

**COMUNE DI LENNA**

**Provincia di Bergamo**

**ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GENERATA DA  
COLATA DI DETRITO E TRASPORTO IN MASSA  
LUNGO LA CONOIDE DELLA VALLE ORTIGHERA**

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA ED ANALISI DELLA  
PERICOLOSITA'**

***I TECNICI:***

***Dr. MARIO SPADA***

***Dr. GIAN MARCO ORLANDI***

***E con la collaborazione di: Dr.ssa SUSANNA BIANCHI***

***Dr. MAURO ZUBANI***

***NOVEMBRE 2002***

**INDICE**

<b>1.0 PREMESSE E MOTIVAZIONI DELLO STUDIO</b>	<b>3</b>
<b>2.0 PROBLEMATICHE RELATIVE ALLE CONOIDI ALLUVIONALI</b>	<b>4</b>
<b>3.0 METODO DI LAVORO</b>	<b>5</b>
<b>4.0 DATI GENERALI SUL CONOIDE VALLE ORTIGHERA</b>	<b>7</b>
<b>5.0 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA</b>	<b>8</b>
<b>6.0 OSSERVAZIONI E MISURAZIONI IN SITU</b>	<b>10</b>
<b>7.0 STUDIO IDROLOGICO E ANALISI MATERIALE RIMOBILIZZABILE</b>	<b>15</b>
<b>8.0 DATI STORICI DISPONIBILI</b>	<b>16</b>
<b>9.0 CONCLUSIONI</b>	<b>17</b>
<b>ALLEGATI</b>	<b>20</b>

## **1.0 PREMESSE E MOTIVAZIONI DELLO STUDIO**

Il presente studio ha lo scopo di analizzare ed approfondire la pericolosità, generata da fenomeni di trasporto in massa e colate di detrito, lungo la conoide della valle Ortighera in Comune di Lenna.

Il problema del conoide è già noto al Comune ed è già segnalato dai seguenti documenti tecnici:

- P.A.I. – nell’Atlante del Dissesto l’area è individuata come Ca “aree di conidi attivi o potenzialmente attivi, non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte (pericolosità molto elevata)” (vedi tavola 1)
- Carte inventario dei dissesti della Regione Lombardia – l’area è individuata come conoide quiescente (vedi tavola n° 2)
- Studio geologico L.R. 41/97 – nello studio del territorio Comunale redatto dallo Studio Geologico-Geotecnico Padano nel 2000 la zona in questione è già in parte indicata come classe 4 – sottoclassi 4c e 4d, cioè con problemi di colate e di franosità attive o potenziali.

Nei vari documenti citati l’estensione delle aree interessate dai fenomeni presenta notevoli differenze ed anche il grado di attività della conoide è stato attribuito in modo non omogeneo, per cui si è deciso, in accordo con il Comune e con i Funzionari della Regione Lombardia, di procedere allo studio di dettaglio dell’area, per l’individuazione delle zone con diverso grado di pericolosità, in base alle recenti procedure pubblicate sulla D.G.R. 29/10/2001 n° 7/6645.

## **2.0 PROBLEMATICHE RELATIVE ALLE CONOIDI ALLUVIONALI**

Nel territorio montano le aree di conoide alluvionale hanno da sempre costituito un luogo favorevole per l'insediamento dell'uomo.

La scelta delle conoidi, infatti, offriva notevoli vantaggi: il centro abitato si poteva sviluppare ad una distanza di sicurezza dalle zone di fondo valle, frequentemente alluvionate ed impaludate; si poteva attingere facilmente alle acque della valle del conoide; porzioni distali del conoide, a pendenze contenute, potevano essere destinate alla coltivazione.

Insieme a questi benefici, però, l'uomo ha dovuto convivere anche con gli aspetti più pericolosi dei processi naturali allo sbocco delle valli, come le piene, le esondazioni e le frane.

L'uomo ha affrontato questi problemi intervenendo sul territorio, ad esempio con modifiche sul percorso dei corsi d'acqua e sul profilo del loro alveo.

Lo studio presente vuole costituire un passo ulteriore verso la comprensione di quei fenomeni naturali che formano i conoidi alluvionali e che ne determinano l'evoluzione, nel caso particolare del sistema di conoide della valle Ortighera, che dalle pendici del Monte omonimo scende verso il Brembo.

Questo è, senza dubbio, il punto di partenza per poter fronteggiare efficacemente gli eventi che possono danneggiare le abitazioni, le infrastrutture e mettere in pericolo vite umane e per intervenire sul territorio in modo avveduto, con opere che possano integrarsi al meglio con la dinamica del sistema di conoide.

### **3.0 METODO DI LAVORO**

Per poter analizzare al meglio le varie situazioni e giungere ad una valutazione delle possibili problematiche presenti e della conseguente pericolosità si è proceduto allo studio in due distinte fasi, in cui la prima ha avuto lo scopo di valutare in modo generale in conoide, il suo stato di attività e raccogliere tutti i dati disponibili; nella seconda fase si è proceduto alla valutazione del grado di pericolosità.

Il dettaglio dei lavori eseguiti è il seguente:

#### *Fase 1 – analisi situazione esistente*

- Raccolta di tutti i dati e dei documenti disponibili, di carattere geologico, geomorfologico ed idrologico sulle aree di studio (foto aeree e le cartografie a diverse scale e relative a diversi periodi temporali, carte del P.A.I., studio geologico L.R. 41/97, carte inventario dei dissesti della Regione Lombardia, ecc.)
- Raccolta dei dati storici di eventi e di danni che ha causato il conoide
- Rilievo geologico e geomorfologico dell'area del conoide e del relativo bacino di alimentazione

Al termine della prima fase si è eseguita una prima valutazione/analisi dei dati raccolti e si è proceduto, successivamente, con le analisi per la valutazione della pericolosità secondo le procedure di cui alla D.G.R. n° 7/7365 del 11/12/2001.

#### *Fase 2 – studio del conoide e valutazione della pericolosità*

In questa seconda fase sono stati approfonditi e puntualizzati gli aspetti relativi a:

- delimitazione dei settori con diversa influenza delle portate solido-liquide;
- valutazione del grado di incisione del canale principale nei vari settori della conoide e lungo le sponde del torrente generatore;

- censimento delle opere antropiche presenti in alveo e nelle aree di pertinenza dello stesso, con particolare attenzione ai possibili aspetti di carattere peggiorativo e/o migliorativo della situazione di deflusso delle acque e degli eventuali materiali trasportati verso valle
- calcolo idraulico della portata liquida di massima piena, per un evento meteorico eccezionale con tempo di ritorno di 50 e 100 anni
- stima delle quantità di materiale rimobilizzabile ( m<sup>3</sup> in alveo e in sponda) durante un evento meteorico a forte e/o fortissima intensità. Questo aspetto è stato curato con molta attenzione, sono state valutate tratto per tratto le aree interessate e lo spessore dei depositi potenzialmente trasportabili. L'approfondimento è stato necessario perché le valutazioni di tali materiali con le formule note in letteratura, non sono assolutamente affidabili per bacini di entità così ridotta, come già sperimentato in studi precedenti e confermato anche in questo caso.
- individuazione delle aree potenzialmente interessate dall'arrivo del materiale trasportato
- classificazione delle diverse aree in base alla pericolosità stimata dei fenomeni.

Sono state quindi definite tre classi di pericolosità sulla base della procedura indicata dalla Delibera Regionale:

- pericolosità bassa (H1-H2) (aree mai interessate nel passato da fenomeni alluvionali o protette da opere idrauliche ritenute idonee anche in caso di eventi estremi; indicate in carta in verde),

- pericolosità media (H3) (aree interessate in passato da eventi alluvionali e da dissesti con moderata possibilità di essere esposte ad esondazioni ed ad erosioni di sponda; indicate in carta in giallo),
- pericolosità alta (H4-H5) (aree con alta probabilità di essere interessate da esondazioni, da dissesto e dalla deposizione di ingenti quantità di materiale solido, con danneggiamento di opere e manufatti; sono comprese anche le aree di pertinenza dell'alveo e l'alveo stesso; indicate in carta in rosso).

Nella definizione delle aree a diverso grado di pericolosità, non sono stati distinti i tempi di ritorno delle piene; è stata, infatti, stilata un'unica carta considerando un evento eccezionale, con tempo di ritorno indicativamente centennale.

Non si è preteso neppure di assegnare una differente estensione alle varie aree di pericolosità in funzione delle diverse portate (teoricamente ammissibile).

Si è tenuto solo conto del criterio puramente qualitativo con cui si è definita l'estensione stessa delle aree.

#### **4.0 DATI GENERALI SUL CONOIDE VALLE ORTIGHERA**

L'incisione è ubicata in sponde idrografica sinistra del fiume Brembo, in località Cantone del Comune di Lenna.

Il bacino idrografico ha la sua quota più elevata alla cima del Monte Ortighera, a quota 1632 m. s.l.m. e scende, con pendenza media del 54%, verso la Colonia Alpina, a monte della quale si trova l'apice di conoide (quota 740 m. s.l.m.)

Il corso d'acqua ha carattere spiccatamente torrentizio e durante eventi meteorici intensi genera trasporto di materiale detritico notevole, formando alla base un conoide dalle dimensioni areali estese (circa 0,25 Km<sup>2</sup>).

Per ulteriori dati di carattere morfologico, sul bacino e sul conoide è possibile fare riferimento all'allegata scheda conoidi.

A conferma di quanto affermato nell'incisione spesso si rilevano abbondanti quantità di materiale in alveo, trasportato dallo stesso, che ostruiscono il regolare deflusso delle acque.

Durante i sopralluoghi puntuali eseguiti lungo l'impluvio, pedonando l'intera asta torrentizia, si è voluto approfondire le situazioni ritenute più ad elevato grado di rischio e si è analizzata la pericolosità riferita tanto al grado di attività reale quanto alla posizione rispetto ad aree sensibili, specialmente se urbanizzate.

Va sottolineato come durante i sopralluoghi effettuati l'impluvio era asciutto, privo d'acqua, nonostante non fosse un periodo di siccità.

## **5.0 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA**

Il bacino della Valle Ortighera è localizzato lungo le pendici settentrionali della catena montuosa del M.te Medile (mt. 1589 s.l.m.) M. te Ortighera (mt. 1632 s.l.m.) M.te di Valbona (1818 s.l.m.) che giunge fino alla Cima di Menna (2300 m.s.l.m) posta ad oriente.

Il fondovalle è posto a quota prossima ai 500 m.s.l.m.

I dislivelli esistenti in alveo possono essere suddivisi sostanzialmente in tratti abbastanza uniformi:

- dal fondovalle all'apice del conoide a quota 750 m.s.l.m. le inclinazioni dell'asta sono via via più marcate
- dall'apice del conoide alla sommità della parete rocciosa (qt. 1050 m.s.l.m.) l'area è contraddistinta da una elevatissima energia di rilievo

- dalla sommità al passo spartiacque posto a quota 1444 m.sl.m. le pendenze diventano più blande, anche se con valori comunque elevati

Morfologicamente l'assetto della valle è abbastanza semplice ed è strettamente collegato all'assetto geologico costituito alla successione stratigrafica carbonatica del Triassico in successione stratigrafica normale:

- il *Calcare di Angolo* subaffiora lateralmente all'area di studio e si trova nella parte bassa, dove sono presenti i depositi di conoide,
- in posizione stratigrafica superiore si trova il *Calcare di Prezzo*, sottile e non osservato direttamente sul terreno,
- per ultimo e maggiormente importante sia per estensione che per caratteristiche morfologiche, il *Calcare di Esino* (vedi tavola n° 3).

Gli affioramenti di quest'ultima unità, contraddistinti da pareti subverticali e da aspre creste rocciose, caratterizzano il versante settentrionale del Monte Ortighera.

La valle presenta caratteristiche tipiche dei torrenti montani con incisioni progressivamente più marcate avvicinandosi alla parete rocciosa, ma mano che si sale in quota, mentre al di sopra della stessa si riapre un ampio bacino contraddistinto da pendenze medie sempre elevate e da pendii caratterizzati da un bosco ceduo di latifoglie e conifere di piccolo - medio fusto.

La parte bassa dell'area è costituita da depositi superficiali.

I depositi provengono dall'erosione, trasporto e deposizione a carico dell'impluvio ed avvengono solamente nel caso di forti precipitazioni meteoriche; in condizioni normali infatti l'alveo del torrente si presenta asciutto.

Parte della fascia basale, di fondovalle, risulta antropizzata, con la presenza di fabbricati residenziali che hanno interessato aree di pertinenza della conoide (vedi tav. 4).

## **6.0 OSSERVAZIONI E MISURAZIONI IN SITU**

Il pedonamento dell'area, specificatamente dell'asta torrentizia, ha permesso di osservare le situazioni più pericolose e di effettuare una stima sommaria del materiale rimobilizzabile in alveo e in sponda in caso di eventi catastrofici.

Una situazione di pericolo è data dall'ubicazione della "Colonia Montana".

La stessa è situata al centro del conoide ed è interessata dai fenomeni gravitativi.

Il manufatto, da quanto osservato, è posto proprio nelle adiacenze della direttrice di trasporto principale.

La descrizione viene sviluppata partendo dal fondovalle e risalendo il conoide e quindi l'incisione valliva a lato in un ripido sentiero.

Quanto descritto è rappresentato fotograficamente nei tratti maggiormente significativi, per una migliore comprensione del fenomeno.

La parte basale tra il bosco ed il terreno adibito a pascolo, presenta materiale depositosi in tempi recenti, non ancora colonizzato dalla vegetazione (foto 2).

L'area, a debole pendenza verso il fondovalle, sul quale si sviluppa la carrozzabile, favorisce la deposizione nei settori più distali del materiale detritico trasportato dall'ultimo evento; proprio per le modalità di deposizione il materiale alloctono presenta pezzatura generalmente limitata imballata in matrice sabbiosa-limosa.

Le forme blande ed arrotondate che definiscono il termine della deposizione sono evidenti (foto 3).

In quest'area non si sono rilevate incisioni torrentizie attive: la zona, durante l'ultimo evento, è stata solamente l'area di accumulo e di ultima deposizione dei materiali trasportati lungo l'asta.

Lungo fasce adiacenti a quella descritta, alla stessa quota, si rinvengono altre tracce di colata di materiale detritico.

La colata è caratterizzata da lineamenti allungati diretti sempre verso l'apice della conoide; la stessa è abbastanza evidente, anche se parzialmente vegetata; si tratta della situazione al lato orientale della colonia (foto 1).

Sempre in questo settore alcuni blocchi di elevate dimensioni dalla forma regolare testimoniano come alla deposizione tipica di colata possano sporadicamente verificarsi/sommarsi eventi con energia di trasporto maggiore (foto 7).

Dal lato occidentale della colonia, a quota di circa 560 m.s.l.m, al di sopra dell'area di sola deposizione, si rileva una incisione che rappresenta l'ultimo percorso della conoide (foto 4).

In questa situazione si passa da scarpate parzialmente vegetate con sponde aventi altezza di circa 1,5-2,0 m fino a, risalendo il canale poche decine di metri, dislivelli tra fondo alveo e ciglio scarpate di erosione prossime ai 3-4 metri.

Poi l'alveo diviene più ampio con evidenze di ruscellamento concentrato (foto 5-6).

A quota di 605 m.s.l.m, al termine della giovane pineta, si osserva una diminuzione delle pendenze del versante: conseguenza diretta è che l'alveo diviene meno inciso ma molto più ampio, attorno ai 6-8 metri di larghezza con altezza sponde attorno al metro.

Salendo l'ampiezza aumenta ulteriormente fino a raggiungere una larghezza di circa 35-40 metri (foto 8-9). In questo tratto è presente molto materiale detritico sciolto

potenzialmente rimobilizzabile. I diversi solchi testimoniano un'attività recente di trasporto di piccole quantità di materiale.

Quanto sopra osservato è strettamente correlato con le pendenze del versante e quindi dell'alveo; ove le stesse diminuiscono, anche lievemente, si evidenzia una pronta deposizione del materiale, con ampliamento dell'area di deposizione; più sotto, con l'incremento delle pendenze, l'alveo diviene più inciso ed aumenta l'energia di trasporto, con conseguenti fenomeni di erosione.

A qt. 655 m.s.l.m. l'alveo del canale presenta larghezza prossima ai 15 metri, ed è costituito da due solchi con materiale mobile di recente attività (foto 10); i dislivelli tra sponde ed alveo raggiungono i quattro metri.

Sopra, a qt 670 m.s.l.m. prevale il canalone di trasporto in sinistra idrografica (foto 11) con un materiale detritico in alveo (parzialmente sovralluvionato) sempre ben selezionato; le scarpate mostrano recenti segni di riattivazione, con altezze che superano dislivelli di 4,0 metri.

Il canale in questo tratto si presenta simmetrico, tranne che per un paleoalveo con solco di trasporto presente in sinistra idrografica ora inattivo, che presenta un alveo ad una quota superiore di circa 3,0 metri rispetto all'alveo attivo.

A qt. 700 m.s.l.m l'incisione diviene ancora più definita (foto n° 12) e si rilevano dei settori dell'asta torrentizia con maggior carico di materiale in alveo (deposizione) rispetto a tratti adiacenti in erosione.

Un contributo, in misura comunque limitata, viene fornito anche da un alcune incisioni presenti sul versante orientale che alimentano, con apporti detritici, il canalone principale: le dimensioni e le relative quantità di materiale apportato si ritiene siano

comunque non elevate, anche perché le incisioni mancano di un significativo bacino di alimentazione.

A qt. 715 m.s.l.m. si rileva una falda detritica attiva in sponda sinistra, che alimenta il materiale già presente in alveo: in questo tratto l'alveo stesso presenta larghezza di 6,0 metri con una altezza di circa 3,0 metri.

Proseguendo, gli apporti detritici provengono dalle falde dei ripidi versanti; ci si approssima alla parete rocciosa per cui il materiale detritico sui pendii diviene sempre più instabile e facilmente rimuovibile dall'azione delle acque meteoriche.

A qt 740 m.s.l.m. (foto 13) si sottolinea l'elevata presenza di detriti sciolti in alveo; lo stesso è caratterizzato da pendenze costantemente elevate.

Si ritiene che buona parte del materiale che durante fenomeni di trasporto innesca il processo di colata abbia origine in questo settore, immediatamente a valle della parete rocciosa fotografata (foto 14-15 e foto 16 ripresa a 20 mt. di quota sul versante sinistro idrografico).

A qt. 750 m.s.l.m. la sponda destra è in roccia, mentre una falda detritica attiva del versante sinistro alimenta progressivamente il materiale in alveo.

Non è significativo valutare la parete rocciosa in quanto l'apporto di materiale, in questo tratto, è limitato all'erosione della sola parete è quindi contenuto: si ridiscende un tratto in alveo per poi giungere al vicino sentiero sul versante orientale e risalire sopra la parete rocciosa.

Lungo il sentiero, ad est dell'impluvio principale, a qt 800 m.s.l.m. si rilevano altri due canali: si tratta di incisioni con forma arrotondata (tratti del fondo in roccia).

Per la morfologia è possibile che si tratti di solchi di erosione per fenomeni valanghivi, in considerazione delle quote elevate e dell'assenza di un impluvio definito a monte.

L'ammasso roccioso, stratificato in banchi metrici a reggipoggio (giacitura indicativa 30/210), presenta un elevato grado di fratturazione con più famiglie di discontinuità fortemente inclinate: questa situazione pone numerosi in condizioni blocchi in condizioni precarie di stabilità.

Risalendo il sentiero si osserva come lo spessore delle coperture detritiche sia generalmente contenuto e spesso inesistente.

In corrispondenza del dosso con il pilone, a qt 875 m.s.lm., circa ci si ricollega all'impluvio principale abbandonato sotto il salto.

L'alveo presenta forma legata soprattutto all'assetto geologico dell'ammasso roccioso: la sponda sinistra idrografica è in roccia mentre sulla destra affiora un crostone conglomeratico cementato (foto 17).

Gli spessori di materiale sciolto e/o facilmente rimobilizzabile sono generalmente ridotti.

Risalendo ancora il sentiero lo stesso si sposta all'interno di una piccola depressione valliva, che è in sponda destra idrografica della valle principale, la stessa va progressivamente estinguendosi e diventa una falda detritica parzialmente attiva a circa 1025 m.s.l.m.

L'incisione principale, un centinaio di metri ad ovest, presenta limitate quantità di materiale in alveo: quest'ultimo, con andamento rettilineo, presenta larghezza attorno ai 6-8 metri con scarpate di sponda (parte in roccia), prossime ai 3 metri.

Non si rilevano nell'area consistenti fenomeni erosivi, né in alveo né lungo i versanti.

Spesso le falde detritiche presenti in piccole depressioni (conche) risultano completamente vegetate e l'assenza completa di fenomeni di ruscellamento fa desumere che siano materiali oramai stabilizzati, che sono difficilmente rimobilizzabili.

Proseguendo lungo il sentiero che costeggia il canale a quota 1305 m.s.lm. si arriva al termine dell'impluvio (foto 18).

In questa zona ci si trova in presenza di un'ampio vallone in cui il sentiero sale zigzagando al centro: questa risalita interessa una falda detritica inattiva o al massimo quiescente.

Piccoli solchi di ruscellamento concentrato testimoniano il limitato apporto idrico (acqua di ruscellamento superficiale) fornito dal piccolo bacino a monte, che è ormai prossimo ai settori di crinale a qt. 1440 m.s.lm.

## **7.0 STUDIO IDROLOGICO E ANALISI MATERIALE RIMOBILIZZABILE**

Per l'analisi della situazione di pericolosità lungo il conoide si è proceduto, inoltre, all'analisi idrologica per la stima delle portate di massima piena con  $Tr = 50$  e  $100$  anni ed al calcolo delle quantità di materiale rimobilizzabile nel caso di un evento di piena eccezionale.

Per la parte idrologica-idraulica alla presente è allegata una relazione a firma del dr. ing. Luca Rudelli che ha analizzato l'aspetto specifico, alla quale si rimanda per tutti i dettagli del caso.

Lo studio condotto evidenzia delle portate di massima piena estremamente elevate, in relazione alle contenute dimensioni del bacino, e precisamente:

$Tr = 50$  anni                       $Q_{MAX} = 9,95$  mc/sec.

$Tr = 100$  anni                       $Q_{MAX} = 10,88$  mc/sec.

L'alveo in questione non presenta particolari strozzature idrauliche od attraversamenti, anche perché nella parte bassa, urbanizzata, lo stesso si perde, perché in condizioni normali l'acqua si infiltra nei depositi e si disperde.

I valori sopra indicati sono stati utilizzati per aiutarsi nel tracciamento delle fasce di pericolosità; tali valori dovranno anche essere utilizzati, necessariamente affinati in fase di progettazione esecutiva, come riferimento nella realizzazione delle opere di sistemazione e messa in sicurezza, necessarie nel caso specifico.

La stima della quantità di materiale rimobilizzabile può essere determinata come somma dei contributi sia dei depositi di sponda che di fondo alveo.

Per quanto descritto nella relazione risulta evidente come le quantità maggiori di materiale rimobilizzabile si abbiano al di sotto del salto roccioso:

	In alveo	In sponda	Totale (M)
m <sup>3</sup> di materiali rimobilizzabili	8265	7350	15615

La stima dei quantitativi di materiali rimobilizzabile è stata eseguita calcolando, indicativamente, lo spessore dei depositi superficiali in alveo e sulle sponde per ogni singolo tratto; non sono state utilizzate le formule note in letteratura perché non affidabili per bacini di dimensioni così contenute.

## **8.0 DATI STORICI DISPONIBILI**

Dal punto di vista storico il dato principale che è stato possibile raccogliere riguarda l'alluvione della Valtellina dell'estate 1987.

In seguito alle piogge intense di quel periodo la valle Ortighera è entrata in piena ed ha trascinato verso valle una notevole quantità di materiale vegetale, terra e fango, sviluppandosi come un vero e proprio conoide alpino.

Il flusso è arrivato fino alla zona della Colonia Alpina, con notevole forza e velocità; in questa zona il flusso ha rallentato e si è diviso in due direttrici, per cui è diminuito in forza ed intensità.

I danni hanno riguardato la Colonia stessa ed alcune abitazioni verso valle, ma si è trattato di danni limitati per la diminuzione di forza del flusso, per quanto sopra esposto. L'area è inserita tra quelle che dovranno essere oggetto di sistemazione e messa in sicurezza nella seconda fase di intervento per la legge Valtellina, ma ad oggi nulla è stato realizzato e la pericolosità resta alta.

Nei sopralluoghi eseguiti si sono rilevati i segnali deposizionali e vegetazionali di colate in tempi recenti, ma non segni diretti di attività.

Il Sindaco ha comunque confermato che anche 5-6 anni fa, in seguito ad un periodo di piogge intense, nella valle si era creata e mobilizzata una colata di fango, acqua e sassi.

La stessa, fortunatamente, ha fermato il suo corso al di sopra della zona della colonia alpina, senza creare nuovi danni.

## **9.0 CONCLUSIONI**

Dalle osservazioni svolte si intuisce come l'impluvio in esame sia il generatore dell'ampia conoide individuata nel fondovalle, con apice alla quota di circa 740 m.s.l.m.

La perimetrazione sviluppata, sulla base delle procedure richieste dalla Regione Lombardia, si è basata su tutti i dati raccolti ed è stata verificata in relazione alle

evidenze ed ai resoconti dell'evento di colata in seguito alle piogge dell'estate 1987 (alluvione Valtellina).

La porzione medio basale, antropizzata nella zona della colonia montana e dei sottostanti fabbricati residenziali di Cantone, è da considerarsi come area di pericolosità elevata.

In corrispondenza della zona della Colonia stessa il flusso di conoide si divide, seguendo la naturale situazione morfologica e prosegue in parte dritto, interessando ancora delle abitazioni esistenti ed in parte verso ovest, allargandosi e spandendosi sui prati esistenti ed indirizzandosi così verso il fiume Brembo.

La parte verso nord è stata quella che ha originato nel 1987 i danni maggiori per la presenza di edifici ed infrastrutture, la parte verso ovest interessa solo prati ed è quella attiva attualmente, cioè verso cui l'acqua defluisce.

La maggior parte degli altri edifici resta nella fascia di pericolosità media, potenzialmente interessata dai flussi, ma con altezze e velocità più contenute.

Alla parte più distale e le zone a quote tali di garantirne una protezione è stato attribuito un grado di pericolosità basso.

La Regione Lombardia, nel Piano degli interventi per la legge 102/90 – seconda fase, ha individuato la zona in oggetto come area a rischio, sulla quale eseguire una serie di interventi atti a regimare il conoide.

Attualmente questi interventi non sono stati ancora realizzati; di conseguenza si ribadisce come il livello di rischio per l'area si mantenga a livelli decisamente elevati, considerando anche il tipo di fabbricato (colonia) e le evidenze del vicino canale di erosione principale.

Gli interventi dovrebbero prevedere, a nostro avviso e sulla base delle analisi eseguite, una serie di opere di trattenuta e regimazione del fondo a monte (briglie), una vasca di accumulo e laminazione delle piene nella parte alta del conoide e delle opere per deviare il flusso, a monte della colonia, verso ovest, in modo che lo stesso defluisca a Brembo nella zona mantenuta a prato, salvaguardando l'abitato.

**ALLEGATI**

- Allegato n° 1: Relazione idraulica a firma dr. ing. Luca Rudelli
- Allegato n° 2: Documentazione fotografica con ubicazione di punti di ripresa fotografica, scala 1:5.000
- Allegato n° 3: Carta geologica, scala 1:5.000
- Allegato n° 4: Carta geomorfologica, scala 1:5.000
- Allegato n° 5: Carta della pericolosità, scala 1:5.000
- Allegato n° 6: Scheda conoide