



Regione Lombardia

## PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

# COMUNE DI COLICO

*Provincia di Lecco*

Aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica di supporto al Piano di Governo del Territorio - L.R. 12/05 e successive modifiche.

### RELAZIONE GEOLOGICA



**Geo ■ Te ■ Am ■**

Studio di Geologia Tecnica ed Ambientale

Via Villatico 11 - 23823 Colico (Lc)

☎ +39 0341 933011

[www.studiogeoteam.com](http://www.studiogeoteam.com)

✉ tecnico@studiogeoteam.com

*Dott. Geol. Cristian Adamoli*

DATA:

**Ottobre 2011**

SCALA:

Sindaco

REV.:

TAV.:

**A**

Segretario

# Sommario

<b>1</b>	<b>COMMENTO INTRODUTTIVO .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA DI STUDIO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE TERRITORIALE .....</b>	<b>4</b>
3.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	4
3.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	5
<b>4</b>	<b>DOCUMENTI DI PIANO .....</b>	<b>7</b>
4.1	CARTA GEOLOGICA (T1) .....	8
4.1.1	Inquadramento geologico .....	8
4.2	CARTA DEGLI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI (T2) .....	19
4.3	CARTA DEGLI ELEMENTI IDROGRAFICI, IDROLOGICI E IDRAULICI (T3) .....	21
4.3.1	Settore pianeggiante .....	22
4.3.2	Inquadramenti geomorfologici e idrologici dei torrenti Merla, Perlino e Inganna .....	23
4.4	CARTA DEGLI ELEMENTI GEOLOGICO TECNICI (T4) .....	39
4.5	CARTA DEI DISSESTI CON LEGENDA UNIFORMATA P.A.I. (T10) .....	40
<b>5</b>	<b>PIANO DELLE REGOLE.....</b>	<b>41</b>
5.1	CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI PRIMO LIVELLO (T5).....	42
5.2	CARTA DI SINTESI (T6).....	45
5.3	CARTA DEI VINCOLI (T7) .....	46
5.4	CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO (T8 E T9) .....	48
5.4.1	Classe 2 (gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni .....	49
5.4.2	Classe 3 (arancione) – Fattibilità con consistenti limitazioni .....	49
5.4.3	Classe 4 (rossa) – Fattibilità con gravi limitazioni.....	49
<b>6</b>	<b>ALLEGATO – STRATIGRAFIE POZZI COMUNALI.....</b>	<b>51</b>

## **1 COMMENTO INTRODUTTIVO**

Il presente lavoro viene realizzato su incarico dell'Amministrazione comunale di Colico (LC), al fine di definire la componente geologica da utilizzarsi a supporto della pianificazione comunale così come richiesto dall'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 e successive modifiche, conforme ai criteri e agli indirizzi definiti dalle Direttive regionali per la redazione dello studio geologico comunale.

La documentazione di analisi geologica del territorio aggiorna quella in vigore approvata dalla Regione Lombardia e costituisce un supporto essenziale per l'individuazione delle potenzialità e delle vocazioni d'uso del territorio comunale rappresentando uno strumento peculiare per una più equilibrata gestione dei processi e delle risorse, naturali ed ambientali, rapportati all'urbanizzazione oltre ad essere uno strumento di prevenzione del dissesto idrogeologico.

Leggere il proprio territorio in funzione della fattibilità geologica degli interventi urbanistici consente quindi all'Amministrazione Comunale di verificare le proprie scelte in materia di pianificazione territoriale, ovvero di verificare la compatibilità delle previsioni urbanistiche con le condizioni geologiche ed idrogeologiche del territorio, di evitare eccessive modificazioni agli equilibri ambientali innescate dai processi di trasformazione d'uso del territorio, ed inoltre di attendere ad un miglior utilizzo e alla salvaguardia delle risorse naturali.

**Il comune di Colico è attualmente dotato di pianificazione geologica, approvata dalla Regione Lombardia ed in vigore. Sono stati redatti gli elaborati cartografici in seguito descritti e si è provveduto all'aggiornamento delle NTA geologiche.**



**Comune di Colico (Lc)**

## **2 METODOLOGIA DI STUDIO**

Nel presente lavoro sono state aggiornate le componenti geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e vincolistiche che interessano il territorio comunale di Colico (LC) e che possono essere di particolare interesse per una migliore valutazione delle problematiche inerenti alla pianificazione territoriale. Tale aggiornamento ( studio Leoni – 2005) è stato attuato utilizzando nuove informazioni territoriali derivanti da approfondimenti geologico –tecnici.

È stata quindi condotta un’analisi attenta e critica dei dati bibliografici esistenti reperiti e/o consultati presso gli uffici dell’Amministrazione Comunale di Colico e dei comuni confinanti, presso la Comunità Montana, la banca dati della Provincia di Lecco e la banca dati Regione Lombardia.

Successivamente si è proceduto ad una verifica diretta dei luoghi mediante l’esecuzione di rilievi di campagna accurati e puntuali, estesi anche alle aree limitrofe per una pertinenza significativa, al fine di raccogliere tutte quelle informazioni di natura geologica, geomorfologica, idrogeologica e geologico - tecnica che hanno successivamente consentito l’analisi e la stesura delle carte tematiche di base. A seguire è stata eseguita un’accurata analisi di tutti i dati raccolti (sia di natura bibliografica sia diretta) che ha consentito, mediante la sovrapposizione degli stessi, la redazione della documentazione cartografica di *sintesi* e di *fattibilità geologica per le azioni di piano* nonché della presente relazione illustrativa.

In particolare, sono stati redatti i seguenti elaborati in conformità ai criteri formulati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 1566 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. (art. 57, comma 1 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12)" e successive modifiche. È proposta una suddivisione dei documenti in riferimento alla L.R. 12/05.

### **DOCUMENTI DI PIANO:**

Relazione illustrativa;

- T1: Carta geologica;
- T2: Carta degli elementi geomorfologici;
- T3: Carta degli elementi idrografici, idraulici, idrologici ed idrogeologici;
- T4: Carta degli elementi geologico-tecnici;
- T10: Carta dei dissesti con legenda uniformata P.A.I.

### **PIANO DELLE REGOLE**

Norme geologiche di piano;

- T5: Carta della pericolosità sismica locale di primo livello;
- T6: Carta di sintesi;
- T7: Carta dei vincoli;
- T8: Carta di fattibilità;
- T9a T9b: Carta di fattibilità – scala 1:5.000;
- T11: Carta di sovrapposizione fattibilità con dissesti P.A.I.;

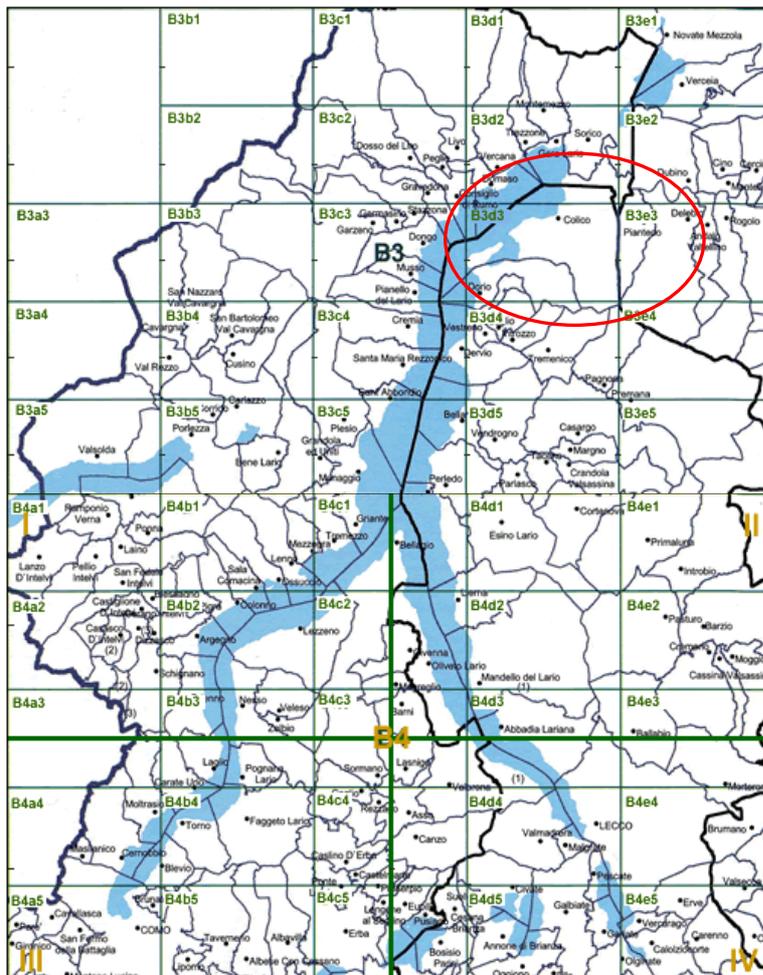
### 3 CARATTERIZZAZIONE TERRITORIALE

#### 3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Colico (LC) è posto all'estremità nord orientale del Lago di Como sulla sponda orientale, al confine con la bassa Valtellina.

Lo sviluppo urbanistico del comune è stato notevolmente influenzato dalle caratteristiche morfologiche del territorio, in particolare dagli ampi conoidi alluvionali dei due principali torrenti Inganna e Perlino che nascono e scorrono sul versante occidentale del M.te Legnone.

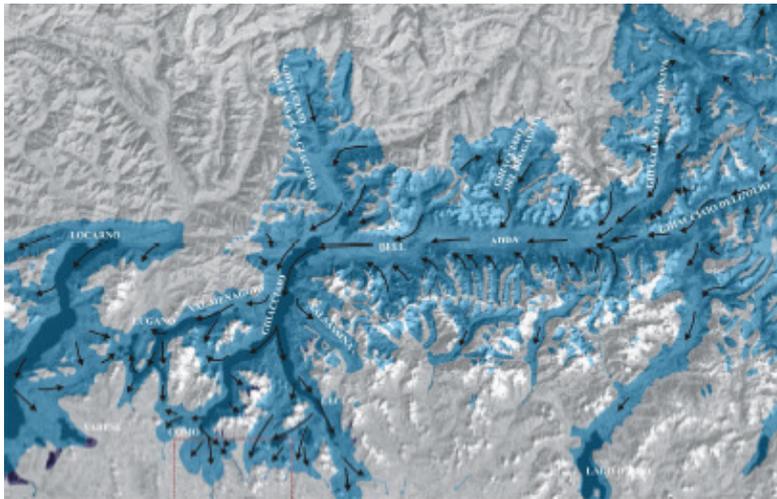
L'area sottesa dai due bacini interessa una superficie complessiva di circa 10 Km<sup>2</sup> e comprende una fascia altimetrica fra la quota 250 m s.l.m. del fondovalle e la quota media di 2600 m s.l.m. coincidente con lo spartiacque montano. Alla confluenza nel fondovalle i torrenti hanno dato origine ad una serie di conoidi di deiezione la cui coalescenza ha formato un ampio deposito di fondovalle su cui è sviluppato il nucleo urbano di Colico.



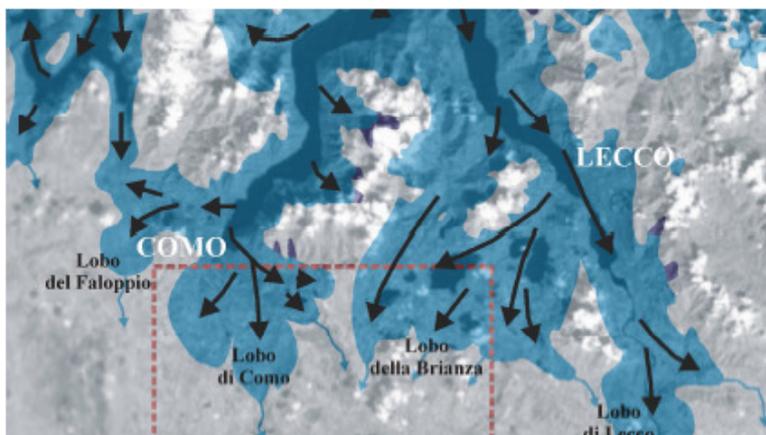
Inquadramento geografico del comune di Colico.

### 3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Durante l'ultima glaciazione non esisteva sulle Alpi un'unica calotta glaciale, ma grandi ghiacciai vallivi (BINI *et alii*); uno di questi era il ghiacciaio dell'Adda proveniente dall'alta Valtellina e formato dalla coalescenza di più ghiacciai, i principali dei quali erano il ghiacciaio del Bernina proveniente dalla Valle di Poschiavo, il ghiacciaio dell'Oglio proveniente dall'Aprica, il ghiacciaio Bregaglia proveniente dalla Val Bregaglia ed Engadina ed il ghiacciaio della Val San Giacomo.



Questo grande ghiacciaio scendeva poi lungo il Lago di Como e nella zona di centro lago si divideva in più lingue; una lingua percorreva la Valsassina, una lingua percorreva la Val Menaggio verso il Lago di Lugano, dove entrava in coalescenza con il ghiacciaio del Ticino, una lingua percorreva il ramo del lago di Como e una il ramo di Lecco. Queste ultime due lingue formavano, in area pedemontana, un grande anfiteatro che durante alcune glaciazioni antiche (Glaciazione Bozzente) era unico, mentre durante le glaciazioni più recenti era diviso a formare quattro lobi, denominati da W verso E Lobo del Faloppio, Lobo di Como, Lobo della Brianza e Lobo di Lecco. Dalle morene terminali dei lobi dell'anfiteatro dipartono grandi piane fluvioglaciali.



Con il ritiro delle masse glaciali che occupavano tutte le valli principali Alpine e Prealpine, avvenuto con gradualità tra 15000 e i 10000 anni dal presente, è iniziata una complessa fase morfogenetica in cui i sistemi dominanti oltre a quello glaciale, connesso al verificarsi di

**Comune di Colico (Lc)**

momentanee fasi di riavanzata delle colate glaciali (stadi tardiglaciali che hanno interessato le valli laterali), sono stati quelli legati alla gravità, alla dinamica fluviale e, solo nei settori più elevati, al sistema crionivale.

Per quanto concerne i processi gravitativi, in tutta la zona dell'Alto Lario assumono particolare rilevanza i fenomeni franosi e le deformazioni gravitative, innescate da fenomeni di rilascio tensionale (decompressione) dei versanti conseguenti al ritiro delle masse glaciali.

Tali dissesti sono legati comunque al grado di fratturazione e all'orientazione delle discontinuità che interessano il substrato roccioso. La dimensione di tali fenomeni è in genere assai variabile, potendo risultare compresa tra pochi ettari e diversi chilometri quadrati.

I processi legati alla dinamica fluviale postglaciale sono responsabili dell'incisione, talora profonda, degli originari fondovali glaciali. La rapida evoluzione fluviale è guidata dalla tendenza a raggiungere il profilo di equilibrio rispetto al nuovo livello erosionale di base rappresentato dalla quota media del fondovalle valtellinese.

L'evoluzione morfologica è stata rapida e caratterizzata da un'intensa dinamica evolutiva di tipo prevalentemente gravitativo legata alla forte acclività che caratterizza i versanti. La morfogenesi gravitativa instauratasi dopo il ritiro delle masse glaciali è ben evidente in corrispondenza delle creste dei circhi o delle scarpate rocciose che vengono costantemente rimodellate da processi di degradazione o di frana (scivolamenti in roccia e crolli più o meno estesi); questi processi danno luogo ad accumuli di detrito che ricoprono talora i depositi glaciali più antichi. I materiali incoerenti che li costituiscono risultano per lo più facilmente mobilizzabili ad opera della gravità stessa, oppure per l'azione delle valanghe, delle acque di ruscellamento incanalate, o durante fenomeni di trasporto in massa (debris flow, debris torrent).

## **4 DOCUMENTI DI PIANO**

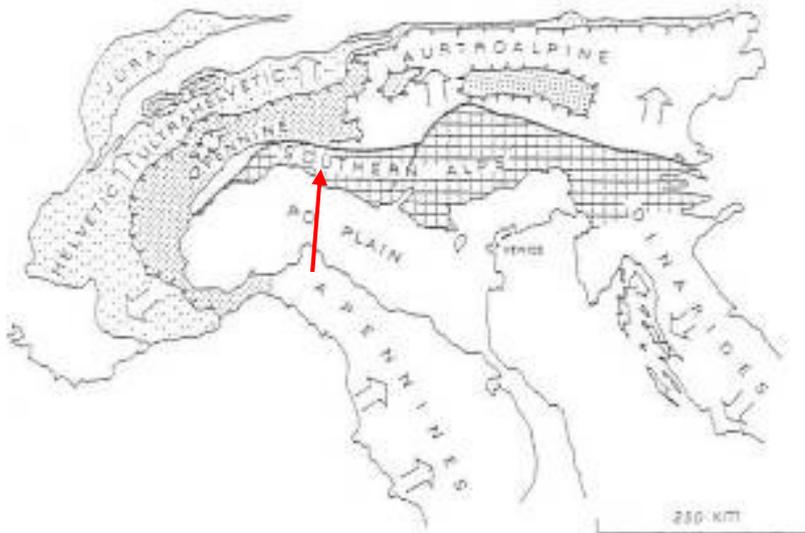
## 4.1 CARTA GEOLOGICA (T1)

Nell'elaborato cartografico sono riportati gli elementi geologici principali come tipologia roccia affiorante e subaffiorante, i tipi di depositi superficiali (glaciali, detritici ed eluviali) e i principali lineamenti strutturali. L'individuazione areale delle singole unità geologiche presenti sul territorio, suddivise secondo modalità genetiche e di composizione, rappresenta il punto di conoscenza base indispensabile alle successive elaborazioni. Di seguito verrà inoltre riportato un inquadramento geologico strutturale generale.

### 4.1.1 Inquadramento geologico

#### Assetto geologico – strutturale

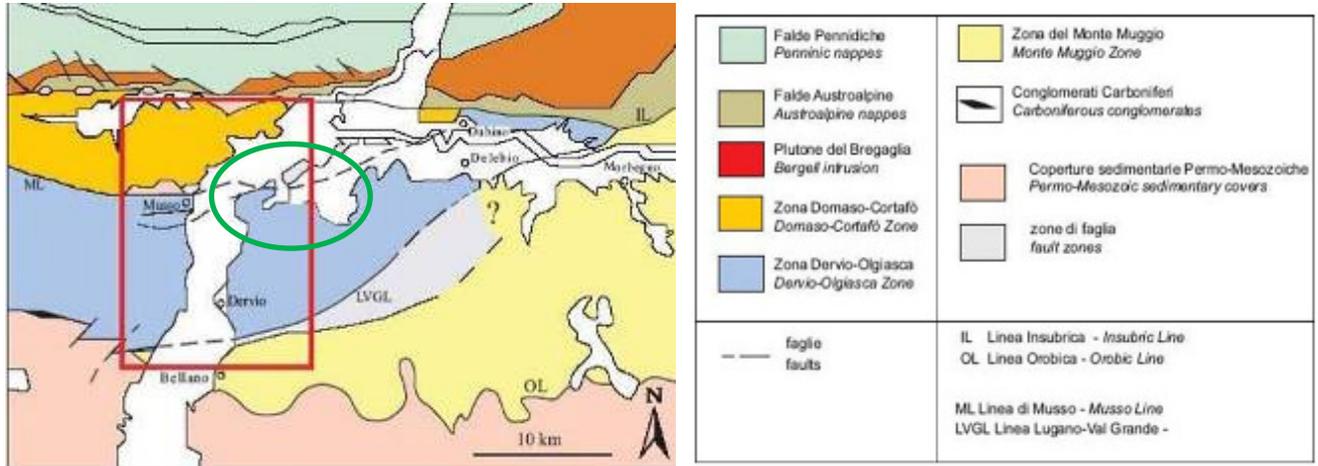
Da un punto di vista geologico strutturale il territorio comunale di Colico ricade all'interno del dominio sudalpino.



L'attuale assetto della catena alpina è dovuto all'ultima fase di convergenza tra le placche europea ed africana. In particolare il passaggio tra il dominio sudalpino e quello alpino, propriamente detto, è sottolineato dalla Linea Insubrica che è costituita da una serie di faglie caratterizzate da due orientazioni preferenziali, le faglie est-ovest, tra cui le principali sono la linea del Tonale e la linea della Pusteria, e le faglie a direzione NNE-SSW che costituiscono delle interruzioni a gradino rispetto al prevalente sviluppo meridiano dell'allineamento stesso.

Il dominio sudalpino è caratterizzato da un basamento cristallino pre-Alpino, che affiora nell'Alto Lario in una fascia di larghezza prossima ai 15 km, e da coperture sedimentarie Permo - Mesozoiche che rappresentano il margine deformato della placca Adria.

In particolare, il basamento sudalpino è stato suddiviso utilizzando dati strutturali e petrologici in tre unità tettono - metamorfiche: Domaso Cortafò (DCZ), Dervio Olgiasca (DOZ), Monte Muggio (MMZ). Queste unità sono separate da limiti tettonici: faglia di Musso e Lugano - Val Grande. (Spalla et al., 2002)



Il territorio comunale s’inserisce all’interno del basamento sudalpino nell’unità tettono - metamorfica Dervio Olgiasca (DOZ). Questa consiste di metapeliti, subordinate metabasiti, metagranitoidi, quarziti, marmi e pegmatiti. Le metapeliti comprendono micascisti e gneiss con staurolite, biotite, granato e cianite, gneiss e scisti a biotite e sillimanite, micascisti a clorite e gneiss a clorite e biotite. Si aggiungono pegmatiti sottoforma di lenti potenti sino al metro incluse negli gneiss a sillimanite e biotite. Le rocce femiche della DOZ sono principalmente anfiboliti, anfiboliti a granato, anfiboliti a clinopirosseno e orneblenditi (Spalla et al., 2002).

La zona Dervio – Olgiasca rappresenta, dal punto di vista tettonico, una porzione di crosta intermedia originatasi durante la fase metamorfica Varisica in facies anfibolitica e, in seguito, riesumata durante l’orogenesi alpina (di Paola e Spalla, 2000).

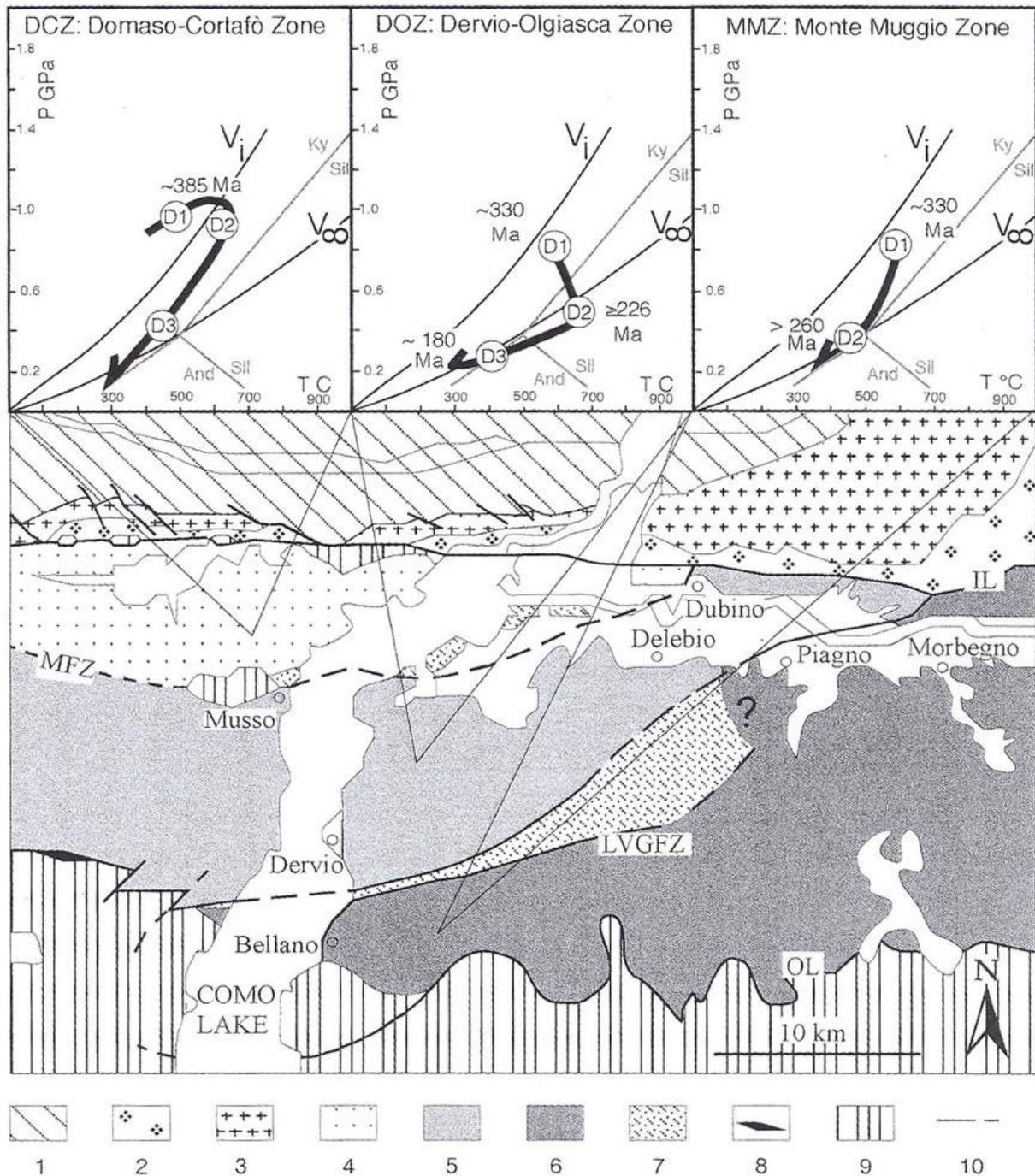
Durante l’Anisico Superiore – Carnico l’evoluzione geologica della porzione centrale del Sudalpino è caratterizzata dalla presenza di un arco magmatico evidenziato dalla copiosa presenza di corpi sub-vulcanici da andesitici a riolitici. Questa fase vulcanica ebbe fine durante il Carnico Superiore con eventi esplosivi di tipo piroclastico.

Tra il Norico e il Lias il Sudalpino fu coinvolto nel rift continentale conclusosi con la formazione del margine continentale passivo Adriatico.

Lo studio strutturale del basamento della zona Dervio-Olgiasca ha permesso di riconoscere tre generazioni di strutture sovrapposte e sinmetamorfiche. La paragenesi più antica si è formata in facies anfibolitica di pressione intermedia (T=530-630° C e P=0,7-1,2 Gpa) durante la deformazione D1, successivamente è stata riequilibrata a condizioni di T= 650-750°C e P= 0,4-0,55 Gpa durante la deformazione D2 e infine ulteriormente riequilibrata in retrocessione a condizioni di facies Scisti Verdi (T<500°C e P= 0,2-0,3 Gpa) mentre si formavano strutture più recenti (D3). Il ciclo P-T per la

**Comune di Colico (Lc)**

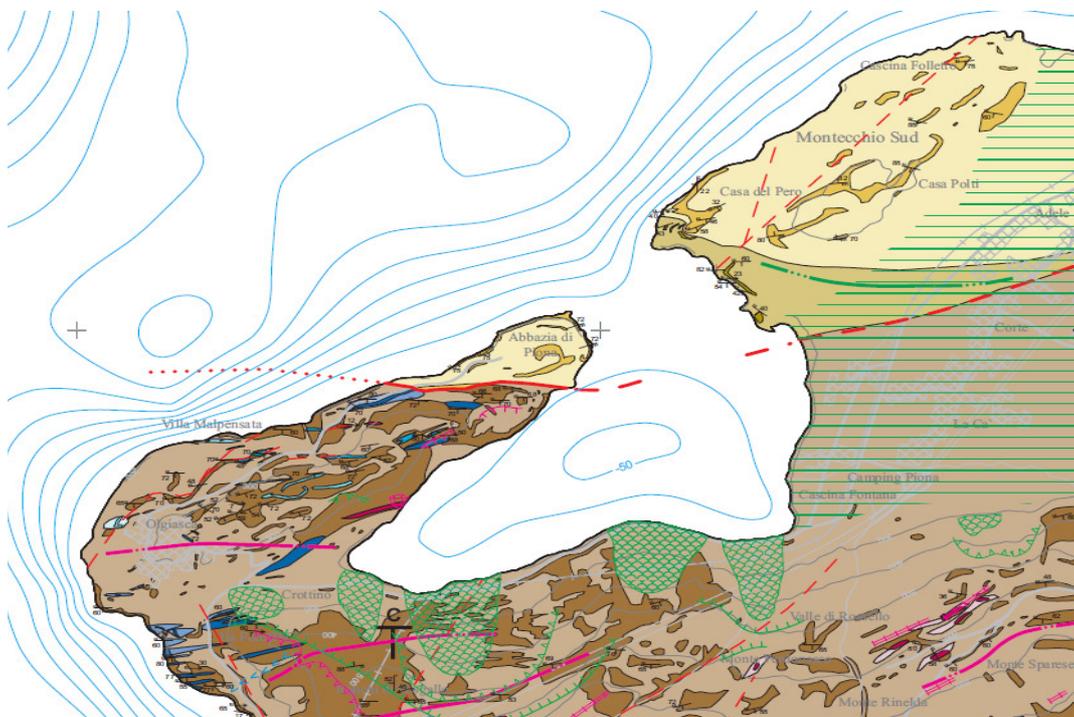
zona DOZ è interpretato da Spalla *et al.* (2002) come l'esumazione di porzioni di crosta varisica durante un episodio di rifting nel Permo-Trias.



Schema interpretativo della storia tettono-metamorfica del basamento cristallino pre-alpino del Lago di Como, ridisegnato da Spalla *et al.* (2000). Le storie matamorfiche delle rocce delle unità tettono-metamorfiche DCZ, DOZ e MMZ (traiettorie P-T-d-t) sono rappresentate per evidenziare le evoluzioni strutturali e metamorfiche registrate nelle tre zone. (Spalla *et al.* 2002). 1= ricoprimenti penninici; 2= ricoprimenti austroalpini; 3= plutone Adamello; 4=DCZ; 5= DOZ; 6=MMZ; 7=zone metamorfiche in facies scisti verdi con fabric milonitico; 8=scaglie di conglomerati carboniferi; 9=unità di coperture sedimentarie permo mesozoiche; 10=faglie; IL=Linea Insubrica; LGVFZ= zona di faglia Lugano Val Grande; MFZ= zona faglia di Musso; OL=Linea Orobica.

**Comune di Colico (Lc)**

La linea di Musso trova continuazione da ambedue le parti del lago di Como con andamento E-W. Ad essa è associata una fascia milonitica, che interessa la punta della penisola di Piona e i Montecchi (Gosso et al., 1995).



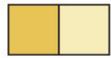
Stralcio della carta geologico-strutturale del basamento sudalpino del Lago di Como con elementi sul dissesto idrogeologico (Spalla et al., 2002)

**Comune di Colico (Lc)**

**ZONA DI FAGLIA DI MUSSO - MUSSO FAULT ZONE**

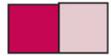


**Miloniti.** Filoniti a grana fine con Chl, Ms, Ab e Qtz a nastri, localmente con tessitura ultramylonitica e con diffusi piani di taglio e clivaggi di estensione.  
**Mylonites.** Fine-grained phylonites with Chl, Ms, Ab and ribbon Qtz, locally with ultramylonitic texture. Shear planes and extensional crenulation cleavages are widespread.



**Micaschisti a clorite e gneiss a clorite e albite.** Micaschisti a Chl e Ms che sottolineano la foliazione milonitica (S<sub>2</sub>) associata a strutture s-c. Gneiss minuti ad Ab con Chl che sottolinea la foliazione milonitica.  
**Chl-bearing micaschists and Ab-Chl bearing gneisses.** Micaschists with Chl and Ms defining the mylonitic foliation (S<sub>2</sub>) associated with s-c structures. Fine-grained gneisses with Ab and Chl underlining the mylonitic foliation

**ZONA DERVIO OLGIASCA - DERVIO OLGIASCA ZONE**



**Pegmatiti.** Lenti pegmatiche con Qtz, Kfs, Ms, tomalina, ±Grt, a grana grossolana, generalmente con tessitura non orientata al nucleo e foliata ai margini (S<sub>2</sub>) (Triassico Medio - Superiore).  
**Pegmatites.** Qtz, Kfs, Ms, tourmaline, ±Grt-bearing pegmatites. Generally with undeformed cores and foliated margins (S<sub>2</sub>). (Middle - Late Triassic).



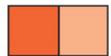
**Porfiriti** di colore scuro a grana molto fine, con Pl, Bt, Amp, Qtz, Ilm, Ep, Ap; Ttn al margine di Ilm o in cristalli grossolani di colore rosa. Ms e Ep sovracrescono Pl (Monti di Gallio).  
**Porphyrites.** Dark coloured, very fine grained dikelets, containing Pl, Bt, Amp, Qtz, Ilm, Ep, Ap. Ttn occurs at Ilm rims or as coarse pink grains. Ms and Ep overgrow Pl (Monti di Gallio).



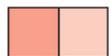
**Metatonaliti** a Pl, Qtz, Bt, Hbl e Chl. Localmente è preservata la tessitura magmatica (Chignolo).  
**Metatonalites** with Pl, Qtz, Bt, Hbl and Chl, locally preserving igneous texture (Chignolo).



**Anfiboliti** a Pl, Hbl, ±Qtz, ±Grt, ±Bt, ±Ep e relitti di Hbl (localmente leucocrate (Penisola di Piona). Anfiboliti a Hbl, Di, Pl, ±Ttn (Penisola di Piona). S<sub>2</sub> è definita dall'alternanza composizionale di Hbl e Pl o dall'orientazione preferenziale di forma di Hbl e Di. Rare omblenditi a Chl, Ttn, Ilm con tessitura coronitica.  
**Amphibolites** with Pl, Hbl, ±Qtz, ±Grt, ±Bt, ±Ep and relics of Hbl, in places leucocratic (Piona Peninsula). Amphibolites with Hbl, Di, Pl, ±Ttn (Piona Peninsula). S<sub>2</sub> is defined by the Hbl and Pl compositional layering or by the shape preferred orientation of Hbl and Di. Rare hornblendites with Chl, Ttn, Ilm show coronitic texture.



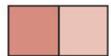
**Metagranitoidi** a Ms e Chl, con relitti di Bt e Grt. S<sub>2</sub> è un layering composizionale.  
**Metagranitoids** with Ms and Chl, containing relics of Bt and Grt. S<sub>2</sub> is a compositional layering.



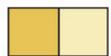
**Metagranitoidi milonitici** a grana fine a Ms e Chl, con porfiroclasti millimetrici di Kfs.  
**Mylonitic metagranitoids.** Fine-grained mylonitic metagranitoids with Ms and Chl, with millimetre-sized Kfs porphyroclasts.



**Micaschisti a sillimanite e biotite.** Micaschisti e subordinati paragneiss con Bt, Grt, Sil, Pl, ±Ms, ±Kfs contemporanei allo sviluppo della fase deformativa D<sub>2</sub>; Bt e Sil sottolineano i piani di shear e i piani di foliazione dove si osserva un divagaggio di estensione (S<sub>2</sub>). Localmente sono preservati relitti di Grt, Ky, e St. Cristalli centimetrici di And periclastica crescono tardivamente durante lo sviluppo di S<sub>2</sub> (Corenno Plinio e Musso). Localmente Chl sostituisce Grt, e Grt.  
**Sillimanite-biotite-bearing micaschists.** Micaschists and minor gneisses with Bt, Grt, Sil, Pl, ±Ms, ±Kfs grown during D<sub>2</sub> development; Bt and Sil underline shear and foliation planes in the extensional crenulation cleavage (S<sub>2</sub>). Relics of Grt, Ky and St are locally preserved. Centimetre-sized And poikiloblasts grew during late D<sub>2</sub> (Corenno Plinio and Musso). Locally Chl replace Grt and Grt.



**Micaschisti a granato e staurolite.** Micaschisti e subordinati paragneisses con Ms, Bt, Grt, St contemporanei allo sviluppo della foliazione S<sub>2</sub>. Il clivaggio di crenulazione S<sub>2</sub> è contemporaneo alla crescita di Bt, Ms, Grt, ±Sil. Durante la fase deformativa D<sub>3</sub> i piani S<sub>2</sub> sono riattivati, con crescita di Chl e Ms.  
**Garnet-staurolite-bearing micaschist.** Micaschists and minor gneisses containing Ms, Bt, Grt, and St contemporaneous with S<sub>2</sub>. S<sub>2</sub> crenulation cleavage is defined by Bt, Ms, Grt, ±Sil. Chl and Ms grow during D<sub>3</sub> reactivation of S<sub>2</sub>.



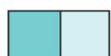
**Micaschisti a clorite e gneiss a clorite e albite.** Micaschisti a Chl e Ms che sottolineano la foliazione S<sub>3</sub>, localmente con tessitura milonitica e strutture s-c. Talvolta sono preservati relitti di Grt e Bt. Gneiss ad Ab con Chl che sottolinea la foliazione S<sub>2</sub>. Nei microlitoni di S<sub>2</sub> sono raramente preservate Bt e Grt, parzialmente sostituiti da Chl e Ms. La quantità modale di Chl aumenta verso la zona di faglia Lugano-Val Grande.  
**Chlorite-bearing micaschists and chlorite-albite-bearing gneisses.** Micaschists with Chl and Ms underlining S<sub>3</sub> in places with mylonitic textures or s-c structures. Locally Grt and Bt relics are preserved. Gneisses with Ab and Chl underlining S<sub>2</sub>. In S<sub>2</sub> microlithons Bt and Grt rarely occur and are partly replaced by Chl and Ms. The modal amount of Chl increases towards the Lugano - Val Grande fault zone.



**Marmi.** Marmi a grana da media a fine, di colore da grigio chiaro a bianchi, localmente con Amp e Px. I livelli ricchi in silicati contengono Zo, Tr, Tlc, Chl. La foliazione S<sub>2</sub> è un'alternanza di composizione mineralogica. Localmente contengono livelli a boudins di anfiboliti (Castello di Musso).  
**Marbles.** Fine to medium grained, white to light grey marbles locally containing Amp and Px. Silicate-rich layers consist of Zo, Tr, Tlc, Chl. S<sub>2</sub> is a compositional layering. In places boudinaged amphibolites are interlayered (Castello di Musso).



**Scisti carbonatici** a Ms, Qtz, ±Bt (Castello di Musso). Ms e rara Bt sottolineano la foliazione S<sub>2</sub>.  
**Carbonatic schists** with Ms, Qtz, ±Bt (Castello di Musso). Ms and rare Bt underline S<sub>2</sub> foliation.



**Quarziti** a Chl, Bt e Ms in livelli di spessore da centimetrico a metrico.  
**Quartzite** layers of centimetre to metre thickness, containing Chl, Bt and Ms.

### **Substrato lapideo: basamento metamorfico**

Nell'area in studio è possibile osservare:

#### **Paragneiss**

Questo è il litotipo maggiormente diffuso nell'area in oggetto, nonché il costituente principale dell'intero monte Legnone; affiora essenzialmente lungo i lineamenti idrologici principali e nelle pareti più acclivi.

La grana è variabile, da medio fine a molto fine, il colore risulta grigio scuro in frattura fresca, mentre assume tinte rossastre in alterazione. Dal punto di vista mineralogico è costituito da quarzo, feldspato, mica chiara e più raramente da biotite. Localmente si osserva la presenza di un arricchimento in granati e talora staurolite. La tessitura è scistosa, con alternanza di livelli micacei ed orizzonti più quarzosi.



**Arricchimento in granati nei paragneiss**

#### **Micascisti**

Localmente si possono avere all'interno dei paragneiss degli arricchimenti tali in mica chiara da indurre una distinzione in micascisto.

Restano costanti le caratteristiche tessiturali, ma aumenta sensibilmente il contenuto in fillosilicati, accentuando di conseguenza la scistosità.

Affiorano in gran parte in una fascia con direzione N-S a circa 1020 m all'interno dell'alveo del torrente Inganna.



**Affioramento di micascisti nell'alveo del T. Inganna**

### **Filladi a clorite**

L'intensa deformazione di micascisti e paragneiss, ha portato alla formazione di una roccia (fillade) in cui i minerali in assoluto più abbondanti sono mica bianca e clorite.

### **Marmi e quarziti**

Saltuariamente si possono osservare all'interno dei paragneiss delle lenti di quarzite di dimensioni pluridecimetriche; tale litotipo, di colore bianco in frattura e grigiastro in patina, è caratterizzato dall'assenza di minerali accessori come mica e feldspato. Affiora, ad esempio, lungo le ripide pareti in destra idrografica del T. Inganna ad una quota variabile fra 1350 e 1500 m s.l.m.

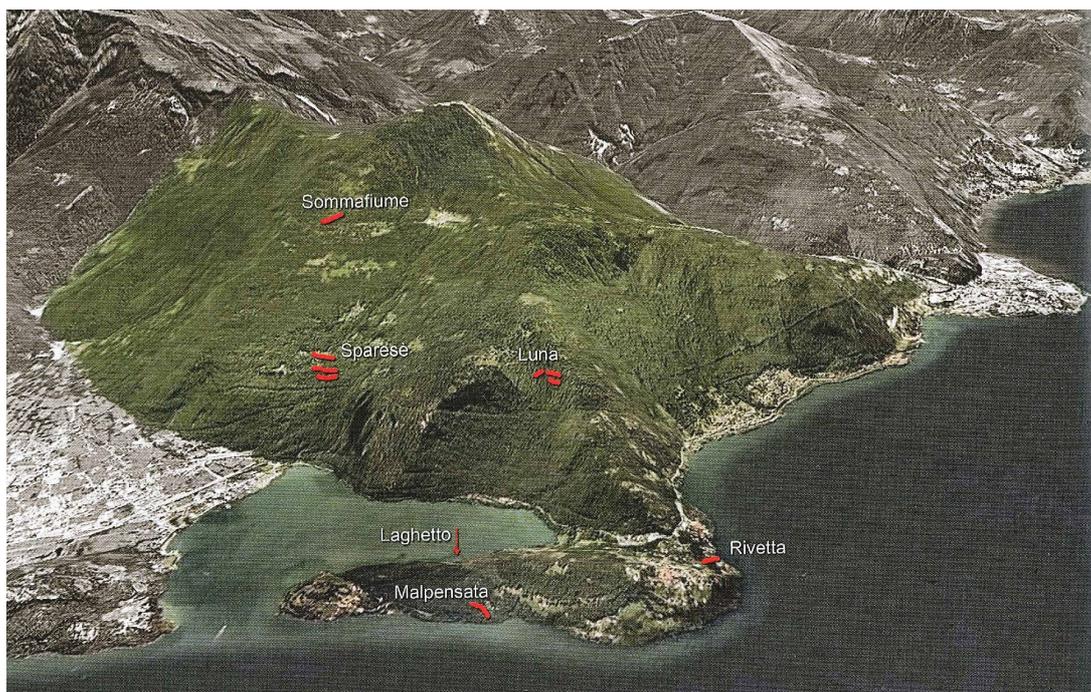
Molto più rara è la presenza di rocce metamorfiche di origine carbonatica (marmi), si tratta di un affioramento singolo, una lente di circa un metro di spessore che affiora nell'alveo del T. Inganna ad una quota di circa 900 m, si presenta giallastra in patina e grigio verde in frattura, è costituita solamente da calcite.

**Lente di marmo**

### **Pegmatiti**

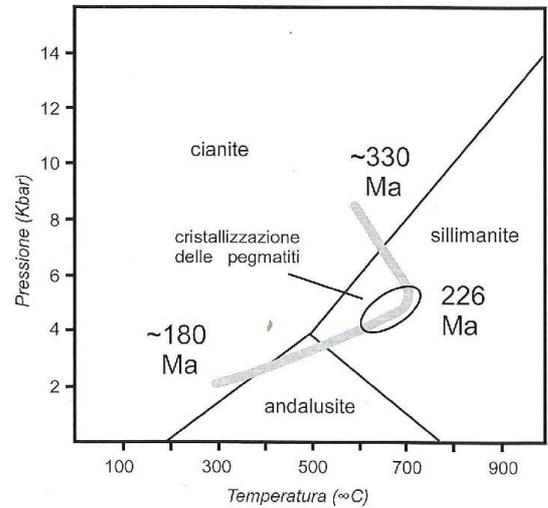
La zona di Dorio - Colico è nota per la presenza di filoni pegmatitici di interesse attualmente mineralogico, in passato sfruttati per la produzione di feldspato.

Questi filoni, caratterizzanti l'area orientale del monte Legnone, presentano una buona estensione areale. Sono composti principalmente da quarzo e feldspato e ricchi di muscovite e tormalina, più rari sono granati e berillo; hanno un colore variabile, in funzione dei minerali presenti, tessitura data dalla compenetrazione di grossi cristalli pressoché idiomorfi.

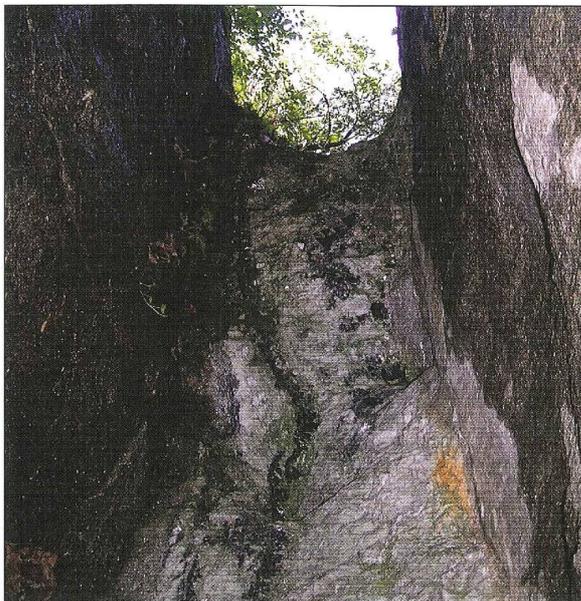
**Comune di Colico (Lc)**

Sciame pegmatitico di Piona

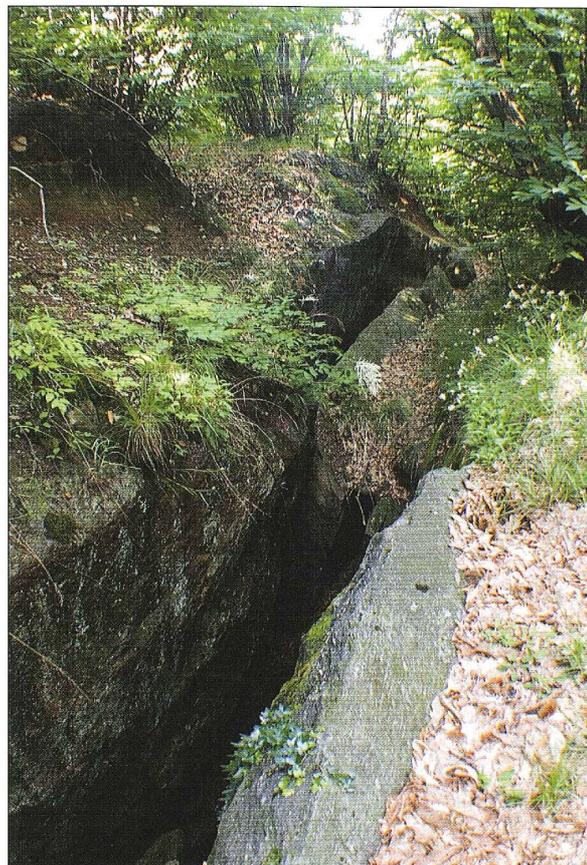
Lo sciame pegmatitico di Piona è incassato nelle metapeliti di alto grado metamorfico (micascisti a sillimanite e biotite) della Zona Dervio – Olgiasca. L’età di cristallizzazione delle pegmatiti di Piona va da 229±7Ma a 208±4Ma (Sanders et al., 1996), cioè durante il ciclo magmatico Triassico. L’aumento di temperatura fa registrare un picco compreso tra 600 e 720°C con una pressione di circa 4.5-5.5kbar, corrispondenti ad una profondità compresa tra 10 e 15km. Tale evento di alta temperatura con forte sviluppo di attività magmatica ebbe inizio circa 240 Ma fa (Anisico superiore).



Lo sciame pegmatitico di Piona è costituito da più di 30 filoni, 10 dei quali hanno una potenza superiore a 5 m e una lunghezza superiore ai 10 m. La composizione mineralogica primaria, comune a tutti i filoni dello sciame, è data da plagioclasio (albite-oligoclasio), quarzo e muscovite. Al filone della Malpensata, ad esempio, i minerali accessori più comuni sono l’almandino e lo sciorlo (Tormalina nera); più rari sono il berillo, l’idrossilapatite e i noduli a fosfati, lo zircono, l’uranite e i minerali secondari dell’uranio.



In alto. Porzione residua del filone della Malpensata. Si possono osservare i grandi cristalli di sciorlo inclusi nella pegmatite. Foto S. Andò.



A destra. La zona del filone vista dall’esterno mette in evidenza il vuoto di coltivazione lasciato dallo scavo della pegmatite. Foto R. Banti.

## Depositi quaternari

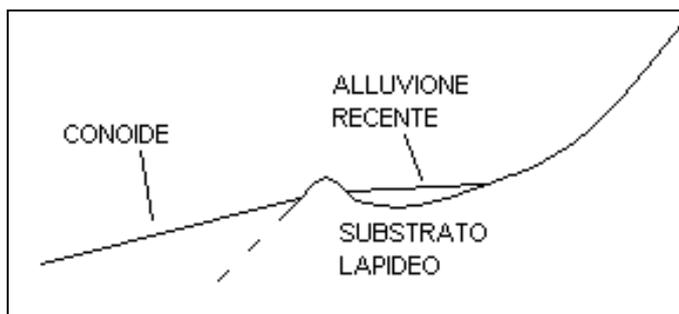
### Conoidi alluvionali

Sono depositi dalla tipica forma a cono derivati dal trasporto solido dei torrenti; nel caso specifico del comune di Colico, le due conoidi dei torrenti Perlino e Inganna sono caratterizzate dall'elevata ampiezza, occupando una superficie di circa 10 Km<sup>2</sup>.

Sono costituite da materiale di dimensione variabile, tendenzialmente suddiviso in livelli gradati con materiale grossolano sul fondo.

### Alluvioni recenti

Sono costituiti da materiale eterogeneo, proveniente sia da trasporto fluviale sia da erosione di versante; sono caratterizzati quindi dalla presenza di blocchi e ciottoli dispersi in abbondante matrice medio fine. Si trovano lungo le aste torrentizie ed in corrispondenza della fascia di raccordo fra versante e conoidi alluvionali dove la particolare morfologia del substrato roccioso non ha permesso la deposizione della conoide.



### Sezione esplicativa

### Depositi detritici colonizzati e non

Questi depositi sono costituiti in genere da materiale grossolano (ciottoli, blocchi e molto più raramente sabbia) e derivano dallo smantellamento di pareti rocciose causati da esarazione glaciale, erosione operata dai cicli gelo-disgelo e azione gravitativa.

La presenza o meno di vegetazione è correlabile allo stato di attività e sono generalmente interessati da fenomeni quali scivolamenti e colate.

### Depositi eluvio-colluviali

Ricoprono con spessori variabili il substrato roccioso (pendici del M.te Legnone). Sono prodotti dal disfaccimento e rimaneggiamento di precedenti depositi. Sono talora eteropici ai precedenti.

Hanno spessore ridotto medio di circa 1÷2 m. Se imbevuti di acqua possono dare origine a piccoli smottamenti. Sono costituiti da una maggiore matrice fine limosa (rispetto ai precedenti) ed i clasti presenti, di piccola dimensione, presentano uno scarso grado di arrotondamento.

### Depositi glaciali

Depositi di materiali detritici eterometrici, con ciottoli poligenici sub-arrotondati o talora a spigoli vivi, trovanti di materiali esotici, il tutto immerso in abbondante matrice sabbioso-limoso. Sono caratterizzati da un alto grado di compattazione. Derivano da antiche morene laterali legate all'accumulo glaciale.



**Deposito morenico nei pressi di Rusico**

## **4.2 CARTA DEGLI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI (T2)**

Ai fini della caratterizzazione della vocazione all'urbanizzazione di un territorio, riveste particolare importanza la definizione dei fenomeni di evoluzione delle forme del paesaggio, al seguito del disfacimento degli elementi morfologicamente rilevati e della rielaborazione di questi da parte dell'azione degli agenti morfodinamici.

Si tratta di processi esogeni, legati all'azione di erosione, trasporto e accumulo delle acque, del gelo e disgelo, della neve, della gravità e dell'uomo, che nel loro complesso determinano il lento disfacimento degli elementi morfologicamente rilevati e la rielaborazione dei materiali derivati da questi a seguito dell'azione dei differenti fattori morfodinamici. Alcuni di questi agiscono in maniera concentrata in ambiti ben delimitabili ed altri agiscono arealmente sui versanti; questi ultimi quindi non possono essere sempre fedelmente riportati alla scala della rappresentazione cartografica.

La corretta valutazione di tali processi consente di chiarire il quadro degli eventuali dissesti presenti sul territorio e di definirne l'evoluzione potenziale. L'evoluzione morfologica dei versanti è particolarmente significativa in corrispondenza dei tratti maggiormente acclivi.

### **ELEMENTI MORFOLOGICI PUNTUALI**

In questo ambito si sono voluti riportare alcuni elementi di natura morfologica:

- Distacchi di blocchi e/o massi;
- Ambiti in cui la falda ha una bassa soggiacenza;
- Ambiti in cui, a seguito di piogge abbondanti, s'instaurano fenomeni di ruscellamento.

### **ELEMENTI MORFOLOGICI LINEARI**

- Fratture e lineamenti strutturali certi e/o presunti;
- Tracce di corsi d'acqua legate ad antiche divagazioni;
- Vallecole con fondo a V;
- Orlo di scarpata fluviale: indica gli orli di scarpate morfologiche che delimitano valli torrentizie nei tratti dove l'alveo attuale risulta incidere le formazioni rocciose o i depositi di copertura.;
- Terrazzo morenico;
- Contropendenze: indica la presenza di gradini morfologici e di scarpate rocciose;
- Orli: indica la presenza di scarpate di varia natura (antropica, erosiva, ecc.) prive di un grado d'attività;
- Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana: indica la presenza di gradini morfologici e di scarpate rocciose soggetti ad erosione attiva e/o quiescente ad opera dell'azione

**Comune di Colico (Lc)**

prevalente della gravità e subordinatamente delle acque superficiali, lungo i quali si registrano distacchi localizzati di materiale talvolta anche di estensione considerevole definendo vere e proprie nicchie di distacco di frane.

### **ELEMENTI MORFOLOGICI AREALI**

Sono stati riportati i depositi e le forme geomorfologiche che caratterizzano le aste fluviali e le zone di raccordo tra versanti e zone pianeggianti (accumulo paleofrana, depositi alluvionali antichi, materiale alluvionale attuale, conoidi e materiale detritico).

A livello morfologico sono stati evidenziati i "Montecchi", costituiti dalla penisola di Piona e tre rilievi allineati poco a Nord della linea geologico – strutturale di Musso.

Si è voluto inoltre riportare:

- Aree ad elevata instabilità con presenza di fenomeni franosi: sono state riportate le aree soggette a caduta massi, frane attive e frane quiescenti.
- Ambiti a potenziale evoluzione morfologica

*Nella foto è visibile l'allineamento dei Montecchi.*



In carta sono stati indicati alcuni siti in cui erano presenti attività estrattive.

**Comune di Colico (Lc)**

### **4.3 CARTA DEGLI ELEMENTI IDROGRAFICI, IDROLOGICI E IDRAULICI (T3)**

L'acqua riveste una duplice importanza in rapporto alla pianificazione territoriale, essendo uno dei maggiori agenti morfodinamici, quindi elemento prevalente di modificazione del territorio e particolarmente degli equilibri geomorfologici che devono essere considerati per la valutazione del rischio, ed essendo inoltre risorsa essenziale per la vita e le differenti attività antropiche che si svolgono sul territorio.

Da un punto di vista idrologico il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di:

- due corsi d'acqua principali, T. Inganna e T. Perlino, che nascono e scorrono lungo i versanti del monte Legnone e sfociano nel lago di Como;
- il T. Merla che nasce in corrispondenza della cresta Legnone - Legnoncino e sfocia nel laghetto di Piona;
- torrenti affluenti dei corsi d'acqua descritti in precedenza;
- fossi e canali nella area pianeggiante.

Lo "Studio per la determinazione del reticolo idrico minore" del comune di Colico è stato effettuato dal presente studio geologico "Studio GeoTeam – Dott. Geol. Cristian Adamoli", Giugno 2004.

La circolazione idrica delle acque sotterranee è condizionata da vari fattori quali le caratteristiche fisico-meccaniche del substrato e dei materiali di copertura, la morfologia del territorio, la rete di drenaggio superficiale, l'andamento strutturale delle formazioni, il clima e la quantità di precipitazioni.

In particolare, nella carta T3, si sono riportate la curve isopiezometriche che ricostruiscono l'andamento della falda acquifera, le emergenze idriche (sorgenti captate e non) e i pozzi adibiti a vari usi (potabile, irriguo, igienico, industriale, anti incendio, ecc.).

Attorno alle sorgenti e ai pozzi ad uso potabile (indicazione derivata da fonte provinciale e/o da studi comunali) sono state riportate le aree di rispetto, in particolare:

- Pozzi: Bait 1, Bait 2, Baner, Sacro Cuore, Piona (n°2)
- Sorgenti: Bait 1, Bait 2 Alta, Bait 2 Bassa, Monte Croci.

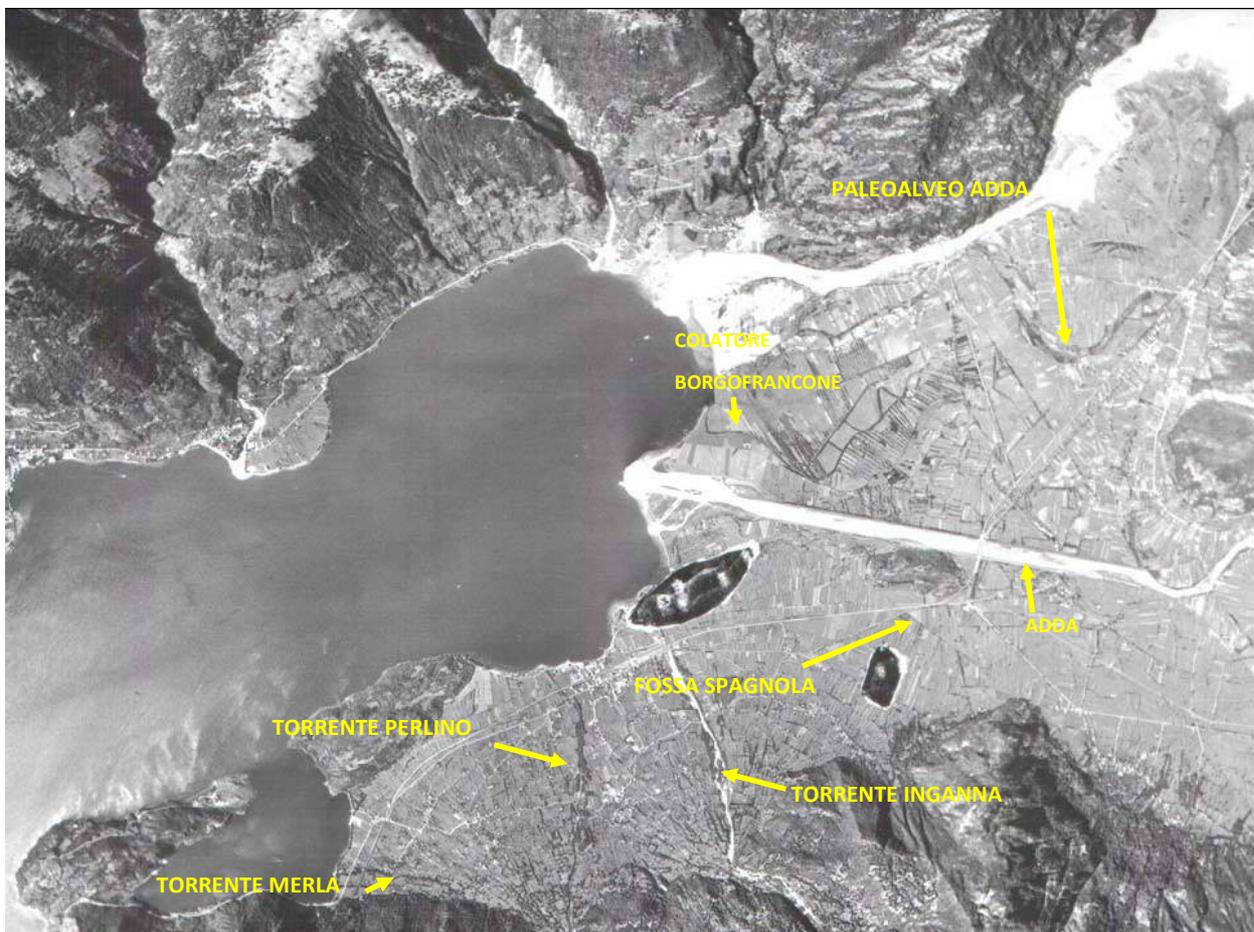
Per alcune di queste aree si è fatto riferimento a studi di dettaglio redatti per le relative perimetrazioni delle aree di rispetto (Pozzi Bait 1 e 2; Pozzo Sacro Cuore, Sorgenti Bait 1 e 2 alta 2 bassa, Sorgente Monte Croci).

È stata inoltre riportata una porzione dell'area di rispetto del pozzo di Gera Lario ubicato poco a lato del limite comunale.

### 4.3.1 Settore pianeggiante

Nel settore pianeggiante è presente una rete di fossi e canali di raccolta e deflusso delle acque che convogliano le acque in fossi di maggiore dimensioni. Le acque intercettate rappresentano in primo luogo quelle di scorrimento superficiale e secondariamente quelle legate alle oscillazioni della falda e d'infiltrazione che percolano lentamente all'interno dei terreni a granulometria fine e a bassa permeabilità.

L'assetto idrologico della zona del Piano di Colico e del Piano di Spagna è ben caratterizzabile anche mediante l'analisi delle foto aeree di metà secolo (Volo GAI del 1954 a scala 1:30000), in cui sono ancora ben individuabili l'andamento del fitto reticolato dei canali di bonifica tra cui spiccano i canali Borgofrancone e Fossa Spagnola che tuttora costituiscono arterie di drenaggio indispensabile per l'equilibrio idrologico dell'area. La foto mostra inoltre l'impronta lasciata dalla disastrosa alluvione del 1951 con la divagazione dei fiumi Adda e Inganna.

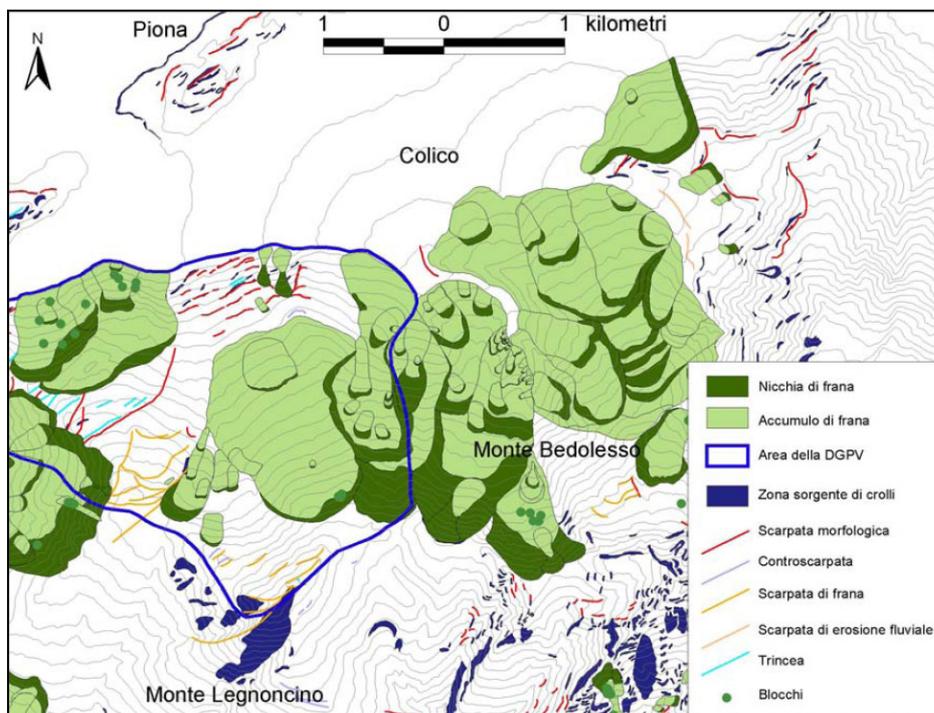


La piana di Colico è caratterizzata da un livello della falda che può subire notevoli oscillazioni; questa può risultare emergere nelle aree morfologicamente più depresse e dare origine a piccoli ristagni temporanei (canali, stagni, paleoalvei) e meno nei tratti ormai bonificati ai fini artigianali. Le oscillazioni del livello di falda, oltre ad essere un problema per le aree di superficie, rappresentano un'importante incognita nel comportamento meccanico delle terre.

**Comune di Colico (Lc)**

**4.3.2 Inquadramenti geomorfologici e idrologici dei torrenti Merla, Perlino e Inganna**

Il presente paragrafo vuole dare indicazioni circa la dinamica evolutiva storica dei principali torrenti comunali ricostruendo la topografia degli alvei facendo riferimento ai dati storici sia bibliografici sia derivanti da studi personali e non (studio geologico di supporto al PRG, revisione limiti 267, indagini e progetti vari regimazione Torrenti, testi storici, biblioteca comunale, ecc.) e ai movimenti franosi che interessano parte dei versanti in cui s’inseriscono.



**Stralcio della Carta Inventario dei Fenomeni Franosi (Regione Lombardia).**

**Comune di Colico (Lc)**

## **Torrente Merla**

Il versante in sinistra idrografica del torrente Merla è interessato da un movimento franoso che consiste nella riattivazione di una grande paleofrana la cui scarpata è individuabile a monte dell'alpe Fangaro a quote comprese tra i 975 m e i 1100 m in prossimità della cresta Legnone-Legnoncino. La testata della paleofrana corrisponde al terrazzo morfologico a quota 1050 m in località Valliscione. In tutta l'area è presente una spessa copertura di depositi quaternari data da diamicton a supporto prevalentemente clastico con blocchi di dimensioni anche di alcuni metri con forma per lo più irregolare. Tali caratteristiche corrispondono a quelle di un deposito di versante generato movimenti gravitativi in massa che hanno rimobilizzato antichi depositi di origine glaciale. Verso valle aumenta notevolmente la quantità di materiale fine.

L'accumulo della paleofrana è scomponibile in diversi movimenti franosi. Il corpo franoso che presenta maggior rilievo morfologico corrisponde al grande accumulo posto a ovest di Posallo tra le località Acqua Visc, I Noc, e A Fangaro a quote comprese tra i 4425 m e i 675 m. La testata dell'accumulo è individuabile appena ad est di A. Fangaro. La scarpata è posta a SW di Sorgente di Merla a quota 900 m circa. L'intera paleofrana sembra essere confinata in sinistra idrografica della Valle di Suera.

Tutta questa porzione di versante ha subito movimenti a seguito degli eventi pluviometrici del 26 Novembre. Percorrendo il sentiero che da Sommafiume conduce in località Alpetto in prossimità del crinale roccioso che corrisponde alla scarpata della paleofrana sopra descritta è evidente lo scollamento dei depositi di versante dal substrato roccioso. Con un rigetto che localmente raggiunge i 2 m. Percorrendo il sentiero in direzione Alpetto sono visibili trincee e contropendenze che testimoniano l'instabilità di questo settore di versante.

Le evidenze maggiori di movimento sono in prossimità della Valle Merla dove è presente una grande frana di scivolamento che interessa la copertura detritica. Il piede della frana è posto a quota 950 m in prossimità del T. Merla.

Risalendo il versante sono state osservate una serie di scarpate con rigetto anche di 2 m osservabili sino alla quota di circa 1050 m in corrispondenza della testata della paleofrana. In tutta l'area sono state rilevate grandi venute d'acqua e numerose zone di ristagno. Il deposito risulta essere praticamente saturo.

## **Dinamica del torrente Merla**

In prossimità del torrente Merla un movimento franoso che ha interessato lo spessore di 5-6 m di deposito su una superficie di alcune migliaia di metri quadrati ha generato una colata lungo la Valle Merla che ha raggiunto le località Chignol e Posallo. In corrispondenza dell'attraversamento della strada comunale che da Posallo sale a monte Sparese e monte Vezze la colata è fuoriuscita dall'asta torrentizia provocando danni alla strada per un tratto di circa 80 m prima di proseguire la corsa verso valle sino a raggiungere l'apice della conoide. La colata è stata probabilmente alimentata da altri scivolamenti di detrito lungo l'asta sia in destra che in sinistra. idrografica.

**Comune di Colico (Lc)**

Lungo l'asta sono infatti stati osservati altri due scivolamenti. Il Primo in località Sorgenti di Merla in sinistra idrografica ha interessato una superficie di circa 5000 m<sup>2</sup> mentre il secondo è stato individuato a quota 870 m in destra e occupa una superficie di poche migliaia di metri quadrati.

L'evidenza maggiore della riattivazione della paleofrana risulta essere un grande scivolamento di materiale detritico che interessa una superficie di almeno 0,3 Km<sup>2</sup>. La scarpata è individuabile in prossimità del terrazzo morfologico a quota 900 m; area interessata da un fitto bosco di abeti. La scarpata di frana risulta attualmente avere un rigetto superiore ai 10 m. Per l'intero spessore del rigetto sono presenti depositi di copertura con blocchi di dimensioni fino a qualche m<sup>3</sup>. Nell'ipotesi secondo la quale il movimento franoso fosse limitato solo alla copertura detritica per uno spessore medio di 10-15 m la volumetria del materiale mobilizzabile sarebbe pari circa 3 milioni di m<sup>3</sup>. Allo stato attuale delle conoscenze non si può escludere che il movimento franoso interessi anche parte del substrato roccioso.

Allo stato attuale è difficile prevedere uno scenario di rischio. Permane il rischio che in concomitanza di piogge di una certa intensità si possano verificare altre frane di scivolamento lungo il tratto superiore della Valle Merla al di sopra degli 850 m di quota con possibilità di evoluzione dei fenomeni sotto forma di colate di detrito che potrebbero raggiungere la parte apicale della conoide. Nell'ipotesi in cui il settore di versante a valle della scarpata a quota 900 m dovesse collassare l'area di espansione potrebbe interessare tutto il settore di versante a ovest della località Posallo non escludendo la possibilità che venga interessata anche parte della conoide.

#### Opere di regimazione esistenti

In tempi recenti sono state realizzate, nell'area apicale del conoide, opere di protezione spondale e contenimento di eventuale trasporto solido.

Si tratta di opere migliorative in una situazione di elevato pericolo per le aree di apice della conoide e comunque inferiore nelle aree medio basse dello stesso.

Le opere realizzate hanno permesso la ripermimetrazione della aree ad alto rischio idrogeologico (ex L. 267/98).

## Torrente Perlino

In questa sede si ritiene opportuno far riferimento al dissesto franoso del “Monte Bedolesso”, anche se risultante all’interno del territorio comunale di Dorio, in quanto rappresenta parte del bacino del Torrente Perlino e, presentandosi in forte degrado, genera con il suo movimento un continuo apporto di materiale in alveo.

Il fenomeno gravitativo è localizzato sul versante sinistro idrografico del torrente Perlino, in corrispondenza degli alpeggi della località Monte Bedolesso, ed è costituito da una frana di scivolamento di grosse dimensioni in terreno. In base alle osservazioni di campagna e misure geognostiche il volume della frana è stimabile tra i 20 e i 50 Mm<sup>3</sup> circa.

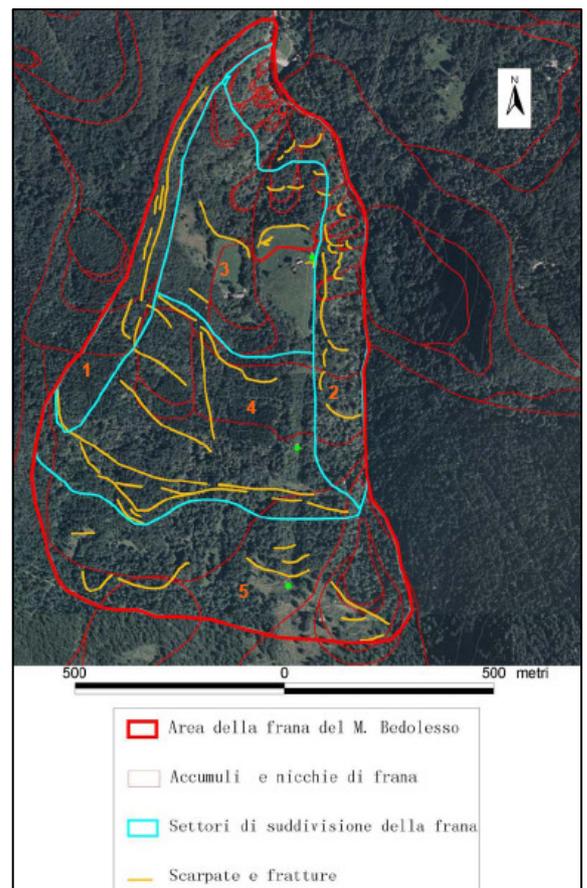
Il corpo di frana, attivo ed in rapida evoluzione, è limitato sul fianco sinistro da una spalla in roccia disarticolata e sul fianco destro, oltre che dall’alveo del torrente Perlino, da un rilievo in roccia. Il torrente Perlino delinea l’unghia del corpo di frana, mentre il limite superiore è marcato dalla scarpata principale tra la quote di 1000 e 1050 m estesa lateralmente per circa 800 m, continua e leggermente concava verso valle con rigetti variabili da un metro a ca 10 m. L’area in frana nel complesso si sviluppa per una lunghezza di circa 1500 m, da quota 1100 m (s.l.m.) a quota 550 m (s.l.m.), ed una larghezza di circa 850 m per una superficie di quasi 1 km<sup>2</sup> (0.9 km<sup>2</sup>).

Gli elementi morfologici caratterizzanti sono scarpate e fratture che permettono di delimitare in maniera sufficientemente chiara l’attuale perimetro di frana.

Il rilievo geologico e morfostrutturale di dettaglio ha consentito l’individuazione delle strutture (fratture o trincee) presenti nell’area di frana e la valutazione dell’entità di spostamento sulla base delle direzioni di allungamento degli apparati radicali di piante lungo le scarpate principali

In base alle strutture rilevate e all’analisi dei dati di spostamento raccolti su tutta l’area, il corpo di frana è stato suddiviso in 5 settori:

- **Settore 1:** Costituisce il fianco sinistro in corrispondenza del quale è presente uno sciame di scarpate di altezza variabile, da qualche decimetro sino al metro. Rappresenta una zona caratterizzata da movimenti con prevalente componente di taglio e spostamenti verticali dell’ordine dei 2-3 m circa;
- **Settore 2:** Composto dal fianco destro e dal piede mediamente ripido, è limitato dal T. Perlino che a quota 650 m s.l.m. presenta una significativa ansa



Vista dell’area di frana del Monte Bedolesso e individuazione settori di criticità

**Comune di Colico (Lc)**

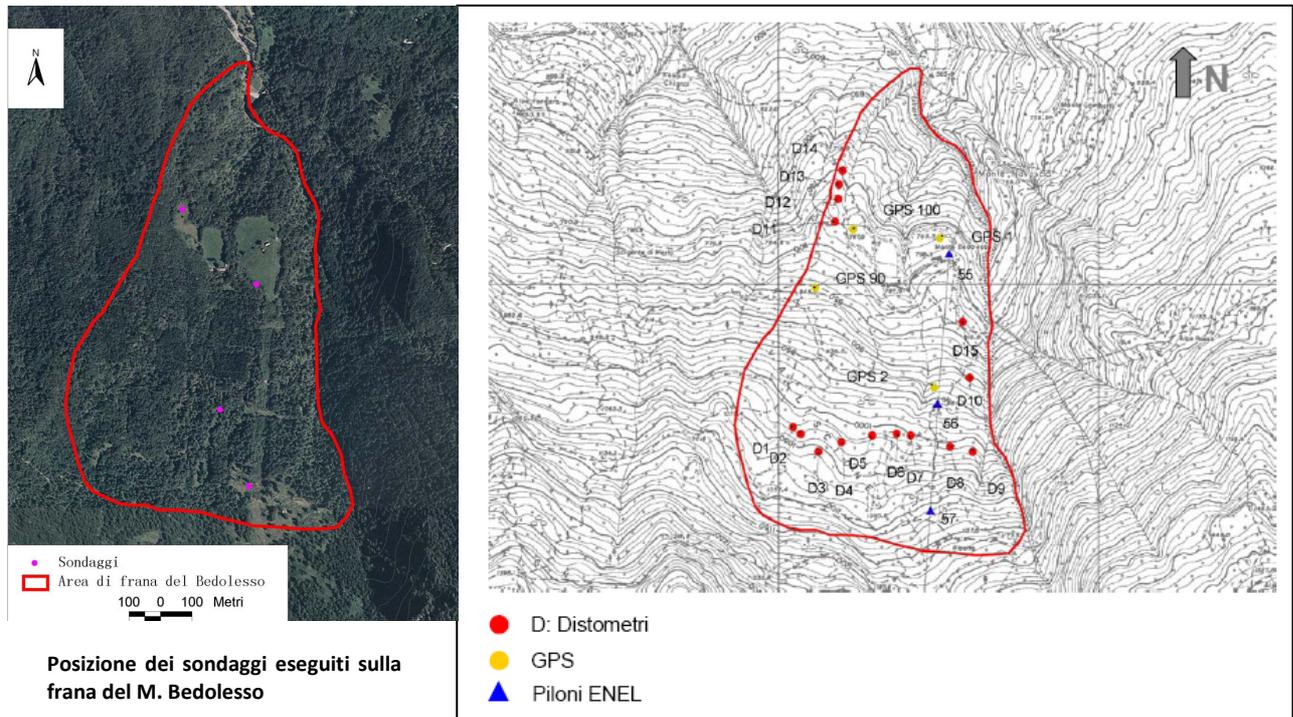
prodotta da un antico accumulo di frana; sono abbondanti i dissesti superficiali;

- **Settore 3:** Denominato settore del “Bedolessso basso” è limitato a monte dal cambio di pendenza in corrispondenza della quota 850 m e a valle dal settore 2. Comprende il pilone n° 55 della linea elettrica Soazza – Bovisio e costituisce il vero e proprio accumulo del movimento franoso; in esso è stato ubicato un pluviometro;

- **Settore 4:** Denominato settore del “Bedolessso alto” è collocato tra la scarpata principale, sita ad una quota variabile fra 1000 e 1030 m s.l.m. e quota 850 m. Coinvolge il pilone n° 56 della linea elettrica dell’alta tensione e rappresenta il settore di scarpata dove si concentrano la maggior parte delle strutture più significative e le emergenze idriche principali;

- **Settore 5:** Tale settore, compreso tra la scarpata principale e l’Alpetto, rappresenta l’area in recente evoluzione per arretramento della scarpata a quota 1000 m.

Nell’area della frana del M. Bedolessso sono stati eseguiti 4 sondaggi ed è stata realizzata una rete di monitoraggio operante dal Febbraio del 2002 fino al Febbraio 2003.



Distribuzione della rete di monitoraggio della frana installata e monitorata dal dott. Depoli

Ricostruzione eventi e relativi studi dal 1997 al 2008

Il primo evento di dissesto documentato recentemente risale al 1997 in corrispondenza di alcuni fenomeni di alluvionamento lungo l’alveo del T. Perlino. In tale occasione non era stato possibile identificare movimenti dell’area in frana. La prima segnalazione di attivazione del fenomeno è del giugno 2001 a seguito dei problemi riscontrati lungo la linea dell’Alta Tensione ENEL.

Nel Novembre 2001: viene presentato il “Progetto di monitoraggio movimento franoso monte Bedolessò Comuni di Colico e Dorio” e nel Febbraio 2002: inizia la misurazione della rete di monitoraggio prevista dagli uffici tecnici della Regione Lombardia. La rete include: monitoraggio topografico dei piloni della linea elettrica (ENEL), 15 basi distometriche, 2 postazioni di monitoraggio GPS, 10 fessurimetri a vetrino, 1 stazione meteorologica, 1 stazione idrometrica.

I dati acquisiti sul fenomeno franoso in località Bedolessò non evidenziavano movimenti significativi (Aprile 2002 e Maggio 2002).

Nel Novembre 2002 si è verificato un primo dissesto sul movimento franoso del Monte Bedolessò.

Nel Marzo 2003 la Comunità Montana della Valsassina - Valvarrone - Val d’Esino e Riviera incarica il Dip. di Scienze Geologiche e Geotecnologie dell’Università degli Studi di Milano Bicocca di effettuare uno studio geologico, geomeccanico per l’area dell’Alto Lario. Lo studio è presentato nell’Aprile 2004.

Tra il 2003-2004 vengono eseguiti 3 sondaggi sul corpo di frana del Monte Bedolessò, una campagna di indagini geofisiche (sismica) e l’inizio di misure di monitoraggio in foro, nonché la prosecuzione di misure sui capisaldi GPS.

Nel periodo 2005-2007 sono state realizzate opere di regimazione dell’alveo del Torrente Perlino con l’esecuzione di n. 2 briglie e vasche di accumulo; nel periodo 2007 -2010 sono state progettate opere di stabilizzazione su frana Bedolessò e Torrente Perlino

Nel 2008 a seguito dell’innesco di una colata detritica è stato eseguito un intervento in somma urgenza per lo svasso delle vasche e per aumentare la funzionalità idraulica della vasca di monte in corso di realizzazione. Nel periodo 2008 – 2009 sono state realizzate alcune opere necessarie al drenaggio delle acque dal Monte Bedolessò. Nel 2009 si è verificato l’innesco di una colata detritica ed è stato eseguito un intervento in somma urgenza per lo svasso delle vasche

Gli eventi alluvionali del luglio 2008 e del settembre 2009 hanno comportato il verificarsi di importanti colate detritiche innescatesi a seguito della riattivazione della frana del Monte Bedolessò, le quali hanno riempito completamente la vasca di accumulo più a monte (per un volume di circa 6.000 m<sup>3</sup>) e parzialmente quella più a valle (per un volume di circa 8.000 m<sup>3</sup>).

### Dinamica del Torrente Perlino

A livello storico è possibile individuare una discreta evoluzione torrentizia, perlomeno dalla prima metà del XIX sec. Da tale data sino ai nostri giorni, l’evoluzione torrentizia del T. Perlino è stata decisamente limitata con qualche recente episodio di cui si ricorda nei seguenti punti:

**1911:** l’area maggiormente colpita fu il settore di pendio prossimo al cimitero di Villatico, con trasporto di massa di materiale detritico, di cui ancora oggi si notano le evidenze morfologiche. In tale occasione si ebbe la demolizione di una serie di fabbricati, come testimonia il rudere in sinistra idrografica del torrente (vecchio mulino);

**Comune di Colico (Lc)**

**Anni '80:** una piena ha creato danni alle opere di difesa esistenti;

**1997:** esondazione nella porzione distale di conoide con allagamento e danni alle aree di pertinenza di fabbricati.

**2008 e 2009:** alluvionamento alveo ed opere



I confronti cartografici hanno permesso di verificare una situazione di generale stallo della posizione morfologica del T. Perlino dal 1830, ad esclusione del tratto distale coincidente con l'immissione dello stesso nel Lago di Como. Il vecchio paeloalveo e di conseguenza il punto d'immissione nel lago avveniva all'incirca in corrispondenza dell'attuale Hotel Risi.

#### Zonazione pericolosità Torrente Perlino (rif. Bibliografico)

Dalle analisi condotte e dalla ricerca storica è emerso come il T. Perlino sia un torrente in grado di generare colate detritiche. Il fatto che l'asse vallivo abbia una spiccata attitudine alla generazione di colate detritiche non esclude la possibilità di eventi di differente intensità.

Di seguito si riporta uno stralcio dello studio effettuato dal Prof. G. Crosta.

*Sulla base dei risultati del modello di simulazione è stata effettuata una nuova zonazione della pericolosità idrogeologica in conoide. La nuova zonazione è stata definita in relazione alla pericolosità idrogeologica indotta dal Perlino, nelle particolari condizioni di innesco di una colata detritica per brecciatura dello sbarramento naturale formatosi a seguito del collasso parziale del corpo franoso.*

*I limiti sono stati tracciati sulla base della zonazione esistente, le modifiche apportate tengono conto dei risultati della modellazione numerica di espansione di colate detritiche caratterizzate da differente intensità (50.000 m<sup>3</sup>, 95.000 m<sup>3</sup> circa).*

*La zona di conoide è stata suddivisa nelle seguenti classi di pericolosità:*

**Comune di Colico (Lc)**

- **Classe 5:** zona a pericolosità molto alta. Ricadono in questa classe l'alveo del torrente, le sue pertinenze ed altre vie preferenziali di flusso (paleoalvei, zone topograficamente depresse).
- **Classe 4:** zona ad alta pericolosità. Comprende le aree con alta probabilità di essere inondate dalla rimobilizzazione del materiale solido. Comprende le porzioni di conoide che, in base ai risultati della modellazione sono state interessate da spessori di flusso generalmente superiori a 0.5 m.
- **Classe 3:** zona con media probabilità di essere interessata da fenomeni di esondazione. Comprende la porzione di conoide inondabile dal potenziale evento di colata detritica indotta dalla brecciatura dello sbarramento naturale da spessori di flusso bassi (generalmente inferiori a 0.5 m).
- **Classe 2:** zona con bassa probabilità di essere interessata da fenomeni di esondazione. Comprende le porzioni della conoide che, in ragione della morfologia locale e della ubicazione rispetto al canale risultano protette e presentano una bassa probabilità di inondazione anche in caso di eventi estremi.

La zonazione è stata effettuata in relazione all'attuale stato di fatto; la valutazione della destinazione del flusso non tiene conto della presenza di opere messe a protezione della porzione apicale del conoide (per esempio vasca di accumulo in progetto). Rispetto alla precedente zonazione le principali modifiche interessano il conoide nel settore a valle della strada statale. La zonazione nella porzione prossimale è stata mantenuta corrispondente alla precedente.

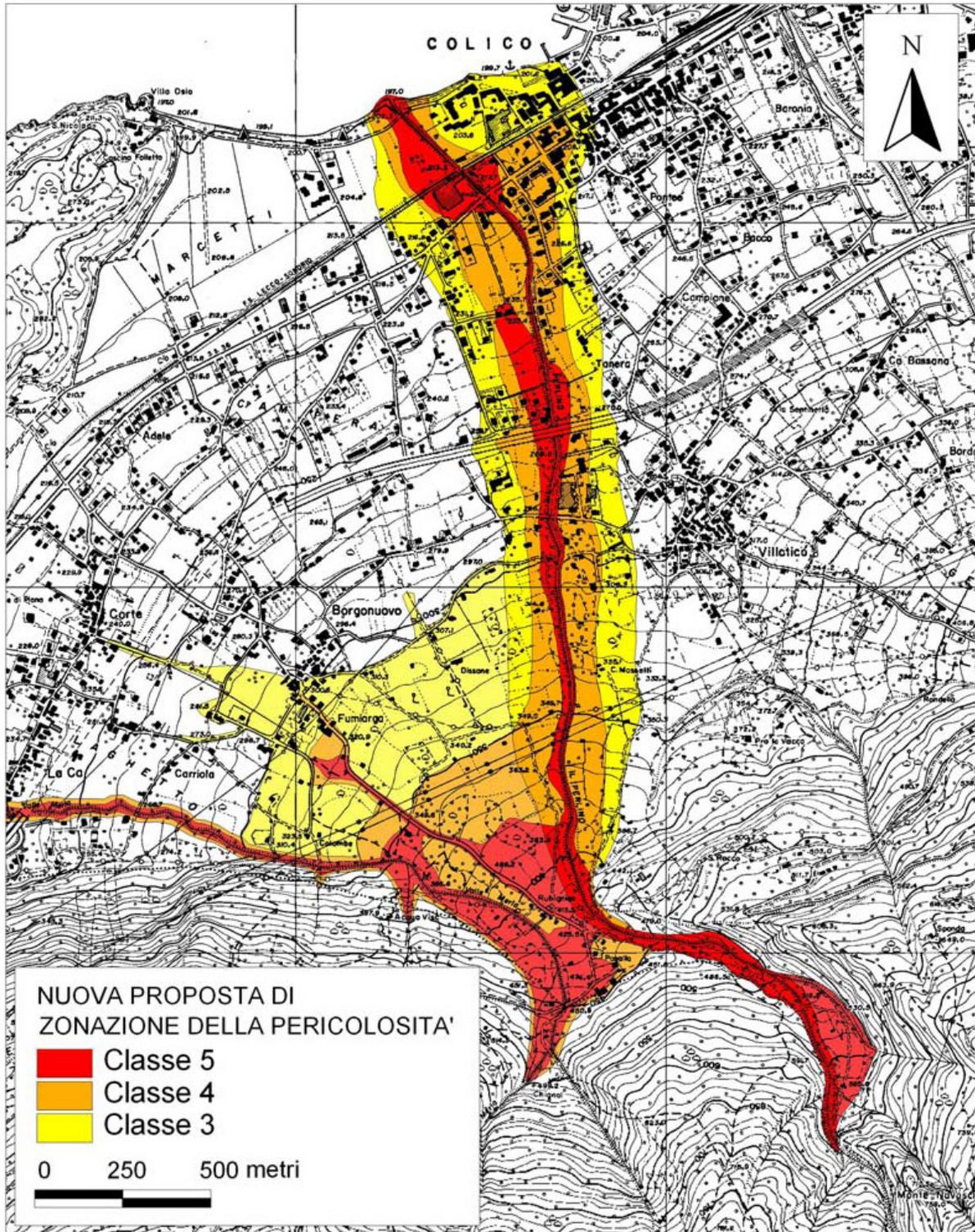
Mediante il suddetto studio è stato caratterizzato il possibile sviluppo evolutivo del flusso con elevato trasporto solido innescato dal cedimento dello sbarramento naturale lungo il corso del torrente Perlino, provocato dall'eventuale collasso della frana del Bedolessio. Avendo ipotizzato un'altezza media dello sbarramento pari a 20 m ed una portata dal bacino di  $45.2 \text{ m}^3/\text{s}$ , corrispondente ad un tempo di ritorno centennale, l'invaso che si formerebbe a monte raggiungerebbe il colmo in circa 30 minuti.

Sulla base degli idrogrammi di piena in uscita dalla breccia è stata ricostruita la possibile dinamica evolutiva della colata detritica lungo l'asta ed in conoide. Le condizioni per le simulazioni di rottura e di espandimento in conoide della colata detritica sono state definite sulla base degli studi effettuati sul movimento franoso e per confronto di altri eventi storici di rottura di sbarramenti descritti in letteratura. È stata valutata la sensibilità dei risultati delle modellazioni relativamente ad alcuni parametri critici in ingresso.

L'area di conoide considerata per la valutazione degli effetti della piena si colloca ad una buona distanza dall'ipotetico punto di rottura dello sbarramento (circa 3000 m). Per questo motivo risultano poco influenti i dettagli della simulazione di brecciatura, dal momento che sull'evoluzione dell'onda di piena predominano altri effetti che si determinano durante il deflusso verso valle (es: attenuazione, tempo necessario allo spostamento). La propagazione dell'onda di piena in conoide risulta controllata essenzialmente dalla topografia delle aree esondabili e dai volumi mobilizzabili.

Le simulazioni di espandimento della colata hanno permesso di identificare le aree potenzialmente inondabili. Per quanto riguarda la porzione in conoide il processo di deposizione interesserebbe entrambi i lati del canale per una estensione di 150 m circa; la fascia esondata si amplia nella porzione della conoide a valle della strada provinciale. Gli spessori raggiunti dal flusso dipendono dal volume totale di materiale mobilizzato. È evidente che gli effetti potrebbero essere diversi nel caso di mancata manutenzione dell'alveo con conseguente diminuzione della sezione libera.

*Sulla base di queste osservazioni del dott. Crosta è stata sviluppata una carta che riporta le perimetrazioni possibili con gli eventi di piena e di debris flow ipotizzati. Si ribadisce che lo studio dell'università non ha tenuto conto dei lavori in progetto, in fase di esecuzione e realizzati dal 2004 ad oggi e che difatti attenuano il grado di rischio in alcuni settori del conoide.*



Proposta di zonazione in classi di pericolosità idrogeologica dei torrenti Perlino in base ai risultati della modellazione numerica. Nella figura sono rappresentata con colori più chiari la delimitazione in classi mantenuta dalla zonazione precedente.

**Comune di Colico (Lc)**

### Opere di regimazione esistenti

Per quanto riguarda le opere di regimazione esistenti sul T. Perlino si riporta una cronologia delle opere realizzate:

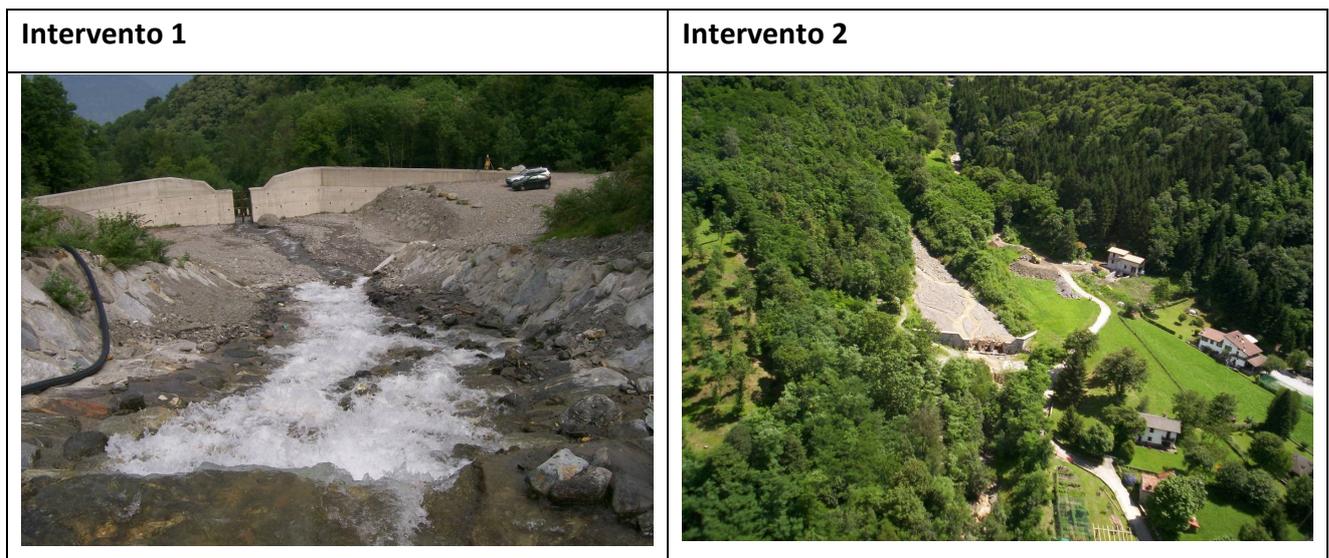
- **2004 - "Opere di regimazione idraulica del Torrente Perlino e Inganna nei Comuni di Colico e Dorio"**

Sono state realizzate opere in tre distinti settori di intervento:

Intervento 1: costituito dalla briglia selettiva a fessura, ubicata nella parte alta della piccola valle destinata ad ospitare gli interventi, e tutti gli interventi ad essa connessi: vasca di accumulo, argine di sbarramento ed il tratto di strada di servizio realizzata ex novo per accedere in sponda destra alla vasca;

Intervento 2: è costituito dalla briglia selettiva a griglia ubicata allo sbocco della valle, all'apice del conoide di deiezione del Perlino;

Intervento 3: consiste nell'adeguamento della pista carrabile esistente per renderla idonea come strada di servizio per consentire lo svasso e la manutenzione delle opere.



- **2007 - Opere di stabilizzazione paleofrana e monitoraggio Torrente Perlino e Minori, Loc. Bedolessio in comune di Dorio e Colico (LC)**

Gli interventi hanno riguardato l'esecuzione di una serie di opere in grado di drenare le acque presenti all'interno del corpo frana in posizioni facilmente raggiungibili dalla viabilità esistente. Gli interventi in progetto possono essere così riassunti:

#### Trincee drenati

Canale di gronda realizzato con massi a secco in modo da drenare le acque del versante oltre che realizzazione di tubazioni drenati suborizzontali con lunghezza di 50 m in modo da captare anche le acque di infiltrazione profonda.

**Comune di Colico (Lc)**

Captazioni di acque di versante mediante realizzazione di soglie e briglie realizzate con pietrame e cls, scogliere di raccordo e posa di tubazione drenanti sub orizzontali di lunghezza 50 metri.

Vasca di raccolta acque in cls e posa di condotta di adduzione dal monte Bedolesso al torrente Perlino.

Sistema di monitoraggio.

- **2009 - "Lavori di pronto intervento per regimazione idraulica del torrente Perlino"**

Gli interventi sono stati eseguiti ad ampliamento della vasca di accumulo più a monte esistente e a regimazione del tratto in ingresso ad essa, poiché in questa zona il corso d'acqua presentava ancora caratteristiche di tipo torrentizio, con elevate pendenze e andamento dell'alveo irregolare, caratterizzato da accumuli di materiale in alveo e privo di regimazioni spondali. La sistemazione idraulica ha previsto la realizzazione di opere per aumentare il volume di invaso della vasca oltre che un ripristino dell'attraversamento esistente più a monte che era in evidente pericolo di crollo. In sintesi gli interventi realizzati sono stati:

Vasca: aumento della capacità di accumulo tramite demolizione della briglia esistente in corrispondenza del lato di monte della vasca stessa ed il rifacimento di una briglia, con caratteristiche sostanzialmente analoghe, in posizione arretrata;

Rivestimento del fondo alveo in selciato realizzato con grossi massi sbozzati.

Realizzazione di sponde in scogliera in massi ciclopici

Riprofilatura fondo alveo e rifacimento canale con stabilizzare il fondo mediante formazione di soglie di fondo

Realizzazione di soglia di fondo a stabilizzazione dell'alveo.

- **2011 - progetto "Opere di Regimazione idraulica del Torrente Perlino e realizzazione nuova Vasca di Accumulo a difesa dalla frana di Bedolesso"**

Attualmente sono in progetto opere di regimazione idraulica del torrente Perlino con realizzazione di una nuova vasca di accumulo. L'obiettivo dell'intervento sarà quello di ampliare la capacità di accumulo dei materiali trasportati dal Torrente Perlino in un tratto di alveo posto a monte del centro abitato di Colico e compreso tra le briglie (intervento 1 e intervento 2, 2004) esistenti.

Sono state previste opere di risagomatura e livellamento dei rilevati, opere di consolidamento piede dei rilevati, consolidamento soglie, formazione selciato, realizzazione nuove briglie e difese spondali.

## Torrente Inganna

Presenta una superficie di circa 5 kmq ed un dislivello fra la quota più alta (2640 m) e lo sbocco sul conoide (450 m) di 2190 m.

Dal punto di vista litologico - strutturale l'area sottesa dal bacino risulta discretamente tettonizzata; le unità scistose del Monte Legnone, sono attraversate da differenti sistemi di frattura che si esplicano in forma di notevoli zone cataclatate.

### Dinamica del torrente Inganna

Da un'analisi storica i dati reperiti permettono di definire un'evoluzione torrentizia del Torrente Inganna discreta, perlomeno dalla seconda metà del XV secolo. In particolare:

**1469: piena del torrente Inganna.** Nel giugno del 1469 la piena del torrente provocò gravi danni all'abitato di Colico; seppellì l'allora importante centro di S. Giorgio ed il primitivo nucleo di Colico.

**Secolo XV: periodiche esondazioni.** I dati storici individuano una continua dinamica torrentizia con azione distruttiva nella parte alta del conoide. Nella parte distale, l'apporto continuo di materiale fine (ben riscontrato negli scavi e nelle indagini geognostiche), contribuiva a rendere paludoso gran parte dell'antico pascolo. E' in tale periodo (probabilmente) che si annovera una delle travolgenti alluvioni del T. Inganna che distrusse e fece diventare alcuni luoghi un "deserto", da cui la località della frazione di Curcio. In tale sito l'antico cascinale denominato "Deserto" fu costruito nel 1600 e esiste ancora tutt'oggi.

**Secolo XVIII.** In tale periodo si ebbe probabilmente un ulteriore evento distruttivo, che interessò l'antica chiesa di S. Giorgio, di cui oggi rimane la piccola cappelletta lungo la via Nazionale;

**Anni '80:** una recente piena ha creato danni alle opere di difesa esistenti;

**1820 Prime Opere di difesa** realizzate dall'Ing. Roussellin all'apice del T. Inganna in loc. Robustello, con difese spondali a protezione delle frazioni di Villatico e di Colico.

**1951.** Alluvione e divagazione del torrente Inganna (vedi foto volo GAI 1954)

### Opere di regimazione esistenti

Si è provveduto negli anni passati ad effettuare una serie di interventi lungo l'asta torrentizia, sia nel tratto di monte sia nel tratto di conoide, ove gli interventi si rendono necessari per la protezione dei nuclei abitati presenti.

Ulteriori opere e manutenzioni hanno portato alla ripermimetrazione delle aree ex L. 267/98.

Per quanto attiene l'alveo nella parte montana sono presenti, nel tratto compreso fra la quota 650 e 450, una serie di briglie di contenimento, che contribuiscono alla regolarizzazione del fondo ed al conseguente rallentamento dei detriti trasportati dalla corrente.

**Comune di Colico (Lc)**

Le difese spondali sono pressochè assenti e limitate ad un piccolo tratto in destra idrografica, a quota 500.

Nella parte di conoide sono stati, nei tempi passati, predisposti alcuni progetti di sistemazione dell'alveo, che per gran parte del suo percorso risulta regimato sia con opere trasversali che con interventi longitudinali

Gli interventi effettuati consistono in una serie di briglie ravvicinate di compensazione del profilo longitudinale dell'asta torrentizia ed arginature in sinistra e destra idrografica.

La sezione è decisamente ampia (media di 30 m) e garantiscono un buon deflusso alle acqua di piena; gli interventi terminano poco prima della statale 36, per poi riprendere immediatamente a valle della stessa, per tutto il restante percorso del torrente.

Una situazione particolare si determina nel tratto centrale del corso d'acqua, ove l'alveo è stato regimato con una serie di opere trasversali; queste, completamente pianeggianti, sono prive di una gaveta centrale e presentano un'altezza che determina, in alcune situazioni, un franco negli argini laterali di poco superiore a 50 cm.

In questo tratto, l'alveo è molto ampio ed è in grado di defluire l'onda di piena, ma occasionali accumuli detritici possono produrre deviazioni nella corrente verso il lato destro ove, oltre alla limitata altezza dell'argine nel punto di ammorsamento della briglia, l'alveo risulta notevolmente pensile.

Lungo la conoide si individuano sostanzialmente alcuni punti critici in cui il corso d'acqua potrebbe, in caso di eventi meteorologici significativi, creare dei problemi:

- Attraversamento strada comunale Villatico – Chiaro
- Attraversamento strada SS 36
- Il tratto prossimo alla strada provinciale statale, e del tratto di FFSS;
- Il tratto a valle della ferrovia.
- Tratto apicale di Conoide

Nelle Tavole di P.S. 267 la conoide del T. Inganna risulta Zonata e si individuano alcuni settori di rischio; la valutazione effettuata individua dubbi sulla validità dei processi di esondazione all'apice del conoide, ove la sponda destra idrografica risulta decisamente più bassa (almeno 2 m) rispetto a quella sinistra e non presenta (quella destra) opere di difesa.

Si ritiene pertanto che possano sussistere elementi tali da ipotizzare, in caso di piena catastrofica e/o trasporto di massa, rischi di esondazione in destra idrografica.

Tale eventualità potrebbe determinare lo scorrimento di acque e/o materiale lungo la strada comunale Chiaro – Robustello, che, come la maggior parte delle strade, percorre quello che anticamente era un paleoalveo.

### Zonazione della pericolosità (rif.bibliografici . C. Depoli)

L'ambito di conoide è stato suddiviso in varie **classi di pericolosità**, così caratterizzate:

- pericolosità molto bassa (H1): area che per caratteristiche morfologiche ha basse o nulle probabilità di essere interessata da fenomeni di dissesto
- pericolosità bassa (H2): (ambito di costruzione) area mai interessata nel passato da fenomeni alluvionali documentati su base storica o area protetta da opere di difesa idraulica ritenute idonee anche in caso di eventi estremi con basse probabilità di essere interessata da fenomeni di dissesto.
- pericolosità media (H3): area interessata nel passato da eventi alluvionali e da erosioni di sponda documentati su basi storiche; area con moderata probabilità di essere esposta a fenomeni alluvionali (esondazione) ed a erosione di sponda. In particolare si possono avere deflussi con altezze idriche ridotte (massimo 20-30 centimetri) e trasporto di materiali sabbioso-ghiaiosi.
- pericolosità alta (H4): area con alta probabilità di essere interessata da fenomeni di erosioni di sponda e di trasporto in massa e/o di trasporto solido con deposizione di ingenti quantità di materiale solido, con danneggiamento di opere e manufatti.
- pericolosità molto alta (H5): comprende l'alveo attuale con le sue pertinenze ed eventuali paleoalvei riattivabili( non sono presenti nell'area paleoalveo) in caso di piena ed eccezionalmente porzioni di conoide.

Nel territorio studiato sono state individuate tutte le classi sopraelencate.

La zona pertinente all'attuale attività del torrente risulta essere classificata come pericolosità H5, tale ambito risulta limitato alla sola zona di alveo in quanto si è rilevata la presenza di opere di difesa idraulica efficienti.

Data la brusca curva che il torrente effettua alla quota di circa 450 m s.l.m. e data l'analisi storica condotta ed in conformità con la zonazione del P.S 267 si è classificato l'ambito nelle immediate vicinanze del torrente, nella parte apicale del conoide, in destra idrografica come appartenente alla classe di pericolosità alta (H4).

Considerando la possibile dinamica evolutiva di una colata di materiale semiliquido, (es. collasso frana nel bacino) si è considerato opportuno delimitare l'area immediatamente a valle con una classe a pericolosità inferiore, H3, per un'area limitata.

La restante parte del conoide , in destra idrografica sino al limite della strada Provinciale, è stato considerato appartenente alla classe di pericolosità bassa in quanto l'attuale concentrazione di edifici, unitamente alle difese idrauliche presenti, fanno sì che la possibilità che questa area possa essere coinvolta da un evento di esondazione del torrente sia molto limitata.

La parte a valle della strada statale sino al limite indicativo individuato per il conoide si ritiene appartenere alla classe di pericolosità molto bassa (H1) per motivi geomorfologici e per le evidenze emerse dall'analisi storica, nonché per la struttura antropica di difesa, rappresentata dalla SS 36.

Successivamente sono stati definiti gli **elementi esposti al rischio**, raggruppati secondo varie classi ricavate dall'accorpamento di più classi d'uso del suolo in quattro classi di elementi a rischio. Ovviamente il rischio maggiore è stato associato ai nuclei urbani esistenti e alle future aree di espansione.

L'analisi congiunta mediante matrice delle classi di pericolosità e degli elementi del rischio permette di produrre la **zonazione del rischio** che rappresenta una considerazione di valore economico dei dati che potrebbero derivare da un fenomeno di esondazione, da non confondersi pertanto con la pericolosità, ovvero l'effettivo pericolo a cui è soggetta l'area.

Tale zonazione **vale pertanto all'atto dello stato di fatto** della presente verifica e verrà conseguentemente aggiornato ogni qualvolta cambierà la situazione urbanistica (nuove strutture private e/o infrastrutture pubbliche).

Per l'ambito di conoide in esame si sono individuate sostanzialmente quattro zone:

- R4: trattasi di un'area limitata, compresa indicativamente, tra le quote 260 e 200, in destra idrografica, orientata indicativamente in senso parallelo al torrente;
- R3: le case immediatamente a nord della precedente area di rischio.
- R2: l'ambito di alveo del torrente e tutta la porzione del tratto apicale ed a N delle precedenti aree
- R1: tutta la restante parte di conoide.

Per esemplificare tali classificazioni di seguito si riporta brevemente il significato di ogni classe di rischio idraulico ed idrogeologico:

- R1: moderato, per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali;
- R2: medio, per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche;
- R3: elevato, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale;
- R4: molto elevato, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio-economiche.



**Comune di Colico (Lc)**

#### 4.4 CARTA DEGLI ELEMENTI GEOLOGICO TECNICI (T4)

Questa tavola è un elaborato molto interessante che fornisce una prima caratterizzazione geotecnica dei terreni del territorio comunale e permette un inquadramento delle problematiche esecutive sia nelle eventuali nuove aree di espansione sia all'interno dell'area urbanizzata.

E' stata redatta sulla base delle personali conoscenze acquisite in numerose indagini geognostiche e geotecniche condotte su singole aree ed in base ai dati raccolti dai costruttori in differenti località.

Sulla base della correlazione di dette informazioni è stata elaborata la tavola proposta nel presente lavoro dove sono riportate differenti aree che rappresentano non tanto il tipo di terreno in relazione alla sua origine, ma il tipo di terreno in funzione delle sue caratteristiche geotecniche.

Nella tabella sottostante sono riassunti i dati geotecnici relativi ai depositi superficiali:

Depositi	Angolo di attrito medio	Peso di volume saturo
Sedimenti distali di conoide e/o lacustri	26°	1.80 t/mq
Sedimenti alluvionali di conoide	36°	2.10 t/mq
Sedimenti alluvionali antichi	36°	2.00 t/mq
Eluviale	28°	1.90 t/mq
Detritico	35°	1.90 t/mq
Glaciale	32°	2.00 t/mq

Il substrato lapideo presenta un comportamento meccanico rigido dipendente dalle deformazioni subite dallo stesso.

Sono stati inoltre inseriti alcuni grafici relativi a prove penetrometriche dinamiche effettuate prevalentemente nell'area urbana nella zona di raccordo tra un ambito di conoide distale e i depositi alluvionali lacustri e due indagini sismiche MASW.

#### **4.5 CARTA DEI DISSESTI CON LEGENDA UNIFORMATA P.A.I. (T10)**

All'interno dell'ambito territoriale sono state riportate le aree interessate da fenomeni di dissesto in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici come segue:

- frane:
  - Fa, aree interessate da frane attive - (pericolosità molto elevata);
  - Fq, aree interessate da frane quiescenti - (pericolosità elevata);
- dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua (erosioni di sponda, trasporto di massa):
  - Ee, aree potenzialmente coinvolte da fenomeni con pericolosità molto elevata.
  - Em, aree potenzialmente coinvolte dai fenomeni con pericolosità moderata o media
- trasporto di massa sui conoidi:
  - Ca, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità molto elevata);
  - Cn, aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa (pericolosità media o moderata);
- valanghe:
  - Ve, aree di pericolosità elevata o molto elevata;

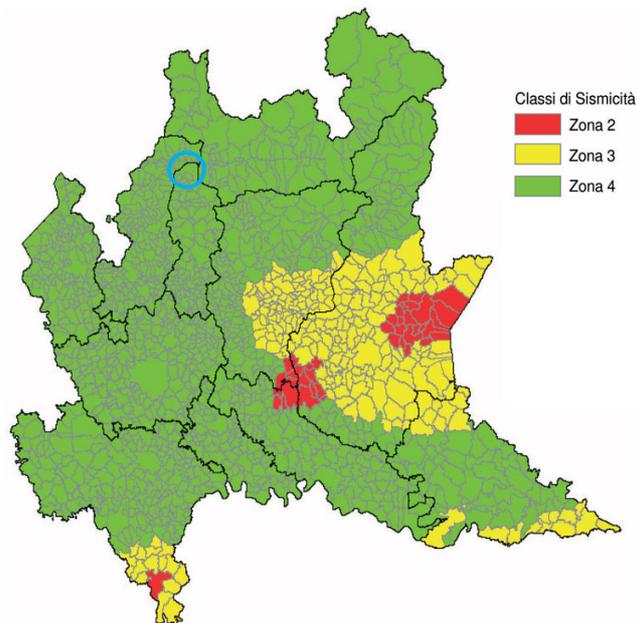
Inoltre, sono state riportate le aree a rischio idrogeologico molto elevato (ambiti di frana evidenziati dall'ex legge 267/98 come "Zona 1" e "Zona 2" e ambiti di esondazione evidenziati dall'ex legge 267/98 come "Zona 1" e "Zona 2") e le fasce fluviali del Fiume Adda (Fasce A, B e C).

## 5 PIANO DELLE REGOLE

## 5.1 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI PRIMO LIVELLO (T5)

Dalla primavera del 2004 è stata approvata una normativa sismica che individua sul territorio nazionale quattro classi di sismicità.

Il territorio lombardo, tutto classificato sismico, presenta gradi di sismicità differenti. Le aree ad alto e medio rischio di classe 2 e 3 riguardano diversi comuni posti in provincia di Brescia, Bergamo, Cremona e Pavia. La classe 4 a basso rischio interessa invece il resto del territorio. Nelle due classi più critiche la normativa prevede che nella progettazione di edifici ed opere infrastrutturali si tenga conto degli effetti di amplificazione sismica dati dalla natura dei terreni e delle rocce in modo da realizzare strutture in grado di sopportare gli effetti delle scosse.



### Area Tematica: RISCHIO NATURALE

**Nome indicatore:** Classificazione sismica

**Finalità:** Fornire una misura dei diversi gradi di pericolosità sismica presenti nel territorio lombardo, anche in relazione alle norme tecniche da applicarsi per la costruzione antisismica (ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274/2003)

**Modello concettuale DPSIR:** Risposta

**Fonte dei dati:** Regione Lombardia

**Carta del rischio sismico. Il comune di Colico, cerchiato in azzurro, ricade in classe di sismicità 4.**

La metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

**1° livello:** riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) sia di dati esistenti.

**Comune di Colico (Lc)**

Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione di una carta della pericolosità sismica locale sulla quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

**2° livello:** caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

L'applicazione del secondo livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunale fornita dal Politecnico di Milano).

Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore (ad es. i comuni in zona 3 utilizzeranno i valori previsti per la zona 2).

Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle aree PSL, individuate attraverso il primo livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) e interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.

Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, nelle aree PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della d.g.r. n. 14964/2003; ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e per le zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5 della Tabella 1 dell'Allegato 5) non è prevista l'applicazione degli studi di secondo livello, ma il passaggio diretto a quelli di terzo livello, come specificato al punto successivo.

**Nel territorio comunale di Colico all'interno delle previsioni di piano NON è programmata la realizzazione di nuovi edifici strategici.**

**3° livello:** definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di terzo livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul SIT regionale. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del secondo livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5).

Il terzo livello è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Gli approfondimenti di secondo e terzo livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

La carta della pericolosità sismica locale permette anche l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari.

SIGLA	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CLASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi.	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti.	H2 – livelli di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana.	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale).	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio H > 10m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica).	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite – arrotondate.	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivo.	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio - lacustre.	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri lacustri).	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale.	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico – meccaniche molto diverse.	H2 – livello di approfondimento 3°

Per quanto riguarda il territorio comunale di Colico gli effetti presi in considerazione sono:

- Effetti di instabilità (Z1a, Z1b e Z1c)
- Effetti di cedimenti e/o liquefazioni (Z2)
- Effetti di amplificazione topografica (Z3a)
- Effetti di amplificazione litologica e geometrica (Z4a, Z4b, Z4c e Z4d)
- Effetti di comportamenti differenziali (Z5).

**Comune di Colico (Lc)**

## 5.2 CARTA DI SINTESI (T6)

La carta di sintesi rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che la genera. Pertanto tale carta è costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico - geotecniche, vulnerabilità idrauliche ed idrogeologiche omogenee.

Vengono di seguito definiti gli ambiti di pericolosità e di vulnerabilità che costituiscono la legenda della carta di sintesi. La sovrapposizione di più ambiti determina dei poligoni misti per pericolosità determinata da più fattori limitanti. La delimitazione dei poligoni è stata realizzata con valutazioni circa la pericolosità e le aree di influenza dei fenomeni desunte dalla fase di analisi precedente.

### ➤ **Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti**

La seguente voce comprende sia aree interessate da fenomeni di instabilità dei versanti già avvenuti, delimitabili in base a evidenze di terreno e/o in base a dati storici, sia aree che potenzialmente potrebbero essere interessate da fenomeni.

- Aree soggette a crolli di massi (attivo);
- Aree di frana attiva e quiescente;
- Ambito a potenziale evoluzione morfologica.

### ➤ **Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico**

- Aree di rispetto idrico di sorgenti e pozzi ad uso potabile.

### ➤ **Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**

- Aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte – pericolosità molto elevata
- Aree potenzialmente coinvolte da fenomeni con pericolosità molto elevata o elevata
- Aree potenzialmente coinvolte da fenomeni con pericolosità elevata

### ➤ **Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche**

- Sedimenti di conoide distale e/o lacustre caratterizzati da una bassa soggiacenza della falda

### ➤ **Area a rischio idrogeologico molto elevato**

- Ambiti di frana - Zona 1 e Zona 2 (ex legge 267/98)
- Ambiti di esondazione- Zona 1 e Zona 2 (ex legge 267/98)

### 5.3 CARTA DEI VINCOLI (T7)

Sono rappresentate su questa carta le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89 (cfr. Parte 2 - Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata) ed in particolare:
  - Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico (Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali), approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001) approvato con Legge 18 maggio 1989, n.183, art.17, comma 6 ter, adottato con deliberazione del comitato Istituzionale n.18 in data 26 aprile 2001;
  - Quadro del dissesto come presente nel SIT regionale derivante:
    - dall'aggiornamento effettuato ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del P.A.I. per i comuni che hanno concluso positivamente la verifica di compatibilità;
    - dall'Elaborato 2 del P.A.I. "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici" (quadro del dissesto originario) per i comuni che non hanno proposto aggiornamenti e non li propongono con lo studio di cui alla presente direttiva;
    - dalle proposte di aggiornamento fatte all'Autorità di Bacino dalla Regione Lombardia per i comuni compresi nell'Allegato A alla D.G.R. 7/7365, sulla base dei contenuti degli studi geologici ritenuti già compatibili con le condizioni di dissesto presente o potenziale, ai sensi dell'art. 18, comma 1, delle N.d.A. del P.A.I.;
  - Quadro del dissesto proposto in aggiornamento al vigente con lo studio di cui alla presente direttiva, come specificato al paragrafo "Carta del dissesto con legenda unificata a quella del P.A.I."
  - Aree ad elevato rischio idrogeologico – Ambiti di frana e di esondazione ZONA 1 e ZONA 2.

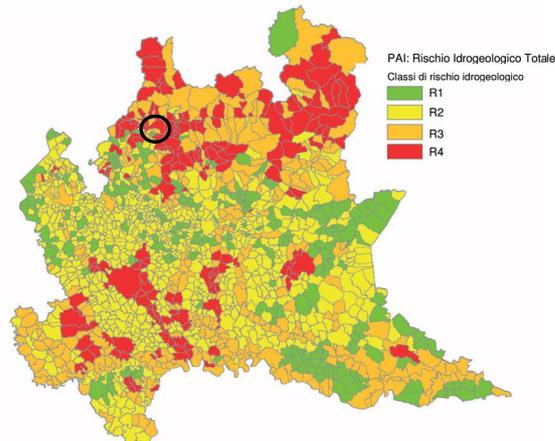
Sono state individuate 4 classi di rischio:

- **R1 Rischio moderato**: danni economici attesi marginali;
- **R2 Rischio medio**: danni che non pregiudicano l'incolumità delle persone e che parzialmente pregiudicano la funzionalità delle attività economiche;
- **R3 Rischio elevato**: possibili effetti sull'incolumità degli abitanti, gravi danni funzionali a edifici e infrastrutture e parziale perdita della funzionalità delle attività socioeconomiche;
- **R4 Rischio molto elevato**: possibili danni alle persone, edifici, infrastrutture e distruzione delle attività economiche.

**Il comune di Colico, secondo tale classificazione, risulta avere un rischio molto elevato R4.**

**Stato di attuazione dei piani stralcio: Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Piano delle Fasce Fluviali**

PAI - CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO TOTALE



**Area Tematica: RISCHIO NATURALE**

**Nome indicatore:** Stato di attuazione dei piani stralcio: Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Piano delle Fasce Fluviali

**Finalità:** Dare un'indicazione dello stato di applicazione del PAI nei comuni lombardi

**Modello concettuale DPSIR:** Risposta

**Fonte dei dati:** Autorità di bacino del fiume Po, Regione Lombardia

**Carta del rischio idrogeologico totale. Il comune di Colico, cerchiato in nero, ricade in classe di rischio idrogeologico 4.**

- Vincoli di polizia idraulica: ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni, sono riportate le fasce di rispetto individuate nello studio finalizzato all'individuazione del reticolo idrico minore. Nella cartografia riprodotta si riportano i vincoli di polizia idraulica secondo le fasce di rispetto riportato nello studio della determinazione del reticolo idrico minore a cura dello scrivente.
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso potabile.
- Geosito ad interesse petrografico.

#### 5.4 CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO (T8 E T9)

La carta di fattibilità viene desunta dalla carta di sintesi e dalla carta dei vincoli (per gli ambiti ricadenti entro le fasce di rispetto fluviale e le aree in dissesto P.A.I.) attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono.

La carta di fattibilità è una carta di pericolosità che fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio. La carta deve essere utilizzata congiuntamente alle "norme geologiche di attuazione" che ne riportano la relativa normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).

La relativa normativa associata (vedi elaborato NTA geologiche) contiene le prescrizioni che considerano la sussistenza di tutti i fenomeni evidenziati. L'efficienza, la funzionalità e la congruità delle opere di difesa idrogeologica presenti contribuiscono alla definizione delle classi di fattibilità.

***Si sottolinea che la normativa P.A.I., ove più restrittiva, prevale sulle norme di attuazione della fattibilità geologica.***

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 2a, 3, 3a, 4 e 4a (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (L.R. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, art. 38).

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Nel territorio comunale sono state individuate le seguenti classi e sottoclassi:

- Classe 2 Fattibilità con modeste limitazioni
  - Classe 2a – Ambiti con scarse caratteristiche meccaniche e /o bassa soggiacenza della falda
- Classe 3 Fattibilità con consistenti limitazioni
  - Classe 3a – Zona 2 ex Legge 267/98
- Classe 4 Fattibilità con gravi limitazioni
  - Classe 4a - Zona 1 ex Legge 267/98

La Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni non è stata individuata nel territorio comunale di Colico.

#### 5.4.1 Classe 2 (gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono, nelle tipologie edificatorie soggette a norma, essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.

La Classe 2 caratterizza le porzioni urbanizzate di conoide.

È stata inoltre definita una **classe 2a** per evidenziare i depositi di conoide distale e alluvionali/lacustri che presentano caratteristiche geomeccaniche scadenti e una bassa soggiacenza della falda idrica.

#### 5.4.2 Classe 3 (arancione) – Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate e per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

La classe 3 è stata evidenziata lungo le fasce di versante di raccordo con la porzione pianeggiante, nell'area compresa dalla Fascia B, in corrispondenza dei Montecchi e negli ambiti in cui la morfologia ha consentito l'instaurarsi di alcuni centri rurali.

È stata inoltre definita una **classe 3a** per gli ambiti corrispondenti alla ZONA 2 della tavola P.A.I. dove si applicano le specifiche delle Norme di Attuazione del P.A.I. di cui agli articoli 49 e 50 riportati integralmente nel capitolo 4 del presente documento.

#### 5.4.3 Classe 4 (rossa) – Fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.R. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Il professionista deve fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non è strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre deve essere valutata la

necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Buona parte del territorio comunale ricade nella classe di fattibilità 4, dove c'è interferenza con la dinamica morfologica dei versanti. Queste aree sono prevalentemente montuose con pendenze elevate e caratterizzate da alvei in erosione ed orli di degradazione.

È stata inoltre definita una **classe 4a** per gli ambiti corrispondenti alla ZONA 1 della tavola P.A.I. dove si applicano le specifiche delle Norme di Attuazione del P.A.I. di cui agli articoli 49 e 50 riportati integralmente nel capitolo 4 del presente documento.

Colico, Ottobre 2011

Il tecnico incaricato

Dott. Geol. Cristian Adamoli

## **6 ALLEGATO – STRATIGRAFIE POZZI COMUNALI**

Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Filtri
0.30		Terreno vegetale		
4.00		Ghiaia grossolana a matrice sabbioso-argilloso, ciottoli da centimetrici a decimetrici		Tubazione eleca acciaio carbonio zincata Ø = 323 mm s = 6 mm
9.00		Ghiaia con ciottoli di dimensioni 10 cm con sabbie micacee argillose		
10.00		Micascisti compatti e ciottoli		
15.00		Ghiaie e sabbie fini	14.10	13.00 Tubazione filtrante: filtro a porite in acciaio Ø = 323 mm s = 6 mm
20.00		Micascisti fessurati e ghiaie con ciottoli cm 5 +10		2/2 Tubazione carbonio zincata Ø = 323 mm s = 6 mm
25.00		Sabbie micacee con rari ciottoli centimetrici		Tubazione eleca c.s.
Fine perforazione				

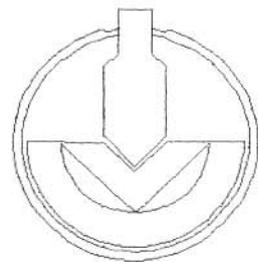
POZZO "BAIT 1"  
Comune di Colico (LC)

Stratigrafia

Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Filtri
3.00		Terreno coltivo con ciottoli e massi		Tubazione cieca acciaio inox 304 Ø = 406 mm s = 6 mm
4.00		Ghiaia sabbiosa - Strato argilloso		
9.00		Ghiaia con ciottoli		Tubazione filtrante: filtro a spirale in acciaio inox 304 Ø = 406 mm s = 6 mm luce = 1.5 mm
10.00		Micascisto compatto		
20.00		Micascisto - Ghiaia e ciottoli	13.46	Tubazione cieca acciaio inox 304 Ø = 406 mm s = 6 mm
24.00		Sabbia con ciottoli		
25.00		Roccia		Tubazione cieca
Fine perforazione				

POZZO "BAIT 2"  
Comune di Colico (LC)

Stratigrafia

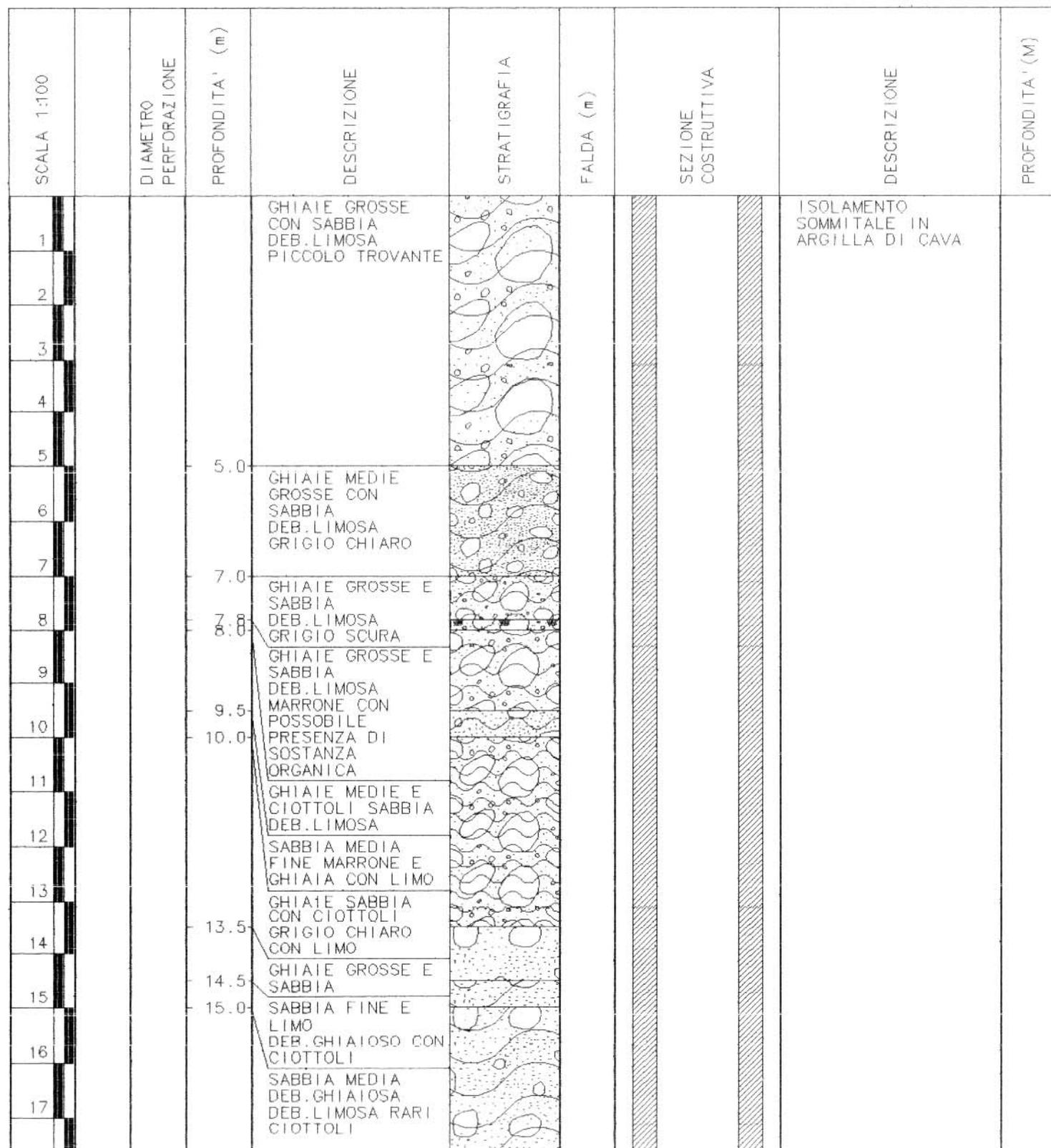


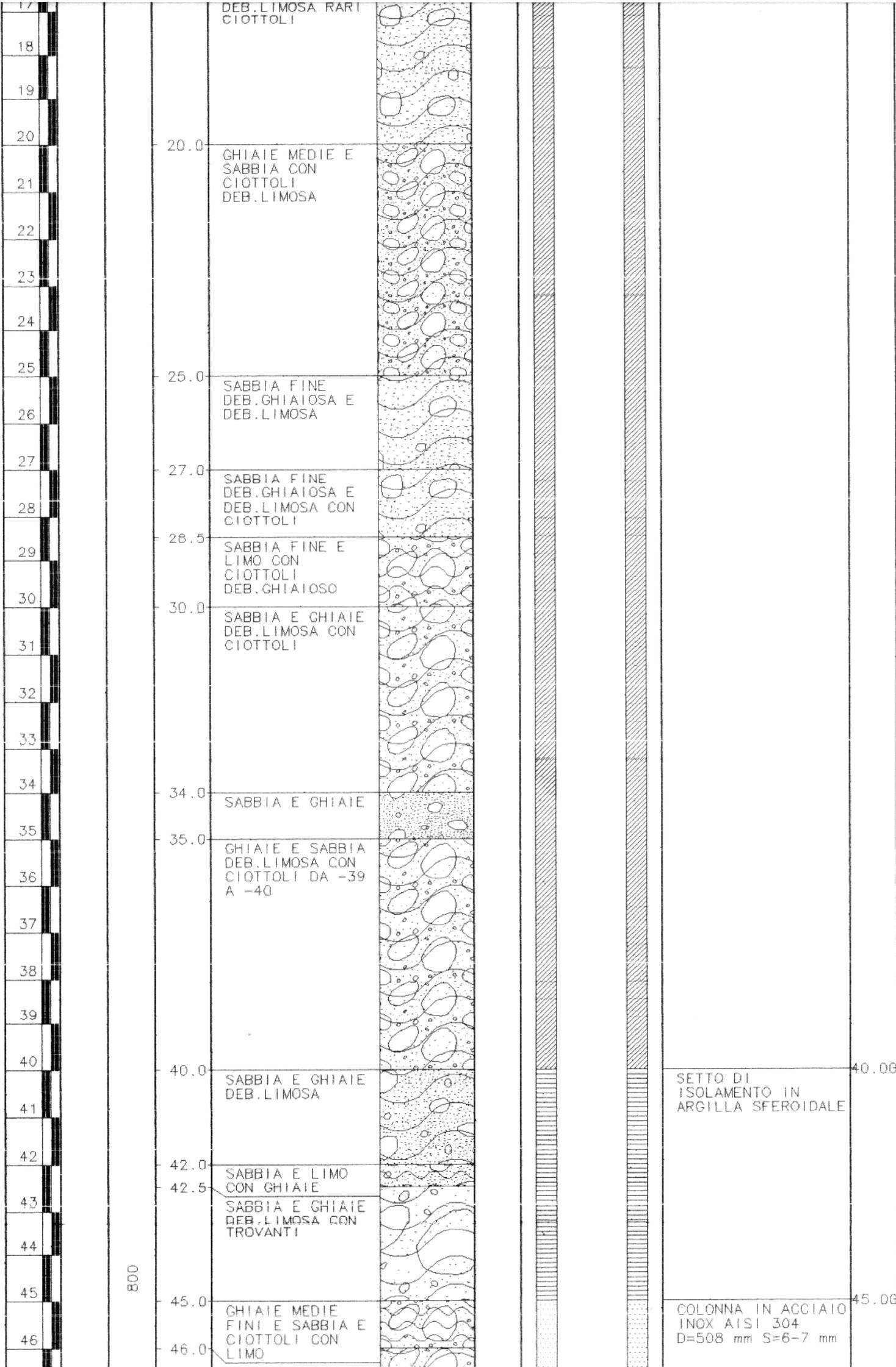
# IMPRESA ING. GIUSEPPE FALCIOLA

OPERE SPECIALIZZATE DEL SOTTOSUOLO

20132 MILANO - Via Dal Pozzo Toscanelli, 6 - Tel. 02/2593351 - Fax 02/2595354

COMMITTENTE: COMUNE DI COLICO	DATA: 30/11/2007
OGGETTO: POZZO USO IDROPOTABILE	DISEGNO: 071101
LOCALITA': COLLEGIO SACRO CUORE	SCALA: 100





800

45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74

45.0  
46.0  
46.8  
50.0  
55.0  
60.0  
70.0

GHIAIE MEDIE FINI E SABBIA E CIOTTOLI CON LIMO

CIOTTOLI E GHIAIE GROSSE DEB.LIMOSE GRIGIE

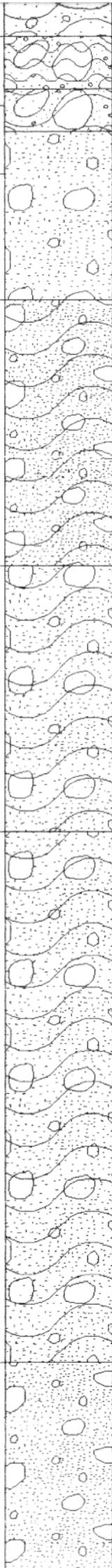
SABBIA MEDIA FINE CON GHIAIE E RARI CIOTTOLI GRIGI

SABBIA DA MEDIO FINE A LIMOSA CON GHIAIE

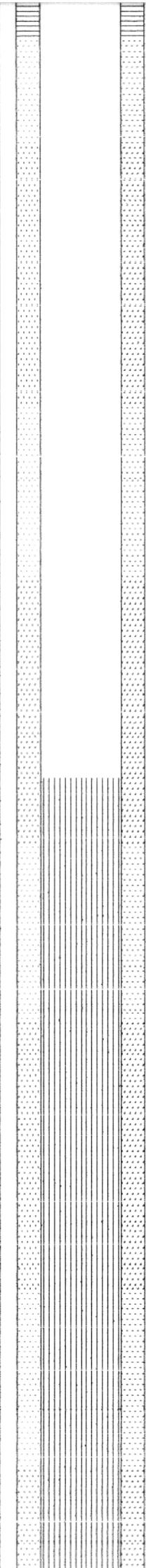
SABBIA MEDIO FINE E GHIAIE CON CIOTTOLI DEB.LIMOSA

SABBIA MEDIA FINE E GHIAIE CON CIOTTOLI DEB.LIMOSA

SABBIA MEDIA GHIAIE MEDIE



47.5



COLONNA IN ACCIAIO INOX AISI 304  
D=508 mm S=6-7 mm

FILTRO A PONTE IN ACCIAIO INOX AISI 304 D=508 mm S=7 mm LUCE 1 mm CON CENTRALIZZATORI  
DRENAGGIO IN GHIAIETTO SILICEO ARROTONDATO SELEZIONATO CALIBRATO D=3-4 mm

45.00  
59.00

