

COMUNE DI MOIO DE' CALVI

Provincia di Bergamo

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO

RELAZIONE

L.R 12/2005

D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005 e d.g.r. n. 8/7374 del 2008



Palazzolo s/O, giugno 2009

Dott. Geol. Marco Carraro
n. 701 o.g.l.

INDICE

1. PREMESSA E METODOLOGIA DI LAVORO	6
1.1. FASE DI ANALISI	7
1.1.1. Ricerca storica e bibliografica	7
1.1.2. Cartografia di inquadramento	7
1.2. FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE	8
1.3. FASE DI PROPOSTA	9
2. ASPETTI CLIMATICI	10
2.1. TEMPERATURE E PIOGGE ANNUE	10
2.2. PIOGGE INTENSE E VALUTAZIONI IDROLOGICHE	10
2.3. MANTO NEVOSO	12
3. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI	13
3.1. GEOLOGIA E LITOLOGIA SUPERFICIALE	13
3.1.1. Formazione di Collio	13
3.1.2. Verrucano Lombardo	13
3.1.3. Servino	14
3.2. CANTIERI GEOTECNICI	15
3.3. GEOMORFOLOGIA ED ELEMENTI DI DISSESTO	16
3.3.1. Elementi di criticità idraulica	18
4. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	20
4.1. IDROGRAFIA	20
4.2. IDROGEOLOGIA	20
4.2.1. liquefazione	21
5. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	23
5.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE	23
5.2. AZIONE SISMICA	24
5.2.1. Analisi di 1° livello – Carta della pericolosità sismica locale	24
5.2.2. Valori soglia comunale	25
5.2.3. Scenari legati a fenomeni d'instabilità: Z1a, Z1b e Z1c	26
6. RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA	27
6.1. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO	27
6.2. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE	27

7.	CARTA DEI VINCOLI E DI SINTESI (TAVOLA 05)	28
7.1.	VINCOLI	28
7.1.1.	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)	28
7.1.2.	Vincoli di polizia idraulica	28
7.1.3.	Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso acquedottistico	29
7.2.	SINTESI	30
8.	FATTIBILITA' GEOLOGICA	31
8.1.	CLASSE 3 – FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI	32
8.1.1.	Classe 3a - aree di fondovalle ad elevata vulnerabilità della falda	32
8.1.2.	Classe 3b - Aree con acclività medio alta su depositi di copertura	33
8.1.3.	Classe 3c - Aree con acclività elevata su substrato roccioso	33
8.2.	CLASSE 4 – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI	33
8.2.1.	Classe 4a - aree pericolosa riguardo all'instabilità dei versanti	33
8.2.2.	Classe 4b - aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico ed idraulico	34

ALLEGATI

➤ Allegato 1: dati climatici

Allegato 1 – 01: Curve di possibilità pluviometrica

➤ Allegato 2: studi specifici e progetti sistemazione dissesti (con i relativi verbali di approvazione degli enti)

Allegato 2 – 01: progetto di spostamento di un tratto di strada comunale per ampliamento dell'area industriale in loc. Miralago; relazione geologico-tecnica – dott. E. Granata, dic.2007

Allegato 2 – 02: progetto di sistemazione idraulico-forestale e riassetto idrogeologico Val Balister – relazione idraulica e verifica di stabilità delle opere - dott. Ing. A. Midali, gen.2007 – componente geologico-tecnica dott. Geol. G. Boffelli

Allegato 2 – 03: progetto di sistemazione dissesti lungo strada Miralago – relazione idraulica e tecnica – dott. Ing. R. Sonzogni, giu.2005

➤ Allegato 3: Cantieri geotecnici

Allegato 3-01 – n. 3 prove penetrometriche in località Quattro strade

TAVOLE

➤ **Tavola 01: Carta geologico-strutturale con elementi geotecnici;**

Scala 1:10.000, base CTR

➤ **Tavola 02: Carta geomorfologica con elementi di dissesto**

Scala 1:10.000, base CTR

➤ **Tavola 03: Carta idrogeologica con elementi idrografici**

Scala 1:10.000, base CTR

➤ **Tavola 04: Carta della pericolosità sismica**

Scala 1:10.000, base CTR

➤ **Tavola 05: Carta dei vincoli e di Sintesi**

Scala 1:10.000, base CTR

➤ **Tavola 06: Carta della Fattibilità Geologica per le azione di Piano**

Scala 1:10.000, base CTR

➤ **Tavola 07: Carta della Fattibilità Geologica per le azione di Piano di dettaglio**

Scala 1:5.000, base CTR (zona centro abitato)

➤ **Tavola 08: Carta del dissesto con legenda uniformata PAI**

Scala 1:10.000, base CTR

1. PREMESSA E METODOLOGIA DI LAVORO

Il presente studio geologico comunale è stato eseguito su incarico dell'Amministrazione Comunale di Moio del Calvi (BG) quale strumento di supporto al PGT. Per l'esecuzione delle indagini ci si è attenuti alle indicazioni metodologiche riportate nei "Criteri attuativi L.R. 12/05 per il governo del territorio - componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" approvata con D.g.r. n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005 ed ai contenuti della DGR n. 8/7374 del 2008.

Il presente studio costituisce un aggiornamento allo Studio geologico comunale redatto ai sensi della L.R. 41/97 dal dott. Geol. Claudio Trovenzi, 2001 il quale è stato adottato dal C.C. con atto n. 13 del 18.09.1999 ed approvato dalla Giunta Regionale con Delibera n. 9333 del 07.06.2002 (con modifiche d'ufficio accolte con delibera di C.C. n. 5 del 02.03.2002).

In particolare il lavoro si è articolato nelle seguenti tre fasi:

1. Fase di analisi (ricerca bibliografica, inquadramento e approfondimento/integrazione);
2. Fase di sintesi/valutazione;
3. Fase di proposta.

1.1. FASE DI ANALISI

1.1.1. Ricerca storica e bibliografica

Nella fase di analisi si è proceduto alla raccolta di tutte le informazioni disponibili sul territorio in esame attraverso la consultazione di tutte le fonti bibliografiche disponibili. Le diverse fonti reperite sono così raggruppabili:

Fonte	Documentazione soggetta ad analisi
Comune di Moio de' Calvi (BG) (U.T.C.)	Studio geologico comunale ai sensi della L.R. 41/97 – dott. Geol. Claudio Trovenzi, 2001. Adottato con atto consiliare n. 13 del 18.09.1999 approvato dalla Giunta Regionale con delibera n. 9333 del 07.06.2002
(U.T.C.)	progetto di spostamento di un tratto di strada comunale per ampliamento dell'area industriale in loc. Miralago, relazione geologico-tecnica – dott. E. Granata, dic.2007
(U.T.C.)	progetto di sistemazione idraulico-forestale e riassetto idrogeologico Val Balister – relazione idraulica e verifica di stabilità delle opere - dott. Ing. A. Midali, gen.2007
(U.T.C.)	progetto di sistemazione dissesti lungo strada Miralago – relazione idraulica e tecnica – dott. Ing. R. Sonzogni, giu.2005

Per quanto riguarda una visione completa dei documenti considerati in tale fase e dei dati estratti da ciascuno studio si rimanda alla lettura dei singoli capitoli, degli allegati e della bibliografia.

1.1.2. Cartografia di inquadramento

I dati reperiti ed analizzati nella fase precedente, integrati dalle elaborazioni eseguite dal sottoscritto anche con rilievi di campagna, si è proceduto alla stesura di diversi elaborati cartografici di inquadramento estesi al solo territorio comunale o ad un intorno significativo, in funzione del tematismo considerato. La cartografia di riferimento utilizzata per le tematiche di inquadramento è la Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

A supporto del presente studio sono state realizzate n. 6 tavole di inquadramento:

- Tav.01: Carta geologico-strutturale con elementi geotecnica - Scala 1:10.000, base CTR
- Tav.02: Carta geomorfologica con elementi di dissesto - Scala 1:10.000, base CTR
- Tav.03: Carta idrogeologica con elementi idrografici - Scala 1:10.000, base CTR
- Tav.04: Carta della pericolosità sismica - Scala 1:10.000, base CTR

Per evitare di appesantire la relazione, in allegato sono riportati altri elaborati cartografici relativi ad altri tematismi che rappresentano parte integrante della presente.

Nella successiva fase di analisi dei documenti sopra elencati, sono state integrate le osservazioni ed i dati raccolti dal sottoscritto durante i rilievi di campagna, nell'obiettivo la definizione dei rischi gravanti sul territorio comunale di Moio de Calvi.

1.2. FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE

Tale fase si sviluppa attraverso un processo di ricapitolazione cartografica redatta per tutto il territorio comunale che riassume i tematismi fondamentali sia di natura geologica (Carta di Sintesi) che di carattere normativo (Carta dei Vincoli). Si tratta della Tavola 05: Carta dei vincoli e di Sintesi redatta alla scala 1:10.000 su base Aereofotogrammetrico Comunale.

Nella cartografia in questione la tematica "Vincoli" consiste nella perimetrazione di tutte le limitazioni d'suo del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore a contenuto prettamente geologico, in particolare;

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino;
- Vincoli di Polizia idraulica;
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;

La tematica "Sintesi" rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e della vulnerabilità sito specifica, in funzione delle criticità geologico - tecniche, idrauliche ed idrogeologiche individuate nel presente studio geologico.

1.3. FASE DI PROPOSTA

Rappresenta la fase finale dello studio geologico che si traduce nella redazione della Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano e delle relative Norme Tecniche di Attuazione (N.T.A.), redatta su base CTR scala 1:10.000 (ed una carta di dettaglio in scala 1:5.000 nella zona del centro urbano).

Tale fase prevede una modalità standardizzata di attribuzione delle classi di fattibilità in funzione degli ambiti omogenei individuati per la pericolosità geologica – geotecnica e geomorfologica e per il grado di vulnerabilità idraulica ed idrogeologica.

2. ASPETTI CLIMATICI

2.1. TEMPERATURE E PIOGGE ANNUE

Nello studio geologico comunale agli atti vengono considerati i dati della stazione di San Pellegrino (q. 355 mslm; dati dal 1926 al 1980) in quanto la più vicina come distanza e quota. Si riassumono i dati caratteristici:

- $T_{media} = 11^{\circ}$
- T medie massime a luglio: 21°
- T medie minime a dicembre e gennaio: 2°
- T max: 42° (2 agosto 1928):
- T min: $-16,5^{\circ}$ (14 gennaio 1926)

Per quanto riguarda le piogge annue, considerando i dati pubblicati dalle stazioni brembane 1921-1973 riportate nello studio del Servizio Geologico Regionale (Cerini e Carelli, 1999) si riassumono i seguenti dati:

- P media annua: 1.600 mm
- P max annue: 2.800 mm
- P min annue: 900 mm

2.2. PIOGGE INTENSE E VALUTAZIONI IDROLOGICHE

Considerando i dati delle precipitazioni intense di 1-3-6-12-24 ore della Curva delle possibilità pluviometriche con tempo di ritorno 100 anni estratta dagli "indirizzi di Progettazione degli interventi idrogeologici del Piano Valtellina - L.R. 102/90" nel precedente studio geologico comunale il dott. Geol. Claudio Trovenzi ricavava la seguente relazione:

$$h = 53 t^{0,38}$$

Nel medesimo studio vengono fornite diverse altezze di pioggia storiche misurate nel bacino Brembo di Carona, durante l'alluvione del 18 – 24 luglio 1987 (dati forniti dall'ENEL – elaborati dalla Comunità Montana):

Altezze di pioggia misurate dalle 7 del giorno 18 luglio alle 7 del 19 luglio 1987:

- lago Fregaborgia: 170 mm;
- lago Diavolo: 170 mm;

Altezze di pioggia dalle 7 del 24 luglio alle 7 del 25 luglio 1987:

- diga P. Casere; 169 mm
- diga L. Gemelli: 169 mm
- diga di Valnegrà: 160 mm
- diga di san Giovanni Bianco: 163 mm

Per quanto riguarda i tempi di colmo della piena L'ENEL ha fornito i seguenti dati:

Tratto diga Carona – diga Valnegrà:

- diga di Carona (9 Km a monte del territorio comunale in questione): Ore 16 e 40
- diga di Valnegrà (sbarramento lago artificiale di Moio): ore 17 e 20

(considerata la distanza di 12 Km fra i due impianti si ricava una velocità dell'onda di piena pari a 5 m/s; NB: pendenza media del tratto = 5%)

Nel tratto a valle (centrale di Lenna – traversa di San Pellegrino) i dati e le elaborazioni riportate nel precedente studio geologico comunale portano alla stima di una portata di colmo all'altezza di San Pellegrino pari a circa 1.200 mc/s, per una superficie imbriferà pari a 528 Km². Considerano una superficie pari a 146 Km² per il bacino imbrifero in ingresso al lago di Moio il dott. Geol. Trovenzi stima con la formula di Gherardelli – Marchetti una portata al colmo in tale sezione pari a:

$$Q = 782 \text{ mc/s.}$$

Tale valore viene attribuito alla piena con tempo di ritorno 100 anni.

Sulla base dei dati pluviografici registrati alla stazione di San Martino dei Calvi a quota 540 mslm si riporta di seguito la relazione della curva di possibilità climatica per un Tr di 100 anni (v. allegato 1 – 01):

$$h = 56,2 t^{0,34}$$

2.3. MANTO NEVOSO

Lo studio geologico comunale agli atti riporta un riassunto estratto da un'indagine fatta dal dott. C. Bertuletti nell'ambito della progettazione delle opere antivalanga della Valle Pietra Quadra (in loc. Trabucchetto del Comune di Isola di Fonda) rientrante nel "Piano per la difesa del suolo ed il riassetto idrogeologico della Valtellina e delle zone adiacenti delle province di Bergamo, Brescia e Como". L'indagine considera ed elabora i dati sugli spessori di neve al suolo delle stazioni di Roncobello (1009 mslm), Carona (1050 mslm), Lago Sardegnana (1750 mslm), Pian Casere (1832 mslm) e Laghi Gemelli (1956 mslm) e ricava un gradiente lineare pari a 5 cm ogni 100 m di dislivello durante i mesi nei quali il fenomeno è più rilevante. Il maggiore spessore del manto nevoso è raggiunto nel bimestre febbraio-marzo con altezza che vanno da 120-190 cm (1.500-2.00 mslm) a 250 cm (2.500 mslm).

Sulla base dello studio geologico comunale agli atti e dalle informazioni raccolte presso l'ufficio tecnico comunale non si registrano fenomeni valanghivi significativi nel territorio comunale in questione.

3. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Nel presente capitolo si procede ad un'analisi delle caratteristiche geo-litologiche e geomorfologiche del territorio comunale di Moio de' Calvi.

3.1. GEOLOGIA E LITOLOGIA SUPERFICIALE

Il territorio comunale di Moio de' Calvi è formato da una porzione collinare dove sorge l'abitato, una grande porzione montuosa a monte e da una piccola fascia alluvionale a valle.

Nella Tavola 01 redatta alla scala 1:10.000 si riportano le formazioni geologiche di substrato e i depositi di copertura. Vengono inoltre riportati "cantieri" geotecnici per i quali è stato possibile reperire informazioni dettagliate attendibili sulla stratigrafia del sottosuolo e/o sui valori di parametri geomeccanici (allegato 1).

Dal punto di vista geologico le 3 formazioni presenti sono di età triassico-permiana tipiche delle prealpi orobiche. La formazione più diffusa risulta quella del "Verrucano Lombardo" che copre circa il 60-70% del territorio, poi si segnala la formazione del "Servino" presente nella zona dell'abitato ed in alcuni tratti del Monte Torcola. In subordine viene evidenziata nell'angolo orientale del territorio comunale la formazione di "Collio".

Di seguito si procede ad una breve descrizione delle unità formazionali costituenti il substrato roccioso, riportate in Tavola 01 (dalle più antiche alle più recenti).

3.1.1. Formazione di Collio

costituita da varie litofacies terrigene e vulcanoclastiche, intercalate con rocce effusive di tipo acido ed intermedio e con livelli cineritici. Litofacies 9e) effusioni riolitiche e riodacitiche, talora rioliti ignimbristiche, in bancate massicce decametriche, di colore bianco, grigio o verde. *Permiano inferiore*.

3.1.2. Verrucano Lombardo

Conglomerati rossi, talora verdastri, a ciottoli di quarzo, vulcaniti e subordinate metamorfici, intercalati con siltiti e arenarie rosse. *Permiano superiore*.

Questa formazione poggia in discordanza sulla formazione di Collio.

3.1.3. Servino

arenarie quarzose da grossolane a fini, giallastre e bianco giallastre; marne dolomitiche, argilliti e siltiti quarzose da verdi a rossastre. Localmente sono intercalati stretterelli di dolomia grigio giallastra. *Scitico*.

Questa formazione sovrasta in modo netto il Verrucano Lombardo

La giacitura complessiva degli ammassi rocciosi presenti risulta con immersione verso WSW ed inclinazioni comprese fra 30-40°. Nella tavola 01 sono cartografate numerose linee di faglia in genere coincidenti con le incisioni vallive.

Per quanto riguarda le formazioni quaternarie di copertura si evidenziano i depositi morenici nella zona collinare dove sorge l'abitato. Essi vengono individuati anche come depositi glaciali e fluvioglaciali del "Complesso del grembo" (Pleistocene superiore) costituiti da ciottoli e blocchi piligenici arrotondati immersi in matrice sabbioso – limosa. I depositi possono superare i 10 – 15 m di spessore e all'interno si segnalano massi erratici di dimensione decametrica (v. cantiere allegato 3 – 01). Si segnalano fasce di detriti colonizzati ai piedi dei versanti montuosi ed il fondovalle del fiume Brembo nel tratto a monte dell'abitato. Essi vengono denominati anche depositi di versante (Pleistocene sup. Olocene) e sono costituiti da ghiaie (pietrisco) sabbiose con poco limo. Vengono segnalate ampie aree con depositi eluviali nei prati – pascoli del monte Torcola.

Dal punto di vista geologico – morfologico la superficie del territorio di Moio de' Calvi può essere suddivisa nei seguenti tre settori:

- L'area montuosa (circa 70% del totale) caratterizzata da substrato subaffiorante o affiorante in modo discontinuo o con scarsa copertura eluvio-colluviale;
- L'area collinare (circa il 20% del totale) caratterizzata da depositi morenici e/o di versante dove sorge l'abitato e le fasce laterali del fondovalle del fiume Brembo. Essa è interessata da gradonature naturali ed artificiali
- Il fondovalle alluvionale del fiume Brembo (circa il 5% del totale) dove sorgono gli impianti produttivi.

3.2. CANTIERI GEOTECNICI

Nella Tavola 01 redatta alla scala 1:10.000 si riporta l'ubicazione dei "cantieri" geotecnici per i quali è stato possibile reperire informazioni dettagliate attendibili sulla stratigrafia del sottosuolo e/o sui valori di parametri geomeccanici.

Per quanto riguarda le indagini geotecniche sono stati ricercati informazioni contenenti i seguenti requisiti:

- Scavi o sbancamenti: ricostruzioni stratigrafiche con eventuali fotografie
- carotaggi: stratigrafie e Nspt ed eventuali prove di laboratorio
- prove penetrometriche dinamiche: (Nscpt)/profondità
- prove penetrometriche statiche: (Rp e RI) /profondità

Le informazioni e le elaborazioni riportate nel presente capitolo hanno lo scopo di fornire solamente un inquadramento delle caratteristiche litotecniche generali del territorio comunale. Non ritenendosi comunque "sostitutive" delle indagini geognostiche di dettaglio richieste dalla normativa in vigore si precisa inoltre che solo un cantiere è stato ritenuto idoneo ad essere allegato, visti i requisiti sopra elencati.

3.3. GEOMORFOLOGIA ED ELEMENTI DI DISSESTO

Gli elementi geomorfologici caratterizzanti il comune di Moio de' Calvi, unitamente agli elementi di dissesto, sono riportati sulla Tavola 02 – Carta Geomorfologia con elementi di dissesto redatta alla scala 1:10.000 su base CTR. Nella medesima Carta vengono riportate le aree dove sono stati eseguiti studi specifici di dissesti e progetti di sistemazione idrogeologica approvati dagli enti competenti (allegato 2).

Dalla lettura della Tav. 02 con la relativa legenda si può riconoscere la distribuzione delle aree e la dislocazione degli elementi geomorfologici presenti nel territorio comunale, quali:

- orli morfologici;
- crinali;
- aree con rotture di cotica erbosa per sentieramento da pascolo.

e gli elementi e le aree di dissesto presenti nel territorio comunale, quali:

- colamenti rapidi attivi
- colamenti rapidi quiescenti
- aree soggette a colamento rapido quiescente;
- aree soggette a frane di crollo/ribaltamento;
- aree soggette a scivolamento rotazionale/traslativo relitto;
- aree di frana attiva;
- area di frana attiva quiescente;
- area interessata da fenomeni d'instabilità diffusa del substrato roccioso (crolli)

Una gran parte del territorio montuoso è interessato da fenomeni d'instabilità diffusa del substrato roccioso (crolli) mentre i restanti dissesti sono ubicati in poche e specifiche aree. In generale si può affermare che i dissesti rilevati non incidono direttamente con l'urbanizzato (ad esclusione del corso d'acqua che attraversa l'abitato di Moio de' Calvi identificato come colamento rapido quiescente).

Nella Tav. 02 vengono inserite le aree oggetto di studi specifici e di progetti di sistemazione di cui sono riportati gli estratti nell'allegato 3 della presente relazione.

Dissesti e spostamento strada in loc. Miralago (allegato 2 – 01; v. ubicazione in tav. 02).

Per quanto riguarda le aree soggette a crolli diffusi ed a aree di frane attive nel versante gravitante sull'area industriale in loc. Miralago si riporta in allegato la relazione geologico-tecnica redatta dal

dott. Geol. E. Granata nel dicembre 2007 allegata al progetto di spostamento di un tratto di strada comunale per l'ampliamento dell'area industriale sopra citata. Viene allegato anche il verbale di Conferenza dei Servizi di approvazione di tale progetto (prot. 269/2008 del 04.04.08). Lo studio rileva la presenza di un sistema di faglie dirette individuabili nelle pareti sub-verticali che interessano la formazione del Verrucano mettendolo a contatto con il Servino. Viene segnalato un affioramento del Servino con tracce di stratificazione in adiacenza alla strada per Cantone S. Maria, in posizione frontale allo stabilimento Stella Alpina con giacitura 95/24, a traverpoggio rispetto al versante. Lungo il versante si segnalano numerosi massi erratici di rilevante cubatura (20 – 30 mc) all'interno di depositi detritici di origine gravitativi. Per quanto riguarda i fenomeni di dissesto si individuano i seguenti elementi di rischio:

- pareti rocciose fratturate immediatamente a valle della strada provinciale;
- massi erratici di dimensioni ciclopiche (20 – 40 mc)
- detrito e blocchi di origine gravitativa

Tale situazione connessa a fattori di innesco di natura esogena ed endogena può indurre a fenomeni di distacco di blocchi rocciosi con il conseguente rotolamento a valle. Lo studio analizza diversi scenari con modalità di scendimento massi e diverse condizioni di rischio e conclude un grado di rischio tale da non pregiudicare la realizzazione del progetto, e vengono proposti interventi di messa in sicurezza da valutare a scavo aperto non che prescrizioni sulle operazioni di sbancamento. Nel verbale di Conferenza dei Servizi di approvazione del progetto vengono citati i pareri degli enti Regione, Provincia e Comunità Montana ed il rispetto di tutte le prescrizioni contenuti in tali pareri.

Il dissesto di cui allegato 2 – 02 riguardando problematiche di natura idraulica viene descritto nel successivo paragrafo 3.3.1.

Sistemazione dissesti lungo strada loc. Miralago (allegato 2 – 03; v. ubicazione in Tav. 02).

Per quanto riguarda i dissesti esistenti lungo il versante in località Miralago viene allegato il progetto di sistemazione dissesti lungo strada Miralago – relazione idraulica e tecnica – dott. Ing. R. Sonzogni, giu.2005 con il relativo Verbale di Conferenza dei Servizi di approvazione presso la sede dello S.T.E.R. del 15 luglio 2005. Si tratta di un progetto che prevede un consolidamento di tipo passivo mediante la realizzazione di barriere paramassi lungo il versante, a monte della strada, e la verifica idraulica ($T_r = 20$ anni) di alcune vallecole secondarie che attraversano la strada omonima prima di immettersi nel lago, al fine di dimensionare la condotta di sottopasso alla strada stessa. Le opere sono già state eseguite.

3.3.1. Elementi di criticita' idraulica

Sulla base delle informazioni raccolte risulta che gli elementi di criticità idraulica connessi al reticolo idrografico presente sul territorio comunale, siano ascrivibili prevalentemente alle situazioni di manutenzione e di pulizia degli alvei. In particolare risulta di fondamentale importanza mantenere puliti gli alvei evitando accumuli di materiale di varia natura (rifiuti, tronchi, ramaglie etc...) che in caso di eventi meteorici significativi possa originare fenomeni di trasporto solido di materiale con il rischio di occlusione delle diverse opere idrauliche (griglie, paratoie, sifoni etc.) presenti lungo l'intero reticolo. Sono state segnalate numerose vasche in cemento per la raccolta selettiva dei materiali trasportati dai corsi d'acqua, come una sorta di briglie selettive, realizzate immediatamente a monte di coperture (ponti, intubamenti etc...) dei corsi d'acqua in modo da scongiurare l'occlusione di tali luci di passaggio. Nella Tav. 03 - Carta idrogeologica con elementi idrografici si riscontra un punto lungo la valle di Moio de' Calvi, a q. 730 mslm, con rischio di occlusione del corso d'acqua.

Si segnalano i seguenti due progetti di sistemazione idraulico – forestale a cura dell'Amministrazione Comunale di Moio de' Calvi inerenti tratti del medesimo corso d'acqua (Val Nera), a quote rispettivamente di 700 mslm per il primo e 710-720 mslm per il secondo:

- lavori di sistemazione idraulica nei pressi del piazzale esbosco in località "Fiora" (Val Nera q. 700 mslm) – dott. Geol. G. Boffelli, maggio 2005
- progetto di sistemazione idraulico-forestale e riassetto idrogeologico Val Balister – relazione idraulica e verifica di stabilità delle opere - dott. Ing. A. Midali, gen.2007 – componente geologico-tecnica dott. Geol. G. Boffelli (allegato 2 – 02; v. ubicazione in Tav. 02)

Dalla relazione sopra citata si riscontra che il progetto in loc. "Fiora" interessa un tratto di impluvio intubato al di sopra del quale è presente un piazzale a quota 700 mslm., nella Val Nera. L'intervento prevede la

1. realizzazione di n. 1 briglia trasversale all'impluvio costituita da sassi parzialmente intasati di cemento;
2. regolarizzazione e de-cespugliamento delle sponde dell'impluvio in modo da migliorare il deflusso delle acque;
3. formazione di una massicciata di fondo formata da sassi di medie dimensioni annegate nel cemento;

4. rifacimento cameretta in cls di raccolta/smaltimento acque meteoriche per garantire la captazione idrica;
5. allungamento del muro in massi ciclopici posto a valle del piazzale sino alla parte terminale del piazzale con creazione di una copertina in cls alla sua sommità su cui incastrare una barriera di sicurezza;
6. livellamento del piazzale mediante posa di stabilizzante e la costruzione di un muretto in cls e di copertina del tratto finale della strada di accesso al piazzale.

Si tratta di un impluvio di ridotte dimensioni e quasi sempre asciutto ed il tubo per lo smaltimento delle acque viene ritenuto idoneo all'uso. L'area è costituita da depositi detritici composte da pezzate lapidee in matrice terrosa. Non si segnalano movimenti franosi o segni di instabilità dei depositi detritici e del substrato (Servino). Poco a monte si segnala il contatto con il Verrucano Lombardo.

Sistemazione idraulico-forestale Val Balister (allegato 2 – 02; v. ubicazione in Tav. 02).

Dall'esame della documentazione tecnico – progettuale relativa all'intervento di sistemazione idraulico-forestale e riassetto idrogeologico Val Balister – relazione idraulica e verifica di stabilità delle opere - dott. Ing. A. Midali, gen.2007 – componente geologico-tecnica dott. Geol. G. Boffelli, e del relativo parere favorevole della Provincia di Bergamo prot. 34288 del 30.03.2007 (v. allegato 2-02), si rileva la realizzazione dei seguenti interventi:

1. pulizia alveo con locali disaggi di massi, detriti e decespugliamento degli argini;
2. realizzazione di n. 2 briglie in pietrame rispettivamente a monte del ponticello esistente e a monte del guado;
3. realizzazione di protezione d'argine in muratura in pietrame di forma squadrata e di scogliera alla rinfusa per la protezione spondale mediante l'utilizzo di massi presenti in loco;
4. regolarizzazione del fondo lasciato al naturale per non aumentare la velocità dell'acqua.

I lavori interessano una superficie complessiva compreso le scarpate pari a circa 900 mq ed uno scavo di circa 15 mc di terreno totalmente riutilizzato per la sistemazione finale. La componente idraulica dello studio determina una portata di progetto ($T_r=200$ anni) pari a 5,8 mc/s nella sezione di chiusura (q. 710 mslm) della val Nera.

4. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

4.1. IDROGRAFIA

Il corso d'acqua principale è il fiume Brembo che confluisce nel lago artificiale di Moio. In destra idrografica si immettono la Val Nera – Valle dei Canali, Valle di Moio, e la Val Mana. Per il fiume Brembo lo studio geologico comunale agli atti stima portate di piena centenaria pari a circa 800 mc/s mentre per le aste laterali fornisce un valore indicativo della portata unitaria di 10 mc/s/Kmq.

Nella Tav. 03 - Carta idrogeologica e del sistema idrografico sono stati individuati i corsi d'acqua presenti nel territorio comunale ed i bacini imbriferi principali. I corsi d'acqua sono stati individuati con i criteri della D.g.r. 25 Gennaio 2002 n. 7/7868 e successiva DGR n. 7/1395 del 01 agosto 2003. Per quanto riguarda la fascia di rispetto è stata considerata un'ampiezza pari a 10 m come previsto dal Regio Decreto 25 luglio 1904, n. 523, rimandando le eventuali ri-delimitazioni di tale valore allo studio del reticolo idrico minore comunale.

Per quanto riguarda gli elementi di criticità idraulica dei corsi d'acqua si rimanda al precedente par 2.3.1.

4.2. IDROGEOLOGIA

Nella carta idrogeologica e del sistema idrografico, per quanto riguarda la componente idrogeologica, il territorio comunale viene distinto in aree a diverse permeabilità (alta, media e bassa) suddividendo i terreni di copertura dalle rocce di substrato. Fra le aree con permeabilità elevata sono da evidenziare i depositi morenici, detritici ed i depositi alluvionali in quanto risultano quelle più vulnerabili e con la presenza dei maggiori centri di pericolo (aree urbane residenziali ed industriali e presenza di fognature).

Vengono ubicate le sorgenti ad uso acquedottistico con le relative zone di tutela assoluta e zone di rispetto (DGR n. 6/15137 del 27.06.1996, art. 94 del D.L.vo n. 152 del 03.04.06 e D.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693). Le sorgenti ad uso acquedottistico si collocano nelle valli principali o nei versanti a quote inferiori a 900 mslm (fra 730 e 900 mslm).

Sono riportate anche le sorgenti private (che nella fattispecie risultano le sorgenti captate dalla Fonti Stella Alpina con il relativo perimetro di concessione. N. 5 sorgenti oligominerali della "Fonte Alpina srl" sono poste ai piedi del versante in sponda dx nel fondovalle del fiume Brembo a quote comprese fra 580 – 600 mslm. N. 1 sorgente è ubicata a quota 800 mslm, lungo una vallecchia acclive che si immette nella Val Mana a q. 700 mslm.

4.2.1. liquefazione

La liquefazione di un terreno è rappresentata dal quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. La predisposizione a tale fenomeno rappresenta un elemento da tenere in considerazione soprattutto in chiave di progettazione antisismica.

La liquefazione interessa soprattutto i depositi sabbiosi sciolti, posti sottofalda, che presentano le seguenti caratteristiche:

- Sabbie da fini a medie con contenuti in materiale fine variabile fra 0 e 25%;
- Grado di saturazione pari a 1 (terreni sotto falda);
- Depositi incoerenti da poco a mediamente addensati;
- Profondità del materiale sciolto saturo entro i 15 metri dal piano campagna.
- Valori di N_{spt} inferiori a 10 nei primi di profondità.

In sintesi si ritiene che la situazione litostratigrafia ed idrogeologica sia tale da poter escludere in sede di pianificazione territoriale la presenza di locali condizioni (strati sabbiosi sciolti in falda) favorevoli al verificarsi del fenomeno di liquefazione.

Qualora in sede d'indagine preliminare a supporto di progetti di edificazione, si riscontrasse la presenza di una situazione geotecnica e stratigrafica tale da considerare reale la possibilità d'insorgere di fenomeni di liquefazione, si dovrà procedere ad un'analisi finalizzata alla valutazione reale del rischio ed all'adozione delle opere di mitigazione eventualmente necessarie.

Di seguito si riportano alcune indicazioni tecnico - metodologiche da utilizzare tratte dal OPCM 3274:

- Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo- argillosa.
- Nel caso di edifici con fondazioni superficiali, la verifica alla suscettibilità può essere omessa se il terreno saturo sabbioso si trova ad una profondità superiore a 5 metri dal piano campagna.
- Si può trascurare il pericolo di liquefazione quando S_{ag} (azione sismica di progetto) $< 0,15g$ e contemporaneamente l'intervallo sabbioso presente abbia almeno una delle seguenti caratteristiche:
 - contenuto in argilla superiore al 20% con indice di plasticità > 10 ;
 - contenuto di limo superiore al 35% e resistenza $N1(60) > 20$;
 - frazione fine trascurabile e resistenza $N1(60) > 25$.

Dove per $N1(60)$ si intende il valore della resistenza N_{spt} misurato nella prova Standard Penetration Test, normalizzato ad uno sforzo efficace di confinamento di 100 kPa e ad un fattore di rendimento energetico 0,6 nell'esecuzione della prova. Quando nessuna delle precedenti condizioni è verificata, la suscettibilità alla liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica. Se il terreno risultasse suscettibile a liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulla capacità portante o sulla stabilità delle fondazioni, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili a liquefazione tramite fondazioni profonde.

5. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

L'OPCM 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. n. 105 del 8-5-2003 Suppl. Ordinario n. 72) individua in prima applicazione le zone sismiche nelle quali è suddiviso il territorio nazionale, e le normative tecniche da adottare per le costruzioni in tali aree.

Le D.G.R n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005 e n. 8/7374 del Maggio 2008 – Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di governo del Territorio, fornisce le metodologie per la valutazione dell'amplificazione sismica locale.

5.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 viene fornita una nuova zonizzazione sismica in sostituzione di quella del D.M. 5 Marzo 1984. L'OPCM 3274 fornisce anche le normative tecniche da utilizzare per le costruzioni nelle zone sismiche.

Sulla base di tale Ordinanza il comune di Moio de' Calvi è classificato in zona sismica 4.

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984 N.C.)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi del presente documento (2003)
03016136	Moio de' Calvi	N.C.	N.C.	4

Tabella 1: Classificazione sismica del comune di Moio de' Calvi (All. A – OPCM n. 3274 del 20/03/2003 smi)

Le zone sono state determinate sulla base dei valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema di Tabella 2: estratto Allegato 1 OPCM 3274 estratto dall'ordinanza.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)
1	$> 0,25$
2	$0,15 - 0,25$
3	$0,05 - 0,015$
4	$< 0,05$

Tabella 2: estratto Allegato 1 OPCM 3274

5.2. AZIONE SISMICA

L'allegato 5 – Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T della DGR n. 8/1566 del 22/12/2005, aggiornata con la D.G.R. n. 8/7374 del 28/05/2008, fornisce indicazioni sulle procedure da utilizzare per l'analisi della sismicità locale. Tale procedura sostituisce quelle contenute nello studio "Determinazione del rischio sismico in Lombardia - 1996".

La nuova metodologia prevede tre livelli di approfondimento in funzione della zona di appartenenza del comune, dell'opera in progetto e delle caratteristiche geologiche e morfologiche dell'area. I tre livelli sono così sintetizzabili:

1. 1° Livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) sia dei dati esistenti. Questo livello d'indagine prevede la realizzazione della Carta della pericolosità sismica locale.
2. 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 Fattore di Amplificazione (Fa).
3. 3° livello: definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini ed analisi più approfondite.

La DGR n. 7374/08 prevede l'esecuzione degli approfondimenti di 2° livello nei comuni inseriti in classe 2 e 3 mentre per i comuni inseriti in classe 4 (come nel caso in esame) è previsto esclusivamente per le zone PSL Z3 e Z4 nel caso di edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui alla d.d.u.o. n. 19904/03). Non essendo previste allo stato attuale nuove edificazioni appartenenti all'elenco tipologico precedente, si è proceduto esclusivamente all'analisi di primo livello.

5.2.1. Analisi di 1° livello – Carta della pericolosità sismica locale

Come precedentemente indicato l'analisi di primo livello consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce la base dalla quale partire per i successivi livelli di approfondimento. In tale fase di analisi sono stati utilizzati tutti i dati di natura geotecnica, idrogeologica e litostratigrafica reperiti, nonché le diverse cartografie tematiche d'inquadramento realizzate. Sulla base di tutte le informazioni reperite si è proceduto alla stesura della Carta della pericolosità sismica locale in cui il

territorio comunale è suddiviso sulla base delle diverse situazioni indicate nella tabella sottoriportata.

Tabella 3: estratto Tabella 1 dall'allegato 5 della DGR n. 8/7374 del 28/05/2008

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
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)	Cedimenti liquefazioni e/o
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche geometriche e
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 loessiche)	
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	Comportamenti differenziali

La zonizzazione del territorio comunale sulla base degli scenari di pericolosità sismica previsti dalla tabella precedente, è riportata sulla Tavola 04 – Carta della pericolosità sismica locale.

5.2.2. Valori soglia comunale

Pur non essendo necessario procedere all'approfondimento di secondo livello per gli scenari Z3 e Z4, di seguito si riportano comunque i nuovi valori soglia previsti dalla delibera regionale.

Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s. Tali periodi sono stati scelti sulla base delle tipologie di edifici maggiormente presenti sul territorio regionale ed in particolare: l'intervallo 0,1-0,5 s si riferisce a strutture basse, regolari e piuttosto rigide; l'intervallo tra 0,5-1,5 s si riferisce a strutture più alte e flessibili.

COMUNE	Classificazione	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Moio de Calvi	4	1,4	1,9	2,2	2,0

Tabella 4: valori di soglia per T compreso fra 0.1 e 0.5

COMUNE	Classificazione	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
--------	-----------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Pizzighettone	4	1,7	2,4	4,2	3,1
---------------	---	-----	-----	-----	-----

Tabella 5: valori di soglia per T compreso fra 0.5 e 1.5

5.2.3. Scenari legati a fenomeni d'instabilità: Z1a, Z1b e Z1c.

Per tali aree, in fase progettuale, si rende necessario eseguire l'approfondimento di 3° livello così come previsto dalla D.g.r. 8/1566 del Dicembre 2005 e successive modifiche ed integrazioni.

6. RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

La Delibera di Giunta riportante i "Criteri per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T." prevede che lo Studio Geologico comunale recepisca quanto riportato negli strumenti di pianificazione sovracomunale esistenti in materia di rischio idrogeologico, consentendone anche la modifica.

Nello specifico si procede all'analisi dei seguenti piano sovraordinati: Piano Assetto Idrogeologico (PAI), Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Bergamo e del Programma di Tutela Uso delle Acque della Regione Lombardia.

6.1. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il comune di Moio de' Calvi rientra nei comuni inseriti nella tabella 2 dell'allegato 13 della DGR 8/7374/2008 tra quelli esonerati PAI. Pertanto si è proceduto alla redazione della carta del dissesto con legenda uniformata PAI partendo dal quadro del dissesto "aggiornato".

6.2. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE

Per quanto riguarda il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Bergamo (PTCP), viste le finalità del presente studio, si è proceduto all'analisi della Tavola E1- Elementi di pericolosità e criticità. In fase di attribuzione delle classi di fattibilità si è verificata la coerenza fra quanto previsto dal PTCP e le limitazioni alle trasformazioni all'uso del suolo proposte dalla presente.

7. CARTA DEI VINCOLI E DI SINTESI (TAVOLA 05)

Viste le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del territorio comunale ed i vincoli presenti si è ritenuto opportuno realizzare un unico elaborato cartografico dove sono stati riportati sia i vincoli di natura idrogeologica sia gli elementi di criticità e/o di merito (per i quali si ritiene necessaria una adeguata protezione) presenti sul territorio comunale. I vincoli amministrativi e gli elementi di sintesi presenti sul territorio comunale sono stati riportati quindi in un'unica Tavola 05 – Carta dei Vincoli e di Sintesi redatta alla scala 1:10.000 su base CTR.

7.1. VINCOLI

Nel presente paragrafo sono analizzati i vincoli derivanti dalle normative in vigore di contenuto prettamente geologico, che comportano delle limitazioni alle destinazioni d'uso del territorio.

7.1.1. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Nella Tavola 05 sono riportate le aree interessate dalla perimetrazione del PAI e successivamente riportate nella Tavola 08 – Carta del dissesto con legenda uniformata PAI.

Nelle aree riportate nella Tavola 08 oltre a quanto previsto dalle norme successivamente riportate, si applicano anche le limitazioni alle trasformazioni d'uso del suolo previste dalle NTA del PAI.

7.1.2. Vincoli di polizia idraulica

Sulla Tavola 07 sono riportati il reticolo idrico principale e minore individuati ai sensi della D.g.r. 25 Gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modifiche. Oltre ai corsi d'acqua classificati come reticolo idrico minore, si riportano le rispettive fasce di rispetto. Per quanto riguarda le attività consentite e le limitazioni alle destinazioni d'uso delle porzioni di territorio ricadenti all'interno delle fasce di rispetto del reticolo idrico minore valgono le disposizioni di cui al regio decreto 25 luglio 1904, n. 523, e in particolare il divieto di edificazione ad una distanza inferiore ai 10 metri dai corsi d'acqua. All'interno delle fasce di rispetto di cui sopra vengono inglobati gli elementi a pericolosità elevata non perimetrati (Eb) estratti dalla Carta geomorfologia e dei dissesti.

7.1.3. Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso acquedottistico

Nella Tavola 05 sono riportate le zone di rispetto delle sorgenti ad uso idropotabile presenti nel territorio comunale di Moio de Calvi.

Le attività consentite e vietate all'interno delle zona di rispetto e della zona di tutela assoluta dei pozzi idropotabili sono normate da:

- D.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693 "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto"
- D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006 – Norme in materia ambientale – Art. 94 "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano".

Nella tavola 05 viene riportata anche la perimetrazione dell'area di concessione delle sorgenti captate dalla Stella Alpina spa.

Nella tav. 05 sono stati inseriti i vincoli - Dissesti PAI:

- Area di frana attiva (Fa)
- Area di frana quiescente (Fq)
- Area di frana stabilizzata (Fs)

7.2. SINTESI

Nella tavola 05 sono riportati gli elementi e le unità di sintesi del territorio comunale che derivano dalle problematiche geologiche rilevate nel presente studio.

Di seguito si procede al riepilogo degli elementi di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico del territorio comunale di Moio de Calvi quali unità di sintesi della tav. 05 e che poi sono stati considerati nell'ambito dell'individuazione delle aree a fattibilità geologica omogenea.

- Aree con acclività elevata su substrato roccioso
- Aree con acclività medio alta su depositi di copertura
- Aree di fondovalle ad elevata vulnerabilità della falda

8. FATTIBILITA' GEOLOGICA

La tavola della fattibilità geologica per le azioni di piano si concretizza in una Carta generale in scala 1:10.000 (Tav. 06) ed una Carta di dettaglio relativa al centro urbano, in scala 1:5.000 (Tav. 07). Nella tavola vengono individuate le classi di fattibilità geologica scaturite dalla valutazione incrociata degli elementi contenuti nelle elaborazioni precedenti. Unitamente alla delimitazione delle aree per le diverse classi di fattibilità geologica si forniscono le indicazioni generali in ordine alle destinazioni d'uso, alle prescrizioni per gli interventi, agli studi ed indagini di approfondimento anche per quanto riguarda le opere di difesa e riduzione del rischio ed alla necessità di controllo dei fenomeni naturali ed antropici che interagiscono con la componente geologica. Sulla base degli elementi di criticità e di rischio idrogeologico e geomorfologico ricostruiti con lo studio geologico, la Carta della Fattibilità Geologica per le azioni di piano è stata redatta sulla base delle indicazioni contenute nel D.g.r. n. 8/1566 del 22.12.2005 "Criteri ed indirizzi per la determinazione della componente geologica ed idrogeologica e sismica del Piano di Governo del territorio, in attuazione all'art. 57, comma 1 della L.R. n. 12 del 11 Marzo 2005".

Nei prossimi paragrafi si riportano le N.T.A. relative alle diverse classi di fattibilità geologica.

8.1. CLASSE 3 – FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

In questa classe sono state raggruppate tutte le aree caratterizzate da elementi di pericolosità/vulnerabilità idro-geomorfologica e geotecnica che presentano una diffusione, un'estensione o una rilevanza da considerare nell'ambito progettuale. Tutti gli interventi che ricadono nella Classe 3 dovranno essere subordinati ad indagini idro-geomorfologiche, geotecniche e/o geomeccaniche che attestino la necessità o meno di realizzare opere di messa in sicurezza del sito, preventive all'intervento edificatorio.

La componente idro-geomorfologica dovrà comprendere l'identificazione dei litotipi presenti, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, definisce il modello geologico-tecnico e gli aspetti stratigrafici, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici non che il conseguente livello di pericolosità geologica e il comportamento in assenza ed in presenza di opere, al fine di definire la necessità o meno riguardo le misure di sicurezza preventive.

Le modificazioni d'uso dei terreni che ricadono nella Classe 3 dovranno essere subordinati ad interventi di messa in sicurezza, preventivi alle opere edilizie, e/o da specifica indagine geomorfologica – idrogeologica – geotecnica che attesti la "necessità o meno" di tali interventi.

Per gli ambiti di trasformazione da industriale a residenziale dovrà essere eseguita un'indagine preliminare secondo le modalità attualmente previste dall'art. 242 del D.Lgs. 152/06 sulle matrici ambientali. Tale indagine sarà finalizzata alla verifica del rispetto delle concentrazioni relative alle soglie di contaminazione indicate nella Tabella 1, colonna A, dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/06.

8.1.1. Classe 3a - aree di fondovalle ad elevata vulnerabilità della falda

L'elemento vincolante risulta in prevalenza la presenza di una falda vulnerabile posta all'interno del materasso alluvionale di fondovalle, potenzialmente sfruttabile ad uso potabile e comunque di alto valore, la quale non dovrà interferire con le opere di progetto, considerando anche i livelli di massima piena del fiume Brembo. Nell'ambito degli interventi di trasformazione d'uso si dovrà verificare la necessità o meno di eseguire interventi di messa in sicurezza e/o mitigazione, preventivi alle opere edilizie, mediante indagine idrogeologica-geotecnica.

8.1.2. Classe 3b - Aree con acclività medio alta su depositi di copertura

Si tratta di aree con acclività medio – alta (indicativamente fra 20 – 35°) su depositi di copertura, dove non si escludono possibili dissesti, anche se limitati ed in particolare durante le operazioni di scavo. Nell’ambito degli interventi di trasformazione d’uso si dovrà verificare la necessità o meno di eseguire interventi di messa in sicurezza, preventivi alle opere edilizie, mediante indagine geomorfologica–geotecnica con verifiche di stabilità delle scarpate prima, durante ed in seguito alla realizzazione delle opere.

8.1.3. Classe 3c - Aree con acclività elevata su substrato roccioso

Si tratta della maggior parte del territorio montuoso che si presenta su substrato roccioso affiorante o sub-affiorante, dove le condizioni geologico-strutturali e l’acclività elevata (indicativamente fra 40 - 50°) possono indurre fenomeni di dissesto. Nell’ambito degli interventi di trasformazione d’uso si dovrà verificare la necessità o meno di eseguire interventi di messa in sicurezza, preventivi alle opere edilizie, mediante indagine geomorfologica e geologico-strutturale.

8.2. CLASSE 4 – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI

In questa classe l’alta pericolosità/vulnerabilità e il dissesto idrogeologico comportano gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d’uso delle aree. Dovrà 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 saranno consentite esclusivamente interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definito dall’art. 31, lettere a), b) c) della l. 457/1978. **Nelle aree appartenenti alla Classe IV dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.**

8.2.1. Classe 4a - aree pericolosa riguardo all’instabilità dei versanti

Le gravi limitazioni determinate dalla componente di dissesto geomorfologico con instabilità dei versanti si individuano nelle aree soggette a franamenti (nella fattispecie di crollo/ribaltamento

diffuso e, subordinatamente di colamento). Tali aree coincidono con le aree perimetrate come frane attive e quiescenti nella Tav 08 (Carta del dissesto con legenda uniformata PAI) le quali sono assoggettate anche all'art. 9 delle NTA del PAI.

8.2.2. Classe 4b - aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico ed idraulico

Le gravi limitazioni che sono determinate dalla componente idrologica-idraulica si individuano nelle aree d'alveo dei corsi d'acqua esistenti, non che alle fasce circostanti soggette ad eventuali fenomeni di alluvionamento e relativi processi di erosione/deposito. Per fini di cautela tali aree vengono fatti coincidere con le fasce di rispetto corsi d'acqua ($r=10m$; da ex. R.D. 523/1904) individuati secondo i contenuti della DGR 25.gen.2002 n. VII/7868 ed alla DGR 01.ago.2003 n. 7/13950.

Palazzolo s/O, giugno 2009



Dott. Geol. Marco Carraro
n. 701 o.g.l.