

REL.RG/2000/99

# COMUNE DI BERZO SAN FERMO

*Via Monsignor Trapletti n° 15 - 24060 Berzo San Fermo (BG)*



## COMPONENTE GEOLOGICA NELLA PIANIFICAZIONE COMUNALE SUPPORTO AL PIANO REGOLATORE GENERALE

### **RELAZIONE TECNICA**

Comune di Berzo San Fermo

Dott. Geol. Diego Marsetti

.....

.....

Collaborazione:

Dott. Geol. Fabretto Marco

Dott. Ogliari Ivano

Dott. Geol. Locati Umberto

Settembre 1999

# COMUNE DI BERZO SAN FERMO

*Via Monsignor Trapletti n° 15 - 24060 Berzo San Fermo (BG)*

## COMPONENTE GEOLOGICA NELLA PIANIFICAZIONE COMUNALE SUPPORTO AL PIANO REGOLATORE GENERALE

### RELAZIONE TECNICA

#### *INDICE*

1	INTRODUZIONE .....	6
1.1	Premessa.....	6
1.2	Articolazione del lavoro .....	7
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-TERRITORIALE .....	12
3	CARTA GEOLOGICA.....	13
3.1	Inquadramento geologico.....	13
3.2	Stratigrafia.....	14
3.3	Formazioni rocciose .....	15
3.4	Terreni di copertura.....	25
3.5	Commento alla sezione geologica.....	27
3.6	Tettonica .....	27
3.6.1	Assetto tettonico del sudalpino .....	27
3.6.2	Struttura tettonica delle Alpi Orobie.....	28
3.6.3	Tettonica della Val Cavallina.....	30
4	CARTA GEOMORFOLOGIA .....	33

4.1	Morfologia dell'area studiata.....	33
4.2	Processi morfodinamici .....	34
5	CARTA GEOLOGICO - TECNICA .....	44
6	CARTA DEGLI ASPETTI CLIMATICI.....	45
6.1	Iquadramento climatico .....	45
6.1.1	Precipitazioni.....	46
6.1.2	Temperatura dell'aria .....	47
6.1.3	Umidità relativa.....	48
6.1.4	Nebbia .....	48
6.1.5	Vento .....	49
6.1.6	Evapotraspirazione e bilancio idrico .....	51
7	CARTA VEGETAZIONALE .....	53
7.1	Metodologia ed impostazione del lavoro.....	53
7.2	Substrato vegetazionale.....	53
7.3	Inquadramento climatico vegetazionale .....	53
7.4	Vegetazione potenziale .....	54
7.5	Il paesaggio vegetale .....	55
7.5.1	La carta della vegetazione .....	55
7.6	Aree urbanizzate .....	60
8	CARTA DELLE ACCLIVITA' .....	61
8.1	Finalità all'utenza urbanistica .....	62
8.2	Modalità di applicazione .....	64
9	CARTA IDROGEOLOGICA.....	65
9.1	Idrografia.....	65
9.2	Idrogeologia .....	67
9.2.1	Struttura idrogeologica generale degli acquiferi in depositi alluvionali.....	68
9.2.2	Censimento dei dati idrogeologici.....	69
9.2.3	Piezometria della falda e portate specifiche.....	72
9.2.4	Permeabilità e vulnerabilità degli acquiferi .....	73
10	SEZIONI IDROGEOLOGICHE .....	76
10.1	Sezione A-A' .....	76
10.2	Sezione B-B' .....	77
11	CARTA DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO E FOGNARIO.....	78
12	LA CARTA DI SINTESI .....	79
12.1	Aspetti di vincolistica ambientale.....	81
13	CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E RIFLESSI SULLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE.....	82
13.1	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano .....	82

13.1.1	Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni.....	82
13.1.2	Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni .....	83
13.1.3	Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni .....	83
13.1.4	Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni .....	84
13.1.5	Zona di rispetto pozzi per acqua, adibiti al consumo umano .....	85
13.1.6	Fascia di rispetto di inedificabilità assoluta per i corsi d'acqua .....	87
14	<b>RICHIAMI NORMATIVI .....</b>	<b>89</b>
15	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>92</b>

**ALLEGATI**

Allegato 01	Inquadramento geografico	Varie	ns. Rif. P1251.dwg
Allegato 02	Carta geologica	1:5.000	ns. Rif. P1252.dwg
Allegato 03	Sezioni geologiche	Varie	ns. Rif. P1253.dwg
Allegato 04	Geomorfologia	1:5.000	ns. Rif. P1254.dwg
Allegato 05	Carta geologico - tecnica	1:5.000	ns. Rif. P1255.dwg
Allegato 06	Carta degli aspetti climatici	Varie	ns. Rif. P1256.dwg
Allegato 07	Carta della fisionomia della vegetazione	1:5.000	ns. Rif. P1257.dwg
Allegato 08	Acclività	1:5.000	ns. Rif. P1258.dwg
Allegato 09	Carta idrogeologica	1:5.000	ns. Rif. P1259.dwg
Allegato 10	Sezioni idrogeologiche	Varie	ns. Rif. P1260.dwg
Allegato 11	Sistema acquedottistico	1:5.000	ns. Rif. P1261.dwg
Allegato 12	Sistema fognario	1:5.000	ns. Rif. P1262.dwg
Allegato 13	Sintesi tecnica dei dati	1:5.000	ns. Rif. P1263.dwg
Allegato 14	Sintesi dei vincoli a carattere ambientale	1:5.000	ns. Rif. P1264.dwg
Allegato 15	Carta della fattibilità	1:5.000	ns. Rif. P1265.dwg

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Premessa

Il presente lavoro tratta lo studio geologico di supporto al Piano Regolatore Generale del Comune di Berzo San Fermo a seguito dell'incarico affidato allo scrivente dall'Amministrazione Comunale di Berzo San Fermo.

La finalità del lavoro svolto è stata dunque la descrizione dell'intero territorio comunale dal punto di vista della geologia, della geomorfologia, dell'idrogeologia, della geologia-tecnica, della climatologia in modo tale da essere di valido supporto alla pianificazione urbanistica.

Essendo uno strumento a supporto della programmazione, l'obiettivo di studio è quello di raccogliere i principali parametri geologici dell'area esaminata e, osservandoli nella loro globalità e nelle loro interrelazioni, evidenziare le vocazioni e le limitazioni d'uso del territorio, anche per poter predisporre in linea generale i provvedimenti di salvaguardia e la valorizzazione dei beni ambientali.

Il risultato che emerge dagli esami comparati è una sintesi geoambientale, cioè un'identificazione della qualità di fatto dell'ambiente fisico, predisposta con i responsabili della gestione del territorio e che si vuole sia immediatamente leggibile dai fruitori.

Lo studio della suddetta componente geologica nella pianificazione comunale è di carattere interpretativo e la sua validità si fonda sulla qualità ed abbondanza dei dati di base, sulla sensibilità ai problemi ambientali locali acquisita dagli stessi tecnici che operano sul territorio nonché mediante ripetuti sopralluoghi e rilievi specifici sul terreno effettuati dallo scrivente con i propri suoi collaboratori.

I dati emersi dovranno essere recepiti e trasferiti in scelte esecutive dal Progettista del P.R.G., che adatterà le delimitazioni geologiche alle sue unità areali di lavoro.

Lo studio è stato redatto secondo quanto disposto dall'art. 3 della Legge Regionale n° 41 del 24.11.1997 recante la "Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti" e alla Deliberazione della Giunta Regionale n° 6/37918 del 06.08.1998, recante l'"Approvazione del documento di criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale, secondo quanto disposto dall'art. 3 della Legge Regionale n° 41 del 24.11.1997".

Per quanto riguarda le scale e le modalità di restituzione degli elaborati, si sono considerate le indicazioni fornite dalla D.G.R. n. 6/40996 del 15 gennaio 1999 con realizzazione, attraverso una integrazione dell'incarico originario avvenuta in corso di redazione del lavoro, della carta di fattibilità sull'intero territorio comunale.

Si sono tenute anche in considerazione, quando compatibili con le normative attualmente in vigore, le indicazioni fornite Deliberazione della Giunta Regionale n° 5/36147 del 18.05.1993, pubblicata sul B.U.R.L. venerdì 16 luglio 1993, recante i *“Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale”*. In questo documento si fa specifico ed importante riferimento alla Legge 183/89 sulla difesa del suolo ed alla Legge Regionale 33/88 sulla disciplina delle zone a rischio geologico.

Occorre precisare che questo lavoro non ha lo scopo di affrontare singoli problemi specifici geologici-tecnici, né esime l'Amministrazione ed i Cittadini dall'assolvere gli obblighi derivanti da specifiche normative di legge concernenti il settore edilizio, geotecnico e/o ambientale.

Si fa presente, infine, che il professionista incaricato conserva i diritti d'autore sul lavoro presentato, elaborati cartografici compresi e che la committenza può utilizzare gli stessi una sola volta e soltanto per lo specifico fine per il quale essi sono stati eseguiti.

## **1.2 Articolazione del lavoro**

Per il rilevamento di terreno e la rappresentazione grafica dei tematismi sono state utilizzate come basi cartografiche la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 aggiornata al 1994 (C5d2 Trescore Balneario, C5e2 Adrara San Martino), Tavoleta Istituto Geografico Militare in scala 1:25.000 (F° 33 II S.E. Trescore Balneario) Edizione 4 - 1974, ed il rilievo aerofotogrammetrico in scala nominale 1:2.000 realizzato dal Comune di Berzo San Fermo tratto dallo specifico volo del 22 marzo 1995 realizzato dalla Ditta Canavesi srl di Bergamo.

La cartografia realizzata nel 1995, pur essendo molto dettagliata sulle infrastrutture ed in generale nelle aree più antropizzate, presenta lievi incongruenze con lo stato di fatto nelle aree boscate nella rappresentazione di alcune forme morfologiche.

Quest'ultima cartografia inoltre, essendo realizzata in formato vettoriale, ha permesso di produrre delle elaborazioni di elevato dettaglio, riguardanti il territorio comunale. Nelle prime fasi di studio si è proceduto alla raccolta ed alla valutazione dei dati geologici già disponibili in seguito a precedenti lavori eseguiti sul territorio comunale; dati di carattere geologico-ambientale sono stati inoltre ricavati dalla bibliografia scientifica consultabile presso le biblioteche del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano - Sezione di Bergamo, del Museo Civico di Scienze Naturali "Enrico Caffi" di Bergamo, della Provincia di Bergamo Assetto territorio ed Ambiente.

Si è dato corso in seguito al rilevamento litostrutturale e geomorfologico in scala 1:5.000 dell'intero territorio comunale e si sono aggiornati ed estesi i rilevamenti geologici del territorio di Berzo San Fermo in scala 1:10.000 e 1:5.000 eseguiti dallo scrivente tra gli anni 1988 e 1992. I nuovi rilevamenti sono stati conclusi nel luglio 1999.

Lo schema metodologico adottato per l'esecuzione del presente studio è il seguente:

- Raccolta dei dati bibliografici inerenti gli aspetti geologici, geomorfologici, pedologici, idrologici, idrogeologici, naturalistici – ambientali, necessari alla produzione della cartografia d'inquadramento.
- Integrazione dei dati bibliografici mediante rilievi di terreno, analisi critica della documentazione e dei dati raccolti con analisi delle informazioni disponibili. Nel corso di questa fase, si è compiuta un'analisi incrociata dei fattori di rischio, del loro possibile impatto con le caratteristiche del territorio di Berzo San Fermo e delle conseguenti limitazioni per lo sviluppo antropico. Quest'analisi è realizzata anche con l'obiettivo di individuare situazioni in cui l'equilibrio naturale può comprometersi facilmente attraverso interventi che non tengano conto dello stato dei luoghi (geologico, geomorfologico ed idro - idrogeologico), in modo di dotare gli strumenti di pianificazione con un mezzo di tutela ambientale preventiva.

Gli elaborati cartografici fondamentali realizzati e sintetizzanti queste due fasi sono:

- **Inquadramento geografico**  
In quest'elaborato cartografico è riportato l'inquadramento geografico ed amministrativo del territorio comunale di Berzo San Fermo, una preliminare caratterizzazione morfonumerica ed una serie di immagini utili per un migliore comprensione dell'assetto del territorio comunale;
- **Carta geologica e sezioni geologiche**  
In quest'elaborato sono riportate le informazioni di carattere geologica (natura litologica dei terreni, assetto delle unità riconosciute e rapporti reciproci) del territorio comunale di Berzo San Fermo. Le informazioni riportate sono sia originali che tratte da bibliografia. Associato a questo elaborato è stato realizzato un elaborato riportante due sezioni geologiche finalizzate alla ricostruzione in profondità, del territorio comunale.
- **Carta geomorfologica**  
In quest'elaborato sono riportate le informazioni di carattere geomorfologico (forme riconoscibili e stato di attività dei processi responsabili della morfogenesi) del territorio comunale di Berzo San Fermo.
- **Carta geologico – tecnica**  
Dalla interazione dei dati ricavati dalla geologia e da informazioni a carattere bibliografico sulle litologie presenti, si è realizzata una carta di prima caratterizza-



zione geologico – tecnica delle unità superficiali. I valori attribuiti alle singole unità geologico – tecniche sono rappresentativi della media di ciascuno dei parametri delle litologie che compongono le unità geologiche. In ogni modo, i valori riportati non sostituiscono le indagini puntuali e gli approfondimenti connessi ai singoli progetti, secondo quanto disposto anche dalla normativa vigente (D.M. 21.03.1988).

▪ **Carta degli aspetti climatici**

In questo elaborato vengono riportati gli aspetti climatici caratteristici del territorio comunale e di un suo discreto intorno.

▪ **Carta della fisionomia della vegetazione**

Questo elaborato è stato realizzato utilizzando le foto aeree realizzate per conto dell'Amministrazione comunale di Berzo San Fermo con successive verifiche in sito. Esso riporta le caratteristiche principali della vegetazione presente suddivisa per macro gruppi fisionomici.

▪ **Carta delle acclività**

In quest'elaborato cartografico è riportata la clivometria del territorio comunale finalizzata all'individuazione di quelle aree che, sia per le caratteristiche di pendenza, sia per le indicazioni dettate dalle normative menzionate, presentano delle limitazioni d'uso o di trasformazioni d'uso del suolo.

▪ **Carta idrogeologica e sezioni idrogeologiche**

In quest'elaborato sono riportate le caratteristiche di permeabilità superficiale dei terreni, il reticolo idrografico principale, le aree esondabili se individuate e di dimensione cartografabile, individuate su base morfologica in quanto non sono stati reperiti dati per la delimitazione delle aree in base a verifiche idrauliche e l'ubicazione dei pozzi idrici e sorgenti. Sono poi riportate le fasce di rispetto delle opere per captazione d'acqua per uso umano (pozzi e sorgenti), individuate secondo le direttive del DPR n° 236/88. Associato a questo elaborato è stato realizzato un elaborato riportante sezioni idrogeologiche finalizzate alla ricostruzione in profondità, del territorio comunale.

▪ **Carta del sistema acquedottistico e fognario**

Vengono in sintesi rappresentate le principali infrastrutture acquedottistiche e fognarie. Sono inoltre rappresentate le opere di captazione d'acqua e i bacini.

▪ **Carta di sintesi**

In quest'elaborato sono sintetizzate le conoscenze disponibili dal punto di vista geologico – geomorfologico – idrografico – idrogeologico e geotecnico, ritenute limitative per l'edificazione. Sono inoltre riportati i vincoli normativi di natura fisico – ambientale ed antropica (distanze dai corsi d'acqua L.431/1985, L.523/1904, vincoli 1497/1939, ecc.). Sono poi riportate le fasce di rispetto delle opere per

captazione d'acqua per uso umano (pozzi e sorgenti), individuate secondo le direttive del D.P.R. n° 236/88.

L'elaborato conclusivo per la caratterizzazione del territorio del Comune di Berzo San Fermo dal punto di vista delle caratteristiche geologico – ambientali, è rappresentato dal seguente elaborato:

▪ **Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano**

Quest'elaborato opera una zonazione del territorio in quattro classi definite "Classi di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano". Tale elaborato è stato realizzato effettuando una zonazione su tutto il territorio comunale così come previsto dalla DGR n. 6/40996 del 15 gennaio 1999, sia in dettaglio nelle aree di prevista espansione urbanistica.

La suddivisione è operata in relazione alla sensibilità del territorio alle modifiche indotte dall'eventuale nuova urbanizzazione o ad una trasformazione dell'urbanizzato presente. Ogni classe presenta una diversa propensione del territorio a sostenere interventi antropici e, quando l'intervento è giudicato ammissibile, si può ricavare indirettamente la dimensione e l'incidenza economica degli eventuali interventi aggiuntivi per un uso o una trasformazione d'uso del suolo in sicurezza.

Nel caso in cui la trasformazione d'uso presenti controindicazioni, sono formulate raccomandazioni sulle cautele generali da adottare o sugli studi e le indagini da effettuare nel caso si ravvisi la necessità di approfondimenti preliminari.

Le indicazioni che scaturiscono dalla Carta di Fattibilità devono essere recepite dagli strumenti urbanistici ed hanno l'effetto di minimizzare le conseguenze dannose sull'attività antropica da parte degli elementi naturali, connesse ad un utilizzo improprio del territorio.

In questa fase è stata anche valutata, attraverso l'analisi incrociata degli elementi evidenziati nella Carta di Sintesi, la vocazione d'uso del territorio, definendo i possibili rischi cui è soggetto. Ciò ha consentito di affrontare la lettura delle caratteristiche intrinseche del territorio, di conoscere e, quindi, di poter prevedere le situazioni che possono compromettere gli equilibri naturali attuando anche una tutela ambientale preventiva. Sulla carta è stata riportata anche la sintesi degli ambiti territoriali gravati da vincoli a carattere ambientale. In particolare, per quanto riguarda le fasce di rispetto delle opere per captazione d'acqua per uso umano (pozzi), individuate secondo le direttive del D.P.R. n° 236/88, si sono individuati i punti critici tenendo però separata la caratterizzazione puramente tecnica, dalle limitazioni alla fattibilità imposte dalla normativa. Resta inteso che comunque, per gli interventi previsti entro tali aree, vale quanto previsto dalle specifiche normative vigenti.

Le raccomandazioni del Servizio Geologico della Regione Lombardia prevedono la realizzazione di una Carta della dinamica geomorfologica e di prima caratterizzazione geotecnica. Tale elaborato, vista l'omogeneità delle situazioni geomorfologiche e geologiche riscontrate nelle aree di espansione urbanistica, la scala degli elaborati di analisi più dettagliata rispetto a quanto consigliato dalle normative precedentemente citate e le scarse e frammentarie informazioni bibliografiche disponibili relativamente alle caratteristiche geotecniche dei terreni, si è optato per una sua non realizzazione in quanto quindi giudicato ininfluenza rispetto alla realizzazione della zonazione della fattibilità.

Il progresso tecnologico ottenuto nell'hardware, la sempre maggiore versatilità dei software di gestione di dati e la crescente necessità di analizzare, elaborare, controllare e gestire diverse variabili simultaneamente e in tempi brevi, hanno portato ad un grande impiego dei Sistemi Informatici. E' quindi chiaro che, per una corretta pianificazione ed analisi del territorio, ove interagiscono quelle discipline che necessitano l'elaborazione ed il confronto di un gran numero d'informazioni spesso eterogenee tra loro, ci si è avvalsi, anche per la restituzione degli elaborati conformemente alla DGR n. 6/40996 del 15 gennaio 1999, in questo lavoro dei Sistemi Informatici suddetti tramite i seguenti software: Autocad 14 R. (Serial Number 640-00037985), Cad Overlay S8 (Serial Number 112454200006), Ilwis-ltc (Serial Number 783) DisCAV 8.16 (Serial Number G004381). AddCad 5.0 (Serial Number A0846-28), RockWare Utilities 4.0 (Serial Number 19177).

La cartografia tecnica, così informatizzata e realizzata su base numerica per tutti i dati tematici di rilievo, costituisce di fatto la rappresentazione grafica, per un futuro sempre più importante e necessario, Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) o Geographical Information System (G.I.S.) atto ad archiviare, editare, manipolare e visualizzare informazioni e dati che abbiano una localizzazione geografica con i loro relativi attributi.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-TERRITORIALE

*(Allegato 1)*

Il territorio del Comune di Berzo San Fermo, in provincia di Bergamo, si trova nella porzione meridionale della Valle Cavallina, interamente sulla sinistra orografica del Fiume Cherio e si estende su di una superficie complessiva di 5.79 km<sup>2</sup>.

Nell'ambito del territorio comunale sono presenti due nuclei abitati antichi oramai congiunti da nuove edificazioni ed ubicati su un pianoro rilevato di alcune decine di metri rispetto al fondovalle del torrente Cherio. Attualmente l'abitato del Comune di Berzo San fermo è raggiungibile percorrendo un tratto di strada comunale che si immette nella S.P. n° 89.

Più in dettaglio il territorio di Berzo San Fermo si estende su una superficie piana che si sviluppa da Sud - Ovest a Nord - Est quasi a forma trapezoidale ed è racchiusa a Nord dal crinale del Col di Co - monte Fossana, ad est dal Col di Croce ed a sud dal Monte dei Ronchi - Pizzo Mosca - Punta Campo Alto - Colle la Guina.

Dal punto di vista strettamente geografico il territorio di Berzo San Fermo confina a Nord con il Comune di Grone, ad Est con il Comune di Adrara San Martino, a Sud con il Comune di Foresto Sparso ed ad Ovest con i Comuni di Entratico, Borgo di Terzo e Viganò San Martino.

Dal punto di vista idrografico il territorio di Berzo San Fermo appartiene al bacino del Fiume Cherio con andamento NNE-SSW.

La piana su cui sorge in nucleo antico dell'abitato di Berzo San fermo ha quote comprese tra i 330 ed i 350 m s.l.m. mentre il monte più alto è l'area del Monte di Grone che raggiunge l'altitudine di 1160 m s.l.m.

In generale, se si esclude l'area più antropizzata, sono ben conservati i caratteri morfologici originari. Solo nella porzione più centro occidentale si è avuta una profonda alterazione antropica della morfologia.

Elementi che caratterizzano il paesaggio di Berzo San Fermo, sono il solco vallivo del torrente Bescasolo che taglia da est ad ovest il territorio comunale, l'incisione della Valle della Guina e l'orlo della scarpata che raccorda la piana di Berzo San fermo con l'area di influenza del torrente Cherio.

La piana di Berzo San Fermo è percorsa in senso longitudinale dal Torrente Bescasolo, affluente di sinistra del Fiume Cherio. Tributari del Bescasolo sono una serie di rii a carattere prettamente torrentizio, che solcano le pendici dei colli circostanti; tra questi degni di menzione sono il torrente che scorre da C.na Pugna, il torrente che nasce dall'area di Stalla Bedola.

### 3 CARTA GEOLOGICA

*(allegato 02)*

#### 3.1 Inquadramento geologico

Nella carta geologica le rocce ed i terreni sono distinti in base alla loro natura litologica, all'ubicazione stratigrafica (epoca di formazione) o, nel caso dei terreni, in base al processo prevalente che li ha formati. Questi elementi sono la base anche per la comprensione dei caratteri geomorfologici ed idrogeologici dell'area e permettono di formulare valutazioni sulle attitudini urbanistiche del territorio comunale.

Nella sezione di valle presa in considerazione, le rocce affioranti appartengono a formazioni prevalentemente di origine sedimentaria: calcari, calcari marnosi, calcari dolomitici dolomie ed alternanze in facies di Flysch depositatesi tra il Norico - Retico ed il Cretacico superiore (Coniaciano). Da un punto di vista strutturale invece, esse appartengono ad un insieme noto come Alpi Meridionali - dal tipico stile tettonico a pieghe, pieghe-faglie e scaglie embriciate - e più precisamente alla "Zona delle Prealpi Bergamasche". Quest'ultima è caratterizzata, nel settore prospiciente la pianura, da rocce piegate in anticlinali e sinclinali con asse orientato, nel complesso, da oriente ad occidente.

Durante il rilevamento geologico si è potuta osservare la presenza di successioni ridotte che si inseriscono organicamente nell'area circostante fortemente deformata dalla tettonica alpina.

L'analisi foto - interpretativa ha mostrato evidenze morfologiche-strutturali di particolare interesse mettendo in risalto anche la notevole influenza che può avere l'erodibilità dei litotipi sul paesaggio. Questa indagine è stata realizzata utilizzando foto aeree fornite dal Comune di Berzo San Fermo. La ricerca si è svolta in due fasi:

- durante la prima fase, tramite stereoscopio, ci si è soffermati in particolar modo sulla geomorfologia della zona, riportando in carta oltre che agli incrementi e le diminuzioni di pendenza (confermati poi con l'analisi al calcolatore - sistema GIS), anche i depositi superficiali.
- la seconda fase si è basata nella verifica e nella rifinitura del lavoro di campagna in cui sono state evidenziate le unità della legenda, soffermandosi soprattutto all'individuazione di particolari discontinuità strutturali non rilevabili sul terreno.

### 3.2 Stratigrafia

Nell'ambito del territorio sono state riconosciute, dalla più antica alla più recente, le seguenti formazioni:

#### **TRASSICO-GIURASSICO**

<b>ZU</b>	Calcare di Zu (Norico - Retico)
<b>DC</b>	Dolomia a Conchodon (Retico superiore - Hettangiano inferiore)
<b>SE</b>	Calcare di Sedrina (Hettangiano)
<b>FC</b>	Formazione di Concesio (Toarciano - Aaleniano)

#### **CRETACICO**

<b>AS</b>	Arenaria di Sarnico (Coniaciano)
<b>FP</b>	Flysch di Pontida (Turoniano medio superiore)
<b>FCE</b>	Flysch di Colle Cedrina (Turoniano medio superiore)
<b>UC</b>	Unità Cenomaniane (Cenomaniano)
<b>SL</b>	Sass della Luna (Albiano superiore)
<b>BM</b>	Marne di Bruntino (Aptiano inferiore - Albiano superiore)
<b>MC</b>	Maiolica (Turoniano superiore - Aptiano inferiore)
<b>RA</b>	Rosso ad Aptici (Kimmeridgiano - Turoniano superiore)
<b>RD</b>	Radiolariti (Batoniano superiore - Kimmeridgiano)

#### **QUATERNARIO**

<b>cl</b>	Complesso del Monte di Lovere
<b>co</b>	Complesso dell'Oglio
<b>fl</b>	Depositi fluvioglaciali e lacustri
<b>df</b>	Depositi di frana
<b>al</b>	Depositi alluvionali recenti
<b>ds</b>	Depositi di origine antropica

### 3.3 Formazioni rocciose

#### ZU Calcare di Zu (Norico - Retico)

##### Descrizione litologica

Si tratta di calcari micritici e bioclastici, calcari marnosi da grigi a nerastri, in strati decimetrici piano - paralleli od in banchi plurimetrici costituiti da strati amalgamati. Sordordinatamente sono presenti intercalazioni di marne e, più raramente, argilliti marnose nerastre di spessore metrico presenti soprattutto alla base ed alla sommità dell'unità.

Caratteristica dell'unità è la presenza di una unità fossilifera intermedia con presenza di Coralli, Brachiopodi, Crinoidi, Foraminiferi, ooliti e localmente grossi Megalodontidi.

##### Brevi cenni storici, paleontologici, cronostratigrafici

L'unità del Calcare di Zu è stata formalizzata da Gnaccolini nel 1965 e successivamente studiato da Lakew nel 1990 ed a più riprese dallo stesso Gnaccolini, anche in collaborazione con Jadoul (1992).

Il calcare di Zu è riccamente fossilifero con associazioni di Lamellibranchi, Brachiopodi, Protosomata, Foraminiferi e numerose specie di coralli.

Sulla base del contenuto faunistico il calcare di Zu veniva attribuito al Retico. Recentemente la biostratigrafia delle palinofacies rinvenute in questa unità ha ubicato temporalmente il periodo di sedimentazione a cavallo tra il Norico e Retico.

##### Affioramenti, spessori, limiti stratigrafici

L'unità affiora nella porzione nord - orientale del territorio comunale nella zona dei Fienili di Foppa di Fra.

Si presenta con spessori di circa 400 - 450 metri e poggia sulle Argilliti di Riva di Sotto (non affioranti a berzo San Fermo) ed è ricoperto dalla Dolomia a conchodon.

##### Ambiente di sedimentazione

L'associazione delle lito e biofacies evidenzia un ambiente deposizionale di profondità generalmente bassa a sedimentazione mista carbonatica - marnosa, spesso in prossimità della superficie marina per la presenza di laminazioni connesse al moto ondoso.

## **DC Dolomia a conchodon (Retico superiore - Hettangiano inferiore)**

### Descrizione litologica

È costituita da calcari e calcari dolomitici e dolomie oolitiche talora ricristallizzate, colore nocciola o grigio chiaro; in superficie è generalmente presente una patina di alterazione biancastra.

La stratificazione è massiccia od in grossi banchi e solo localmente, verso il tetto e verso il letto, sono presenti livelli a stratificazione più decisa.

Dove gli strati sono meno evidenti prevale un aspetto saccaroide ed una frattura quasi concoide, rarissima è la presenza di coralli e di selce.

Sovente nei calcari della parte alta dell'unità la superficie esterna è crivellata da piccoli fori a sezione circolare oppure ellittica.

### Brevi cenni storici, paleontologici, cronostratigrafici

L'unità è stata formalizzata da Gnaccolini nel 1964 nella Lombardia occidentale, affiora con grande continuità in gran parte delle Prealpi Bergamasche dal M. Albenza sino al lago d'Iseo.

I fossili sono estremamente rari, perlopiù rappresentati da piccoli Foraminiferi bentonici. I conchodon citati nel nome della formazione sono assenti o rarissimi.

L'età dell'unità è Retico superiore con la porzione sommitale attribuita all'Hettangiano basale.

### Affioramenti, spessori, limiti stratigrafici

L'unità affiora nell'area del M. Fossana e nella porzione più orientale del territorio comunale.

Dalla letteratura si ricava uno spessore indicativo di 90 - 120 metri

Il limite inferiore è netto con il calcare di Zu ed è evidenziato dalla comparsa di grainstones oolitici massicci soprastanti calcari sottilmente stratificati.

Il limite superiore è pure netto ed è evidenziato dalla comparsa di calcari grigi e grigio scuri stratificati del calcare di Sedrina.

### Ambiente di sedimentazione

L'ambiente deposizionale è quello di una estesa piattaforma carbonatica in prevalenza subtidale di tipo bahamiano dominata da un'elevata produttività in ooliti, fanghi pellettiferi e micrite.



## **SE Calcare di Sedrina (Hettangiano)**

### Descrizione litologica

L'unità è costituita da calcari di colore grigio nocciola e narastrì in strati generalmente evidenti.

Sono presenti alcuni livelli selciosi.

### Brevi cenni storici, paleontologici, cronostratigrafici

Il Calcare di Sedrina è stato definito formazionalmente da Francani nel 1967 con area di affioramento tipo a Sedrina in Val Brembana.

In base al contenuto di fossili, rappresentati da Ammoniti e Brachiopodi, è Hettangiana.

### Affioramenti, spessori, limiti stratigrafici

L'unità affiora in un piccolo lembo nella porzione settentrionale del territorio comunale. Lo spessore nella sezione tipo è di circa 150 metri.

Il limite inferiore è frequentemente transizionale e normalmente corrisponde al passaggio tra i calcari dolomitici della Dolomia a Concodon ed una successione meglio stratificata di colore più scuro con intercalazioni marnose e più abbondanti noduli di selce.

### Ambiente di sedimentazione

L'ambiente di sedimentazione è tipico di una sequenza trasgressivo - regressiva che in questo periodo caratterizza l'intero bacino di sedimentazione lombardo.

## **FC Formazione di Concesio (Toarciano - Aaleniano)**

### Descrizione litologica

La formazione è costituita da calcari marnosi grigiastri e nocciola e marne ben stratificati, molto tenaci, con noduli e liste di selce nera; calcari arenacei grigio chiari ed arenarie, calcari marnosi color nocciola intercalati da marne arenacee - giallo verdastre e laminate.

Verso la base dell'unità appare un caratteristico livello, di spessore da uno a qualche metro, di arenarie e microbreccie con frammenti di gusci di molluschi e radioli di echini.

La stratificazione è molto ben distinta con strati di 30 - 35 centimetri.

### Brevi cenni storici, paleontologici, cronostratigrafici

La formazione prende il nome dall'area di Concesio ed è stata istituita da Boni & Cassinis nel 1972. Rappresenta quella che i vecchi autori (Vecchia, 1948 - 1949) chiamavano "Formazione clastica del Lago d'Iseo".

L'età della formazione è Toarciano - Aaleniano ed il contenuto fossilifero è molto variabile lateralmente e verticalmente. Esso comprende Echinodermi, Crinoidi, Brachiopodi, Bivalvi e Cefalopodi.

#### Affioramenti, spessori, limiti stratigrafici

L'area di affioramento è ubicata nella porzione settentrionale del territorio comunale. Lo spessore varia da pochi metri ad alcune centinaia di metri. In quest'area lo spessore affiorante è di poche decine di metri.

Inferiormente la formazione poggia sul Calcare di Domaro, con graduale passaggio da calcari marnosi a marne calcaree seguite dalla comparsa di calcareniti e calciruditi molto caratteristiche. La porzione superiore, caratterizzata da una stratificazione molto sottile, passa ad una litozona che presenta una intensa silicizzazione che preannuncia il passaggio alle sovrastanti Radiolariti.

#### Ambiente di sedimentazione

In base alle associazioni di facies presenti alla Formazione di Concesio viene attribuito un ambiente di sedimentazione connesso al progressivo annegamento delle piattaforme liassiche. Tale fatto è supportato anche dalla presenza di uno sviluppo notevole di tettonica sinsedimentaria.

### **MC Maiolica (Titoniano superiore - Aptiano inferiore)**

#### Descrizione litologica

Si tratta di calcilutiti molto compatte di colore bianco o bianco avorio, talora giallastre con sfumature grigie nocciola e verdastre. È caratteristica di questa formazione la frattura concoide e le frequenti stiloliti, mentre molto più rara e locale è la presenza di calcari marnosi. La selce è molto più abbondante nella parte alta della formazione e si presenta sotto forma di noduli o liste di color grigio chiaro. Questa formazione è dotata di una stratificazione ben marcata ma, molto frequenti, sono tuttavia i banchi massicci. Nella parte superiore si intercalano "black shales".

#### Brevi cenni storici, paleontologici, cronostratigrafici

Fu Mairone da Ponte (1819) il primo a descrivere tale unità come "Facies mediterranea lombarda del Titoniano Sup. e del Cretacico Inf." In seguito i successivi autori che se ne occuparono furono Meneghini (1879), Parona (1896) e Mariani (1899).

Desio nel 1929 colloca tale unità nel suo "Infracretacico" mentre Pasquarè nel 1965 ne descrive i suoi livelli più bassi (Titoniano sup.). Altri autori in tempi più recenti hanno studiato tale formazione in relazione a studi di geologia regionale o paleogeografici. Tra i macrofossili sono presenti: *Macroscaphites*, *Perinsphinctes*, *Heterocebras*, *Lamellaptychus mortilletti*.

Tra i microfossili che caratterizzano la formazione predominano i Tintinnidi (*Calpionella* ellittica, *Calpionella alpina*), *Globochaete alpina*, *Nannoconus steinmanni*, *Soccocoma*, *Spumellaria*, *Nassellaria*, nella parte inferiore, mentre i radiolari sono peculiari di quella superiore. La formazione si estende dal Titoniano superiore a tutto il Barremiano sino all'Aptiano inferiore.

#### Affioramenti, spessori, limiti stratigrafici

La Maiolica appare nell'area studiata in un'area allungata con andamento nord - ovest verso sud - est che attraversa tutto il territorio comunale. Si presenta in genere con giacitura a reggipoggio e costituisce versanti acclivi.

Per quanto concerne lo spessore dell'unità si è desunto un valore, anche in base a considerazioni bibliografiche, di circa 80 m.

L'unità presenta un limite con le Marne di Bruntino di tipo graduale, caratterizzato da un progressivo aumento della percentuale di marne, mentre il colore si fa via via più grigio ed opaco. Gli strati calcari bianchi, lasciano il posto a straterelli calcareo marinosi grigiastri intercalati da marne fogliettate fino al completo prevalere di quest'ultime.

#### Ambiente di sedimentazione

Si può notare come la Maiolica prosegua la tendenza manifestata dal Rosso Ammonitico. Si ha cioè la sedimentazione di plancton calcareo in zona pelagica, mare profondo e debole energia, con scarsi apporti terrigeni. Anche in questo caso Bosellini e Winterer (1981) e Moc Bride e Folk (1979) propongono teorie diverse che peraltro proseguono l'impostazione seguita per le radiolariti. I primi sostengono che la deposizione sia una conseguenza di un abbassamento regionale del CCD; i secondi affermano che tale deposizione coincida con lo sviluppo di plancton calcareo e viene quindi ad essere indipendente dalle variazioni di profondità della CCD.

### **BM Marne di Bruntino (Aptiano inferiore - Albiano superiore)**

#### Descrizione litologica

La Marna di Bruntino è costituita da marne ed argilliti per lo più grigio nerastre ma anche rossicce e verdastre, alternate a scisti argillosi neri e bituminosi e a rare inter-

calazioni di straterelli calcarei, spessi al massimo 20-30 cm, di colore grigio giallastro. La Marna di Bruntino mantiene invariate le sue caratteristiche litologiche su tutta l'area dell'affioramento. Nella formazione si nota dal basso verso l'alto un aumento del tenore in carbonati e diminuzione del contenuto sabbioso. A questa facies, nota sotto il nome di "black shales", se ne accompagnano altre terrigene più grossolane.

Le argilliti varicolore alla base di questa unità corrispondono ad una discontinuità settentrionale con una lacuna che si estende fino all'Aptiano inferiore-superiore p.p.

#### Brevi cenni storici, paleontologici, cronostratigrafici

Parona nel 1896 e Vialli più tardi nel 1949 attribuirono al Barremiano sup. gli strati di transizione tra la Maiolica e l'unità corrispondente alla Marna di Bruntino considerando aptiane le marne stesse. Venzo nel 1954 attribuì le marne all'Aptiano e all'Albiano inferiore per il rinvenimento di fossili. La presenza di "Globotruncana ticinensis ver. alpha" indurrebbe a datare il tetto della formazione come Albiano medio superiore. I fossili raccolti nella sezione tipo denunciano un'età albiana per la gran parte della formazione aptiana per la parte inferiore.

Comunque il contenuto paleontologico è abbastanza scarso; fra le forme fossili presenti vanno ricordate (R. Gelati, A. Cascone e L. Paggi, 1982): Globigerinelloides ferreolensis, Globigerinelloides breggiensis, Hedberghella delrioensis, Hedberghella throchidea, Ticinella breggiensis, Rotalipora ticinensis e Gyroidina nitida

#### Affioramenti, spessori, limiti stratigrafici

L'area tipo è presso Villa d'Almè alcuni Km a nord di Bergamo; la formazione si estende lungo una ristretta fascia che va dal Fiume Adda al lago d'Iseo.

Nell'area studiata affiora in una stretta fascia a monte dell'abitato di Berzo San Fermo con diverse elisioni dello spessore connesse a fenomeni tettonici.

La potenza di questa formazione varia da luogo a luogo, comunque i suoi valori sono compresi tra i 100 ed i 150 metri.

La Marna di Bruntino giace, in concordanza, sulla Maiolica come già citato in precedenza. Superiormente si ha il passaggio con il Sass della Luna.

#### Ambiente di sedimentazione

La Marna di Bruntino è nell'insieme un esempio di deposito batiale, però nel periodo iniziale si sono avute correnti di torbida che interrompevano la sedimentazione a carattere pelagico. Successivamente le correnti sarebbero cessate. Comunque nel

complesso la Marna di Bruntino sembra testimoniare un diffuso episodio di stagnazione. Tale condizioni si sarebbero prodotte in un periodo con clima uniforme e scarsa circolazione oceanica, con conseguente proliferazione di specie e approfondimento del livello di minimo dell'ossigeno fino a 2000 m.

## **SL Sass della Luna (Albiano superiore)**

### Descrizione litologica

Questa formazione è costituita da calcari marnosi cinerei, grigio-nocciola, talvolta a base calcarenitica, talvolta selciferi.

In bibliografia sono note due litofacies:

- 1) *Sass della Luna superiore*: calcari torbiditici e calcari marnosi in genere grigio-blu ma che a volte assumono una colorazione rosata fino a giallastra con strati paralleli da sottili a molto spessi, organizzati in un ampio bacino torbiditico che si assottiglia verso nord e verso sud.
- 2) *Sass della Luna inferiore*: marne e calcari marnosi emipelagici e torbiditici scuri passanti verso l'alto nel Sass della Luna superiore.

Nella parte inferiore degli orizzonti calcareo marnosi sono, alle volte, presenti clasti calcarei di dimensioni fino al centimetro, di colore nerastro o nocciola.

Spesso le superfici di strato mostrano frustoli vegetali carbonizzati o limonizzati, trasportati al largo dalle terre emerse. La sfaldatura caratteristica a listarelle (prismatica bipiramidata) del litotipo più carbonatico, ne fa un carattere distintivo nell'area d'indagine.

### Brevi cenni storici, paleontologici, cronostratigrafici

Il nome di questa formazione, tratto dall'uso locale, è dovuto sia al colore bianco giallognolo (lunare) della sua patina d'alterazione, sia alle forme irregolari ed accidentate cui dà luogo. Tale nome è stato proposto come termine formazionale dal Venzo (1954), anche se questa formazione era stata studiata già dalla fine del secolo scorso (Varisco, 1881).

Anche in questa formazione i fossili non sono particolarmente abbondanti, vanno ricordati quelli rinvenuti nella zona del Monte Albenza: *Desmoceras latidorsatum*, *Rotalipora cushmani*, *Rotalipora appenninica*, *Thalmaninella roberti*. Il Sass della Luna viene perciò attribuito all'Albiano superiore.

### Affioramenti, spessori, limiti stratigrafici

La formazione è presente nel settore meridionale dell'area comunale, formando il versante di Pizzo Mosca e Col Croce.

Lo spessore di questa unità si aggira intorno ai 250-400 metri.

La formazione del Sass della Luna poggia in concordanza sulla Marna di Bruntino: il limite tra le due formazioni è graduale, mentre il limite superiore è caratterizzato dalla presenza dell'unità delle Marne Rosse.

#### Ambiente di sedimentazione

La formazione del Sass della Luna viene attribuita ad una genesi prevalentemente torbiditica (Gelati et al, 1982). Essa può essere messa in relazione all'affermarsi della sedimentazione di fanghi calcareo argillosi in zone di scarpata, messi poi in movimento, forse, da scosse telluriche.

Costituiscono, in definitiva, uno spesso litosoma composto esclusivamente da materiali pelagici intrabacinali risedimentati che erano stati depositati ad un'alta velocità di sedimentazione.

### **UC UNITÀ CENOMANIANE (Cenomaniano)**

Nel corso della ricostruzione della geologia del territorio comunale di Berzo San Fermo si sono individuate unità di età Cenomaniana. Queste unità presentano una elevata variabilità di ambiente deposizionale e litologica, non evidenziata in carta per problemi di leggibilità, che viene di seguito descritta anche in base a dati provenienti dalla letteratura.

Quest'unità affiora nella porzione meridionale del territorio comunale in una stretta fascia con andamento grossomodo est - ovest.

#### **Marne rosse (Cenomaniano inferiore)**

Le **Marne Rosse**, principalmente emipelagiche, da ben stratificate a massive con intercalate calcareniti torbiditiche ed argilliti ciottolose intraformazionali, forniscono un orizzonte marker nel settore meridionale della Valle Cavallina e corrispondono ad una discontinuità verso Nord. La lacuna spazia dal Cenomaniano inferiore al superiore. Il tettonismo sinsedimentario nel margine Nord-occidentale del bacino è documentato da scorrimenti e slumpings, discontinuità e incuneamenti fuori dai litosomi (Bersezio & Fornaciari, 1988).

#### **Torbiditi sottili (Cenomaniano superiore)**

Il primo corpo di torbidite siliciclastica è quello delle **Torbiditi Sottili** del Cenomaniano superiore. Sono delle arenarie a grana fine con strati da fini a medi e marne con intercalate torbiditi pelagiche.

### **I/II Caotico (Cenomaniano)**

E' caratterizzato da alternanze torbiditiche con depositi caotici **CAOTICO**. Gli strati calaceri interessati sono caratterizzati da megabeds caotici

L'alimentazione alpina per queste areniti è confermata dall'evidenza di minerali detritici metamorfici di HP-LT.

## **SISTEMI DELLA TORBIDITE DEL TURONIANO E DELLE EMPELAGITI ASSOCIATE**

### **PR Peliti rosse (Turoniano medio inferiore)**

Le **Peliti Rosse (PR)**, che rappresentano l'unità torbiditica più vecchia del Turoniano, sono caratterizzate da arenarie micacee con strati da fini a medi intercalate a calcilutiti e separate da argilliti da verdi a rosse; vi si distinguono due litozone: un orizzonte rosso pelitico basale, seguito da una sequenza, che diventa grossolana verso l'alto, di torbiditi da sottili a medie. Il limite col sovrastante Flysch di Pontida è transizionale.

### **FP Flysch di Pontida (Turoniano medio superiore)**

Il **Flysch di Pontida (FP)** è costituito da coppie arenaria torbiditica/marna a stratificazione parallela e grana fine, con sequenze di Bouma, intercalate aciclicamente da megabeds calcarei gradati. È il sistema torbiditico turoniano principale ed è formato da torbiditi bacinali siliciclastiche a grana fine con megabeds ripetitivi gradati. Si interdigita verso NE con il coevo FLYSCH DI COLLE CEDRINA. L'area di affioramento è ubicata nella porzione meridionale del territorio comunale.

### **FCE Flysch di Colle Cedrina (Turoniano medio superiore)**

E' una successione di argilliti risedimentate e grovacche a stratificazione massiva alternate ad areniti ibride con strati da fini a medi.

Le unità bacinali del Turoniano sono parzialmente coeve con le torbiditi da grana fine a grossolana. La tettonica sinsedimentaria che interessa il Bacino Lombardo durante il Turoniano è responsabile dell'incuneamento del Flysch di Pontida, della deposizione del Flysch di Colle Cedrina e dello sviluppo delle discontinuità sul margine mobile del bacino.

## **SISTEMI DELLE TORBIDITI DEL CONIACIANO-SANTONIANO**

### **AS Arenaria di Sarnico (Coniaciono)**

#### Descrizione litologica

Le Arenarie di Sarnico sono costituite da arenarie da grigio-azzurrine o grigio-verdastre compatte, localmente conglomeratiche in strati e banchi assai potenti. Si hanno orizzonti analoghi al flysch in strati sottili caratterizzati da sequenze di arenarie finissime, siltiti ed argilliti talora marnose. Le laminazioni parallele compaiono solo nelle parti più fini, mentre sono talora visibili gradazioni dirette.

E' la roccia che maggiormente viene utilizzata come pietra da costruzione (basti pensare a numerosi monumenti di Città Alta a Bergamo).

#### Affioramenti, spessori, rapporti stratigrafici

Si tratta di un affioramento molto esteso, alimentato da est, presso Sarnico, da cui prende il nome. Nell'area di studio l'Arenaria di Sarnico affiora presso l'estermo confine meridionale dell'area di studio.

Le Arenarie di Sarnico giacciono in concordanza sui Flysch di Pontida nell'area occidentale del bacino mentre, più verso est, poggiano in discordanza su differenti unità del Cenomaniano o Turoniano. Nelle aree della Brianza e di Iseo la transizione ai sovrastanti Conglomerati di Sirone (Santoniano) è rappresentata da argilliti ciottolose e torbiditi a letti sottili.

Nella formazione non sono stati rinvenuti fossili ad eccezione di alcuni resti di Hippurites ed Acteonella probabilmente rimaneggiati nelle puddinghe.

#### Ambiente di sedimentazione

L'ambiente di deposizione è quello marino e più precisamente quello di conoidi alimentate, in tale zona, da fenomeni di trasporto e sedimentazione in massa di materiale terrigeno proveniente da est. Nella litozona inferiore, le arenarie si ricoprono di patine rossastre in cui sono visibili gradazioni dirette, laminazioni da parallele a convolute a testimoniare un ambiente per l'appunto marino di conoide (sequenze di Bouma Ta-Te, Tb-Td).



### **3.4 Terreni di copertura**

#### ***cl*    Complesso dei depositi glaciali antichi**

Affiorano in posizione elevata rispetto agli altri depositi di copertura. In particolare nella zona sono presenti soprattutto in sinistra idrografica dei torrenti che lambiscono a meridione l'abitato di Berzo San Fermo, formando superfici ondulate ed arrotondate sui versanti.

Si presentano da per nulla a completamente cementati e con spessore molto variabile da pochi decimetri a diversi metri come ad esempio in prossimità di Villa Bonati.

I clasti sono poligenici e si presentano da spigolosi a subarrotondati.

L'unità si presenta spesso pedogenizzata per l'intero spessore con clasti anche totalmente alterati.

La copertura è rappresentata da un suolo da evoluto a molto evoluto.

#### ***co*    Unità dei conglomerati**

Questa unità è costituita da conglomerati grossolani con grado di cementazione variabile ed intercalazioni di livelli più fini a grado di cementazione minore.

Il cemento è carbonatico ed è presente una matrice sabbiosa. Nelle porzioni più cementate appare compatto e resistente.

La litologia dei clasti, che si presentano molto arrotondati, è variabile con termini sia autoctoni calcarei sia intrusivi e metamorfici.

#### ***fl*    Depositi fluvioglaciali e lacustri**

Questa formazione è connessa all'azione delle acque che derivavano dagli apparati glaciali nel corso dell'ultima glaciazione quaternaria.

Costituiscono l'area pianeggiante sulla quale sorge l'abitato di Berzo San Fermo.

Sono sopraelevati rispetto alla valle del Cherio di circa 40 m, costituendo un terrazzo morfologico ben evidente e distinto da quelli più recenti, dai quali è separato da una scarpata ben conservata.

I depositi prevalenti da cui è formato il terrazzo sono costituiti da livelli di ghiaie sabbiose e limi ed argille, principalmente lacustri, intercalate.

**df Depositi di frana**

Si tratta di accumuli di materiale incoerente o pseudocoerente connessi a frane di genesi diversa. Sono presenti sulle pendici del Monte Fossana e del Pizzo di Quaglia.

**al Depositi alluvionali recenti**

Sono i sedimenti presenti nell'attuale alveo del torrente Cherio ed in suo stretto intorno. Interessano marginalmente il territorio comunale di Berzo San Fermo in quanto affiorano nell'estrema porzione occidentale. Depositi di più ridotte dimensioni sono presenti lungo tutti i principali alvei torrentizi, anche se per motivi di scala non sono stati riportati in carta.

Si tratta di depositi sciolti ghiaiosi con blocchi, in minor misura sabbiosi, di natura prevalentemente calcarea, non colonizzati dalla vegetazione o con un limitato sviluppo di "suolo" vegetato rappresentato da limi di esondazione.

**ds Materiali di riporto di origine antropica**

Si tratta di materiali detritici grossolani e terrosi provenienti da scavi e demolizioni edili utilizzati per effettuare prevalentemente dei livellamenti della superficie topografica.

### **3.5 Commento alla sezione geologica**

*(Allegato 3)*

Per meglio chiarire la struttura geologica del territorio comunale si sono realizzate due sezioni geologiche che attraversano l'intera area di studio.

Nella sezione sono individuabili i principali lineamenti tettonici che dislocano le formazioni presenti; è inoltre bene evidente la struttura complessiva del territorio, caratterizzata da un'ampia sinclinale il cui nucleo della piega è il litotipo del Sass de la Luna.

### **3.6 Tettonica**

L'area presa in esame fa parte delle Alpi meridionali e più precisamente delle Prealpi bergamasche.

Le Alpi meridionali (Sudalpino) costituiscono la porzione della catena alpina collocata a Sud della Linea Insubrica, estendendosi longitudinalmente per circa 700 Km ad est del Canavese.

Contrariamente all'edificio delle Alpi S.S., il Sudalpino non presenta una struttura a grandi falde di ricoprimento, ma si configura come una fascia di rilievi interessati da pieghe e sovrascorrimenti disposti in direzione grosso modo E-W.

#### *3.6.1 Assetto tettonico del sudalpino*

Il Sudalpino può essere differenziato in tre settori a seconda dello stile tettonico che lo caratterizza:

- 1) OCCIDENTALE: tra la Linea del Canavese e la Linea delle Giudicarie a meridione del tratto più occidentale della Linea Insubrica.
- 2) CENTRALE : dalla Linea delle Giudicarie alla Linea Schio-Vicenza, zona Berico-Lessina, assetto strutturale superficiale più semplice.
- 3) ORIENTALE: ad est della Linea Schio-Vicenza; assetto tettonico complesso con thrusts che richiamano l'andamento di quelli più occidentali.

Possiamo individuare anche un quarto settore:

- 4) TRANSIZIONE: verso est senza un limite definito con la catena Dinarica (Friuli orientale - Jugoslavia) che si differenzia dalla catena sudalpina per la caratteristica direzione NW-SE del fronte dei thrusts. In Carnia si può notare, oltre ai

thrusts con vergenza sudalpina, l'estremo fronte della catena Dinarica con thrusts a vergenza SW che intersecano i thrusts sudalpini.

### ***3.6.2 Struttura tettonica delle Alpi Orobie***

Tutta la zona occidentale del sudalpino ha dei lineamenti ricorrenti.

Le Alpi Orobie sono caratterizzate a settentrione dal sovrascorrimento del basamento cristallino (Thrust orobico) che si accavalla verso sud sulla sequenza sedimentaria di copertura di età permo-mesozoica, a sua volta scomposta in più zone strutturali minori.

Il Thrust orobico è delimitato a nord dalla Linea Insubrica e a sud dalla Linea Orobica (con andamento E-W tranne che nel tratto prossimo al plutone dell'Adamello dove subisce una torsione verso N) scomposta dalla Linea del Porcile (SW-NE) interpretata in passato come linea prealpina (Ercinica). È la Linea Orobica che costituisce l'attuale fronte meridionale del thrust orobico. A sud di tale linea si hanno le tre Anticlinali Orobiche, con gli assi en-,chelon destro, aventi direzione WSW-ENE (come le Linee del Porcile e del Sellero) che deformano il settore Permo-Scitico (Collio, Verucano, Servino) e parte del basamento, da qui il nome di "Anticlinali Permiane" usato da De Sitter (1963). Localmente sul dorso delle Anticlinali Orobiche sono conservati lembi di Trias medio-Carnico (Monte Pegherolo) di difficile interpretazione. Infatti non si riesce facilmente a determinare il grado di scollamento subito in corrispondenza della Carniola di Bovegno, e quindi risulta difficile inquadrali rispettivamente in alloctoni o autoctoni. Si può pensare comunque che uno scollamento con movimento se pur piccolo ci sia stato e allora definire questi lembi come parautoctoni.

Verso W la zona delle Anticlinali Orobiche viene a contatto con i thrusts che coinvolgono le rocce medio-triassiche delle Grigne. Per le notevoli coperture nella zona non si riconosce che tipo di contatto separa i due settori. Si pensa ad una faglia trascorrente tardiva che si sposerebbe con lo sciame di faglie minori presente in tutta la zona.

Per mezzo dello studio di Gaetani, Gelati e Jadoul, in "Carta tettonica delle Alpi meridionali" possiamo cercare di inquadrare nel dettaglio la tettonica dell'area in esame, partendo da Nord, con la già citata Anticlinale Orobica e dirigendosi verso Sud incontrando il Sistema di faglie Valtorta-Valcanale.

Quest'ultime costituiscono un sistema di dislocazione regionale E-W che separa le Orobie dalle Prealpi attraverso un articolato settore di scaglie tettoniche in unità mesotriassiche. Il sistema appare mascherato da un sistema di faglie N-S e NW-SE. Il piano delle faglie visibile immerge a sud con inclinazione di 70°-80°.

Successivamente si trovano, procedendo sempre verso sud, i lembi alloctoni dell'Arera-Timogno; sono l'equivalente strutturale dei lembi alloctoni della Val Taleggio e sono formati in prevalenza da successioni mediotriassiche impilate in due o più unità sovrapposte, immediatamente a sud del sistema di faglie Valtorta-Valcanale. Costituiscono le scaglie di vetta dei gruppi montuosi compresi fra l'Arera e la Presolana. La loro vergenza è a sud.

Si ha poi l'autoctono di Val Vedra Ardesio che costituisce l'unità strutturale inferiore dell'edificio prealpino separato dal parautoctono delle prealpi dallo "Scorrimento Basale". È formato da unità mesotriassiche ed affiora in modo continuo nei fondovalli di Vedra, Canale e Seriana; continua sotto il parautoctono. Affiora in modo discontinuo nella Val Secca di Roncobello e nella finestra tettonica di Val Riso. Risulta interessato da sistemi di faglie E-W e da una tettonica plicativa, in parte antecedenti la messa in posto dei lembi alloctoni soprastanti.

Parautoctono delle Prealpi: costituisce l'unità fondamentale delle Prealpi bergamasche per una fascia E-W larga circa 20 Km in senso N-S. È formata da termini triassici fino a giurassici nella parte meridionale. Nell'insieme forma una grande monoclinale immergente verso sud interessata da notevoli faglie. Ci sono complessi rapporti geometrici. Alla base appoggia con piano poco inclinato sull'autoctono di Val Vedra di Ardesio, dimostrando chiare condizioni di alloctonia fino a Gorno.

Sinclinale di Grone: ampia sinclinale asimmetrica supratriassica e giurassica che termina a sud con una piega faglia sud vergente, a sua volta scomposta da faglie N-S a componente orizzontale.

Pieghe di Ubiale-Lonno: fitta sequenza di pieghe sud vergenti in terreni prevalentemente giurassici ed infracretacei con anticlinali spesso fagliate. Estese dalla Val Seriana alla Val Cavallina.

Sinclinale di Foresto Sparso-Palazzago: è l'elemento strutturale principale sviluppato a sud dell'allineamento M. Albenza - M. Misma. Si tratta di una struttura sud vergente spesso rovesciata: simmetrica solo a livello dei termini Coniaciano - Santoniano che ne costituiscono il nucleo nella conca di Foresto Sparso (Brachisinclinale di Foresto Sparso). Le si accompagnano sia a nord che a sud motivi plicativi minori.

Anticlinale di Zandobbio: riconoscibile fin dal lago d'Iseo, talora fagliata sul fianco meridionale, culmina assialmente a Zandobbio e si deprime verso W (Villa di Serio - Sorisole) atteggiandosi ad anticlinorio sempre sud vergente.

Nell'area studiata, Piat (1963), spiega la regione di Trescore Balneario come costituita da un insieme di pieghe orientate E-W che subiscono solo nella loro parte occidentale una torsione verso NW. Piat osserva, inoltre, un grosso motivo sinclinalico denominato Sinclinale delle Bocche di Gavarno che viene scavalcato parzialmente

da un debole motivo anticlinalico molto strizzato detto dal Piat "Anticlinale di Monte Pranza Monte di Grone".

Le pieghe sopra citate sono riconducibili al sistema plicativo dell'Albenza ed sono indizio di una fascia di thrusts ciechi presenti in profondità che rappresentano forse semplici splay del thrust basale cieco.

La catena si estende anche sotto la copertura mio-plio-pleistocenica della Pianura Padana e i thrusts sudalpini, sono presenti sotto i sedimenti fino all'altezza di Milano (confermato dalla sismica attiva).

### *3.6.3 Tettonica della Val Cavallina*

L'area studiata appartiene come detto al bacino della Val Cavallina, e di questa ha seguito l'evoluzione; la Val Cavallina può essere divisa dal punto di vista tettonico in tre zone principali che si distinguono per caratteri peculiari: la zona centro-nord orientale rispetto alla valle, la zona centro-nord occidentale e la zona meridionale.

#### ZONA CENTRO-NORD ORIENTALE

È compresa tra Monasterolo del Castello e la parte nord di Berzo S. Fermo. Di questa zona la parte NE è la più tranquilla dal punto di vista tettonico. Gli strati hanno una giacitura media che oscilla tra i  $90^\circ/15^\circ$  e gli  $80^\circ/20^\circ$  e sono a reggipoggio. Più a sud la zona diviene invece più complicata. I suoi limiti sono a sud il monte Fossana, ad ovest la valle con i depositi quaternari, a est in pratica il colle Zuccone ed il monte di Grone o Gaiana, a nord una linea immaginaria che congiunge Cascina Spineto con Stalla Cereto.

Gli strati che più a nord avevano una giacitura orizzontale, sono coinvolti in una sinclinale il cui asse passa per Grone ed ha grosso modo un andamento Est-Ovest. Di tale piega coricata, noi oggi vediamo, nel settore studiato, solo il fianco rovescio. Questo grosso motivo è poi stato in più parti ripiegato in un secondo momento da fenomeni plicativi di più limitata entità. A sud della sinclinale la zona è molto più complicata. Il motivo a pieghe continua, però il tutto è sconvolto da numerose faglie. Il sovrascorrimento più a sud che passa in pratica per la cresta del Monte Fossana, si presume continui a nord, per poter spiegare la dissimmetria esistente sui due lati della valle; questo sovrascorrimento è possibile che si raccordi con quello più orientale del M. Bronzone evidenziato su carta geologica nel Foglio Breno n° 34 del Servizio Geologico d'Italia.

## ZONA CENTRO-NORD OCCIDENTALE

Nella parte a sud di tale area gli strati hanno un'inclinazione elevata. Sono strati rovesci che fanno parte di un motivo sinclinalico che si esplica più a sud con asse WNW-ESE. Nella zona a sud le formazioni hanno un andamento piuttosto regolare. Si sono rilevate due faglie con andamento circa NW-SE. È da rilevare una differenza di spessore nella formazione del Calcare di Domaro tra la parte occidentale ed orientale, rispetto alla faglia più orientale delle due sopra citate. Ciò farebbe pensare magari alla presenza nella parte più orientale di un piano di sovrascorrimento che raddoppia la serie. Più ad oriente di tale area si rileva l'inizio di una piega rovescia. Spingendosi più a nord gli strati sempre rovesci, assumono però inclinazioni minori e sono in genere poco disturbati. In questa zona compaiono poi le Porfiriti. Gli strati dello Zorzino hanno giacitura opposta vergente a sud e sono sempre rovesci.

## ZONA MERIDIONALE

Le unità cretacee al fronte della cintura di fold-thrust sudalpina sono molto deformate a causa di piegamenti e di scorrimenti.

Nel Cenomaniano, in questa zona, si apriva un bacino controllato da tettonica sin-sedimentaria evidenziata dal ritrovamento dei Caotici. Questo bacino si chiude ad W (Torrente Sommaschio) in 30 metri di spessore di Peliti Rosse. Nella zona di Caprino Bergamasco, infatti, le Alternanze sono sostituite da Peliti Rosse.

Nell'area di Trescore Balneario si sono individuate 3 faglie di cui una ad angolo alto (50°). Le faglie sono tutte inverse, si deducono da piani di cataclasi ed anomalie stratigrafiche; sono faglie quindi compressive che fanno sovrascorrere la parte alta sopra quella bassa che è autoctona. La vergenza, che ha prodotto il raccorciamento, è N-S.

Dai recenti studi condotti da Bersezio e Fornaciari (1988) l'età dei sovrascorrimenti è "Premessiniana" (Miocene). Quello più importante è il più alto che fa raddoppiare tutta la successione. L'unità D, che è la più alta, appartiene ad un dominio paleogeografico più interno (più a nord delle Alpi Orobiche). Questo implica che i caratteri delle Marne di Bruntino in D non hanno niente a che fare con le Marne in A. I conglomerati testimoniano un evento sinsedimentario. Tutti i sedimenti pre-maiolici sono legati ad eventi distensivi. I bacini giurassici distensivi sono orientati N-S (la distensione avvenne E-W). La fase compressiva ha orientazione N-S che produce faglie E-W.

I depositi sintettonici collegati all'evento eoalpino e registrati all'interno delle sequenze del Cretaceo sono interessati da processi di scorrimento e trasportati al fronte delle Alpi meridionali Bergamasche durante gli eventi tettonici più recenti.

Le faglie E-W cartografate nella zona di Palazzo Lorenzi (Zandobbio), hanno avuto sicuramente un ruolo fondamentale nell'articolazione dei bacini sedimentari durante il Giurassico inferiore medio, isolando aree sollevate rispetto ad aree più depresse. Sulle aree più alte, la sedimentazione è particolarmente lacunosa e probabilmente di mare sottile. Queste faglie hanno rigiocato sicuramente un ruolo importante anche in tempi successivi (tettonica terziaria).

La faglia della Valle della Colta con direzione NW-SE, dimostra essere posteriore all'età di tutta la serie stratigrafica rilevata presso Zandobbio; non è detto che anche questa faglia si sia impostata in corrispondenza di più antiche dislocazioni di età giurassica.

La porzione più meridionale dell'area studiata, è rappresentata da un gruppo di collinette allungate approssimativamente in direzione E-W e del tutto isolate dal resto della catena dalla piana di Albano S. Alessandro e dalla Pianura Padana a sud.

Guardando attentamente la carta di rilevamento geologico, si vede come i rilievi sopracitati siano tre, separati da due incisioni; il rilievo posto più ad ovest prende il nome di "collina di Comonte" mentre quello più orientale prende il nome di Monte Tomenone.

Mentre la collina di Comonte possiede un profilo altimetrico regolare, un andamento planimetrico allungato e rettilineo con pendenze del 45-50%, il rilievo centrale, quello che con la propaggine più meridionale sovrasta il paese di Brusaporto, ha invece uno sviluppo planimetrico decisamente più irregolare con insenature, vallette ed incisioni, le pendenze sono contenute tra il 35 ed il 40%. Questa morfologia è determinata dalla presenza di alcune faglie che la intersecano.

La terza collina, quella che culmina con il Monte Tomenone, risulta possedere un profilo topografico N-S marcatamente asimmetrico, con un versante settentrionale rettilineo e ripido (pendenze massime del 60-70%) e un versante meridionale che degrada gradualmente verso Sud e possiede due digitazioni (la ragione di questo è determinata dall'immersione verso Sud delle rocce che scompaiono gradualmente sotto la pianura). Il limite settentrionale di questa collina, molto simile a quello della "Collina di Comonte" è influenzato dalla presenza di una faglia sepolta diretta NW-SE, responsabile dell'abbassamento di tutto il settore più a nord (Piana di Albano).

L'immersione della stratificazione delle rocce affioranti in tale area è generalmente diretta verso S-SW.



## 4 CARTA GEOMORFOLOGIA

*(Allegato 4)*

### 4.1 Morfologia dell'area studiata

I progressi della geologia ambientale hanno condotto recentemente alla messa a punto di una metodologia di rilevamento geologico che si avvale delle indicazioni combinate della geomorfologia, della litologia di superficie, dell'idrogeologia, dell'idrologia e dell'intervento antropico sul territorio.

L'interpretazione combinata dei suddetti caratteri permette di evidenziare i processi che controllano l'evoluzione in atto del paesaggio e si possono di conseguenza ritenere di preminente importanza nella definizione geoambientale di un territorio.

La premessa di tali indagini è costituita da una attenta osservazione delle forme del terreno e della loro associazione, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- proprietà morfogenetiche e morfometriche quali: tipo, dimensioni,, inclinazioni, esposizione ecc.
- composizione litologica ed assetto tettonico dei materiali su cui si sono modellati;
- forze e processi dinamici che hanno modellato o che attualmente insistono nella loro azione
- relazioni cronologiche tra le diverse forme
- rapporti reciproci e distribuzione spaziale.

Lo studio geomorfologico rappresenta quindi un aspetto funzionale alla determinazione delle caratteristiche geologico-idrogeologico dell'area.

La morfologia dell'area presenta molteplici aspetti legati sia alla varietà dei tipi litologici sia alla tettonica più o meno recente, sia alla diversità dei processi geomorfologici che, in funzione delle condizioni climatiche passate ed attuali, hanno modellato e modellano tuttora la zona.

Attualmente i processi di modificazione del versante più incisivi sono l'azione fluviale e quella di versante.

Per quanto concerne il reticolato idrografico lo stesso è inserito nel Bacino idrico del fiume Cherio che ha complessivamente un'area di 161 Km<sup>2</sup> con un carico antropico di circa 45.000 abitanti residenti.

In dettaglio nella zona Ovest del territorio comunale scorre il Fiume Cherio, con direzione NNE-SSW.

I processi geomorfologici evidenziati nello studio del territorio di Berzo San Fermo sono principalmente legati all'azione della gravità sui versanti montuosi, alla quale si abbina quella dell'acqua sia incanalata sia diffusa ed in minima parte al carsismo.

Molteplici sono inoltre le incidenze morfologiche dovute all'attività antropica, talora direttamente responsabili di piccole instabilità.

I dati raccolti nel corso dell'indagine geomorfologica si sono rivelati determinanti sia nel corso delle indagini specifiche relative alla individuazione e distribuzione dei principali rischi geologici sia nella definizione di aree a caratteristiche geoambientali omogenee.

Infine è da sottolineare come le stesse unità litologiche condizionano la morfologia del territorio in misura diversa a seconda delle caratteristiche delle rocce e della loro maggiore o minore predisposizione all'alterazione e alla demolizione ad opera degli agenti atmosferici.

#### **4.2 Processi morfodinamici**

Le carte geomorfologiche ad indirizzo applicativo sono prodotte essenzialmente al fine di valutare la pericolosità dei processi morfogenetici che possono determinare situazioni di rischio (Pellegrini et al., 1993).

La morfologia del territorio di Berzo San Fermo è il risultato della combinazione di diversi fattori geologici, dell'azione del modellamento superficiale, di fattori climatici e dell'azione antropica.

Nella carta geomorfologica sono stati evidenziati con campiture gli elementi che compongono il paesaggio fisico, mentre con appositi simboli sono indicati i processi geomorfologici in atto, quiescenti o inattivi.

Le forme individuate sono suddivise in funzione dell'agente geomorfologico che le ha generate, al diverso tipo di processo morfogenetico ed al suo attuale grado d'attività.

Notevole importanza nell'indagine geomorfologica sul territorio comunale di Berzo San Fermo è data alla fotointerpretazione, che ha permesso di ottenere dati di base indispensabili per la fase successiva di verifiche sul campo.

Il successivo rilevamento sul terreno è stato utilizzato sia per tarare le indagini eseguite con l'ausilio delle foto aeree, che per approfondire la conoscenza dei rapporti tra gli elementi individuati.

L'indagine fotogrammetrica è stata condotta, sulla base delle foto aeree in bianco e nero eseguite il 27 aprile 1995, dalla Compagnia Generale Riprese aeree S.p.A. a scala 8.000 per conto dell'Amministrazione Comunale di Berzo San Fermo.

La fotointerpretazione ha permesso di evidenziare, in prima approssimazione, numerosi elementi caratteristici del territorio, come ad esempio variazioni dei toni di colore in grigio del suolo, le tessiture, i patterns e la densità di drenaggio, i tracciati fluviali (attuali ed abbandonati) ed i limiti delle singole unità fisiografiche.

Si sono distinte forme legate all'azione fluviale, all'azione della gravità ed all'azione antropica. Alle forme riconosciute è attribuito poi un grado d'attività individuando i fenomeni attivi, quiescenti ed inattivi.

Le forme attive sono ancora in evoluzione, collegate quindi a processi morfogenetici ancora in atto all'epoca del rilevamento e quelle dovute a processi non in atto ma ricorrenti a ciclo breve.

Le forme quiescenti, pur non essendo in evoluzione al momento del rilievo, sono in grado di riattivarsi in seguito ad eventi meteoroclimatici particolari od eccezionali. Spesso però queste forme possono riattivarsi anche con un inopportuno intervento antropico.

Infine vi sono le forme inattive, per le quali si ritiene sostanzialmente completata l'evoluzione. Sono in genere collegate a condizioni morfoclimatiche diverse da quelle attuali, perciò difficilmente riattivabili.

Nel territorio comunale di Berzo San Fermo le forme riconosciute sono connesse prevalentemente all'azione delle acque superficiali che con la loro azione d'erosione, di scorrimento e di deposito hanno modellato buona parte della superficie.

Oltre all'individuazione delle forme e degli agenti morfogenetici responsabili della loro creazione, si sono individuate anche diverse unità fisiografiche, ovvero il sistema di terrazzi fluviali d'importanza locale, che caratterizzano il territorio. Le unità fisiografiche sono delle aree omogenee per epoca di formazione e di caratteristiche geomorfologiche.

Spesso la forte antropizzazione del territorio, legata soprattutto ai terrazzi agricoli e alla costruzioni di edifici, ha cancellato i segni e le forme originarie del territorio rendendo difficoltosa l'interpretazione dei fenomeni che hanno portato all'aspetto attuale il territorio.

Le forme morfologiche riconosciute all'interno del territorio comunale di Berzo San Fermo sono le seguenti:

### **Forme dovute all'azione fluviale**

Questa sezione comprende le forme dovute all'azione d'erosione e di deposito delle acque superficiali. Nell'area in esame, i processi fluviali sono sicuramente rilevanti, pertanto questi sono i più rappresentati.

Sulla base della legenda della carta geomorfologica predisposta, si sono distinte le seguenti forme:

- 1) orli di scarpata d'erosione fluviale (distinti in attivi, quiescenti ed inattivi);
- 2) corsi fluviali (distinti in attivi, quiescenti ed inattivi);
- 3) paleo – alvei;
- 4) vallecicole a V o a fondo concavo.

#### Orli di scarpata d'erosione fluviale

L'erosione fluviale può manifestarsi sia come erosione in profondità all'interno del letto sia come erosione laterale. Quest'ultima provoca lo scalzamento delle sponde, soprattutto durante eventi di piena di una certa importanza, ed elabora le scarpate fluviali facendole progressivamente arretrare.

Nell'area in esame gli orli di scarpata fluviale hanno un'altezza molto variabile dal metro ad alcune decine di metri. Si sono distinti in attivi, quiescenti ed inattivi.

Gli orli di scarpata d'erosione fluviale attivi bordano l'alveo attuale dei principali corsi d'acqua: il Cherio, la valle del Bescasolo ed impluvi laterali di dimensioni minori.

Orli di scarpata d'erosione fluviale quiescenti sono presenti nella valle del Boscasolo, sul versante meridionale del Monte Fossano; essi potrebbero essere riattivati in seguito a fenomeni meteorologici eccezionali. Le scarpate legate a questo tipo di erosione hanno un'altezza variabile fra il metro ed una decina di metri.

Orli di scarpata d'erosione fluviale inattivi sono presenti parallelamente al Cherio e alla valle del Bescasolo. Sono presenti su più livelli e rappresentano la testimonianza fossile dell'area di divagazione dei due fiumi sui preesistenti sedimenti. Le scarpate legate agli orli d'erosione fluviale inattivi hanno un'altezza variabile fra i quattro metri fino a oltre venti metri.

#### Corsi fluviali

Rappresentano l'evidenza morfologica dell'azione di degrado legata ad acque incanalate.

Si presentano più o meno marcati in funzione del regime idraulico, alle litologie in cui scorrono, alla presenza di vegetazione sulle sponde, all'esposizione, alla quantità di trasporto solido.

Nell'area in esame si sono distinti corsi fluviali attivi, quiescenti ed inattivi.

I corsi attivi sono quelli del fiume Cherio, della valle del Bescasolo e della valle della Guina.

Il Cherio presenta sempre acqua in alveo e le portate sono mantenute costanti, anche grazie alla presenza del lago a monte. L'azione erosiva è attualmente poco sviluppata a causa della regimentazione delle acque.

La valle del Bescasolo e della Guina hanno un regime torrentizio con forti variazioni delle portate durante l'anno. Per queste due valli prevale l'azione dell'erosione rispetto a quella di deposito/trasporto con formazione di valli con fondo a "V".

I corsi quiescenti sono localizzati un po' in tutto il territorio, si tratta delle piccole valli che s'immettono negli impluvi della Guina e del Bescasolo. Generalmente, a causa della piccola dimensione dei bacini afferenti, non contengono acqua e la riattivazione avviene, con portate elevate per brevissimi periodi, durante eventi meteorologici particolari. Questi corsi fluviali sono soggetti prevalentemente ad erosione.

Alcuni alvei considerati quiescenti, si presentano parzialmente tombati da apporti di materiali grossolani in modo che questi diventino percorribili. In caso di forti precipitazioni le acque che si raccolgono in questi bacini, non avendo una via preferenziale si riversano sulle aree limitrofe, alterandone l'equilibrio morfologico.

#### Paleo – alvei

Si tratta di tracce più o meno evidenti di alvei fluviali fossili che evidenziano variazioni dell'andamento dell'idrografia nel tempo sulla superficie topografica, ovvero non più in continuità con il reticolo idrografico attuale.

Si distinguono su base morfologica, manifestandosi come forme depresse e delimitate da orli di terrazzo più o meno conservati. In corrispondenza dei paleoalvei si trovano spesso sedimenti limosi o sabbiosi coperti da suoli meno evoluti rispetto alle aree limitrofe. Talora in questi paleo – alvei, essendo più depressi rispetto alle aree limitrofe, s'impostano alvei fluviali quiescenti di più ridotte dimensioni.

Nella porzione nord del Comune di Berzo San Fermo è evidente con continuità, un paleo – alveo che dalla zona ubicata in corrispondenza del cambio netto di direzione del torrente Guina, che passa da un andamento meridino ad un andamento Est Ovest, termina cinquanta metri ad Est del ponte che attraversa il Bescasolo, in zona villa Bonati.

La formazione di questo paleo – alveo risale ad attività fluviale pre – würmiana.

Il paleoalveo è delimitato da un orlo di terrazzo poco conservato.

Vallecole a fondo a V o a fondo concavo sono state cartografate in modo di rivolgere la concavità, dei simboli considerati, verso valle. Le vallecole hanno prevalentemente fondo a "V" a testimonianza della continua attività d'erosione di queste ultime.

Le vallecole con fondo a V sono caratterizzate da un elevato grado di azione erosiva del corso d'acqua. In generale in queste vallecole l'azione erosiva e di trasporto prevale su quella di deposito.

Le valli a fondo concavo sono caratterizzate da una situazione di equilibrio fra apporti di detrito dai versanti laterali ed erosione.

Tali caratteri si sono evidenziati soprattutto nella porzione orientale e sud orientale del territorio di Berzo San Fermo.

### **Forme dovute prevalentemente all'azione della gravità**

Questa sezione comprende le forme dovute all'azione della gravità. Nell'area in esame, i processi gravitativi sono presenti localmente nella porzione Nord occidentale dell'abitato di Berzo San Fermo.

#### Orli di scarpata di degradazione e/o di frana

Evidenziano un cambiamento di pendenza prodotto prevalentemente dall'azione della gravità. A Berzo San Fermo l'azione della gravità ha prodotto la degradazione dei versanti sia mediante una lenta evoluzione che mediante collassi avvenuti in lassi temporali brevi. Questi ultimi presentano generalmente forme con concavità rivolta verso valle, definendo, quindi, nicchie di frana.

I cambiamenti di pendenza sono diffusi soprattutto nel settore settentrionale del territorio comunale di Berzo San Fermo. Le nicchie di frana si possono osservare sul versante settentrionale del pizzo Quaglia e sul versante occidentale del Monte Fosana, nei pressi di Cascina Pugna.

#### Corpo di frana per scorrimento e per scivolamento rotazionale

Questi movimenti comportano uno spostamento per taglio lungo una o più superfici. Gli scivolamenti rotazionali sono caratterizzati da forze che producono un movimento di rotazione attorno ad un punto posto al di sopra del centro di gravità della massa. La superficie di distacco si presenta ad arco o almeno curvata, producendo una inclinazione della parte alta del versante, che spesso determina una frana di tipo complesso.

Un corpo di frana di rilevanti dimensioni si trova sul versante nord orientale del pizzo di Quaglia, si tratta di un fenomeno inattivo. Dalla morfologia dell'accumulo e da quella del terrazzo posto sul versante sinistro del Boscasolo, si deduce che il fenomeno gravitativo è antecedente ai fenomeni di deposito e di successiva erosione del terrazzo formato dal Cherio, porzione isolata dell'intera piana di Berzo.

Il corpo di frana è costituito dai litotipi che affiorano sul versante settentrionale del Pizzo Quaglia.

#### Corpo di frana per scorrimento e scivolamento traslazionale

Questi movimenti comportano uno spostamento per taglio lungo una o più superfici. Il movimento si verifica in prevalenza lungo una o più superfici piatte, talora debolmente ondulata, corrispondente frequentemente a discontinuità strutturali, quali piani

di faglia, stratificazioni, giunti di fessurazione, contatti stratigrafici o contatti tra formazioni rocciose in posto e detrito soprastante.

Una vasta area sita sul versante occidentale del monte Fossana è stata rivelata e studiata anche da autori precedenti:

Sondaggi geoelettrici per l'interpretazione dello spessore del sottosuolo incoerente alla base del monte Fossana a cura dello studio A. Pasinetti, Bergamo 18.03.1988.

Indagine geologica sui movimenti franosi presenti lungo il versante occidentale del monte Fossana a cura dello studio A. Pasinetti, Bergamo 14.06.1991.

Le indagini geologiche e geotecniche svolte lungo il versante occidentale del Monte Fossana hanno permesso di fornire un primo inquadramento generale dei fenomeni di instabilità qui presenti.

Il rilievo geologico e l'analisi delle foto aeree ha consentito di individuare una serie di nicchie di frana in tutto il settore indagato, la maggior parte delle quali appare stabilizzata. All'interno di queste ricade anche la grande nicchia di paleofrana individuata poco a Nord di Cascina Pugna, all'interno della quale sono stati, però, individuati settori in movimento.

I sondaggi penetrometrici e il carotaggio geognostico hanno permesso di ricostruire una stratigrafia di massima dei depositi superficiali che costituiscono il pendio, unitamente a una valutazione dello spessore degli stessi. Il pendio risulta costituito da materiali argillo-limosi generalmente plastici, aventi uno spessore massimo di circa di circa 12 m, contenenti orizzonti liquefatti. Al di sotto delle argille il sondaggio ha evidenziato la presenza di materiale detritico in parte cementato, che si suppone appoggiare direttamente sul substrato roccioso.

La presenza di una falda di notevole consistenza è stata confermata dalle misure effettuate nei tubi piezometrici, messi in opera e dalla presenza di venute d'acqua in più punti del settore basale del pendio.

Le analisi di stabilità hanno indicato che il pendio nel suo assieme risulta stabile con un  $F > 2$ , qualora la falda non superi i valori osservati durante le indagini, mentre le analisi condotte nei settori dotati di maggiore acclività, sia a monte che a valle, mostrano la possibilità di franamenti localizzati, come del resto, già in atto nella parte sommitale. Tale situazione di instabilità è estrapolabile con buona approssimazione anche ad altri settori del versante, come testimoniato dalla presenza di piccoli movimenti franosi lungo il pendio.

Le indagini svolte sono state di tipo preliminare, essendo state effettuate solamente lungo alcune "sezioni campione", scelte nel settore dove le instabilità sono più evidenti, si consiglia un approfondimento delle indagini esteso a tutto il versante occi-

dentale del Monte Fossana anche con installazione di nuovi piezometri ed inclinometri.

#### Piccola frana non fedelmente cartografabile

Sono delle dimensioni massime di qualche decina di metri e comprendono sia l'orlo di degradazione che il corpo di frana.

A Berzo San Fermo sono presenti esclusivamente in materiali sciolti ed interessano qualche metro di spessore.

Tali fenomeni sono ubicati sia sul versante sinistro, che su quello destro della Valle del Boscasolo. Frequentemente questi fenomeni sono collegati ad interventi non corretti o in secondo luogo ad una mancanza di manutenzione del territorio.

#### **Forme connesse al carsismo**

In questa sezione sono comprese tutte quelle forme connesse alla dissoluzione chimica delle rocce carbonatiche operata dalle acque. In generale, viste le litologie presenti nel territorio comunale poco propense a formare macro strutture carsiche, si osservano in generale micro o piccoli fenomeni non cartografabili. Le uniche litologie che possono dare delle forme carsiche di una certa dimensione sono ubicate nella porzione nord – orientale del territorio comunale; qui infatti sono visibili delle doline e, più diffusa, una alterazione superficiale della roccia con presenza di caratteristici cunei verticali riempiti da materiali argillosi.

#### Dolina, grande depressione carsica

La dolina è una conca chiusa, un bacino che si riempirebbe d'acqua a originare un laghetto se le pareti ed il fondo fossero impermeabili; invece, di solito, l'acqua viene assorbita attraverso vie sotterranee, che però solo di rado si aprono in superficie come cavità ben rilevabili; spesso il suolo od il detrito mascherano i punti assorbenti. A Est dei Fienili di Foppa dei Fra, a quota 944 m. s.l.m. vi è una dolina attualmente riempita d'acqua, trasformata quindi in pozza ad uso agricolo; la fotointerpretazione non ha fatto intendere altre forme di tipo carsico.

#### **Forme dovute all'azione antropica**

Questa sezione comprende le forme dovute all'azione di modellamento morfologico prodotto dall'azione umana

Sulla base della legenda della carta geomorfologica predisposta, si sono distinte le seguenti forme:

- Principali terrazzi agrari



- Area di cava
- Depositi di origine antropica
- Orlo di scarpata antropica
- Argini artificiali
- Terrazzetti di pascolo

#### Principali Terrazzamenti agrari

Sono presenti in gran numero su tutto il territorio comunale di Berzo San Fermo, sono legati prevalentemente alla coltivazione della vite. Hanno un'altezza compresa tra uno e i due metri.

#### Cava

Sul territorio di Berzo San Fermo è presente una cava inattiva, quest'ultima era destinata in passato all'estrazione di ghiaie. Si trova nella porzione occidentale del territorio comunale di Berzo San Fermo, a valle della località Quaglia.

#### Discariche

Con diverse lettere vengono indicate le seguenti tipologie di discariche: U) rifiuti solidi urbani; S) rifiuti speciali; I) inerti.

Sul territorio comunale di Berzo San Fermo è presente una Discarica di inerti, sita nei pressi della ex cava di ghiaia posta ad Ovest di località Quaglia, ai fini di un recupero morfologico dell'area.

#### Depositi di origine antropica

Questi depositi sono legati all'attività dell'uomo e comprendono materiali di discarica, materiali rimobilitati all'interno di una determinata area ed infine riporti realizzati utilizzati per livellare la superficie topografica preesistente.

Questi materiali sono presenti nella parte più urbanizzata del territorio comunale, ve ne sono altri nei pressi di piccoli impluvi, che potrebbero determinare condizioni di pericolo nel caso di precipitazioni eccezionali.

#### Orli di scarpata antropica

L'azione di modellamento della superficie topografica da parte dell'uomo si manifesta anche attraverso l'apertura di scavi, l'arretramento di preesistenti orli di terrazzo o la parziale peneplanazione della superficie topografica. Queste azioni portano alla formazione di orli di scarpata di origine antropica che presentano un'altezza molto variabile da pochi decimetri ad alcune decine di metri. Questa forma è presente lun-

go il perimetro di cava di ghiaia dismessa sita a sud ovest dell'abitato di Berzo San Fermo. In questa sede non vengono presi in considerazione gli scavi e i riporti legati alla viabilità.

### Argini artificiali

Gli argini artificiali presenti in comune di Berzo San Fermo sono di diverso tipo. L'argine relativo al fiume Cherio è realizzato con muratura in calcestruzzo armato per l'incanalare le acque. In altri tratti l'argine è realizzato a scogliera.

Lungo il torrente Boscasolo gli argini sono stati realizzati, prevalentemente per limitare le divagazioni, in terreno riportato. Alcuni tratti ad Est di via Crocifisso sono stati realizzati in muratura.

### Terrazzetti da pascolo

Sono presenti alcuni terrazzette da pascolo, fenomeni connessi ad eccessivo carico di bestiame che opera una rottura della cotica erbosa con formazione delle caratteristiche terrazzette.

Sono segnalate soprattutto ad est dei Fienili di Foppa dei Fra.

### **Sistema di terrazzi – Unità fisiografiche**

Un'unità fisiografica s'identifica come una superficie caratterizzata da un'omogeneità delle forme del paesaggio. Essa risponde perciò a criteri propriamente geomorfologici ed è caratterizzata dalle seguenti proprietà:

- 1) un'unità fisiografica è una superficie riconosciuta sulla base di discontinuità che la distinguono dalle adiacenti;
- 2) i limiti delle unità fisiografiche sono costituiti da superfici sia d'erosione che di aggradazione. I corpi sedimentari delimitati da queste superfici possono presentare caratteristiche litologiche, tessiturali, fisiche, chimiche, paleontologiche proprie sia verticalmente sia orizzontalmente;
- 3) le unità fisiografiche sono definite da un'area tipo;
- 4) l'interpretazione genetica non è un criterio che può essere utilizzato per definire l'unità stessa, ma può facilitare all'individuazione dei limiti.

I criteri adottati per la distinzione delle diverse unità fisiografiche del territorio comunale di Berzo San Fermo, sono:

- geomorfologico: come sottolineato precedentemente, l'assetto geomorfologico dell'area è legato alla presenza di corsi d'acqua che hanno determinato e determinano l'evoluzione, nelle zone pianeggianti, delle forme ereditate al termine del periodo glaciale.
- del grado di alterazione dei depositi e del grado di sviluppo del processo pedogenetico;

- i rapporti stratigrafici: spesso risultano di scarso aiuto in quanto i depositi delle diverse unità fisiografiche non sono stratigraficamente sovrapposti ma in contatto laterale.

#### Unità dei terrazzi fluviali del fiume Cherio

Nel territorio comunale di Berzo San Fermo sono stati riconosciuti due livelli di terrazzi di origine fluviale. Sono riconoscibili per la presenza di scarpate che li separano tra le unità più vecchie e quelle più recenti, con altezza molto variabile da meno di un metro a diversi metri.

Il più alto (o più antico) è individuato nel terrazzo alluvionale, generato dal Cherio, sito nella parte nord occidentale del territorio comunale oggetto di studio.

L'aspetto complessivamente pianeggiante di tale forma alluvionale si spiega, considerando la tendenza del Cherio ad uscire da un preciso letto fluviale quando l'azione di deposito prevaleva.

Su quest'area si concentra la maggior parte dell'abitato di Berzo San Fermo. La piana alluvionale è altresì sede di terreni adibiti a colture agricole (si veda la carta della vegetazione).

Il secondo terrazzo del fiume Cherio è individuato in una stretta fascia, ad andamento discontinuo, parallela al Cherio, e osservabile nella estrema porzione settentrionale del territorio comunale di Berzo San Fermo.

L'ultimo livello, quello cioè più giovane, è costituito dall'alveo attuale del Cherio.

## 5 CARTA GEOLOGICO - TECNICA

*(Allegato 5)*

Utilizzando i dati ricavati da un approfondito esame delle litologie presenti, è stato possibile classificarle in base alle loro caratteristiche geologico – tecniche.

Per quanto possibile la classificazione ha tenuto conto anche delle indagini in sito eseguite da enti e privati, disponibili presso l'Amministrazione Comunale. Tali indagini sono però molto scarse e assolutamente non distribuite omogeneamente sul territorio.

Sono stati presi in considerazione i seguenti parametri: lo spessore, medio e massimo, del suolo, la coesione, l'angolo d'attrito interno, la possibilità di rinvenire livelli coesivi con scarse caratteristiche geotecniche.

I valori attribuiti alle singole unità geologico – tecniche sono rappresentativi della media di ciascuno dei parametri delle litologie che compongono le unità geologiche, pertanto, soprattutto per il substrato, non tengono conto di eventuali zone fratturate, della giacitura sfavorevole o meno, ecc..

In ogni modo, i valori riportati non sostituiscono le indagini puntuali e gli approfondimenti eventualmente necessari per i singoli progetti, secondo quanto disposto anche dalla normativa vigente (D.M. 21.03.1988).

## 6 CARTA DEGLI ASPETTI CLIMATICI

*(Allegato 6)*

### 6.1 Iquadramento climatico

Lo studio del territorio non può prescindere dalle conoscenze relative alla situazione climatologica dello stesso per l'importanza più volte dimostrata sia per i tragici eventi che si susseguono con sempre più incalzante frequenza e gravità, sia per gli aspetti legati all'approvvigionamento idrico e infine per quanto attiene allo smaltimento delle e regolazione delle acque superficiali anche di utilizzo urbano.

A seguito di ciò si impone seriamente che per ogni territorio, la pianificazione si basi anche sulla conoscenza di alcuni parametri caratteristici quali la temperatura, le precipitazioni, i venti, rilevabili con continuità in apposite stazioni di misura presenti nell'ambito del territorio analizzato o in un intorno significativo.

Si definisce clima di una data zona l'insieme delle condizioni atmosferiche che la interessano per tempi limitati o prolungati, considerate anche in rapporto agli effetti che producono sulla morfologia terrestre e sulla distribuzione degli organismi viventi, animali e vegetali.

Il clima inteso anche come evento meteorologico limitato nel tempo e nello spazio, sta alla base dei processi morfogenetici e pedogenetici e si esprime in una azione "aggressiva" sul territorio attraverso una serie di fenomeni meccanici, chimico-fisici e cinematici che possono determinarne, in positivo, una specifica vocazione, oppure accentuarne le condizioni di fragilità, soprattutto in senso geomorfologico.

La morfologia piano-collinare del territorio di Berzo San Fermo, l'altitudine non elevata, la prevalenza di forme del rilievo piuttosto arrotondate e la diffusione di spesse coltri fluvio-glaciali indicano che gli elementi del clima hanno avuto un ruolo rilevante nell'edificazione della realtà territoriale attuale.

Gli elementi del clima di più facile e diffusa misurazione sono le precipitazioni e la temperatura.

### ***6.1.1 Precipitazioni***

Nell'ambito del limitrofo territorio comunale di Cenate Sopra è presente una stazione pluviometrica da cui si possono avere dati relativi alla piovosità del territorio riferiti ad un arco di tempo di 50 anni<sup>1</sup>.

L'insieme dei dati riferiti ad un arco di tempo compreso fra il 1921 e il 1976 indica che:

- la piovosità media annua è pari a 1269 mm distribuiti su 78 giorni
- I massimi mensili si concentrano nei mesi di Maggio (140.7 mm) e Giugno (133 mm). Le piogge rimangono comunque elevate anche nei mesi di Agosto (131.3 mm) e Novembre (117.3 mm), mentre le piogge relative ai mesi invernali si mantengono intorno ai 55-66 mm. I totali stagionali indicano una percentuale massima analoghe per la stagione estiva, pari al 29%.

Complessivamente si può affermare che la distribuzione delle piogge registrate al pluviometro di Cenate Sopra si differenzia sostanzialmente da quelle che sono le condizioni meteorologiche più generali dell'Italia settentrionale, che si caratterizza con due massimi di piovosità (autunnale e primaverile) e due minimi (estivo e invernale)

---

<sup>1</sup> da Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici - Rielaborazione Rossetti e Ottone (1980)

Nella tabella che segue sono riassunti i totali pluviometrici mensili e il numero dei giorni piovosi:

MESI	mm	giorni piovosi
Gennaio	56.8	4
Febbraio	66.4	5
Marzo	87.5	6
Aprile	110.2	8
Maggio	140.7	9
Giugno	133.0	8
Luglio	98.5	7
Agosto	131.3	7
Settembre	100.3	6
Ottobre	101.8	6
Novembre	117.3	7
Dicembre	68.5	5
INVERNO	212.8	14
PRIMAVERA	338.4	23
ESTATE	362.8	22
AUTUNNO	319.4	19

La massima piovosità giornaliera registrata è pari a 140 mm (31 Agosto 1930), mentre l'annata più piovosa è stata il 1938, con ben 2138 mm.

Per contro l'anno meno piovoso è stato il 1952 con appena 538 mm distribuiti su 56 giorni.

### *6.1.2 Temperatura dell'aria*

Per quanto concerne le temperature si è fatto riferimento alla stazione di Bergamo-Orio al Serio ed ai dati della stazione dell'Istituto Sperimentale per la Cerealcoltura di Bergamo e riferiti al trentennio 1958/1987.

Dalla elaborazione dei dati rilevati per oltre 20 anni consecutivi 1959-1982, si hanno i seguenti dati significativi:

- La temperatura media annua risulta pari a 12.3 °C.
- La temperatura massima più elevata rilevata nel trentennio è risultata quella del giorno 29 luglio 1983, con 39.2 °C.
- La massima meno elevata è stata rilevata l'8 gennaio 1985, con -5.8°C

- La temperatura minima più bassa rilevata nel trentennio è quella del 4 gennaio 1971, con  $-15.4^{\circ}\text{C}$ , ma già nel 1968 si rilevarono  $-15^{\circ}\text{C}$

Anche le temperature massime evidenziano nel loro complesso una grande variabilità.

Particolarmente mite è risultato invece il mese di Febbraio dell'anno 1972, con minime abbondantemente positive

Per la fascia collinare, considerati i fattori morfologici, altimetrici e vegetazionali che influiscono sulle condizioni climatiche di una data zona, si può valutare un gradiente termico variabile, in diminuzione, fra  $0.3^{\circ}\text{C}$  e  $0.5^{\circ}\text{C}$  per ogni 100 m di incremento di quota, che nel caso specifico corrisponde ad una variazione massima intorno ai  $3^{\circ}\text{C}$  per le parti più elevate del territorio.

### 6.1.3 *Umidità relativa*

A proposito dell'umidità relativa dell'aria, Bertolini M., Elitropi C. ed Elitropi M. dichiarano che il regime giornaliero della stessa presenta una dinamica inversa alla curva della temperatura dell'aria e il regime annuo presenta una dinamica simile a quella del regime giornaliero.

Per maggiore informazione si riprendono le tabelle del lavoro dell'Istituto per la Cerealcoltura, relative alla stazione di Bergamo.

Umidità relativa alle ore 8, valori medi, decennio 1978-1987 (%)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
80	83	80	77	76	76	76	79	84	84	85	85

Umidità relativa alle ore 14, valori medi, decennio 1978-1987 (%)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
67	68	63	58	58	52	52	54	56	65	70	74

Umidità relativa alle ore 19, valori medi, decennio 1978-1987 (%)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
78	77	67	59	59	52	50	54	59	81	86	86

### 6.1.4 *Nebbia*

Per la stazione di Bergamo è stato valutato da Bertolini M. et al. (citati) anche il fenomeno nebbia: essa infatti è presente con una certa frequenza nei mesi da No-



vembre a Gennaio, mentre può ricorrere anche ad Aprile e Settembre nella parte più bassa della pianura bergamasca.

Da valutazioni statistiche risulta che a partire dalla metà degli anni '70 la nebbia ha ridotto la sua presenza anche nel trimestre invernale; comunque si confermano i dati dell'esperienza, secondo cui il trimestre più nebbioso è quello dicembre-gennaio-febbraio, seguito da settembre-ottobre-novembre.

*Numero dei giorni con nebbia alla stazione di Bergamo:*

	G	F	M	O	N	D	Anno
media 58/89	11	5	1	2	7	9	36

### **6.1.5 Vento**

A proposito del vento, le sole stazioni per le quali si possiedono dati riferiti a periodi abbastanza lunghi, poco lontane dall'area di studio, sono quelle di Bergamo (1962-1981) e di Orio al Serio.

Occorre tuttavia tener conto che il vento è un parametro molto variabile non solo nel tempo, ma anche fra località vicine; varia la sua intensità ma soprattutto la direzione in quanto condizionate dalla morfologia del territorio e dalle condizioni climatiche.

Le osservazioni relative alla stazione di Bergamo hanno a loro volta evidenziato che le frequenze più alte della direzione di NE riguardano i mesi freddi, mentre in primavera-estate prevale la provenienza SE.

Nella stazione di Orio al Serio (nel quinquennio 1951-1956) si è determinato che la direzione preferenziale di provenienza dei venti sia quella da Nord/Nord-Est e da Sud/Sud-Ovest con una distinzione marcata tra la mattina (vento proveniente da N/NE) e la sera (vento proveniente da S/SO); molto significativa anche la percentuale di giorni di calma (poco più del 30%). La netta differenza di regime fra mattina e pomeriggio conferma la sua natura termica e quindi la stretta correlazione al fenomeno delle brezze.

Dati più recenti, relativi ad un maggior numero di stazioni, sono stati elaborati dal P.M.I.P. U.O. Fisica E.T.A (Sez. Fisica dell'atmosfera dell'USSL, Ambito territoriale n. 12) fino a tutto il 1994<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Azienda U.S.S.L. - Ambito territoriale n.12, P.M.I.P. U.O. Fisica e T.A., Sez. Fisica dell'Atmosfera, Variazione del campo anemologico nella Provincia di Bergamo nell'anno 1994, a cura di Ing. A. Musitelli e P.I. M. Foresti

Nel lavoro del Presidio Multizonale a cui qui si fa riferimento, è detto esplicitamente: "In conclusione si può affermare che nella provincia di Bergamo i laghi influenzano la distribuzione della direzione del vento nelle zone più limitrofe ad essi, mentre l'orografia delle valli principali (Val Brembana e Val Seriana) determina una circolazione del vento all'interno di tali valli secondo il tracciato delle stesse. Esiste poi un settore della provincia di Bergamo che abbraccia tutta la parte pianeggiante del territorio, in cui i risultati della variazione del campo di vento nelle varie centraline di misura sono quasi tutti concordi con la centralina di riferimento (Magistrali)".

La stazione di riferimento, collocata presso l'Istituto Magistrale "P.Secco Suardo" di Bergamo, mostra la maggiore frequenza percentuale, per quanto riguarda la direzione dei venti, da Nord a Sud: tale direzione risulta confermata anche per la stazione di Orio al Serio.

### ***6.1.6 Evapotraspirazione e bilancio idrico***

Ai fini della ricostruzione del bacino idrico risulta di particolare importanza la valutazione della percentuale di acqua meteorica che viene utilizzata dalla vegetazione, dal suolo e di quella che evapora.

I metodi che calcolano l'Evapotraspirazione, tenendo conto di precipitazioni, temperatura, condizioni geografiche, delle caratteristiche geologiche, dei suoli e della vegetazione sono diversi. In questo lavoro viene applicato ai dati relativi alla stazione di Bergamo il metodo elaborato da Thornthwaite ritenuto idoneo per rappresentare le condizioni medie dell'area.

Il climatogramma rappresentante l'evapotraspirazione reale ed il bilancio idrico medio del trentennio 1958-1987 relativo alla stazione di Bergamo, evidenzia un'area di utilizzazione della riserva idrica del terreno in corrispondenza dei mesi di giugno e luglio ed un'area di deficit idrico tra luglio ed agosto. Tale area di deficit si è estesa da luglio a settembre nel 1988, mentre nel 1977 (l'anno più piovoso del periodo 1958-89) si è sempre avuto un surplus di disponibilità idrica rispetto all'evapotraspirazione reale.

Per quanto concerne il decennio 1959-1968 le perdite apparenti vanno aumentando quasi regolarmente dalla fine dell'inverno fino al mese di Agosto, cui corrisponde il massimo (83.4 mm). Il più modesto valore delle precipitazioni di Settembre rispetto ai mesi contigui può rendere conto del suo limitato valore di perdita apparente (20.9 mm), mentre la ripresa degli afflussi meteorici di Ottobre e di Novembre riporta il termine della stessa perdita apparente del bilancio a entità più elevate. Nei mesi di Dicembre e di Gennaio le modeste precipitazioni, la quasi nulla evaporazione dal lago, l'altrettanto trascurabile evapotraspirazione, nonché i contributi delle acque sotterranee, che si manifestano con un certo ritardo, fanno sì che il deflusso sia superiore alle precipitazioni e questo comporta un guadagno del corpo idrico, anziché una sua perdita apparente.

Volendo dare una valutazione dell'influenza che gli elementi del clima hanno sui processi di morfogenesi e quindi come fattori che hanno una rilevante importanza nel determinare le condizioni di stabilità di un territorio collinare, si può affermare quanto segue: le precipitazioni piovose sono tanto più sfavorevoli, a parità di altre condizioni, alla stabilità del terreno, quanto più elevato è il loro quantitativo annuo ed elevata la loro concentrazione nel tempo

La temperatura, per contro, mantenendo la sua escursione sempre al di sopra dello zero, ha un'influenza molto ridotta, essendo praticamente ridottissimi i cicli di gelo-disgelo, responsabili del processo di microfratturazione e di frantumazione delle rocce.

L'evapotraspirazione infine, sottraendo acqua dal sottosuolo, ne diminuisce le condizioni di saturabilità e quindi di ipotetica instabilità.

Nel caso del territorio in esame la quota idrica evapotraspirata è rilevante, circa 2/3 della pioggia totale che cade e quindi la tendenza a destabilizzarsi, soprattutto dei terreni colluviali, per fenomeni di saturazione risulta naturalmente alquanto ridotta, tranne casi particolari.

## **7 CARTA VEGETAZIONALE**

*(Allegato 7)*

Vengono di seguito descritte le tipologie vegetazionali rilevate sul terreno e delimitate sulla carta con l'impiego del rilievo aerofotogrammetrico. La precisa tipificazione delle fitocenosi, il reale stato di conservazione delle formazioni, la quantificazione del valore ambientale, l'identificazione di biotopi ecc., sono informazioni subordinate ad una indagine floristico-vegetazionale di dettaglio. La classificazione delle tipologie e le sigle sono quelle adottate nella legenda della Carta della fisionomia della vegetazione attuale, allegata alla presente relazione.

### **7.1 Metodologia ed impostazione del lavoro**

La carta della vegetazione è stata realizzata mediante fotointerpretazione utilizzando il volo del 22-3-1995 della Regione Lombardia eseguito dalla Compagnia Generale Riprese Aeree di Parma.

I limiti degli aggruppamenti vegetali riconosciuti sono stati riportati su base topografica a scala 1: 5.000.

### **7.2 Substrato vegetazionale**

Il territorio del comune di Berzo è caratterizzato dalla presenza di rocce carbonatiche. Lungo il torrente affiora un ceppo di varia età poligenico di origine fluvioglaciale. L'abitato di Berzo poggia su materiale di ricoprimento del quaternario di origine fluvioglaciale, così come alcuni affioramenti morenici debolmente alterati per pochi metri.

### **7.3 Inquadramento climatico vegetazionale**

Per l'inquadramento climatico del territorio sono stati utilizzati i dati disponibili relativi alle temperature e alle precipitazioni tratti da "Condizioni termo-pluviometriche della Lombardia" (OTTONE, ROSSETTI, 1980) e da informazioni più dettagliate riguardanti il clima della provincia di Bergamo (in "Il clima del nostro tempo" BELLONI e PELFINI, 1994).

La serie di dati pluviometrici e termici completa è riferita alla stazione meteorologica più vicina all'area indagata (Bergamo).

## Località: Bergamo (366 m s.l.m.)

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	TOT
Precipitazioni (°C)	60	58	91	117	172	122	93	104	112	113	120	81	60	1243
Temperature (mm)	2.3	4.2	8.1	12.5	16.1	20.8	23.0	22.2	19.1	13.4	7.7	3.4	2.3	12,7

Il regime delle precipitazioni è di tipo prealpino con due massimi equinoziali nei mesi di maggio e novembre e un minimo assoluto nel mese di febbraio, con valori elevati durante tutta l'estate.

Relativamente alle temperature, la stazione presenta il massimo termico nel mese di luglio ed il minimo termico durante il mese di gennaio, che non scende al di sotto dello zero. Il regime termico pertanto può essere definito di tipo temperato con inverni freschi.

#### 7.4 Vegetazione potenziale

Per stimare la vegetazione potenziale del territorio indagato sono stati utilizzati alcuni indici climatici (indice di continentalità igrica di Gams ed il pluviofattore di Lang).

L'area è compresa, per la maggior parte, nel piano basale rappresentato da una vegetazione di latifoglie decidue mesofile. In particolare è possibile distinguere una fascia planiziale, impostata sui substrati alluvionali in cui la vegetazione potenziale è rappresentata da un querceto a farnia (*Quercus robur*) con massiccia partecipazione di *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium* ed altre essenze mesofile legate a suoli freschi e profondi (*Carpinion betuli*). Si tratta della vegetazione dalla massima complessità strutturale raggiungibile alle nostre latitudini, con uno strato arboreo biplanare, uno strato arbustivo ricco ed articolato ed uno strato erbaceo piuttosto abbondante. Ricadendo nell'area più favorevole alle attività umane, questa vegetazione è stata completamente rimossa in tempi remoti, lasciando ben poche tracce.

L'area più in quota del territorio indagato ricade invece nell'orizzonte submontano (piano basale), caratterizzato da una vegetazione a latifoglie decidue legate a medie condizioni ecologiche e localmente, a causa dei fattori stagionali (esposizione favorevole e substrati calcarei), da formazioni vegetazionali termo-eliofile. Si tratta di una fascia vegetazionale che presenta una potenzialità per il querceto a roverella (*Quercus pubescens*) ossia una vegetazione termofila di impronta submediterranea inquadrabile nel *Quercion pubescentis*.

## 7.5 Il paesaggio vegetale

### 7.5.1 La carta della vegetazione

L'analisi della carta della vegetazione, realizzata mediante fotointerpretazione, rivela la presenza di boschi ben strutturati sui versanti ovest dei rilievi e prevalenza di boschi aperti sui versanti sud, est e nord. Lungo il fiume si evidenziano boscaglie e filari. L'area centrale della carta, dove sorge l'abitato di Berzo, è caratterizzata da coltivi, mentre le aree ad arbusteto sono ubicate soprattutto a est. Limitate zone a prati stabili compaiono in modo piuttosto sparso.

Le aree a differente vegetazione sono state campite mediante colorazioni diverse riportate nella legenda di seguito allegata.

I boschi di latifoglie presenti nel territorio consistono in linea di massima in boschi perialveali, boschi mesofili di fondovalle, formazioni termofile dei rilievi circostanti, queste vegetazioni possono presentarsi più o meno degradate o sostituite da altre formazioni vegetali (per esempio: castagneti).

#### **BOSCHI PERIALVEALI AD *ALNUS GLUTINOSA***

I boschi perialveali occupano una estensione piuttosto ridotta, inoltre appaiono spesso pesantemente manomessi e degradati.

Si tratta di formazioni igrofile, impostate su substrati sciolti e profondi, con falda freatica affiorante, sottoposte a periodiche inondazioni.

Queste cenosi, tipiche delle valli fluviali di pianura, sono rappresentate da boscaglie a dominanza di *Alnus glutinosa* o, più spesso, da arbusteti o boscaglie basse a salici (*Salix alba*, *Salix purpurea* ecc.) e pioppi (*Populus nigra*) con invasione di specie infestanti esotiche (*Robinia pseudoacacia*, *Buddleja davidi*) più o meno marcate.

#### **BOSCHI MESOFILI**

In posizione intermedia tra le formazioni perialveali ed i boschi tendenzialmente termofili delle alture circostanti si pongono i boschi mesofili.

Si tratta di vegetazioni che hanno subito pesanti manomissioni, in cui lo strato arboreo spesso appare monospecifico, dominato solamente da *Robinia pseudoacacia*, specie di origine nord-americana oramai naturalizzata. Tuttavia non è raro incontrare altre specie arboree quali *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus* e nello strato arbustivo, *Euonymus europaeus*, *Frangula alnus*, *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea* ecc., assai significative per la caratterizzazione di queste cenosi.

Lo strato erbaceo spesso si presenta degradato per via dell'ingresso di specie ruderali e infestanti quali *Stellaria media*, *Capsella bursa-pastoris*, *Urtica dioica* ecc., banalizzato da elementi dei circostanti prati sfalciati (*Poa trivialis*, *Trifolium pratense* ecc.) o talora pressochè intatto, dominato dalle specie nemorali proprie di queste cenosi (*Anemone nemorosa*, *Vinca minor*, *Melica nutans*, *Polygonatum multiflorum*).

Solo raramente queste formazioni, sebbene potenzialmente tra le più estese della zona, assumono l'aspetto di boschi ben strutturati con esemplari di *Tilia platiphyllos*, *Acer pseudoplatanus*, *Ulmus minor*. Il loro stato generale appare comunque piuttosto degradato, anche in virtù della loro ridotta estensione e della loro localizzazione nelle aree più pesantemente antropizzate. Meglio conservati appaiono nel complesso gli aspetti più igrofilo, probabilmente per la loro localizzazione un po' defilata rispetto alle aree economicamente più importanti.

### **BOSCHI TERMO-MESOFILI**

I boschi che occupano le colline circostanti si presentano anch'essi a stadi variabili di degrado. Le principali traversie subite da essi si identificano nella conversione a castagneti, operazione che ha mantenuto un notevole valore naturalistico oltre che culturale, e nell'invasione da parte di specie esotiche (robinia in particolare), di *Pteridium aquilinum* e di rovi nelle aree private delle cure colturali cui erano sottoposte in passato, come è evidente per quanto riguarda i castagneti abbandonati.

I boschi che mantengono un buono stato di conservazione si presentano come consorzi boschivi dominati da roverella (*Quercus pubescens*) in consociazione con *Fraxinus ornus*.

In queste situazioni si osservano boschi ben strutturati, con uno strato arboreo composto dalle specie succitate con partecipazione più o meno massiccia di castagno, robinia, carpino nero (*Ostrya carpinifolia*). Spesso, nelle in condizioni di impluvio e alle quote inferiori, si osserva la presenza di farnia (*Quercus robur*) che testimonia una certa mesofilia. Nella maggioranza dei casi la componente arborea è comunque formata da individui di medio-piccole dimensioni (ceduazione).

Lo strato arbustivo è sempre ben sviluppato e ricco di specie: accanto a quelle dello strato arboreo compaiono *Corylus avellana*, *Cornus mas*, *Frangula alnus*, *Cotinus coggygria*, *Crataegus monogyna* (occasionalmente presente anche nello strato arboreo), *Crataegus oxyantha* nonché numerosi specie di rovi. Di un certo interesse è la presenza di *Ilex aquifolium* e *Ruscus aculeatus*.

La composizione floristica dello strato erbaceo, assai ricca, annovera numerose specie: *Brachypodium sylvaticum*, *Carex sylvatica*, *Geum urbanum*, *Salvia glutinosa* e *Pteridium aquilinum* nelle chiarie dove evidenzia gli aspetti più acidofili.



Da non trascurare è infine il ruolo delle liane, tra cui dominano *Tamus communis*, *Clematis vitalba* e *Hedera helix*.

#### **BOSCHI TERMOFILII: GLI OSTRIETI**

Gli ostrieti rappresentano delle formazioni termofile legate a suoli poco evoluti e con bassa disponibilità idrica; sono impostati sugli affioramenti calcarei, dove la pendenza supera i 30°. L'esposizione varia da sud-ovest a sud-est e la fascia di distribuzione è compresa tra i 400 m e i 600 m s.l.m. circa.

Dal punto di vista strutturale queste formazioni consistono essenzialmente in cedui, dove lo strato arboreo, di circa una decina di metri, è dominato in maniera quasi esclusiva da giovani individui di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e orniello (*Fraxinus ornus*), con una debole presenza di *Quercus pubescens* (testimone originariamente dominante in queste cenosi) e, limitatamente a stazioni più rupestri, *Celtis australis*.

La componente arbustiva, quantitativamente ben espressa e floristicamente varia, si eleva mediamente intorno ai due metri e, oltre alla presenza delle specie sopracitate (ad esclusione di *Quercus pubescens*), presenta una densa compagine di specie eliofile, moderatamente xerofile, favorite dal diradamento antropico, quali *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Viburnum lantana*, *Amelanchier ovalis* e *Juniperus communis* nello strato arbustivo superiore, *Coronilla emerus* e *Ligustrum vulgare* nello strato arbustivo inferiore; in quest'ultimo strato si riscontra spesso anche una discreta presenza di *Ruscus aculeatus*.

Lo strato erbaceo presenta interruzioni e discontinuità in corrispondenza degli affioramenti rocciosi ed è floristicamente caratterizzato da un contingente di specie termo-eliofile, edaficamente poco esigenti, fortemente connesso alla presenza di substrati pedogenetici ricchi in carbonati: tra queste ricordiamo *Melittis melissophyllum*, *Tanacetum corymbosum*, *Silene nutans*, *Cephalanthera longifolia*, *Sesleria coerulea*, *Stachys alopecurus* e *Teucrium chamaedrys*.

Dal punto di vista dinamico queste formazioni a latifoglie caducifoglie termofile possono essere considerate relativamente stabili, poiché la loro evoluzione è condizionata da una parallela evoluzione edafica che potrebbe essere ostacolata sia da pesanti interventi selvicolturali (ceduazione), che da naturali fattori stagionali (versanti particolarmente acclivi).

Sui versanti esposti a sud inoltre la riforestazione risulta rallentata a causa della maggiore assolazione che condiziona la disponibilità idrica.

Nella categoria degli orno-ostrieti rientrano anche alcuni aggruppamenti boschivi dominati o con buona partecipazione di *Ostrya carpinifolia* e *Fraxinus ornus*, impostati su substrati ricchi in carbonati, dall'orizzonte submontano fino all'orizzonte montano inferiore, strutturalmente molto semplificati. Queste formazioni rappresentano

un esempio di vegetazione secondaria derivante dalla destrutturazione di entità originarie, boschi di latifoglie caducifoglie d'impronta da termofila a mesofila.

### **OSTRIO-QUERCETI**

Alle stesse quote nelle aree edaficamente più evolute, su versanti più freschi, si possono sviluppare delle cenosi forestali, denominate ostrio-querceti, caratterizzate da una maggiore mesofilia e da una maggiore complessità strutturale.

Si tratta di querceti termofili sempre impostati su substrati ricchi in carbonati, con pendenze variabili tra 15° e 30°, anch'essi governati perlopiù a ceduo matricinato, dove però la destrutturazione non ha causato incipienti fenomeni erosivi del suolo.

Nello strato arboreo, oltre alla presenza di *Fraxinus ornus* e *Ostrya carpinifolia*, si rileva una costante presenza di *Quercus pubescens*. Carpino nero e orniello sono anche in questo caso specie favorite dal diradamento antropico, mentre la roverella è l'essenza originariamente dominante risparmiata dal taglio.

La componente alto arbustiva ha una elevazione media di circa quattro metri e annovera specie termo-eliofile: *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Viburnum lantana*, *Berberis vulgaris*, *Ligustrum vulgare*, *Euonymus europaeus*. A queste si aggiungono altre specie ad ampia ecologia normalmente presenti anche in altre formazioni a latifoglie caducifoglie quali: *Corylus avellana*, *Frangula alnus*, *Sorbus aria* e nel piano basso arbustivo *Daphne mezereum*. *Cornus mas* e *Ruscus aculeatus* sono le uniche essenze arbustive schiettamente legate alle formazioni boschive termofile.

Lo strato erbaceo risulta fortemente caratterizzato da specie tipiche delle formazioni forestali a latifoglie caducifoglie mesofile tra cui le principali specie edificatrici sono: *Hepatica nobilis*, *Anemone anemorosa*, *Brachypodium sylvaticum*, *Primula vulgaris*, *Euphorbia dulcis*, *Salvia glutinosa* e *Aposeris foetida*.

Dal punto di vista dinamico queste formazioni si collocano tra le vegetazioni schiettamente termofile e le vegetazioni con partecipazione di *Ostrya carpinifolia* e *Fraxinus ornus* ma con un corteggio floristico decisamente mesofilo.

### **PRATI STABILI**

La grande maggioranza delle formazioni erbacee nel territorio in esame è costituita da prati stabili sfalciati e concimati. Si tratta di vegetazioni di origine artificiale e quindi a scarso grado di naturalità, ma tuttavia di un certo pregio dal punto di vista paesaggistico e della ricchezza floristica, che è sempre elevata.

Queste cenosi sono dominati da *Arrhenatherum elatius*, o avena altissima, una graminacea di grande taglia ed elevato valore foraggero, e sono detti pertanto arrenate-reti. Altre graminacee che entrano a far parte di queste cenosi sono *Holcus lanatus*, *Lolium perenne* e *Dactylis glomerata*. Ad esse si affiancano leguminose (*Lotus cor-*

*niculatus*, *Trifolium pratense*, *Medicago lupulina*), rosacee (*Pimpinella saxifraga*) e numerose altre specie, con una tendenza alla predominanza di specie termo-xerofile in particolare in corrispondenza delle aree a maggiore acclività. Nei fondovalle gli arenatereti ospitano spesso specie testimonianti passate colture cerealicole, quali *Ranunculus arvensis*, *Alopecurus myosuroides*, *Papaver rhoeas*..

## **7.6 Aree urbanizzate**

### Aree verdi di pertinenza urbana

Aree edificate con funzione residenziale o/e produttiva, comprendenti parchi pubblici, giardini residenziali, impianti di interesse sportivo-ricreativo e impianti per la produzione ortoflorovivaistica (vivai all'aperto e serre).

### Aree di pertinenza dell'attività estrattiva

Aree di cava in rocca, alcune delle quali in stato di abbandono. In alcuni casi la vegetazione pioniera si insediata spontaneamente dopo l'interruzione dell'attività estrattiva.

## 8 CARTA DELLE ACCLIVITA'

*(Allegato 8)*

La necessità di immagazzinare, elaborare e visualizzare una grande massa di informazioni in modo rapido e semplice ha condotto, negli ultimi anni, all'utilizzo dell'informatica ed alla realizzazione di sofisticati sistemi informativi anche nel campo delle scienze geografiche e geologiche.

Sono così diventati importanti i cosiddetti GIS (Geographic Information Systems), cioè sistemi in grado di ricevere informazioni di tipo spaziali (punti, linee, poligoni e superfici definiti da coordinate in x e y e da una elevazione) e non-spaziali (dati tabulati) e di integrarli tra loro mediante processi analitici.

Questo studio, ed in particolare questo elaborato cartografico, è stato condotto mediante il sistema ILWIS sulla base di informazioni spaziali dell'area in studio. Si tratta, in questo caso, di più di un semplice GIS, poiché ILWIS è in grado di combinare i procedimenti convenzionali dei GIS con la capacità di trattamento delle immagini propria dei DBMS (Database Management System).

Per creare un database dell'area in esame, sono state utilizzate le isoipse delle carte aerofotogrammetrico del territorio di Berzo San Fermo alla scala 1:2.000, attribuendo ad ognuna la propria elevazione sul livello del mare. Questo database è di tipo vettoriale, cioè ogni unità (isoipsa) è definita in una griglia irregolare da due coordinate (X, Y) e da una direzione di movimento. Il sistema ILWIS è in grado di operare elaborazioni prevalentemente con database di tipo raster, nel quale ogni elemento è rappresentato da un'unità minima chiamata pixel le cui dimensioni vengono scelte dall'operatore in funzione della scala a cui si sta lavorando; ogni pixel è inoltre definito in una griglia regolare da due numeri (riga, colonna). L'utilizzo di dati raster comporta una serie di vantaggi tra cui, ad esempio, la rapidità di manipolazione e la possibilità di sovrapposizione di molte immagini aventi le medesime coordinate.

Il database vettoriale è stato quindi trasformato in carta raster. Successivamente la carta è stata interpolata mediante un procedimento lineare che permette di calcolare un valore per ogni pixel intermedio tra due isoipse. La carta interpolata risulta essere la base per una serie di elaborazioni successive, tra cui molto utile risulta essere l'applicazione dei filtri. Questi non sono altro che dei procedimenti matematico-statistici, quali derivate prime e seconde rispetto ad X ed ad Y, o l'equazione di Laplace, applicati pixel per pixel ed utilizzati per migliorare la risoluzione delle immagini o per evidenziare certe strutture particolarmente interessanti e non immediatamente recepibili dalle carte topografiche (es.: allineamenti strutturali).

Applicando una coppia di filtri (derivate in X ed in Y) alla carta interpolata, si ottiene una carta di gradiente che, una volta classificata secondo una certa tabella di classi di pendenza opportunamente scelta, permette di ottenere una carta dell'acclività dell'area in esame.

Ulteriori informazioni di tipo geomorfologico e strutturale possono essere ricavate dalla carta dal "modello digitale" pseudo-tridimensionale e dal block-diagramma rappresentate nella carta dell'inquadramento geografico. La prima è stata ricavata classificando la carta interpolata secondo intervalli di elevazione di 5 metri, mentre il secondo è stato ottenuto applicando ancora una volta un filtro alla carta interpolata, il quale, simulando una fonte luminosa fissa da NW, produce un'ombreggiatura che genera l'effetto di apparente tridimensionalità dell'immagine. Il block-diagramma deriva dalla carta interpolata, che funge da carta base delle altezze, riorientata secondo l'angolo di visuale prescelto ed integrata con una carta dati che in questo caso è rappresentata dal modello digitale, ma che può essere anche una carta geologica, dell'acclività o d'altro genere.

### **8.1 Finalità all'utenza urbanistica**

La bibliografia esistente si è assestata su 4 classi ritenute significative. Tali classi, efficacemente introdotte e giustificate in Amadesi et al. (1976) risultano essere le seguenti:

- acclività inferiori a 6°
- acclività comprese tra i 6° e gli 11°
- acclività comprese tra gli 11° e i 19°
- acclività superiori ai 19°.

Questo tipo di suddivisione è particolarmente descrittivo laddove la blanda morfologia corrisponde ad un generale sviluppo delle acclività inferiori ai 19°, che si riscontrano nella maggioranza del territorio collinare e basso montano con caratteristiche litologiche di materiali sciolti.

Ciò corrisponde ad un'efficace descrizione della distribuzione areale della clivometria, non solo per quanto attiene ai rispettivi riflessi sulla stabilità dei versanti o sulla meccanizzabilità del lavoro agricolo, ma anche per la pianificazione di nuovi insediamenti urbani e/o delle relative infrastrutture.

Sostanzialmente differente invece è la risultante zonazione nell'ambiente montano laddove la gran parte del territorio ricade invece in una classe di acclività superiore ai 19° per la presenza di litotipi rocciosi nel substrato.

Verificata quindi la necessità di introdurre ulteriori soglie, superiori ai 19° rimane da precisare quali possano essere queste e quali siano le necessità pianificatorie cui le medesime debbano rispondere.

In termini operativi si è quindi definito dapprima quali fossero le necessità dell'urbanistica, cui dare quindi espressione in termini numerici quali soglie di demarcazione di areali a diversa acclività. Tali soglie si sono concretizzate in corrispondenza dei valori clivometrici di 33° e di 52°, modificando pertanto la legenda precedentemente discussa con l'aggiunta delle seguenti voci:

- acclività comprese tra i 19° e i 33°
- acclività comprese tra i 33° e i 52°
- acclività superiori ai 52°

### ***La soglia dei 33°***

Alla definizione di questo primo parametro clivometrico hanno concorso due diversi gruppi funzionali.

Al primo di questi confluiscono considerazioni di ordine pratico, economico ed in generale legati ad una efficiente gestione del bene suolo.

In areali ad acclività superiore a tale valore infatti la realizzazione delle infrastrutture di servizio agli insediamenti (viabilità, reti tecnologiche quali acquedotti, fognature, distribuzione del gas e dell'energia) richiedono oneri economici molto elevati rendendo di fatto non conveniente, per motivi economici oltre che gestionali, l'urbanizzazione degli areali corrispondenti.

Ulteriore praticità nella differenziazione di questa soglia clivometrica deriva dall'approccio che consente all'analisi dei fenomeni valanghivi.

E' noto infatti che, pur essendo il fenomeno valanga legato essenzialmente al momento meteorico, tutti gli Autori sono concordi nel considerare attivi i pendii di acclività superiore ai 32°-33°.

Pertanto la differenziazione dal contesto di areali così caratterizzabili ed assumenti un ruolo di aree sorgenti di valanghe consente di effettuare utilissime considerazioni di carattere pianificatorio destinando o meno all'uno od all'altro tipo di uso urbanistico areali interessati dal potenziale pericolo di valangosità così individuato.

### ***La soglia dei 52°***

La soglia in discussione è legata essenzialmente al problema dei distacchi lapidei che accompagnano sempre areali molto acclivi, cui sempre o quasi sempre corrispondono affioramenti del substrato. La demarcazione dei 52° fra aree generatrici e non di tale pericolo è stata fissata sulla base di realtà in bibliografia note ed ingloba talvolta anche pendii parzialmente erbosi e/o arbustati, e consente una efficace perimetrazione degli areali problematici.

Note quindi le superfici sorgenti dei distacchi lapidei possono essere dedotti i vettori di percorso dei frammenti litici, sulla base dei quali effettuare considerazioni analitiche di previsione, sia in termini di destinazione urbanistica di aree che di definizione di tracciati stradali o di quant'altro possa essere significativo a questo proposito.

## 8.2 Modalità di applicazione

Come è noto la Carta Clivometrica è un elaborato di analisi cui geologicamente non viene riferita utilità pratica se non in funzione della definizione di stabilità dei versanti. Ciò premesso si ritiene invece che tale carta analitica possa rivestire notevole praticità d'uso, particolarmente di urbanistico, allorché la legenda sia ben strutturata e rispondere a precise necessità. Si vuole sottolineare l'utilità di prendere in considerazione sempre con la carta clivometrica, la carta litologica e dei caratteri geotecnici. Infatti pur essendo sempre possibile definire delle classi di fattibilità in base ai valori di acclività dei pendii e pur vero che deve sempre e in ogni modo essere presa in considerazione la litologia e le particolari condizioni di quest'ultima.

In generale, viste le situazioni geologico – tecniche presenti a Berzo San Fermo, si sono adottati i seguenti criteri di classificazione del territorio.

Acclività	Classi di fattibilità	Interventi previsti durante l'esecuzione di scavo
< 6°	Classe 1	Nessun particolare intervento
6° < a < 11°	Classe 1	Nessun particolare intervento
11° < a < 19°	Classe 1	Nessun particolare intervento
19° < a < 33°	Classe 2	Nessun particolare intervento, previa analisi delle condizioni geotecniche del pendio.
33° < a < 52°	Classe 3	Attenzione alle fasi d'esecuzione di scavi e previa analisi geotecnica del pendio e geomeccanica della litologia
a > 52°	Classe 4	Previo intervento, deve essere fatto un adeguato studio geologico, geotecnico - geomeccanico per un'opportuna progettazione degli interventi che si andranno a realizzare.

**NB.:** Per quanto riguarda l'elaborato specifico che caratterizza le acclività del territorio comunale, si sono adottate delle soglie con valori arrotondati rispetto a quelli sopra-riportati.



## 9 CARTA IDROGEOLOGICA

*(Allegato 9)*

### 9.1 Idrografia

Il territorio oggetto di studio rientra nel bacino idrografico del Torrente Cherio, emissario del Lago di Endine.

Il corso d'acqua principale è quindi rappresentato dal Fiume Cherio che lambisce l'estremità occidentale dell'area di indagine con andamento da Nord Est a Sud Ovest.

L'alveo e le sponde del torrente Cherio hanno subito negli anni passati pesanti interventi che hanno interessato ampi tratti dello stesso anche nell'area di indagine.

Affluenti del Cherio nell'area in esame quelli provenienti dalla Valle Bescasolo e dalla Valle Guaina.

La confluenza del primo avviene nel Cherio avviene in comune di Borgo di Terzo, poche decine di metri ad Ovest del confine comunale con Berzo San Fermo. Il secondo confluisce nel Cherio in comune di Entratico.

I torrenti principali risultano poi i collettori delle acque meteoriche che caratterizzano vasti settori delle quote più alte.

Una valle di modesta importanza, oltre a quelle già citate, è quella di Pugna ad Est dell'Abitato di Berzo San Fermo.

Il regime di questi corsi d'acqua è prevalentemente torrentizio e normalmente l'acqua defluisce con regolarità. Sono presenti però numerose piccole manomissioni, consistenti prevalentemente in scarichi di materiali inerti negli alvei, che possono provocare esondazioni limitatamente alle porzioni limitrofe.

Dato inoltre il regime della vegetazione presente si dovrebbe provvedere ad uno specifico e dettagliato rilevamento delle situazioni di eccessiva presenza di vegetazione all'interno dell'alveo e provvederne quindi ad una completa asportazione ai fini di garantire un regolare deflusso delle acque.

Nell'ambito di questo studio sono stati reperiti anche i valori di portata del Fiume Cherio in prossimità dell'incile del lago. I dati giornalieri relativi sono pubblicati sulla parte II degli Annali Idrologici e da questi sono stati estratti i valori medi ed estremi, sia mensili che annui.

Il valore medio del decennio è pari a  $1.39 \text{ m}^3/\text{sec}$ , mentre la massima assoluta istantanea di  $5.88 \text{ m}^3/\text{sec}$  si è verificata il 6 Novembre 1966; lo stesso giorno si è verificata anche la massima giornaliera ( $5.66 \text{ m}^3/\text{sec}$ ). L'anno 1996 è risultato pertanto ca-

ratterizzato da un afflusso complessivo molto ridotto tale da collocarsi fra i primi tre casi critici registrati in questo secolo. La minima assoluta ( $0.30 \text{ m}^3/\text{sec}$ ) è stata rilevata per più giorni consecutivi nel Settembre 1962.

La regimazione delle portate medie del decennio pone in evidenza un massimo nel mese di Novembre ( $1.84 \text{ m}^3/\text{sec}$ ) ed un minimo a Febbraio ( $0.97 \text{ m}^3/\text{sec}$ ). In genere i deflussi sono più elevati nella stagione estivo-autunnale, mentre più modesti risultano nel periodo invernale.

Prendendo in considerazione l'intero Bacino del Fiume Cherio tra Monasterolo e Palosco, le portate variano da un minimo di 0.6 ad un massimo di 7.2 mc/sec.

Sulla base delle osservazioni di lungo periodo, risulta che la valle del Fiume Cherio usufruisce di un apporto medio annuo compreso fra i 1100 - 1400 mm, distribuito con un minimo assoluto nel periodo invernale, un massimo assoluto nella tarda primavera e due relativi nel periodo estivo ed autunnale. Si tratta di una regimazione assimilabile a quella del tipo sublitoraneo padano, anche se le cospicue precipitazioni che, di norma, caratterizzano i mesi estivi fanno ritenere la zona in esame in una situazione transizionale verso il tipo continentale.

Si riporta per l'area in esame la Tabella relativa alle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti a vari tempi di ritorno per la stazione pluviometrica di Gorno, ritenuta quella che meglio approssima i dati disponibili nell'area:

**Curve di possibilità pluviometrica del pluviografo di Gorno**

Tempo di ritorno (anni)	Precipitazione (mm)	Durata della pioggia (ore)
5	43.3	$t^{0,33}$
10	49.4	$t^{0,33}$
50	62.8	$t^{0,33}$
100	68.5	$t^{0,33}$
200	74.2	$t^{0,33}$

Fissato quindi un tempo di ritorno di 100 anni, un rapporto deflussi - afflussi pari a 0.8 e calcolando il tempo di corrivazione dei vari bacini con la Formula di Giandotti, si sono valutati i valori dei contributi di piena e la portata di massima piena per i diversi bacini che vengono di seguito riportati:

Bacino considerato	Superficie bacino (km <sup>2</sup> )	Contributo di piena (m <sup>3</sup> /s km <sup>2</sup> )	Portata di massima piena (m <sup>3</sup> /s)
Cherio a Luzzana	36.05	5.65	204
Cherio a Trescore	47.45	4.65	221
Cherio a Gorlago	60.94	4.00	244

E' comunque da rilevare che tali valori sarebbero quantomeno da verificare con misurazioni dirette, essendo il metodo utilizzato per la stima dei valori del contributo di piena e quindi della portata massima, dipendenti da dati pluviometrici di riferimento non pertinenti all'area di studio.

## 9.2 Idrogeologia

L'idrogeologia è la parte della geologia applicata che si occupa della ricerca, della captazione, dell'utilizzazione razionale e della protezione delle risorse idriche sotterranee.

È una scienza che in questi ultimi anni ha avuto una notevole evoluzione, anche perché si è dovuta adeguare alle mutate esigenze di una società in continuo sviluppo, la cui domanda d'acqua è divenuta sempre più pressante sia in termini di quantità che di qualità.

Sulla base del rilevamento geologico di dettaglio dell'area oggetto di studio, si è proceduto all'esame degli aspetti idrogeologici e strutturali. L'indagine idrogeologica è stata articolata nelle seguenti operazioni:

- censimento e caratterizzazione delle acque sotterranee, sia di pozzi che di sorgenti, valutazione della circolazione idrica negli ammassi rocciosi mediante l'analisi dei dati strutturali in località-tipo;
- elaborazione di una cartografia idrogeologica per esprimere gli aspetti salienti della circolazione idrica sotterranea;

### ***9.2.1 Struttura idrogeologica generale degli acquiferi in depositi alluvionali***

La distribuzione delle unità litologiche che caratterizzano i depositi alluvionali è sempre piuttosto complessa. I sedimenti che hanno colmato la depressione padana e le valli, quindi anche il settore di pianura della parte meridionale della Val Cavallina, sono caratterizzati litologicamente dall'ambiente deposizionale (marino, palustre, continentale), dal bacino di provenienza del materiale, dall'energia che ha determinato il trasporto e la sedimentazione della frazione solida. Data l'estrema variabilità dei paleoambienti in periodi coevi, durante i quali i sedimenti hanno colmato il bacino padano, le unità litologiche che caratterizzano il sottosuolo in pianura non possono essere delimitate applicando i criteri utilizzati nei rilievi geologici di montagna. Inoltre, i dati litologici, sono dedotti dalle stratigrafie dei pozzi spesso redatti con terminologie inappropriate. La successione litostratigrafica nelle alluvioni è caratterizzata dalla sovrapposizione di "unità idrogeologiche" che costituiscono il raggruppamento di più unità litologiche immediatamente susseguenti in ordine deposizionale od eteropiche tra loro. Possono essere litologicamente eterogenee, ma presentano un comportamento idrogeologico complessivamente omogeneo per caratteristiche di permeabilità, trasmissività, modalità di circolazione. A livello regionale è stata riconosciuta una serie idrogeologica definita dalle seguenti unità:

#### **Substrato roccioso indifferenziato**

Esso è costituito da rocce delle ere Mesozoica e Cenozoica. Con questo termine ci si riferisce alla litologia presente nei rilievi che bordano la pianura, la stessa è rintracciabile ad una certa profondità sotto le coperture alluvionali, come ampiamente documentato dalle prospezioni per ricerche petrolifere condotte anche dall'AGIP. Il substrato può, se fratturato, contenere falde idriche limitate ma di buona qualità.

#### **Unità a limi con torbe, rare ghiaie e conglomerati**

L'unità risulta costituita da limi, limi sabbiosi ed argillosi, con intercalazione di sabbia e rare ghiaie di origine continentale di età Villafranchiana.

Gli acquiferi manifestano, in linea generale, una forma lenticolare; le ghiaie e le sabbie sono ovunque subordinate ai terreni limosi, che hanno la caratteristica colorazione grigio-azzurra e spesso recano intercalazioni.

A questa unità difatti appartengono anche i sedimenti del Pleistocene inferiore di origine marina, (contenenti anche macrofaune fossili) i quali hanno litologia e comportamento idrogeologico analogo a quello dei sedimenti continentali sopra citate. Tali livelli a fossili non sono stati riscontrati nelle perforazioni dell'area esaminata, ma compaiono a profondità superiori ai 100-150 metri prossima alla pianura.

Il progressivo ritiro dell'Adriatico entro l'attuale linea di costa causò la variazione dell'ambiente deposizionale che da marino, produsse paleoambienti di tipo palustre. In queste condizioni, la vegetazione sepolta dai sedimenti, originò, per diagenesi, i livelli torbosi attraversati da alcune perforazioni.

### **Unità a ghiaie e sabbie**

Questa unità, che costituisce il substrato degli acquiferi superficiali più produttivi, ha un certo interesse pratico in quanto ospita lenti ghiaiosi-sabbiose di sensibile estensione ma non di grande spessore nelle quali possono essere contenute acque che fino ad ora si sono rilevate scadenti, dal punto di vista del consumo umano, per l'elevato contenuto in ferro e idrogeno solforato. Tale situazione trova riscontro nella piana di fondovalle del torrente Cherio.

### **Unità a conglomerati**

Al di sopra è presente l'unità a conglomerati tradizionalmente denominata Ceppo. Si tratta di una successione di conglomerati sabbia, arenarie e rare ghiaie, con scarse intercalazioni argillose avente uno spessore nell'area oggetto di studio di circa 65 m.

#### ***9.2.2 Censimento dei dati idrogeologici***

Per quanto concerne il censimento idrogeologico si è proceduto, oltre alla raccolta dei dati relativi alla climatologia ed idrologia descritti nei capitoli precedenti, anche alla raccolta di dati relativi alle acque sotterranee.

La prima operazione che è stato necessario svolgere è il censimento dei pozzi, non esistendo a questo proposito un quadro sufficientemente aggiornato della situazione al momento dell'inizio del lavoro.

L'indagine puntuale si è svolta sull'intero territorio di Berzo San Fermo e si sono presi in considerazione i pozzi individuati scavati o perforati esistenti nel territorio per un totale di 1 pozzo censito. Attraverso tale indagine è stato possibile accertare direttamente le caratteristiche geologiche-idrogeologiche del sottosuolo.

Per meglio comprendere l'idrogeologia del territorio montuoso, è stato effettuato anche un censimento delle sorgenti. E' stato così possibile rilevare la presenza di 4 sorgenti.

Elenco delle SORGENTI censite:

<b>01 - Tombina</b>				SI
<b>N° sorgente:</b>	01	<b>N° Censimento</b>	01	<b>Quota piano campagna</b> 510.00 m s.l.m.
<b>Nominativo:</b>	Tombina		<b>Tipo:</b>	emergenza di falda per soglia di permeabilità
<b>Form. geologica:</b>	Dolomia Conchodon		<b>Classificazione Meinzer (Q)</b>	5
<b>Mappale:</b>	979		<b>Contatore</b>	-
<b>Foglio:</b>	6		<b>Pompa:</b>	-
<b>Uso:</b>	Idropotabile		<b>Portata richiesta:</b>	3 l/sec
<b>Analisi acqua:</b>	SI		<b>Altro:</b>	

**Coordinate geografiche ubicazione**

Carta Tecnica Regionale C5d2 - Trescore Balneario	Carta IGM - F° 33 II S.E. Trescore Balneario
---	--

<b>Longitudine</b> 1 571 460	<b>Longitudine</b> 02°32'06"
------------------------------	------------------------------

<b>Latitudine</b> 5 062 690	<b>Latitudine</b> 45°42'45"
-----------------------------	-----------------------------

<b>Autorizzazione:</b> IN CORSO	<b>Pratica Genio Civile:</b> -
	<b>Domanda in data:</b> 30.05.1995
	<b>Verbale di visita:</b> -
	<b>Scadenza:</b> -
	<b>Denuncia Lg. 275:</b> -
	<b>Altro:</b> -

<b>02 - Fossana</b>				NO
<b>N° sorgente:</b>	03	<b>N° Censimento</b>	01	<b>Quota piano campagna</b> 390.00 m s.l.m.
<b>Nominativo:</b>	Fossana		<b>Tipo:</b>	emergenza di falda per soglia di permeabilità
<b>Form. geologica:</b>	Calcarea di Concesio		<b>Classificazione Meinzer (Q)</b>	5
<b>Mappale:</b>	-		<b>Contatore</b>	-
<b>Foglio:</b>	-		<b>Pompa:</b>	-
<b>Uso:</b>	Nessuno		<b>Portata richiesta:</b>	-
<b>Analisi acqua:</b>	NO		<b>Altro:</b>	

**Coordinate geografiche ubicazione**

Carta Tecnica Regionale C5d2 - Trescore Balneario	Carta IGM - F° 33 II S.E. Trescore Balneario
---	--

<b>Longitudine</b> 1 570 775	<b>Longitudine</b> 02°32'36"
------------------------------	------------------------------

<b>Latitudine</b> 5 063 800	<b>Latitudine</b> 45°43'24"
-----------------------------	-----------------------------

<b>Autorizzazione:</b> -	<b>Pratica Genio Civile:</b> -
	<b>Domanda in data:</b> -
	<b>Verbale di visita:</b> -
	<b>Scadenza:</b> -
	<b>Denuncia Lg. 275:</b> -
	<b>Altro:</b> -

DISMESSO

<b>03 - Brugale</b>				NO
<b>N° sorgente:</b>	03	<b>N° Censimento</b>	01	<b>Quota piano campagna</b> 370.00 m s.l.m.
<b>Nominativo:</b>	Tombina			<b>Tipo:</b> emergenza di falda per limite permeabilità
<b>Form. geologica:</b>	Detrito			<b>Classificazione Meinzer (Q)</b> 7
<b>Mappale:</b>	-			<b>Contatore</b> -
<b>Foglio:</b>	-			<b>Pompa:</b> -
<b>Uso:</b>	Nessuno			<b>Portata richiesta:</b> -
<b>Analisi acqua:</b>	NO			<b>Altro:</b> -
<b>Coordinate geografiche ubicazione</b>				
Carta Tecnica Regionale	C5d2 - Trescore Balneario			Carta IGM - F° 33 II S.E. Trescore Balneario
<b>Longitudine</b>	1 570 560			<b>Longitudine</b> 02°32'45"
<b>Latitudine</b>	5 062 875			<b>Latitudine</b> 45°42'53"
<b>Autorizzazione:</b>	-	<b>Pratica Genio Civile:</b>	-	
		<b>Domanda in data:</b>	-	
<b>DISMESSO</b>		<b>Verbale di visita:</b>	-	
		<b>Scadenza:</b>	-	
		<b>Denuncia Lg. 275:</b>	-	
		<b>Altro:</b>	-	

<b>04 - Cornone</b>				NO
<b>N° sorgente:</b>	04	<b>N° Censimento</b>	01	<b>Quota piano campagna</b> 340.00 m s.l.m.
<b>Nominativo:</b>	Tombina			<b>Tipo:</b> emergenza di falda limite permeabilità
<b>Form. geologica:</b>	Formazione di Concesio			<b>Classificazione Meinzer (Q)</b> 6
<b>Mappale:</b>	-			<b>Contatore</b> -
<b>Foglio:</b>	-			<b>Pompa:</b> -
<b>Uso:</b>	Nessuno			<b>Portata richiesta:</b> -
<b>Analisi acqua:</b>	NO			<b>Altro:</b> -
<b>Coordinate geografiche ubicazione</b>				
Carta Tecnica Regionale	C5d2 - Trescore Balneario			Carta IGM - F° 33 II S.E. Trescore Balneario
<b>Longitudine</b>	1 570 555			<b>Longitudine</b> 02°32'44"
<b>Latitudine</b>	5 063 935			<b>Latitudine</b> 45°43'28"
<b>Autorizzazione:</b>	-	<b>Pratica Genio Civile:</b>	-	
		<b>Domanda in data:</b>	-	
<b>DISMESSO</b>		<b>Verbale di visita:</b>	-	
		<b>Scadenza:</b>	-	
		<b>Denuncia Lg. 275:</b>	-	
		<b>Altro:</b>	-	

### Elenco dei POZZI censiti:

<b>P01 - Pozzo Comunale Cios (ubicato in Comune di Borgo di Terzo)</b>				SI
<b>N° dei pozzi:</b>	01	<b>N° Censimento</b>	01	<b>Quota piano campagna</b> 291.50 m s.l.m.
<b>Diametro:</b>	Ø 350 mm			<b>Data costruzione pozzo:</b> 1973
<b>Profondità:</b>	- 33.00 metri da P.C.			<b>Ditta perforatrice:</b> Bassi srl
<b>Mappale:</b>	323 Borgo di Terzo			<b>Contatore</b> SI
<b>Foglio:</b>	-			<b>Pompa:</b> KSB
<b>Uso:</b>	potabile			<b>Portata richiesta:</b> 18 l/sec
<b>Analisi acqua:</b>	NO			<b>Livello statico:</b> 6.00
<b>Coordinate geografiche ubicazione pozzo</b>				
Carta Tecnica Regionale	C5d3 - Chiuduno			Carta IGM - F° 33 II S.E. Trescore Balneario
<b>Longitudine</b>	1 569 350			<b>Longitudine</b> 02°33'39"
<b>Latitudine</b>	5 063 150			<b>Latitudine</b> 45°43'02"
<b>Autorizzazione:</b>	IN CORSO	<b>Pratica Genio Civile:</b>	180/1345	
		<b>Domanda in data:</b>	24.12.1973 integrazioni del 30.05.1999	
		<b>Verbale di visita:</b>	-	
		<b>Scadenza:</b>	-	
		<b>Denuncia Lg. 275:</b>	SI	
		<b>Altro:</b>	-	

### ***9.2.3 Piezometria della falda e portate specifiche***

Le acque sotterranee che saturano gli acquiferi sono limitate superiormente dalla "superficie piezometrica", la conoscenza del cui andamento riveste importanza per il calcolo delle riserve d'acqua e delle loro variazioni. La morfologia della superficie piezometrica permette infatti di studiare a scala regionale le caratteristiche di scorrimento delle acque sotterranee ed essendo queste funzione delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche, si può avere a disposizione un metodo di analisi diretta a livello qualitativo.

Per il Territorio comunale di Berzo San Fermo non è stato possibile ricostruire l'andamento della superficie piezometrica per mancanza di dati.

Dall'analisi della geologia e da alcune considerazioni relative alla modalità di deposizione delle unità quaternarie che costituiscono la piana su cui sorge Berzo San Fermo, si può ipotizzare un andamento delle piezometriche con quote più elevate nella porzione orientale ed una direzione prevalente di flusso con andamento da est - nord est verso ovest - sud ovest.

La circolazione descritta è spiegabile osservando anche le sezioni idrogeologiche che mettono in evidenza il substrato roccioso ed i sedimenti ad esso sovrapposti con relativi spessori e litologie.

Per quanto concerne la profondità dal piano campagna del livello piezometrico, se si escludono falde secondarie sospese, si può stimare una soggiacenza della falda regionale nell'area dell'abitato di Berzo San Fermo, con valori variabili tra i 35 ed i 45 metri mentre in corrispondenza del Fiume Cherio, come visibile anche dal livello statico del pozzo Cios risulta essere di qualche metro.

Sono stati esaminati i dati riguardanti anche le portate specifiche del settore indagato prossimo al pozzo Cios; le stesse sono espresse in l/s per metro di abbassamento e costituiscono una buona misura della resa dei pozzi e di conseguenza possono indicare la stima della trasmissività dell'acquifero.

Nell'area è stata studiata la distribuzione delle portate specifiche è stata valutata utilizzando i pochi dati disponibili che hanno permesso solo una stima generica; scarse risultano, infatti, le differenziazioni e non sempre concordanti con le maggiori strutture idrogeologiche.

Si nota come le zone a produttività, relativamente medio - medio bassa, coincidano con i depositi fluvioglaciali in cui l'acquifero è contenuto nella litozona ghiaiosa-sabbiosa ove la produttività è intorno al valore di 1.2 l/s\*m.



#### ***9.2.4 Permeabilità e vulnerabilità degli acquiferi***

Sulla base dei dati ottenuti del rilievo geologico eseguito ed in base ad alcune considerazioni sul grado di fratturazione dell'ammasso, è stato possibile redigere una carta della permeabilità superficiale dell'area di studio.

A questo scopo è stata presa come riferimento la legenda utilizzata dal CNR - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche.

È tuttavia doveroso mettere in luce alcuni limiti della succitata carta; infatti in tale elaborato le formazioni sono state classificate in funzione della loro permeabilità, che è, però, stata definita in modo qualitativo non disponendo, infatti, di sufficienti valori di permeabilità determinati in situ od in laboratorio.

Comunque tale elaborato fornisce una visione chiara e sintetica delle possibili aree di ricarica, dell'estensione di queste e delle possibili zone di emergenza più importanti e permette quindi, in prima approssimazione, di individuare le aree di maggiore vulnerabilità dell'acquifero in questione.

Per il quaternario (depositi superficiali) si sono individuate quattro classi di permeabilità corrispondenti a:

CLASSE	PERMEABILITÀ
h	alta
m	media
mr	medio-ridotta
r	ridotta

Si è poi passati al substrato roccioso in cui è stato necessario fare uno studio più approfondito ed operare una suddivisione in base alle caratteristiche proprie di ogni formazione rocciosa per la definizione della geometria dell'acquifero.

Si sono individuate quattro classi di permeabilità:

CLASSE	PERMEABILITÀ
H	alta
M	media
MR	medio-ridotta
R	ridotta

Le unità più trasmissive e quindi più idonee a fornire una buona quantità di acqua sono risultate la Maiolica ed il Calcere di Zu, con una permeabilità di  $10^{-4} \div 10^{-3}$  cm/s rientranti nella classe H. Nelle altre due classi successive, M e MR, le unità considerate hanno una permeabilità media e medio-ridotta compresa tra  $10^{-5}$  e  $10^{-4}$  cm/sec. Infine la classe R ha una permeabilità ridotta, stimata con un valore  $< 10^{-5}$ . In quest'ultima classe fanno parte la maggior parte delle rocce flyschoidi, la Marna di Bruntino, Unità Cenomaniane, ed i flysch di Pontida e Colle Cedrino.

Lo studio geologico-strutturale ed idrogeologico compiuto ha così permesso di ricostruire le strutture idrogeologiche che danno origine alle sorgenti principali. In particolare, tale studio, ha permesso di comprendere, in linea generale, alcuni lineamenti fondamentali della circolazione idrica sotterranea. Essa può essere sintetizzata osservando la carta idrogeologica ove, in linea generale, si è potuto constatare come la circolazione idrica sotterranea avvenga secondo le modalità riconducibili al seguente schema:

- in una prima fase parte delle acque meteoriche e le acque derivanti dai piccoli impluvi fluviali e dalle sorgenti, si infiltrano nel sottosuolo attraverso le discontinuità delle rocce e del suolo sino a raggiungere la zona satura; in questo percorso attraverso la cosiddetta "zona di aerazione" i moti sono prevalentemente verticali e gravitativi;
- successivamente tali acque, raggiunta la zona satura, subiscono una serie di deviazioni dovute alla presenza di discontinuità tettoniche, carsiche e strutturali; durante questa fase dinamica con moti prevalentemente orizzontali si determina il deflusso della falda e quindi un trasferimento di quantitativi d'acqua variabili nel tempo dalle zone di alimentazione a quelle di recapito.
- in profondità, nella piana, oltre i circa 30-50 metri, le acque percolano nelle fessure del substrato roccioso che presenta una permeabilità ridotta.

- Sovente la combinazione delle giaciture di queste discontinuità è tale da determinare o zone d'accumulo d'acqua (effetto barriera) o zone favorevoli al deflusso idrico (effetto collettore drenante); ed è proprio di preferenza nelle aree di incrocio tra le discontinuità caratterizzate da differente comportamento (barriera o dreno) con la superficie topografica che si verificano le emergenze idriche (sorgenti o emergenze idriche).

Sulla base di quanto esposto è evidente che le aree maggiormente vulnerabili per quanto concerne la circolazione idrica delle acque coincidono con quelle zone del bacino idrogeologico in cui la permeabilità è medio-alta.

Parlando di idrogeologia non ci si può esimere anche dal prendere in considerazione la vulnerabilità degli acquiferi della zona in esame.

Facendo, a questo proposito, riferimento alla classificazione del C.N.R. è possibile attuare una differenziazione in base alla capacità di diffusione delle sostanze inquinanti e così in prossimità della piana di Berzo San Fermo presa in esame ci si può riferire come ad un'area a vulnerabilità intrinseca medio - alta nel settore orientale, una vulnerabilità intrinseca media nel settore occidentale ed una vulnerabilità alta in corrispondenza a dei depositi recenti del Fiume Cherio e del Torrente della Valle del Bescasolo.

L'acquifero non è costituito da livelli a se stanti ed è potenzialmente vulnerabile anche a causa di strutture tecnologiche poste in superficie (reti fognarie, pozzi perdenti, serbatoi interrati ormai superati) e dai corsi d'acqua superficiali naturali o artificiali entro i quali possono avvenire scarichi non controllati.

Ne va da sé, che pure lo stoccaggio, lo spandimento, l'uso in superficie di prodotti non totalmente innocui che sono in grado di attraversare gli stati alluvionali fino ad arrivare alla falda, può, a lungo andare, provocare la contaminazione della medesima.

## 10 SEZIONI IDROGEOLOGICHE

*(Allegato 10)*

Per meglio evidenziare i rapporti esistenti tra le varie unità idrogeologiche presenti nel territorio del settore indagato, sono state realizzate 2 sezioni idrogeologiche la cui traccia è riportata parzialmente nell'Allegato 9 (Carta idrogeologica) ed integralmente nell'estratto dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 riportato in allegato 10. Le sezioni sono state realizzate sia utilizzando dati bibliografici sia dati emersi dal rilievo geologico. Mentre sono totalmente mancanti dati ricavati da stratigrafie di pozzi ed esclusione di quelli ottenuti dal pozzo Cios.

### 10.1 Sezione A-A'

Questa sezione si sviluppa in gran parte parallelamente all'andamento del torrente Cherio ed a monte della scarpata che limita la piana di Berzo San Fermo ad ovest.

Si possono notare innanzitutto, dal profilo topografico, gli elementi della morfologia già descritti nei capitoli precedenti, vale a dire gli orli di terrazzo con la relativa scarpata di erosione.

Si rileva come il substrato roccioso sia presente ad una profondità fino oltre 100 m dal piano di campagna e che lo stesso presenta una profondità maggiore in vicinanza dell'abitato di Borgo di Terzo.

Si nota inoltre come i sedimenti che riempiono la valle abbiano prevalentemente una permeabilità media, mentre sul fondovalle della Valcavallina è presente una unità superficiale con permeabilità ridotta.

La falda ha una soggiacenza di circa 5 - 10 m in corrispondenza del fondovalle del torrente Cherio.

## **10.2 Sezione B-B'**

Questa sezione si sviluppa longitudinalmente alla piana di Berzo San Fermo, attraversa la vallata del torrente Cherio e termina a monte dell'abitato di Vignano San Martino.

Interessa quindi tutti i depositi del fondovalle della Valcavallina.

L'andamento del substrato è concavo e non sono segnalati, come nella sezione A - A', delle anomalie positive del substrato. La possibile regressione messiniana e quindi la presenza di canyon sepolti, in base alle informazioni bibliografiche consultate, non sembra aver interessato questa porzione della Valcavallina.

La permeabilità del substrato è medio ridotta, come quella di quasi tutti i depositi di copertura. Solo in superficie si riconosce una unità con permeabilità ridotta ed una, ancora più superficiale con permeabilità alta.

## 11 CARTA DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO E FOGNARIO

*(Allegato 11 e 12)*

L'inquinamento delle acque sotterranee, nello spazio e nel tempo, proviene nella quasi totalità dei casi dalle attività antropiche o è ad esse connesso in modo diretto o indiretto.

L'analisi quindi di questi elementi in relazione all'ambiente permette una prima valutazione del rischio a cui è sottoposto l'ambiente in generale.

In questo lavoro non sono censiti tutti gli aspetti antropici, ma solo si è voluto rappresentare il sistema acquedottistico e fognario.

Il reperimento dei dati relativi alle diverse tipologie di fattori legati all'acquedotto ed alla fognatura è stato possibile tramite sopralluoghi ed indagini effettuati dallo scrivente durante gli anni 1993/98 integrati con il redigendo Piano Regionale di Risana-mento Acque - Settore funzionale dei pubblici servizi di fognatura, collettamento e depurazione e settore acquedotto<sup>3</sup>.

Tutto ciò ha permesso di elaborare due cartografie tematiche a scala 1:5000.

Nelle cartografie sono riportati:

- la rete fognaria e la rete acquedotto,
- sorgenti
- pozzi
- derivazioni d'acqua
- bacini di accumulo dell'acqua potabile attivi e dismessi
- la zona di rispetto dei pozzi idropotabili
- la zona di tutela assoluta dei pozzi dei bacini e delle aree ecologiche
- area fognaria attuale
- area fognaria al 2016
- Collettori esistenti e previsti
- Vasche volato, scaricatori di piena, punti di scarico

---

<sup>3</sup> Da cartografia CTR 1:10.000 - Regione Lombardia - settore Ambiente ed Ecologia; Provincia di Bergamo - assessorato Territorio ed Ambiente (Luglio 1996).

## 12 LA CARTA DI SINTESI

*(allegato 13 e 14)*

Questa carta rappresenta un documento riassuntivo delle condizioni fisiche generali del territorio ed è stata ricavata dal confronto e dalla sintesi dei dati indicati in tutte le carte tematiche precedentemente descritte.

La sovrapposizione dei dati e il loro confronto critico hanno permesso di fare valutazioni diagnostiche agevoli nell'ambito delle ipotesi di progettazione delle azioni di piano ottenendo numerosi quadri di caratterizzazione geoambientale del territorio. Queste situazioni, successivamente rapportate alla vulnerabilità antropica, individuano le condizioni di rischio geologico.

La carta tematica ottenuta ha un significato più qualitativo che quantitativo, infatti i fattori sono stati distinti in base al tipo di rischio e non al grado con cui esso si manifesta, elemento questo più incerto da determinare.

Le informazioni in essa contenute, riferite all'intero territorio comunale, permettono un raffronto immediato fra le possibili penalizzazioni che lo stesso presenta nei confronti del progetto di pianificazione e le eventuali penalizzazioni indotte dalle scelte di pianificazione sul territorio stesso.

In sostanza qualunque progetto di pianificazione deve avere carattere di compatibilità con il territorio in cui si inserisce, rispettandone la vocazione, tutelandone e valorizzandone le risorse, attivando, in caso di scelte obbligate, tutti i meccanismi atti a garantire il mantenimento di equilibri socio-ambientali e naturali.

Tutto ciò deve avvenire nell'ambito di un processo di sviluppo avulso da qualunque logica di sovrasfruttamento, predazione e distruzione del bene "ambiente", ma al contrario inserito in un contesto pianificatorio di ampio respiro, anche sovracomunale, stante il carattere di continuità della realtà fisica territoriale oltre gli stretti limiti amministrativi.

Qui di seguito viene sinteticamente riportata la descrizione di tutti gli elementi oggettivi individuati nella cartografia di base e di inquadramento, focalizzandone gli aspetti di rischio potenziale ed attuale.

Vengono inoltre riportati, in una tavola separata ai fini di migliorarne la leggibilità, gli elementi di vincoli territoriale, ancorché derogabili, derivanti da leggi e normative di emanazione statale e regionale, in modo da avere un quadro generale il più completo possibile delle disponibilità, delle vocazioni, delle limitazioni e delle penalizzazioni che "offre" o evidenzia la realtà territoriale interessata dal progetto di pianificazione comunale.

Sono di seguito descritti gli aspetti tecnici presi in considerazione.

### **Fattori di rischio legati all'acclività del terreno**

Per la particolare situazione geologica e geomorfologica di Berzo San Fermo, sono state considerate acclività critiche quelle maggiori di 35°.

Per la lettura dettagliata delle classi clivometriche si rimanda alla Carta delle acclività.

### **Aspetti geomorfologici**

Tra i fenomeni geomorfologici considerati influenti ai fini della zonazione della fattibilità si segnalano:

- orli di terrazzo;
- vallecole con fondo a V;
- corpo di frana per scorrimento e per scivolamento rotazionale;
- area interessata da deformazioni gravitative profonde;
- piccola frana non fedelmente cartografabile;
- soliflusso;
- dolina.

In particolare si segnala che quest'ultima evidenza geomorfologica ha influenza anche sul sistema di circolazione delle acque sotterranee.

### **Aspetti idrologici ed idrogeologici**

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici si riporta l'ubicazione delle principali emergenze idriche ed il reticolo idrografico principale.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico viene evidenziato per le situazioni di rischio che possono essere connesse per l'effetto di sovralluvionamenti, occlusioni di alveo, erosioni laterale attiva con processi erosivi di fondo e zone di possibile esondazione per eventi di piena eccezionali. Questi ambiti comprendono normalmente le aste flu-



viali e torrentizie che solcano il territorio e che possono dare luogo, nei punti di sbocco, a fenomeni esondativi ed erosivi.

Si riportano le aree di salvaguardia dei pozzi ad uso potabile secondo il D.P.R. 236/88 (24/05/1988), delimitate con criterio geometrico.

### **Sismicità del sito**

Il comune di Berzo San Fermo non compare nell'elenco allegato alla legge n° 1684 del 25/11/1962. Tale elenco aggiornato con le successive modificazioni ed integrazioni comprende tutte le località sismiche di prima e di seconda categoria.

### **Fenomeni strutturali**

Sono stati ripresi gli elementi strutturali che possono fornire indicazione sulla stabilità dei versanti quali le giaciture ed il grado di fratturazione delle rocce presenti come fratture ed altri macro elementi tettonici.

## **12.1 Aspetti di vincolistica ambientale**

Per quanto riguarda i vincoli presenti sul territorio, la cui parte normativa e relativa applicazione si rimanda agli specifici decreti di attuazione, va segnalata l'esistenza di:

- Zona di rispetto pozzi per acqua adibiti al consumo umano (D.P.R. 236/1988);
- Zona di tutela assoluta (D.P.R. 236/88) non evidenziata per scala dell'elaborato;
- Fascia di rispetto di inedificabilità assoluta (R.D. 523/1904);
- Vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23);
- Laghi e corsi d'acqua (L. 431/85);
- Boschi e foreste (L. 431/85);
- Aree di primo appoggio alla pianificazione paesistica (D.G.R. n. 3859/85) ai sensi dell'Art. 1-ter L. 431/85 (Divieto di modifica dell'assetto del territorio);
- Tutela delle cose di interesse storico - artistico (L. 1089/39) Il numero indica il numero di repertorio assegnato dalla Sovrintendenza per i beni ambientali ed architettonici;

## **13 CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E RIFLESSI SULLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE**

*(allegato 15)*

### **13.1 Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano**

La carta di fattibilità geologica delle azioni di piano è stata predisposta in scala 1:5.000 per l'intero territorio comunale. Data la scala di lavoro e la base topografica impiegata (la stessa del P.R.G.) si è ritenuto opportuno non realizzare la carta di fattibilità in scala 1:2.000 per le sole aree di espansione urbanistica.

Il territorio del comune è suddiviso in quattro classi di fattibilità, secondo quanto previsto dalla D.G.R. 6 Agosto 1998 - n.6/37918 "Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale, come disposto dall'art. 3 della legge regionale 24 novembre 1997, n° 41".

La definizione delle aree a differente fattibilità geologica deriva dall'analisi comparata di tutti gli elementi fisiografici primari (geologici, geomorfologici e geologico – tecnici) rapportati con i specifici caratteri di pericolosità o sensibilità ambientale.

In particolare, ai fini della zonazione, si è tenuto conto delle valutazioni della pericolosità dei singoli fenomeni, degli scenari di rischio conseguenti e della componente geologico – ambientale. L'assegnazione di una data zona ad una specifica classe di fattibilità geologica può essere modificata solo nel caso che i vincoli di carattere geologico - tecnico gravanti vengono meno per operazioni di bonifica/sistemazione dei fenomeni. Tale bonifica/sistemazione può essere effettuata sia attraverso interventi pubblici che privati.

Di seguito si riporta il significato generale di ognuna delle quattro classi di fattibilità, definite in conformità a quanto specificato nel D.G.R. sopra citato ed alle peculiari caratteristiche del territorio comunale di Berzo San Fermo.

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

In questa classe ricadono le aree per le quali gli studi non hanno evidenziato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica della destinazione d'uso delle particelle.

Comprende pertanto quelle aree caratterizzate da una struttura geologico – ambientale favorevole alla realizzazione ed allo sviluppo del tessuto urbanistico. In esse viene quindi identificata una situazione ottimale al fine di un potenziale sviluppo, anche diversificato, in ambito urbanistico – edificatorio.

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

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 superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico - tecnico od idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di sistemazione e bonifica. Queste ultime non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe.

Sono comprese pertanto quelle aree caratterizzate da una struttura geologica favorevole alla realizzazione ed allo sviluppo del tessuto urbanistico, con comunque necessità di soluzioni progettuali finalizzate all'identificazione, caso per caso, delle condizioni specifiche di esercizio e della tipologia delle strutture di fondazione o contenimento, conservative ai fini della stabilità a lungo periodo delle opere medesime.

In queste aree viene quindi identificata una situazione medio – buona al fine di un potenziale sviluppo, anche diversificato, in ambito urbanistico – edificatorio.

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

La classe comprende le zone nelle quali si sono 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 è pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico – tecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in sito o di laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, idraulici, ambientali, ecc.). 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 interventi sull'edificato esistente dovranno essere fornite indicazioni per la progettazione di opere di difesa, sistemazione idrogeologica e degli eventuali interventi di mitigazione degli 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'urbanizzato.

Sono comprese pertanto in questa classe quelle aree caratterizzate da una struttura geologica poco favorevole alla realizzazione od allo sviluppo urbanistico. Il loro utilizzo, anche per strutture di limitata importanza deve tenere conto dei caratteri fisiografici e di incidenza sulle opere, propri del territorio comunale di Berzo San Fermo.

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

L'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle. Si dovrà escludersi qualsiasi nuova edificazione, se non per 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 nell'art. 31<sup>(4)</sup>, lettere a), b) e c) della L. 457/1978.

Eventuali opere che non prevedano la presenza continuativa di persone, 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.

Nella classe 4 di fattibilità ricadono le aree in dissesto o di potenziale dissesto per acclività dei versanti, le aree ricadenti in fasce di grave esondazione dei corsi d'acqua principali e relative fasce di rispetto e le aree di protezione assoluta dei pozzi.

Data l'articolazione e la variabilità del territorio in esame, nell'ambito del presente lavoro per le classi 2 e 3 si sono utilizzate delle sottoclassi (siglate con lettere maiuscole), per evidenziare e specificare le problematiche che hanno condotto all'inserimento di ogni area nell'ambito della specifica classe di fattibilità.

Sulla base della metodologia utilizzata, è evidente che una stessa area può essere caratterizzata da una o più limitazioni, e che la maggiore o minore gravità di alcune o tutte le problematiche porta all'inserimento dell'area nella seconda o nella terza classe di fattibilità.

Di seguito viene presentata una tabella sintetica con le classi di fattibilità, le sottoclassi individuate per le classi 2 e 3 e le sigle relative alle diverse tipologie di problematiche individuate.

---

<sup>4</sup> **Legge 457/1978**; art. 31 (Definizione degli interventi)

Gli interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente sono così definiti:

- a) Interventi di manutenzione ordinaria, quelli che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti.
- b) Interventi di manutenzione straordinaria, le opere e le modifiche necessarie per rinnovare o sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari e non comportino modifiche delle destinazioni d'uso.
- c) Interventi di restauro e risanamento conservativo, quelli rivolti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentono destinazioni d'uso con essi compatibili. Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze dell'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio.

CLASSE DI FATTIBILITÀ		SOTTO CLASSE	PROBLEMATICITÀ
①	Senza particolari limitazioni	Nessuna	Non sono state individuate aree con queste caratteristiche
②	Con modeste limitazioni	A	Potenziati instabilità anche connesse all'acclività dei versanti
		B	Caratteristiche geotecniche/geomeccaniche scadenti
		C	Difficoltà superficiale di drenaggio o aree idrogeologicamente vulnerabili.
③	Con consistenti limitazioni	A	Potenziati instabilità anche connesse all'acclività dei versanti
		B	Caratteristiche geotecniche/geomeccaniche molto scadenti
		C	Aree di rispetto dei corsi d'acqua o di esondazione determinata su base morfologica
		D	Zone soggiacenti frane attive
④	Con gravi limitazioni	Nessuna	Gravi limitazioni alla trasformazione d'uso del territorio a causa della dimensione o concomitanza di gravi fattori limitanti. (A) Limitazioni connesse a potenziali instabilità connesse anche all'acclività dei versanti, (B) Caratteristiche geotecniche e geomeccaniche molto scadenti, (C) Aree di rispetto dei corsi d'acqua o di alluvionamento, (D) Aree in frana.

La scelta di specificare negli elaborati cartografici la presenza di più problematiche per la stessa area, è stata ritenuta valida ed utile, oltre che per l'individuazione delle diverse classi di fattibilità, anche per consentire la definizione di massima dei contenuti tecnici degli interventi e, quindi, delle limitazioni cui è sottoposto ogni singolo intervento sul territorio comunale.

Sulla carta di fattibilità si sono anche riportati alcuni aspetti normativi di carattere geologico ed ambientale che in sostanza limitano, od assoggettano le richieste di modifica dello stato dei luoghi, a particolari procedure o vincoli progettuali, ai fini di ottenere l'eventuale rilascio dell'autorizzazione. Altri aspetti normativi non vengono riportati per motivi di leggibilità della carta. Per questi ultimi non riportati nella carta di fattibilità, si faccia riferimento alla specifica tavola di sintesi dei vincoli ambientali.

Gli aspetti normativi considerati sono:

### ***13.1.5 Zona di rispetto pozzi per acqua, adibiti al consumo umano***

Come previsto dal D.P.R. 24 maggio 1988, n° 236 relativo alla "Attuazione della direttiva CEE n.80/778 riguardante la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'Art.15 della legge 16 aprile 1987, n.183" e delle indicazioni contenute nella Circolare della Regione Lombardia 38/SAN/83 e della D.G.R. n.VI/15137 del 27

giugno 1996 riguardante le *“Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano”*, si sono individuate le zone di salvaguardia per i pozzi e sorgenti destinati al consumo umano presenti sul territorio comunale di Berzo San Fermo.

Di seguito si riporta quanto previsto dalla legge per le aree di salvaguardia per i pozzi le cui acque siano destinate al consumo umano.

### **Zona di tutela assoluta**

E' l'area più interna, immediatamente adiacente alla captazione, nella quale possono essere insediate esclusivamente l'opera di presa e le relative infrastrutture di servizio; vi è fatto divieto di qualsiasi attività che non sia inerente all'utilizzo, alla manutenzione e alla tutela della captazione; la zona di tutela assoluta deve circondare la captazione con un'estensione di raggio non inferiore a 10 m, deve essere recintata, prevedendo l'allontanamento delle acque meteoriche ed eventualmente l'impermeabilizzazione del terreno superficiale e la difesa da esondazioni di corpi idrici superficiali.

Tale zona, per problemi di scala degli elaborati, non è stata riportata sulla carta di fattibilità.

### **Zona di rispetto**

E' l'area che include la zona di tutela assoluta e viene delimitata in rapporto alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

Due sono i criteri adottabili per delimitare tale area:

- a) **Criterio geometrico:** la zona è costituita da una porzione di cerchio di raggio non inferiore a 200 m, con centro nel punto di captazione, che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione.
- b) **Criterio idrogeologico:** quando è possibile individuare il bacino di alimentazione della sorgente di captazione, la zona di rispetto è costituita da una porzione di cerchio di raggio non inferiore a 200 m, con centro nel punto di captazione, che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è limitata lateralmente dai limiti del bacino di alimentazione della sorgente.

A Berzo San Fermo, per l'individuazione delle zone di rispetto, è stato però impiegato il criterio geometrico.

Nel caso di captazioni interessanti più sorgenti e/o pozzi o gruppi di sorgenti e/o pozzi, la zona di rispetto sarà definita dall'involuppo delle zone di rispetto delle singole sorgenti.

Nella zona di rispetto sono vietate le seguenti attività o destinazioni (Art. 6 D.P.R. 236/88)

- Dispersione, ovvero immissione in fossi non impermeabilizzati, di reflui, fanghi e liquami anche se depurati  
accumulo di concimi organici
- dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali e strade  
aree cimiteriali
- spandimento di pesticidi e fertilizzanti
- apertura di cave e pozzi
- discariche di qualsiasi tipo, anche se controllate
- stoccaggio di rifiuti, reflui, prodotti, sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli  
impianti di trattamento rifiuti
- pascolo e stazzo di bestiame
- insediamento di fognature e pozzi perdenti; per quelli esistenti si adottano ove possibile le misure per il loro allontanamento

#### • **ZONA DI PROTEZIONE**

Corrisponde al bacino di alimentazione della sorgente.

Nelle zone di protezione possono essere adottate misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agroforestali e zootecnici.

Un altro aspetto geologico rilevante portato dall'intervento antropico e già precedentemente descritto, riguarda le frequenti intubature e/o occlusioni con materiali di riporto degli alvei minori, le quali possono diventare fonti di rischio.

#### *13.1.6 Fascia di rispetto di inedificabilità assoluta per i corsi d'acqua*

Per quanto riguarda le acque pubbliche, come stabilito dal R.D. 523/1904 art. 96, lettera **f**, stabilisce che per quelle aree ove manca una disciplina locale relativamente a

“fabbriche e scavi”, sia osservata una fascia di rispetto di 10 metri di larghezza in corrispondenza di ciascuna sponda del corso d’acqua.

il relatore  
dott. geol. Diego Marsetti

.....



## 14 RICHIAMI NORMATIVI

Qui di seguito si fa un elenco dei principali riferimenti normativi in materia geologico tecnica e ambientale, a cui occorre fare riferimento nella programmazione e nella gestione del territorio:

Legge 523/1904: nell'art.96 prevede una distanza di 10 m dai corsi d'acqua entro la quale è interdetta l'edificazione.

R.D. 14 agosto 1920 n° 1285: regolamento per le derivazioni ed utilizzazioni di acque pubbliche

D.M. 16 dicembre 1923: norme per la compilazione dei progetti di massima e di esecuzione a corredo di domande per grandi e piccole derivazioni di acqua.

R.D. 11 dicembre 1933 n° 1775 - Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici.

R.R. 09.01.1982 n° 2 e n° 3; L.R. 13.12.1983 n° 94; L.R. 14.12.1983 n° 99; L.R. 10.09.1984 n° 54; D.L. 05/02/94 n° 22 (Ronchi), D.P.R. 10.09.82 n° 915, contengono le norme per lo smaltimento e lo stoccaggio dei rifiuti, la realizzazione e gestione delle discariche. Queste norme sono integrate e specificate con la Circolare Regionale n° 973 del 15.01.1986 e con la deliberazione della Giunta Regionale del 02.05.1991 n.5/8462.

Legge Regionale n° 8 del 05.04.1976, legge forestale regionale: in questa legge sono descritti i terreni soggetti a vincolo idrogeologico.

Legge 10 maggio 1976 n° 319 (Legge Merli): reca le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Decreto 8 gennaio 1997 n° 99: reca il regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature.

Delibera 4 febbraio 1977: reca i criteri, le metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2 lettere b), d) ed e) della Legge 10.05.76 n° 319 recante le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento

DPR 24 maggio 1977: formula tipo per la determinazione del canone e l'applicazione della tariffa di cui all'art. 16 della legge 10.05.76 n° 319 recante le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, e penalità per omessa, infedele o ritardata denuncia o per l'omesso e ritardo pagamento.

DPR n° 616 del 24.07.1997: attuazione della delega di cui all'art. 1 della L. 22.07.1975 n° 382

Legge Regionale n° 44 del 29.04.1980: disciplina della ricerca, coltivazione e utilizzo delle acque minerali e termali

Circolare n° 38/SAN/83 del 22 luglio 1983 della Regione Lombardia - Settore Sanità e Igiene, Servizio Igiene Pubblica. Direttiva per la vigilanza e i controlli sulle acque destinate al consumo umano.

Nota n° 1838 del 23.01.1984 della Regione Lombardia - Settore Sanità e Igiene, Servizio Igiene Pubblica. Nota integrativa alla Circolare n° 38/SAN/83 sulle acque destinate al consumo umano.

Legge 04 agosto 1984 n° 464: reca le norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio geologico della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale.

Legge Regionale 27 maggio 1985 n° 62: disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle pubbliche fognature - Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento.

Legge 431 del 08.08.1985: individua le zone da sottoporre a vincolo e a salvaguardia ambientale, tra le quali sono comprese le fasce adiacenti ai fiumi per una distanza di 50 metri dalle sponde. Questa legge prevede anche la redazione di Piani Paesistici ai quali gli strumenti di pianificazione locale devono adeguarsi.

DGR n° IV/3859 del 10.12.1985: individua delle aree di particolare interesse ambientale a norma della Legge 8 agosto 1985 n° 431.

DGR n° IV/12028 del 25.07.1986: in questo documento sono iscritti i corsi d'acqua classificati pubblici ai sensi del T.U. n° 1775 del 11.12.33.

Legge Regionale 33 del 21.06.1988: disciplina delle zone del territorio regionale a rischio geologico e sismico. Prevede la stesura da parte delle Provincie di un Piano Funzionale che definisca le zone da assoggettare a vincolo idrogeologico e le zone soggette a rischio geologico, nonché i criteri metodologici per la formazione degli strumenti urbanistici in tali aree. Per la Provincia di Bergamo tali Piani sono attualmente in fase di compilazione.

D.P.R. n° 203 del 24.05.88, attuazione della direttiva CEE n° 880/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto da grandi impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987 n° 183.

D.P.R. n° 236 del 24.05.88, attuazione della direttiva CEE n° 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16.04.1987 n° 183: definisce le zone di salvaguardia delle risorse idriche destinate al consumo umano, e stabilisce le modalità di intervento antropico consentito nelle stesse.

Decreto 11.03.88 del Ministero dei Lavori Pubblici: contiene dettagliate norme tecniche per la verifica della stabilità dei terreni, delle scarpate e per la progettazione delle opere di sostegno e di fondazione. Le istruzioni applicative sono state emanate con la Circolare Ministeriale n° 30483 del 24.09.1988.

Legge 18 maggio 1989 n° 183: prevede la suddivisione del territorio nazionale nei bacini idrografici maggiori, in modo da consentire interventi organici in materia di difesa del suolo e dell'assetto idrogeologico del territorio. Lo strumento di programmazione è costituito dai Piani di Bacino.

Legge Regionale 59/90 e 56/89 Istituzione del Parco delle Orobie Bergamasche

Regione Lombardia, Circolare del Settore Ambiente e Energia: "Direttive in materia di scarichi idrici e tutela delle acque sotterranee dallo inquinamento", D.G.R. n° 54023 del 03.06.1994, pubb. B.U.R.L. n° 33 del 10.08.1994, III supplemento straordinario.

Decreto 26 marzo 1991 del Ministero della Sanità: reca le norme tecniche di prima attuazione del DPR 236/88 relativo all'attuazione della direttiva CEE n° 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16.04.1987 n° 183.

D.P.C.M. del 01.03.1991: limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

D.L. n° 277 del 15.08.1991: reca le disposizioni in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro.

DGR n° V/22502 del 13.05.1992: reca le direttive ai Servizi Provinciali del Genio Civile per l'esercizio delle deleghe in materia di autorizzazioni alla ricerca e di concessioni delle acque sotterranee.

DGR n° V/28369 del 14.10.1992: con questo documento la Regione Lombardia dà disposizione in ordine alla durata delle concessioni di piccole derivazioni d'acqua ad uso industriale.

Deliberazione della Giunta Regionale 18.05.1993 n.5/36147, pubblic. B.U.R.L. n° 28 del 16.07.1993, II supplemento straordinario: con questo documento la Regione Lombardia detta i criteri e gli indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione locale.

Decreto Legislativo 12 luglio 1993 n° 275: reca il riordino in materia di concessioni di acque pubbliche.

Legge 5 gennaio 1994 n° 36 (Galli): disposizioni in materia di risorse idriche

Legge 5 gennaio 1994 n° 37: norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche

DGR n° V/50599 del 07.04.1994: modalità concernenti gli adempimenti previsti dall'art. 10 del d.lgs n° 275 del 12.07.93 e approvazione modello di denuncia.

Decreto Legge 17 marzo 1994 n° 177: reca le modifiche alla disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che non recapitano in pubbliche fognature.

Circolare del settore ambiente e energia approvata con DGR n° 54023 del 03.06.1994: direttive in materia di scarichi idrici e di tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento.

Legge n° 447 del 26.10.1995: legge quadro sull'inquinamento acustico

D.P.C.M. del 14.11.1997: determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.

DGR n° VI/15137 del 27.06.1996: reca le direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (art. 9, punto 1, lett. f) del DPR 24 maggio 1988 n° 236.

Legge Regionale 24 novembre 1997 n° 41: prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti.

Legge Regionale 9 giugno 1997 n° 18: riordino delle competenze e semplificazioni delle procedure in materia di tutela dei beni ambientali e di piani paesistici. Subdeleghe agli Enti locali

DGR n° VI/30194 del 25/07/97: deleghe della Regione Lombardia agli Enti locali per la tutela del paesaggio. Criteri per l'esercizio delle funzioni amministrative ai sensi della legge regionale 9 giugno 1997 n° 18

Legge Regionale 8 agosto 1998 n° 14: reca le nuove norme per la disciplina della coltivazione di sostanze minerali di cava.

Legge Regionale 20 Ottobre 1998 n° 21: organizzazione del servizio idrico integrato e individuazione degli ambiti territoriali ottimali in attuazione della legge 5 gennaio 1994 n° 36 "Disposizioni in materia di risorse idriche"

D.G.R. 6 agosto 1998 - n° 6/37918: approvazione del documento di "Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica della pianificazione comunale, secondo quanto disposto dall'art. 3 della legge regionale 24 novembre 1997, N° 41"

D.G.R. 6 agosto 1998 - n° 6/37919: prevenzione urbanistica del rischio idrogeologico - approvazione dell'elenco dei comuni tenuti alla urgente predisposizione di studio geologico ai sensi dell'art. 4 della legge regionale 24 novembre 1997, n° 41

Legge Regionale n° 142 del 04.11.1998: reca le disposizioni in materia di tasse sulle concessioni regionale ed in particolare l'art. 3 p.to 1, ai sensi dell'art 89 comma 1 lett. i) del D.Lgs del 31.03.1998 n° 112 tutte le acque sotterranee e superficiali raccolte in corsi d'acqua ed invasi insistenti nel territorio lombardo sono considerate pubbliche.

D.G.R. 15 gennaio 1999 - n° 6/40996: approvazione delle "Legende di riferimento per la predisposizione della carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica e dei colori per la redazione delle 4 classi della carta della fattibilità" e dell'ulteriore documentazione da allegare allo studio geologico previsto dalla legge regionale 24 novembre 1997, n° 41.

Decreto Legislativo n° 152 del 11.05.1999: disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

## 15 BIBLIOGRAFIA

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI BERGAMO, 1990 - Assessorato territorio ambiente. Qualità delle acque superficiali in provincia di Bergamo. Magneti P, Verlatto B., Pezzera G., Passera G.

BELLINI F., SIGISMONDI M., SUARDI M., 1990 - La Val Cavallina. Comunità Montana della Val Cavallina

BERETTA G.P., 1986 - Diffusione degli inquinanti e risanamento delle falde compromesse dallo smaltimento di rifiuti solidi. Ingegneria ambientale, vol. 15, n° 3-4, Mar.-Apr. 1986

BERNARD P., 1963 - Etude Geologique de la région de Trescore Balneario. Boll. Soc. Geol. de France (7) pag 767-774

BERSEZIO R., FORNACIARI M. & GELATI R., 1990 - Carta geologica della fascia collinare sudalpina tra la Brianza ed il lago d'Iseo. Mem. Soc. Geol. It. 45 (1990), 107-110, 1 tav.

BERTOLINI M. - ELITROPI C., 1990 - Osservazioni meteorologiche 1958-1987 - Note di climatologia e ambiente - Ed. Provincia di Bergamo

BERTOLINI M., ELITROPI C., ELITROPI M., 1991 - Trentadue anni di osservazioni meteorologiche a Bergamo. Ulteriori considerazioni sui dati del trentennio 1958-87. Il biennio 1988-89. Ed. Provincia di Bergamo

CAFFI E., 1923 - Cronologia geologica delle Valli Bergamasche. Ed. C.A.I.

CASATI P., 1964 - Il Trias in Lombardia (Studi geol. paleont.). Osservazioni stratigrafiche sull'Infratreffico delle Prealpi Bergamasche. Estr. Riv. Ital. Paleont., v. LXX, n° 3, pp. 447-465, 10 fig. - Milano.

CASATI P., 1970 - Osservazioni sulle "selci bianche" dell'Hettangiano delle Prealpi Bergamasche Occidentali. Estr. Soc. Ital. Sc. Natur., Museo Civ. St. Natur., 61, 3-4, pp. 263-269 - Milano.

CASATI P., GNACCOLINI M., 1967 - Geologia delle Alpi Orobiche Occidentali. Riv. Ital. Paleont. Strat., 73, 1, 25-144, 1 carta.

CASTANY G., 1987 - Idrogeologia. Libreria Dario Flaccovio Editrice - Palermo.

CASTIGLIONI G.B., 1986 - Geomorfologia, UTET, Torino.

CEBEAU, 1964 - Livre de l'eau. Vol I, II, III, IV e V. Ed. CEBEDOC Liège - Belgio

CELICO P., 1986 - Prospezioni idrogeologiche Vol. 1. Liguori editore - Napoli.

CHIESA G., 1988 - Inquinamento delle acque sotterranee. Ed. Hoepli

CHIESA G., 1994 - Idraulica delle acque di falda - Dario Flaccovio Editore, Palermo.

DE ALESSANDRI G., 1903 - Il gruppo del Monte Misma (Prealpi Bergamasche). Studio geopaleontologico. Estr. Atti Soc. Ital. Sc. Natur., vol. XLII, pp. 1-53, 4 fig. - Milano.

DEGRÉMONT, 1989 - Memento Technique de l'eau - Edition du Cinquantenaire, Paris Cedex 08.

DE JONG K.A., 1967 - Tettonica gravitativa e raccorciamento crostale nelle Alpi Meridionali. Boll. Soc. Geol. Ital., v. 86, 749-776

DE JONG K.A., 1979 - Overthrust in the central Bergamasc Alps, Italy. Geologia Mijnbouw, v. 58, pp. 277-288.

DESIO A., 1944 - Sulla costituzione geologica dei dintorni di Trescore Balneario - Bergamo

DESIO A., 1945 - Appunti ed osservazioni sul Glaciale Della Valle Seriana e della Valle Cavallina (Bergamo). Ist. Geol., Paleont. e Geogr. Fis., serie G., n° 34, pp. 1-15, 4 fig., - Milano.

DE SITTER L. U. & DE SITTER KOOMANS C. M., 1949 - The Geology of the Bergamasc Alps Lombardia, Italy - Overdruk Uit Leidse Geologische Mededelingen Deel XIV B - Biz.1-257, Leiden.

DE SITTER L. U., C.M. DE SITTER KOOMANS, 1945 - Geology of the Bergamasc Alps, Lombardia, Italy. Leidse geol. Med., v. 14, pp. 190-248.

DOGLIONI C. e BOSELLINI A., 1987 - Eoalpine and mesoalpine tectonics in the Southern Alps. Geologische Rundschau 76/3, Stuttgart, pp. 735-754.

ENEL, 1981 - Elementi di Neotettonica del territorio italiano - Indizi morfologici - L.A.C. - Firenze - Foglio 1

ENEL, 1981 - Elementi di Neotettonica del territorio italiano - Faglie e lineazioni classificate - L.A.C. - Firenze - Foglio 1

ENEL, 1981 - Elementi di Neotettonica del territorio italiano - Lineazioni da satellite - L.A.C. - Firenze - Foglio 1

GAETANI M., JADOUL F., 1979 - The structure of the Bergamasc Alps. Estr. Lincei, Rend. Cl. Sc Fis., Mat. e Natur., v. LXVI, serie VIII, fasc. 5, pp. 411-416, 1 fig. - Milano.

GAETANI M., GELATI R. e JADOUL F., 1981 - Foglio 33 - Bergamo. In Castellarin (ed.) Carta tettonica delle Alpi Merdionali (1:200.000), pp. 174-178.

GISOTTI G., 1990 - Principi di Geopedologica. Ed. Calderini.

LAUBSCHER H.P., 1985 - Large scale thin skinned thrusting in the Southern Alps: cinematic model. Bull. Geol. Soc. Am. , V. 96, pp. 710-718.

LAUBSCHER H.P., 1989 - The Southern Alps and their alpine relations

MARSETTI D., 1992 - Studio geologico ed idrogeologico della parte meridionale della Val Cavallina (Bergamo). Tesi di Laurea - Università degli Studi di Milano, Corso di Laurea in Scienze Geologiche. Milano.

MARSETTI D., 1992 - Analisi petrografica di alcune epigrafi del lapidario del Museo Archeologico di Bergamo. Sottotesi di Laurea - Università degli Studi di Milano, Corso di Laurea in Scienze Geologiche. Milano.

MARSETTI D., MARSETTI R., 1992 - Corrosione biochimica delle condotte d'acqua in materiale ferroso. Rivista Informazione dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bergamo anno XVIII, n. 6, Bergamo.

MARSETTI D., FLORIS B., 1994 - Unità della cartografia nel sistema informativo territoriale. Rivista Informazione del Collegio dei Geometri della Provincia di Bergamo - Luglio-Agosto n. 4-1994, Bergamo.

D. MARSETTI, R. MARSETTI, C. RAVAZZI, C. FERLIGA, N. CAMOZZI, S. MARINONI, 1996: Storie di ghiaccio, di pietre, di foreste - Milioni di anni fra Presolana e Sebino - C.N.R. Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria, Milano; Comune di Cerete.

D. MARSETTI, M. GRASSI, R. TAGLIAFERRI, - «Agosto record ma di... pioggia» - Araberara, periodico Valle Seriana e Val di Scalve - Anno X - n° 10 (115), Ottobre 1996

MARSETTI R., 1965 - Neutralizzazione dell'aggressività di acque potabili scarsamente ossigenate mediante sistema aerativo con iniettore - Rassegna Tecnica Dalmine, n. 30, Bergamo.

PANIZZA M., 1993 - Geomorfologia Applicata NIS, Roma.

P.M.I.P. U.O. FISICA e T.A., - MUSITELLI A., FORESTI M., 1994 - Variazione del campo anemologico nella provincia di Bergamo nell'anno 1994 - Sezione Fisica dell'atmosfera.

POLLINI A., CUZZI G., 1960 - Cronostratigrafia del Giura medio-superiore e del Creta inferiore lombardi e significato delle faune ad Aptici. Riv. Ital. Paleont., pp. 3-13, 4 tav. - Milano.

RAVAZZI C., 1992 - Lineamenti fisionomici, ecologia e fattori edafici della vegetazione di alcuni massicci calcareo-dolomitici delle Prealpi Lombarde. I, Praterie naturali e seminaturali. Natura Bresciana, n. 27, pp. 11-49.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1954 - Carta geologica d'Italia, F. n° 33 Bergamo, 1:100.000, - Roma.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1971 - Carta geologica d'Italia, F. n° 34 Breno, 1:100.000, Note illustrative - Roma.

STORIA ECONOMICA E SOCIALE DI BERGAMO, 1993 - I caratteri Originali della Bergamasca - v 1°. Banca Popolare di Bergamo.

VARISCO A., 1881 - Note illustrative della Carta Geologica della provincia di Bergamo. Tip. Gaffuri & Gatti, 130 pp. - Bergamo.

VECCHIA O., 1949 - Il Liassico Subalpino Lombardo (Studi Stratigrafici). Regione tra il Sebino e la Val Cavallina. Estr. Riv. Ital. Paleont., anno LV, fasc. III, pp. 1-25, - Milano.

VENZO S., 1954 - Stratigrafia e tettonica del Flysch (Cretacico-Eocene) del Bergamasco e della Brianza Orientale. Mem. Descr. Carta Geol. Ital., v. 31, pp. 133 - Roma.

VENZO S., 1945 - Rilevamento geomorfologico della Val Cavallina a sud del Lago d'Endine. Atti Soc. Ital. Sc. Natur., v. LXXXIV.

ZAMBELLI R. 1981 - Evoluzione tettonica e Carsica del territorio orobico. Riv. Mus. Sc Nat. Bg; Vol 1, 2 e 3

ZANZUCCHI G.. 1963 - Le ammoniti del Lias superiore (Toarciano) di Entratico in Val Cavallina. Mem. Soc. Ital. Sc Natur. - Museo Civ St Nat. Milano - Vol XIII Fasc III