

# **Amministrazione Comunale di CAVARGNA**

**Provincia di Como**

Studio geologico di supporto al  
Piano Regolatore Generale  
(L.R. 24/11/1997 n° 41)



Lecco - Luglio 1999

<b>1 - PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2 - METODOLOGIA DI LAVORO .....</b>	<b>2</b>
<b>3 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>4</b>
<b>4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE .....</b>	<b>4</b>
4.1 CENNI SULL'ASSETTO STRUTTURALE .....	4
4.2 CARTA GEOLOGICA .....	7
<b>5 - ANALISI GEOMORFOLOGICA.....</b>	<b>7</b>
5.1 CARTA GEOMORFOLOGICA .....	8
5.2 CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE GENERALI.....	10
<b>6 - ANALISI IDROLOGICA E IDROGEOLOGICA.....</b>	<b>11</b>
6.1 Meteorologia e climatologia .....	12
6.2 Idrografia.....	12
6.3 Carta idrogeologica.....	13
<b>7. CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO CON ELEMENTI LITOLOGICI E GEOTECNICI .....</b>	<b>14</b>
7.1 Elementi geomorfologici di dettaglio.....	15
7.2 Elementi litologici e caratteri geomeccanici e geotecnici.....	15
<b>8. CARTA DI SINTESI E DEL RISCHIO.....</b>	<b>18</b>
<b>AGGIORNATI CON PGT</b>	
<b>9. FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO.....</b>	<b>22</b>
<b>10. - BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>25</b>

**ALLEGATI AL TESTO:**

- All. 1 Dati pluviometrici: grafici e tabelle
- All. 2 Regime termico annuo: grafici e tabelle
- All. 2 Appendice fotografica

**ALLEGATI FUORI TESTO:**

- all. 1 Carta geologico - strutturale
- all. 2 Carta geomorfologica
- all. 3 Carta idrogeologica
- all. 4a – 4b Carta della dinamica geomorfologica di dettaglio con elementi litologici e geotecnici
- ~~all. 5~~ ~~Carta di sintesi e del rischio idrogeologico~~ **AGGIORNATA CON PGT**
- ~~all. 6a – 6b~~ ~~Carta della fattibilità geologica~~ **AGGIORNATA CON PGT**

## 1 - PREMESSA

Il presente lavoro è stato realizzato su incarico dell'Amministrazione Comunale di Cavargna (Co), al fine di definire la componente geologica da utilizzarsi a supporto della pianificazione comunale, così come richiesto dalla L.R. 24/11/97 N° 41 e secondo i "Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale" di cui alla Delibera della Giunta della Regione Lombardia n. 5/36147 del 18 Maggio 1993.

Vengono analizzate le componenti geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e vincolistiche del territorio Comunale di Cavargna al fine di fornire il relativo supporto alla pianificazione urbanistica.

Sulla base di rilevamenti di campagna, dell'analisi bibliografica e della valutazione degli elementi emergenti dalle cartografie tematiche e di sintesi prodotte, viene definita la fattibilità geologica alle azioni di piano, con relativa cartografia, utile alla definizione delle problematiche che si potrebbero riscontrare al seguito dell'urbanizzazione delle aree.

Leggere il territorio comunale in funzione della fattibilità geologica degli interventi urbanistici consente all'Amministrazione Comunale di effettuare le proprie scelte di pianificazione territoriale in relazione anche del contesto geologico ambientale.

## 2 - METODOLOGIA DI LAVORO

Gli studi eseguiti sono stati redatti in relazione dei "Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale " (D.G.R. n. 5/36147 del 18.5.93) prodotti dal Servizio Geologico Regionale, i quali specificano e attuano i disposti del decreto ministeriale 11/03/1988 che, nel fare riferimento a "Piani Urbanistici", non disciplina esplicitamente la metodologia della ricerca in campo geologico relativa agli strumenti urbanistici generali comunali (PRG).

Tali studi hanno compreso una prima fase di raccolta ed analisi critica dei dati esistenti, le cui fonti bibliografiche sono riportate in appendice, ed una seconda fase di rilievo direttamente sul terreno, a cui va aggiunta una serie di informazioni raccolte sul posto circa fenomeni e processi geomorfici. Nella prima fase sono state consultate le foto aeree del territorio comunale e delle zone limitrofe, oltre a carte geologiche e tematiche edite da Pubbliche Amministrazioni o reperite in bibliografia.

Dopo aver raccolto le informazioni di carattere generale è stato effettuato un rilievo originale dell'area comunale e dei territori limitrofi alla scala 1:10.000, 1:5.000 ed 1:2.000 per ottenere una cartografia di base e di dettaglio che evidenzia le caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e geotecniche del territorio comunale, in particolare durante la fase di rilievo si è data importanza alle strutture presenti ed ai processi morfodinamici potenziali ed in atto. Non avendo a disposizione la cartografia alla scala 1:2.000, in quanto assente sia nella documentazione dell'ufficio tecnico comunale, sia nella documentazione della Comunità Montana, è stata effettuata la digitalizzazione della parte urbanizzata della carta topografica alla scala 1:5.000 opportunamente ingrandita fino alla scala delle mappe catastali, e la sovrapposizione con queste ultime preventivamente digitalizzate dal Professionista incaricato della variante parziale al PRG, in modo da realizzare le carte di dettaglio alla stessa scala del piano regolatore.

Sono stati perciò perseguiti i seguenti obiettivi:

- raccolta dei dati con integrazioni in campagna e realizzazione di una cartografia di base in scala opportuna;
- definizione delle unità geologico-strutturali e geologico-tecniche presenti, dell'assetto geomorfologico e idrogeologico del Comune di Cavargna per un'analisi incrociata di tutti gli elementi utili ad una corretta pianificazione da un punto di vista geologico-ambientale;
- redazione della carta di sintesi contenente gli elementi più significativi evidenziati nella fase di analisi allo scopo di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio preliminare alla valutazione della fattibilità geologica delle azioni di piano.
- realizzazione della cartografia della fattibilità geologica delle azioni di piano, redatta sulla stessa base dello strumento urbanistico.

La carta di sintesi ha lo scopo di fornire, mediante un unico elaborato, un quadro sintetico dello stato del territorio, rappresentato in funzione della pericolosità idrogeologica e geoambientale, al fine di confrontarla con l'urbanizzazione esistente per giungere alla sintesi della vulnerabilità e del rischio idrogeologico; vengono inoltre definite le zone di tutela assoluta, di rispetto e di protezione delle opere di captazione delle risorse idropotabili presenti sul territorio comunale, in accordo con quanto stabilito dalla normativa di settore, secondo i criteri derivanti dalla conoscenza della situazione idrogeologica locale.

Per "*pericolosità idrogeologica e geoambientale*" si vuole esprimere la probabilità che un certo fenomeno, di origine naturale (frana, esondazione, ecc.) o indotto dall'antropizzazione (inquinamento ad es.), si verifichi in un certo territorio ed in un certo periodo di tempo.

Per "*vulnerabilità territoriale*" si intende l'insieme complesso della popolazione, delle costruzioni, delle infrastrutture, delle attività economiche, e degli eventuali programmi di espansione e di potenziamento di un territorio, che per il fatto stesso di esistere sono potenzialmente esposti alla "*pericolosità*".

Per "*rischio geoambientale*" intendiamo la probabilità che le conseguenze economiche e sociali di un certo fenomeno di pericolosità superino una certa soglia (Panizza, 1988) ritenuta accettabile. Pertanto il rischio geo-ambientale è il prodotto della pericolosità ambientale in funzione della vulnerabilità del territorio.

La valutazione del rischio geo-ambientale passa perciò attraverso l'analisi dei rapporti che intercorrono fra i vari fattori di "*vulnerabilità*" e le diverse forme di "*pericolosità*" possibili.

Sulla base di questi concetti si è cercato di mettere in luce i rapporti esistenti tra il quadro geologico generale, le forme del dissesto e della pericolosità idrogeologica con l'uso del territorio.

I criteri di cui alla citata delibera di Giunta Regionale prevedono che la fase di analisi si basi sulla raccolta di dati integrati e loro rappresentazione su base cartografica in scala non inferiore a 1:25.000, con cartografia tematica e di dettaglio alla scala della cartografia di piano per le aree di ipotetica espansione e per un significativo intorno.

Considerando che le eventuali proposte di espansione urbanistica riguarderanno l'ambito delle aree già urbanizzate e non prevedendosi altre opere significative nel territorio comunale, si è ritenuto di estendere la fase di analisi di dettaglio a tutta la parte di territorio al di sotto della quota 1300 m s.l.m. e di riportare i dati relativi su elaborati a scala 1: 2.000 per dare un quadro sinottico degli ambiti urbanizzati e del loro intorno.

La cartografia di sintesi deve essere realizzata ad una scala funzione dell'estensione territoriale e della potenzialità discriminativa dei fenomeni da rappresentarsi.

Nel dettaglio le cartografie prodotte a compendio della presente relazione sono le seguenti:

<b>CARTOGRAFIA DI BASE E DI INQUADRAMENTO</b>	
Carta geologica e strutturale	1: 10.000
Carta geomorfologica	1: 10.000
Carta idrogeologica con elementi idrografici	1: 10.000

<b>CARTOGRAFIA TEMATICA E DI DETTAGLIO</b>	
Carta della dinamica geomorfologica di dettaglio con elementi litologici e geotecnici	1: 2.000

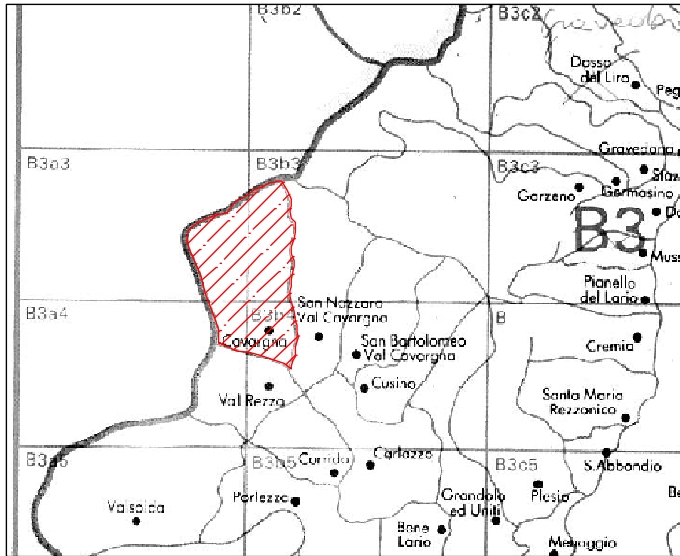
<b>CARTOGRAFIA DI SINTESI</b>	
Carta di sintesi del rischio	1: 10.000

<b>CARTOGRAFIA DI ZONAZIONE</b>	
Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano	1: 2.000

### 3 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comune di Cavargna, situato nell'alta Valcavargna in provincia di Como, si sviluppa le pendici della Cima della Valletta, estendendosi su di una superficie di circa 14.9 Km<sup>2</sup>.

Da un punto di vista cartografico, l'ambito oggetto del presente studio risulta inserito all'interno del Foglio 17 della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, edita a cura dell'Istituto Geografico Militare, sul Foglio B3 sezioni b3 e b4 della Carta Tecnica della Regione Lombardia a scala 1:10.000. Nel dettaglio il limite Comunale, partendo da ovest in senso orario, decorre al confine con il territorio svizzero e poi con i comuni di S. Nazzaro Valcavargna e Val Rezzo. Dal punto di vista altimetrico il territorio comunale risulta



compreso tra la quota massima di 2102.8 m, corrispondente alla sommità del Monte Garzirola e la quota minima di circa 750 m s.l.m. prossimità dell'alveo del T. Cuccio che decorre ad est lungo il perimetro comunale. Il centro urbanizzato si sviluppa quasi completamente all'incirca tra le quote 940 e 1060 m s.l.m.; sono presenti quattro frazioni, a nord dell'abitato principale: Mondrago, M.ti Finsuè, Dosso, M.ti Collo. Le ipotesi di pianificazione del territorio prevedono il completamento funzionale dell'urbanizzazione solo nell'abitato principale.

Le caratteristiche del territorio in esame, se da un lato contribuiscono a fornire all'assetto paesaggistico un patrimonio di

indubbia qualità, determinano una serie di problematiche di carattere geologico - ambientale, unitamente alla necessità di salvaguardare con il dovuto rigore le peculiarità naturali dell'area.

### 4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE

Si elencano e si analizzano gli elementi geologici convenzionali, a partire dalla caratterizzazione stratigrafica e strutturale speditiva, derivata dalla bibliografia di settore e da rilievi di campagna appositamente condotti.

#### 4.1 CENNI SULL'ASSETTO STRUTTURALE

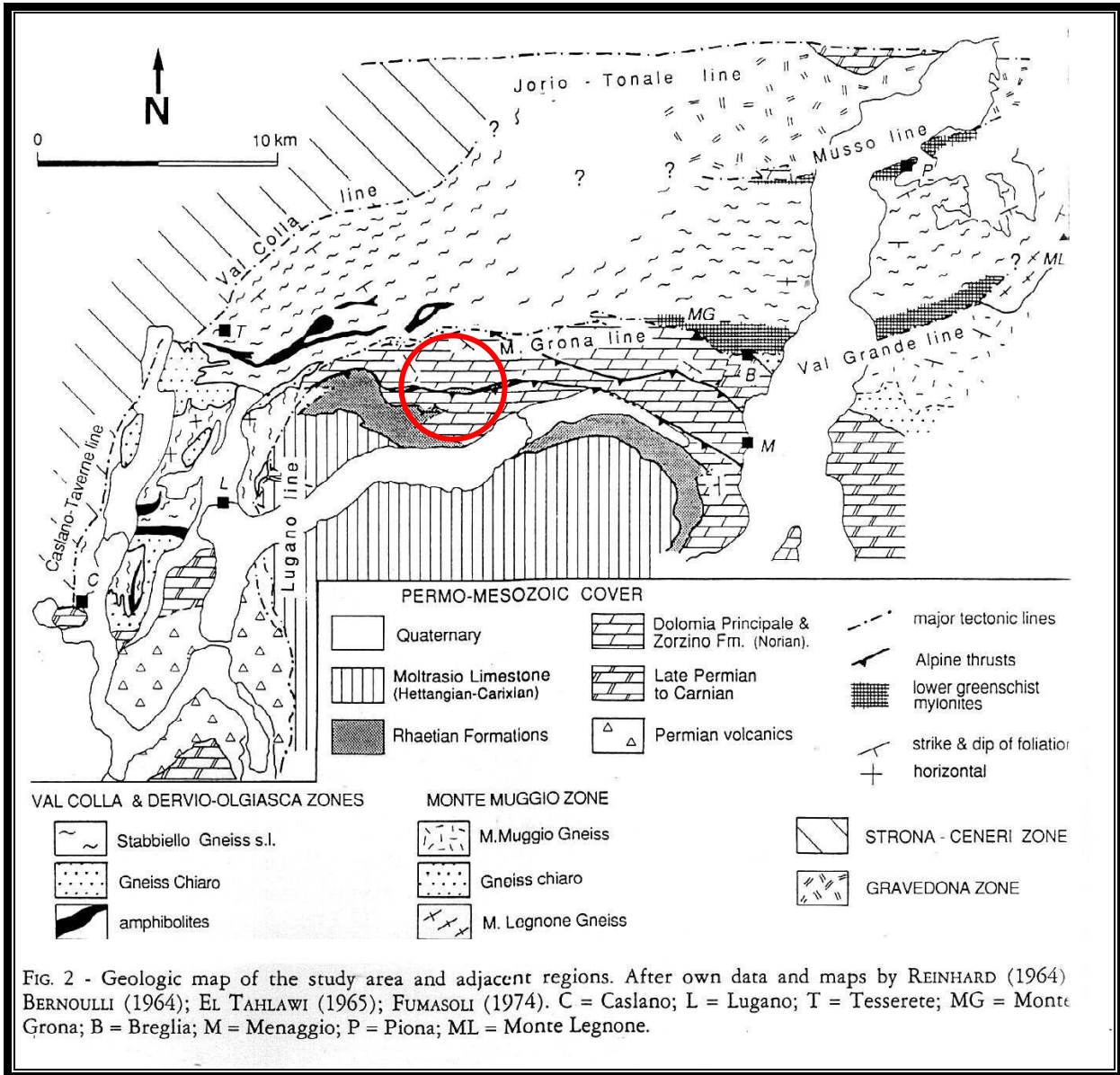
I caratteri geologico-strutturali dell'area in esame si inseriscono in un quadro geodinamico regionale complesso, la cui definizione risulta in continuo approfondimento e che, in alcuni casi, presenta ancora problematiche aperte.

L'area oggetto di studio rientra nel settore delle Alpi Lepontine, il cui assetto tettonico è il risultato delle deformazioni conseguenti al processo di raccorciamento crostale dell'orogenesi alpina.

Tale processo ha causato la frammentazione di potenti sequenze di depositi di origine sedimentaria, in prevalenza dolomie e calcari, in differenti domini strutturali che in seguito si sono sovrapposti tra loro lungo piani di scollamento, determinando l'attuale edificio a scaglie tettoniche che caratterizza l'assetto strutturale della regione del Lago di Como.

In particolare l'area oggetto di studio è localizzata geologicamente nella parte settentrionale della successione sedimentaria del Bacino del M. Generoso. I sedimenti rinvenuti sono datati dal tardo Permiano al Liassico. Il contatto tra la successione sedimentaria e il basamento cristallino è rappresentato dalla Linea della Grona con andamento E-W. Le unità sedimentarie hanno generalmente immersione verso SW o SSW.

Il basamento metamorfico della zona Lago di Como - Lago di Lugano è molto poco conosciuto da un punto di vista geologico strutturale, solo i territori svizzeri sono stati studiati negli ultimi anni dal punto di vista petrografico e sedimentario ottenendo una carta geologico strutturale molto dettagliata.



Figural

Dal punto di vista litologico l'area in esame è ubicata a Nord della Linea della Grona<sup>1</sup> ed è costituita da una spessa successione di gneiss e scisti di origine sedimentaria, metamorfosata e deformata in facies anfibolitica. Le datazioni radiometriche datano queste rocce a 296 milioni di anni. Gneiss e micascisti presentano una composizione prevalente di muscovite e biotite, inoltre è frequente la presenza di clorite la cui crescita è avvenuta nelle fratture dei granati retrocessi.

<sup>1</sup> La figura riportata in questo paragrafo è tratta da: *Memorie di Scienze Geologiche – Early mesozoic extension and alpine shortening in the Western southern Alps: the geology of the area between Lugano and Menaggio (Lombardy, Northern Italy) – 1991*

Di seguito sono riportate le unità individuate all'interno del territorio comunale:

### **SUBSTRATO ROCCIOSO – BASAMENTO PERMO - MESOZOICO**

Le unità formazionali, affioranti nell'area, sono prevalentemente di tipo metamorfico, soltanto nel settore meridionale sono presenti formazioni sedimentarie che interessano l'intervallo geocronologico compreso tra Paleozoico e il Norico.

#### **- *Micascisti e Gneiss (Paleozoico):***

Si tratta di micascisti muscovitico cloritici-anfibolitici, talora granatiferi, quasi sempre con notevole quantità di titanite. Localmente sono presenti esili setti di gneiss anfibolitico-cloritici. In corrispondenza della zona urbanizzata si sono rilevati modeste aree in cui è visibile il substrato roccioso e corrispondono quasi esclusivamente con le incisioni torrentizie

### **DEPOSITI SUPERFICIALI:**

Si definiscono come tali gli accumuli di materiale originatosi dallo smaltimento dei rilievi ad opera dell'azione erosiva degli agenti morfodinamici, in seguito rimaneggiati, e rideposti. Si differenziano dalla copertura superficiale per possedere morfologia di accumulo propria, granulometria tipica e spessori solitamente più rilevanti, come da legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo (Pellegrini). Le forme e i depositi ed i processi si sono distinti in base alla loro genesi, discriminando ove possibile l'attività stessa dei fenomeni considerati.<sup>1</sup>

Ricoprono la maggior parte del territorio comunale e sono suddivisi in:

#### **- *Depositi eluviali***

Strato di alterazione in posto della roccia ad opera soprattutto della disgregazione fisico-meccanica dovuta principalmente a fattori climatici. Si sviluppano con una frammentazione in blocchi spigolosi che disfacendosi progressivamente, ricoprono il versante con una coltre terrigena, spesso vegetata. Occupano un'abbondante porzione del territorio soprattutto a quote superiori di 1200 m s.l.m.

#### **- *Depositi glaciali:***

Ricoprono gran parte del territorio comunale. Sono depositi generati dall'azione di escavazione, trasporto e deposito dei ghiacciai quaternari, con spessori molto variabili da qualche decimetro a qualche metro, alterati in superficie, a dare suoli di spessore generalmente ridotto.

Si tratta di depositi formati da ciottoli e blocchi eterometrici, di diversa composizione litologica, immersi in matrice sabbioso limosa bruno giallastra, senza una stratificazione evidente. Sono a contatto con il substrato roccioso a letto e con la copertura eluviale a tetto. Tali depositi occupano una vasta porzione del territorio comunale e si rilevano principalmente in corrispondenza del centro abitato di Cavargna.

#### **- *Alluvioni attuali e recenti:***

Rappresentano i depositi dei materiali trasportati ed elaborati dalle acque correnti, sono costituiti da accumuli di blocchi, ciottoli e ghiaie più o meno arrotondati con locali lenti sabbiose; di spessore molto esiguo e con scarsa estensione areale vengono cartografati lungo il corso del Torrente Cuccio, anche se più limitatamente sono presenti lungo i principali alvei dei torrenti attuali.

Si tratta di depositi sciolti costituiti da ciottoli e ghiaie sabbiose immersi in matrice fine non coesiva di colore grigio chiaro con presenza di frammenti lapidei di varia natura provenienti dai depositi glaciali che sono stati erosi e rimaneggiati dall'azione delle acque correnti superficiali. Sono presenti, di estensione limitata, lungo l'alveo del T. Cuccio.

---

<sup>1</sup> Si è cercato di seguire il più fedelmente possibile la legenda geologica proposta, ma per motivi grafici e di stampa, sono state effettuate leggere variazioni (simboli, colore) in modo da rendere l'elaborato più leggibile.

#### **- Detrito di versante**

Depositi generalmente monolitologici, formati da clasti spigolosi grossolani, di dimensione dal ciottolo al blocco, moderatamente selezionati, privi di matrice fine e talora con rozza stratificazione parallela al pendio, con frequente presenza di cemento calcareo. Tali depositi sono formati essenzialmente da accumuli detritici la cui litologia rispecchia quella delle formazioni di monte. Altri processi che non siano la semplice azione della gravità, possono rielaborare tali depositi (creep, acque di dilavamento, ecc.) distribuendoli secondo angoli inferiori al proprio angolo di riposo.

Nell'area in esame tali depositi sono presenti limitatamente lungo i versanti e principalmente in corrispondenza della base delle zone particolarmente acclivi, si tratta di accumuli attivi solo parzialmente ricoperti da suolo e vegetazione.

Sono stati rilevati nella parte di monte della Valle Segor e lungo le pendici dei monti Cima della Segonaia – Bocchette di Stabiello – Cima della Valletta.

#### **4.2 CARTA GEOLOGICA**

Il rilievo e la rappresentazione in carta dei caratteri litologici e strutturali delle rocce e dei terreni affioranti risulta preliminare ad una corretta lettura dei fattori di potenziale dissesto del territorio e della loro eventuale evoluzione.

Nell'area in esame si ha una sola formazione rocciosa corrispondente a micascisti e gneiss.

Il territorio comunale si sviluppa principalmente in direzione N-S, con forma allungata e di ridotta larghezza.

Osservando la carta geologica si possono notare i terrazzi morenici ospitanti i centri urbanizzati: il centro di Cavargna, e le frazioni minori, nonché gli alpeggi posti sul versante a valle del Piano del Cristo.

Il T. Cuccio borda quasi completamente il limite comunale orientale

L'area può essere suddivisa in tre settori:

- 1) Settore nord-ovest: la zona è montuosa e comprende il versante meridionale del Monte Garzirola, Stabiello, Cima della Valletta; è caratterizzata da un'elevata inclinazione dei versanti per l'affioramento quasi continuo del substrato roccioso, ha come elemento caratteristico oltre all'affioramento del substrato roccioso, inciso da molteplici valli e vallette in erosione.
- 2) Settore centrale e sud-occidentale: si tratta della zona comprendente il Piano del Cristo e il Monte Cucco con pendenze medio - basse; quasi completamente ricoperta dai depositi superficiali sciolti (ad eccezione delle valli maggiormente incise e di alcuni affioramenti sporadici). Il substrato roccioso, affiorante solo localmente, è costituito in questo settore principalmente da gneiss chiari ricchi in clorite.
- 3) Settore centro-orientale e meridionale: la zona che comprende la fascia urbanizzata, è quasi completamente ricoperta dai depositi superficiali sciolti (ad eccezione delle valli maggiormente incise e di alcuni affioramenti sporadici). E' in questo settore che il piano regolatore in atto prevede la realizzazione dei nuovi piani di espansione edilizia. La pendenza dei versanti risulta maggiormente elevata ed il substrato roccioso, affiorante solo localmente, è costituito in questo settore principalmente da gneiss chiari ricchi in clorite, osservabili in corrispondenza di numerosi siti sparsi lungo il ciglio di monte della sede stradale per Cavargna e per le frazioni minori.

#### **5 - ANALISI GEOMORFOLOGICA**

Particolare importanza riveste, ai fini della caratterizzazione di un territorio nella sua vocazione all'urbanizzazione, la rappresentazione di una serie di fenomeni di evoluzione delle forme del territorio, al seguito del disfacimento degli elementi morfologicamente rilevati, della rielaborazione dei depositi e delle azioni degli agenti atmosferici. La disciplina delle Scienze della Terra che affronta tali argomenti è la Geomorfologia e la carta omonima è il sistema di rappresentazione convenzionale dell'insieme delle situazioni riscontrabili in un territorio.



## 5.1 CARTA GEOMORFOLOGICA

La sintesi degli elementi cartografati, ai fini dell'analisi geomorfologica del territorio comunale di Cavargna può essere descritta secondo lo schema di legenda che qui di seguito riportiamo, nella suddivisione di forme del territorio derivate, e dei relativi meccanismi generatori.

### **Substrato roccioso:**

nella carta geomorfologica le formazioni rocciose costituenti il substrato sono rappresentate indifferenziatamente e solo dove direttamente affioranti o coperte da sottile copertura regolitica.

Si intende per regolite l'insieme dei prodotti di disaggregazione e alterazione delle rocce (nonché il suolo eventualmente sviluppato su di essi) formati in sito o in parte discesi lungo il pendio, incoerenti e privi di espressione morfologica propria. Lo spessore della regolite è in genere esiguo o dell'ordine dei decimetri sino al metro.

### **Depositi superficiali:**

Si definiscono come tali gli accumuli di materiale originatisi dallo smantellamento dei rilievi ad opera dell'azione erosiva degli agenti morfodinamici, in seguito rimaneggiati e ridepositati. Si differenziano dalla copertura regolitica per possedere morfologia di accumulo propria e per lo spessore più rilevante. Sono differenziati a seconda dei processi che li hanno generati.

### **Depositi di versante:**

sono costituiti essenzialmente da accumuli detritici, generalmente monolitologici, formati da clasti spigolosi grossolani, di dimensione dal ciottolo al blocco, moderatamente selezionati, privi di matrice fine e talora con rozza stratificazione parallela al pendio; molto frequente la presenza di cemento calcareo.

Sono formati per distacco di singoli clasti da soprastanti pareti rocciose o per crollo e frantumazione di maggiori blocchi rocciosi, ed in questo caso sono caratterizzati da granulometria molto grossolana. La pendenza originaria degli accumuli dipende dall'angolo di attrito interno, funzione della forma, dimensione e peso specifico dei clasti.

Altri processi che non siano la semplice azione della gravità possono rielaborare tali depositi (creep, acque di dilavamento, ecc.) distribuendoli secondo angoli inferiori al proprio angolo di riposo ed impartendo una appena accennata stratificazione.

Nell'area in esame, depositi di versante sono presenti limitatamente lungo le pendici dei versanti maggiormente acclivi e per la loro scarsa estensione areale, spesso non risultano cartografabili. Si tratta per lo più di accumuli detritici inattivi e stabilizzati ricoperti da suolo e vegetazione, e talvolta i detriti di cui sono costituiti, sono visibili solo in alcune incisioni. Sono in genere accumuli detritici rimaneggiati, in parte, dall'azione delle acque di dilavamento e successivamente colonizzati dalla vegetazione. Possono eventualmente essere soggetti a processi erosivi.

Tali depositi sono stati rilevati a valle del M.te Stabiello e Cima della Valletta

### **Depositi glaciali:**

Tali depositi determinano la tipica morfologia a terrazzi caratteristica dell'abitato di Corrido. Si tratta di una potente successione di depositi morenici caratterizzati da una successione a granulometria piuttosto grossolana con poca matrice limosa.

Affiorano estesamente lungo la fascia urbanizzata e nella porzione di versante delle Bocchette di Stabiello, Monte Garzirola, Sasso Basciotta.

### **Depositi eluviali:**

Si rimanda alla descrizione della carta geologica

### **Depositi alluvionali:**

Si rimanda alla descrizione della carta geologica

## **PROCESSI GEOMORFICI IN ATTO**

Sulla carta geomorfologica sono stati sovrapposti dei simboli indicativi delle tracce lasciate dai processi geomorfici in atto nel territorio, ad eccezione di quelle già evidenziate sulla base topografica. Si tratta di processi esogeni, legati all'azione delle acque, della neve, della gravità e dell'uomo, alcuni dei quali agiscono arealmente sui versanti e, quindi, non possono essere fedelmente rappresentati nella 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.

#### **Forme processi e depositi gravitativi di versante**

Forme di erosione dei versanti originatesi in seguito all'azione prevalente della gravità e subordinatamente a seguito dell'azione delle acque superficiali e dei processi crionivali e di gelo/disgelo. Sono differenziate a seconda che il processo morfogenetico sia ancora attivo, quiescente o non più attivo.

#### **Orlo di scarpata in erosione accelerata modellata da più processi morfogenetici concomitanti**

Indicano la presenza di gradini morfologici ed orli di terrazzi e scarpate in attiva erosione; tali forme sono dovute all'azione prevalente o combinata della gravità e delle acque superficiali.

#### **Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana**

Indicano la presenza di gradini morfologici e di scarpate rocciose soggette ad erosione attiva ad opera dell'azione prevalente della gravità e subordinatamente delle acque superficiali, lungo le quali si registrano distacchi localizzati di materiale roccioso, talvolta anche di estensione considerevole definendo vere e proprie nicchie di distacco di frane.

#### **Area interessata da creep generalizzato**

Indica un lento movimento verso il basso della copertura regolitica; rappresenta il risultato di un insieme di movimenti parziali degli elementi che costituiscono la copertura superficiale ad opera della gravità, dell'azione delle acque circolanti nella copertura superficiale ed all'azione del gelo e disgelo. Tale processo si sviluppa arealmente interessando in particolare i tratti più acclivi dei versanti.

#### **Piccola frana non fedelmente cartografabile**

Si tratta di frane di modeste dimensioni che alla scala 1:10.000 avrebbero un'estensione areale inferiore ad 1mm, generalmente interessanti la copertura detritica dovute a scollamento per imbibizione di acqua e conseguente saturazione dei terreni.

#### **Forme processi e depositi per acque correnti superficiali**

Forme derivanti dall'azione morfodinamica esercitata dalle acque correnti superficiali, sia come processi erosivi che come accumulo.

#### **Alveo in approfondimento**

Alvei torrentizi nei quali si verifica intensa erosione lineare e laterale, che raggiunge e incide profondamente il substrato roccioso formando stretti valloni, talvolta delimitati da scarpate.

La causa di queste erosioni accelerate sono sia la locale tettonizzazione che rende la roccia più facilmente degradabile, sia il notevole salto morfologico che i torrenti devono superare per raggiungere il loro livello di base

#### **Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia**

Forme di erosione dovute alla dinamica fluviale; in particolare legata ai periodi di piena, che si realizzano lungo il decorso del Torrente Cuccio e i suoi affluenti, e che possono innescare eventuali dissesti erodendo il piede dei pendii o eventuali opere di protezione.

#### **Forme e depositi glaciali**

Le forme glaciali sono quelle dovute all'azione di modellamento e di deposito operato dai ghiacciai durante le varie fasi di espansione e ritiro del Quaternario.

#### **Cordone morenico**

Forma di accumulo glaciale costituita da materiale deposto dal ghiacciaio ai lati e sulla fronte, e abbandonato durante la fase di ritiro.

Orlo di circo glaciale

Sono orli di nicchie scavate nei fianchi montuosi. Erano occupate dai ghiacciai di circo oppure dalla parte iniziale di ghiacciai vallivi.

Canalone di valanga

Indicano i tratti di versante dove si sviluppano i percorsi di valanga.

Depositi glaciali

Si rimanda alla descrizione della carta geologica

Forme antropiche

Le forme antropiche derivano dall'intervento dell'uomo sul territorio.

Tratto di torrente incanalato artificialmente

Nella carta geomorfologica sono stati riportati i tratti in cui i torrenti sono stati incanalati soprattutto in corrispondenza del centro abitato di Cavargna e lungo la strada che porta alla frazione di Vegna.

Discariche di inerti

Si tratta di depositi antropici costituiti da terreni riportati caratterizzati dalla presenza di inerti.

Scarpate artificiali

Realizzazione di muri con pietra locale molto diffusi in tutto il territorio comunale.

Barriere paravalanghe

Strutture metalliche ed in legno a protezione dei nuclei abitati; sono estesamente presenti a monte della frazioni di Collo e Finsuè

Galleria artificiale

Opere in cls di protezione della sede stradale dalla potenziale caduta di massi e valanghe; sono presenti per un breve tratto lungo la strada che porta alla frazione di Finsuè, in corrispondenza di pareti rocciose

Gabbionate di contenimento

Muri di contenimento in pietrame di stabilizzazione al piede di versanti; sono presenti in diversi punti lungo i tracciati stradali

Reti paramassi in aderenza

Reti metalliche di stabilizzazione dei fronti rocciosi; sono presenti in diversi punti lungo la strada che porta alla frazioni

Barriere paramassi

Reti con supporti metallici di contenimento e protezione dalla caduta massi; sono presenti a ridosso del fabbricato adibito a colonia posto sopra l'abitato di Cavargna

## 5.2 CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE GENERALI

Il territorio comunale di Cavargna presenta caratteristiche tipiche di un ambiente di montagna, e può essere suddivisa in tre settori con caratteristiche e morfologia differenti:

- Il settore montano e dei maggenghi compresa tra la quota di 1400 e > 2000 m s.l.m.: la pendenza media aumenta rispetto alla fascia intermedia, ma poi torna a diminuire avvicinandosi alle zone di spartiacque

sommitali; processi crionivali e di disfacimento maggiori aumentano la probabilità di trovare fasce di detriti grossolani; sono altresì presenti incisioni torrentizie molto pronunciate.

- La fascia intermedia, dei nuclei stabilmente abitati e delle attività agricole/antropiche principali, compresa tra la quota di 1000 e 1400 m s.l.m., a valle del settore sopra descritto, e corrispondente al settore con acclività media inferiore, con maggiori spessori della copertura (soprattutto glaciale) con localizzate problematiche erosive per dissesti della copertura (scivolamenti – smottamenti) e maggiori problemi di saturazione locale della copertura da parte dell'acqua con solchi d'erosione lineare lungo le valli che attraversano perpendicolarmente
- Il settore altimetricamente inferiore, compresa tra la quota di 700 e 1000 m s.l.m, corrispondente alla forra del T. Cuccio, dove sono maggiori i processi gravitativi (scarpate torrentizie con sviluppo di diverse decine di metri e profondi tagli laterali per l'immissione dei tributari della destra idrografica) dovuti alle maggior pendenze

Infatti l'azione fluviale del T. Cuccio è condizionata dagli apporti di acqua e di detrito provenienti dai versanti; i processi di denudazione sui versanti, quindi, sono condizionati dall'efficienza del lavoro di allontanamento dei detriti o di scalzamento dal basso per erosione, che il torrente opera al loro piede.

Piuttosto diffuso su tutti i versanti il creep generalizzato, che peraltro rappresenta un processo di progressivo assestamento della copertura regolitica. Solo localmente si manifestano limitati scollamenti della coltre detritica superficiale. In ogni caso l'estesa copertura arborea contribuisce alla protezione del terreno dall'azione erosiva delle acque superficiali non incanalate.

I torrenti a carattere stagionale incidono i versanti molto profondamente e sono caratterizzati da alvei in continuo approfondimento; quasi assenti e comunque mal cartografabili sono i depositi torrentizi, rappresentati da ciottolame e grossi blocchi. Le incisioni torrentizie che attraversano il centro urbano sono state tutte incanalate e ricoperte per il tratto interessato dagli edifici; si ricorda che i suddetti torrenti scorrono al di sotto degli edifici esistenti ed un ulteriore escavazione/approfondimento del suo letto potrebbe danneggiare le fondazioni delle abitazioni.

Il reticolo idrografico, data l'elevata pendenza, risulta poco sviluppato; le aste torrentizie principali subparallele tra loro sono sviluppate in direzione N-S in corrispondenza del settore settentrionale, mentre con direzione E-W nel settore meridionale; in corrispondenza del centro abitato, risultando per lo più impostate lungo linee di frattura.

Il settore dei terrazzi morenici in corrispondenza dei centri è caratterizzato da morfologia acclive con inclinazione tendenzialmente superiore ai  $32 \div 35^\circ$  verso valle con aumento dell'inclinazione dei terreni man mano che ci si avvicina all'alveo del torrente, mentre verso monte le inclinazioni tendono a diminuire con l'aumento della quota.

Solo in corrispondenza dell'abitato di Cavargna, i terreni compresi tra il nucleo principale e la frazione di Segalè presentano inclinazioni più blande di circa  $20 \div 25^\circ$ , caratterizzate da copertura a prato.

Il complesso morenico è stato in seguito profondamente inciso dall'azione delle acque superficiali; tale dinamica risulta tuttora in atto, determinando la progressiva incisione delle valli presenti.

Nonostante l'evoluzione del processo di erosione regressiva risulti in parte limitato dalla presenza di copertura vegetale e dalla parziale regimazione dei corsi d'acqua, localmente si rilevano piccoli dissesti e situazioni che potrebbero evolvere verso condizioni di rischio in particolare in concomitanza di eventi meteorici di intensità elevata.

I torrenti risultano regimati in corrispondenza del centro abitato di Cavargna sia dalla presenza di briglie a monte dell'abitato sia la totale copertura dell'alveo in corrispondenza del centro abitato.

## **6 - ANALISI IDROLOGICA E IDROGEOLOGICA**

Per una corretta caratterizzazione della situazione idrologica ed idrogeologica del territorio comunale di Cavargna si sono inserite alcune considerazioni di carattere meteorologico. Sono state inoltre fatte

valutazioni della permeabilità dei terreni e di altre componenti idrogeologiche, per potere, in via preliminare, definire il grado di protezione o vulnerabilità della falda acquifera.

### 6.1 Meteorologia e climatologia

Non esistendo in Cavargna una stazione meteorologica attiva di riferimento ci si è dovuti basare sulle informazioni derivate da stazioni vicine, pubblicate sugli annali di settore. Data la vicinanza geografica ci si è riferiti alla stazione di Porlezza.

Dall'analisi dei dati bibliografici si evidenzia come la zona sia interessata da un regime di piovosità annuale con valori compresi tra 758 e 2111 mm di pioggia/anno (con valore medio ponderato alla stazione di Porlezza, per il periodo citato di 1365 mm/anno). I valori relativi alle precipitazioni sono allegati a fine testo (All.1).

Ai fini della comprensione della possibile interazione dei dati sopra espressi con le componenti geologiche del territorio, si sono prese in considerazione anche le temperature medie mensili che presentano valori che oscillano attorno ai 21.6 gradi di massima ed a 2.2 di minima.

Questi valori tendono a modificarsi nel corso dell'anno rispettivamente in 7.3, 10.9, 19.7 (primavera), 21.6, 21, 17.5 (estate), 11.9, 6.6, 3.3 (in autunno).

La temperatura minima media è di  $-6.6^{\circ}$ . E' peraltro da prevedersi un significativo ruolo del ciclo gelo-disgelo sull'intero meccanismo dell'evoluzione geomorfologica dei luoghi, per i quali prestare la massima attenzione agli indizi di fenomeni in corso.

Le tabelle e i grafici relativi sia alle precipitazioni che al regime termico sono riportati nell'Allegato 1 a fine testo.

### 6.2 Idrografia

Il reticolo idrografico che caratterizza il territorio del comune di Cavargna, data l'elevata pendenza dei versanti, risulta poco sviluppato; le aste torrentizie principali subparallele tra loro sono sviluppate in direzione E-W, perpendicolari al T. Cuccio.

I principali corsi d'acqua presenti sono rappresentati dagli affluenti di destra idrografica del tratto del T. Cuccio, che definisce per la maggior parte del suo corso il limite orientale del territorio comunale. Si tratta di corsi d'acqua a regime torrentizio con portate massime in primavera ed autunno e minimi estivi ed invernali. Di seguito si riportano i dati morfometrici dei due bacini di alimentazione sottesi dalle sezioni in corrispondenza della sede stradale:

#### **Bacino 1 - Torrente Valle Segor**

Area:	3.66 kmq.
Lunghezza massima:	2.43 km.
Quota minima:	1165 m. S.l.m.
Quota massima:	2102 m. S.l.m.
Dislivello massimo:	937 m.

In base ai dati rilevati si è calcolato il tempo di corrivazione pari a 0.5 h, ed un valore di portata di massima piena con periodo di ritorno di 100 anni compreso tra 33 e 47 mc/sec.

L'alveo del Torrente, appena a valle del punto considerato risulta corretto e stabilizzato mediante opere idrauliche; con briglie trasversali controllano la velocità di deflusso dell'acqua, diminuendo la pendenza dell'alveo, mentre le sponde idrografiche risultano stabilizzate e protette tramite muri

#### **Bacino 2 - Torrente Val Tabano**

Area:	2.4 kmq.
Lunghezza massima:	2.12 km.
Quota minima:	970 m. S.l.m.
Quota massima:	1995 m. S.l.m.
Dislivello massimo:	1025 m.

In base ai dati rilevati si è calcolato il tempo di corrivazione pari a 0.4 h, ed un valore di portata di massima piena con periodo di ritorno di 100 anni compreso tra 22 e 32 mc/sec.

### 6.3 Carta idrogeologica

La carta idrogeologica è stata redatta tenendo conto delle caratteristiche litologiche delle formazioni presenti nella zona, della geologia strutturale dell'area e della giacitura della foliazione per gli ammassi rocciosi, mentre ci si è basati sulla granulometria, tessitura e stato di addensamento stimati in corrispondenza degli spaccati e fronti presenti. La conducibilità idraulica (comunemente chiamata nell'ambito geologico permeabilità) di un ammasso, sia esso costituito da rocce lapidee o da rocce sciolte (terreni), è determinata dalla presenza di vuoti comunicanti fra loro in modo continuo, così da permettere il flusso di un fluido (acqua, aria, ecc.) attraverso l'ammasso stesso. Per quanto concerne le rocce lapidee la permeabilità è determinata dalla somma della permeabilità della roccia propriamente detta (cioè del litotipo, ad esempio calcare, dolomia, argilliti, ecc.) e dalla permeabilità che deriva dallo stato di fessurazione dell'ammasso (dovuto alla presenza di superfici di stratificazione, diaclasi, fessure varie). La prima è denominata permeabilità primaria, mentre la seconda permeabilità secondaria. Un ammasso è sempre interessato da un certo grado di fessurazione (in particolare in quest'area che ha subito complesse evoluzioni strutturali) e la permeabilità ad esso dovuta è di gran lunga superiore a quella derivante dalla matrice roccia; pertanto quest'ultima viene generalmente trascurata.

Diversamente da quanto sopra affermato, nei terreni la permeabilità non è dovuta alla fessurazione (ad eccezione di alcuni terreni fissurabili superficialmente), ma i vuoti conseguono alla porosità che è una caratteristica strettamente dipendente dalla granulometria, dalla tessitura e dallo stato di addensamento. Pertanto si è redatta la carta attribuendo ad ogni formazione una propria permeabilità in base alla fratturazione, stimata sia con rilevamenti, sia da rilievi strutturali reperiti in bibliografia o eseguiti in loco. Per speditezza e per la vastità del territorio da esaminare in tempi relativamente brevi, la valutazione della conducibilità idraulica è comunque rimasta qualitativa, rimandando ad eventuali studi di dettaglio riguardo a problematiche particolari, la sua precisa misurazione. La lettura della carta deve comunque essere compiuta attraverso l'analisi degli elementi tettonici, che condizionano in maniera determinante la circolazione idrica sotterranea.

Le formazioni presenti nell'area sono state suddivise in quattro unità, rispettivamente una riguardante gli ammassi lapidei e tre riguardanti i terreni, riconosciute attraverso la stima della loro permeabilità.

Si riporta di seguito la legenda commentata dell'unità rocciosa:

#### **I** *Unità: rocce a permeabilità media-bassa*

Unità costituita da micascisti e gneiss muscovitici e biotitici, caratterizzati da permeabilità primaria pressochè nulla e da permeabilità secondaria lungo i piani di discontinuità. Il grado di permeabilità è quindi in relazione al grado di fratturazione.

Nei depositi superficiali si considera invece la permeabilità primaria, ed essi sono suddivisibili in ulteriori tre unità, di seguito riportate e commentate.

#### **II** *Unità: terreni ad elevata permeabilità*

Rappresenta terreni superficiali incoerenti e grossolani, depositi alluvionali di fondovalle. Si tratta dei depositi alluvionali del T. Cuccio e dei detriti di versante.

#### **III** *Unità: terreni a media permeabilità*

Questa unità comprende depositi fluvio-glaciali e depositi glaciali grossolani con scarsa matrice fine caratterizzanti la successione quaternaria dei terrazzi morenici.

#### **IV** *Unità: terreni a bassa permeabilità*

Questa unità comprende depositi eluviali caratterizzati da una granulometria fine.

Il meccanismo di circolazione delle acque sotterranee è legato all'infiltrazione delle acque meteoriche nei settori degli ammassi rocciosi maggiormente alterati e/o fratturati, a contatto con la copertura superficiale.

Sulla base delle informazioni in ns. possesso, avute dagli amministratori locali, non si registrano carenze d'approvvigionamento nelle diverse stagioni dell'anno.

Nell'ambito del territorio in esame sono presenti numerose risorgenze, la maggior parte delle quali sono captate per l'approvvigionamento idropotabile comunale. L'abitato di Cavargna è alimentato da 5 sorgenti, mentre le frazioni sono alimentate da almeno una o due sorgenti

<b>Tabella Delle Disponibilità Idriche</b>			
<b>H-H-D</b> <b>H&lt;H-H&gt;P-H(HZH333)</b>	Superficie	15.06 Km <sup>2</sup>	
	Popolazione	Residente	419 abitanti
		Fluttuante	214 abitanti
		Totale	633 abitanti
	Popolazione servita dall'acquedotto	100 %	
	Popolazione servita autonomamente	0 %	
<b>H-H-D</b> <b>H3C0Z00 HCU</b>	Consumo acquedotto	Uso civile 32000 mc/anno	
		Altro - mc/anno	
	Consumo totale	Medio 32000 mc/anno	
		Minimo 28000 mc/anno	
	Consumo pro capite	166.7 litri/giorno	
<b>H-H-D</b> <b>H0H00G0707D</b>	Sorgenti sfruttate da acquedotto	5.8 l/sec	
	Sorgenti sfruttate autonomamente	.	
	Volume totale disponibile	Medio 183000 mc/anno	
		Minimo 147000 mc/anno	
	Serbatoi di accumulo	156 mc	
	Impianti di potabilizzazione	Depurazione non in funzione	
<b>BILANCIO</b> (differenza volume disponibile medio e consumo totale medio) 151000			

E' consigliabile una generale protezione dei bacini di alimentazione di queste risorgenze, che coprono vaste aree del territorio comunale, in ottemperanza al D.P.R. 236/88 "Attuazione alla direttiva CEE n. 80/778 concernenti la qualità delle acque destinate al consumo umano,....", attraverso una appropriata pianificazione dello sviluppo del territorio.

## 7. CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO CON ELEMENTI LITOLOGICI E GEOTECNICI

Su tale elaborato di dettaglio, relativo alla parte urbanizzata del territorio comunale e del suo intorno, vengono riportati due differenti tematismi, la litologia del substrato roccioso e dei depositi superficiali, con indicazioni geomeccaniche e geotecniche, ed il dettaglio delle forme del territorio e dei processi morfologici in atto. Questi ultimi risultano essere in relazione, sia per la tipologia che per la loro possibile evoluzione, con la natura del substrato e dei depositi di copertura.

Tale elaborato pone in evidenza, per l'importanza che rivestono ai fini della caratterizzazione del territorio, i fenomeni ed i processi di evoluzione delle forme del paesaggio a seguito dell'azione dei diversi agenti

morfogenetici, fornendo inoltre una prima valutazione geomeccanica qualitativa degli ammassi rocciosi ed una preliminare valutazione geotecnica delle coperture utili per una valutazione di massima delle condizioni complessive di stabilità.

Ciò consente di “leggere” il territorio in esame ponendone in risalto le dinamiche evolutive, rappresentando quindi un utile ausilio per una corretta gestione e pianificazione del territorio.

### *7.1 Elementi geomorfologici di dettaglio*

Dall'analisi dei processi morfodinamici in atto si evidenzia come nel suo complesso, tutti i versanti montuosi compresi nel territorio comunale risultino soggetti ad intense dinamiche erosive, mentre solo in corrispondenza dell'alveo del T. Cuccio siano in atto significative dinamiche di trasporto ed accumulo dei materiali derivanti dallo smantellamento dei versanti.

Risulta prevalente lungo i versanti l'azione erosiva della gravità in corrispondenza delle aree con substrato affiorante e pendenza molto elevata, tali da dar luogo a pareti rocciose con notevole salto morfologico.

In tali aree per l'azione prevalente della gravità, ed in subordine delle acque superficiali, dell'azione gelo-disgelo e per l'azione di scalzamento esercitata dagli apparati radicali della copertura arborea, si verificano distacchi di materiale roccioso in particolare dove questo si presenta maggiormente fratturato. L'evolvere del fenomeno erosivo produce il progressivo lento arretramento delle pareti e può dar luogo anche a distacchi di blocchi le cui dimensioni sono in relazione alla disposizione e frequenza delle discontinuità degli ammassi rocciosi. Nelle porzioni di territorio rappresentate in carta tale dinamica si riscontra solamente in alcuni settori soprattutto nell'alta valle.

I tratti di versante a media acclività risultano soggetti ad erosione progressiva per l'azione combinata delle acque superficiali non incanalate e della gravità. L'evolvere dei fenomeni erosivi potrebbe portare allo sviluppo di forme di dissesto, anche se di limitata estensione, in relazione alla natura del substrato ed all'energia del rilievo, da fenomeni di creep diffuso, sino a distacchi della copertura regolitica ed al coinvolgimento del substrato ove questo si presenta maggiormente fratturato.

La dinamica erosiva prevalente è esercitata dall'azione delle acque incanalate, che determinano il progressivo approfondimento degli alvei torrentizi nei tratti di monte, con potenziale innesco di fenomeni di dissesto lungo le sponde per erosione laterale del piede dei versanti, ma anche dalle acque superficiali non incanalate che hanno in passato creato alcuni dissesti che hanno richiesto interventi di stabilizzazione ed opere di drenaggio superficiali.

Per la realizzazione dei tracciati stradali lungo i pendii si siano resi necessari interventi di sbancamento del substrato roccioso che determinano la presenza di pareti e scarpatine artificiali lungo le sedi stradali, che risultano anch'esse sede di processi erosivi che possono determinare, in caso di non adeguati interventi di stabilizzazione e contenimento, l'innesco di dissesti con conseguente distacco di materiale.

In carta sono stati riportati i tratti di tracciato stradali le cui pareti di monte sono state protetti da reti di contenimento in aderenza.

### *7.2 Elementi litologici e caratteri geomeccanici e geotecnici*

Per ciò che concerne la natura litologica del substrato e dei terreni di copertura sono state distinte in carta, prescindendo dall'appartenenza formazionale, le differenti unità litologiche, caratterizzandole inoltre dal punto di vista geologico-tecnico.

Vengono perciò analizzati i principali aspetti geomeccanici degli ammassi rocciosi e geotecnici delle coperture.

Le unità relative al substrato roccioso vengono indicate come affioranti/subaffioranti quando l'eventuale copertura superficiale presente non superi il massimo di 1 - 2 m di spessore. In tal caso si ritiene di poter comunque attribuire a tali unità i parametri di massima del substrato, di seguito, descritti, in quanto le eventuali opere o strutture andrebbero comunque ad interessare il substrato roccioso.

Per ciascuna delle unità discriminate, si presentano i campi di variazione dei principali parametri geotecnici e geomeccanici (angolo d'attrito, coesione dei materiali), desunti da bibliografia, da studi eseguiti in situazioni vicine. da osservazioni dirette su scavi e fronti rocciosi.



In particolare è stata eseguita una serie di rilievi strutturali di dettaglio al fine di classificare dal punto di vista geomeccanico gli ammassi rocciosi presenti.

Tali rilievi sono condotti allo scopo di identificare i parametri più significativi che influenzano il comportamento meccanico dell'ammasso roccioso.

Nello specifico si tratta di definire la configurazione geometrica delle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso, rilevandone orientazione, spaziatura, persistenza, dimensione e forma dei blocchi rocciosi, e di definire il meccanismo di trasmissione degli sforzi e della circolazione idrica rilevando scabrezza ed apertura delle discontinuità, resistenza della roccia, permeabilità e caratteristiche del materiale di riempimento delle discontinuità.

I dati raccolti, elaborati e mediati ha permesso di sintetizzare le caratteristiche geomeccaniche di ciascun litotipo presente, procedendo alla classificazione tecnica degli ammassi rocciosi secondo l'RMR System (Rock Mass Rating System di Bieniawsky 1973), e la BGD (Basic Geotechnical Description of rock masses).

Per la caratterizzazione geotecnica i terreni sono stati classificati secondo il Sistema unificato di classificazione delle terre H.R.B. che distingue i terreni in 7 gruppi di classificazione (da A1 corrispondente a frammenti di roccia ghiaia e sabbia, a A7 corrispondente a terre argillose).

I valori riportati non si devono intendere come pronti all'uso per progettazioni geotecniche ma piuttosto come prima classificazione dei terreni e delle rocce urbanizzabili, non sollevando chi di dovere dall'eseguire gli accertamenti e le prove geotecniche, quando previste, a livello di singolo progetto (D.M. 11/03/1988, Circ.Minist. 24/09/1988 n.30483).

Sono state distinte le seguenti unità geologico - tecniche:

### **Depositi Glaciali**

Nell'area in esame affiora quasi esclusivamente morenico costituito da ciottoli ghiaia e sparsi blocchi in matrice sabbioso-limoso, con localmente aumento della frazione fine.

Questi terreni ad eccezione di un eventuale strato di decarbonizzazione e pedogenesi superficiale, presentano valori

$$Y_t = 1.7-1.9 \text{ t/mc}$$

$$\phi = 28^\circ-35^\circ$$

con una coesione, considerando la loro natura prevalentemente granulare piuttosto ridotta e comunque variabile in funzione della percentuale di matrice fine. Possono essere definiti secondo la Classificazione H.R.B. in un campo variabile tra A1 e A4.

### **Depositi di versante**

Nell'area in esame sono poco diffusi e con spessori e distribuzione discontinui, talvolta di entità non cartografabile. Quasi sempre monolitologici, sono il risultato dello smantellamento gravitativo e del trasporto di massa delle formazioni rocciose sovrastanti; sono presenti zone a scarsa presenza di matrice tra i clasti e zone invece caratterizzate da cementazione dei clasti. Di conseguenza le caratteristiche meccaniche sono variabili da

$$Y_t = 1.7-2.0 \text{ t/mc}$$

$$\phi = 30-35^\circ$$

Possono essere definiti secondo la Classificazione H.R.B. in un campo variabile tra A1 e A2.

### **Alluvioni (attuali e recenti)**

Corrispondono ai depositi del T. Cuccio, caratterizzati da terreni prevalentemente ghiaiosi con sabbia in lenti, ciottoli e blocchi anche di dimensioni considerevoli, con grado di alterazione variabile da medio ad elevato.

Si tratta di terreni dotati di caratteristiche geomeccaniche medie ed in funzione del prevalere localmente delle diverse frazioni granulari sabbioso ghiaiosa e talora con spessori che vanno da 0 a circa 15-20 metri, e talora con strato pedogenizzato superficiale. Complessivamente si possono attribuire i seguenti range di parametri

$$Y_t = 1,7/2,0 \text{ t/mc}$$

$$\phi = 25^\circ/35^\circ$$

Possono essere definiti secondo la Classificazione H.R.B. in un campo variabile tra le sigle A1 e A3.

### Deposito eluviale

Strato di alterazione in posto della roccia ad opera soprattutto della disgregazione fisico meccanica, a cui concorrono principalmente i fattori climatici. Si sviluppano con una frammentazione in blocchi spigolosi che, via via disfacendosi, ricoprono il versante con una coltre terrigena spesso vegetata.

$$Y = 1.7-1.8 \text{ t/mc}$$

$$\phi = 22^\circ-27^\circ$$

Possono essere definiti secondo la Classificazione H.R.B. in un campo variabile tra A2 e A4.

### Miscisti e gneiss

Miscisti e gneiss foliati, moderatamente fratturati, con presenza solo localmente di zone cataclastiche. Presentano caratteristiche geomeccaniche da mediocri a buone, in relazione alla combinazione dell'andamento della foliazione rispetto al versante e della fratturazione e deformazione subite che modificano i caratteri meccanici di base di questa unità, determinando perciò la presenza di zone a caratteristiche meccaniche da mediocri a buone.

$$Y = 2.5-2.6 \text{ t/mc}$$

$$\phi = 35 \text{ a } 45^\circ \text{ e}$$

Classi da II a III della classificazione di Bieniawski

### CLASSIFICAZIONE AMMASSO ROCCIOSO "RMR"

#### Rock Mass Rating (Bieniawsky - 1973)

TIPO DI OPERA:

UBICAZIONE: strada per Cavargna

DATA:

PROGR. :

famiglie di discontinuità	immersione (°)	inclinazione (°)
Fronte	110	85
S	280	80
K1	27	59
K2		
K3		

Parametro	Dati di campagna	Valore
Resistenza a compressione monoassiale (MPa)	60	6
RQD%	100	21
Intercetta discontinuità (m)	1,5	14
Condizione idrauliche generali	asciutto	15
<b>Condizioni delle discontinuità</b>		
persistenza/continuità	3-10m	2
apertura	<0,1mm	5
rugosità/scabrezza	legg. scabro	3
riempimento	tenero <5mm	2
alterazione	legg. alterato	5
Compensazione in funzione delle discontinuità	indifferente	-25
	<b>R.M.R.</b>	<b>48</b>

Classe	III
Descrizione	discreta
Angolo d'attrito (°)	29
Coesione (KPa)	240

## 8. CARTA DI SINTESI E DEL RISCHIO

La carta di sintesi dei rischi geologici, redatta in scala 1:10.000, è stata realizzata in modo da potere rappresentare, in un unico elaborato, le principali problematiche emerse dallo studio del territorio comunale di Cavargna. In tal modo si ottiene un quadro sintetico dello stato del territorio preliminare alla valutazione della fattibilità geologica delle azioni di piano.

Tale inquadramento, per definizione sintetico, necessita di verifiche di dettaglio per la progettazione esecutiva degli interventi, a partire comunque, dal contenuto informativo delle singole carte tematiche.

La valutazione di questo parametro risponde, oltre che a specifici criteri di efficace descrizione dei caratteri fisici del territorio ed all'analisi di potenziali situazioni di rischio, (si pensi ai riflessi sulla stabilità dei versanti), a considerazioni di ordine pratico, economico ed in generale legate ad una efficiente gestione del territorio. In aree ad elevata acclività infatti, la realizzazione di opere o infrastrutture di servizio agli insediamenti richiedono oneri molto elevati, rendendo di fatto non conveniente, al di là di considerazioni sul rischio di instabilità, per motivi economici oltre che gestionali l'urbanizzazione di tali areali. Nel territorio in esame sono stati individuati due scenari di rischio geoambientali, legati il primo gruppo a rischi di carattere idrogeologico, il secondo di tipo geologico-geotecnico, caratterizzati da fenomeni di dissesto in atto.

In relazione a ciò sono state evidenziate nell'elaborato cartografico porzioni di territorio appartenenti a classi a diversa predisposizione al rischio.

Sono state inoltre riportate le aree soggette a vincoli ambientali, che rappresentano un elemento comunque discriminante della fattibilità geologica.

E' in corso uno studio per la perimetrazione delle zone a rischio idrogeologico ai sensi della Legge 267/98, del versante a monte dell'abitato principale di Cavargna. A seguito di tale studio verranno definite con maggiore dettaglio le zone a diversa pericolosità, vulnerabilità e rischio per fenomeni di smottamento, colamento e scivolamento della coltre detritica superficiale, nonché verranno indicati gli eventuali e possibili interventi di mitigazione del rischio.

### **PARTE AGGIORNATA CON PGT**

~~Aree a rischio geologico-geotecnico caratterizzate da fenomeni geomorfici attivi o potenzialmente riattivabili~~

Comprende i fattori di rischio legati alla stabilità dei versanti, alle caratteristiche tecniche dei terreni e/o delle rocce ed ai processi idrogeologici, di degrado, sia naturali che antropici, in atto.

Le aree di versante segnalate come soggette a rischio elevato, sono, in generale, aree in pendio, con acclività superiore o prossima all'angolo di attrito interno del terreno, o con pendenza superiore ai 35° nel caso di substrato roccioso, o infine dove le caratteristiche generali del pendio sono tali da risultare prossime alle condizioni limite, o dove possa sussistere pericolo di distacco e rotolamento di blocchi a causa dell'elevata acclività e della giacitura degli strati o delle discontinuità sfavorevoli. Ogni intervento deve essere controllato in relazione alla stabilità globale dell'area ed alla stabilità opera terreno.

#### Aree interessate da frane

Sono state riportate le zone in cui si sono verificati fenomeni franosi anche di piccola entità non ancora stabilizzati né colonizzati. Nel territorio comunale di Cavargna sono state rilevate diverse aree in cui sono in atto, od allo stato quiescente, dinamiche di dissesto anche di dimensioni rilevanti, per lo più legate alla naturale degradazione dei pendii, che come analizzato in precedenza, sono soggetti a differenti e talvolta intensi fenomeni erosivi.

Come riportato nell'elaborato cartografico, le aree interessate da questa tipologia di dissesto sono localizzate poco a valle della strada che conduce al Passo della Cava e poco oltre la frazione di Dosso, dove il franamento della copertura superficiale ha interrotto temporaneamente la viabilità.

Inoltre sono frequenti, anche se non coinvolgono grossi volumi di materiale, i dissesti legati all'azione erosiva delle acque incanalate, con particolare riferimento all'erosione laterale esercitata dal Torrente Cuccio.

Data l'elevata acclività del versante e la dinamica del dissesto si ritiene che, in occasione di eventi meteorici intensi, l'azione delle acque possa rimobilizzare parte del materiale con conseguente instabilità dell'intero accumulo ed il suo progressivo scorrimento verso valle.

Nel settore dei terrazzi morenici dove sorgono i centri abitati, e dove le ipotesi di pianificazione prevedono il completamento funzionale dell'urbanizzazione, si segnalano piccoli dissesti localizzati sui margini di valle di tali terrazzi, indicativi della azione di erosione progressiva a cui sono soggetti.

Zone in erosione diffusa per l'azione combinata della gravità e delle acque superficiali

Corrispondono alle aree con substrato roccioso o depositi superficiali caratterizzate da acclività elevata, soggette ad erosione progressiva per opera delle acque superficiali non incanalate e della gravità. Rappresentano la parte dei pendii presenti nel territorio in esame a monte delle frazioni maggiori (Finsuè, Dosso e Collo), dove l'evolvere dei fenomeni erosivi ha portato allo sviluppo di forme di dissesto di varia estensione in relazione all'energia del rilievo, lo spessore della copertura e alla natura della stessa. Nell'area in esame l'azione erosiva non risulta, inoltre, mitigata dalla presenza di copertura vegetale.

Aree con copertura regolitica e/o depositi superficiali in equilibrio limite, soggetti a rischio di potenziali franamenti e/o scollamenti

Sono aree ove l'angolo del pendio è prossimo all'angolo di attrito interno del terreno e quindi in condizione di equilibrio limite.

I depositi di origine glaciale presentano caratteristiche geotecniche variabili in funzione della percentuale di materiale fine presente, il cui aumento determina un corrispondente aumento della coesione.

Nell'area in esame sono stati rilevati pendii in morenico con inclinazione sino a circa 35°; tale situazione piuttosto frequente si verifica prevalentemente al margine verso valle dei terrazzi morenici su cui sorgono le aree urbanizzate. Tali ambiti risultano quindi soggetti ad elevato rischio, ed interventi non ben dimensionati possono provocarne la loro instabilità. Nel territorio comunale sono stati individuati diversi settori: area molto estesa a monte dei centri di Cavargna e Mondrago, aree a N-O del Pian del Cristo, Monte Cucco e del Passo della Cava

Aree con substrato roccioso in condizione di equilibrio limite per elevata fratturazione e/o elevata acclività del pendio soggette a processi di distacco di blocchi e distacchi di materiale roccioso

**PARTE AGGIORNATA CON PGT**

Sono aree in cui l'elevata acclività (maggiore di 35°), unita ad una elevata fratturazione o ad una sfavorevole giacitura, rende molto probabile il distacco di blocchi, normalmente di dimensioni massime decimetriche ed subordinatamente di dimensioni maggiori, o movimenti di massa anche di considerevole estensione.

Oltre questo angolo i versanti possono già presentare situazioni naturali di instabilità ed a maggior ragione qualora vengano interessati da sovraccarichi o interventi che ne modifichino la morfologia naturale.

Tali aree rappresentano, per la natura montuosa del territorio, buona parte del territorio comunale, in particolare una parte del settore settentrionale, il settore del versante orografico sinistro della valla Segor in corrispondenza della strada per la frazioni e parte del versante a monte dell'abitato di Cavargna.

Canalone di valanga

Indicano il tratto di versante dove si sviluppano il percorso di valanga

**-aree a rischio idrogeologico**

Tale scenario di rischio potenziale comprende le situazioni di possibile dissesto legate allo smaltimento delle acque superficiali sia diffuse che incanalate lungo i versanti montuosi, in particolare, in concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi; tale situazione di rischio possono essere accentuate dall'inadeguatezza delle opere idrauliche e dalla scarsa manutenzione e degrado delle sistemazioni idraulico-forestali.

Nel territorio in esame sono state cartografate:

Aree a rischio di inondazione

Aree prossime all'alveo del torrente Cuccio, ove in caso di piogge intense è possibile che vengano inondate dalle acque di piena.

Corsi d'acqua instabili per erosione laterale attiva o con intensi fenomeni erosivi di fondo

Si tratta dei principali corsi d'acqua che attraversano l'area, e più estesamente tale dinamica può interessare tutti gli impluvi del territorio in particolare in concomitanza di eventi meteorici di notevole entità.

La violenta azione erosiva esercitata dai corsi d'acqua in occasione dei periodi di piena, può determinare, oltre al progressivo approfondimento dell'alveo, situazioni di instabilità degli orli di scarpata fluviale per erosione laterale e nei tratti più a monte erosione al piede dei versanti interessati dallo scorrere dei torrenti, con l'eventuale attivazione di dinamiche di dissesti che possono andare dal locale distacco di materiale sino a considerevoli movimenti di massa lungo i pendii.

Numerosi dissesti in atto secondo tali modalità sono stati rilevati lungo le sponde degli affluenti del T. Cuccio, mentre si segnala l'intensa erosione laterale lungo il T. Cuccio.

Punti critici per inadeguatezza delle opere idrauliche (Possibili oclusioni dell'alveo)

Indica i punti dove si riscontrano sezioni critiche degli alvei torrentizi, potenzialmente soggette ad oclusione e quindi con rischio di alluvionamento per le aree circostanti.

A seguito di apporti meteorici particolarmente intensi, tali da determinare elevate portate liquide con trasporto di materiale detritico e/o di resti vegetali lungo gli impluvi, nei punti di riduzione della sezione dell'alveo si può verificare un ostacolo al libero fluire delle acque.

Aree con presenza di solchi d'erosione profondi

Aree dove sono evidenti le tracce di direzione preferenziale dell'erosione lungo incisioni profonde dovuto allo scorrimento concentrato delle acque superficiali. Si sviluppano nei depositi di origine detritica alla base di potenti scarpate

Falde o con di detrito in continua alimentazione, non colonizzati o solo parzialmente colonizzati da vegetazione

Aree o fasce detritiche, generalmente alla base di salti morfologici e pareti rocciose, in costante alimentazione testimoniata dallo scarso sviluppo della vegetazione.

**PARTE AGGIORNATA CON PGT**

VINCOLI AMBIENTALI

La presenza di vincoli territoriali, indubbiamente derivati da valutazioni di carattere generale sulla peculiarità delle emergenze paesaggistiche e idrogeologiche locali, è un elemento discriminante assoluto della fattibilità geologica delle azioni di piano. In tali aree la conservazione dello stato attuale di uso del suolo è comunque un forte limitazione a qualunque intervento di natura antropica è più che doverosa.

In particolare sono state individuate le fasce di rispetto delle acque pubbliche e le aree sottoposte a vincoli ambientali.

Nel Comune di Cavargna vengono singolarmente cartografati:

Vincolo idrogeologico:

in base all'art. 1 del R.D.L. 30.12.32 N.3267 e degli artt. 40\42 della L.U.R. N. 51\75 il territorio comunale di Cavargna risulta per la maggior parte soggetto a vincolo idrogeologico ad eccezione delle aree urbanizzate e di un loro intorno. In tale zona, qualsiasi attività comportante il mutamento permanente dell'uso del suolo dei terreni soggetti a vincolo idrogeologico e dei boschi è subordinata alla preventiva autorizzazione prevista dall'art. 25 L.R. 8/76 come sostituito dell'art. 19 L.R. 80/89, e la richiesta di concessione edilizia è da completarsi con specifica perizia idrogeologica finalizzata a verificare l'impatto delle opere sulla stabilità dei versanti e del normale deflusso delle acque, in funzione dell'entità degli scavi e dei riporti in progetto, il tutto subordinato al parere anche di strutture sovracomunali (Com. Montana).

Rispetto sorgenti e pozzi:

La circolare della Regione Lombardia 38/SAN/83 e il D.P.R. n. 236 del 24 .05.1988 prevedono, per la tutela dei requisiti di qualità delle acque emunte destinate al consumo umano "zone di rispetto" per le opere di

captazione. Per tali zone la normativa prevede un raggio non inferiore a 200 m rispetto al punto di captazione. Tale estensione può essere variata in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio delle risorse e/o in funzione delle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero captato e dell'area di captazione. Nella zona di rispetto sono vietate le seguenti attività:

- immissione in fossi non impermeabilizzati di reflui, fanghi e liquami;
- accumulo di concimi organici;
- aree cimiteriali;
- dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali e strade;
- spargimento di fertilizzanti e pesticidi;
- stoccaggio di rifiuti, reflui, prodotti, sostanze chimiche pericolose.

Nel caso di captazioni importanti, buona parte del bacino idrografico ed idrogeologico a monte della sorgente andrebbe protetto. In questi casi sarebbe opportuno e consigliabile uno studio specifico finalizzato alla definizione dei reali percorsi di filtrazione delle acque

Questa legge definisce anche una zona di tutela assoluta che è adibita esclusivamente ad opere di presa ed a costruzioni di servizio; deve essere recintata e provvista di canalizzazione per le acque meteoriche e deve avere un'estensione di raggio non inferiore a 10 m, ove possibile, la zona di tutela assoluta è adeguatamente ampliata in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

#### Rispetto dei corsi d'acqua naturali — Art. 96 L. 523/1904:

Riguarda entrambe le sponde dei corsi d'acqua e consiste in una fascia di rispetto della larghezza minima di 10 m dove si potranno eseguire solo opere di sistemazione idrogeologica e normale conduzione agricola; per i fabbricati esistenti sono ammesse solo opere di manutenzione ordinaria e straordinaria. Data la difficoltà di riportare tali vincoli alla scala 1:10.000, si è scelto di riportarli solo per alcuni torrenti. Si consiglia comunque, nel caso di modifiche o interventi in prossimità dei corsi la verifica della sezione di massima piena e di stabilità delle sponde.

#### Vincolo paesaggistico "Legge Galasso":

il territorio comunale è sottoposto a vincolo paesaggistico in base al quale l'edificazione ed ogni intervento sono sottoposti alle norme della legge 29.06.1939 n. 1497 e successive modifiche (legge 431/1985), che individuano come sottoposti a vincolo paesaggistico:

- le montagne per la parte eccedente la quota di 1600 m s.l.m. per la catena alpina
- i fiumi, i torrenti ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico sulle acque ed impianti elettrici, approvato con R.D.L. 11.12.1933 n. 1775 e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 m (art 1 c);
- i territori coperti da boschi e foreste, ancorchè percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti al vincolo di rimboschimento

n. elenco	Denominazione del corso d'acqua	Tratto vincolato
27	Valle Molino — Val Tabano	Dallo sbocco all'Alpe di Tabano
28	Valle di Segur	Dallo sbocco alla confluenza dei due rami superiori
29	Vallone	Dallo sbocco alla confluenza dei due rami superiori
30	Valle Stabiello	Dallo sbocco a 500 m a monte della confluenza in ciascuno dei due rami in cui si divide
32	Valle Belvedere	Dallo sbocco a 1000 m verso monte

Vincolo cimiteriale:

interessa un intorno dell'area cimiteriale di larghezza di 55 m. E' definito dalla art. 338 del testo unico delle leggi sanitarie 27.07.1934 n.1265, modificato con legge 17.10.1957, n.983. Questa legge implica l'obbligo di mantenere e sviluppare il verde esistente mentre è vietato ogni tipo di edificabilità che si discosti da struttura di servizio dell'area cimiteriale stessa. Eventuali ampliamenti delle aree cimiteriali sono comunque soggetti a preventivo parere anche di enti sovracomunali. (USSL). Il suolo cimiteriale deve essere sciolto sino alla profondità di 2,5 m o capace di essere reso tale con facili opere di scasso, in assenza di argille o torbe o terreni che impediscano i processi di mineralizzazione. La falda freatica alla sua massima altezza deve trovarsi ad una distanza di almeno 2.5 m al di sotto dal piano campagna.

Vincolo ambientale per impianti di depurazione:

Una delibera del comitato dei Ministri del 4.02.1977 ha definito un vincolo di inedificabilità assoluta circostante l'area destinata all'impianto di depurazione delle acque. La larghezza della fascia è stabilita dall'autorità competente in sede di definizione degli strumenti urbanistici e/o in sede di rilascio della licenza di costruzione. In ogni caso tale larghezza non potrà essere inferiore a 100 m. Per gli impianti di depurazione esistenti, per i quali la suddetta larghezza minima non può essere rispettata, devono essere adottati idonei accorgimenti sostitutivi quali barriere di alberi, pannelli di sbarramento o, al limite ricovero degli impianti in luoghi chiusi.

**9. FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO**

Seguendo le indicazioni riportate nella citata Delibera della Giunta della Regione Lombardia D.G.R. n. 6/37918 del 06/08/98 ("Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica della pianificazione comunale, secondo quanto disposto dall'art. 3 della L.R. n. 41 del 24/11/97), la valutazione incrociata degli elementi emersi dagli studi tematici sin qui illustrati, con i fattori ambientali ed antropici propri del territorio comunale di Cavargna, ha consentito di sviluppare il processo diagnostico che consente di azionare il territorio in classi di fattibilità geologica.

I risultati vengono rappresentati sulla carta della fattibilità geologica per le azioni di piano, che descrive le problematiche e le eventuali limitazioni all'azione di piano. Tale elaborato viene redatto a scala 1:1.000, alla stessa scala del Piano Regolatore vigente e per la necessità di avere un adeguato livello di dettaglio nella localizzazione dei limiti degli azionamenti, ed interessa un territorio comunale coprente le aree urbanizzate ed un significativo intorno, nel caso in esame si analizza la parte sita a valle della quota di 1150 — 1200 m s.l.m. circa per il centro di Cavargna ed alle frazioni maggiori (Mondrago — Vegna — Collo)

La classificazione adottata fornisce indicazioni in ordine alla destinazione d'uso, alle cautele generali da adottare per gli interventi, agli studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso. Rimane infatti fondamentale la realizzazione di studi di dettaglio all'atto della progettazione esecutiva degli interventi, dimensionati alla scala delle opere di progetto (secondo quanto previsto dal D.M. 11/03/1988, Circ.Minist.24/09/1988 n. 30483 ), in quanto le osservazioni ed i dati derivabili dalla zonazione geologica non li sostituiscono in alcun modo.

I criteri di cui alla citata D.G.R. individuano quattro classi di fattibilità, a seconda dell'idoneità geologica delle particelle di terreno a sopportare eventuali trasformazioni d'uso. Nella zonizzazione del territorio è stato adottato il criterio di tracciare i limiti delle differenti classi, seguendo la logica di individuare passaggi graduali tra le diverse classi. Inoltre nell'ambito della classe di fattibilità 3 si è scelto di differenziare tre sottoclassi: nella prima le limitazioni alla fattibilità geologica alle azioni di piano sono attribuibili alla presenza di fattori di rischio geologico, direttamente od indirettamente connesse alle principali manifestazioni dell'idrografia superficiale; nella seconda le limitazioni sono attribuibili alla presenza di fattori di rischio geologico — tecnico, nella terza sono comprese le aree che ricadono nelle fasce di rispetto delle sorgenti captate e nella fascia di rispetto dei cimiteri.

Nel caso in cui porzioni di territorio comprese nella fascia di rispetto di uno dei vincoli legislativi citati, risultino inoltre caratterizzate dalla presenza di significativi fattori di rischio geologico — tecnico e/o idrogeologico, si è passati alle classi 3a/3b, dando quindi priorità ai fattori naturali di rischio.

Le classi di fattibilità geologica sono di seguito definite:

#### **Classe 2 – Fattibilità con modeste limitazioni:**

Sono aree in genere con pendenze fino a 20° con discrete caratteristiche geologico tecniche dei terreni e del substrato roccioso che presentano ridotte condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico tecnico o idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di sistemazione e bonifica.

Ricadono in questa classe ampie porzioni di territorio localizzate in corrispondenza degli abitati, caratterizzate da minori pendenze e locali modesti dissesti per lo più in relazione a problemi di ordine idrogeologico. Le zone che ricadono in questa classe sono: abitato di Cavargna, abitato di Mondrago, abitato di Vegna, abitato di Collo, ad esclusione delle fasce soggette a vincoli legislativi. Per quanto riguarda il nucleo di Cavargna, è stata individuata un'area tra l'abitato principale e la località Segalè che ricade in questa classe di fattibilità per le modeste pendenze e l'assenza di vincoli di varia natura, nonché di manifestazioni di pericolosità geomorfologica o idrogeologica.

Si ritiene pertanto che nel caso di modificazioni della destinazione d'uso o per la costruzione di nuovi insediamenti debbano essere prodotti studi geologico — tecnici. Tali studi dovranno evidenziare, sulla base della tipologia d'intervento, i mutui rapporti con la geologia e la geomorfologia con particolare riguardo ai sistemi di controllo e drenaggio delle acque superficiali, oltre che a puntuali indagini geotecniche per il dimensionamento delle strutture di fondazione e sostegno, con eventuali verifiche di stabilità soprattutto per la messa in sicurezza di eventuali fronti di scavo.

#### **Classe 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni:**

Si hanno consistenti limitazioni alla modificazione delle destinazioni d'uso dei terreni, soprattutto per motivi idrogeologici (classe 3a) e geologico/tecnici (classe 3b). Si tratta di terreni generalmente acclivi o comunque caratterizzati da un insieme di condizioni di predisposizione al dissesto sia interni che esterni, oppure risultano soggetti a vincoli legislativi quali le fasce di rispetto per le opere di captazione di acque potabili e per gli ambiti cimiteriali (classe 3c).

Vengono quindi comprese nella classe 3a le aree caratterizzate da rischio di natura idrogeologica, ovvero le aree prospicienti gli alvei dei corsi d'acqua che attraversano la fascia urbanizzata che possono essere marginalmente interessate da fenomeni erosivi o da fenomeni di trasporto di massa in occasione di episodi alluvionali. Vengono comprese nella classe 3b le aree caratterizzate da depositi di copertura o substrato roccioso in condizioni di equilibrio limite, aree caratterizzate da elevata acclività del pendio che possono essere sede di dissesti localizzati e di limitata estensione, le aree prospicienti a settori caratterizzati da franosità diffusa o distacchi localizzati.

Nel caso 3c sono comprese le aree che, anche se non risultano caratterizzate da significativi fattori di rischio geologico/tecnico e/o idrogeologico, rientrano nelle zone di rispetto di rispetto e protezione dei punti di captazione delle acque potabili e le aree di pertinenza cimiteriale.

In tale contesto, preventivamente alla progettazione urbanistica devono intervenire supplementi di indagine di carattere geologico tecnico, campagne geognostiche, prove in situ e/o di laboratorio, volte in particolare a verificare la stabilità dei pendii interessati dagli interventi e alla definizione dei sistemi di controllo e drenaggio delle acque superficiali, secondo quanto definito dal D.M. 11/03/88.

Tali dati dovranno essere valutati ai fini di precisare le idonee destinazioni d'uso dei terreni, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione e di bonifica.

Per gli eventuali edifici già esistenti entro queste aree dovranno essere date indicazioni per la mitigazione degli eventuali effetti negativi indotti dalla presenza dell'edificio.

L'Amministrazione, in funzione dell'eventuale sfruttamento urbanistico di tali porzioni di territorio comunale, dovrà valutare idonee forme di monitoraggio, della dinamica dei fenomeni in atto o indotti a seguito dell'intervento.

#### **Classe 4 – Fattibilità con gravi limitazioni:**



~~Sono aree fortemente sconsigliate per l'urbanizzazione in quanto dalle fasi di studio sono emerse gravi controindicazioni di carattere geologico od idrogeologico. Sono in genere aree molto acclivi o con dinamiche di dissesto in atto, nelle quali dovranno essere escluse nuove edificazioni od interventi, eccezion fatta per quelli eventualmente finalizzati al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica dei siti. Per l'edificato esistente saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'art.31 lettere a), b), e), della L.457/78. Ogni istanza di intervento su tali terreni dovrà essere accompagnata da idoneo studio geologico e geotecnico che attesti la compatibilità degli interventi entro il contesto idrogeologico così come definito, e verifichi la possibilità di interventi di sistemazione idonei alla declassazione della zona interessata.~~

**PARTE AGGIORNATA CON PGT**

Resultano comprese in tale categoria le aree classificate in "A" e "B" del PGT, interessate da fenomeni attivi di dissesto idrogeologico, in relazione alle scadenti qualità meccaniche o geotecniche del substrato roccioso e dei depositi superficiali, o soggette ad intensa attività erosiva ad opera delle acque incanalate, e comunque tutte le porzioni di territorio caratterizzate da elevata acclività dei pendii.

In particolare, le zone, che ricadono in questa classe, sono gli alvei torrentizi e la fascia di rispetto limitrofa che secondo normativa è di 10 m, ma che, dal punto di vista del rischio idrogeologico, in alcuni casi è stata ridotta, mentre in altri ampliata.

A cura di:     Dott. Geol. Massimo Riva  
                  Dott. Geol. Bruno Vaccari

## 10. - BIBLIOGRAFIA

S. Belloni e altri, (1982) - Note illustrative ai saggi di cartografia geo-ambientale - CNR, Programma Finalizzato "Promozione Qualità dell'Ambiente", Roma;

M. Gaetani et al, (1986) - Carbonifero superiore, permiano e triassico nell'area lariana. - Mem. Soc. Geol. It., vol. 32, Roma.

M. Panizza, (1972) - Schema di legenda per carte geomorfologiche di dettaglio - Boll. Soc. Geol. It., vol. 91, Roma;

M. Panizza, (1973) - Proposta di legenda per carte della stabilità geomorfologica - Boll. Soc. Geol. It., vol. 92, Roma;

G. Pellegrini, A. Carton et alii (1993) - Studio di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo - Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia - Roma

M. Pesce (1986) - Sull'utilità della carta dell'acclività dell'ambiente alpino, finalizzata all'utenza urbanistica: introduzione di nuove soglie. - Mem. Soc. Geol. It., vol. 32, Roma.

Commissione per la cartografia geologica e geomorfologica del C.N.R. (1992) - Guida al rilevamento della carta geologica d'Italia - Proposta di segni convenzionali. - Roma.

Comunità montana Alpi Lepontine. – Cartografia geoambientale

Memorie di Scienze Geologiche – 1991– Early mesozoic extension and alpine shortening in the Western southern Alps: the geology of the area between Lugano and Menaggio (Lombardy, Northern Italy)

Carta Geologica della Lombardia – CNR - Regione Lombardia – Scala 1:250.000

Carta Geologica D'Italia – Foglio n. 17 Chiavenna – scala 1:100.000 – Istituto Geografico Militare.