



COMUNE DI BESANA IN BRIANZA



DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E
SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

(art. 57, comma 1, l.r. 11/03/05 n. 12)

RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

Aprile 2007

Dott. geol. G. ATTARDO



SOMMARIO

1. **PREMESSA**
2. **RACCOLTA ED ANALISI DEI DATI ESISTENTI**
3. **RILEVAMENTO DI CAMPAGNA**
4. **CARTA GEOLOGICA**
 - 4.1 **Flysch di Bergamo**
 - 4.2 **Conglomerato dell'Adda**
 - 4.3 **Depositi morenici mindeliani**
 - 4.4 **Depositi morenici rissiani**
 - 4.5 **Depositi morenici würmiani**
 - 4.6 **Depositi fluvioglaciali würmiani**
 - 4.7 **Depositi lacustri sin/post würmiani**
5. **CARTA GEOMORFOLOGICA**
 - 5.1 **Zone umide**
 - 5.2 **Piane fluvioglaciali**
 - 5.3 **Colli morenici**
 - 5.4 **Incisioni vallive**
6. **CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE**
7. **INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO**
 - 7.1 **Temperatura dell'aria**
 - 7.2 **Precipitazioni meteoriche**



-
- 8. CARTA IDROGEOLOGICA**
 - 8.1 Permeabilità dei litotipi**
 - 8.1.1 Terreni con permeabilità variabile da ridotta a molto ridotta**
 - 8.1.2 Terreni con permeabilità variabile da media a ridotta**
 - 8.1.3 Terreni con permeabilità variabile da media ad elevata**
 - 8.1.4 Substrato roccioso con permeabilità variabile da ridotta a molto ridotta**
 - 8.1.5 Substrato roccioso con permeabilità variabile da media ad elevata**
 - 8.2 Vulnerabilità degli acquiferi agli inquinamenti**
 - 8.3 Idrografia superficiale**
 - 9. CARTA DELLA RETE ACQUEDOTTISTICA**
 - 10. CARTA DELLA RETE FOGNARIA**
 - 11. CARTA LITOLOGICO-TECNICA**
 - 12. CARTA DI SINTESI**
 - 13. CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA P.A.I.**
 - 14. CARTA DI FATTIBILITÀ PER LE AZIONI DI PIANO**
 - 14.1 Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni**
 - 14.2 Classe 3a - Fattibilità con consistenti limitazioni**
 - 14.3 Classe 3b - Fattibilità con consistenti limitazioni**
 - 14.4 Classe 3c - Fattibilità con consistenti limitazioni**
 - 14.5 Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni**



1. PREMESSA

Gli elaborati geologici allegati al P.G.T. costituiscono la raccolta delle indagini di natura geologica, geomorfologica, idrologica, idrogeologica e geologico-tecnica eseguite nell'ambito della redazione del progetto definitivo del Piano di Governo del Territorio di Besana in Brianza, come disposto dalla D.G.R. n. 8/1566 del 22.12.2005.

In accordo con gli obiettivi della citata legislazione, lo studio si è articolato in:

- a. raccolta e verifica di tutti i dati di natura geologica disponibili sul territorio comunale;*
- b. rilevamento di dettaglio delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche;*
- c. analisi del rischio sismico;*
- d. individuazione delle aree con caratteristiche geologico-tecniche omogenee;*
- e. rappresentazione delle aree in dissesto classificate conformemente alle tavole di delimitazione contenute nel Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po;*
- f. definizione della carta di fattibilità geologica per le azioni di piano;*
- g. stesura della relazione geologica generale;*
- h. stesura delle Norme Geologiche di Piano.*

Fanno parte integrante dell'indagine i seguenti allegati cartografici:

- Allegato n. 1 "Carta geologica" (scala 1/10.000)

È la carta d'inquadramento regionale nella quale sono contenute le informazioni di carattere geologico relativamente ai depositi ed alle formazioni rocciose affioranti sul territorio comunale.

- Allegato n. 2 "Carta geomorfologica" (scala 1/10.000)

In questa carta sono stati evidenziati gli elementi morfologici presenti sul territorio ed i processi morfodinamici legati all'evoluzione recente del paesaggio che ne hanno determinato



l'attuale modellamento. Tutti i processi sono stati inoltre classificati sulla base del rispettivo stato di attività, distinguendoli pertanto in: attivi, quiescenti, stabilizzati, relitti.

- Allegato n. 2a “Carta della pericolosità sismica” (scala 1/10.000)

In questa carta sono state riportate tutte quelle aree del territorio comunale dove sono prevedibili possibili scenari di pericolosità sismica locale.

- Allegato n. 3 “Carta idrogeologica e del sistema idrografico superficiale” (scala 1/10.000)

In questa carta sono stati rappresentati i terreni e le rocce secondo intervalli di permeabilità e secondo classi di vulnerabilità intrinseca. È stata inoltre ricostruita la piezometria della falda più significativa e lo sviluppo del reticolo idrografico superficiale.

- Allegato n. 4 “Rete acquedottistica” (scala 1/10.000)

È la mappatura della rete acquedottistica asservita al territorio comunale.

- Allegato n. 5 “Rete fognaria” (scala 1/10.000)

È la mappatura della rete fognaria asservita al territorio comunale.

- Allegati nn. 6.1-6.2 “Carta litologico-tecnica” (scala 1/5.000)

In questa carta sono stati rappresentati i terreni e le rocce affioranti sul territorio comunale secondo classi litologico-tecniche riconosciute attraverso valutazioni geognostiche.

- Allegati nn. 7.1-7.2 “Carta di sintesi” (scala 1/5.000)

In questa carta sono state riportate le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idrogeologica.

- Allegato n. 8 “Carta del dissesto” (scala 1/10.000)

Questa carta contiene una rappresentazione delle aree in dissesto individuate sul territorio comunale e classificate conformemente alle tavole di delimitazione delle aree in dissesto del P.A.I.

- Allegati nn. 9.1÷9.18 “Carta di fattibilità delle azioni di piano” (scala 1/2.000)

È la zonazione del territorio comunale effettuata sulla base delle suscettività d'uso dello stesso, come prescritto dalla D.G.R.



22.12.05 n. 8/1566.

2. RACCOLTA ED ANALISI DEI DATI ESISTENTI

In questa fase sono stati esaminati e, ove necessario, utilizzati per la stesura dello studio tutti gli archivi presso i quali si è resa disponibile la documentazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica relativa al territorio comunale.

In particolare è stata esaminata l'indagine elaborata dallo scrivente nel 1997, quale supporto della variante al P.R.U.G., mentre per la stesura della *Carta di fattibilità delle azioni di piano* è stato consultato lo studio dei geologi Dott. S. Locchi e Dott. V. Buscaglia finalizzato alla *individuazione del reticolo idrico minore ed alla determinazione delle fasce di rispetto*.

3. RILEVAMENTO DI CAMPAGNA

Nel corso della fase preliminare è stato portato a termine un rilievo di campagna, esteso a tutto il territorio comunale, nel corso del quale sono stati acquisiti i parametri relativi agli **aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici** dell'ambito di ricerca.

4. CARTA GEOLOGICA

Nell'area esaminata sulla **Carta geologica** dell'Allegato n. 1 affiorano quasi esclusivamente i depositi collegati alle glaciazioni pleistoceniche, essendo gli affioramenti del substrato roccioso prequaternario limitati unicamente in una incisione valliva posta ai piedi della frazione di Maresso superiore, al confine con il Comune di Briosco.



In particolare la successione stratigrafica locale è rappresentata dai seguenti termini, ordinati dai più antichi ai più recenti

- *Flysch di Bergamo*
- *Conglomerato dell'Adda*
- *Depositi morenici mindeliani*
- *Depositi morenici rissiani*
- *Depositi morenici würmiani*
- *Depositi fluvioglaciali würmiani*
- *Depositi lacustri sin/post würmiani*

4.1 Flysch di Bergamo

Le caratteristiche litologiche di questa formazione sono individuabili in un'alternanza di strati di arenaria e di argilla rappresentativi delle condizioni di deposizione tardo cretacea su fondali marini abissali.

Gli strati di arenaria testimoniano i depositi di correnti di torbida capaci di trascinare granuli delle dimensioni della sabbia, mentre gli strati di argilla sono indicativi della normale sedimentazione marina resa possibile solo tra la fine e l'inizio di una corrente di torbida.

Il ciclico ripetersi dei fenomeni di torbida è attribuibile allo stadio evolutivo della regione nel periodo di passaggio tra il Cretaceo ed il Paleocene, caratterizzato da frequenti frane sottomarine connesse ai ripetuti terremoti che accompagnavano l'orogenesi alpina.

4.2 Conglomerato dell'Adda

Con questa formazione, rappresentata da un conglomerato poligenico



a cemento calcareo e comunemente definita con il nome di **“Ceppo”**, entriamo nel Quaternario: un’era che vede il netto predominio di prodotti legati all’attività glaciale e ai depositi della rete idrica superficiale.

Il Ceppo rappresenta infatti una *facies alluvionale* che si è formata nel periodo interglaciale Mindel - Riss. Le sue peculiari caratteristiche sono facilmente osservabili in corrispondenza dei fianchi vallivi particolarmente incisi del Torrente Pegorino, nei pressi di Tregasio, e del Fosso Vergo, una breve asta torrentizia che confluisce nel Lambro in corrispondenza dell’abitato di Agliate.

4.3 Depositi morenici mindeliani

I prodotti dell’attività glaciale quaternaria sono suddivisibili in diverse unità sulla base delle caratteristiche morfologiche e litologiche. In particolare alla glaciazione mindeliana sono attribuibili i rilievi morenici disposti ad arco lungo la fascia collinare che si estende da Triuggio a Camparada, includendo così l’estremità meridionale del territorio comunale.

Si tratta di depositi che hanno subito un accentuato processo di trasformazione chimico - fisica, a seguito di un’intensa alterazione.

Dal punto di vista litologico sono costituiti da clasti immersi in un’abbondante matrice argillosa rossastra e nota come “ferretto”.

Morfologicamente i terrazzi mindeliani si distinguono dagli altri terrazzi più recenti in quanto la loro superficie risulta ondulata da deboli rilievi, pendenze molto dolci e valli moderatamente incise.

4.4 Depositi morenici rissiani

I depositi riferibili alla glaciazione rissiana si ritrovano in affioramento



nel settore centro-meridionale del territorio comunale, in un'area compresa tra Calò a Brugora.

Sotto il profilo litogranulometrico si distinguono ghiaie, ciottoli e blocchi di provenienza alpina, immersi caoticamente in una matrice argilloso sabbiosa e con un tipico orizzonte superficiale di alterazione, di colore bruno-rossastro, che può arrivare fino a 5 metri di spessore.

4.5 Depositi morenici würmiani

Costituiscono la cerchia morenica interna che da Alserio, Inverigo, Briosco giunge a Barzanò attraverso il territorio comunale di Besana.

Il nucleo delle frazioni di Naresso, Zoccorino, Vergo, Villa Raverio, Cazzano, Valle Guidino, Montesiro, è costituito da questi depositi che sono facilmente riconoscibili per la presenza di ghiaie, ciottoli e limi con tessitura spesso caotica e sovente abbinata a massi erratici di notevoli dimensioni. In superficie è inoltre presente un debole strato di alterazione di colore bruno-giallastro.

4.6 Depositi fluvioglaciali würmiani

Costituiscono il livello principale della pianura e segnano la transizione dell'ambiente collinare brianzolo con quello della sottostante pianura lombarda.

La natura litologica è rappresentata da ghiaie e sabbie, con ciottoli in scarsa matrice argillosa, e da un sottile strato di alterazione inferiore al metro di spessore.



4.7 Depositi lacustri sin/post würmiani

Questi depositi sono interpretabili come antichi bacini lacustri intermorenici coevi o immediatamente successivi alla glaciazione würmiana.

Sono presenti nel quadrante settentrionale del territorio comunale e sono costituiti da limi e argille grigie varvate a stratificazione orizzontale.

5. CARTA GEOMORFOLOGICA

Nell'ambito del territorio studiato gli aspetti geomorfici presenti sono risultati strettamente connessi alle fasi deposizionali dei periodi glaciali e alle fasi erosive degli interglaciali.

Come evidenziato sulla **“Carta geomorfologica”** dell'Allegato n. 2, le **forme di deposizione** sono ben rappresentate dai **cordoni morenici**, tanto da costituire un aspetto peculiare del territorio.

Le **forme di erosione** sono invece individuate dagli **orli di terrazzi** che bordano le piane fluvioglaciali.

Si tratta in ogni caso di forme e processi non più attivi, in quanto legati ad un sistema morfoclimatico diverso dall'attuale.

Forme di erosione legate all'attuale sistema morfoclimatico sono invece le scarpate che delimitano i corsi d'acqua presenti nel territorio. Si tratta di fenomenologie particolarmente attive, specie in corrispondenza degli alvei torrentizi nei quali si nota una certa tendenza all'approfondimento, come nel caso del tratto del Torrente Pegorino inciso nel Ceppo.

Sulla **“Carta geomorfologica”** dell'Allegato n. 2 sono state rappresentate, oltre alle forme legate alla dinamica morfologica, le principali unità di paesaggio che consentono una lettura del territorio e dei singoli elementi



che lo compongono in relazione agli agenti che li hanno plasmati, fornendo pertanto utili indicazioni per una corretta interpretazione dell'ambiente.

L'area esaminata presenta diverse unità di paesaggio:

- *Zone umide*
- *Piane fluvioglaciali*
- *Colli morenici*
- *Incisioni vallive*

5.1 Zone umide

In questa unità sono stati raccolti tutti gli ambiti a morfologia pianeggiante, caratterizzati da un drenaggio molto lento o impedito in quanto associato a terreni in cui la frazione più fine risulta nettamente predominante sulle altre.

5.2 Piane fluvioglaciali

In questa unità sono stati accorpate tutti gli ambiti terrazzati del territorio comunale, caratterizzati dalla presenza di sabbie e ghiaie e dalla pressoché totale mancanza della matrice limo-argillosa.

5.3 Colli morenici

In questa unità sono stati raccolti tutti gli ambiti collocati in corrispondenza delle dorsali moreniche, caratterizzati dalla presenza di ghiaie, ciottoli e trovanti, legati fra loro con una matrice di natura limoso-sabbiosa.

5.4 Incisioni vallive

Corrispondono agli ambiti vallivi incisi nel substrato litoide, arenaceo



o conglomeratico, e ricoperti da suoli sottili sui quali si è insediata una vegetazione forestale particolarmente vulnerabile a livello degli apparati radicali poco profondi.

6. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Dall'analisi della cartografia d'inquadramento e sulla base delle indicazioni contenute nell'*Allegato 5* della D.G.R. del 22.12.05 n. 8/1566, è stato possibile perimetrare **quattro differenti situazioni tipo** in grado di determinare effetti sismici locali: **Z2 - Z3a - Z4a - Z4c**.

Questa perimetrazione, riportata sulla "**Carta della pericolosità sismica locale**" (*Allegato n. 2a*), costituisce il **Primo Livello di Approfondimento** e fornisce la base per l'applicazione dei successivi livelli.

In una fase immediatamente successiva sono state attribuite, per ciascun scenario tipo, **le classi di pericolosità sismica ed il livello di approfondimento richiesto**.

Sigla	Scenario tipo	Probabili effetti	Classe di pericolosità sismica	Livello approfondimento richiesto
Z2	Zone con terreni di fondazione scadenti	Cedimenti e/o liquefazioni	H2	3°
Z3a	Zone di scarpata con altezza superiore a 10 m	Amplificazioni topografiche	H2	2°
Z4a	Zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2	2°
Z4c	Zone moreniche con presenza di depositi granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2	2°

Si rammenta che il territorio comunale di Besana in Brianza è stato classificato, con il D.M. 05.03.1984, **Zona Sismica 4**, corrispondente cioè a quelle aree con il **minor grado di rischio sismico**. Pertanto l'applicazione del **secondo livello di approfondimento** è previsto negli scenari **Z3a, Z4a, Z4c**, per le



sole costruzioni il cui uso preveda: *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.*

L'applicazione del **terzo livello di approfondimento** è previsto per lo scenario **Z2**, esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti sopra descritti e nelle aree indagate con il 2° livello qualora il **Fattore di amplificazione dei terreni calcolato (Fa)** superi il valore soglia comunale sotto riportato.

VALORI SOGLIA PER IL COMUNE DI BESANA IN BRIANZA			
	Suolo di tipo A	Suolo di tipo B-C-E	Suolo di tipo D
Valori di soglia per il periodo compreso tra 0,1 e 0,5 s	1,0	1,3	1,4
Valori di soglia per il periodo compreso tra 0,5 e 1,5 s	1,4	2,2	3,6

7. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

Ai fini dell'acquisizione dei dati necessari per un preciso inquadramento della tematica sono state consultate le serie storiche relative a stazioni meteo climatiche presenti nel territorio.

In particolare per le determinazioni analitiche relative alla **temperatura dell'aria**, si è fatto riferimento alla stazione di Monza essendo la più vicina e la più idonea per questo tipo di misurazioni.

Mentre per il **regime pluviometrico** sono state prese in considerazione le osservazioni meteo effettuate nella stazione di Cremella nel cinquantennio 1921-1970.



7.1 Temperatura dell'aria

Secondo la classificazione proposta dal Koppen, il clima dell'area studiata viene classificato come **temperato** in quanto la temperatura media annua, fatta registrare presso la stazione di Monza, è risultata pari a 12°C.

Da un confronto con i valori fatti registrare presso alcune stazioni meteo limitrofe, si è verificato che le isoterme tendono a disporsi parallelamente alle isoipse, con un gradiente termico medio pari a 1°C ogni 200 metri di quota.

7.2 Precipitazioni meteoriche

Dall'analisi dei dati forniti dalla stazione di Cremella, nel periodo 1921-1970, si evidenzia che la media annuale delle precipitazioni si aggira attorno a **1.500 mm**, mentre l'intensità media delle precipitazioni è livellata su valori di **18 mm/giorno** con un numero di giorni piovosi per anno pari a **80,3**.

Sulla base di queste caratteristiche il regime pluviometrico del territorio indagato può essere classificato come **sublitoraneo alpino** (*Ottone e Rossetti - 1980*).

8. CARTA IDROGEOLOGICA

Gli elementi a disposizione per la descrizione dell'assetto idrogeologico dell'area si rifanno ai dati stratigrafici relativi ai pozzi situati nelle zone limitrofe ed in particolare a quelli presenti sul territorio comunale.

Occorre inoltre evidenziare che sul territorio comunale è praticamente cessato l'emungimento per usi potabili, in quanto il Comune di Besana in Brianza ha delegato al *Consorzio per l'Acqua Potabile di Milano* l'approvvigionamento idrico.



Pertanto, i pozzi utilizzati per la ricostruzione dell'assetto idrogeologico sono stati forniti, per la maggior parte, dal censimento sull'utenza privata e per la parte rimanente dalle stratigrafie delle strutture dismesse.

A causa dell'evoluzione geomorfologica subita, la struttura idrogeologica è risultata piuttosto articolata, così da identificare **tre acquiferi principali**.

Il più superficiale è contenuto nei depositi alluvionali e fluvioglaciali recenti che permettono una buona resa per via della loro elevata permeabilità, anche se talvolta il loro spessore si riduce notevolmente determinando una modesta trasmissività. In questo acquifero la portata specifica dei pozzi, correlabile alla trasmissività, è di circa **3÷5 l/s**.

L'acquifero intermedio s'individua sia nei livelli più fratturati del **Ceppo dell'Adda**, presente diffusamente nel sottosuolo ed affiorante lungo le scarpate delle valli incise, sia nei livelli meno cementati dove è presente una falda limitata alla base dai depositi impermeabili dell'unità **Argille sotto il Ceppo**.

La produttività di questa falda, attestata attorno a **30÷50 metri di profondità** ed utilizzata da gran parte dei pozzi attivi della zona, corrisponde ad una portata specifica superiore ai **10 l/s**.

L'acquifero più profondo è costituito dai litotipi argillo-sabbiosi appartenenti all'unità litostratigrafica denominata **Argille del Villafranchiano**. La falda in esso contenuta risulta limitata e poco produttiva, con portate specifiche **inferiori al litro/secondo**.

Altre falde sono contenute nei depositi morenici più superficiali e rivestono un interesse locale anche per quanto riguarda l'utilizzo.

L'andamento delle **curve isopiezometriche**, caratterizzato da linee di flusso disposte da NNO a SSE e con un gradiente medio di poco superiore al 2‰,



è quello riprodotto sulla **Carta idrogeologica** dell'Allegato n. 3 e sulle **Sezioni Idrogeologiche** delle **Tavole n. 1 e 2**.

8.1 Permeabilità dei litotipi

Sulla base delle caratteristiche litologiche dei terreni e delle rocce affioranti nell'ambito d'indagine, è stato possibile applicare i criteri emanati nella deliberazione della Giunta Regionale del 18 maggio 1993 e riconoscere **cinque classi di permeabilità**.

8.1.1 Terreni con permeabilità variabile da ridotta a molto ridotta

In questa classe ricadono esclusivamente i **depositi lacustri** caratterizzati da terreni a prevalente granulometria limoso-argillosa.

Indicativamente il coefficiente di permeabilità **k risulta inferiore a 10^{-4} cm/s**.

8.1.2 Terreni con permeabilità variabile da media a ridotta

Questa classe individua i **depositi morenici** caratterizzati da alternanze di livelli in cui prevalgono le granulometrie grossolane, a livelli di materiali più fini costituiti da argille e limi.

Indicativamente il coefficiente di permeabilità **k risulta variabile tra 10^{-4} e 10^{-2} cm/s**.

8.1.3 Terreni con permeabilità variabile da media ad elevata

In questa classe ricadono i **depositi fluvio-glaciali würmiani** costituiti



prevalentemente da materiali grossolani in matrice sabbiosa con frazione fine scarsa o del tutto assente.

Indicativamente il coefficiente di permeabilità **k risulta superiore a 10^{-2} cm/s.**

8.1.4 Substrato roccioso con permeabilità variabile da ridotta a molto ridotta

Identifica la formazione del **Flysch di Bergamo** che per i caratteri litologici e strutturali è da ritenersi **praticamente impermeabile.**

La permeabilità primaria dovuta alla porosità è **pressoché nulla.**

8.1.5 Substrato roccioso con permeabilità variabile da media ad elevata

A questa classe è stato associato il **Ceppo**, costituito da conglomerati in genere molto cementati, passanti a ghiaie e sabbie sciolte e talvolta fratturati.

La **permeabilità secondaria** del litotipo è generalmente **medio-bassa**, ma diviene elevata negli intervalli poco cementati e fratturati che consentono una buona circolazione idrica e la creazione nella parte basale, al contatto con le *Argille sotto il Ceppo* di un acquifero utilizzato per l'approvvigionamento idrico.

La **permeabilità primaria** dovuta alla porosità è **variabile da scarsa a nulla.**

8.2 Vulnerabilità degli acquiferi agli inquinamenti

Per valutare la vulnerabilità degli acquiferi, vale a dire dell'insieme delle caratteristiche naturali del sistema che contribuiscono a determinare la suscettibilità ad assorbire e diffondere un inquinamento, è stata applicata la metodologia definita con l'acronimo anglosassone D.R.A.S.T.I.C.



Secondo tale metodologia è possibile valutare e quantificare la vulnerabilità della falda analizzando sette distinti parametri:

- *profondità della falda (Depth to water table)*
- *ricarica (Recharge)*
- *litologia dell'acquifero (Aquifer media)*
- *litologia del suolo (Soil media)*
- *acclività (Topography)*
- *litologia della zona non satura (Impact of the vadose zone)*
- *conducibilità idraulica (Hydraulic Conductivity)*

Una volta attribuiti ai vari parametri il valore corrispondente, si moltiplicano questi valori per un coefficiente in funzione del diverso peso che i vari fattori hanno nei meccanismi della diffusione dell'inquinamento.

Si ottiene quindi un indice, noto come **DRASTIC INDEX**, avente un campo di variabilità compreso tra **25** e **225** ed in base al valore da esso assunto, vengono istituite **quattro classi**:

DRASTIC INDEX	VULNERABILITÀ
25÷75	bassa (V ₁)
75÷125	media (V ₂)
125÷175	elevata (V ₃)
175÷225	molto elevata (V ₄)

In base a questa analisi il territorio comunale è stato suddiviso in **quattro classi**.

Le zone a **vulnerabilità ridotta (V1)** si hanno in corrispondenza dei complessi sedimentari a grana fine (depositi lacustri) e sono rintracciabili nel settore nord-orientale del territorio comunale.

Le zone a **vulnerabilità bassa (V2)** si individuano in corrispondenza dei depositi morenici mindeliani, costituiti da ghiaie ciottoli e limi inglobati in un'abbondante



matrice ferrettizzata, e dell'unico affioramento di Flysch di Bergamo, litologicamente organizzati da arenarie ed argille in alternanza.

Le zone a **vulnerabilità media (V3)** sono localizzate in coincidenza dei depositi morenici rissiani e würmiani caratterizzati da materiali a granulometria eterogenea e protezione superficiale variabile.

Le zone a **vulnerabilità elevata (V4)** si hanno in coincidenza dei depositi fluvio-glaciali würmiani e degli affioramenti di conglomerato (Ceppo). Questi ultimi sono generalmente poco permeabili se compatti (il grado di vulnerabilità in questo caso è medio), ma in presenza di fessurazioni o di scarsa cementazione diventano vie preferenziali di infiltrazione di eventuali inquinanti innalzando di conseguenza il grado di vulnerabilità.

8.3 Idrografia superficiale

Il reticolato idrografico dell'area in esame risulta fortemente influenzato dalla morfologia. La maggior parte dei corsi d'acqua minori nasce infatti da depositi morenici lasciati in posto dai vasi pedemontani dei ghiacciai pleistocenici, ed hanno una direzione di scorrimento diretta sostanzialmente verso Sud.

I motivi di interesse idrologico dell'area studiata sono legati alla presenza del **Torrente Pegorino** e di altri corsi d'acqua minori che costituiscono il complesso sistema idrografico confluyente nel fiume Lambro.

Il Torrente Pegorino è localizzabile immediatamente a Sud-Est della frazione Montesiro e percorre il territorio comunale in direzione Nord-Sud attraverso una valle particolarmente incisa con una profondità variabile tra i 25 e i 30 metri.



L'alveo e le ripidi pareti sono scavate interamente nel conglomerato (Ceppo dell'Adda) stratigraficamente sottostante ai depositi glaciali delle cerchie moreniche.

Nel tratto osservato, il torrente riceve alcuni affluenti sia da destra che da sinistra, mostrando un ridotto reticolo idrografico poco gerarchizzato.

Il regime idraulico è a carattere prevalentemente torrentizio e risulta condizionato dalle precipitazioni meteoriche, queste sono particolarmente abbondanti in tarda primavera ed autunno con valori massimi di 18 mm/giorno.

Gli altri corsi d'acqua significativi che solcano i depositi fluvioglaciali presentano incisioni meno profonde con direzione di drenaggio prevalente rivolta da Nord verso Sud e regime idraulico anch'esso condizionato dalle precipitazioni meteoriche.

9. CARTA DELLA RETE ACQUEDOTTISTICA

Sulla planimetria dell'**Allegato n. 4** sono stati cartografati i tracciati relativi alla rete acquedottistica desunti dai documenti forniti dal "Consorzio per l'acqua potabile" di Milano e dall'Ufficio Tecnico del Comune di Besana in Brianza.

Non sono stati riportati i pozzi d'uso pubblico in quanto l'approvvigionamento idrico è assicurato da diverse fonti esterne al territorio comunale.

10. CARTA DELLA RETE FOGNARIA

Sulla planimetria dell'**Allegato n. 5** sono stati cartografati i tracciati della rete fognaria comunale, ovvero la configurazione planimetrica del sistema



che provvede allo smaltimento dei reflui fognari attraverso l'immissione in alcuni collettori allacciati ad impianti di depurazione consortili sistemati in ambiti territoriali limitrofi a quelli comunali.

11. CARTA LITOLOGICO-TECNICA

Ai fini della caratterizzazione geotecnica del territorio comunale si è fatto riferimento alla documentazione d'archivio in nostro possesso ed alle indagini eseguite sul territorio comunale.

In base all'analisi critica dei dati disponibili ed ai rilievi di campagna integrativi è stato possibile giungere alla suddivisione dell'ambito comunale nelle **cinque classi litologico-tecniche** riportate sulla **"Carta litologico-tecnica"** degli Allegati nn. 6.1 e 6.2.

La classificazione è stata effettuata secondo gli standard ASTM D2487-92 e D2488-90 per quanto concerne i terreni, mentre per quanto riguarda le rocce è stato adottato lo schema "Weak Rock" (1992).

ML	Limi e argille (classi ASTM: ML-CL-OL-MH-CH-OH)
GW	Ghiaie e sabbie con frazione fine scarsa o assente (classi ASTM: GW-GP-SW-SP)
GM	Ghiaie e sabbie miste alla frazione fine (classi ASTM: GM-GC-SM-SC)
WR mc	Ammasso roccioso poco fratturato, a comportamento prevalentemente duttile. Dimensioni della grana variabili da grossa a media.
WR ac	Alternanza di litotipi a differente comportamento meccanico.

12. CARTA DI SINTESI

In base alle informazioni ricavate dalle indagini descritte ai punti precedenti è stato possibile elaborare un quadro sintetico dello stato di fatto del



territorio rappresentato dalla **“Carta di sintesi”** riportata sugli Allegato nn. 7.1 e 7.2.

Su tale documento, redatto alla scala 1/5.000 su tutto il territorio comunale, e che deve intendersi come documento di lavoro prodromico alla elaborazione delle scelte di piano, sono stati rappresentati, assieme ai tematismi geologici più significativi a tale scopo (fenomeni geomorfologici potenzialmente riattivabili e le aree con caratteristiche geotecniche scadenti) anche elementi ad essi estranei ma ritenuti significativi per una corretta impostazione della pianificazione territoriale; in tale ottica sono state rappresentate tutte le aree soggette a vincolo di natura fisico-ambientale e le aree di interesse scientifico-naturalistico.

Dalla lettura di tale documento cartografico è stato possibile, attraverso l’acquisizione di una completa conoscenza dello stato di fatto del territorio sotto l’aspetto ambientale, impostare i criteri guida per la successiva fase di diagnosi che, attraverso l’incrocio dei dati da esso ricavabili e la loro valutazione critica, ha consentito di giungere alla individuazione delle limitazioni di natura geologico-tecnica alle azioni di piano ed alla modifica delle destinazioni d’uso del territorio.

13. CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA P.A.I.

La **“Carta del dissesto”**, riprodotta sull’Allegato n. 8, è stata elaborata in scala 1/10.000 e contiene tutti gli ambiti comunali in cui sono state individuate le aree classificate in dissesto.

La classificazione e la rappresentazione grafica di questi ambiti è conforme al sistema adottato nelle *Tavole di delimitazione delle aree in dissesto*



del P.A.I..

14. CARTA DI FATTIBILITÀ PER LE AZIONI DI PIANO

La fase diagnostica descritta ai punti precedenti ha consentito la realizzazione della “**Carta di fattibilità per le azioni di piano**”, elaborata in scala 1/2.000 su tutto il territorio comunale (Allegati nn. 9.1÷9.18).

La classificazione proposta deve essere vista come la sintesi di tutte le evidenze, geologico-tecniche, geomorfologiche ed idrogeologiche, espresse attraverso una zonizzazione, in ambiti omogenei, della *fattibilità geologica alle azioni di piano*. Sulla base di quanto disposto dalla D.G.R. del 22.12.2005 n. 81/1566, le limitazioni agli interventi di modifica di destinazione d’uso del territorio comunale, sono state raggruppate in **cinque classi**, descritte secondo un articolato modello che sottolinea gli aspetti più significativi.

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

Classe 3a - Fattibilità con consistenti limitazioni

Classe 3b - Fattibilità con consistenti limitazioni

Classe 3c - Fattibilità con consistenti limitazioni

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

Si evidenzia inoltre che tale documento è di esclusivo utilizzo urbanistico e pianificatorio e che non deve in alcun modo essere considerato sostitutivo delle indagini e degli studi previsti dalle normative vigenti (D.M. 11 marzo 1988, D.M. 14.09.05) per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere.

14.1 Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe rientrano le aree pianeggianti o subpianeggianti, con



inclinazione sino a 20°, e discrete proprietà geotecniche.

Le limitazioni alla modifica di destinazione d'uso dei terreni sono modeste e possono essere superate mediante **approfondimenti d'indagine ed accorgimenti tecnico-costruttivi**.

Tale classe occupa la maggior parte del territorio comunale ed interessa i nuclei abitati delle principali frazioni.

14.2 Classe 3a - Fattibilità con consistenti limitazioni

In questa classe rientrano quelle aree del territorio comunale per le quali le indagini condotte hanno messo in evidenza consistenti limitazioni alla modifica di destinazione d'uso del territorio connesse all'entità e alla natura dei rischi individuati.

In particolare si tratta delle aree più acclivi (> 20°) poste in corrispondenza delle valli fluviali maggiormente incise ove sono possibili piccoli fenomeni di dissesto localizzati e dove l'acclività dei luoghi richiede particolari cautele per la definizione del reale grado di rischio e per l'individuazione delle misure di mitigazione più indicate.

L'utilizzo di queste aree, per scopi edificatori e/o per modifica della destinazione d'uso, è **subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine finalizzati a ridurre il livello della vulnerabilità accertata**.

14.3 Classe 3b - Fattibilità con consistenti limitazioni

In questa classe rientrano quelle aree pianeggianti del territorio comunale, localizzabili nel quadrante nord-orientale caratterizzate da scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni.



L'utilizzo di queste aree, per scopi edificatori e/o per modifica della destinazione d'uso, è **subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine finalizzati a ridurre il livello della vulnerabilità accertata.**

14.4 Classe 3c - Fattibilità con consistenti limitazioni

In questa classe rientrano quelle aree nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni connesse all'elevata vulnerabilità degli acquiferi.

L'utilizzo di queste aree, per scopi edificatori e/o per modifica della destinazione d'uso, è **subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine finalizzati a ridurre il livello della vulnerabilità accertata.**

14.5 Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

In questa classe rientrano quelle aree nelle quali sono state accertate gravi limitazioni connesse alla presenza di fenomeni geomorfologici attivi e di fenomeni legati alle acque superficiali quali le zone permanentemente allagate o interessate da flussi di esondazione.

L'utilizzo di queste aree deve essere escluso da qualsiasi nuova edificazione, se non **opere tese al consolidamento od alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.**