

**COMUNE DI BLELLO**  
**(Provincia di Bergamo)**

**STUDIO GEOLOGICO COMUNALE A SUPPORTO DEL PIANO  
DI GOVERNO DEL TERRITORIO**

**(ai sensi della L.R. n. 12 del 11.03.2005 e  
della D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.08)**

**Relazione tecnica e Norme d'attuazione**

**Committente: Comune di Bello**

**Bergamo, Febbraio 2011**



*Augusto Azzoni*

**Dott. Augusto Azzoni**

**Dott. Augusto Azzoni, n.527 dell'Ordine dei Geologi della Lombardia  
Via F. Nullo n.31, 24128 Bergamo - Tel. 035-231115, cell. 339-2262817**

## INDICE

<b>INDICE</b> .....	<b>2</b>
<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>5</b>
<b>2. METODOLOGIA DELLO STUDIO</b> .....	<b>6</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GENERALE</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1 Inquadramento geografico</b> .....	<b>8</b>
3.1.1 Cartografia .....	8
<b>3.2 Inquadramento geomorfologico</b> .....	<b>9</b>
3.2.1 Condizioni di stabilità generali dell'area .....	9
<b>3.3 Inquadramento geologico</b> .....	<b>10</b>
<b>3.4 Inquadramento strutturale</b> .....	<b>12</b>
3.4.1 Inquadramento regionale .....	12
3.4.2 Assetto strutturale locale .....	13
<b>3.5 Inquadramento meteorologico</b> .....	<b>15</b>
3.5.1 Precipitazioni .....	15
3.5.1.1 Precipitazioni nelle stazioni meteorologiche vicine .....	15
3.5.1.2 Precipitazioni a Brembilla .....	16
3.5.1.3 Precipitazioni a Blello .....	16
3.5.1.4 Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica .....	17
3.5.2 Temperatura .....	18
3.5.3 Evapotraspirazione .....	19
3.5.4 Umidità dell'aria .....	19
3.5.5 Stato del cielo .....	19
<b>3.6 Inquadramento idrologico</b> .....	<b>20</b>
<b>3.7 Inquadramento idrogeologico</b> .....	<b>20</b>
<b>3.8 Inquadramento sismologico</b> .....	<b>21</b>
<b>3.9 Caratteristiche geotecniche di massima dei terreni presenti nel territorio comunale</b> .....	<b>21</b>
3.9.1 Substrato roccioso .....	21
3.9.2 Terreni di copertura .....	23
<b>4. CARTE TEMATICHE DI BASE A SCALA 1: 5.000</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1 Carta Geologica</b> .....	<b>24</b>
4.1.1 Depositi superficiali .....	24
4.1.1.1 Terreni di riporto .....	24
4.1.1.2 Terreno eluviale .....	24
4.1.1.3 Depositi colluviali .....	25
4.1.1.4 Detrito di versante attivo (non vegetato) .....	25
4.1.1.5 Detrito di versante stabilizzato e parzialmente stabilizzato .....	26
4.1.1.6 Depositi detritici e da trasporto in massa lungo gli alvei .....	26
4.1.1.7 Corpo di frana o accumulo stabilizzato con interventi recenti .....	26
4.1.2 Substrato roccioso .....	26
4.1.2.1 Formazione del "Calcere di Zu" .....	27
4.1.2.2 Formazione delle "Argilliti di Riva di Solto" .....	27

4.1.2.3	Giaciture dei piani di stratificazione.....	28
4.2.1	Forme legate a processi gravitativi.....	29
4.2.1.1	Orlo di frana attiva.....	29
4.2.1.2	Orlo di frana quiescente.....	29
4.2.1.3	Orlo di frana relitta e stabilizzata.....	29
4.2.1.4	Frane non fedelmente cartografabili.....	30
4.2.1.5	Orli di scarpate di degradazione e interessati da crolli in roccia.....	30
4.2.1.6	Caduta di massi.....	30
4.2.1.7	Orlo di scarpata morfologica e strutturale.....	30
4.2.1.8	Orlo di parete rocciosa.....	30
4.2.2	Forme legate all'azione delle acque superficiali.....	30
4.2.2.1	Alveo con corso d'acqua secondario a carattere permanente.....	30
4.2.2.2	Solco di ruscellamento concentrato.....	31
4.2.2.3	Vallecole a fondo concavo.....	31
4.2.3	Elementi idrogeologici.....	31
4.2.3.1	Sorgenti o venute d'acqua non captate.....	31
4.2.3.2	Sorgenti captate.....	31
4.2.3.3	Sorgenti captate dell'Acquedotto comunale.....	31
4.2.3.4	Fontane/abbeveratoi alimentate da sorgente.....	31
4.2.3.5	Bacini o serbatoi dell'Acquedotto comunale.....	31
4.2.4	Opere antropiche.....	31
4.2.4.1	Briglia.....	31
4.2.4.2	Muri di sostegno in c.a.....	32
4.2.4.3	Muri a secco.....	32
4.2.4.4	Gabbionate.....	32
4.2.4.5	Barriere paramassi.....	32
4.2.4.6	Ponti.....	32
4.2.4.7	Terrazette da pascolo.....	32
<b>4.3</b>	<b>Carta Idrogeologica.....</b>	<b>32</b>
4.3.1	Idrografia superficiale.....	32
4.3.1.1	Principali bacini idrografici.....	32
4.3.1.2	Elementi idrologici.....	33
4.3.2	Permeabilità del substrato roccioso e dei terreni di copertura.....	33
4.3.2.1	Ammassi rocciosi a bassa permeabilità relativa.....	34
4.3.2.2	Ammassi rocciosi a media permeabilità relativa.....	34
4.3.2.2	Ammassi rocciosi a elevata permeabilità relativa.....	34
4.3.2.3	Depositi superficiali a bassa permeabilità relativa.....	35
4.3.2.4	Depositi superficiali a media permeabilità relativa.....	35
4.3.2.5	Depositi superficiali a elevata permeabilità relativa.....	35
4.3.3	Sorgenti e captazioni.....	36
<b>5.</b>	<b>CARTA DEI VINCOLI.....</b>	<b>37</b>
<b>5.1</b>	<b>Vincoli derivanti dalla Pianificazione di bacino - P.A.I. (ai sensi della L. 183/89).....</b>	<b>37</b>
<b>5.2</b>	<b>Vincoli di Polizia idraulica (ai sensi della D.G.R. n. 7/7868 del 25.01.2002 e successive).....</b>	<b>37</b>
5.2.1	Norme per le Fasce di rispetto dei corsi d'acqua del Reticolo Idrico Minore.....	37

---

<b>5.3</b>	<b>Vincoli per la salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.....</b>	<b>39</b>
5.3.1	Norme per la salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile .....	39
<b>6.</b>	<b>CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA.....</b>	<b>41</b>
<b>6.1</b>	<b>Procedura.....</b>	<b>41</b>
<b>6.2</b>	<b>Analisi di 1° livello (Carta di Pericolosità Sismica locale).....</b>	<b>42</b>
<b>6.3</b>	<b>Valutazione della Pericolosità Sismica in Comune di Blello.....</b>	<b>44</b>
<b>7.</b>	<b>CARTA DI SINTESI .....</b>	<b>46</b>
<b>8.</b>	<b>CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO .....</b>	<b>47</b>
<b>8.1</b>	<b>Normativa .....</b>	<b>47</b>
8.1.1	Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni .....	47
8.1.2	Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni.....	47
8.1.3	Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni.....	48
8.1.4	Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni.....	48
<b>8.2</b>	<b>Sintesi dei criteri adottati per la Carta di Fattibilità .....</b>	<b>49</b>
8.2.1	Criteri adottati per la rappresentazione grafica delle informazioni .....	49
<b>8.3</b>	<b>Attuazione delle indicazioni della Carta di Fattibilità .....</b>	<b>51</b>
<b>8.4</b>	<b>Norme tecniche e indagini geologiche richieste per le Classi di Fattibilità geologica.....</b>	<b>51</b>
8.5.1	Norme per la "Classe di fattibilità 1" .....	51
8.5.2	Norme per la "Classe di fattibilità 2" .....	52
8.5.2.1	Indagini e documentazione richieste per la Classe 2 .....	52
8.5.3	Norme per la "Classe di fattibilità 3" .....	52
8.5.3.1	Indagini e documentazione richieste per la Classe 3 .....	53
8.5.4	Norme per la "Classe di fattibilità 4" .....	54
8.5.4.1	Norme per le aree di Classe 4 corrispondenti a "Frana attiva" e "Frana quiescente pericolosa".....	55
8.5.4.2	Norme per le aree di Classe 4 corrispondenti alle Zone d'influenza e alle Fasce di rispetto del R.I.M.	55
<b>9.</b>	<b>CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA DEL P.A.I. E NORME DI ATTUAZIONE.....</b>	<b>56</b>
<b>9.1</b>	<b>Normativa P.A.I. ....</b>	<b>57</b>

**TAVOLE ALLEGATE:**

- 1. Carta Geologica (scala 1: 5.000).**
- 2. Carta Geomorfologica (scala 1: 5.000).**
- 3. Carta Idrogeologica (scala 1: 5.000).**
- 4. Carta dei Vincoli a scala (scala 1: 5.000).**
- 5. Carta della Pericolosità Sismica locale (scala 1: 5.000).**
- 6. Carta di Sintesi (scala 1: 5.000).**
- 7. Carta della Fattibilità Geologica per le azioni di Piano (scala 1: 5.000).**
- 8. Carta del Dissesto con legenda uniformata a quella P.A.I. (scala 1: 10.000).**

## **1. INTRODUZIONE**

Per incarico del Sindaco di Blello Sig. Dante Todeschini è stato effettuato uno studio di carattere geologico sull'intero territorio comunale di Blello, finalizzato alla caratterizzazione dello stesso in funzione della sua gestione e della pianificazione urbanistica. In particolare il lavoro, che si inquadra nell'ambito delle attività svolte per la predisposizione del nuovo Piano di Governo del Territorio del Comune, ha inteso raccogliere tutti gli elementi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico necessari a definire le caratteristiche, le potenzialità e le problematiche di ogni settore del territorio comunale, ponendo particolare attenzione all'aspetto della prevenzione del rischio e della mitigazione del dissesto geologico e ambientale.

Il programma di lavoro è stato concordato con l'Amministrazione Comunale di Blello, facendo specifico riferimento a quanto previsto in proposito dalla legislazione vigente e, in particolare, dalla L.R. n. 12 del 11.03.2005 e dalla D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.08.

Lo studio geologico si è articolato in tre distinte fasi di lavoro.

- La prima è consistita nella raccolta dei dati bibliografici e cartografici esistenti, nel reperimento di tutte le informazioni di carattere geologico-tecnico, idrologico ed idrogeologico, climatologico, sismico e vincolistico disponibili, nell'esecuzione di un nuovo rilievo geologico-geomorfologico di dettaglio dell'intera area e nella realizzazione dello Studio sul Reticolo Idrico Minore Comunale. Tale fase ha permesso la stesura delle carte di base relative ai vari tematismi presi in esame, quali la geologia, la geomorfologia, l'idrogeologia e la vincolistica.
- La seconda fase è consistita in una revisione analitica di tutte le informazioni ottenute nella prima fase di lavoro, attività che ha permesso la redazione di una carta riportante una sintesi di tutti gli elementi di rilievo emersi nel corso dei vari studi. Nella stessa fase è stata predisposta anche la Componente Sismica, studio effettuato secondo le disposizioni nazionali introdotte dal OPCM n.3274/2003.
- La terza fase ha infine permesso di realizzare, attraverso l'esame delle caratteristiche salienti del territorio riportate nella citata sintesi dei dati, una carta di fattibilità geologica nella quale, per ogni classe in essa definita, vengono forniti dei criteri di utilizzo del territorio ed edificabilità in funzione dei limiti imposti dalle caratteristiche del suolo e del sottosuolo, nonché dalla vigenza dei vincoli esistenti.

Il lavoro è stato svolto nel periodo 2009-primavera 2010, per quanto riguarda i rilievi di terreno e l'acquisizione di dati bibliografici e cartografici. Lo studio è poi proseguito nel successivo periodo estivo 2010 per quanto attiene l'elaborazione dei dati raccolti, la redazione delle carte e la stesura del rapporto tecnico.

## **2. METODOLOGIA DELLO STUDIO**

Lo studio è stato realizzato ai sensi della L.R. n.12/2005 e delle successive direttive, tra cui principalmente la “D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.08 (*“Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio”*)”, che stabilisce i criteri e i contenuti degli studi di supporto agli strumenti urbanistici, e al contempo ne definisce le caratteristiche di riferimento.

In accordo a tale direttiva, lo schema metodologico adottato si è basato su tre distinte fasi di lavoro: analisi, diagnosi e proposta.

1) La fase di analisi è consistita nelle seguenti attività:

- raccolta dei dati cartografici e bibliografici esistenti di pertinenza geologico-tecnica, idrologica ed idrogeologica, sismica, climatologica e vincolistica,
- esecuzione di un’analisi fotointerpretativa dell’area,
- esecuzione di un nuovo rilievo geologico-geomorfologico di campagna alla scala 1: 2.500 coprente l’intero territorio comunale.

Per la fase di raccolta dati bibliografici l’Amministrazione Comunale ha fornito il materiale a sua disposizione, consistente essenzialmente nel nuovo rilievo aerofotogrammetrico coprente l’intera area comunale, nella documentazione relativa ad indagini geologiche ed idrogeologiche effettuate in precedenza e, in generale, in tutte quelle conoscenze storiche legate alla gestione delle risorse ambientali che sono di fondamentale importanza per il corretto svolgimento del lavoro.

Le attività citate hanno permesso l’elaborazione della cartografia d’inquadramento, consistente nei seguenti elaborati:

- *Tav. 1 Carta Geologica, a scala 1: 5.000,*
- *Tav. 2 Carta Geomorfologia, a scala 1: 5.000,*
- *Tav. 3 Carta Idrogeologica, a scala 1: 5.000.*

Nel corso della prima fase di lavoro è stata anche prodotta la

- *Tav. 4 Carta dei Vincoli esistenti sul Territorio Comunale, a scala 1:5.000,* riportante le aree soggette a vincoli di carattere ambientale (Vincoli derivanti dalla Pianificazione di bacino P.A.I., Vincoli di Polizia Idraulica, basati sul Studio del Reticolo Idrico Minore Comunale effettuato nel 2010, Vincoli su Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile).

2) La fase di diagnosi è consistita nell’analisi critica delle informazioni raccolte e nella successiva elaborazione dei seguenti elaborati:

- *Tav. 5 Carta di Pericolosità Sismica Locale, a scala 1: 5.000.* Tale carta è stata approntata elaborando opportunamente i dati salienti della cartografia d’inquadramento (carta geologica, carta geomorfologica, ecc.), riportando in un’apposita cartografia a scala 1: 10.000 la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali, i cosiddetti “Scenari di Pericolosità Sismica locale”.
- *Tav. 6 Carta di Sintesi, a scala 1: 5.000.* Tale carta è stata approntata riportando, previe le opportune elaborazioni, tutti gli elementi salienti emersi dai rilievi in sito e dalla ricerca bibliografica, fra cui in particolare elementi pertinenti alla stabilità dei versanti, alla dinamica torrentizia, alla vulnerabilità idrogeologica, alla vincolistica esistente e alle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti.

3) La successiva fase propositiva ha permesso infine la redazione della:

- *Tav. 7 Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano, a scala 1: 5.000*, nella quale è stata effettuata una zonazione del territorio in quattro classi principali a diversa attitudine, dal punto di vista geologico, a sostenere eventuali interventi antropici. Per ciascuna di tali classi, poi suddivise in sottoclassi a seconda delle caratteristiche delle aree, sono state fornite le indicazioni tecniche relative all'utilizzo delle aree stesse, le quali dovranno poi essere adeguatamente recepite dagli strumenti urbanistici al fine di minimizzare gli effetti connessi alla fruizione del territorio. Tali indicazioni, si ricorda, comunque non dovranno essere in alcun modo considerate sostitutive delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dal D.M. 11 marzo 1988 per la pianificazione attuativa e la progettazione esecutiva.

In accordo alla normativa vigente è stata infine predisposta la

- *Tav. 8 Quadro del dissesto con legenda uniformata P.A.I. a scala 1: 10.000*, nella quale sono riportati tutti gli elementi relativi al dissesto presenti nel Comune di Blello, che andranno poi inseriti nell'archivio del P.A.I.

Tutte le carte citate sono state realizzate mediante rilievi sul terreno e analisi condotte a scala 1: 2.500, utilizzando la nuova Carta Aerofotogrammetrica comunale a scala 1: 5.000 (scala apparsa di adeguato dettaglio per rappresentare la situazione geologica comunale); fa eccezione solo la carta con il "*Quadro del dissesto con legenda uniformata P.A.I.*", realizzata secondo normativa su base CTR a scala 1: 10.000.

Tutto il lavoro è stato realizzato in ambiente GIS utilizzando il programma ArcView 3.3 della ditta Esri (licenza n. 899941137205 ad Azzoni Augusto), con un'opportuna informatizzazione dei dati nel formato shapefile richiesto dalla Regione Lombardia.

### **3. INQUADRAMENTO GENERALE**

#### **3.1 Inquadramento geografico**

Il territorio comunale di Blello è situato sul lato destro idrografico della Valle Brembilla, marcata incisione valliva solcata dal torrente omonimo, che raggiunge il Fiume Brembo in destra idrografica in corrispondenza della località Ponti, frazione di Sedrina.

Il territorio comunale di Blello presenta un'estensione di circa 2,18kmq ed è limitato:

- a Nord da vari impluvi sottostanti il Monte Castello e dalla Valle dell'Alluera,
- a Ovest dal marcato crinale Zucco di Pralongone – Monte Castello – Colle S. Pietro, che segna il confine con la Valle Imagna,
- a Sud dalla Valle Strenciaroli e dalla Valle Porno,
- a Est da ripidi pendii prospicienti la Valle Brembilla.

L'area comunale di Blello confina:

- a Nord e Nord Est con il Comune di Gerosa,
- a Ovest con il Comune di Corna Imagna,
- a Sud con il Comune di Brembilla,
- a Est con il Comune di Brembilla.

Il territorio è interamente montuoso, con altimetrie comprese fra i 500m s.l.m. circa del basso corso del Rio dell'Alluera, presso lo sbocco nel Torrente Brembilla, e i 1.218m s.l.m. del Monte Castello, principale vetta situata lungo il citato crinale Zucco di Pralongone-Monte Castello-Colle S. Pietro, che segna il confine con il Comune di Corna Imagna.

Il Comune di Blello comprende, oltre al centro del paese identificato come Ghisalerio (sede del Municipio), alcune frazioni, fra cui si ricordano:

- a valle del centro comunale, Brevieno, ed le altre frazioni minori di Casa Rizzoli, Roncaglia, Casa Orti e Casa Moia,
- poco a Nord del centro comunale, la frazione di Canto del Ronco,
- a monte di Ghisalerio, la frazione con la Chiesa Parrocchiale ed il Cimitero e le frazioni di Curnino alto e basso.

#### **3.1.1 Cartografia**

L'area comunale è coperta completamente o in parte dalle seguenti basi cartografiche, che sono poi state utilizzate per il presente lavoro:

- Carta d'Italia dell'Istituto Geografico Militare IGM a scala 1:25.000 Foglio n.33 con le tavolette, il cui rilievo risale al 1974:
  - o Quadrante III, Orientamento NO, Palazzago,
  - o Quadrante IV, Orientamento SO, Vedeseta,
- Carta aereofotogrammetrica del Comune di Blello a scala 1: 5.000;
- Carta Tecnica Regionale (C.T.R.), prodotta dalla Regione Lombardia in scala 1:10.000 sulla base di riprese aeree condotte nel 1984; in particolare, il territorio di Blello è compreso nelle sezioni individuate con le seguenti sigle: C4a4 e C4a5;
- Carta Catastale a scala 1: 2.000 dell'intera area comunale.

### **3.2 Inquadramento geomorfologico**

L'area comunale di Blello si presenta interamente montuosa, con versanti ad elevata pendenza, valli incise e aree pianeggianti o a minor pendenza per lo più circoscritte alle fasce altimetriche 700-800m s.l.m. (zona di Ghisalero, Brevieno e Canto del Ronco) e 900-950m s.l.m. (zona della Chiesa Parrocchiale e Curnino). Proprio tali aree, unitamente alle incisioni vallive dei rii dell'Alluera, della Roncaglia e degli Strenciaroli rappresentano gli elementi morfologici più significativi rilevabili nel territorio comunale.

La morfologia dell'area è fortemente condizionata dalla natura delle rocce presenti nei diversi settori:

- le aree formate da terreni argillitico-marnosi sono caratterizzate da versanti di pendenza variabile, da molto elevata nei settori circostanti i principali impluvi, a modesta nelle zone limitate a valle da più robuste bancate calcaree con giacitura sub orizzontale. Il modellamento di tale aree è chiaramente in relazione all'azione delle acque superficiali, alla tipologie litologiche presenti e ai fenomeni di instabilità antichi e attuali. I versanti si presentano in genere colonizzati da bosco, nelle aree di maggiore acclività, e coltivati a prato in quelle meno inclinate. Le aree caratterizzate da una maggiore abbondanza di litotipi marnosi sono, in genere, contraddistinte dalla presenza di una maggiore umidità, con una rete drenante piuttosto sviluppata e interessata da circolazione idrica di tipo stagionale o temporaneo (condizionata dal regime pluviometrico),
- le aree formate da calcari e calcari marnosi presentano versanti più regolari, con prevalente copertura boschiva. La pendenza è in genere da media ad elevata. I versanti, per lo più asciutti, sono caratterizzati dalla presenza di roccia subaffiorante o affiorante, localmente con bancate e pareti alte anche diversi metri. Queste aree presentano una rete di drenaggio superficiale fortemente condizionata da motivi litologici e strutturali e caratterizzata da una circolazione idrica a carattere temporaneo o stagionale.

In linea generale, il territorio di Blello presenta caratteri analoghi a quelli di ampi settori della fascia prealpina lombarda, con morfologia uniforme, matura e contraddistinta da pendii abbastanza acclivi nei settori dove affiorano i litotipi calcarei a struttura più massiccia, e morfologia più giovane, spesso in chiara evoluzione, nelle aree formate da rocce argillitiche.

L'origine di tale conformazione morfologica è da ricercarsi principalmente nell'azione erosiva del Torrente Brembilla e di tutti i corsi d'acqua superficiali, sviluppatasi presumibilmente già in buona parte in epoca pre-glaciale a seguito del richiamo costituito dall'erosione della valle del fiume Brembo. Come buona parte dei principali corsi d'acqua del margine padano infatti, anche il Fiume Brembo incise profondamente la valle prima dell'inizio delle glaciazioni, mentre durante tale periodo svolse un'azione prevalentemente deposizionale, formando grandi conoidi in pianura e, nelle valli, alvei a quote ben superiori di quelle attuali. A seguito del periodo glaciale, il Fiume riprese l'azione erosiva, scavando i fondovalle appena creati e formando così i vari terrazzi fluvioglaciali che caratterizzano tutto il suo medio e basso corso vallivo (nella zona in esame: i terrazzi di Zogno, Stabello, Sedrina e Clanezzo).

Sui versanti, l'azione delle acque superficiali ha portato alla formazione di vallette con sezione a «V» o ad «U», a seconda della litologia del substrato roccioso, delle condizioni di attività del fenomeno erosionale e in certi casi della presenza di elementi strutturali quali faglie e fratture nel substrato. La formazione di tali vallette è presumibilmente iniziata in tempi pre-glaciali e glaciali, ma è di certo progredita anche in tempi successivi, visto il generale buon raccordo delle stesse con il fondovalle del Torrente Brembilla.

Oltre all'azione erosiva dei corsi d'acqua, altro importante elemento morfogenetico è stata la gravità, responsabile in particolare sia dell'antico modellamento del settore superiore dei versanti, sia della formazione di diverse frane (crollo e scivolamento), soprattutto nelle zone circostanti i principali impluvi.

#### **3.2.1 Condizioni di stabilità generali dell'area**

Nonostante la notevole acclività dei versanti, il territorio comunale presenta condizioni di stabilità complessivamente buone, fatto legato alla discreta resistenza dei materiali rocciosi presenti, alla limitata entità dei depositi superficiali e

alla modesta circolazione idrica, sia superficiale che sotterranea. Cionondimeno localizzate situazioni d'instabilità dei versanti, la cui tipologia e entità varia in funzione delle caratteristiche dei materiali coinvolti e della morfologia locale, sono diffuse in tutto il territorio comunale, per lo più quiescenti o relitte ma talora anche attive.

In particolare, i settori costituiti da rocce calcaree e marnoso-calcaree presentano generalmente, nonostante l'acclività a tratti elevata, buone caratteristiche di stabilità d'insieme, essendo costituiti da un substrato roccioso di discreta qualità geotecnica e con coperture solitamente di spessore ridotto. In tali settori, l'instabilità dei versanti è in genere legata a rotture localizzate di singoli blocchi o di porzioni limitate degli ammassi rocciosi, cui si associano fenomeni di crollo e di caduta massi. I versanti formati da argilliti appaiono invece interessati per lo più da smottamenti e frane di scivolamento, testimoniate da chiare nicchie di distacco, che coinvolgono sia il substrato argillitico che le coperture eluvio-colluviali, e da accumuli di materiale, talora anche di grandi dimensioni. Infine, dove le argilliti sono associate a livelli calcareo-marnosi di frequenza e spessore significativo, alle citate instabilità del substrato e delle coperture si possono accompagnare anche fenomeni di caduta di massi.

Le situazioni di maggior criticità per quanto riguarda la stabilità dei versanti, descritte più dettagliatamente nei successivi paragrafi, si rilevano lungo la parte inferiore della Valle della Roncaglia, sede di importanti frane di crollo dalle alte e ripide pareti rocciose, e sul pendio prospiciente la Valle Brembilla, a monte di Unizzi, sede di un'importante paleofrana localmente tuttora attiva.

Accanto ai dissesti attivi e quiescenti, in genere di dimensioni contenute, sono presenti diverse forme legate a processi gravitativi relitti (antichi, non più attivi), che hanno controllato in modo determinante l'evoluzione del territorio. Tali forme, solo localmente accompagnate da depositi, sono evidenti in particolare alla testata della Valle della Roncaglia e sul versante che limita a Nord il crinale ove sorge la Chiesa Parrocchiale.

Infine, sono diffusi in tutto il territorio comunale, ed in particolare nei settori mediano e inferiore, i fenomeni di degradazione di orli di scarpata ed erosione degli alvei. Tali fenomeni, di norma di piccola entità, sono più attivi e marcati in corrispondenza dei versanti e degli impluvi della Valle Strenciaroli, Roncaglia ed Alluera.

### **3.3 Inquadramento geologico**

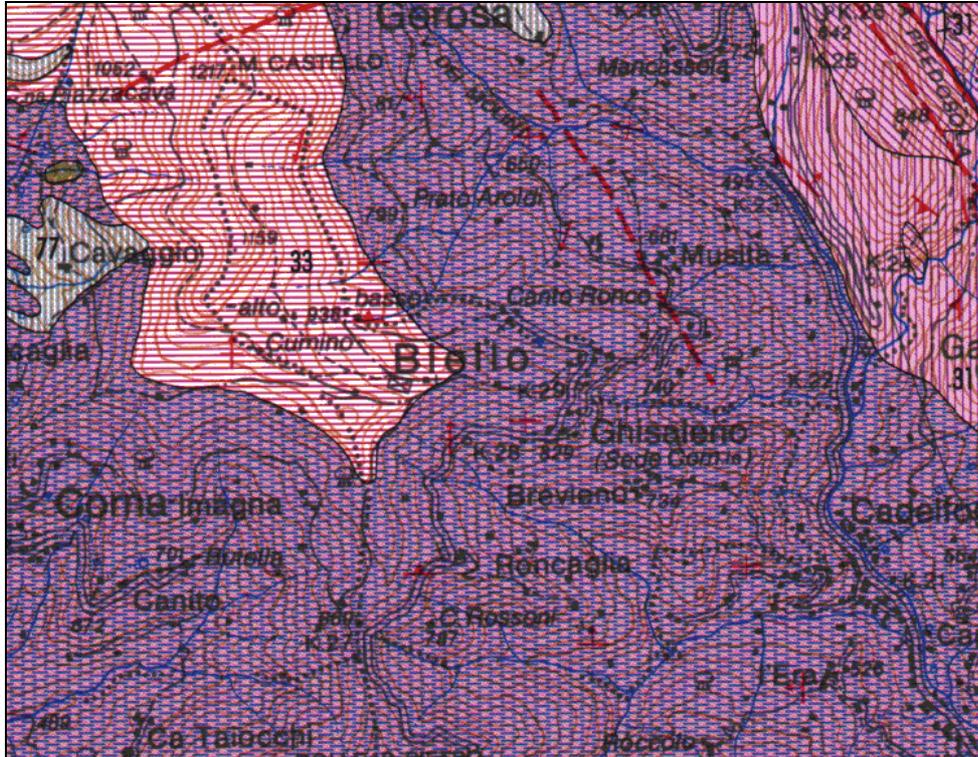
L'area del Comune di Blello si colloca nella cosiddetta «zona prealpina» della Provincia di Bergamo ed è caratterizzata dall'affioramento di un substrato roccioso costituito essenzialmente da rocce sedimentarie del Triassico Superiore, di natura carbonatica e terrigena, ricoperte da depositi superficiali in genere di limitato spessore. In accordo alla *“Carta Geologica della Provincia di Bergamo (2000)”*, le rocce che costituiscono il substrato roccioso affiorante e sub-affiorante nel territorio comunale appartengono a due sole unità litostratigrafiche (Fig.1 e 2). In particolare:

- a quote inferiori a 900-950m s.l.m. (in funzione dell'andamento del limite stratigrafico) affiorano con continuità rocce argillitiche e calcareo-marnose appartenenti alla Formazione delle “Argilliti di Riva di Solto” (Norico Superiore);
- a quote superiori, sono presenti le rocce calcaree e calcareo-marnose della Formazione del “Calcere di Zu” (Norico Superiore - Retico), che ricoprono le argilliti in continuità stratigrafica (Fig.2).

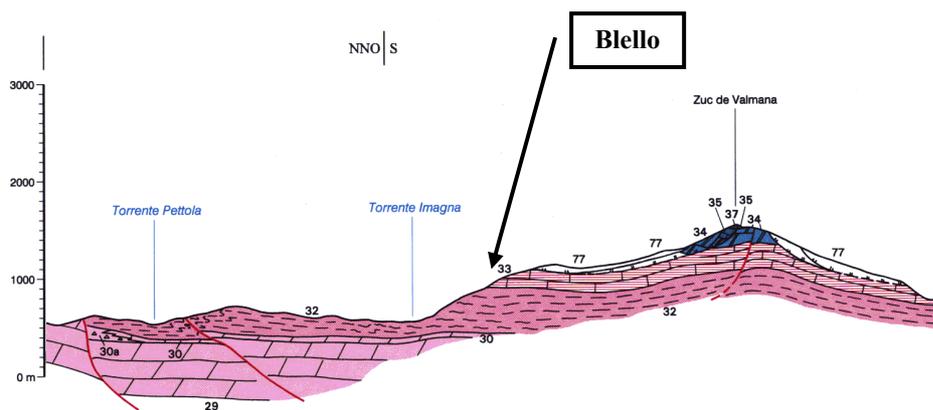
Il limite stratigrafico che separa le due formazioni è transizionale e presenta un andamento suborizzontale o debolmente immergente verso Nord.

Per la descrizione di dettaglio delle caratteristiche stratigrafiche e strutturali dei litotipi si rimanda al successivo Cap.4, che descrive la Carta Geologica, realizzata in scala 1:5.000 sulla base del rilevamento originale condotto nell'ambito del presente studio.

I depositi superficiali sono arealmente molto diffusi, ma presentano in genere spessori modesti, fatto in parte dovuto alla notevole acclività dei versanti, che difficilmente consente la stabilità di materiali con modeste caratteristiche di resistenza. Fanno eccezione alcune zone arealmente circoscritte, poste lungo e alla base dei più estesi versanti, dove si



**Fig. 1 – Carta Geologica del Comune di Bello (estratto dalla “Carta Geologica della Provincia di Bergamo, 2000).**



**Fig. 2 – Stralcio della Sezione 6 della Carta Geologica della Provincia di Bergamo (direzione N-S). (legenda: 32: Argilliti di Riva di Solto, 33: Calcarea di Zu). La sezione, pur essendo posta alcuni km a ovest, è nel complesso rappresentativa anche della zona d’interesse.**

osservano spessori anche consistenti di depositi colluviali, detritici e di frana. In particolare, si riconoscono le seguenti tipologie di depositi superficiali:

- eluviali, formati da limi e argille e originati dal degrado delle rocce presenti sui versanti,
- colluviali, dovuti al trasporto ed accumulo dei materiali eluviali sopra citati o al rimaneggiamento di altri depositi,
- detritici, formati da frammenti litici di varia pezzatura originati dal degrado di affioramenti rocciosi,
- accumuli di frana di varia natura, formati a seguito di fenomeni d'instabilità di versante di varie dimensioni,
- alluvionali, formati da ghiaia e ciottoli di media pezzatura, spesso con modesto grado di arrotondamento, originati dal deposito di materiali trasportati dai vari corsi d'acqua.

### 3.4 Inquadramento strutturale

#### 3.4.1 Inquadramento regionale

La catena Alpina, dal punto di vista strutturale, è un rilievo montuoso caratterizzato dalla presenza di due catene a falde che si sono deformate in senso opposto, rispettivamente verso Nord Ovest e verso Sud. La catena a vergenza europea, o "Catena Alpina s.s." è formata da diversi sistemi tettonici (falde) traslati, a partire dal Cretacico, verso Nord Ovest, cioè verso l'Avampaese europeo. La catena a vergenza africana, conosciuta come "Alpi Meridionali o Subalpino", è invece formata da un sistema tettonico che, a partire dal Neogene, si è deformato verso Sud (cioè verso l'Avampaese padano-adriatico) con stile deformativo caratterizzato dalla presenza di pieghe e sovrascorrimenti.

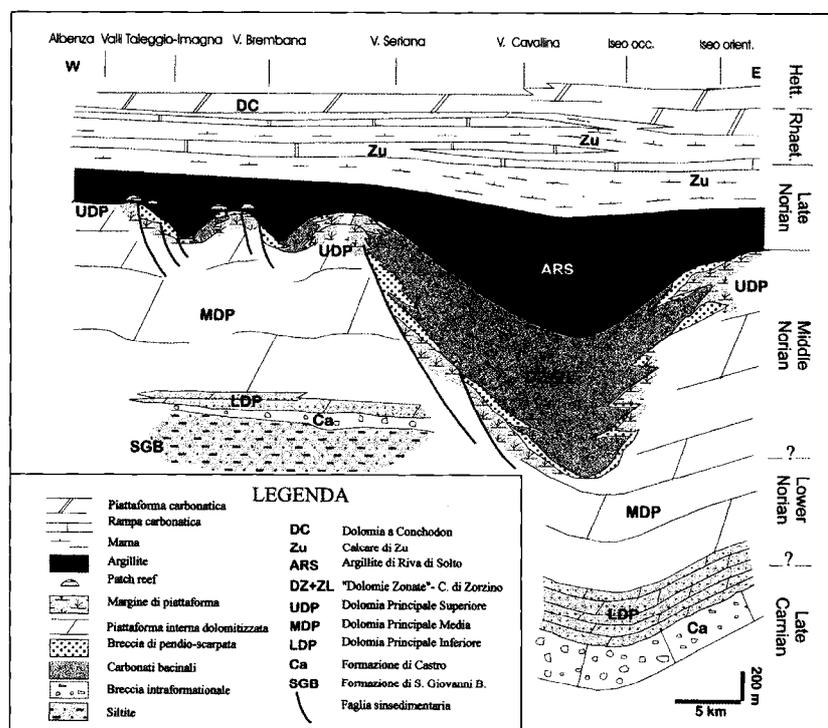


Fig. 3 – Schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni Triassiche delle Prealpi Bergamasche (da "Note illustrative alla Carta Geologica della Provincia di Bergamo", anno 2000).

Il contatto tra le due catene ad opposta vergenza è tettonico e prende il nome di Lineamento Periadriatico (il suo segmento occidentale è chiamato Linea Insubrica): si tratta di un sistema di fratture subverticali, attive dal Neogene con prevalente carattere trascorrente, che comprende, a partire da Ovest, la Linea del Canavese, la Linea del Tonale, la Linea della Pusteria, del Gaital e delle Karawaken.

Le Alpi Bergamasche fanno parte delle Alpi Meridionali le quali, da un punto di vista paleogeografico, vengono considerate un frammento di un continente, originariamente posto a Sud dell'“Oceano Ligure-Piemontese” (paleo-Africa). Tale porzione di catena è formata da un basamento cristallino metamorfosato e da una copertura sedimentaria di età compresa tra il Carbonifero superiore ed il Cretacico.

L'evoluzione strutturale della catena è caratterizzata da una complessa e prolungata sequenza di eventi deformativi; in particolare sono state riconosciute:

- due o più fasi deformative principali prealpine, responsabili del metamorfismo del basamento cristallino;
- una tettonica distensiva iniziata nel Permiano e protrattasi fino al Giurassico medio, culminata con l'apertura dell'Oceano Ligure-Piemontese; in tale periodo si individuò il cosiddetto “Bacino Lombardo”, all'interno del quale si depositarono i sedimenti che poi hanno dato luogo alle rocce presenti nell'area in esame;
- una tettonica compressiva iniziata nel Cretacico superiore e perdurata, anche successivamente alla collisione continentale, sino al Neogene.

L'attuale configurazione strutturale della catena è il risultato della tettonica compressiva di età alpina, che ha dato luogo ad una fascia di rilievi interessati da pieghe, pieghe-faglie e sovrascorrimenti “pellicolari” (fold-thrust chain).

L'edificio strutturale che ne è derivato risulta particolarmente complesso e può essere schematicamente suddiviso, da Nord a Sud, in tre settori:

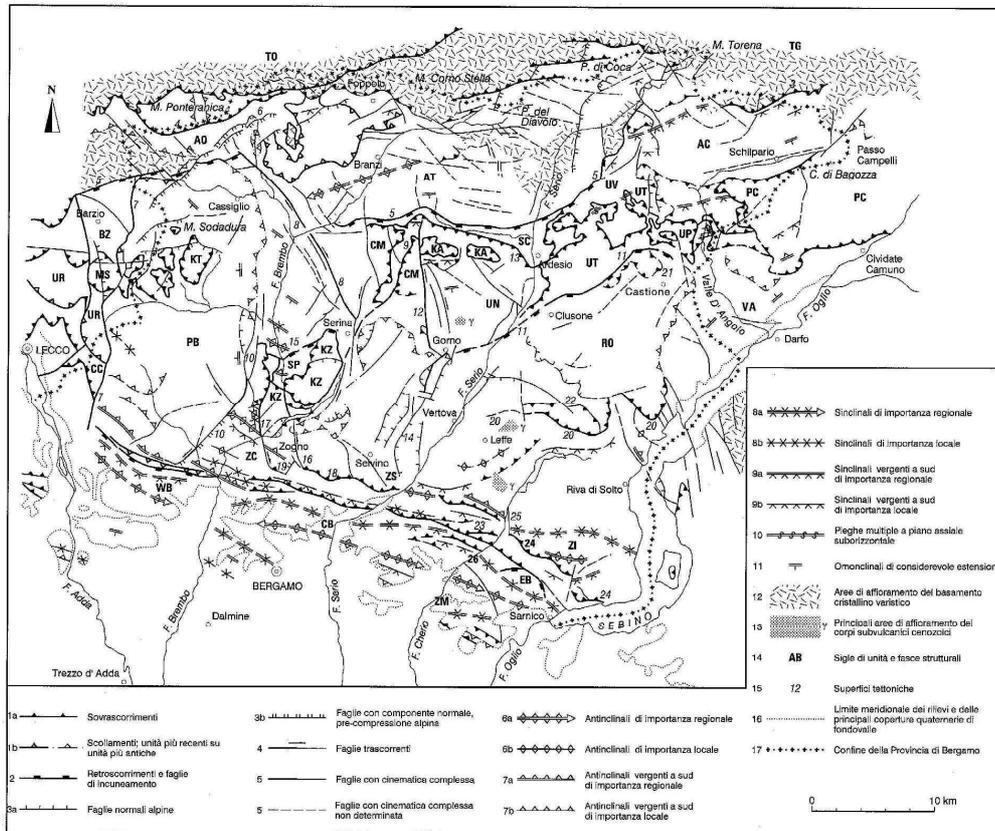
- Basamento cristallino (“Zona orobica”) ed “Anticlinale orobica s.s.”. La Zona orobica costituisce la più settentrionale delle zone nelle quali viene tradizionalmente suddivisa la catena. Essa è costituita da rocce del basamento metamorfico accavallate sulle loro coperture permo-triassiche lungo un fascio di linee tettoniche in parte vicarianti, talora “en échelon”, orientate E-O, che in letteratura sono conosciute come Linea Orobica. A Sud di questa è presente una stretta fascia costituita da strutture anticlinali che coinvolgono sia il basamento cristallino, che la copertura sedimentaria permo-triassica.
- Settore centrale comprendente la successione triassica. L'assetto strutturale di questa zona è particolarmente complesso nella fascia settentrionale dove, a ridosso delle anticlinali orobiche, si sviluppa un sistema di faglie OSO-ENE e E-O, noto in letteratura come “Linea Valtorta-Valcanale”. A Sud di tale sistema si sviluppa un edificio strutturale alloctono formato dalla successione triassica (“Parautoctono ed unità alloctone” Auct.).
- Settore frontale comprendente le unità giurassico-cretaciche. Sul fronte della catena è presente un'ampia fascia costituita da unità giurassico-cretaciche e caratterizzata da un fascio di pieghe associate a thrust con assi orientati E-O (“Zona a pieghe e pieghe faglie” Auct.).

### **3.4.2 Assetto strutturale locale**

L'area di studio si colloca nel settore centro-occidentale del cosiddetto “Parautoctono Brembano”, unità strutturale che occupa una vasta parte del settore brembano occidentale e della Valle Imagna (Fig.4).

Il “Parautoctono Brembano” si sviluppa prevalentemente in direzione Nord-Sud dalla Valtorta sino all'Albenza e corrisponde all'incirca alla depressione strutturale del bacino Norico sup.-Retico della bergamasca occidentale. Esso è delimitato ad Est ed a Ovest da due importanti lineamenti strutturali quali il Sistema di faglie “Faggio-Morterone-Carenno” e “Roncola-Catremerio-M.Molinasco”, che secondo la più recente letteratura geologica, rappresentano una riattivazione alpina, con componenti di trascorrenza, di lineamenti distensivi tardo-triassici e liassici inferiori.

Il “Parautoctono Brembano” è caratterizzato, verso Nord, da una blanda struttura monoclinale. Nel settore meridionale, ed in particolare nel settore centro orientale nella Valle Brembilla, la struttura è condizionata dalla



**Fig. 4 – Carta strutturale delle Prealpi Bergamasche (da “Note illustrative alla Carta Geologica della Provincia di Bergamo”, anno 2000).**

presenza della Dolomia Principale, la cui maggiore competenza ha determinato lo smembramento dell'unità strutturale in vari comparti delimitati da faglie normali e trascorrenti; la soprastante successione tardo-triassica (Argilliti di Riva di Solto – Calcare di Zu), invece, è stata interessata da locali intensi piegamenti, parziali scollamenti e faglie inverse con vergenze tettoniche a meridione. Tutti citati lineamenti verso Sud si raccordano alla “Flessura dell’Albenza” tramite una blanda anticlinale.

Il territorio comunale di Blello si colloca in corrispondenza della monoclinale che caratterizza il settore più settentrionale del “Parautoctono Brembano”, come ben evidenziato dalla sezione geologica riportata in Fig.2 (Sezione 6 allegata alla Carta Geologica della Provincia di Bergamo). La sezione, diretta Nord-Sud, decorre 3-4km a Ovest dell’area studiata ed evidenzia (tratto indicato dalla freccia) la presenza di una successione monoclinale sub-orizzontale o blandamente inclinata verso Nord.

Nel territorio comunale non si rilevano altri elementi strutturali di rilevanza regionale. La successione sedimentaria, e in particolar modo la porzione costituita da fitte alternanze tra argilliti e marne calcaree, è invece interessata da pieghe di diversa tipologia ed apertura a scala dell’affioramento. Gli ammassi rocciosi sono inoltre intersecati da fratture e faglie di norma poco persistenti, la cui presenza è spesso celata dal comportamento meccanico delle argilliti e dall’assenza di livelli marker.

### **3.5 Inquadramento meteoclimatico**

#### **3.5.1 Precipitazioni**

Nel territorio comunale di Blello, e più in generale nella Valle Brembilla, fino alla fine del 2010 non erano presenti stazioni di rilevamento meteorologico e climatico, fatta eccezione per un pluviometro installato in località Camorone dalla Provincia di Bergamo nell'ambito delle attività di bonifica della frana (non è stato possibile sapere se tale strumento sia ancora funzionante). Nel dicembre 2010 è stata installata una nuova stazione meteo in Comune di Brembilla, ubicata presso il Cimitero comunale e composta da un pluviometro, un barometro, un termometro ed un anemometro.

Alla luce di tale situazione, per una generale caratterizzazione dell'area si è fatto riferimento ai dati rilevati da stazioni presenti in aree vicine appartenenti alla rete del Servizio Idrografico e ai dati di piovosità rilevati da una stazione di misura un tempo presente nella zona centrale del paese di Brembilla.

In particolare, sono state raccolte osservazioni riguardanti:

- regime pluviometrico;
- regime delle temperature;
- umidità e evapotraspirazione.

Oltre a ciò sono stati considerati gli studi esistenti, fra cui in particolare la pubblicazione della Regione Lombardia "*Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino della Regione Lombardia*" (Ceriani e Carelli, 2001).

##### **3.5.1.1 Precipitazioni nelle stazioni meteorologiche vicine**

Stazione di Zogno. I dati pluviometrici relativi al periodo 1951-1986 misurati alla stazione di Zogno, facente parte della rete del Servizio Idrografico, sono probabilmente quelli che meglio descrivono la situazione dell'area della Val Brembilla (quanto meno del settore inferiore), data la modesta distanza e le complessivamente analoghe condizioni morfologiche dell'area. Le precipitazioni annuali nel periodo indicato variano da un minimo di 1.193mm di pioggia nel 1955 a un massimo di 2.612mm nel 1977, con una media su tutto il periodo di 1.698mm di pioggia. I massimi di precipitazioni nel corso dell'anno si sono sempre avuti nel periodo settembre-ottobre (fino a 550mm/mese di pioggia in ottobre), mentre i minimi sono stati registrati in genere, salvo rare eccezioni, nei mesi di dicembre gennaio e febbraio (da 0 a 10mm di pioggia).

Stazione di San Pellegrino. I dati sopra esposti sono nel complesso confermati anche dall'andamento delle precipitazioni registrate alla Stazione di San Pellegrino nel periodo 1921-1991, dove si sono rilevate precipitazioni variabili fra un minimo di 863mm e un massimo di 2.415mm, con una media su tutto il periodo di 1.459mm di pioggia. La stazione di San Pellegrino ha inoltre evidenziato una chiara suddivisione dell'anno in periodi asciutti e umidi, con il mese più piovoso rappresentato da maggio, con media sui 70 anni di 183mm, e quello più secco da gennaio, con media sui settanta anni di 65mm.

Stazione di Roncola. Valori di precipitazione leggermente inferiori a quelli descritti sono invece stati registrati alla Stazione di Roncola, dove si sono osservati valori di precipitazione annuale media variabili da un minimo di 762mm ad un massimo di 2.211mm, con una media su tutto il periodo di 1.407mm di pioggia.

Il motivo della minore precipitazione sta essenzialmente nel contesto fisiografico dell'area (rilievo montuoso a ridosso della pianura) abbastanza diverso rispetto a quello della Valle Brembilla. Si ricorda a riguardo che studi meteorologici condotti sulla Valle Imagna hanno permesso di rilevare che le precipitazioni presentano generalmente incrementi costanti da Sud ed Ovest verso Est e Nord Est, raggiungendo i massimi valori lungo lo spartiacque con la Valle Taleggio e la Valle Brembilla.

Stazione di Bergamo. I dati sopra esposti sono nel complesso confermati anche dall'andamento delle precipitazioni registrate alla Stazione di Bergamo nel periodo 1958-1989, dove si sono rilevate precipitazioni variabili fra un

minimo di 862mm nel 1983 e un massimo di 1.773mm nel 1977, con una media su tutto il periodo di 1.173mm di pioggia. Relativamente alle precipitazioni, i dati disponibili evidenziano come i massimi valori delle precipitazioni si registrino nei mesi tardo-primaverili, estivi ed autunnali. Il massimo assoluto è stato infatti osservato nel mese di ottobre (130,0 mm), ma valori elevati si sono registrati anche nei mesi di agosto (128,8 mm) e novembre (121,9 mm). I valori minimi si sono osservati nei mesi da dicembre a febbraio, con un minimo assoluto nel mese di febbraio (66,8 mm).

### **3.5.1.2 Precipitazioni a Brembilla**

Gli unici dati meteorologici relativi alla Valle Brembilla provengono dalla stazione pluviometrica un tempo presente nel centro del paese di Brembilla. A tale stazione, denominata "Stazione n.999" e localizzata presso le Scuole Medie Comunali, fanno riferimento i dati relativi ai periodi '40-'48, '53-'57, '72-'78 e '82-'86, che sono stati analizzati dal sottoscritto nel corso dello Studio Geologico per il PRG di Brembilla e che vengono di seguito presentati. Quasi certamente dalla stessa stazione provengono anche i dati elaborati dai dott. Ceriani e Carelli nell'articolo citato in precedenza, che però coprono un periodo maggiore, lungo 38 anni compresi fra il 1922 ed il 1977 (non è stato possibile chiarire se si tratti o meno della stessa stazione, fatto però alquanto probabile).

- I dati relativi alla Stazione n.999 nei periodi '40-'48, '53-'57, '72-'78 e '82-'86 (Fig.5) evidenziano un valore medio di precipitazione mensile di circa 130-150mm, ed uno annuale, calcolato su tutti gli anni in questione, di circa 1.840mm, con un minimo di 1.207mm nel 1986 ed un massimo di 3.438mm nel 1977. Dai dati raccolti è poi possibile (con riferimento ai valori medi) notare che il regime delle precipitazioni presenta due massimi stagionali, il primo in primavera ed il secondo in autunno, fatto che denota un clima di tipo Sublitoraneo Alpino. Il valore minimo di precipitazione media si ha nei mesi di dicembre, gennaio, febbraio e marzo, quando sono possibili precipitazioni mensili di poco superiori ai 10-20mm. Riferendosi ad una statistica basata su dati relativi ai 14 anni '40-'48 e '53-'57, si osserva per contro che nel mese di maggio la media mensile raggiunge i 200mm, avvalorando così la tesi che vuole le massime precipitazioni proprio alla fine del periodo invernale (nel mese di maggio le altezze di pioggia variano da un minimo di poco superiore ai 50mm fino ad un massimo di 400mm, registrato nel 1948). Nel periodo autunnale il valore massimo osservato sale a 634 e 996mm, registrati rispettivamente nei mesi ottobre e novembre 1976: si tratta di valori decisamente alti, ma senz'altro attendibili, visto che sono nel complesso comparabili a quello registrati dal sottoscritto nel corso dell'evento alluvionale del novembre 2002 (un pluviometro temporaneamente installato in località Cacosio, di fronte allo sbocco del Torrente Brembilla nel Fiume Brembo, rilevò nella quindicina di giorni compresi fra il 13/11 e il 26/11 oltre 800mm di pioggia, con tre giorni con altezza di pioggia caduta superiore a 125mm).
- Lo studio dei dott. Ceriani e Carelli, effettuato sulla base di osservazioni condotte per 38 anni nel periodo 1921-1977 da una stazione nel centro di Brembilla di cui non è nota la posizione (molto probabilmente è la stessa citata in precedenza), ha poi permesso di valutare i seguenti valori medi, massimi e minimi della precipitazioni annuali a Brembilla: Valore medio: 1.694mm, Valore massimo: 3.438mm, Valore minimo: 816mm .

### **3.5.1.3 Precipitazioni a Bello**

Sulla base dei dati sopra esposti, e in accordo al citato studio dei dott. Ceriani e Carelli che hanno prodotto carte delle isoiete media, massime e minime, si può ritenere che la precipitazione media annua a Bello sia pari a 1.650-1.700mm (Fig. 6), quella massima pari a 3.100-3.200mm e quella minima pari a 650-700mm.

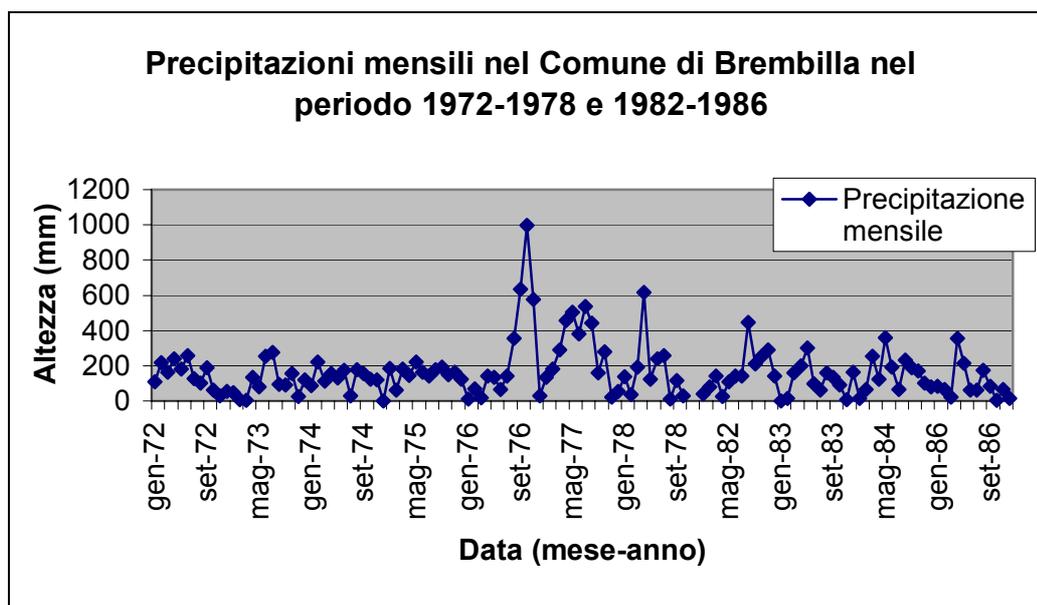
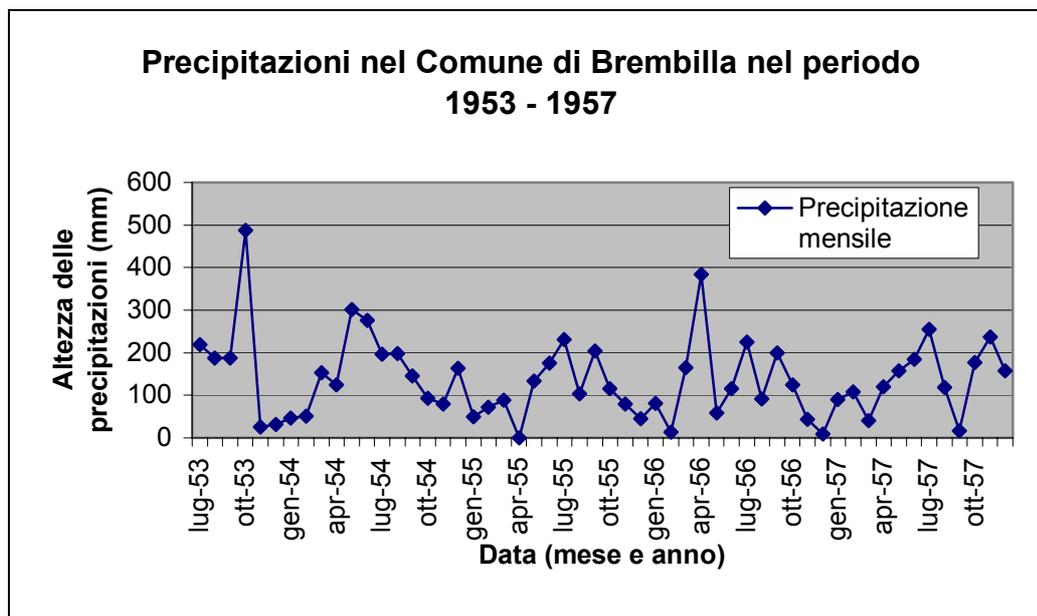
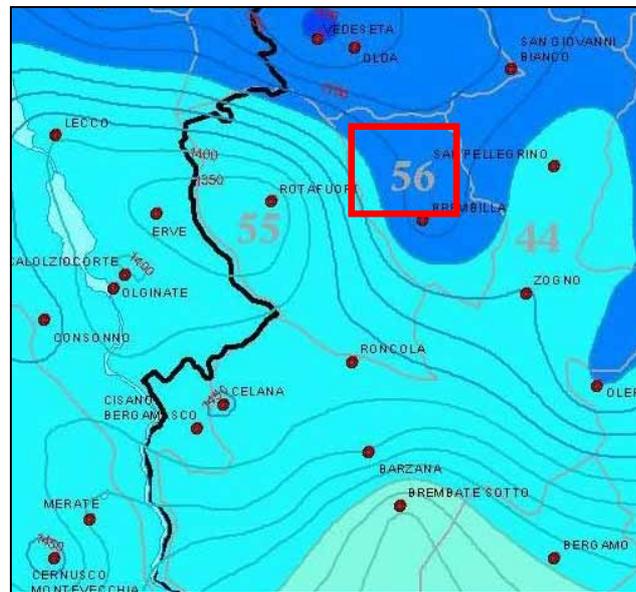


Fig. 5 – Precipitazioni registrate dalla vecchia Stazione meteorologica di Brembilla.

#### 3.5.1.4 Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica

Non essendo disponibile la serie pluviometrica completa relativa all'area studiata, per una stima delle piogge di massima intensità che con diversi tempi di ritorno possono verificarsi sul territorio comunale, è possibile fare riferimento a dati statistici definiti sulla base di dati di stazioni meteorologiche vicine.

In particolare possono essere utilizzati i dati ("linee segnalatrici di possibilità pluviometrica") riportati nella Direttiva n. 2 del P.A.I. "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità



**Fig. 6 – Distribuzione spaziale delle precipitazioni medie annue (da Ceriani e Carelli, 2001).**

*idraulica” - Allegato n.3 “Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense – Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni”.* Tale studio fornisce infatti, a scala di bacino del Fiume Po, una stima dei parametri “a” e “n” (parametri caratteristici delle relazioni “altezza di pioggia-durata” e noti come “linee segnalatrici di possibilità pluviometrica”) relativi ad aree geografiche omogenee (celle) e a diversi tempi di ritorno (Tr).

L’area comunale di Bello è per buona parte compresa nella cella DS63 con coordinate Est 545000, Nord 5075000 (punto posto nella bassa Valle Roncaglia), per cui valgono i seguenti parametri (Direttiva n.2, All.3, Tav.03)

<b>Tr</b>	<b>a</b>	<b>n</b>
20 anni	54,90	0,302
100 anni	70,08	0,294
200 anni	76,555	0,291
500 anni	85,12	0,288

**Tab. 1 – Parametri “a” e “n” caratteristici del Comune di Bello, per diversi tempi di ritorno (Tr).**

### 3.5.2 Temperatura

Per quanto riguarda le temperature, i dati disponibili sono relativi alle stazioni di Bergamo e San Pellegrino, entrambe poste in contesti abbastanza diversi da quello in esame, ma comunque utilizzabili come riferimento di massima per eventuali estrapolazioni.

A Bergamo si osserva, nel periodo 1958-1989, che la temperatura minima mensile (valore medio delle temperature minime giornaliere) varia da un minimo di  $-2.0^{\circ}$  in gennaio ad un massimo di  $17^{\circ}$  in luglio, mentre la temperatura massima mensile varia da un minimo di  $5.5^{\circ}$  in gennaio ad un massimo di  $28.2^{\circ}$  in agosto.

I dati della stazione di San Pellegrino (riferiti al solo 1976, ma nel complesso indicativi della situazione generale) confermano in parte quanto sopra riportato, con temperature minime mensili comprese fra  $-2.3^{\circ}$  in gennaio e  $15.4^{\circ}$  in luglio, e temperature massime mensili comprese fra un minimo di  $5^{\circ}$  in dicembre e un massimo di  $30.1^{\circ}$  in luglio.

### 3.5.3 Evapotraspirazione

Alla stazione meteorologica di Bergamo, l'evaporazione misurata su un periodo di circa 30 anni (1958-1989) è di 541mm, pari a circa il 48.5% della precipitazioni registrate (valore medio annuale pari a 1173mm), con variazioni annuali dal 25-30% al 60-70%.

Alla stazione di Bergamo l'evapotraspirazione (acqua direttamente evaporata e acqua traspirata, che viene eliminata dal metabolismo delle piante), calcolata con il metodo di Thornthwaite sui dati relativi all'intervallo temporale 1972-1985, rappresenta all'incirca il 70% delle precipitazioni. La seguente Tab. 2 riporta i principali parametri ricavati dai calcoli effettuati relativi ai singoli mesi ed all'anno completo.

### 3.5.4 Umidità dell'aria

L'umidità relativa dell'aria è disponibile solo per la stazione di Bergamo. Nel periodo 1978-1987, il parametro misurato alle ore 8, varia da 76% di maggio e giugno a 85% di dicembre, misurato alle ore 14 varia da 52% di giugno e luglio a 74% di dicembre, misurato alle ore 19 varia da 50% di luglio a 86% di novembre e dicembre.

### 3.5.5 Stato del cielo

Per quanto riguarda lo stato del cielo, a Bergamo nel periodo 1958-1987 il valore medio delle giornate serene annuali è di 91 giorni, mentre di quelle completamente e parzialmente coperte è rispettivamente di 114 e 160 giorni.

	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Precipitazioni (mm)</b>	<b>Evapotraspirazione. potenziale e reale (mm)</b>	<b>Deflusso superficiale (mm)</b>
Gennaio	4,0	77,1	3,3	57,6
Febbraio	5,6	52,9	7,2	50,2
Marzo	9,5	89,6	25,6	57,5
Aprile	13,7	83,3	53,2	42,3
Maggio	17,6	151,1	91,1	50,0
Giugno	22,1	96,7	132,5	24,1
Luglio	25,4	82,9	166,0	12,6
Agosto	24,6	120,6	144,5	5,3
Settembre	21,3	99,7	97,8	3,6
Ottobre	14,8	120,2	48,9	0,0
Novembre	8,4	76,9	15,1	29,4
Dicembre	4,7	66,7	4,3	44,4
Anno	14,3	1117,8	789,6	377,1

**Tab. 2 – Bilancio idrologico relativo alla stazione di Bergamo nel periodo 1972-1985 (da “Piano di Bacino del Fiume Adda” redatto a cura di Aquater per il Ministero dei Lavori Pubblici ed il Magistrato del Po).**

### **3.6 Inquadramento idrologico**

Il territorio comunale di Blello, posto nella parte alta del versante idrografico destro della Valle Brembilla, è caratterizzato dalla presenza di diversi impluvi, tutti percorsi da rii a carattere temporaneo o semipermanente, cioè con deflusso presente per l'intero anno, ma con portate significativamente variabili in funzione delle precipitazioni.. Tali impluvi hanno in genere origine appena sotto la cresta spartiacque, ma si individuano in modo netto solo a valle della fascia a minore pendenza compresa fra 700 e 850m (terrazzi di Ghisalerio, Brevieno e Canto del Ronco): nella parte alta del pendio si presentano infatti come ampie conche solcate da piccole vallecole, mentre nella parte inferiore divengono marcate incisioni, a volte con sponde rocciose alte decine di metri.

I principali corsi d'acqua del territorio comunale sono, procedendo da Sud a Nord:

- Rio della Valle degli Strenciaroli, che segna il confine meridionale del Comune e si versa nel Torrente Porno,
- Rio della Valle Roncaglia, posto nel settore centrale del territorio comunale ed affluente del Torrente Porno (a sua volta affluente di destra del Torrente Brembilla),
- Rio della Valle dell'Alluera, che segna parte del confine settentrionale con il Comune di Gerosa, e si getta nel Torrente Brembilla appena a monte della frazione di Cadelfoglia.

Oltre a questi sono poi presenti altri corsi d'acqua minori, tutti afferenti a quelli sopra descritti oppure corrispondenti alla parte superiore di alcuni tributari del Torrente dalla Valle dei Molini.

### **3.7 Inquadramento idrogeologico**

L'assetto idrogeologico del territorio comunale di Blello è controllato in modo determinante dalle caratteristiche litologiche e strutturali delle rocce che costituiscono il substrato roccioso (formato, a seconda delle zone, da argilliti e marne, calcari e calcari marnosi) e dalla granulometria, tessitura e spessore dei depositi di varia natura (eluviale, colluviale e detritica) che ricoprono il substrato. Sono generalmente a permeabilità elevata i depositi fluviali, torrentizi e detritici e, per quanto riguarda il substrato, le zone con calcari, specie se interessate da fenomeni carsici. Sono a permeabilità media le zone con coperture eluviali di medio spessore e le zone con detriti vegetati e, per il substrato, le aree con calcari e marne in alternanza. Sono infine a permeabilità bassa le aree con estesi depositi colluviali e quelle con presenza di rocce argillitiche, siano esse affioranti o coperte da depositi eluvio-colluviali.

- Nelle zone caratterizzate da un substrato di maggiore permeabilità buona parte dell'acqua s'infiltra nel terreno, dando così luogo ad un paesaggio nel complesso asciutto, con qualche emergenza idrica, in genere di modesta entità ma continua per tutto l'anno, in corrispondenza di significativi contatti litologici o di zone particolarmente fratturate. I corsi d'acqua sono pertanto caratterizzati da un regime di deflusso temporaneo, con brevi periodi di piena, in corrispondenza di eventi piovosi di forte intensità, alternati a lunghi periodi in cui l'alveo si presenta asciutto o con solo un modesto deflusso legato alle citate piccole sorgenti o venute d'acqua.
- Le zone a bassa permeabilità, invece, sono caratterizzate da un minor tasso di infiltrazione e, di conseguenza, da un maggiore deflusso superficiale. In queste aree è più frequente osservare deflusso negli alvei, che può divenire assai rilevante in periodi di forti precipitazioni. In tali zone, inoltre, la risposta agli eventi meteorici è spesso molto rapida, e si possono verificare notevoli incrementi di portata non solo dopo piogge eccezionali, ma anche dopo eventi di relativamente modesta entità.

Per quanto concerne la distribuzione delle risorse idriche, si rileva come queste siano immagazzinate essenzialmente negli ammassi rocciosi, data l'esigua estensione areale e volumetrica dei depositi di copertura.

La falda principale presente nell'area è contenuta dall'acquifero costituito dagli ammassi rocciosi del "Calcere di Zu", permeabili per fratturazione, e limitati alla base dalle "Argilliti di Riva di Solto" che, spesso, formano una soglia di permeabilità. Tale falda alimenta diverse sorgenti della parte altimetricamente più elevata del territorio comunale, fra cui in particolare la sorgente di Malisetti (Curnino basso), la cui portata media annua è di circa 0,25 l/s.

Falde abbastanza importanti, presumibilmente collegate con quelle citate in precedenza, sono presenti anche nella porzione sommitale delle “Argilliti di Riva di Solto”, costituita da alternanze di argilliti e livelli marnoso-calcarei. Queste alimentano sorgenti di un certo rilievo, come quelle presenti lungo il pendio sottostante la Chiesa Parrocchiale (Sorgente Livelli) e quella posta presso Ghisalerio (Sorgente Caselli).

I serbatoi utilizzati dall’acquedotto comunale sono posti nelle seguenti località:

- Canto del Ronco (quota 940m s.l.m.) con capacità di 16mc,
- Caselli (quota 834m s.l.m.) con capacità di 180mc.

La portata idrica delle sorgenti è alquanto variabile in funzione delle precipitazioni, con forti rese in periodi piovosi (durante i quali si possono verificare inquinamenti e intorbidimenti), e notevoli cali di portata in occasione di periodi siccitosi, che spesso rendono difficile la gestione della rete acquedottistica comunale.

### **3.8 Inquadramento sismologico**

L’attività sismica delle Alpi meridionali è prevalentemente concentrata nel settore centro-orientale (Veneto e Friuli Venezia Giulia). Relativamente al territorio lombardo, l’area a maggiore attività sismica è situata nella provincia di Brescia, in prossimità del Lago di Garda. La sismicità decresce procedendo da Est a Ovest e da Sud a Nord.

Di seguito si riporta l’elenco dei terremoti registrati a Bergamo nel periodo 461 a.C.-1990, riportati nel Catalogo dei Forti Terremoti in Italia. Come detto, i dati sono riferiti a Bergamo, ma possono ragionevolmente essere estesi anche al territorio in esame.

L’area in esame, a seguito della nuova classificazione delle aree sismiche d’Italia effettuata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi ordinanza 3274 del 20/03/2003 è stata classificata fra quelle sismiche di IV categoria del territorio nazionale (Area a sismicità Bassa)

### **3.9 Caratteristiche geotecniche di massima dei terreni presenti nel territorio comunale**

L’area comunale, essendo posta nella parte superiore di un versante, presenta quasi ovunque rocce sub affioranti o coperte da uno strato di spessore in genere modesto di terreni di origine eluvio-colluviale e detritica.

Si riporta di seguito una caratterizzazione geotecnica di massima delle principali unità geologiche, rimandando per maggiori dettagli alla descrizione di dettaglio riportata nel successivo Cap.4 e raccomandando, per ogni intervento, l’esecuzione delle indagini geotecniche previste dalla normativa vigente.

#### **3.9.1 Substrato roccioso**

Per quanto concerne il substrato, esso è costituito in prevalenza da rocce argillitiche e marnose (Formazione delle “Argilliti di Riva di Solto”), nelle fasce altimetriche centrale ed inferiore, e da rocce in prevalenza calcaree (Formazione del “Calcare di Zu”), in quella superiore. Le condizioni geomeccaniche dei vari tipi litologici del substrato roccioso sono generalmente da discrete a buone per quanto riguarda le rocce carbonatiche, mediocri o scadenti per le rocce argillitiche e marnose. In particolare:

- I litotipi carbonatici sono caratterizzati da resistenza media o elevata (solo in parte ridotta in superficie per effetto dell’alterazione) e in genere da moderata fratturazione, fatto dovuto all’assenza, nell’area di studio, di elementi strutturali di particolare rilevanza. In queste condizioni, vista anche la giacitura generalmente favorevole (strati suborizzontali) i principali problemi che possono interessare le rocce carbonatiche sono per lo più legati all’instabilità di singoli blocchi, che può innescare fenomeni di caduta massi.

Ai litotipi calcarei con livelli marnosi della Formazione del “Calcare di Zu” possono indicativamente essere riferiti i seguenti parametri: Peso di volume: 25-26kN/mc, Angolo d’Attrito: 35-40°, Coesione: 50-200kPa (rocce moderatamente alterate).

	Ora	Latitudine	Longitudine	Intensità epic.	Intensità al sito	Epicentro
1117/01/03	13	45.333	11.200	9.0	0.2	Veronese
Effetti in Bergamo: menzione assai generica di danni nelle case.						
1222/12/25	11	45.483	10.683	8.0	5.5	Basso BS
Effetti in Bergamo: notizie di numerosi crolli e numerosi morti.						
1396/11/26	45.583	9.267	7.5	0.1	Monza	1396/11/26
Effetti in Bergamo: non menzionati da fonti coeve.						
1513/02/10		44.917	8.617	5.0	0.1	Alessandria
Effetti in Bergamo: non menzionati.						
1570/11/17	19,10	44.817	11.633	7.5	1.0	Ferrara
Effetti in Bergamo: scossa avvertita e caduta di una frana presso Borgo Canale.						
1661/03/12		45.73	10.067	7.0	5.5	Montecchio
Effetti in Bergamo: scossa avvertita da tutti.						
1802/05/12	09,30	45.417	9.850	8.0	6.5	Valle Oglio
Effetti in Bergamo: danni di natura imprecisata.						
1836/06/12	02,30	45.800	11.817	8.0	4.6	Prealpi ven.
Effetti in Bergamo: scossa avvertita da tutti.						
1855/07/25	12	45.833	7.700	8.0	4.6	Vallese
Effetti in Bergamo: scossa avvertita da tutti.						
1873/06/29	03,58	46.150	12.383	9.5	3.5	Bellunese
Effetti in Bergamo: scossa durata di 4-5s avvertita dalla persone sveglie alle ore 4,55..						
1887/02/23	05,21	43.917	8.067	9.0	3.5	Liguria occ.
Effetti in Bergamo: avvertita leggermente la scossa principale.						
1891/06/07	01,06	45.567	11.167	8.5	4.5	Valle d'Illasi
Effetti in Bergamo: scossa di mediocre intensità avvertita da gran parte della popol.						
1895/04/14	22,17	46.133	14.533	8.0	4.0	Slovenia
Effetti in Bergamo: scossa di 2-3s avvertita da gran parte della popolazione.						
1901/10/30	14,49	45.583	10.500	8.0	5.5	Salò
Effetti in Bergamo: scossa che fece oscillare mobili e oggetti appesi, nella parte alta della città.						
1929/04/20	01,09	44.467	11.133	8.0	3.5	Bolognese
Effetti in Bergamo: effetti corrispondenti al III/IV grado della scala MCS						
1936/10/18	03,10	46.033	12.417	9.0	4.0	Alpago
Effetti in Bergamo: secondo Autori, Scossa del IV grado MCS.						
1960/03/23	23,08	46.350	7.983	6.5	2.0	Vallese
Effetti in Bergamo: scossa valutata del II grado della scala MCS.						
1971/07/15	01,03	44.817	10.350	8.0	4.0	Parmense
Effetti in Bergamo: effetti valutati pari al IV grado scala MCS.						
1976/09/11	16,35	46.267	13.183	7.5	4.5	Friuli
Effetti in Bergamo: avvertite due scosse ai piani superiori degli edifici, con panico e gente in strada.						
1983/11/09	16,29	44.767	10.267	6.5	4.0	Parmense
Effetti in Bergamo: scossa della durata di 4-5 secondi, avvertita generalmente in casa e da pochi all'aperto. Oscillazione di oggetti sospesi, caduta di oggetti dagli scaffali e spostamento di piccoli mobili.						

Tab. 3 – Serie storica dei terremoti in bergamasca.

- Le rocce argillitiche e marnose presentano invece caratteristiche geomeccaniche decisamente più scadenti, a causa della resistenza meccanica decisamente inferiore e della marcata alterabilità superficiale. Inoltre, le rocce argillitiche sono spesso ricoperte da coltri di alterazione di spessore metrico, caratterizzate da proprietà geotecniche in genere molto scadenti. Tali condizioni favoriscono l'insacco, specie se in presenza di circolazione idrica, di vari fenomeni d'instabilità quali,
  - o sulle scarpate più ripide, frane di crollo e degrado diffuso,
  - o sui pendii di media e bassa acclività, smottamenti, frane di scivolamento e fenomeni di erosione superficiale.

Ai litotipi argillitici e marnosi della Formazione delle "Argilliti di Riva di Solto" possono indicativamente essere riferiti i seguenti parametri: Peso di volume: 24-26kN/mc, Angolo d'Attrito: 25-30°, Coesione: 20-80kPa (rocce mediamente alterate).

### **3.9.2 Terreni di copertura**

Per quanto concerne i depositi di copertura, si osserva quanto segue.

- I terreni di origine eluvio-colluviale e natura in prevalenza argillosa sono presenti in modo diffuso sui pendii ma quasi sempre con spessori contenuti (per lo più 10-30cm, con massimi stimati in circa 1-2m). Tali terreni sono soggetti, specie in presenza di circolazione idrica, a diverse tipologie di dissesti, quali smottamenti, colate, frane di vario tipo, erosione superficiale. Ad essi possono essere riferiti i seguenti parametri fisici e meccanici: Peso di volume: 17-19kN/mc, Angolo d'Attrito: 23-26°, Coesione: 3-10kPa.
- I terreni detritici, presenti in genere alla base di scarpate rocciose o nelle zone d'alveo, presentano in genere un modesto grado di addensamento ed una notevole variabilità verticale e laterale, fatto legato alle modalità di messa in posto (trasporto solido di corsi d'acqua, crolli, ecc.). A tali materiali possono attribuirsi i seguenti parametri: Peso di volume: 18-20kN/mc, Angolo d'Attrito: 30-35°, Coesione: nulla.

#### **4. CARTE TEMATICHE DI BASE A SCALA 1: 5.000**

Nell'ambito delle indagini geologiche eseguite a supporto dello Studio Geologico di Supporto al Piano di Governo del Territorio sono state realizzate le seguenti carte di base, rilevate a scala di circa 1: 2.500 e restituite su base a scala 1: 5.000:

- Carta Geologica (Tavola 1),
- Carta Geomorfologica (Tavola 2),
- Carta Idrogeologica (Tavola 3).

Gli elementi più importanti emersi nel corso della fase di analisi sono poi stati utilizzati per la stesura della "Carta di Pericolosità Sismica" (Tavola 5) e riportati nella Carta di Sintesi (Tavola 6), la quale a sua volta ha costituito la base per la redazione della "Carta di Fattibilità Geologica per le azioni di Piano" (Tavola 7).

Di seguito viene effettuata la descrizione delle carte di base.

##### **4.1 Carta Geologica**

Il rilievo di campagna ha permesso il riconoscimento e la mappatura dei litotipi e dei depositi superficiali, naturali e di origine antropica, presenti sul territorio comunale. Nel presente capitolo vengono sinteticamente descritte le varie unità litostratigrafiche riportate nella Carta Geologica a scala 1: 5.000 (Tavola 1).

###### **4.1.1 Depositi superficiali**

###### **4.1.1.1 Terreni di riporto**

Sono stati segnalati gli interventi di riporto di terreno e di modellamento antropico di maggiori dimensioni, effettuati per rendere fruibili aree dalla topografia irregolare e recuperare aree adiacenti ai corsi d'acqua e, al tempo stesso, per allocare in modo definitivo materiale proveniente da scavi.

Materiali di riporto ed opere di modellamento antropico, peraltro di entità abbastanza contenuta, sono presenti essenzialmente sul ripiano posto a valle della Strada Provinciale, all'intorno dell'Azienda agricola.

Aspetti geotecnici: I terreni in esame sono generalmente eterogenei e poco selezionati, formati da sabbie ghiaiose con abbondante frazione fine (limo e argille), inglobanti frammenti di marne, argilliti e calcari. Le condizioni geotecniche sono variabili a seconda della posizione, della frazione granulometrica dominante e delle modalità operative adottate per la realizzazione del riporto.

Spesso si riconoscono condizioni geotecniche mediocri o scadenti, per l'abbondanza della frazione fine e la scarsa compattazione. Inoltre si ricorda che, localmente, alla base dei riporti sono presenti tubazioni fognarie o di smaltimento delle acque meteoriche, fatto che comporta un certo pericolo per la stabilità e sicurezza dei rilevati, vista la possibilità di fuoriuscite di acqua in caso di rotture o malfunzionamenti.

###### **4.1.1.2 Terreno eluviale**

I terreni eluviali sono costituiti da limi con argille e subordinati frammenti litici, originati dall'alterazione dei terreni sottostanti. Il colore è in genere bruno quando sono posti su terreni argillitici, da bruno rossastro a rosso giallastro quando derivano da substrato roccioso carbonatico o marnoso. Sono presenti un po' su tutta l'area di studio, mostrando diversi spessori in relazione al tipo di substrato presente e all'acclività dei siti: i maggiori spessori si osservano in genere nelle zone caratterizzate da substrato argillitico, mentre i depositi posti in aree di affioramento di calcari sono in genere più sottili e talora discontinui.

Aspetti geotecnici: I terreni in esame sono formati in prevalenza da limi e argille, inglobanti frammenti di varie dimensioni di marne, argilliti e calcari. Le condizioni geotecniche sono variabili a seconda della composizione e delle condizioni idrauliche e comunque, nell'area comunale, per lo più sono sempre da mediocri a scadenti.

Su pendii di inclinazione superiore a 15-20° tali materiali possono evidenziare tendenza all'instabilità sia superficiale (soliflusso, scivolamenti superficiali) che profonda (scorrimenti), quando caratterizzati da spessori ragguardevoli e quando interessati da circolazione idrica sotterranea o imbibiti per forti afflussi meteorici. Quando di altezza superiore a 2-3m, gli scavi devono essere sempre adeguatamente sostenuti, o conformati con profili che garantiscano adeguata sicurezza anche in caso di maltempo. Per quanto riguarda la realizzazione di fondazioni, è in genere consigliabile l'impiego di strutture continue, cercando comunque sempre, ove gli spessori lo permettano, di approfondire il piano di posa fino al sottostante substrato roccioso. In caso di spessori maggiori e scadente consistenza dei materiali, possono anche rendersi necessarie fondazioni profonde su pali.

#### **4.1.1.3 Depositi colluviali**

I depositi colluviali sono sostanzialmente costituiti dagli stessi materiali dei terreni eluviali, da cui differiscono per i maggiori spessori e per la maggiore selezione, cosa dovuta al fatto che la loro messa in posto è per lo più operata dalle acque di ruscellamento superficiale. Derivano dall'erosione e dalla risedimentazione di rocce, depositi eluviali e suoli preesistenti. Ai prevalenti materiali fini sono localmente alternati livelli costituiti da materiali più grossolani. Il colore è generalmente bruno rossastro, indipendentemente dalla natura del substrato e gli spessori sono mediamente compresi fra 1 e 3m, ma talora, come ad esempio ai piedi di versanti formati da argilliti, possono raggiungere valori dell'ordine di diversi metri.

I principali depositi colluviali sono posti in zone a modesta pendenza sottostanti più ripidi pendii, quali le zone di Brevieno, di Canto del Ronco e di Roncaglia.

Aspetti geotecnici: I terreni in esame presentano in genere composizione abbastanza simile ai precedenti, ma minore presenza di materiali granulari grossolani e maggiori spessori. Le condizioni geotecniche sono variabili a seconda del grado di consolidazione e delle condizioni idrauliche, e comunque, nell'area comunale, per lo più sono sempre da scadenti a mediocri (salvo in casi abbastanza rari in cui i terreni si presentano asciutti e sovraconsolidati). Su pendii d'inclinazione superiore a 15° tali materiali possono evidenziare tendenza all'instabilità sia superficiale (soliflusso, colamenti superficiali) che profonda (frane di scivolamento), quando interessati da circolazione idrica sotterranea o imbibiti per forti afflussi meteorici. Quando di altezza superiore a 2-3m, gli scavi devono essere sempre adeguatamente sostenuti o conformati con profili che garantiscano adeguata sicurezza anche in caso di maltempo. Per quanto concerne la realizzazione di fondazioni, si segnala che i materiali in oggetto possono evidenziare disomogeneità notevoli (in termini di composizione e resistenza meccanica) anche entro brevi distanze, e che spesso, quando sollecitati, mostrano una chiara tendenza al cedimento: tali fatti rendono in genere consigliabile l'impiego di fondazioni di tipo continuo e di medio-basse tensioni, oppure, per situazioni particolarmente sfavorevoli, l'uso di fondazioni profonde su pali.

#### **4.1.1.4 Detrito di versante attivo (non vegetato)**

L'unità è data essenzialmente da un accumulo in genere caotico di frammenti litici di varia pezzatura, non cementati e per lo più di natura calcarea o marnosa.

Tali materiali sono presenti frequentemente negli impluvi e alla base di pareti rocciose in degradazione (in particolare se ne osservano nella Valle della Roncaglia e nella Valle degli Strenciaroli). In carta sono stati segnalati solo gli accumuli più importanti, trascurando quelli, per altro molto frequenti, dove i depositi occupano aree limitate.

Aspetti geotecnici: I materiali, seppur formati da detrito lapideo, presentano spesso caratteristiche geotecniche mediocri o scadenti, data la recente messa in posto e lo scarso grado di addensamento. Le zone di affioramento inoltre sono spesso soggette al pericolo di caduta di altro materiale da monte.

#### **4.1.1.5 Detrito di versante stabilizzato e parzialmente stabilizzato**

Si tratta di materiali simili a quelli descritti in precedenza, con l'unica differenza data dalla presenza di una variabile quantità di suolo di copertura, che ha consentito lo sviluppo della vegetazione. Depositi di tal tipo sono diffusi su tutti i pendii, ed in particolar modo alla base di zone di affioramento di litotipi argillitici e calcarei. Con la definizione di "parzialmente stabilizzati" sono indicate le zone dove accumuli detritici attivi sono alternati ad altri stabilizzati.

Aspetti geotecnici: I terreni in esame presentano discrete caratteristiche geotecniche e condizioni di stabilità, data la prevalente natura ghiaiosa grossolana dei costituenti ed il fatto che la circolazione idrica, ove presente, è in genere circoscritta alla porzione basale del deposito.

Soprattutto per fondazioni, deve essere sempre posta attenzione alla possibile presenza di disomogeneità (zone con terreni coesivi alterati a prevalenti terreni detritici) e di cavità, specie in zone con detrito calcareo.

#### **4.1.1.6 Depositi detritici e da trasporto in massa lungo gli alvei**

L'unità è data da accumuli di blocchi, ghiaie e sabbie di natura calcarea e marnosa, in genere spigolosi e di forma tabulare.

Tali materiali, messi in posto a seguito di fenomeni sia di crollo che di rimobilizzazione e trasporto in massa lungo i corsi d'acqua di materiali detritici, sono presenti in modo discontinuo lungo gran parte degli alvei dei vari corsi d'acqua. Sono in genere privi di suoli di copertura e solo localmente (e parzialmente) sono interessati da vegetazione arbustiva.

Aspetti geotecnici: I materiali, seppur formati da detrito lapideo, presentano spesso caratteristiche geotecniche scadenti, per la disomogeneità e lo scarso grado di addensamento.

#### **4.1.1.7 Corpo di frana o accumulo stabilizzato con interventi recenti**

Con tale definizione si sono riportati due corpi di frana, posti uno nei pressi della località Moia, ed uno sul pendio a valle della Chiesa Parrocchiale. Il primo corrisponde ad una frana di scivolamento in terreni colluviali, bonificata con trincee drenanti e con una riprofilatura del pendio nel 2004, l'altra ad una frana di crollo in roccia, sistemata nei primi anni 2000 con la realizzazione di un cordolo a monte della zona di distacco e un rilevato di contenimento alla base dell'accumulo. Le due frane appaiono nel complesso stabilizzate (ciononostante nella Carta della Fattibilità vengono cautelativamente considerate quiescenti, in mancanza di dati strumentali relativi alle condizioni di stabilità).

Aspetti geotecnici: Si tratta di terreni con scadenti caratteristiche meccaniche, poco consolidati e frequentemente interessati da circolazione idrica, e spesso con evidente tendenza all'instabilità.

#### **4.1.2 Substrato roccioso**

Le unità del substrato roccioso sono state distinte secondo un criterio litostratigrafico (tenendo conto cioè sia del periodo in cui le varie unità si sono deposte, che delle principali caratteristiche litologiche delle stesse), e adottando la suddivisione proposta dalla Carta Geologica della Provincia di Bergamo (Provincia di Bergamo, 2000). Oltre alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, per ogni unità viene inoltre fornita una breve caratterizzazione geomeccanica.

In carta, per ogni unità sono riportati due simboli, a seconda che le stesse siano affioranti, cioè ben esposte sulla superficie topografica, oppure che siano subaffioranti, cioè che affiorino in modo discontinuo perché mascherate da copertura eluviale di modesto spessore. La presenza di copertura eluviale di maggior spessore è invece stata segnalata con altra simbologia, come descritto al paragrafo precedente.

Le formazioni vengono descritte procedendo da quelle più recenti a quelle più antiche.

#### **4.1.2.1 Formazione del “Calcarea di Zu”**

La formazione è costituita da calcari micritici e bioclastici e calcari debolmente marnosi di colore grigio scuro o grigio nerastro, in strati decimetrici piano paralleli o in banchi plurimetrici costituiti da strati amalgamati. Sono subordinate le intercalazioni di marne e, più raramente, di argilliti marnose fogliettate nerastre il cui spessore varia da decimetrico a metrico. Secondo la più recente bibliografia, l'unità è suddivisa in 3 o 4 membri in funzione dei rapporti fra la componente carbonatica o di quella terrigena: i litotipi più argillosi sono presenti alla base e alla sommità della formazione (membro inferiore e superiore), mentre quelli più carbonatici (banchi di calcari fossiliferi o bioclastici) sono in posizione intermedia. La formazione mostra una marcata ciclicità; con cicli plurimetrici asimmetrici, ciascuno caratterizzato da argilliti marnose grigio-scure passanti a marne, seguite da calcari marnosi intercalati con marne e infine da calcari marnosi in strati sempre più spessi separati da sottili interstrati marnosi e tempestiti bioclastiche.

Il limite inferiore dell'unità è dato dal passaggio alle “Argilliti di Riva di Solto”: per la sua difficile individuazione esso viene convenzionalmente posto dove le intercalazioni calcaree diventano prevalenti rispetto alle argilliti e alle marne argillose. Superiormente il “Calcarea di Zu” passa alla “Dolomia a Choncodon” (non affiorante nell'area studiata).

Lo spessore del “Calcarea di Zu”, nell'area in esame, è di quasi 400m. Secondo la letteratura, l'abbondante presenza di forme fossili, tutte esclusivamente del Retico, e alcune considerazioni di tipo mineralogico permettono di indicare come area di deposizione un ambiente caratterizzato per lo più da acque poco profonde, tranquille e ben ossigenate, con locali episodi di ambiente a maggiore energia.

Nel territorio comunale di Blello il “Calcarea di Zu” affiora nella zona settentrionale del territorio. Il limite con le sottostanti “Argilliti di Riva di Solto” immerge mediamente verso Nord con un'inclinazione di 5-15°, ed è posto intorno alle quote di 900-930m s.l.m. La giacitura degli strati è regolare e in genere poco dispersa.

Aspetti geotecnici: Per quanto riguarda gli aspetti geomeccanici, il comportamento dell'unità varia notevolmente in dipendenza della natura dei materiali e della giacitura dei piani di stratificazione.

In generale, nelle facies calcaree, dove l'assetto strutturale è favorevole (es. giacitura a reggipoggio, scarsa o nulla fratturazione) non vi sono problemi di stabilità del pendio, sostegno dei fronti di scavo e fondazione di edifici. Dove invece l'assetto strutturale è sfavorevole, soprattutto se in presenza di interstrati marnosi, l'apertura di scavi con ampi fronti richiede una certa attenzione (è opportuna l'analisi preliminare della stabilità del previsto fronte di scavo). Per quanto riguarda la posa di fondazioni, il materiale presenta in genere buone caratteristiche geotecniche, salvo presenza di locali tratti più degradati che devono essere rimossi in corso d'opera. Si ricorda infine che in tale unità possono essere presenti processi di dissoluzione carbonatica (in genere in corrispondenza di fratture), con formazione di cavità anche di notevoli dimensioni.

Le facies argillitiche presentano caratteristiche decisamente peggiori in termini di resistenza meccanica, simili a quelle delle “Argilliti di Riva di Solto”, fatto che rende possibili cedimenti e fenomeni d'instabilità anche per basse inclinazioni (scivolamenti del pendio, scivolamenti lungo strato). Per questo motivo va sempre posta particolare attenzione sia in caso di apertura di scavi, che devono essere opportunamente sostenuti, che di costruzione di fondazione di edifici.

#### **4.1.2.2 Formazione delle “Argilliti di Riva di Solto”**

La formazione è costituita da argilliti e argilliti marnose grigio-nerastre, finemente laminate e irregolarmente alternate a sottili strati di micriti nere ben stratificate. Le intercalazioni calcaree e calcareo marnose sono più frequenti nella parte alta della formazione. In particolare, nella più recente bibliografia la formazione delle “Argilliti di Riva di Solto” viene suddivisa in due litozone, una superiore costituita da alternanze cicliche di litotipi argilloso-marnosi e carbonatici, ed una inferiore prevalentemente argillosa.

Nella Litozona superiore della formazione si osserva il graduale incremento del contenuto in carbonato di calcio, con intercalazioni più regolari nelle peliti degli orizzonti carbonatico-micritici con associati alla base calcari marnosi. L'incremento della frazione carbonatica avviene ciclicamente con la formazione di cicli in genere di tipo asimmetrico, di spessore da 7-8m sino a 30m. Ciascun ciclo è caratterizzato da una porzione inferiore argillitico-marnosa laminata, da una porzione intermedia a contenuto carbonatico crescente, organizzata in strati decimetrici piano-paralleli a base netta entro cui si assiste ad un passaggio graduale da marne a calcari, e da una porzione superiore quasi completamente carbonatica, ben stratificata.

La Litozona inferiore è caratterizzata da argilliti e argilliti marnose nere fogliettate, spesso con laminazioni parallele, ricche in materia organica soprattutto alla base, organizzate in pacchi da metrici a plurimetrici con base planare. Subordinati sono i livelli di marne e calcari marnosi neri laminati o in singoli strati decimetrici a superficie ondulata. Alla base sono presenti livelli di paraconglomerati di spessore metrico, a clasti in genere intrabacinali annegati in abbondante matrice micritico-argillosa. Sono frequenti gli slumping e le deformazioni sinsedimentarie.

Le "Argilliti di Riva di Solto" si trovano in concordanza stratigrafica sopra le formazioni della "Dolomia Principale" e del "Calcere di Zorzino" (non affioranti nell'area studiata), mentre superiormente passano con gradualità al "Calcere di Zu". Lo spessore dell'unità è mediamente di poche centinaia di metri (circa 200-350m) in tutta la sua area di affioramento, che approssimativamente si estende dal lago di Iseo a quello di Como. I caratteri litologici e paleontologici dell' "Argillite di Riva di Solto" permettono di riferire la stessa ad un ambiente deposizionale di mare poco profondo e tranquillo, con abbondanti apporti terrigeni fini. La formazione è particolarmente ricca di fossili (soprattutto bivalvi e brachiopodi), che permettono la sua attribuzione al piano Retico (Triassico superiore).

Le "Argilliti di Riva di Solto" occupano la porzione del territorio comunale di Blello posta a quote inferiori a 930-900m s.l.m., in funzione della posizione del limite con il "Calcere di Zu".

Nella zona di affioramento superiore, dal limite fino all'incirca alle quote di 650-700m, sono prevalenti le facies marnoso-calcaree (in tale zona sono presenti anche alcune pareti rocciose calcaree), mentre nella parte inferiore dei versanti prevalgono le facies argillitiche, come è dato ben vedere nei principali impluvi che scendono verso la valle Brembilla e la Valle Porno (Valle dei Strenciaroli, Valle dell'Alluera, Valle della Roncaglia).

Aspetti geotecnici: La formazione è prevalentemente costituita da litotipi aventi caratteristiche geomeccaniche scadenti, dati da argilliti spesso finemente scagliettate e facilmente alterabili. Inoltre, tali litotipi sono frequentemente coperti, quando la pendenza del versante lo consente, da coltri di alterazione di spessore di ordine metrico, caratterizzate da proprietà geotecniche spesso molto scadenti.

I fronti di scavo possono essere interessati da locali fenomeni di instabilità anche se in condizioni di assetto giaciturale non particolarmente sfavorevole, con situazioni di elevato rilascio superficiale; inoltre i dissesti tendono ad accentuarsi nel tempo a causa della facile alterabilità dei litotipi.

In condizioni di assetto strutturale sfavorevole anche le fondazioni richiedono particolare attenzione, vista la tendenza al degrado della roccia e allo scivolamento della stessa lungo piani di strato.

#### **4.1.2.3 Giaciture dei piani di stratificazione**

Sono state indicate le giaciture dei piani di stratificazione: l'immersione (direzione della linea di massima pendenza degli strati) è stata indicata mediante una freccia rossa, mentre l'inclinazione è evidenziata con il numero di gradi di inclinazione del piano in oggetto rispetto all'orizzontale. L'elaborazione delle giaciture raccolte nel corso del lavoro ha permesso di rilevare una notevole dispersione dei valori di immersione, con inclinazione media pari a circa 25°. Tali valori indicano la presenza di una situazione strutturale caratterizzata da assetto essenzialmente sub orizzontale, fatto ben riconoscibile su rocce calcaree e calcareo-marnose, meno in rocce argillitiche, spesso interessate da piegamenti.

## **4.2 Carta Geomorfologica**

Il rilievo di campagna, condotto a scala 1: 2.500, ha permesso il riconoscimento e la mappatura di tutti gli elementi geomorfologici presenti nel territorio comunale, riportati nella Carta Geomorfologica a scala 1: 5.000 (Tavola 2). Le unità geomorfologiche, sinteticamente descritte nel presente capitolo, sono state suddivise in diversi gruppi in funzione dei processi morfogenetici che hanno dato origine alle forme presenti. In particolare, sono stati distinti tre sistemi morfogenetici:

- Sistema gravitativo,
- Sistema fluviale,
- Sistema antropico.

### **4.2.1 Forme legate a processi gravitativi**

Nel corso del rilievo, sono state mappate tutte le aree interessate da dissesti attivi, quiescenti e relitti presenti nel territorio comunale. Si segnala che, data la conformazione geologica ed idrogeologica del sito, i principali dissesti attivi dell'area comunale sono dati da crolli e cadute di massi (per lo più localizzate lungo le scarpate dei maggiori impluvi), e solo in minor misura da scivolamenti di terreno o di detrito.

#### **4.2.1.1 Orlo di frana attiva**

Nell'area comunale non sono presenti frane di scivolamento attive. Vi sono invece importanti fenomeni di crollo di roccia e di caduta massi, per lo più ubicati in corrispondenza delle pareti rocciose presenti nella parte inferiore dell'area comunale, ed indicati come orli di degradazione attiva.

#### **4.2.1.2 Orlo di frana quiescente**

Le aree di frana quiescente includono tutte le aree caratterizzate da dissesti riconoscibili dal punto di vista morfologico e strutturale, ma che al momento del rilievo non presentavano particolari indizi di attività (spostamenti, danneggiamenti significativi della copertura vegetale, fratture beanti, ecc...), pur persistendo il contesto morfoclimatico e geomorfologico che ne aveva determinato l'insacco. Nell'area comunale, come detto interessata essenzialmente da frane di crollo (i cui punti di distacco sono stati riportati con differente simbologia), è stata riportata una sola frana di tal tipo, presso la località Curnino.

#### **4.2.1.3 Orlo di frana relitta e stabilizzata**

Le aree di frana relitta (paleofrana) presentano caratteristiche simili a quelle sopra descritte, con la differenza che, a seguito di variazioni dell'assetto idrogeologico o del contesto morfoclimatico, oppure ancora per raggiunta stabilizzazione (naturale o per opera dell'uomo), le condizioni che hanno determinato l'insacco dei fenomeni non risultano più sussistenti. Tali aree si presentano nel complesso in discrete condizioni di stabilità, con coperture vegetali sviluppate e abbastanza continue, anche nelle zone che maggiormente erano state coinvolte nei movimenti franosi. Il verificarsi dei fenomeni di instabilità ha però talvolta determinato, nelle aree di frana, un peggioramento della qualità geotecnica dei materiali (coperture detritiche, accumuli di blocchi, ammasso roccioso fratturato).

In tale classe, come detto, sono state inserite anche le aree di frane stabilizzate mediante interventi antropici, quali in particolare la frana della Moia (frana in terra sistemata nei primi anni 2000 mediante riprofilatura e formazione di trincee profonde), e la frana in roccia sul pendio sottostante la Chiesa Parrocchiale, sistemata con la formazione di un muro e di un rilevato alla base dell'accumulo di frana.

#### **4.2.1.4 Frane non fedelmente cartografabili**

Le frane, prevalentemente attive, le cui modeste dimensioni non ne consentono la rappresentazione alla scala del rilievo (1: 5.000) sono state cartografate tramite elementi puntiformi utilizzando simboli orientati che rendono possibile la rappresentazione della direzione di movimento dei dissesti.

Si tratta in genere di piccoli scorrimenti in materiale detritico o argilliti alterate, generalmente situati sui fianchi di vallecicole e in prossimità dei corsi d'acqua.

#### **4.2.1.5 Orli di scarpate di degradazione e interessati da crolli in roccia**

Con tale simbolo sono stati segnalati i limiti di monte di scarpate soggette a degradazione, fenomeno che porta ad un progressivo arretramento del ciglio associato a franamenti e crolli di varia entità. Il degrado delle scarpate, favorito dall'alterazione delle rocce dovuto agli agenti morfoclimatici, è in genere determinato dall'azione della gravità, talora abbinato a quello delle acque ruscellanti.

Le zone di degradazione e le sorgenti lineari di crolli, molto diffuse soprattutto nei principali impluvi, sono caratterizzate da diversi livelli di pericolosità, e pertanto distinte in attiva, quiescente ed inattiva, e quindi trattate separatamente in fase di predisposizione delle carte di sintesi e fattibilità.

Le sorgenti di crolli e cadute di massi, riconosciute nel corso del rilievo di campagna, sono per lo più associate alle pareti rocciose del "Calcere di Zu", e soprattutto ai banchi calcareo-marnosi delle "Argilliti di Riva di Solto" che formano alte scarpate nella parte inferiore dei principali impluvi (parte bassa della Valle della Roncaglia, sotto la località Rizzoli, e pendio soprastante la Valle Brembilla a nord dell'abitato di Cadelfoglia).

Con lo stesso simbolo, poiché originate da fenomeni misti gravità/acqua superficiali, sono state indicate anche le scarpate di erosione originate da fenomeni di approfondimento degli alvei, e dall'asportazione di materiale alla base delle scarpate che delimitano l'alveo.

#### **4.2.1.6 Caduta di massi**

Con simbolo puntiforme sono stati riportati i settori ove si è riconosciuto il fenomeno di crolli in roccia e di distacco di massi. Osservando la carta si rileva come il fenomeno sia diffuso un po' su tutta area comunale con maggiori concentrazioni nei principali impluvi e a monte della Strada Provinciale, fatto dovuto alla generalmente forte acclività dei pendii, e alla mediocri caratteristiche delle rocce presenti (calcarei marnosi e argilliti).

#### **4.2.1.7 Orlo di scarpata morfologica e strutturale**

Si tratta del limite verso valle di superfici a bassa pendenza, generalmente di notevole estensione, quali ripiani controllati da motivi strutturali, terrazzi alluvionali (non presenti a Bello) e aree impostate su superfici di strato suborizzontali. Tale limite separa le stesse in genere da ripide scarpate la cui formazione è dovuta a elementi diversi, quali la gravità, l'erosione indotta dalle acque ruscellanti e l'erosione dovuta a corsi d'acqua.

#### **4.2.1.8 Orlo di parete rocciosa**

Con tale simbolo sono indicati i cigli delle pareti rocciose complessivamente stabili, e solo localmente interessate da piccoli dissesti, in genere corrispondenti a frane di crollo.

### **4.2.2 Forme legate all'azione delle acque superficiali**

#### **4.2.2.1 Alveo con corso d'acqua secondario a carattere permanente**

Sono stati cartografati con questo simbolo gli alvei dei principali rii e torrenti del Reticolo Idrico Minore, che presentano un regime permanente o semipermanente (portate continue nel corso di tutto l'anno, anche nella stagione invernale).

#### **4.2.2.2 Solco di ruscellamento concentrato**

Si tratta di vallecole di piccole dimensioni (larghezza media dell'alveo pari a circa 1-2m) con profilo a «V», create dall'erosione operata dalle acque di ruscellamento superficiale e caratterizzate da un regime discontinuo, che può essere stagionale o anche solo temporaneo/occasionale (attivazione degli alvei in occasione di eventi meteorici di una certa importanza).. Il profilo inciso e il fondo in genere in roccia sono indizi del fatto che il fenomeno che ha indotto la forma è tuttora attivo, seppure solo occasionalmente, in corrispondenza di particolari eventi meteorici.

#### **4.2.2.3 Vallecole a fondo concavo**

Si tratta di vallecole con caratteristiche nel complesso simili alle precedenti, con unica differenza il fatto di avere alveo non inciso ma arrotondato e spesso coperto da vegetazione, fatti che testimoniano l'attuale inattività del fenomeno responsabile della loro formazione.

### **4.2.3 Elementi idrogeologici**

#### **4.2.3.1 Sorgenti o venute d'acqua non captate**

Si tratta di sorgenti, venute o emergenze diffuse d'acqua dai versanti o accumuli di frana attivi, non captate e caratterizzate, escluse alcune eccezioni, da portate limitate e discontinue. Sono state riconosciute complessivamente n.25 sorgenti.

#### **4.2.3.2 Sorgenti captate**

Si tratta di sorgenti captate da privati, o ad uso pubblico, ma non facenti parte della rete acquedottistica comunale, per le quali risultano incerte sia l'utilizzo che la effettiva funzionalità. Nel territorio comunale sono state cartografate 8 sorgenti di questo tipo.

#### **4.2.3.3 Sorgenti captate dell'Acquedotto comunale**

Si tratta di sorgenti captate ad uso idropotabile, e utilizzate dalla rete acquedottistica comunale. Nel territorio comunale sono presenti 3 sorgenti di questo tipo, la Sorgente Caselli, la Sorgente Livelli e la Sorgente Malisetti, le ultime due delle quali solo parzialmente operative o utilizzate come riserva. Le caratteristiche di tali sorgenti sono riportate nel rispettivo paragrafo del capitolo relativo alla Carta Idrogeologica.

#### **4.2.3.4 Fontane/abbeveratoi alimentate da sorgente**

Si tratta di abbeveratoi e vasche direttamente alimentate da piccole sorgenti o trasportando l'acqua di sorgenti poste più a monte tramite tubazioni.

#### **4.2.3.5 Bacini o serbatoi dell'Acquedotto comunale**

Si tratta di opere di accumulo e distribuzione dell'acqua potabile della rete acquedottistica comunale. In cartografia sono state riportate 4 opere di questo tipo distribuite in tutto il territorio comunale (tre di queste sorgenti sono a servizio del Comune di Blello ed una, posta a valle della località Rizzoli, è a servizio della località Piazzoli in Comune di Brembilla).

### **4.2.4 Opere antropiche**

#### **4.2.4.1 Briglia**

La simbologia indica le strutture realizzate negli impluvi per modificare la curva di fondo degli stessi, al fine di sostenere i materiali e limitare l'azione erosiva dei corsi d'acqua. Nel corso dei sopralluoghi è stata osservata una sola briglia, posta nell'impluvio a valle di Curnino basso.

#### **4.2.4.2 Muri di sostegno in c.a.**

La simbologia indica muri in calcestruzzo armato con funzione di sostegno di abitazioni, strade e terrapieni in materiale sciolto. I muri sono stati in parte direttamente rilevati, in parte desunti dalla carta aerofotogrammetrica.

#### **4.2.4.3 Muri a secco**

La simbologia indica i muretti a secco realizzati sui pente sul terreno, in parte desunti dalla carta aerofotogrammetrica.

#### **4.2.4.4 Gabbionate**

Si tratta di opere di sostegno (più raramente di difesa spondale), costituite da gabbioni metallici riempiti da materiale grossolano a secco.

#### **4.2.4.5 Barriere paramassi**

Come già accennato, il problema del crollo di blocchi rocciosi (in genere di piccole e medie dimensioni) è piuttosto rilevante in diversi punti del territorio comunale, specialmente lungo strade comunali. Nell'area a monte di Ghisalerio il problema è stato affrontato con la realizzazione di barriere paramassi a media capacità di assorbimento di energia (barriere elastiche), alte generalmente 3-4m.

#### **4.2.4.6 Ponti**

Si tratta di strutture di attraversamento pedonali, localizzate lungo antiche mulattiere nelle zone di fondovalle dei principali impluvi (valle della Roncaglia). Date le piccole dimensioni generalmente modeste, non sono invece state riportate le tubazioni di sottopasso stradale o altre tubazioni interrato.

#### **4.2.4.7 Terrazette da pascolo**

Si tratta di terrazzamenti creati dal passaggio del bestiame, dove la copertura erbosa è discontinua e per tale motivo è più facile la possibilità che si creino fenomeni erosivi.

### **4.3 Carta Idrogeologica**

Gli elementi idrologici e idrogeologici che caratterizzano il territorio comunale sono stati riportati nell'apposita Carta Idrogeologica a scala 1: 5.000 (Tavola 3). La carta è stata realizzata a partire dalle osservazioni di campagna, elaborando opportunamente le varie informazioni di tipo geologico-strutturale e geomorfologico.

In aggiunta agli elementi idrografici ed idrogeologici in senso stretto (corsi d'acqua, sorgenti e punti d'acqua, terreni suddivisi in base alla permeabilità), sono stati riportati in carta anche gli elementi antropici (opere di captazione, bacini) ritenuti rilevanti ai fini di un corretto inquadramento dell'assetto idrogeologico del territorio (di conseguenza, sono riportati in carta diversi elementi già presentati nella Carta Geomorfologica e nel relativo commento).

Gli elementi che costituiscono la legenda della Carta Idrologica e Idrogeologica sono raggruppati nelle seguenti categorie:

- Idrologia: Reticolo idrico e opere idrauliche e di difesa;
- Idrogeologia: Sorgenti, captazioni e bacini;
- Caratteristiche di Permeabilità del substrato roccioso e dei terreni di copertura.

#### **4.3.1 Idrografia superficiale**

##### **4.3.1.1 Principali bacini idrografici**

Il territorio comunale, che ricade nel bacino idrografico del Torrente Brembilla, comprende tre principali bacini idrografici, di cui di seguito si riportano le principali caratteristiche:

- il Rio dell'Alluera, che segna parte del confine settentrionale con il Comune di Gerosa, e si getta nel Torrente Brembilla appena a monte della frazione di Cadelfoglia. Il rio, dalla sorgente (820m s.l.m.) all'intersezione con il Torrente Brembilla (455m s.l.m.), presenta una lunghezza di circa 1.140m (lunghezza massima alla sommità del bacino pari a 1.4km) e drena un bacino di circa 0,46kmq. In accordo alle indicazioni regionali per il calcolo delle portate, esso presenta una portata media annua di circa 20 l/s e una portata di massima piena  $T_{100}$  alla sezione di chiusura di circa 8-9mc/s (per coeff. defl. pari a 0,5).
- Il Rio della Valle Roncaglia, posto nel settore centrale del territorio comunale ed affluente del Torrente Porno (a sua volta affluente di destra del Torrente Brembilla). Il rio, dalla sorgente (920m s.l.m.) all'intersezione con il Torrente Porno (483m s.l.m.), presenta una lunghezza di circa 1.515m (lunghezza massima alla sommità del bacino pari a 1.775m) e drena un bacino di circa 0,83kmq. In accordo alle indicazioni regionali per il calcolo delle portate, esso presenta una portata media annua di circa 36,5 l/s e una portata di massima piena  $T_{100}$  alla sezione di chiusura di circa 13-14mc/s (per coeff. defl. pari a 0,5).
- Il Rio della Valle Strenciaroli, che segna il confine meridionale del Comune e, come il precedente, affluisce nel Torrente Porno. Il rio, dalla sorgente (830m s.l.m.) all'intersezione con il Torrente Porno (505m s.l.m.), presenta una lunghezza di circa 1.120m (lunghezza massima alla sommità del bacino pari a 1.180m) e drena un bacino di circa 0,6kmq. In accordo alle indicazioni regionali per il calcolo delle portate, esso presenta una portata media annua di circa 26,5 l/s e una portata di massima piena  $T_{100}$  alla sezione di chiusura di circa 10-11mc/s (per coeff. defl. pari a 0,5).

Oltre a questi, come detto, sono poi presenti altri corsi d'acqua minori, tutti afferenti a quelli sopra descritti oppure corrispondenti alla parte superiore di alcuni tributari del Torrente dalla Valle dei Molini.

#### **4.3.1.2 Elementi idrologici**

Per quanto riguarda la rete idrografica che drena le acque superficiali nel territorio comunale, sono stati riportati in carta tutti i corsi d'acqua presenti, classificati sulla base delle osservazioni di campagna.

In particolare, sono riportate in carta le seguenti tipologie di corsi d'acqua, per la cui descrizione si rimanda al Par.4.2.2 e alla Carta Geomorfologica (Tavola 2):

- Solchi di ruscellamento concentrato (linee di deflusso occasionale);
- Ruscelli e corsi d'acqua minori o temporanei;
- Torrente (Corso d'acqua a carattere semipermanente).

#### **4.3.2 Permeabilità del substrato roccioso e dei terreni di copertura**

Al fine di presentare in modo sintetico l'assetto idrogeologico del territorio, le unità litostratigrafiche del substrato e i diversi tipi di depositi superficiali sono stati accorpati in funzione del loro grado di permeabilità relativa, definito sulla scorta di dati bibliografici (in mancanza di dati ricavati da specifiche prove in situ o in laboratorio) e distinto in bassa, media ed elevata.

La Tab. 4 riporta la suddivisione adottata e presenta possibili valori di Conducibilità Idraulica (k) per materiali appartenenti alle diverse classi di permeabilità relativa.

Si ricorda a riguardo che i valori di permeabilità possono variare notevolmente in funzione della situazione locale, della disomogeneità granulometrica e tessiturale dei depositi superficiali e del grado di fratturazione e alterazione degli ammassi rocciosi. Di conseguenza, i valori riportati hanno un valore puramente indicativo, e i valori di permeabilità da utilizzarsi in applicazioni specifiche devono essere ricavati, volta per volta, da prove in situ o in laboratorio.

	Classe di permeabilità	Unità litostratigrafia
<b>Substrato roccioso</b>	Bassa ( $1 \cdot 10^{-9} < k < 1 \cdot 10^{-7}$ m/s)	Argilliti di Riva di Solto, Calcarea di Zu (facies argillitica)
	Media ( $1 \cdot 10^{-7} < k < 1 \cdot 10^{-5}$ m/s)	Calcarea di Zu, Calcarea di Zorzino, Dolomie Zonate
<b>Depositi superficiali</b>		
<b>Depositi superficiali</b>	Bassa ( $k < 1 \cdot 10^{-7}$ m/s)	Depositi colluviali
	Media ( $1 \cdot 10^{-6} < k < 1 \cdot 10^{-4}$ m/s)	Depositi eluviali Corpo di frana stabilizzato Depositi alluvionali terrazzati antichi
	Elevata ( $1 \cdot 10^{-3} < k < 1 \cdot 10$ m/s)	Corpo di frana attivo e parzialmente stabilizzato Detrito e Breccia di versante Depositi detritici di trasporto in massa (debris flow) Depositi alluvionali attuali e recenti Terreni di riporto

Tab. 5 – Classificazione dei litotipi in funzione della permeabilità relativa.

#### 4.3.2.1 Ammassi rocciosi a bassa permeabilità relativa

L'unità comprende le Argilliti di Riva di Solto e le facies argillitico-marnose del Calcarea di Zu, entrambe costituite da argilliti e marne con subordinati calcari. Si tratta di formazioni rocciose a bassa permeabilità sia primaria che secondaria, fatto quest'ultimo legato alla scarsa persistenza e frequenza delle discontinuità, e all'assenza di fenomeni di tipo carsico.

In tali rocce sono talora presenti acquiferi di limitata estensione e trasmissività, contenuti in livelli formati da marne calcaree e calcari fratturati.

#### 4.3.2.2 Ammassi rocciosi a media permeabilità relativa

L'unità comprende le formazioni del Calcarea di Zu, delle Dolomie Zonate e del Calcarea di Zorzino, costituite da calcari e calcari marnosi stratificati con subordinate intercalazioni di marne e, più raramente, di argilliti marnose di spessore da decimetrico a metrico. Si tratta di formazioni rocciose caratterizzate da una media permeabilità relativa in virtù del grado di fratturazione della roccia (elevata frequenza e spaziatura delle discontinuità) e del possibile sviluppo di fenomeni di tipo carsico.

In tali rocce sono spesso presenti falde idriche, che però hanno in genere entità da modesta a media, e portate discontinue nel corso dell'anno.

#### 4.3.2.2 Ammassi rocciosi a elevata permeabilità relativa

L'unità comprende essenzialmente la Formazione della Dolomia Principale, costituita da calcari dolomitici e dolomie massicce o stratificate in livelli medio-grossolani. Si tratta di rocce caratterizzate da un'alta permeabilità secondaria

in virtù del grado di fratturazione della roccia (elevata frequenza e spaziatura delle discontinuità) e della presenza di cavità e condotti di origine carsica.

In esse è presente un'importante circolazione idrica, che viene a giorno solo in localizzati settori lungo alcune zone d'impluvio del versante occidentale del Monte Sornadello-Monte Foldone.

#### **4.3.2.3 Depositi superficiali a bassa permeabilità relativa**

- *Depositi colluviali*: materiali fini argilloso-limosi, con frammenti litici alterati sparsi e locali intercalazioni di livelli più grossolani (sabbioso-ghiaiosi). Gli spessori sono mediamente compresi fra 1 e 3m, ma talora possono raggiungere valori dell'ordine di diversi metri. I terreni sono dotati di permeabilità efficace molto bassa, a causa dell'elevato contenuto argilloso. Non è quindi presente una significativa circolazione idrica, ma è possibile trovare piccole falde sospese temporanee entro livelli più grossolani e al contatto con il substrato roccioso. Inoltre, la bassa permeabilità favorisce la saturazione del terreno in caso di prolungate precipitazioni e i fenomeni di ristagno d'acqua.

#### **4.3.2.4 Depositi superficiali a media permeabilità relativa**

- *Terreni eluviali*: limi e argille con subordinati frammenti litici, originati dall'alterazione del substrato roccioso sottostante. I terreni sono caratterizzati da permeabilità bassa o media in funzione della granulometria, che può variare notevolmente in ragione delle situazioni locali. I terreni, in genere non molto spessi, possono essere interessati da circolazione d'acqua discontinua e temporanea, localizzata alla base del deposito.
- *Corpo o accumulo di frana stabilizzato*: materiali limoso-argillosi rimaneggiati inglobanti frammenti litici di varia natura e pezzatura. Nonostante l'abbondanza della frazione fine, il notevole rimaneggiamento e la disomogeneità dei materiali di frana rende spesso possibile una certa circolazione d'acqua, e quindi la formazione di falde sospese temporanee entro livelli grossolani o particolarmente fessurati.
- *Depositi alluvionali antichi*: ghiaie e ciottoli con matrice sabbiosa e limosa, spesso con suoli sviluppati e con copertura vegetale. La presenza di frazioni fini comporta una riduzione dell'originaria elevata permeabilità dei materiali ghiaiosi. I depositi alluvionali sono spesso interessati dalla presenza di falde idriche, in genere in relazione con i vicini corsi d'acqua.

#### **4.3.2.5 Depositi superficiali a elevata permeabilità relativa**

- *Corpo o accumulo di frana*: materiali di varia natura (terre e rocce) e dimensione, rimaneggiati, fessurati e spesso disomogenei. Anche per le frane in terra con abbondante frazione fine, i materiali presentano elevata permeabilità, fatto che rende possibile la formazione di falde sospese temporanee entro livelli grossolani o particolarmente fessurati.
- *Detrito di versante*: depositi ciottolosi-ghiaiosi poco o per nulla selezionati, con clasti di natura calcarea o marnosa, poco addensati e con variabile grado di cementazione. I depositi presentano spessori variabili e possono essere interessati da circolazione idrica temporanea, limitata in genere al contatto con il substrato roccioso e localizzata prevalentemente in aree di topografia convergente.
- *Depositi alluvionali e depositi detritici di trasporto in massa lungo gli alvei*: depositi poco addensati e variamente selezionati, costituiti da ghiaie e sabbie di natura calcarea e marnosa, caratterizzate da basso grado di sfericità e basso o modesto arrotondamento, e da assenza di cementazione. La permeabilità è elevata e nelle zone d'alveo, anche in periodi asciutti con i rii in secca, può esservi circolazione idrica profonda.
- *Terreni di riporto*: depositi eterogenei e poco addensati e consolidati, costituiti da materiali di varia granulometria (da ghiaie e ciottoli con matrice fine a limi e argille con frammenti di marne, argilliti e calcari). Tale unità è presente solo localmente sul territorio, e sempre con spessori abbastanza contenuti. La

permeabilità dei depositi è in genere elevata e comunque variabile in funzione della natura e del grado di selezione e addensamento dei materiali. In ogni caso, l'eventuale circolazione d'acqua entro tali materiali contribuisce a peggiorare le già scadenti caratteristiche geotecniche degli stessi.

#### **4.3.3 Sorgenti e captazioni**

Sono stati riportati in carta tutti i punti d'acqua, le sorgenti e le opere di captazione.

Le opere di captazione utilizzate dalla rete acquedottistica comunale sono state rappresentate con apposita simbologia, al fine di fornire un quadro delle infrastrutture dedicate all'approvvigionamento di acqua potabile. Sono state inoltre cartografate le opere accessorie della rete acquedottistica (bacini, serbatoi, ecc.) finalizzate all'immagazzinamento e alla distribuzione.

In particolare, sono stati cartografati i seguenti elementi:

- Sorgenti captate;
- Sorgenti o venute d'acqua non captate;
- Sorgenti captate ad uso dell'Acquedotto comunale;
- Bacini e serbatoi ad uso dell'Acquedotto comunale;
- Fontane/abbeveratoi.

Le opere di captazione effettivamente destinate ad uso idropotabile sono state individuate sulla base delle informazioni avute dal Comune di Blello e dei rilievi di terreno.

Nell'area comunale è presente una sola sorgente utilizzata in modo continuativo per il fabbisogno di Blello, ed altre sorgenti utilizzate solo occasionalmente in periodi siccitosi. La sorgente in questione è la cosiddetta "Sorgente Caselli", posta a Ghisalerio poco sotto la strada al confine con il Comune di Gerosa e caratterizzata, sulla base delle informazioni raccolte, da una resa media annua dell'ordine di 0,5-1 l/s; le acque della sorgente sono pompate dal vicino "Serbatoio Caselli" nel serbatoio "Canto del Ronco", presente lungo la strada per la Chiesa Parrocchiale e contenente un impianto di depurazione, e quindi distribuite all'intero comune.

In condizioni di penuria d'acqua, alle rete acquedottistica vengono collegate due altre sorgenti, entrambe con resa media annua probabilmente inferiore a 0,3 l/s:

- la Sorgente Livelli, posta sul pendio sotto la Chiesa e collegata al serbatoio dei Caselli,
- la Sorgente Malisetti, posta presso Curnino Basso, le cui acque vanno a confluire nel serbatoio citato, dove vengono depurate (a monte di questo non sono utilizzabili per uso potabile).

## **5. CARTA DEI VINCOLI**

La “Carta dei Vincoli” (Tavola 4) è stata redatta considerando le indicazioni introdotte dalla D.G.R. 8/7374 del 28/05/08, che prevede la rappresentazione delle limitazioni d’uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico.

Nel Comune di Blello sono presenti i seguenti vincoli:

- *Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino (ai sensi della L. 183/89),*
- *Vincoli di Polizia idraulica (ai sensi della D.G.R. n. 7/7868 del 25.01.2002 e successive),*
- *Vincoli per la salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (ai sensi del D.Lgs. 258/2000, dell’art.21 del D.Lgs. n.152/99 e dell’art.94 del D.Lgs. n.152/06)*

### **5.1 Vincoli derivanti dalla Pianificazione di bacino - P.A.I. (ai sensi della L. 183/89)**

I vincoli in questione riguardano le aree individuate sulla “Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del P.A.I.” come aree in frana (distinte in attive, quiescenti e stabilizzate), e aree interessate da esondazioni a carattere torrentizio (a pericolosità elevata, media o moderata di esondazione).

I vincoli previsti dalla normativa P.A.I. sono riportati nel capitolo “Carta del dissesto con legenda uniformata del P.A.I. e norme di attuazione”.

### **5.2 Vincoli di Polizia idraulica (ai sensi della D.G.R. n. 7/7868 del 25.01.2002 e successive)**

Tali vincoli riguardano le zone d’influenza e le fasce di rispetto dei corsi d’acqua facenti parte del Reticolo Idrico sia Principale (non presente in Comune di Blello) che Minore, come definite Studio del Reticolo Idrico Minore.

Si ricorda che con il citato studio sono state individuate lungo il Reticolo Idrico Minore fasce di rispetto di 10m di larghezza per ogni sponda, in merito alle quali, come riportato nello Studio citato, si segnala che:

- A causa dei possibili problemi, dovuti alla scala, di rappresentazione degli alvei e degli elementi morfologici che li caratterizzano, l’estensione in carta delle fasce di rispetto in qualche caso è da considerarsi solo indicativa e pertanto, in caso di necessità, può essere definita con maggiore precisione con appositi rilievi in sito, nel rispetto della normativa vigente (tali rilievi devono necessariamente essere predisposti a carico dei proponenti, in fase di progettazione degli interventi).
- Nell’eventualità di modifiche di cigli, scarpate e/o argini a seguito del verificarsi di fenomeni franosi e/o erosivi legati alla dinamica torrentizia o dei versanti, la misura delle fasce di rispetto deve essere riferita alla nuova situazione morfologica, rispetto alla quale la cartografia potrebbe risultare non aggiornata.
- In caso di interventi autorizzati di trasformazione morfologica di aree poste in fregio ai corsi d’acqua, comportanti modifiche di cigli, scarpate e/o argini, l’ampiezza delle fasce di rispetto deve intendersi riferita alla situazione finale dopo l’intervento.

#### **5.2.1 Norme per le Fasce di rispetto dei corsi d’acqua del Reticolo Idrico Minore**

All’interno delle zone d’influenza dei corsi d’acqua (alvei) e delle fasce di rispetto definite dall’Art.6 del Regolamento di Polizia Idraulica sono vietati e non autorizzabili, in accordo all’art.96 del R.D. n.523/1904 e alla D.G.R. n.7/13950 (cui si rimanda per dettagli), tutti i lavori e gli atti che comportino una riduzione delle aree di espansione e divagazione dei corsi d’acqua e, più in generale, una compromissione della stabilità e funzionalità degli alvei, delle sponde e delle difese dei corsi d’acqua.

In particolare sono vietate:

- la “nuova edificazione” (intesa come costruzione di nuovi edifici e manufatti a partire dal piano campagna) a carattere definitivo e/o provvisorio di qualsiasi natura, utilizzo e dimensione, anche relativamente a strutture interrato (compresa la costruzione di muri non sporgenti dal piano campagna);
- lo scavo e il riporto di terreno, comportante la trasformazione morfologica delle aree;
- la realizzazione di piantagioni, a distanza inferiore di 4m dalla zona d’influenza dell’alveo;
- la posa di tralicci e teleferiche a carattere permanente;
- la realizzazione di impianti di smaltimento rifiuti, discariche e cave;
- la posa di recinzioni in muratura che si elevino oltre il piano campagna; a questo proposito si sottolinea che le recinzioni in muratura con fondazioni sono assimilate a costruzioni, mentre quelle infisse nel terreno sono assimilate a piantagioni (D.G.R. n. 7633 del 8/4/1986) (queste ultime devono essere realizzate con pali amovibili e rete plastificata, ed essere posizionate ad una distanza non inferiore di 4m dal ciglio dell’alveo);
- la tombinatura o copertura dei corsi d’acqua ai sensi del D.Lgs. 152/99-art. 41 e relativi regolamenti di attuazione regionale, eccetto che per ragioni di tutela della pubblica incolumità (definite dall’Organo Idraulico competente);
- qualunque intervento che possa essere di danno alle sponde e/o alle opere di difesa esistenti.

Le attività consentite nelle aree d’influenza sono le medesime previste per le Fasce A del P.A.I., ed in particolare:

- i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
- i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150mc annui;
- la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;
- i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;
- il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;
- il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;
- il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, let. m), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;
- l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità valicato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;
- l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali,
- in accordo con l'Art.39 delle Norme di Attuazione P.A.I. (visto che tali aree sono assimilabili a quelle appartenenti alla “Fascia A”), le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti all'art. 31, lett. a), b), c) della L. 5

agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio.

Le attività consentite nelle fasce di rispetto sono descritte in dettaglio all'Art.10 "Attività amministrative: attività soggette ad autorizzazione" del Regolamento di Polizia Idraulica.

### **5.3 Vincoli per la salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile**

Le aree di captazione idrica ad uso idropotabile sono vincolate ai sensi del D.Lgs. 258/2000, dell'art.21 del D.Lgs. n.152/99 e dell'art.94 del D.Lgs. n.152/06 "*Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano*", nonché dei precedenti D.P.R. n.236/1988 ("*Attuazione della direttiva CEE n.80/778 riguardante la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'Art.15 della L. n.183/1987*"), Circolare della Regione Lombardia 38/SAN/83, D.G.R. n.6/15137 del 27 giugno 1996 ("*Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano*") e D.G.R. n.7/12693 del 10 aprile 2003 "*Direttive per la disciplina all'interno delle aree di rispetto*" riferita all'art.21, comma 6 del D.lgs 152/99 e successive modificazioni.

La normativa prevede che per ogni punto di captazione idrica presente nel territorio comunale (si tratta sempre di sorgenti, non essendo presenti pozzi destinati all'emungimento di acqua ad uso idropotabile) venga individuata un'area di salvaguardia, comprendente una Zona di Tutela assoluta ed una Zona di Rispetto. Tali zona presentano le seguenti caratteristiche:

- Zona di tutela assoluta, che è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni ed è fissata dalla normativa in 10m di raggio attorno all'opera di presa.
- Zona di rispetto, che è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli, con destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata; essa può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. Secondo la citata D.G.R. n.6/15137 del 27 giugno 1996, la zona di rispetto può essere definita, utilizzando un criterio idrogeologico, basato sulla conoscenza dell'effettiva area di ricarica della sorgente, oppure geometrico, come una porzione di cerchio di raggio non inferiore a 200m, con centro nel punto di captazione, che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante a quota di 10m inferiore a quella della captazione.

Le opere di captazione effettivamente destinate ad uso idropotabile sono state individuate sulla base delle informazioni avute dal Comune di Blello e dei rilievi di terreno. In particolare, come già visto nella descrizione della Carta Idrogeologica, nell'area comunale sono presenti tre aree di sorgente utilizzate per il fabbisogno di Blello:

- la Sorgente Livelli, posta sul pendio sotto la Chiesa,
- la Sorgente Malisetti, posta presso Curnino Basso, e
- la Sorgente Caselli, posto a Ghisalerio poco sotto la strada (Comune di Gerosa).

La normativa in vigore ha la finalità di tutelare le caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano e pertanto non riguarda opere di presa ad uso industriale o agricolo.

#### **5.3.1 Norme per la salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile**

In accordo alla Normativa vigente (art.21 del D.Lgs. n.152 del 11/05/99 e art.94 del D.Lgs. n.152 del 03/04/2006) per le zone citate valgono le prescrizioni di seguito riportate:

- "*La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni; essa deve avere una estensione in caso di acque sotterranee e, ove possibile per le acque superficiali, di*

*almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio”.*

- *“La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:*
  - a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;*
  - b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;*
  - c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;*
  - d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;*
  - e) aree cimiteriali;*
  - f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;*
  - g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;*
  - h) gestione di rifiuti;*
  - i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*
    - a. l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
    - b. m) pozzi perdenti;*
    - c. n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.”*

Per gli insediamenti o le attività sopra citate, quando preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono da adottare le necessarie misure per il loro allontanamento, e in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Le Regioni e le Province autonome disciplinano poi, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture od attività:

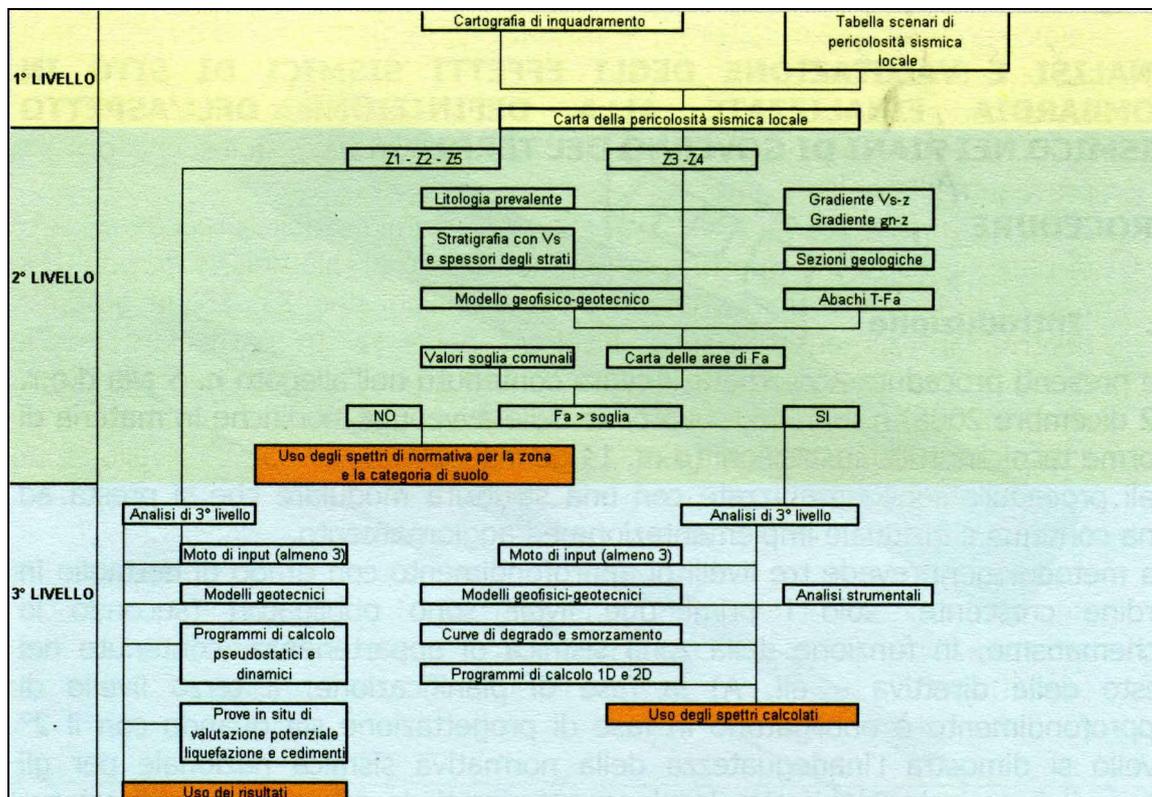
- a) fognature;
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- c) opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- d) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del precedente elenco.

## 6. CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

### 6.1 Procedura

Con l'introduzione della D.G.R. n.8/1566 del 22.12.05 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione all'art.57 della L.R. n.12 del 11/03/2005", aggiornata poi con la D.G.R. n.8/7374 del 28.05.08, l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito, finalizzate alla caratterizzazione sismica dell'area comunale per il Piano di Governo del Territorio, sono state codificate a livello procedurale mediante un approccio basato su tre distinti livelli, con grado di dettaglio via via crescente (Fig. 7). I primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione, con alcune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza. Il terzo livello è invece obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il secondo livello si dimostra l'inadeguatezza della Normativa Sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

La procedura utilizzata fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.



**Fig. 7 - Schema procedurale associato ai tre livelli di indagine (da aggiornamento dell'All. 5 della D.G.R. n.8/7374).**

## 6.2 Analisi di 1° livello (Carta di Pericolosità Sismica locale)

Consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento. E' un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica, con buona approssimazione, sono prevedibili sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili (quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti, i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte), i quali saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.).

Lo studio consiste nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento (carta geologica, carta geomorfologica, ecc.), e nella redazione di un'apposita cartografia a scala 1: 10.000 denominata Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL), in cui viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (Fig. 8) in grado di determinare gli effetti sismici locali, i cosiddetti "Scenari di Pericolosità Sismica locale" definiti nella Tab. 1 dell'All.5 alla D.G.R. n.8/7374 (Tavola 5).

Per poter identificare questi scenari nel territorio di Blello sono state utilizzate la Carta Geologica e la Carta Geomorfologica, e i dati emersi da indagini geologiche di vari tipo eseguite in zona, in accordo a quanto indicato nella citata D.G.R. n.8/7374. La trasposizione degli elementi evidenziati nella cartografia di base in scenari di Pericolosità Sismica locale è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
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, depositi altamente compressibili, ecc.) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
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

**Fig. 8 - Scenari di pericolosità sismica locale (da All.5 della D.G.R. n.8/7374).**

- le aree corrispondenti a fenomeni franosi, che data la natura del territorio sono dati essenzialmente da frane di crollo in roccia, sono state classificate nello scenario Z1a per quanto concerne i dissesti attivi, nello scenario Z1b per le frane quiescenti e nello scenario Z1c per quanto riguarda le aree a potenziale pericolo (sempre di caduta di massi), quelle cioè dove i fenomeni avvengono solo saltuariamente;
- le aree identificate come terreni di riporto e discariche di inerti, data l'estensione e lo spessore sempre molto limitati, non sono state inserite nello scenario Z2 ma nello scenario Z4d;
- nello scenario Z3a sono state inserite le zone di ciglio con altezza maggiore di 10m, inclinazione del fronte principale  $\geq 10^\circ$  e inclinazione del fronte superiore uguale o minore di un quinto dell'inclinazione del fronte principale. Nello scenario Z3b sono state inserite le zone di cresta o cocuzzolo con angolo di base  $\geq 10^\circ$  (per entrambi gli scenari è quindi stata effettuata una selezione fra i molti elementi presenti sul territorio, con analisi topografiche per la verifica della rispondenza o meno di ciascuno ai criteri riportati in Normativa);
- le zone pianeggianti o a debole pendenza con presenza di terreni argillosi di origine eluvio-colluviale sono state classificate nello scenario Z4d. Si segnala a riguardo che in più casi tali terreni mostrano spessori dell'ordine di pochi metri, e che quindi è possibile che con l'intervento edilizio gli stessi vengano asportati, con conseguente rimozione del pericolo di amplificazione sismica.

In sintesi, gli scenari individuati sul territorio comunale di Bello sono riportati nella seguente Tab. 5.

<b>Sigla</b>	<b>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>EFFETTI</b>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona caratterizzata da movimenti franosi potenziali o potenzialmente esposta a fenomeni di crollo	
Z3a	Zona di ciglio H>10m (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	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana con presenza di falde di detrito	
Z4d	Zona con presenza di argille residuali o terre rosse di origine eluvio-colluviale	

**Tab. 5– Scenari di Pericolosità Sismica locale in Comune di Bello.**

I vari scenari sono stati riportati sulla “Carta di Pericolosità sismica locale” in scala 1: 5.000 (Tavola 5), dove sono stati evidenziati con aree a colore pieno gli scenari Z1a, Z1b, Z1c, Z4b e Z4d, e con elementi lineari differenti gli scenari Z3a e Z3b. Dall'analisi della “Carta di Pericolosità sismica locale” in scala 1: 5.000 (Tavola 5) emerge quanto segue:

- Lo Scenario Z1a comprende i tratti più acclivi del territorio interessati da problemi di stabilità, quali le pareti rocciose instabili per caduta di massi e crolli di roccia presenti lungo i principali impluvi e lungo il ripido versante prospiciente la Valle Brembilla. Tutte le zone dove sono presenti frane bonificate in tempi recenti (per cui non è ancora certo l'esito dell'intervento) sono state inserite nello Scenario Z1b, mentre tutte le aree interessate da potenziale pericolo di caduta di massi o di scivolamento di terreni sono state infine inserite

nello Scenario Z1c (zone con depositi superficiali con inclinazione superiore a 20-25° e zone con roccia con inclinazione superiore a 35°).

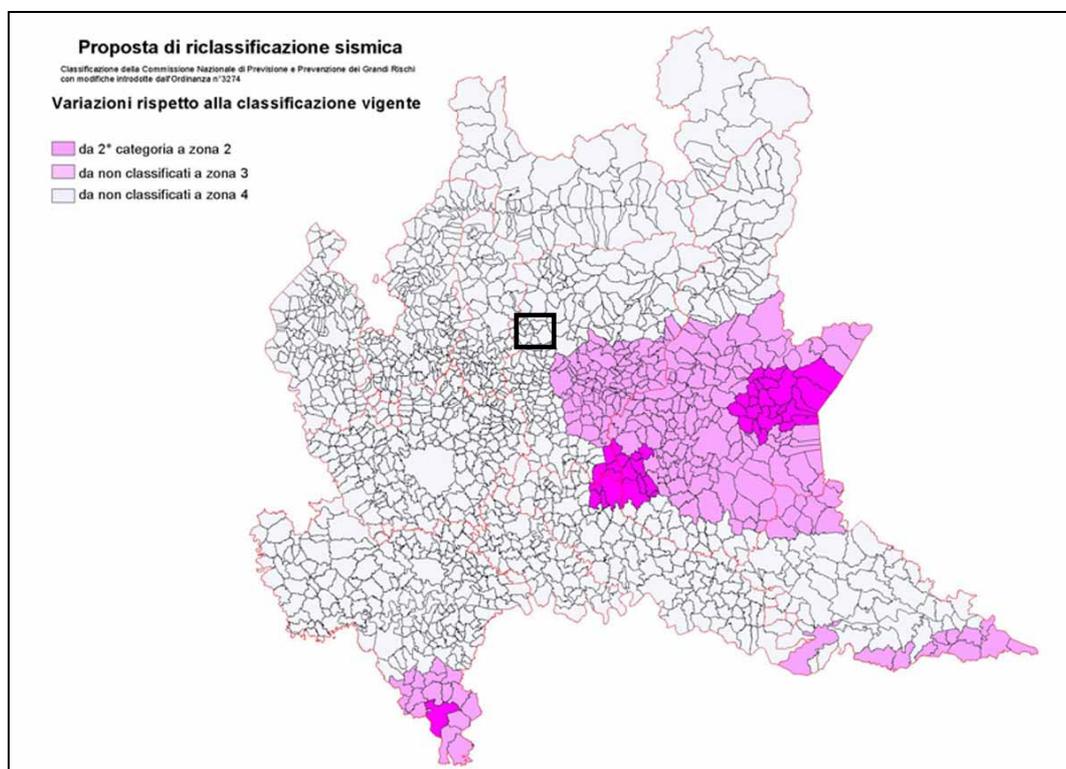
- Lo Scenario Z3a comprende i cigli delle scarpate che delimitano diversi ripiani e alcuni dossi prativi, mentre lo Scenario Z3b comprende la maggior parte delle creste che delimitano i vari bacini idrografici.
- I pendii con depositi detritici con vario grado di stabilità posti in diverse zone del territorio comunale sono tutti inseriti nello Scenario Z4b, e le aree a modesta pendenza presenti presso Ghisalero, Brevieno, Canto del Ronco, Roncaglia e Curnino-Cimitero, spesso caratterizzate dalla presenza di spessori significativi di materiali argillosi di origine colluviale (e localmente anche da terreni di riporto), sono classificate nello scenario Z4d. Tutte queste aree sono sede di possibili fenomeni d'amplificazione dovuti alla natura geologica dei terreni presenti.

### 6.3 Valutazione della Pericolosità Sismica in Comune di Blello

Il Comune di Blello è stato classificato dall'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20.03.03 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" nella Zona Sismica 4 (Fig. 9), quella caratterizzata da "Sismicità bassa" (si rammenta che nelle precedenti classificazioni il Comune non era inserito fra quelli sismici).

La normativa vigente prevede, per i comuni della Zona Sismica 4, quanto segue (D.G.R. N.8/7374, Par.1.4.3, pag.8):

- Come per tutti i comuni, è obbligatoria la redazione della Carta di Pericolosità Sismica locale (1° livello) estesa all'intero territorio comunale.



**Fig. 9 – Classificazione sismica dei Comuni della Lombardia secondo l'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20.03.03.**

- Il 2° livello di approfondimento, che permette la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi e l'individuazione, nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione (zone PSL Z3 e Z4 di Fig.2), di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici, è facoltativo per il Comune di Bello ed obbligatorio solo in fase di pianificazione di costruzioni strategiche e rilevanti di progetto (come riportato nel d.d.u.o. 19904 del 21.11.03: edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali). Per il Comune di Bello, in questa fase, non è stato applicato il 2° livello, per l'assenza di edifici strategici di progetto.
- Il 3° livello deve essere applicato in fase progettuale quando, a seguito delle risultanze del 2° livello, si dimostri l'inadeguatezza della Normativa Sismica nazionale all'interno degli scenari caratterizzati da amplificazioni sismiche locali (zona PSL Z3 e Z4), oppure per gli scenari Z1, Z2 e Z5, solo per edifici strategici e rilevanti.
- Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazione geologiche, geomorfologiche e ambientali, o perché sottoposte a vincolo di particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra specifica normativa.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi (Tab. 6) relativa alle Classi di Pericolosità sismica e ai livelli di approfondimento previsti dalla normativa, che in Comune di Bello sono obbligatori solo in caso di previsione e progetto di edifici strategici e rilevanti (attualmente non previsti dallo strumento urbanistico).

<b>Sigla</b>	<b>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>LIVELLI DI APPROFONDIMENTO</b>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	3° Livello di approfondimento per edifici strategici e rilevanti
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona caratterizzata da movimenti franosi potenziali o potenzialmente esposta a fenomeni di crollo	
Z3a	Zona di ciglio H>10m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	2° Livello di approfondimento per edifici strategici e rilevanti
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4b	Zona pedemontana con presenza di falde di detrito	
Z4d	Zona con presenza di argille residuali o terre rosse di origine eluvio-colluviale	

**Tab. 6 – Livelli di approfondimento per i vari scenari di Pericolosità Sismica locale.**

## **7. CARTA DI SINTESI**

La Carta di Sintesi a scala 1: 5.000 (Tavola 6) è stata realizzata utilizzando i dati riportati nella Cartografia di Base e nella Carta dei Vincoli. In particolare gli elementi riportati nella Carta di Sintesi sono i seguenti:

- Area soggetta a crolli in roccia e caduta di massi,
- Corpo di frana stabilizzato,
- Area potenzialmente instabile per presenza di rocce deboli e/o fratturate, e con diffusa instabilità superficiale (substrato e depositi superficiali),
- Deposito detritico attivo,
- Deposito detritico parzialmente stabilizzato,
- Deposito detritico stabilizzato,
- Deposito detritico e/o da trasporto in massa,
- Deposito colluviale,
- Zona di tutela assoluta e di rispetto di sorgenti,
- Fasce di rispetto del Reticolo Idrico Minore (aree alluvionabili e/o interessate dalla dinamica torrentizia).

## **8. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO**

### **8.1 Normativa**

La Legge Regionale n.12/2005 e la successiva delibera di attuazione (D.G.R. 8/7374 del 28.05.2008) prevedono la suddivisione dell'area interessata da azioni di piano, e più in generale dell'intera area comunale, in quattro Classi di Fattibilità geologica:

- Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni
- Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni
- Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni
- Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni.

Le classi citate sono di seguito descritte, unitamente ai criteri adottati per la classificazione.

#### **8.1.1 Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni**

In accordo alla normativa, *"in questa classe ricadono le aree per le quali gli studi non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso di particelle"*.

La classe comprende aree generalmente pianeggianti o subpianeggianti, con buone caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche dei terreni presenti e non interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico. La presenza di falda idrica è inoltre tale da non interferire con il suolo e primo sottosuolo.

Nel territorio comunale, data la generale acclività dei siti, la notevole variabilità in senso sia verticale che orizzontale dei terreni e delle rocce presenti, la possibilità di fenomeni di carsismo nelle aree con rocce carbonatiche, e la possibile bassa soggiacenza della falda idrica in alcune zone, in accordo ai criteri comunemente utilizzati per la zonazione delle aree montane, si è deciso di non riferire nessuna area alla Classe 1, neppure quelle ove in effetti non è stato riconosciuto alcun problema particolare. Si segnala comunque la presenza di alcune zone classificabili in fascia di transizione Classe 1-Class 2, fra cui in particolare si ricorda l'area circostante la Chiesa Parrocchiale, pianeggiante e impostata completamente su roccia calcarea.

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

In accordo alla normativa, *"in questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate puntuali o ridotte condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico o idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di sistemazione o bonifica, le quali non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe"*.

La classe comprende sia aree a modesta acclività caratterizzate da terreni di qualità mediocre con limitati spessori, che aree a media pendenza impostate su materiali di buona qualità geotecnica o del substrato roccioso, purché non interessati da alcun rilevante problema idrogeologico (frane, caduta massi, erosioni varie, ecc. ).

Possono essere presenti limitati fenomeni di dissesto, che devono comunque essere ben individuabili e circoscrivibili e di modesta entità, oppure limitati dissesti già oggetto di interventi di bonifica. Nelle aree pianeggianti possono sussistere modesti problemi di carattere idrogeologico relativi alla limitata soggiacenza della falda.

Aree di Classe 2 si osservano:

- nella zona della Chiesa Parrocchiale,
- sul crinali pianeggianti a nord di Brevieno e sul ripiano sottostante, aree caratterizzati da modeste coperture eluviali e da sottostante roccia argillitica e calcarea con giacitura generalmente favorevole.

**8.1.3 Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni**

In accordo alla normativa, *"la classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno. L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura idrologici, ambientali, pedologici). Ciò dovrà consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione e bonifica. Per l'edificato esistente dovranno essere fornite indicazioni in merito alle indagini da eseguire per la progettazione e la realizzazione delle opere di difesa, sistemazione idrogeologica e degli eventuali effetti negativi indotti dall'edificato. Potranno essere inoltre predisposti idonei sistemi di monitoraggio geologico, che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto o indotti dall'intervento".*

La classe comprende aree con acclività superiore a 20° potenzialmente soggette all'influenza di fenomeni di dissesto idrogeologico, come frane di varia tipologia. Nelle aree pianeggianti le consistenti limitazioni di fattibilità derivano dalla presenza di fenomeni alluvionali, dalla scarsa qualità geotecnica dei terreni e dall'elevato rischio per la vulnerabilità idrogeologica. Rispetto alla Classe 2 le fenomenologie elencate sono caratterizzate da maggiore estensione e diffusione, e richiedono la necessità di realizzare opere di difesa di maggior impegno tecnico e finanziario.

La Classe 3, sicuramente la più rappresentata nell'area comunale, comprende in particolare:

- aree a modesta pendenza, in cui sono presenti terreni di scadenti caratteristiche geotecniche;
- aree a media pendenza, presenti sia nei centri abitati che nelle immediate vicinanze, sulle quali non si rilevano particolari problemi, ma che per la pendenza e la presenza di terreni di qualità mediocre di notevole spessore sono passibili di formazione di fenomeni d'instabilità;
- aree boschive poste al di fuori dei centri abitati, caratterizzate da forti pendenze e generalmente da presenza di roccia subaffiorante, attualmente abbastanza stabili ma, per la forte pendenza, passibili delle formazione di dissesti di vario tipo;
- aree interessate da potenziale pericolo di caduta massi;
- aree interessate da problemi idraulici di moderata entità e aree difese da opere spondali efficienti;
- aree di rispetto di pozzi e sorgenti;
- aree con riporti di materiale.

**8.1.4 Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni**

In accordo alla normativa, in tali zone *"l'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle. 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 consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'art.31, lettere a) b) c) della L. 457/1978, a meno delle maggiori restrizioni previste dal P.A.I. per le aree di frana attiva "Fa". Si dovranno inoltre fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico, che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali opere pubbliche e di interesse pubblico dovranno essere valutate puntualmente. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico".*

In tale classe sono state inserite:

- le aree con evidenti problemi di stabilità, in genere legate a caduta di massi, e alcune aree a potenziale instabilità per lo stesso motivo;
- le aree oggetto di recenti lavori di bonifica e stabilizzazione (versante sotto la Chiesa Parrocchiale e pendii presso la località Moia);
- tutti i versanti la cui acclività rende potenzialmente instabili le rocce del substrato e i depositi presenti (caduta di massi, smottamenti, erosioni, ecc.);
- gli alvei dei rii facenti parte del Reticolo Idrico Comunale e le fasce di rispetto degli stessi, che possono essere interessate fenomeni alluvionali di erosione e deposito;
- le aree di tutela assoluta delle sorgenti utilizzate dall'acquedotto comunale.

## **8.2 Sintesi dei criteri adottati per la Carta di Fattibilità**

Gli elementi di criticità che caratterizzano il territorio comunale, definiti, cartografati e descritti nella Carta di Sintesi e nella relativa legenda, sono stati raggruppati e classificati al fine di definire classi di "Fattibilità geologica delle azioni di piano", utilizzando i nuovi criteri introdotti dalla L.R. 12/2005 e dalle direttive di applicazione contenute nella D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.08 (*"Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio"*).

Le classi di fattibilità sono state definite in funzione della tipologia di fenomeni che determinano la vulnerabilità delle diverse aree. In particolare sono state distinte:

- aree vulnerabili dal punto di vista della stabilità dei versanti;
- aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;
- aree vulnerabili dal punto di vista geotecnica;
- aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico.

La classificazione in termini di Fattibilità geologica delle aree interessate da diverse criticità è sinteticamente riportata nella seguente Tab. 7. La successiva Tab. 8 riporta le aree (espresse in ettari) delle varie classi di fattibilità, e le relative percentuali sull'area totale del comune.

### **8.2.1 Criteri adottati per la rappresentazione grafica delle informazioni**

Nella Carta di Sintesi, propedeutica alla realizzazione della Carta di Fattibilità, le aree omogenee rispetto alle diverse criticità evidenziate si trovano a volte sovrapposte, indicando porzioni di territorio interessate contemporaneamente da diverse problematiche, spesso con differente grado di criticità.

In fase di stesura della Carta di Fattibilità, al fine di fornire una zonazione più efficace e facilmente comprensibile, si è ritenuto opportuno procedere come segue:

- raggruppando gli elementi di criticità riconducibili a fenomeni simili nelle quattro sottoclassi di fattibilità citate al punto precedente e,
- in caso di sovrapposizione di sottoclassi, attribuendo le aree alla classe più sfavorevole, e indicando con un soprassegno (sopra al colore della Classe di Fattibilità) la tipologia di problema responsabile della classificazione.

Unica eccezione è costituita dalle aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, indicate con simboli blu sopra al resto della zonazione (sia classi che sottoclassi). Ciò è motivato dall'importanza di evidenziare sempre e comunque le eventuali problematiche di tipo idrogeologico (es. zone di rispetto di sorgenti), la cui presenza risulterebbe "mascherata" da altri problemi (stabilità dei versanti, idraulica, ecc.) caratterizzati da maggiori limitazioni in termini di fattibilità.

<b>AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA DELLA STABILITÀ DEI VERSANTI</b>	
Area di frana attiva e area interessata da caduta di massi (1); area di frana quiescente pericolosa e di frana recentemente bonificata; area in erosione accelerata; area rocciosa ad elevato rischio d'instabilità dovuto alla forte pendenza.	<b>Classe 4</b>
Area di frana quiescente poco pericolosa e area di frana stabilizzata (2); area a pericolosità potenziale legata alla presenza di terreni fini, detrito o roccia debole e/o fratturata su pendii inclinati (caduta massi, smottamenti, erosione accelerata, ecc.).	<b>Classe 3</b>
<b>AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO</b>	
Area di influenza e fasce di rispetto degli alvei del R.I.M (3); area effettivamente interessata da fenomeni connessi alla dinamica torrentizia.	<b>Classe 4</b>
Area a medio pericolo di fenomeni connessi alla dinamica torrentizia.	<b>Classe 3</b>
<b>AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA GEOTECNICO</b>	
Area con terreni limoso-argillosi con limitata capacità portante, aree con riporti e colmate.	<b>Classe 3</b>
Area a bassa pendenza con terreni di discreta/buona qualità.	<b>Classe 2</b>
<b>AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO</b>	
Area di tutela assoluta di pozzi e sorgenti.	<b>art.94 del D.Lgs. n.152/06 (assimilato a Classe 4)</b>
Area di rispetto di pozzi e sorgenti.	<b>Classe 3</b>

(1) Le aree di Frana attiva e interessate da crolli di roccia vengono classificate come "Fa" nell'Atlante del dissesto P.A.I., e pertanto sono soggette a restrizioni più severe rispetto a quelle della Classe 4.

(2) Le frane quiescenti "poco pericolose" sono state assegnate alla Classe 3, in accordo ai chiarimenti (della Regione Lombardia) sulle direttive P.A.I. riportati in "Professione Geologo" n.14 del marzo 2002 e a quanto riportato sulla D.G.R. n.8/7374.

(3) Le zone d'influenza degli alvei sono soggette alla normativa della Classe 4 del PGT, mentre le relative fasce di rispetto, per semplicità inserite nella stessa Classe 4, sono soggette solo alla specifica normativa di Polizia Idraulica.

**Tab. 7 - Sintesi dei criteri adottati per la "Carta di Fattibilità per le azioni di Piano".**

	<i>Area in ettari</i>	<i>Percentuale</i>
<b>Classe 1</b>	0.00	0.00
<b>Classe 2</b>	2.92	1.33
<b>Classe 3</b>	168.99	76.67
<b>Classe 4</b>	48.50	22.00
<b>area Comune da CTR</b>	220.42	100.00

**Tab. 8 - Tabella di sintesi con le aree (esprese in ettari) delle varie classi di fattibilità, e con le relative percentuali sull'area totale del comune (con i confini da CTR).**

### **8.3 Attuazione delle indicazioni della Carta di Fattibilità**

Nel successivo paragrafo vengono fornite indicazioni di carattere geologico-ambientale necessarie per garantire la corretta applicazione, dal punto di vista sia tecnico che normativo, degli aspetti e dei vincoli di natura geologica. Esse sono necessarie sia per consentire ai Servizi Tecnici Comunali un'agevole valutazione dell'intervento proposto, sotto il profilo della fattibilità geologico-tecnica, sia per fornire ai richiedenti dei singoli interventi utili indicazioni sulle problematiche presenti e sugli aspetti di carattere geologico da valutare, sui contenuti tecnici della documentazione geologica da predisporre e su eventuali limitazioni d'uso da considerare per le aree d'intervento.

E' necessario che le citate indicazioni, una volta approvate, vengano inserite con un apposito articolo nelle N.T.A., così pure come è necessario che nella "Relazione Tecnica illustrativa" del Piano si indichi che lo studio geologico nel suo complesso è da considerarsi parte integrante del P.G.T. comunale, come d'altra parte specificato nella normativa vigente.

All'atto di richiesta o comunicazione per la realizzazione delle opere, allegata alla documentazione geologico-tecnica dovrà essere fornita una relazione, debitamente firmata da un tecnico abilitato, in cui risultino chiaramente le effettive problematiche geologico-ambientali presenti nell'area, la loro gravità e, quindi, le indicazioni progettuali atte a consentire la realizzazione dell'opera in sicurezza. In tale relazione dovranno inoltre essere riportate eventuali necessità di riduzione e/o limitazione dei parametri massimi dettati dalle N.T.A.

Al termine dei lavori, la D.L. dovrà rilasciare all'Amministrazione Comunale un certificato di regolare esecuzione specificando che sono state seguite le soluzioni progettuali proposte per consentire l'intervento e riportate nella documentazione geologico - tecnica. In aree di Classe 3 e 4 non sono ammesse varianti in corso d'opera senza una specifica e preventiva documentazione geologica che abbia valutato l'impatto delle varianti stesse.

### **8.4 Norme tecniche e indagini geologiche richieste per le Classi di Fattibilità geologica**

Ferma restando la necessità di ottemperare per tutti gli interventi, in fase di progettazione esecutiva, a quanto previsto dalla normativa vigente in campo geotecnico e sismico (D.M. 11 marzo 1988 "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*", Circolare LL.PP. n.30483 del 24/09/1988, Norme Tecniche per le Costruzioni del 14.01.2008), si prescrive che per tutti gli interventi realizzati da qualsiasi soggetto (Comune, altri organismi ed enti pubblici, privati, da consorzi e concessionari, ecc.) debba essere prodotta al Comune da parte del richiedente un'ideale documentazione a carattere geologico-tecnico. Tale documentazione, le cui caratteristiche variano in funzione della classe di fattibilità dell'area come di seguito riportato, deve far parte integrante della documentazione per la richiesta edilizia (Permesso di Costruire, D.I.A. o autodichiarazioni paragonabili).

Qualora la relazione geologico-tecnica sia già obbligatoria per la presenza di vincoli, tale relazione deve comunque ottemperare alle indicazioni di seguito riportate.

Infine si segnala che, nel caso in cui un nuovo intervento si trovi sul limite di più classi di fattibilità, si dovrà procedere considerando che l'intera area in esame appartenga alla classe più sfavorevole.

#### **8.5.1 Norme per la "Classe di fattibilità 1"**

Nelle aree ricadenti in Classe 1 di fattibilità, per le quali non siano emerse controindicazioni di carattere geologico per la trasformazione d'uso, è possibile qualsiasi tipo di intervento nel rispetto delle normative vigenti. Solo in questo caso, nella documentazione progettuale presentata, può essere omessa la documentazione geologico-tecnica, ferma restando la necessità di ottemperare a quanto previsto dal citato D.M. 11 marzo 1988.

### **8.5.2 Norme per la “Classe di fattibilità 2”**

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni limitative di modesta entità alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, per il cui superamento si rende necessario realizzare approfondimenti della conoscenza delle caratteristiche geologico-tecniche ed idrogeologiche dell'area. Tali approfondimenti dovranno evidenziare, sulla base della tipologia d'intervento, i mutui rapporti con la geologia e la geomorfologia e i sistemi di controllo e drenaggio delle acque superficiali e profonde.

In particolare, per le aree ricadenti in Classe 2 di fattibilità, la progettazione delle seguenti opere dovrà essere supportata da adeguata documentazione geologico-tecnica, riguardante l'intervento in oggetto e dimostrante la compatibilità dello stesso con le problematiche geologico-tecniche ed idrogeologiche del sito:

- nuove strutture e infrastrutture ad uso civile di tipo pubblico, anche che non generino volume utile come strade, ponti, gallerie, opere idrauliche, ecc.;
- nuove infrastrutture ed edificazioni (compresi gli accessori) di tipo privato di volumetria eccedente i 300mc complessivi, oppure che comportino scavi di profondità superiore a 3m o di volume superiore a 400mc;
- ristrutturazioni comportanti ampliamenti o sopraelevazioni dell'esistente, qualora determinino un significativo aumento dei carichi sul terreno (superiore o pari al 20% dell'esistente), oppure richiedano scavi di profondità superiore a 3m o di volume superiore a 400mc;
- riporti o riempimenti permanenti con materiali sciolti (terra e/o ghiaia e massi), di volume superiore a 250mc o di spessore superiore a 1,5m;
- scavi a raso di edifici di qualsiasi tipo e di altra proprietà, di profondità maggiore di 2m o, comunque, quando più profondi del piano di posa delle vicine fondazioni.

Sono esclusi da tale obbligo:

- le derivazioni locali di linee elettriche, linee di telecomunicazione e di distribuzione gas, condotte idriche e condotte fognarie quando di lunghezza non superiore a 100m;
- le costruzioni di strutture mobili che non costituiscono volume edificato;
- la posa in opera di cartelli e recinzioni;
- gli interventi di sistemazione idraulico-forestale, e di ordinaria e straordinaria manutenzione della viabilità agraria, purchè comportanti scavi e movimenti terra non superiori ai 50mc e altezze di scavo non superiori a 2m.

#### **8.5.2.1 Indagini e documentazione richieste per la Classe 2**

In questa classe la documentazione geologico-tecnica dovrà valutare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche dei siti in oggetto, mediante l'osservazione diretta e la raccolta di informazioni sugli stessi, ed eventualmente anche con l'ausilio di indagini dirette in sito (prove geotecniche, geofisica, ecc.).

Essa dovrà poi esprimere un parere sulla compatibilità dell'opera in progetto e fornire indicazioni almeno di tipo qualitativo sulla stabilità e sulla sicurezza sia dell'area oggetto di intervento, che delle aree sottostanti o adiacenti sull'area stessa. Infine dovrà evidenziare eventuali necessità di particolari modalità di intervento, e valutare e proporre soluzioni progettuali atte a eliminare o ridurre gli eventuali effetti negativi delle condizioni geologico-ambientali effettivamente riscontrate.

Le relazioni geologiche e geotecniche dovranno comunque essere eseguite su tutti i nuovi insediamenti in ambito di P.A., P.L., P.I.P., P.I.I. e su ogni opera pubblica, e dovranno considerare l'intera area geologicamente pertinente, secondo il parere del tecnico esperto.

### **8.5.3 Norme per la “Classe di fattibilità 3”**

La Classe 3 comprende zone in cui sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno, e per la presenza

di vincoli di vario tipo. L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di adeguate indagini per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica o idraulica dell'area e di un suo immediato intorno.

In particolare, per le aree ricadenti in Classe 3, la progettazione delle seguenti opere dovrà essere supportata da una documentazione geologico-tecnica, svolta ove necessario con specifiche indagini in sito e in laboratorio e con apposite verifiche anche di tipo numerico, esaustive rispetto alle specifiche problematiche presenti nell'area:

- nuove strutture e infrastrutture ad uso civile, di tipo sia pubblico che privato, anche che non generino volume utile quali strade, ponti, gallerie, opere idrauliche, ecc.;
- ristrutturazioni comportanti ampliamenti o sopraelevazioni dell'esistente, qualora determinino un aumento dei carichi sul terreno superiore o pari al 10% dell'esistente, oppure che richiedano scavi più profondi di 2m;
- scavi a raso di edifici di qualsiasi tipo e di altra proprietà, di profondità maggiore di 2m o, comunque, quando più profondi del piano di posa delle vicine fondazioni;
- riporti o riempimenti permanenti con materiali sciolti (terra e/o ghiaia e massi), di volume superiore a 150mc o di spessore superiore a 1m.

Sono esclusi da tale obbligo (salvo che casi particolari non suggeriscano comunque l'effettuazione di uno studio geologico):

- le derivazioni locali di linee elettriche, linee di telecomunicazione e di distribuzione gas, condotte idriche e condotte fognarie quando di lunghezza non superiore a 100m ed esterne al centro abitato;
- la realizzazione di nuove edificazioni (compresi gli accessori) di tipo privato occupanti una superficie non superiore a 20mq e comunque di volumetria non superiore di 50mc, purchè comportanti scavi di profondità inferiore a 2m e di volume inferiore a 300mc;
- la posa in opera di cartelli e recinzioni, se non comportanti scavi maggiori di 2m;
- gli interventi di sistemazione idraulico-forestale, e di manutenzione ordinaria e straordinaria della viabilità agraria, purchè comportanti scavi e movimenti terra non superiori a 50mc e altezze di scavo non superiori a 1,5m.

#### **8.5.3.1 Indagini e documentazione richieste per la Classe 3**

Le limitazioni di carattere geologico riscontrate per questa classe impongono che la documentazione geologico-tecnica, da predisporre preliminarmente alla progettazione esecutiva degli interventi, valuti dettagliatamente gli aspetti di seguito esposti (la scelta delle tematiche da valutare ed approfondire è comunque sempre effettuata, sulla base dell'insieme delle problematiche individuate nella specifica area di intervento, a discrezione del professionista incaricato, che dovrà anche segnalare eventuali necessità di particolari modalità di intervento o di riduzione e/o limitazione dei parametri massimi dettati dalle N.T.A.):

- descrizione dettagliata della tipologia degli interventi, evidenziante fra l'altro le interazioni degli stessi con l'area di intervento e con le aree ad essa confinanti, anche aventi diversa classe di fattibilità;
- caratterizzazione geologica, geomorfologica e geotecnica dell'area e di un suo intorno significativo. Nel caso di problematiche a carattere geotecnico, gli studi geotecnici dell'area potranno essere supportati da specifiche ed esaustive indagini in sito (mediante l'impiego, a seconda della situazione geologica e dell'entità dell'opera, di sondaggi geognostici, prove penetrometriche, trincee esplorative, indagini geofisiche, ecc.) e in laboratorio;
- caratterizzazione idrologica ed idrogeologica dell'area e di un suo intorno significativo, supportata da specifiche ed esaustive verifiche;
- valutazione della stabilità e della sicurezza dell'area d'intervento e delle aree sottostanti o incombenti sulla stessa, supportata ove necessario da esaustive verifiche geotecniche ed idrauliche, anche di tipo numerico. In particolare, nel caso che le nuove opere comportino la formazione di significativi fronti di scavo (orientativamente: per terre superiori a 2,5m, per rocce superiori a 4m), si ritiene necessaria la predisposizione

di un'analisi di stabilità del pendio in relazione al fronte di scavo previsto, al fine di definire un progetto adeguato in merito alle opere di sostegno temporaneo e definitivo necessarie per evitare l'insacco di fenomeni d'instabilità nei pendii e nelle strutture adiacenti;

- individuazione di interventi nell'ambito dell'area in esame, finalizzati a garantire la massima stabilità e sicurezza delle nuove strutture in progetto, con indicazioni specifiche sulla tipologia degli stessi;
- individuazione di interventi finalizzati alla mitigazione del rischio per l'area in esame, attraverso opere di carattere strutturale anche esterne all'area stessa, con indicazioni specifiche sulla tipologia delle stesse.

Negli ultimi due casi il redattore della documentazione tecnica dovrà anche garantire che gli interventi proposti, migliorativi per l'area di intervento e del suo intorno, non comportino incrementi del rischio per le aree adiacenti.

Per le aree di Classe 3 si richiamano inoltre i seguenti concetti:

- Per le aree ricadenti in tale classe è sempre opportuno prevedere interventi edilizi ad impatto geologico contenuto e comunque, in linea generale, è sempre consigliabile mantenere una distanza di sicurezza, per qualsiasi nuova costruzione, di almeno 20m da frane o orli in erosione classificati in Classe 4, e di 10m da cigli di scarpata classificati in Classe 3; in tali casi dovrà comunque essere sempre prodotta un'accurata analisi della stabilità delle scarpate in relazione alle nuove opere.
- Le aree interessate dalla presenza di frane di tipo quiescente "Fq" classificate in Classe 3 devono sempre essere oggetto di indagini geologico-tecniche molto approfondite (mediante sondaggi ed altre indagini in sito, eventualmente integrate da analisi matematiche di stabilità), al fine di valutare al meglio il grado di stabilità dei pendii e di escludere eventuali tendenze alla riattivazione.
- Le aree interessate da pericolosità potenziale per caduta di massi devono sempre essere oggetto di approfondite indagini geologiche volte a valutare l'effettivo pericolo, e ad individuare i necessari interventi mitigatori. In particolare, il rilascio di concessioni per interventi di nuova edificazione deve essere subordinato alla realizzazione di studi di approfondimento che quantifichino la probabilità e le caratteristiche dei fenomeni di caduta dai versanti a monte, attraverso analisi geomorfologiche e geomeccaniche degli ammassi rocciosi, se necessario (nelle aree a maggior pericolo) integrate con specifiche verifiche delle traiettorie e delle energie di caduta (da effettuarsi con l'utilizzo di opportuni modelli empirici o matematici).
- In merito alla definizione areale e alle attività vietate e consentite nelle "Zone di rispetto" delle sorgenti, si veda il precedente Par.5.3.1.

#### **8.5.4 Norme per la "Classe di fattibilità 4"**

L'alto rischio geologico comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle.

Nelle aree ricadenti in Classe 4 di fattibilità non sono ammesse nuove edificazioni di nessun tipo, se non quelle finalizzate ad opere di monitoraggio, bonifica, consolidamento e messa in sicurezza delle aree stesse. E' inoltre consentita, previa puntuale verifica, anche la realizzazione di opere di interesse pubblico (infrastrutture viarie, reti tecnologiche ed edifici a supporto delle stesse, aree ricreative senza edificazione), purchè non localizzabili in altro sito e purchè le stesse non comportino la presenza continuativa di persone. Tali interventi dovranno comunque essere valutati preventivamente e caso per caso, con il supporto di una dettagliata ed approfondita documentazione geologica e tecnica sostenuta da specifiche indagini in sito, che considerino e valutino tutte le problematiche presenti nell'area ed in un suo congruo intorno.

Interventi edificatori in aree di Classe 4 sono ammessi solo su strutture esistenti (non sono ammesse nuove edificazioni) ed in particolare sono consentiti esclusivamente gli interventi definiti nell'art.31, lettere a), b) e c) della L. 457/1978, salvo le maggiori restrizioni previste dal P.A.I per le aree di frana attiva "Fa".

La realizzazione di nuove strade private (e delle annesse strutture di sostegno ed attraversamento), necessarie per la conduzione e la manutenzione di terreni isolati (attualmente raggiungibili solo con vie pedonali), o per l'accesso ad

edifici abitati in modo continuativo e non serviti da altre vie carrali, potranno essere consentite solo se non localizzabili in altro sito, e a condizione che vengano supportate da un dettagliato studio geologico, che ne verifichi la fattibilità e la sicurezza (in particolare si dovrà verificare che gli interventi non gravino su situazioni fragili e non comportino pericolo reale o potenziale alle aree circostanti).

Si ricorda poi che in caso di edificazioni che prevedano la presenza continuativa di persone in aree di Classe 4, è necessaria la predisposizione da parte del Comune di un adeguato Piano di Protezione Civile.

Nella Classe 4 ricadono anche le zone di tutela assoluta (estensione 10m attorno alle opere di captazione) per le opere di captazione le cui acque in passato sono destinate a scopo idropotabile. A questo proposito si ribadisce che le zone di tutela assoluta, previste dal D.Lgs. 258/2000, art.5 comma 4, aventi un'estensione di almeno 10m di raggio devono essere adeguatamente protette ed adibite esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

**8.5.4.1 Norme per le aree di Classe 4 corrispondenti a “Frana attiva” e “Frana quiescente pericolosa”**

Le attività vietate e consentite in tali aree sono descritte al successivo Par.9.1.

**8.5.4.2 Norme per le aree di Classe 4 corrispondenti alle Zone d'influenza e alle Fasce di rispetto del R.I.M.**

Le attività vietate e consentite in tali aree sono descritte in dettaglio nel Regolamento di Polizia Idraulica comunale (2010) e riportate sinteticamente al precedente Par.5.2.

## 9. CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA DEL P.A.I. E NORME DI ATTUAZIONE

Al fine di implementare l'Atlante dei Rischi idraulici ed idrogeologici del P.A.I. – Delimitazione delle aree in dissesto”, tutti gli elementi geomorfologici significativi individuati e cartografati nell’ambito del presente lavoro e pertinenti alle tematiche dell’Atlante P.A.I. sono stati riportati in un’apposita tavola a scala 1: 10.000, utilizzando la “legenda uniformata a quella del P.A.I.”.

La seguente Tab. 9 definisce i criteri adottati per la conversione degli elementi cartografati nel corso dei rilievi dalla “Legenda uniformata P.A.I.” alla “classificazione di Fattibilità Geologica” (e viceversa), in accordo sia alle norme regionali che alle Norme di Attuazione P.A.I.

In merito allo stato del dissesto dell’area comunale, si segnala che lo stesso è legato essenzialmente:

- a problemi di crolli e caduta di massi dalle pareti rocciose che delimitano i principali impluvi, spesso verticali ed alte alcune decine di metri (Voci P.A.I.: Fa, Fq),
- a problemi di esondazione e di trasporto solido negli alvei dei principali impluvi (Voci P.A.I.: Eb, Em).

Sono localmente presenti anche alcuni smottamenti e frane di scivolamento, nel complesso però abbastanza limitate per numero ed estensione, fatto legato ai generalmente piccoli spessori dei terreni di copertura e alla relativamente modesta circolazione idrica sul territorio.

<b>Aree in frana</b>		
Area di frana attiva e area interessata da caduta di massi; area in erosione accelerata; area rocciosa ad elevato rischio d’instabilità dovuto alla forte pendenza.	Fa	Classe 4
Area di interessata da frane quiescenti pericolose, per crolli e caduta di massi; area di frana recentemente bonificata (*).	Fq	Classe 4
Area di frana quiescente poco pericolosa (**); area di frana stabilizzata; area a pericolosità potenziale per crolli..	Fq	Classe 3
Aree interessate da frane stabilizzate/relitte	Fs	Classe 3/2
<b>Aree interessate da esondazioni e dissesti morfologici a carattere torrentizio</b>		
Aree a pericolosità da esondazione elevata	Eb	Classe 3
Aree a pericolosità da esondazione media o moderata	Em	Classe 3/2

(\*) Aree interessate da interventi di stabilizzazione recenti o in fase di completamento, dei quali non si conosce ancora con precisione l’esito.

(\*\*) Le frane quiescenti “poco pericolose” sono state assegnate alla Classe 3, in accordo ai chiarimenti (Regione Lombardia) sulla direttiva P.A.I. (L. n.183/1989, Art.17, comma 5) riportati in “Professione Geologo” n.14/3/2002.

**Tab. 9 – Correlazione fra la legenda dell’Atlante P.A.I. e quella dello Studio geologico.**

## **9.1 Normativa P.A.I.**

L'Art.9. "Limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico" viene di seguito riportato, limitatamente ai punti di interesse per il Comune di Blello.

1. Le aree interessate da fenomeni di dissesto per la parte collinare e montana del bacino sono classificate come segue, in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici, così come definiti nell'Elaborato 2 del Piano:

Frane:

- Fa, aree interessate da frane attive (pericolosità molto elevata),
- Fq, aree interessate da frane quiescenti (pericolosità elevata),
- Fs, aree interessate da frane stabilizzate (pericolosità media o moderata),

Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua:

- Ee, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata,
- Eb, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata,
- Em, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata,

2. Fatto salvo quanto previsto dall'art.3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree Fa sono esclusivamente consentiti:

- o gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- o gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art.31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- o gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- o gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- o le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- o le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- o la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente valicato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

3. Nelle aree Fq, oltre agli interventi di cui al precedente comma 2, sono consentiti:

- o gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art.31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- o gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
- o gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, nonché di nuova costruzione, purché consentiti dallo strumento urbanistico adeguato al presente Piano ai sensi e per gli effetti dell'art.18, fatto salvo quanto disposto dalle linee successive;
- o la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente; sono comunque escluse la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, l'esercizio delle operazioni di smaltimento e

recupero dei rifiuti, così come definiti dal D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. E' consentito l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi dello stesso D.Lgs. 22/1997 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art.31 del D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art.6 del suddetto decreto legislativo.

4. Nelle aree Fs compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.
5. Fatto salvo quanto previsto dall'art.3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree Ee sono esclusivamente consentiti:
  - gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
  - gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art.31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
  - gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
  - gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
  - i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
  - gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
  - le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
  - la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
  - l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;
  - l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art.31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate

le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art.6 del suddetto decreto legislativo.

6. Nelle aree Eb, oltre agli interventi di cui al precedente comma 5, sono consentiti:
- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art.31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
  - gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
  - la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;
  - il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi di completamento sono subordinati a uno studio di compatibilità con il presente Piano validato dall'Autorità di bacino, anche sulla base di quanto previsto all'art.19 bis.
- 6bis. Nelle aree Em compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n.225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.
12. Tutti gli interventi consentiti, di cui ai precedenti commi, sono subordinati ad una verifica tecnica, condotta anche in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 11 marzo 1988, volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda possibili aggravamenti delle condizioni di instabilità presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso. Tale verifica deve essere allegata al progetto dell'intervento, redatta e firmata da un tecnico abilitato.