0 m (vol 4,2 m ³)	diam blocco 3,1 m (vol 15,6 m ³)
velocità massima (m/s)	49,569	49,287	48,32
velocità minima (m/s)	0,754	0,754	0,758
velocità media (m/s)	13,599	13,03	19,415
Scarto quadratico medio vel (m/s)	9,182	9,71	4,135
Energia massima pre-impatto (KJ)	7242,317	14117,83	50728,33
Energia media pre-impatto (KJ)	875,938	1697,697	8642,742
Scarto quadratico energia (KJ)	996,218	2007,424	6882,649
Ascissa media di arresto (m)	331,322	348,632	438,605
Ascissa arresto 70% dei blocchi (m)	338,5	357,5	458,5
Ascissa arresto 95% dei blocchi (m)	357,0	381,1	> 460
Ascissa arresto 100% dei blocchi (m)	406,7	459,1	> 460
Altezza max impatto su barriera (m)	2,003	2,588	2,492
Energia max su barriera (KJ)	814,374	1637,706	9679,534

SEZIONE 3

diametro blocchi modellati: 1,6-2,0-3,5 m

dati pendio

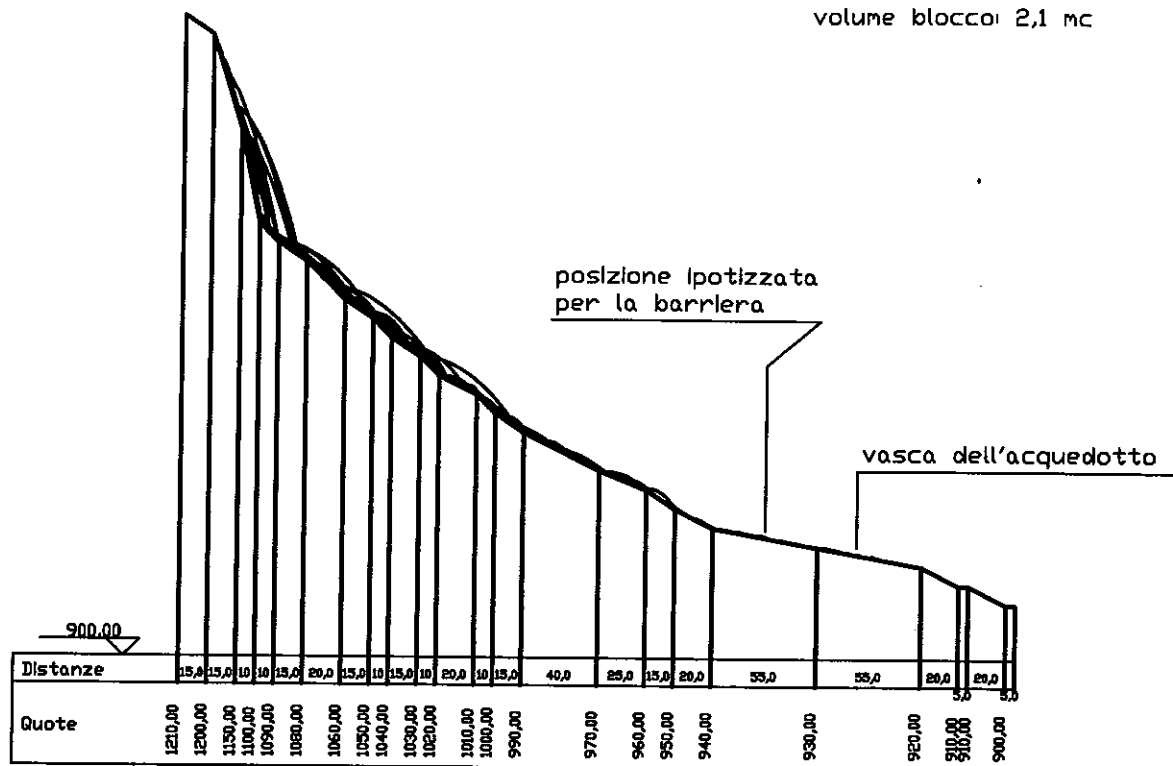
N	X (m)	y (m)	Rn	Rt	Rugosità
1	0,0	1250,0	0,7	0,8	0,4
2	65,0	1150,0	0,7	0,8	0,4
3	100,0	1100,0	0,45	0,5	0,6
4	110,0	1090,0	0,45	0,5	0,6
5	125,0	1080,0	0,45	0,5	0,6
6	155,0	1060,0	0,45	0,5	0,6
7	175,0	1040,0	0,4	0,45	0,6
8	195,0	1030,0	0,4	0,45	0,6
9	210,0	1020,0	0,4	0,45	0,6
10	230,0	1010,0	0,4	0,45	0,6
11	240,0	1000,0	0,4	0,45	0,6
12	290,0	980,0	0,4	0,45	0,6
13	310,0	970,0	0,4	0,45	0,6
14	335,0	960,0	0,4	0,45	0,6
15	415,0	940,0	0,4	0,45	0,6
16	445,0	930,0	0,4	0,45	0,6
17	470,0	920,0	0,4	0,45	0,6
18	500,0	910,0	0,4	0,45	0,6
19	505,0	910,0	0,4	0,45	0,6
20	525,0	900,0	0,4	0,45	0,6
21	530,0	900,0	0,4	0,45	0,6
22	545,0	890,0	0,4	0,45	0,6
23	550,0	890,0	0,0	0,0	0,0

risultati modellazione

	diam blocco 1,6 m (vol 2,1 m ³)	diam blocco 2,0 m (vol 4,2 m ³)	diam blocco 3,5 m (vol 22,4 m ³)
velocità massima (m/s)	48,455	48,038	46,942
velocità minima (m/s)	0,736	0,71	2,752
velocità media (m/s)	12,915	16,45	20,308
Scarto quadratico medio vel (m/s)	8,511	4,296	4,135
Energia massima pre-impatto (KJ)	7195,423	14054,25	72857,03
Energia media pre-impatto (KJ)	782,285	1881,091	15514,79
Scarto quadratico energia (KJ)	1030,795	2037,821	9924,97
Ascissa media di arresto (m)	366,515	431,398	546,922
Ascissa arresto 70% dei blocchi (m)	376,5	444,0	548,0
Ascissa arresto 95% dei blocchi (m)	398,1	547,1	> 550
Ascissa arresto 100% dei blocchi (m)	548,1	> 550	> 550
Altezza max impatto su barriera (m)	1,613	2,254	2,632
Energia max su barriera (KJ)	955,439	2390,577	16724,21

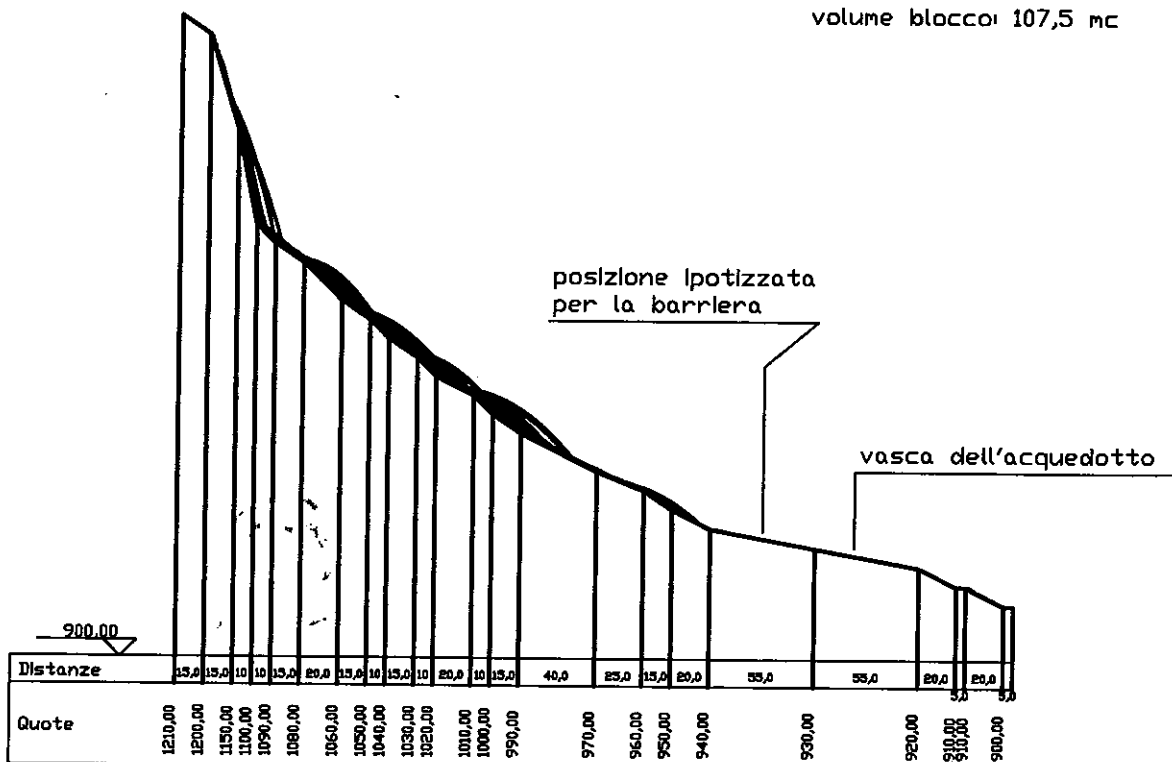
SEZIONE 1 - scala 1:4000

diametro blocchi 1,6 m
volume blocchi 2,1 mc



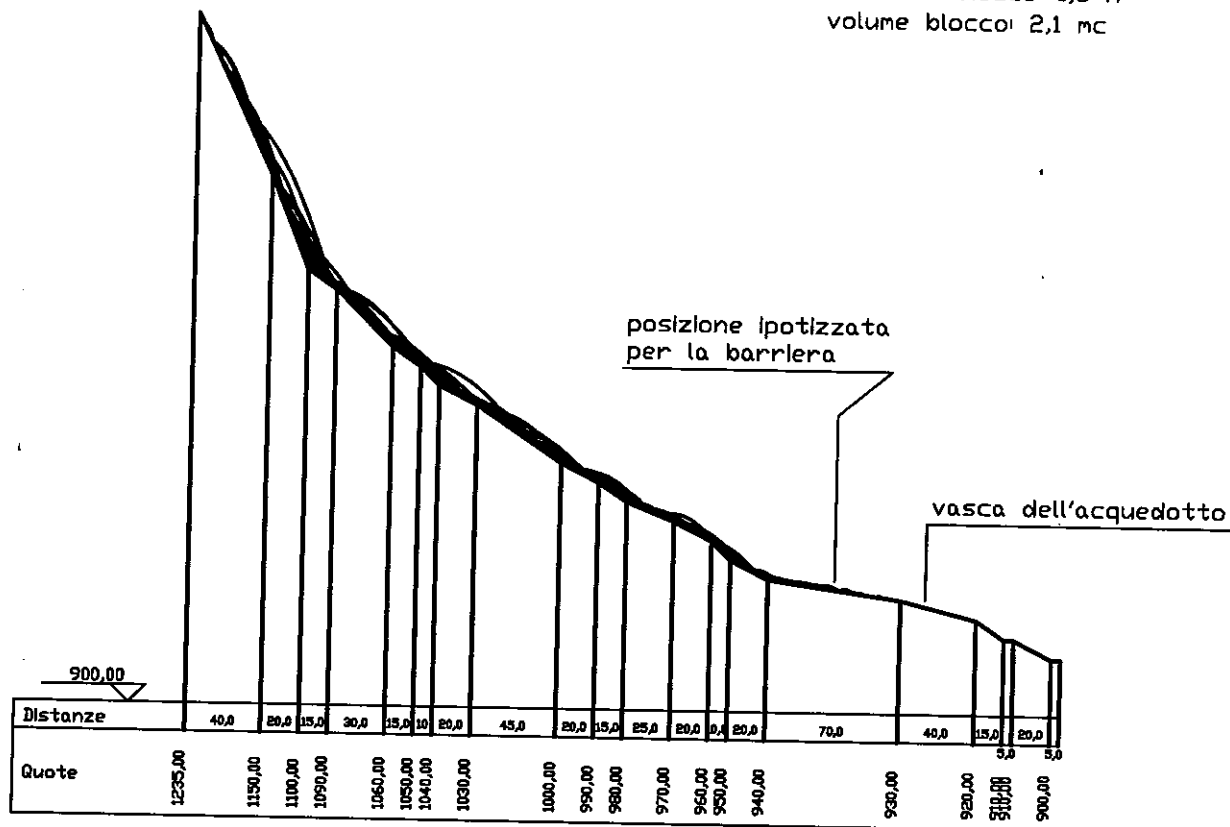
SEZIONE 1 - scala 1:4000

diametro blocchi 5,9 m
volume blocchi 107,5 mc



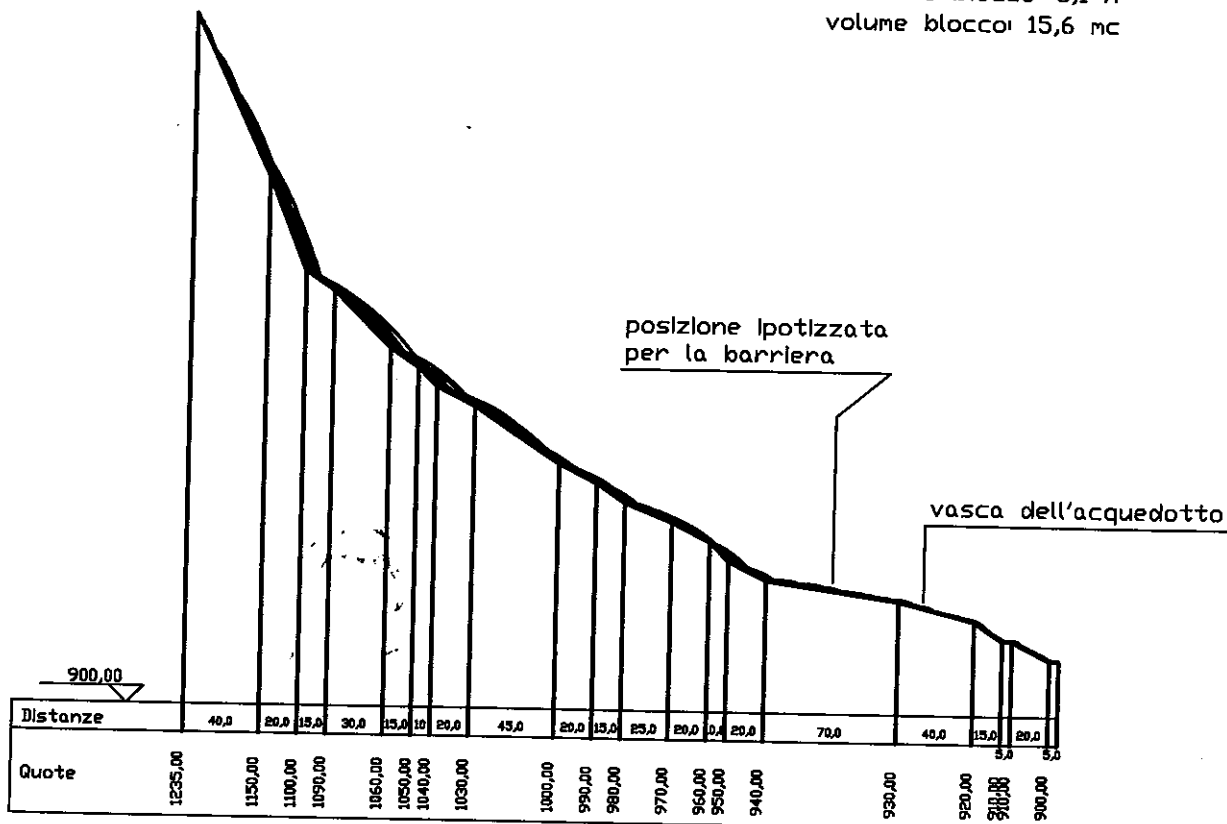
SEZIONE 2 - scala 1:4000

diametro blocchi 1,6 m
volume blocchi 2,1 mc



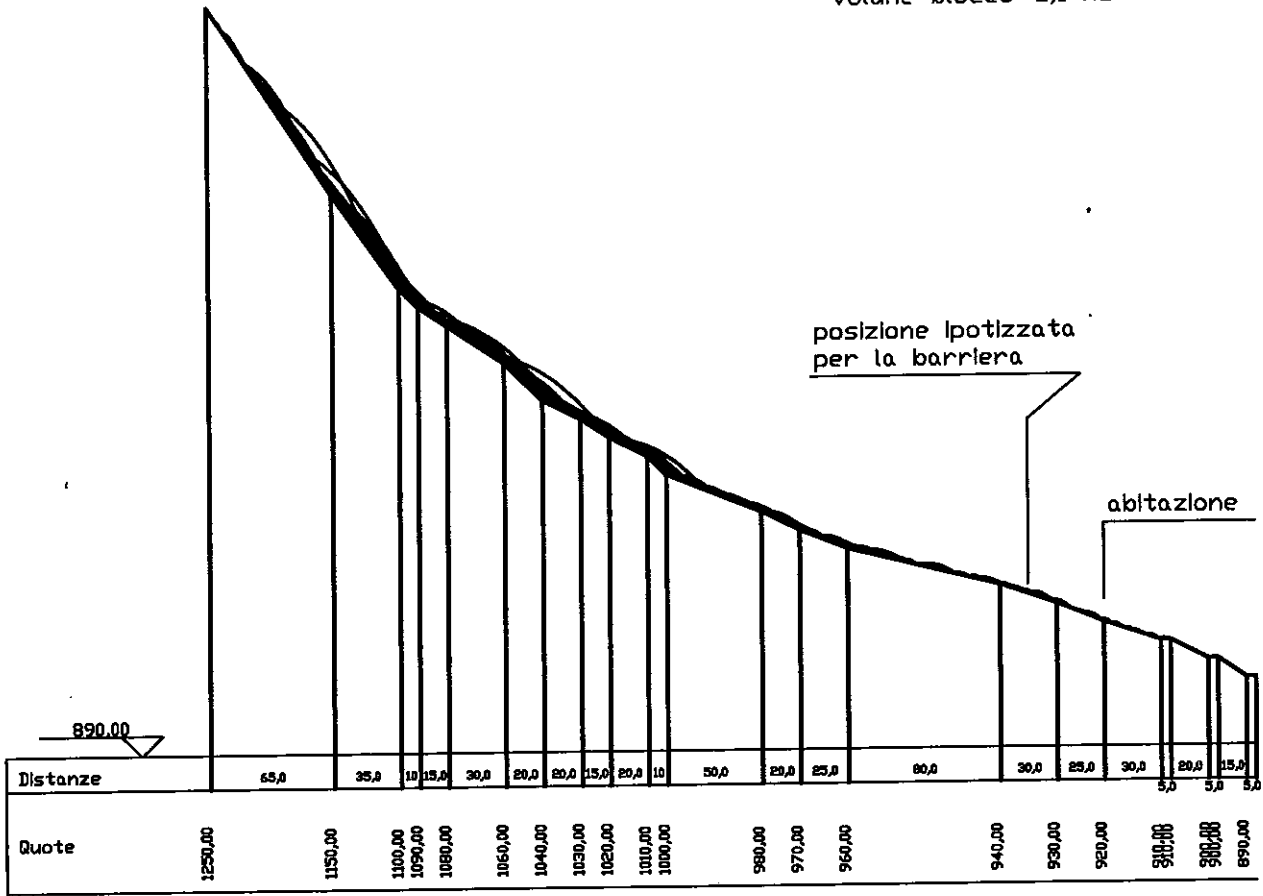
SEZIONE 2 - scala 1:4000

diametro blocchi 3,1 m
volume blocchi 15,6 mc



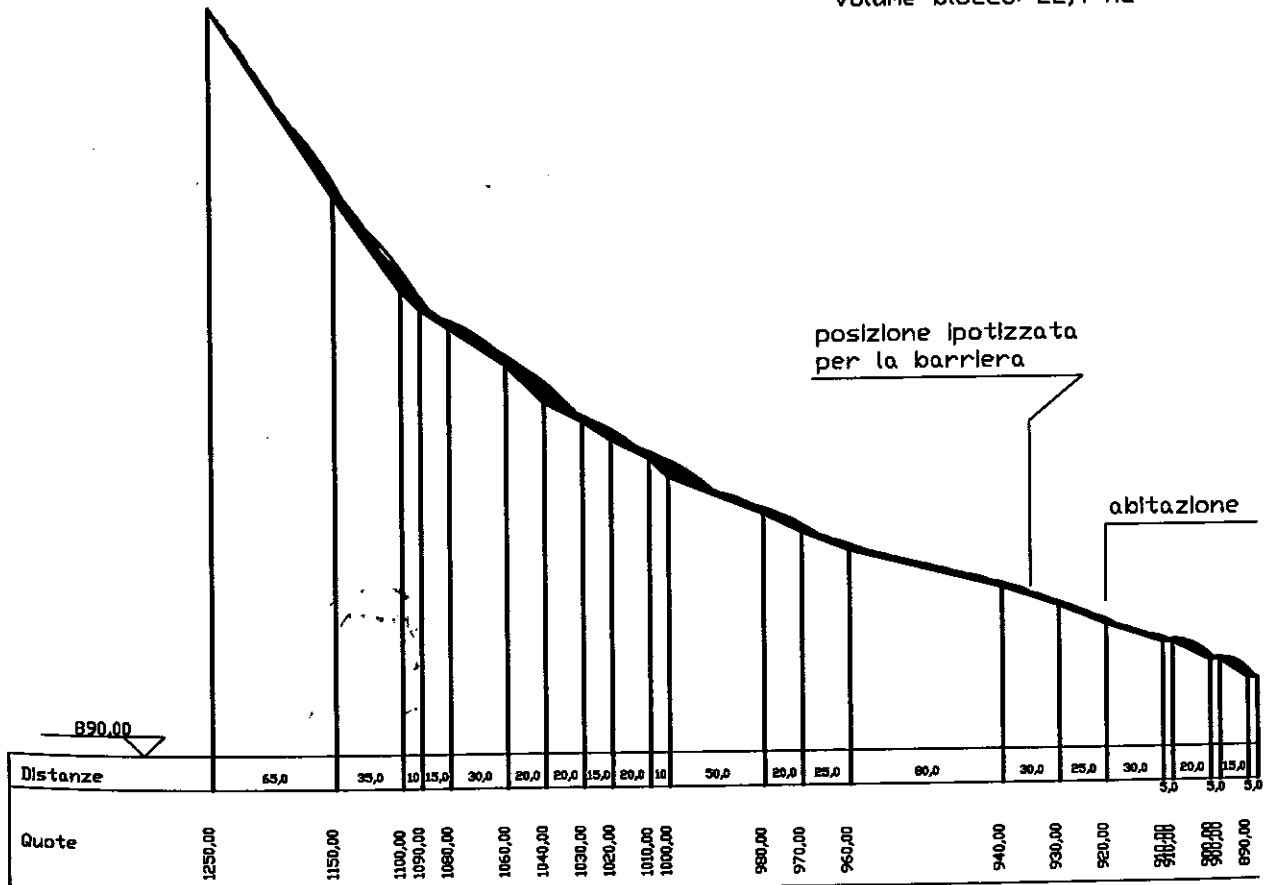
SEZIONE 3 - scala 1:4000

diametro blocco: 1,6 m
volume blocco: 2,1 mc



SEZIONE 3 - scala 1:4000

diametro blocco: 3,5 m
volume blocco: 22,4 mc



SCHEDA PER LA DESCRIZIONE DI AMMASSI ROCCIOSI IN ROCCE RESISTENTI

STAZIONE N° 1		Data giu-06		Operatore Alberti		Rullino/Foto				
LOCALITA' Coma Caspai - Passo della Cavada		Comune Lodrino								
CTR D5c2		Coordinate 1599980-5064430		Campioni n° -						
Esposizione	Naturale affioramento nicchia di frana erosione accelerata									
	Artificiale scavo sup scavo sott trincea metodo di scavo									
Litologia	Dolomie (dolomicriti e doloareniti) e calcari dolomitici massivi o in grossi banchi									
Formazione	Dolomia Principale									
Fattori Geologici	Struttura monoclinale		Giunti d'esfoliazione		Discordanze		Contatti litologici			
	Pieghe		Faglie (dirette/inverse)		Vene Filoni		Terreno residuale			
	Cerniere/fianchi piega		Rocce di faglia		Fratture beanti		Carsismo			
	Laminazioni:		parallele	inclinate	ondulate	convolute	Suolo spessore (m)			
INSTABILITA'	Scivolamenti				Ribaltamenti					
	Planari	A cuneo	Rotazionali		di blocchi per flessione					
AMMASSO*	MASSIVO	BLOCCHI	TABULARE	COLONNARE	IRREG.	FRANTUMATO				
STRUTTURA	Massiccia	Stratificata:	min (cm)	60	moda (cm)	150	max (cm) 500			
ALTERAZIONE*	INALTERATA	DECOLORATA	<50% DECOMPOSTA		>50% DEC	COMPL DECOMPOSTA				
	Chimica (plagioclasti, miche, ecc.)				Fisica (microfratture, grani, ecc.)					
RESISTENZA*	Estremamente debole		Molto deb.	Debole	Med. Res.	Resistente	Molto Res.			
	Si sbriciola a mano		Si sbriciola con martello	Difficile sbriciolare con martello	Frattura con un colpo di martello	Frattura con pochi colpi di martello	Frattura con molti colpi di martello			
BLOCCHI	DIM MEDIA 2 - 4 m ³		FORMA	Cubo	Romboedro	Tetraedro	Prisma eq/bar/piastr			
	Giacitura 190°/80°		Altezza (m)	40	Larghezza (m)		15			
Linea di scansione	Giacitura (verticale/orizzontale)				orizzontale	Lunghezza (m) 15				
SPAZIATURA MODALE (cm) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO)										
PERSISTENZA MODALE (m) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO)										
NUMERO DI SISTEMI DI DISCONTINUITA' 4										
PARAMETRI (VALORI MODALI PER CIASCUN SISTEMA)										
SIST	TIPO ¹	JRC	GIACITURA	SPAZIAT ²	PERSIST ³	APERT ⁴	RIEMPIM ⁵	RUGOSIT ⁶	ALTERAZ ⁷	ACQUA ⁸
1	9		300°/18°	150	15	0		p-r	D	0
2	2		70°/86°	150	6	3	C	s-r	D	0
3	2		300°/88°	150	6	3	C	s-r	D	0
4	7		192°/78°-86°	100	15	1	C	p-r	D	0
5										
ZONE DI TAGLIO		Orientazione (imm/incl)								
		Uniforme matrice %					Uniforme matrice %			
		breccia %					breccia %			
		vena					vena			

* ISRM 1978

1 0-zona di faglia; 1-faglia; 2-giunto; 3-clivaggio; 4-scistosità; 5-taglio; 6-vena; 7-trazione; 8-foliazione; 9-stratificazione; 10-stilolite

2 in centimetri

3 in metri

4 in millimetri

5 I=incoerente; C=coesivo inattivo; S=coesivo rigonfiante; Cm=cementato; Ca=calcite; Q=quarzo; T=talco; G-gesso

6 planare (rugoso/liscio/striato); ondulato (rugoso/liscio/striato); seghettato (rugoso/liscio/striato)

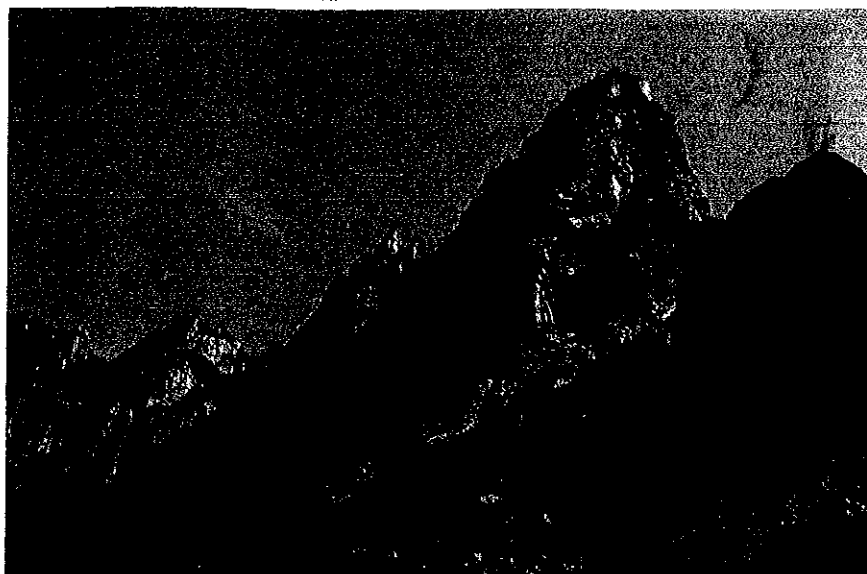
7 I=inalterata; D=decolorata; A=completamente alterata (decomposta)

8 0-asciutta; 1-umida; 2-gocce; 3-flusso

SCHEDA CROLLI (area omogenea: 100m a cavallo della sezione 3)

Lunghezza massima piste di discesa (m)		non sono presenti piste di discesa recenti				
ZONA DI DISTACCO	Pendenza (°)				56,3	
	Altezza della parete (m)				150	
	Forma della parete	Planare		X		
		Convessa				
		Concava				
		Aggettante				
	Fratture a monte della parete*		si		no	X
	Presenza di contatti litologici		si		no	X
	Presenza di interstrati argillitici		si		no	X
	Presenza di venute d'acqua		si		no	X
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m ³)		100-200 m ³			
	Sintomi di attività	Fratture aperte	si	X	no	
		Blocchi ruotati	si	X	no	
		Zone intensamente fratturate	si		no	X
		Superfici non alterate	si	X	no	
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)*		STAZ2				
ZONA DI TRANSITO	Pendenza media del versante (°)				32,3	
	Natura della superficie	Roccia resistente				
		Roccia debole				
		Detrito grossolano		X		
		Detrito fine				
		Terreno				
	Tipo di impatti	Impatti singoli	si	X	no	
		Impatti multipli	si	X	no	
	Rottura di blocchi per impatto		si	X	no	
	Tipo di vegetazione	Assente				
		Erbacea				
		Arbustiva		X		
		Di alto fusto		X		
	Altezza vegetazione abbattuta (m)		non presente			
	ZONA DI ACCUMULO	Pendenza media (°)				19,1
Natura della superficie		Roccia resistente				
		Roccia debole				
		Detrito grossolano		X		
		Detrito fine				
		Terreno				
Materiale franato		Litologia	dolomia			
		Selezione	a grandi linee			
		Forma	prismatica			
		Volume minimo dei blocchi (dm ³)		3-5		
		Volume modale dei blocchi (m ³)		2		
		Volume massimo dei blocchi (m ³)*		22		
		Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		pochi metri		
		Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		375 m		
		Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)*		440 m		
		Tipo di vegetazione	Assente			
Erbacea						
Arbustiva			X			
Di alto fusto			X			

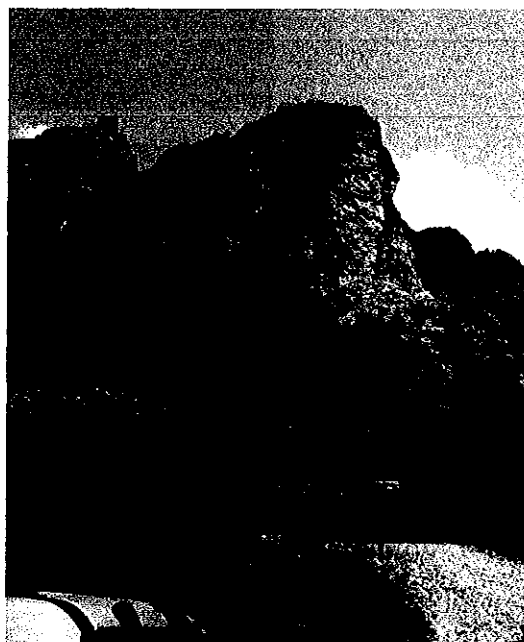
*: da riportare anche in carta a scala 1:10.000 o su foto



FOTOGRAFIA 4:
PARETE SORGENTE
DEI FENOMENI
DI CROLLO
(VISTA DA SUD-EST)



FOTOGRAFIA 5:
PARETE SORGENTE
DEI FENOMENI
DI CROLLO
(VISTA DA SUD-OVEST)



FOTOGRAFIE 6-7: SULLO SFONDO LA PARETE.
IN PRIMO PIANO L'AREA DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO



FOTOGRAFIA 8:
AREA IN ESAME
VISTA DA MONTE



FOTOGRAFIA 9:
BLOCCHI ARRESTATISI
ALLA QUOTA DI 930 m
(VOLUME DEI SINGOLI
BLOCCHI PARI A CIRCA 3,5 m³)



FOTOGRAFIA 10:
BLOCCO ARRESTATOSI
ALLA QUOTA DI 884 m
(VOLUME 106 m³ CIRCA)



FOTOGRAFIA 8:
AREA IN ESAME
VISTA DA MONTE



FOTOGRAFIA 9:
BLOCCHI ARRESTATISI
ALLA QUOTA DI 930 m
(VOLUME DEI SINGOLI
BLOCCHI PARI A CIRCA 3,5 m³)



FOTOGRAFIA 10:
BLOCCO ARRESTATOSI
ALLA QUOTA DI 884 m
(VOLUME 106 m³ CIRCA)

Comune di Lodrino (Provincia di Brescia)

**REALIZZAZIONE DIFESE PASSIVE PER LA CADUTA MASSI,
LOCALITA' CAVATA NEL COMUNE DI LODRINO (BS)**

9° PROGRAMMA STRALCIO INTERVENTI URGENTI
PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

LEGGE 31 LUGLIO 2002, N. 179, ART. 16

INDAGINE GEOLOGICA

PERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO
IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO

Allegato 9

Scala 1:10.000

Aprile 2007

Geo.Te.C.

Geologia Tecnica Camuna
Via Albera 3 - Darfo Boario Terme (BS)
tel / fax 0364 - 533637
e-mail: info@geotec-studio.it

Dr. geol. FABIO ALBERTI



LEGENDA



ZONA 1



ZONA 2

— Limite delle aree soggette a zonazione della pericolosità

