

COMUNE DI BARNI

Provincia di Como

Studio geologico di supporto al Piano Regolatore Generale.

(L.R. 24/11/1997 n. 41)



Lecco – maggio 2000



INDICE

1. PREMESSA	2
2. METODO DI LAVORO	2
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE	4
4.1 Cenni sull'assetto strutturale	4
4.2 Cenni di stratigrafia	6
4.3 Carta geologica	9
5. ANALISI GEOMORFOLOGICA	10
5.1 Considerazioni geomorfologiche generali	10
5.2 Carta geomorfologica	11
6. ANALISI IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE	14
6.1 Meteorologia e climatologia	14
6.2 Idrografia	20
6.3 Disponibilità e fabbisogno idrico del Comune di Barni	23
6.4 Carta idrogeologica	24
7. CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO CON ELEMENTI LITOLOGICI E GEOTECNICI	27
7.1 Elementi geomorfologici di dettaglio	27
7.2 Elementi litologici e caratteri geomeccanici e geotecnici	28
8. CARTA DI SINTESI	32
8.1 Principali vincoli ambientali	33
9. CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO	35
10. BIBLIOGRAFIA	40
ALLEGATI	
All.1 Dati termici e pluviometrici	
All.2 Classificazione di Bieniawsky	
All.3 Stratigrafia pozzo	
All.3 Documentazione fotografica	

1. PREMESSA

Il presente lavoro è stato realizzato su incarico dell'amministrazione Comunale di Barni (CO), al fine di definire la componente geologica da utilizzarsi a supporto della pianificazione comunale, così come richiesto dalla L.R. 24/11/97 nr. 41 "Prevenzione e il rischio geologico, idrogeologico e sismico, mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti" di cui alla Delibera della Giunta della Regione Lombardia n.5/36147 del 18 Maggio 1993.

Vengono analizzate le componenti geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e vincolistiche interessanti il territorio comunale di Barni.

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

2. METODO DI LAVORO

Gli studi eseguiti, sono stati redatti prendendo come riferimento lo schema di lavoro proposto dal documento della Regione Lombardia, indicante i " Criteri ed indirizzi" relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale (D.G.R. n. 5/36147 del 18.5.93) ad opera del Servizio Geologico Regionale, il quale è volto a "specificare ed attuare i disposti del decreto ministeriale 11/3/1988 che, nel fare riferimento a "Piani Urbanistici", non disciplina esplicitamente la metodologia della ricerca in campo geologico relativa agli strumenti urbanistici generali comunali (PRG).

Tali studi hanno compreso una prima fase di raccolta ed analisi critica dei dati esistenti (le cui fonti bibliografiche sono riportate in appendice) ed una seconda fase di rilievo direttamente sul terreno.

Nella prima fase, sono state consultate le carte geologiche e tematiche (carte geoambientali), edite da pubbliche amministrazioni o reperite in bibliografia e studi della zona, compiuti da professionisti.

Dopo aver raccolto le informazioni di carattere generale, allo scopo di verificare, integrare e aggiornare tali dati, è stato effettuato un rilievo dell'intera area comunale e dei territori limitrofi (con diversa scala a seconda degli elaborati considerati) per ottenere una cartografia di base e di dettaglio che ha evidenziato le caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e geotecniche del territorio comunale.

In particolare, durante la fase di rilievo, si è data notevole importanza alle strutture presenti ed ai processi morfodinamici potenziali ed in atto, cercando di identificarne la natura e le possibili evoluzioni.

Sono stati perciò individuati i seguenti specifici obiettivi:

- realizzazione di una cartografia di base in scala opportuna mediante raccolta di dati esistenti e noti in letteratura e integrazioni con rilievi di campagna;
- definizione delle unità geologico-strutturali e geologico-tecniche, dell'assetto geomorfologico e idrogeologico del Comune di Barni per una analisi incrociata, di tutti gli elementi utili, ad una corretta pianificazione da un punto di vista geologico-ambientale;

- redazione della carta di sintesi, contenente gli elementi più significativi evidenziati nella fase di analisi, allo scopo di fornire un quadro sintetico dei vincoli e, definire l'attività delle forme e dei processi morfogenetici;
- realizzazione della cartografia della fattibilità geologica delle azioni di piano, redatta sulla stessa base dello strumento urbanistico, direttamente utilizzabile in sede di pianificazione territoriale.

La carta di sintesi ha lo scopo di fornire, mediante un unico elaborato, un quadro sintetico dello stato del territorio, rappresentato in funzione della pericolosità idrogeologica e geoambientale¹, al fine di confrontarla con l'urbanizzazione esistente per giungere alla sintesi della vulnerabilità² e del rischio idrogeologico; vengono inoltre definite le zone di tutela assoluta, di rispetto e di protezione delle opere di captazione delle risorse idropotabili presenti sul territorio comunale, in accordo con quanto stabilito dalla normativa di settore, secondo i criteri derivanti dalla conoscenza della situazione idrogeologica locale.

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

Cartografia di base e di inquadramento

Carta geologica e strutturale	1:10.000
Carta geomorfologica	1:10.000
Carta idrogeologica e del sistema idrografico	1:10.000

Cartografia tematica e di dettaglio

Carta della dinamica geomorfologica di dettaglio con elementi litologici e geotecnici	1:2.000
---	---------

Cartografia di sintesi e della fattibilità geologica per le azioni di piano

Carta di sintesi	1:5.000
Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano	1:2.000

¹ Per "rischio geoambientale" intendiamo la probabilità che le conseguenze economiche e sociali di un certo fenomeno di pericolosità superino una certa soglia (Panizza, 1988) ritenuta accettabile. Pertanto il rischio geo-ambientale è il prodotto della pericolosità ambientale in funzione della vulnerabilità del territorio.

² Per "vulnerabilità territoriale" si intende l'insieme complesso della popolazione, delle costruzioni, delle infrastrutture, delle attività economiche, e degli eventuali programmi di espansione e di potenziamento di un territorio, che per il fatto stesso di esistere sono potenzialmente esposti alla "pericolosità".

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comune di Brani è ubicato nell'Alta Valassina, in provincia di Como, si estende lungo i versanti dei monti Cornet o Gerbal a ovest, e Colla e Castel de Leves a est, in maniera pressoché simmetrica rispetto al corso N-S del Lambro, per una superficie complessiva di poco più di 5,5 km².

Da un punto di vista cartografico l'area oggetto del presente studio, risulta compresa all'interno dei Fogli 32 della Carta d'Italia alla scala 1:25.000, edita a cura dell'Istituto Geografico Militare e sui Fogli B4c2 e B4c3 della Carta Tecnica della Regione Lombardia alla scala 1:10.000 ed, all'interno del Foglio 32 - Como - della Carta Geologica d'Italia, in scala 1:100.000.

Dal punto di vista altimetrico il territorio comunale risulta compreso tra la quota massima di 1325 m s.l.m. (estremo NW) e la quota minima di circa 580 m s.l.m. corrispondente al fondovalle del Lambro.

Il nucleo urbanizzato è situato nella parte centro settentrionale dell'area comunale, al margine di un'ampia conca pianeggiante a quota 620 m s.l.m.; il vecchio nucleo, sorto in sinistra idrografica del Lambro, col tempo si è sviluppato lungo la direttrice del fiume, che coincide con la viabilità principale, trovando spazio, poi, a ridosso delle aree collinari e lungo la strada che porta alla Madonnina. Quale nucleo staccato si può considerare l'area relativa allo stabilimento di imbottigliamento dell'acqua minerale presso la fonte S. Luigi. Si hanno edifici sparsi di origine agricola in località Crezzo, nell'omonima conca, al margine sudorientale del territorio, ad una quota che varia tra gli 800 e 900 m s.l.m.

Le caratteristiche del territorio, se da un lato contribuiscono a fornire all'assetto paesaggistico un patrimonio di indubbia qualità, determinano una serie di problematiche di carattere geologico-applicativo, unitamente alla necessità di salvaguardare con il dovuto rigore le peculiarità ambientali dell'area.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE

L'inquadramento geologico del territorio comunale di Barni non può prescindere dall'elencazione e relativa analisi, degli elementi geologici convenzionali a partire dalla caratterizzazione stratigrafica e analisi strutturale speditiva, derivata dalla bibliografia di settore e da rilievi di campagna appositamente condotti.

4.1 Cenni sull'assetto strutturale

I caratteri geologico-strutturali dell'area in esame si inseriscono in un quadro geodinamico regionale complesso, la cui definizione risulta in continuo approfondimento.

L'area studiata fa parte delle cosiddette "Prealpi Lariane", appartenenti al dominio Sudalpino il cui assetto tettonico rappresenta il risultato delle deformazioni conseguenti al processo di raccorciamento crostale, che in più fasi ha caratterizzato lo sviluppo dell'orogenesi alpina. In tutta la Lombardia, il Sudalpino è geologicamente costituito dalla presenza di un basamento cristallino, affiorante

principalmente lungo una fascia che si estende dall'Adamello al Lago Maggiore lungo l'intero bordo meridionale della Linea Insubrica, e da una potente successione sedimentaria avente un'età compresa tra il Carbonifero superiore e il Miocene.

Nell'area del Triangolo Lariano, in particolare, affiorano solo rocce di copertura sedimentaria con un'età che va dal Trias superiore al Cretaceo superiore. Tutto questo settore è caratterizzato da pieghe debolmente vergenti verso SW con asse NW-SE, spesso ulteriormente scomposte da faglie e accavallamenti che diventano via via più importanti avvicinandosi al limite meridionale del Triangolo Lariano. L'intensità degli eventi deformativi, inoltre, cresce nella parte orientale dell'area, in prossimità dell'edificio a scaglie della Grigna. La zona di raccordo tra i due settori è in gran parte celata sotto il Lario Orientale (Fig. 1)

Gran parte dell'area del Triangolo Lariano fu ricoperta dai grandi ghiacciai pleistocenici che scendevano dalla Valtellina e dalla Valchiavenna, lasciando emergere solo le cime più alte. Pertanto tutta la zona è ammantata da significativi e diffusi depositi glaciali.

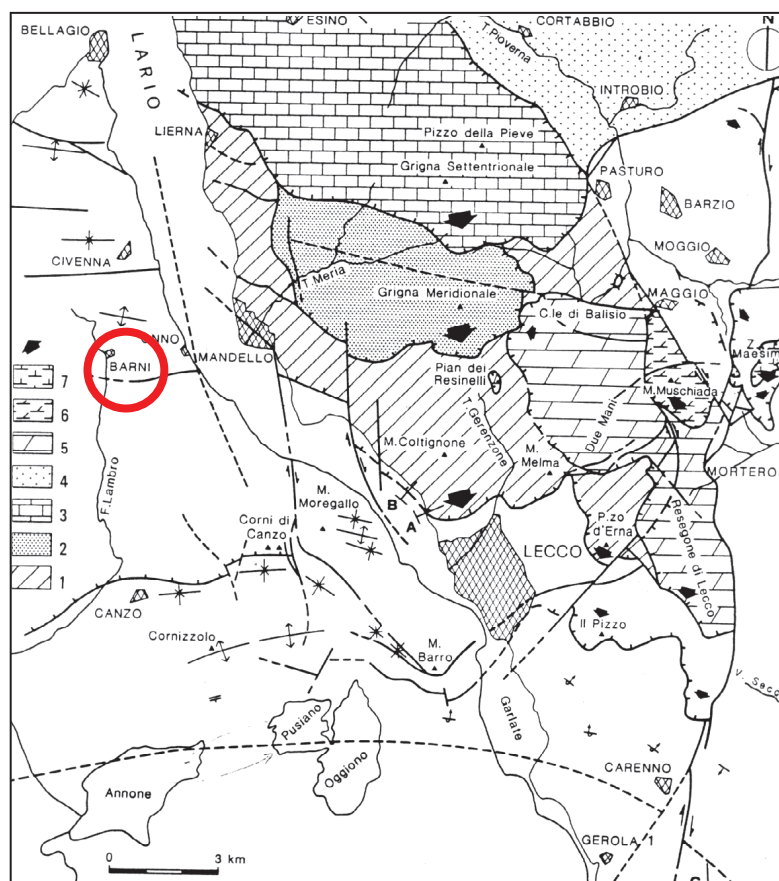


Fig.1: Carta strutturale della regione lariana meridionale.

4.2 Cenni di Stratigrafia

Le unità affioranti nell'area in studio sono litologicamente piuttosto omogenee e sono riconducibili all'intervallo geocronologico: Triassico superiore (Norico) – Giurassico inferiore (Lias inferiore).

DOLOMIA PRINCIPALE (Norico)

Si tratta di dolomie e calcari dolomitici, di colore da grigio- chiaro a grigio-scuio, massivi o a stratificazione in grossi banchi. Verso la base dell'unità prevalgono brecce calcareo dolomitiche. Localmente sono presenti intercalazioni di micriti grigio-scuie sottilmente stratificate e brecce poligeniche ad elementi in parte carbonatici.

L'ambiente deposizionale è caratterizzato da un importante evento trasgressivo che si verifica in tutta l'area lombarda e che origina un paesaggio di piattaforme carbonatiche (spessore 1000 m).

La Dolomia Principale affiora e subaffiora in tutto il quadrante NE del territorio e caratterizza le bancate rocciose che si scorgono sulla destra non appena si imbecca, da sud, la piana alluvionale del Lambro. Altri significativi affioramenti sono presenti lungo la strada che porta alla Madonnina e presso il tornante che la vecchia S.P. 41 fa a nord del vecchio nucleo.

CALCARE DI ZU (Retico)

Calcari e calcari debolmente marnosi, grigio-bruni o grigio-nerastri, compatti, a stratificazione variabile da sottile a massiccia, ai quali sono a volte intercalate marne, argilliti marnose e argilliti nerastre.

L'ambiente di deposizione del Calcare di Zu sembra essere caratterizzato da acque poco profonde, generalmente tranquille, talvolta mosse da correnti e talvolta molto limpide, calde e ben ossigenate; saltuari apporti terrigeni sarebbero all'origine delle intercalazioni marnoso-argillose, che si fanno più frequenti nella parte basale della serie (spessore da 200 a 600 m).

Questa formazione è presente lungo una fascia diretta NW-SE nella porzione mediana del territorio comunale. Un significativo affioramento è visibile presso il taglio stradale in corrispondenza dell'incrocio tra la vecchia e la nuova S.P. 41.

DOLOMIA A CONCHODON (Lias inferiore – Retico superiore)

La formazione è costituita da una potente successione di calcari e calcari dolomitici, di colore da grigio-nocciola a grigio-scuio, a stratificazione indistinta o in grossi banchi. Il grado di dolomitizzazione non è uniforme; si possono rinvenire calcilutiti nocciola e dolomie con tipico aspetto saccaroide.

L'ambiente di deposizione della Dolomia a Conchodon è quello di una piattaforma carbonatica stabile che caratterizza gran parte dell'area lombarda al passaggio tra Triassico e Giurassico (spessore 60-90m).

Le grosse bancate rocciose che si scorgono sul versante idrografico destro del Lambro sono costituite proprio dalle rocce che caratterizzano questa formazione.

CALCARE DI SEDRINA (Lias inferiore: Hettangiano)

Il calcare di Sedrina è costituito da calcari oolitici, calcari dolomitici e calcari marnosi grigio-scuri o neri, raramente bianchi, a stratificazione massiccia nel membro inferiore; superiormente è caratterizzata dalla predominanza dei calcari marnosi neri, in strati sottili, mentre diventano rari i calcari oolitici e dolomitici, solitamente in grossi banchi. E' caratterizzata, inoltre, dalla presenza di selce chiara in liste e noduli.

Esso rappresenta l'inizio della transizione dall'ambiente di piattaforma (Dolomia a Conchodon) a quello di mare profondo a subsidenza rapida in cui si è depositato il calcare di Moltrasio (spessore 100 m). Questa formazione affiora e subaffiora per lo più lungo una fascia diretta NW-SE a monte delle bancate rocciose di Dolomia a Conchodon e sul Monte Colla.

CALCARE DI MOLTRASIO (Lias inferiore: Sinemuriano)

Termine litologico successivo al Calcare di Sedrina, il Calcare di Moltrasio è costituito da calcari selciferi di colore grigio-scuro intercalati a marne fogliettate grigie e abbondante selce in liste e noduli. La stratificazione è sottile e irregolare, sempre ben evidente

L'ambiente deposizionale è rappresentato da un bacino di sedimentazione profondo e a subsidenza rapida, testimoniato dal maggior apporto detritico (presenza delle marne) e dal colore scuro del litotipo (spessore variabile: da pochi metri nella zona di paleoalto fino a 1000-1500 m nelle aree bacinali).

Questa formazione, insieme con il Calcare di Sedrina subaffiora in tutta la fascia meridionale del comune e caratterizza le pendici dei monti Cornet o Gerbal e Colla.

DEPOSITI SUPERFICIALI

Per classificare e discriminare le coperture di diversa origine, si è proceduto nel seguente modo:

- valutazioni geomorfologiche di massima;
- consultazione carte geoambientali e cartografia specifica della zona;
- verifiche dettagliate sul terreno;

Depositi di conoide

Accumuli a forma di ventaglio, più o meno ampi, depositati allo sbocco degli impluvi e delle valli, dovuti al brusco cambiamento di pendenza tra la valle tributaria o laterale e il fondo valle ricettore; tali depositi sono costituiti da materiale classato di prevalente origine calcarea.

La granulometria è fortemente variabile da zona a zona con prevalenza di sabbie e ghiaie nella parte distale e di ciottoli, blocchi e ghiaie nella parte prossimale.

I depositi di conoide occupano parte dei versanti nel settore meridionale del fondovalle del Lambro e ricoprono anche una porzione dell'ampia piana alluvionale sulla quale sorge l'abitato.

Depositi di versante

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

Sono formati per distacco di singoli clasti da soprastanti pareti rocciose o per crollo e frantumazione di maggiori blocchi rocciosi, ed in questo caso sono caratterizzati da granulometria molto grossolana. Altri processi che non siano la semplice azione della gravità possono rielaborare tali depositi (creep, acque di dilavamento, ecc.) distribuendoli secondo angoli inferiori al proprio angolo di riposo ed impartendo una appena accennata stratificazione.

Nell'area in esame, si limitano alle pendici dei versanti maggiormente acclivi e per la loro scarsa estensione areale, spesso non risultano cartografabili. Si tratta per lo più di accumuli detritici inattivi e stabilizzati ricoperti da suolo e vegetazione, e talvolta i detriti di cui sono costituiti, sono visibili solo in alcune incisioni.

Tali depositi sono stati rilevati alle pendici del Castel de Leves e delle pareti rocciose che incombono sull'abitato a E; sul versante idrografico destro del Lambro nella parte meridionale del fondovalle e nei pressi del nucleo urbano.

Depositi alluvionali

Rappresentano i depositi dei materiali trasportati ed elaborati dalle acque correnti, sono costituiti da accumuli di blocchi, ciottoli e ghiaie più o meno arrotondati con locali lenti sabbiose; di spessore molto esiguo e con scarsa estensione areale. Vengono cartografati lungo il corso del Fiume Lambro nella sua parte meridionale, ma sono presenti lungo i principali alvei dei torrenti attuali dove non vengono riprodotti per limiti grafici.

Depositi fluvio-glacio-lacustri

Depositi a granulometria fine, a comportamento coesivo, costituiti prevalentemente da limi ed argille presenti di solito ai margini delle conoidi o tra i loro corpi principali. Normalmente tali depositi sono costituiti da limi e argille di colore grigio-blu e sono ricoperti da 1 m di terreno, vegetale o sottili stati di alluvioni delle conoidi vicine. Talvolta tali depositi, hanno *facies* differenti, con la comparsa di passate di sabbia o ghiaia, dovute all'interazione delle conoidi vicine.

La distribuzione areale di tali depositi è concentrata sull'intera piana che caratterizza il territorio comunale, a partire dalla Fonte S. Luigi a S, fino all'estremità settentrionale del vecchio nucleo.

Depositi d'origine glaciale

Depositi con granulometria fortemente eterogenea, composta da frazioni fini miste a blocchi e massi (di prevalente origine ignea-metamorfica).

I clasti, solitamente spigolosi e poco alterati, risultano immersi in una matrice sabbioso ghiaiosa di colore grigio giallastro, con scarsi allineamenti o cenni di stratificazione interna.

Talvolta questi depositi a causa di una passata circolazione idrica ricca di carbonati appaiono cementati.

I depositi glaciali sono presenti in maniera discontinua a monte della fascia pianeggiante e del fondovalle del fiume Lambro, sulle colline tra Barni e Magreglio e nella zona del Caval di Barni, coprendo con coltri più o meno spesse e continue il substrato roccioso.

Depositi eluviali

Strato di alterazione in posto della roccia, ad opera soprattutto della disgregazione fisico meccanica, a cui concorrono principalmente i fattori climatici. Si sviluppa con una frammentazione in blocchi spigolosi che via via disfacendosi, ricoprono il versante con una coltre terrigena spesso vegetata. All'interno del territorio i depositi eluviali sono generati dall'alterazione del substrato calcareo-dolomitico, che risulta più o meno subaffiorante in tutta l'area.

La coltre eluviale, nel comune, è presente nella parte montana e ammantata in modo discontinuo il substrato roccioso; normalmente possiede spessori esigui (da alcuni centimetri a pochi decimetri).

Questa tipologia di depositi non è stata rappresentata nella carta geologica per motivi grafici, è stata invece disegnata nella carta geomorfologica, pertanto si rimanda a questo elaborato cartografico per verificarne l'ubicazione esatta.

4.3 Carta Geologica

Il rilievo con la rappresentazione in carta dei caratteri strutturali litologici delle rocce e dei depositi, è il primo passo per arrivare ad una pianificazione e una zonazione delle diverse aree del territorio comunale.

Dal punto di vista geologico-morfologico l'area di Barni può essere sostanzialmente divisa in due grossi domini:

- la zona del fondovalle del Lambro, dell'ampia piana sulla quale sorge l'abitato e delle colline moreniche che confinano col comune di Magreglio. Litologicamente è caratterizzata dalla presenza prevalente di depositi superficiali siano essi di origine alluvionale, fluviale o morenico; non presenta pendenze elevate ad eccezione delle zone collinari dove, comunque, la morfologia si presenta dolce.
- l'area montana che si sviluppa a partire da una quota variabile tra i 650 e i 700 m s.l.m. In essa affiorano e subaffiorano tre differenti tipologie di rocce caratterizzate da litologie e strutture differenti:
 1. Successioni calcareo dolomitiche e dolomitiche (Dolomia Principale), spesso a stratificazione massiccia, interessate da sistemi di frattura e da fenomeni di dissoluzione carsica
 2. Successioni calcaree e calcareo marnose (Calcare di Zu) in strati medio sottili interessate anche da deformazioni duttili (pieghe), con sistemi di frattura in genere poco frequenti.

3. Calcari e calcari selciosi (Dolomia a Conchodon, Calcare di Sedrina e Calcare di Moltrasio) a stratificazione talora massiccia e a giacitura relativamente regolare; presenza di diffusi sistemi di fratture subverticali con dominanza di quello orientato in senso E-W

5. ANALISI GEOMORFOLOGICA

Di particolare rilevanza nel presente studio è la geomorfologia, infatti tale branca della geologia elenca e interpreta le forme del territorio, mettendole in relazione con gli elementi genetici che hanno prodotto forme e depositi.

Premesso ciò e tenendo in considerazione le finalità dello studio, si è cercato di considerare e valutare solamente le forme e i depositi, che possano avere ripercussioni sulla stabilità e sicurezza delle varie zone, tralasciando o comunque riportando con minor enfasi, forme e processi minori, puramente naturalistici o paesistici non in linea con le esigenze del presente lavoro.

Inoltre per semplicità di lettura, per questioni grafiche e di scala, si è ritenuto opportuno evidenziare solamente i processi geomorfici più importanti.

Per le parti urbanizzate e per le limitrofe, si sono talvolta enfatizzate le forme e i processi attivi in atto, al fine di evidenziare possibili problematiche, sia nelle zone urbane che in quelle e di futura espansione.

5.1 Considerazioni geomorfologiche generali

L'elemento geomorfologico più significativo dell'area in esame, è dato dalla valle del fiume Lambro, diretta N-S, che funge da collettore idrico principale dell'intero territorio e divide, morfologicamente parlando, l'area del comune in due parti: l'intera valle del fiume Lambro, ivi comprese le ampie conche a fondo sub-pianeggiante sulle quali sono localizzati gli abitati di Magreglio e Barni, e la zona montana che si sviluppa a destra e a sinistra di questa fascia centrale.

Quest'ultimo settore è costituito dai versanti del Monte Cornet o Gerbal, del Monte Colla e del Castel de Leves caratterizzati da pendii degradanti con acclività piuttosto omogenea (fatta eccezione per il quadrante NE dove l'energia del rilievo è minore), sui quali si impostano quasi esclusivamente forme e processi erosivi. Tali versanti sono infatti sede di intensa degradazione fisica per azione della gravità e per processi di gelo e disgelo e secondariamente per azione delle acque superficiali.

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

I torrenti a carattere stagionale incidono i versanti molto profondamente e sono caratterizzati da alvei in continuo approfondimento; quasi assenti e comunque mal cartografabili sono i depositi torrentizi, rappresentati da ciottolame e grossi blocchi

5.2 Carta geomorfologica

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

Substrato roccioso indifferenziato

Nella carta geomorfologica le formazioni rocciose costituenti il substrato sono rappresentate indifferenziatamente e solo dove direttamente affioranti o coperte da sottile coltre eluviale.

Depositi superficiali

Così si definiscono gli accumuli di materiale originatisi dalla disgregazione dei rilievi rocciosi principalmente ad opera dell'azione erosiva degli agenti morfodinamici. Tali depositi a seconda dell'agente morfodinamico in causa, assumono ubicazione, forma e granulometria tipica. Si differenziano dalla copertura regolitica per il fatto di possedere morfologia di accumulo propria, granulometria tipica e spessori solitamente più rilevanti.

Come da legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo (Pellegrini), le forme, i depositi ed i processi, si sono distinti in base alla loro genesi, discriminando ove possibile l'attività stessa dei fenomeni considerati.³

I depositi superficiali riportati nell'elaborato geomorfologico, sono identici a quelli presenti nella carta geologica con la sola eccezione dei depositi eluviali di cui si è già detto in precedenza, quindi per la descrizione e l'ubicazione di questi, si rimanda alla descrizione del capitolo precedente.

Processi geomorfici in atto

Forme processi e depositi per acque correnti superficiali

- *Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia*

Forme di erosione dovute alla dinamica fluviale; possono innescare eventuali dissesti erodendo il piede dei pendii o scalzando eventuali opere di protezione. L'erosione fluviale può infatti manifestarsi sia come erosione in profondità (incisione) sia come erosione laterale, che nella maggior parte dei casi coesistono.

- *Alveo con tendenza all'approfondimento*

Si tratta di alvei torrentizi nei quali si verifica intensa erosione lineare e laterale, che solitamente raggiunge e incide il substrato roccioso, formando in questo modo valli strette, talvolta delimitate da scarpate. La causa di queste erosioni accelerate, può essere ricercata sia nella tettonizzazione

³ Si è cercato di seguire il più fedelmente possibile la legenda geomorfologica proposta, ma per motivi grafici e di stampa, sono state effettuate leggere variazioni (con riferimento a simboli e colori) in modo da rendere l'elaborato più leggibile.

delle zone che rende la roccia più fratturata e degradabile, sia nelle pendenze dell'alveo stesso che consente alle acque di trasportare detriti e sedimenti che ne erodono il fondo.

Si segnalano, in particolare, gran parte delle valli Tarbiga, de Rascà e dell'Alpe Mün e alcune incisioni secondarie ove tale fenomeno è attivo.

Forme e depositi carsici

- *Sbocco di cunicolo carsico*

Rappresentano lo sbocco in superficie dei cunicoli carsici che si originano all'interno delle rocce calcaree in seguito alla dissoluzione del carbonato di calcio ad opera delle acque meteoriche.

- *Dolina, grande depressione carsica*

Conche chiuse originate per dissoluzione della roccia da parte dell'acqua di ruscellamento superficiale che si riempirebbero d'acqua se le pareti ed il fondo fossero impermeabili, invece l'acqua viene assorbita attraverso vie sotterranee; spesso il suolo o il detrito mascherano i punti assorbenti.

Forme e depositi glaciali

- *Sella di confluenza*

Rappresenta il punto di collegamento tra una valle e quella adiacente; questi passaggi si sono venuti a creare durante le glaciazioni quando i ghiacciai, erodendo il fondo, avanzavano verso la pianura facendosi strada tra i rilievi rocciosi.

- *Cordone morenico*

Forma di accumulo glaciale costituito da materiale deposto dal ghiacciaio ai lati e sulla fronte e abbandonato durante la fase di ritiro. Tale materiale deriva soprattutto da frammenti rocciosi caduti dalle rocce emergenti sopra il ghiacciaio e da altri frammenti strappati al letto per fenomeni di erosione.

- *Masso erratico*

Grosso blocco di roccia di natura metamorfica, trasportato dal ghiacciaio durante le ultime glaciazioni e abbandonato sul posto in seguito alla fase di ritiro dei ghiacci. Tutta l'area è più o meno costellata da massi di questa origine di dimensioni variabili; è stato indicato in carta solo quello dalle dimensioni veramente notevoli (lunghezza 20 m, altezza 6-7 m) .

- *Corridoio di valanga*

Indica la presenza sui versanti di incisioni o vallecole lungo le quali potrebbe verificarsi lo scoscendimento di valanghe e colate miste di detrito e neve.

Forme, processi e depositi antropici

- *Orlo di scarpata artificiale*

Delimitano salti morfologici conseguenti a scavi e sbancamenti per la realizzazione di strade o edifici. Tali scarpate possono diventare sede di erosione attiva con tendenza a progressiva

regressione; questi fenomeni se lasciati progredire senza interventi di risanamento possono evolvere sino ad assumere l'aspetto di vere e proprie forme di dissesto.

- *Discarica di inerti*

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

- *Area interessata da attività estrattiva*

Area nella quale, in tempi passati, veniva realizzata dell'attività estrattiva e che ora si presenta completamente vegetata.

- *Difesa di sponda*

Realizzazione di muri con pietra locale, localizzati lungo alcuni punti critici del Fiume Lambro, allo scopo di contenerne il deflusso.

- *Tratto di alveo con presenza di opere di regimazione*

Nella carta geomorfologica sono stati riportati i tratti in cui il Lambro è stato incanalato in corrispondenza del centro abitato

Forme, processi, gravitativi di versante

- *Orlo di scarpata modellata da più processi morfogenetici concomitanti*

Indica la presenza di gradini morfologici ed orli di terrazzi e scarpate in attiva erosione, lungo le quali si registrano distacchi localizzati di materiale roccioso; tali forme sono dovute all'azione prevalente o combinata della gravità, delle acque meteoriche e incanalate.

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

Indica la presenza di gradini morfologici e di scarpate rocciose, soggette a erosione ad opera dell'azione prevalente della gravità e subordinatamente delle acque superficiali; definiscono le nicchie di distacco delle frane ormai quiescenti e spesso vegetate.

- *Area interessata da creep generalizzato*

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

- *Piccola frana non fedelmente cartografabile*

Si tratta di frane di modeste dimensioni che alla scala 1:5000 avrebbero un'estensione areale ad 1 mm.

- *Orli di terrazzi morfologici*

Indicano la presenza di superfici pianeggianti delimitate da scarpate che possono avere diversa origine. I terrazzi fluviali rappresentano vecchie superfici di origine fluviale e le scarpate risultano da successivo intaglio; hanno questa origine i terrazzi individuati nella parte meridionale del territorio comunale, in destra orografica del Lambro. Molto più probabilmente, invece, hanno origine glaciale i terrazzi cartografati a nord dell'abitato.

6. ANALISI IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

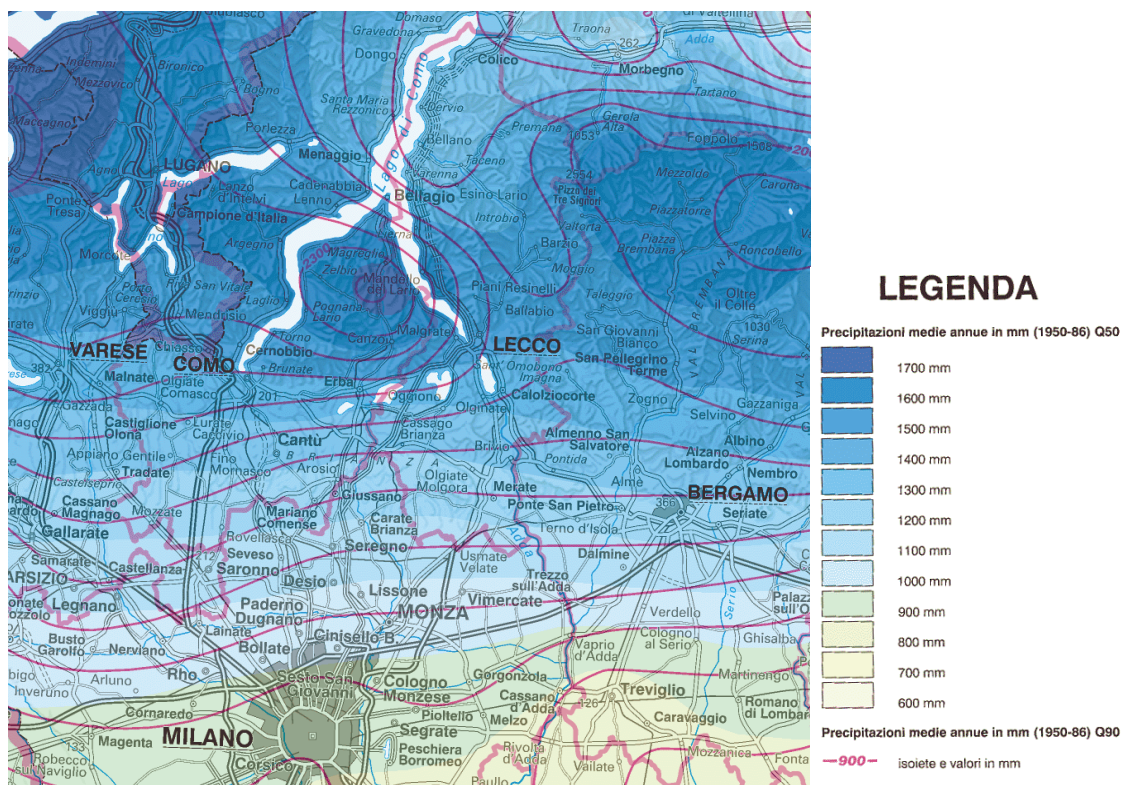
Per una maggiore comprensione della situazione idrologica ed idrogeologica del territorio comunale di Barni sono state inserite alcune considerazioni di carattere meteorologico. Sono state inoltre fatte valutazioni qualitative della permeabilità dei terreni, per potere, in via preliminare, definire il grado di protezione o vulnerabilità della risorsa idrica locale.

6.1 Meteorologia e Climatologia

Per la corretta caratterizzazione della situazione idrologica ed idrogeologica del territorio comunale di Barni si è ritenuto importante inserire in questo capitolo alcune considerazioni di carattere meteo-climatico, per la valutazione della dinamica dei fenomeni ad essa ricollegabili.

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

Dall'analisi della carta della isoiete qui sotto, e dei dati bibliografici relativi alle precipitazioni che vanno dal 1926 al 1977, si evidenzia come la zona sia interessata da un regime di piovosità annuale media elevato, riscontrandosi valori superiori a 1700 mm di pioggia/anno (valore minimo, nel 1927, di 714.1 mm di pioggia/anno e valore massimo, nel 1936 di 3038 mm di pioggia/anno (con valore medio ponderato alla stazione di Asso, per il periodo citato, di 1724.34 mm/anno).



Tratti da 1° Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile

I dati pluviometrici (vedi grafico 1) indicano un regime di tipo prealpino, con una distribuzione bimodale delle precipitazioni con due massimi mensili di precipitazioni: l'uno autunnale, l'altro primaverile, con il picco primaverile che prevale su quello autunnale. Dopo il periodo delle più intense precipitazioni mensili autunnali, nel mese di dicembre il valore della precipitazione mensile scende bruscamente, ma resta sempre a livelli superiori a quelli del mese di gennaio. Il mese di gennaio è il mese meno piovoso mentre il periodo di maggior precipitazione media si ha durante il mese di giugno.

Esaminando il grafico 1 per la parte che si riferisce alla distribuzione del numero medio mensile di giorni di precipitazione, si nota come il mese che ha il più elevato numero di giorni di pioggia è maggio, mentre il mese in cui si ha il minor numero di giorni caratterizzati da precipitazioni è il mese di febbraio.

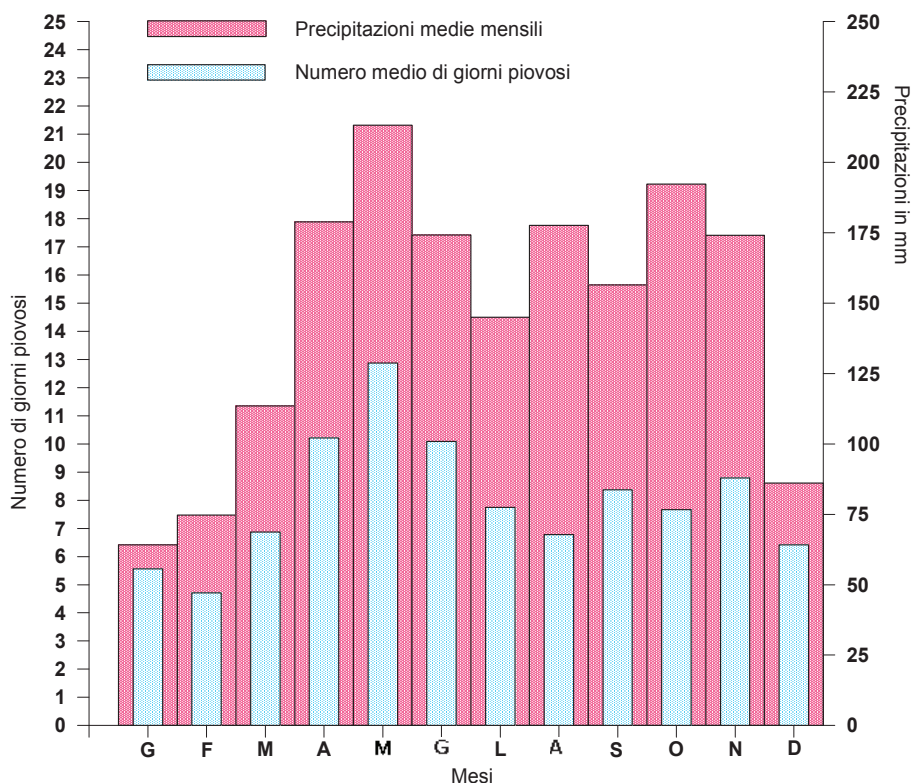


Grafico 1: Precipitazioni medie mensili e numero medio di giorni piovosi registrati ad Asso nel periodo 1926-1977

Se si legano insieme questi due tipi di informazione si possono ottenere delle indicazioni importanti al fine di valutare la pericolosità connessa alle frane e ai dissesti idrogeologici in quanto, appare chiaro che, a parità di altre condizioni, le precipitazioni sono tanto più pericolose quanto più sono concentrate nel tempo.

A tale scopo è stato costruito il grafico 2 dell'intensità media delle precipitazioni, ovvero del rapporto fra le precipitazioni medie annue espresse in millimetri ed il numero medio annuo dei giorni di precipitazione. Dall'esame di questo grafico si può osservare come i valori dell'intensità media delle precipitazioni durante il giorno piovoso siano compresi tra 11.5 in gennaio (mese a minor rischio) e

26.2 in agosto (mese a maggior rischio). Precedentemente si è osservato che ci sono due periodi distinti in cui si registra il maggior quantitativo di precipitazioni: la primavera e l'autunno; ora si può puntualizzare che, mentre in primavera le piogge sono abbondanti, ma distribuite in numerosi giorni piovosi, in autunno le piogge sono concentrate in un minor numero di giorni e quindi sono caratterizzate da una maggiore intensità e pericolosità.

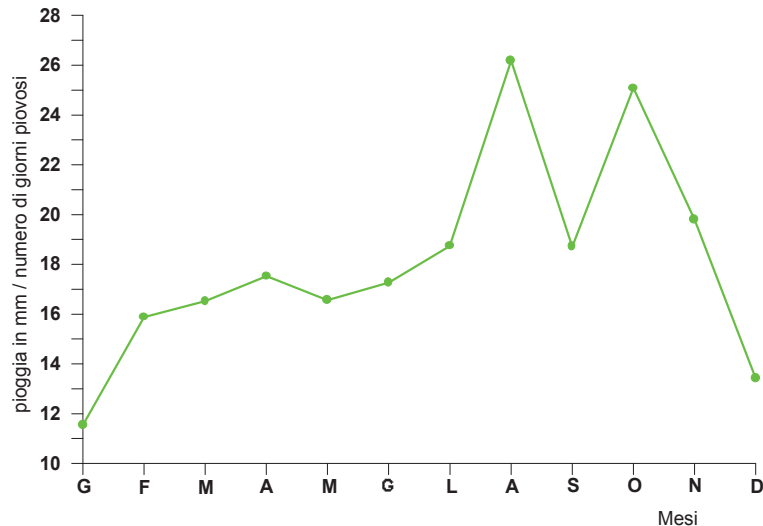


Grafico 2: Intensità media delle precipitazioni ad Asso nel periodo 1926-1950

Si sono prese in considerazione anche le temperature medie mensili, per un periodo di tempo che va dal 1951 al 1977: dal grafico 3 si desume che la temperatura massima si registra nel mese di luglio (27.2°C), mentre la minima nel mese di gennaio (-2°C) e che i valori medi oscillano attorno ai 18.4°C di massima ed a 2.7°C di minima. Nel grafico 4 sono state rappresentate le escursioni di temperatura medie mensili: anche per questo parametro i valori maggiori si verificano nel mese di luglio (ben 13°C di escursione termica) mentre i valori minimi sono tipici dei mesi invernali (poco più di 9°C)

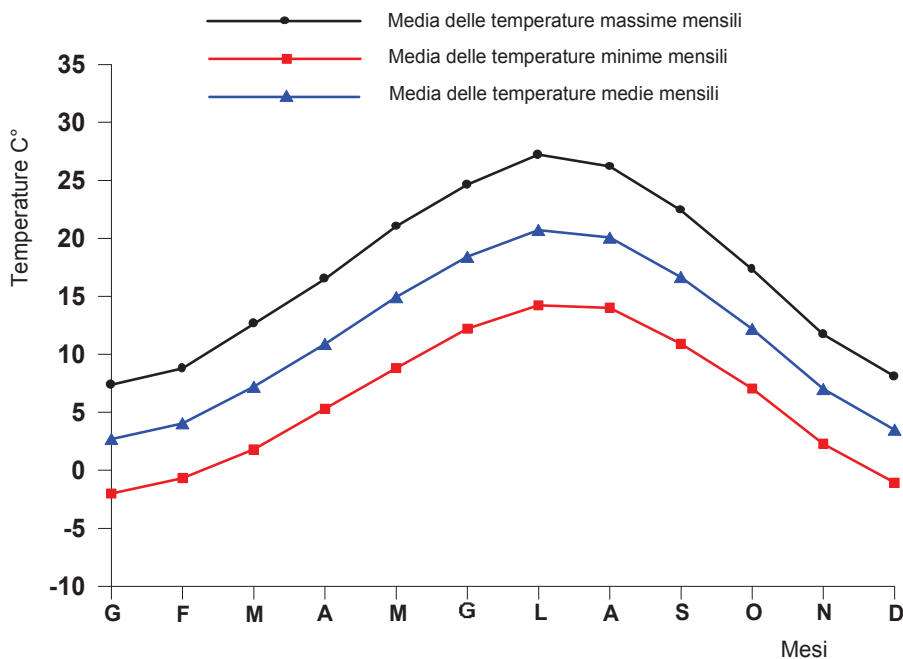
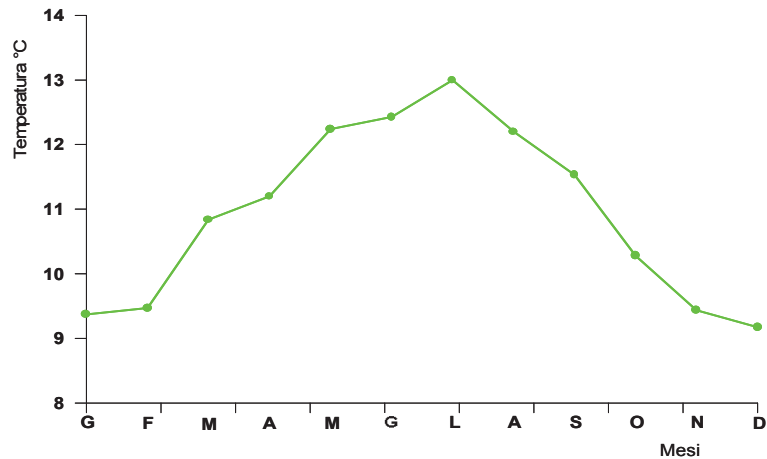


Grafico 3:
Andamento delle
temperature
medie mensili ad
Asso nel periodo
1951-1977

Grafico 4: Escursione termica media mensile ad Asso negli anni 1951-1977.



Nel grafico 5 sono state rappresentate le medie delle temperature annuali massime, minime e medie per gli anni che vanno dal 1951 al 1977: l'andamento delle curve è piuttosto regolare con temperature massime attorno ai 17°C, temperature medie attorno ai 12-13°C e temperature minime attorno agli 8°C con escursioni termiche annuali di circa 9°C; una evidente anomalia si riscontra a partire dal 1973 quando le escursioni tra la temperatura massima e minima diventano piuttosto elevate (fino a 22°C nel 1977)(vedi grafico 6).

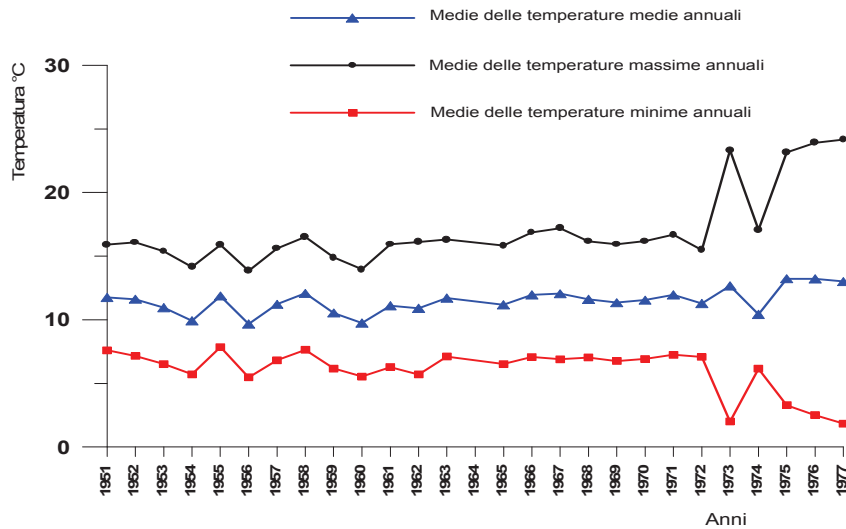
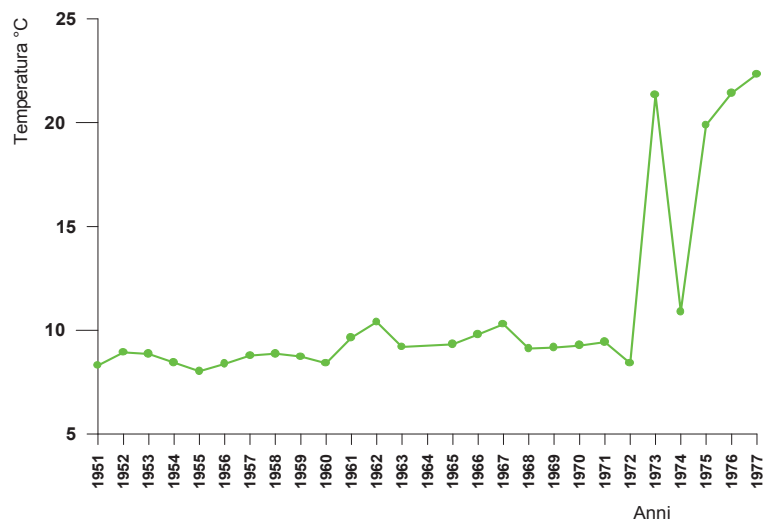


Grafico 5: Andamento delle temperature medie annue ad Asso nel periodo tra il 1951 e il 1977

Grafico 6: Escursione termica media annua ad Asso negli anni 1951-1977.



Con i dati a nostra disposizione è stato costruito il grafico 7 che porta sull'asse delle ascisse le stagioni dell'anno e sull'asse delle ordinate la temperatura media di ogni stagione; inoltre sul diagramma è indicata con una linea orizzontale la temperatura media annua. Dall'esame di questo grafico si nota come la temperatura media annua è leggermente al di sopra della temperatura media primaverile, mentre la temperatura media autunnale è al di sopra della media annua; quindi la temperatura media annua è compresa tra la temperatura media stagionale della primavera e quella dell'autunno

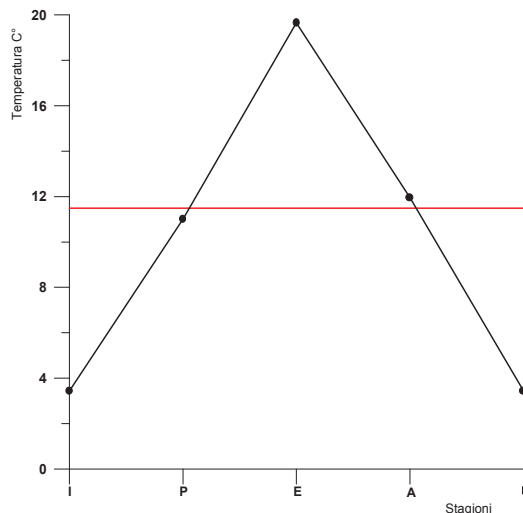
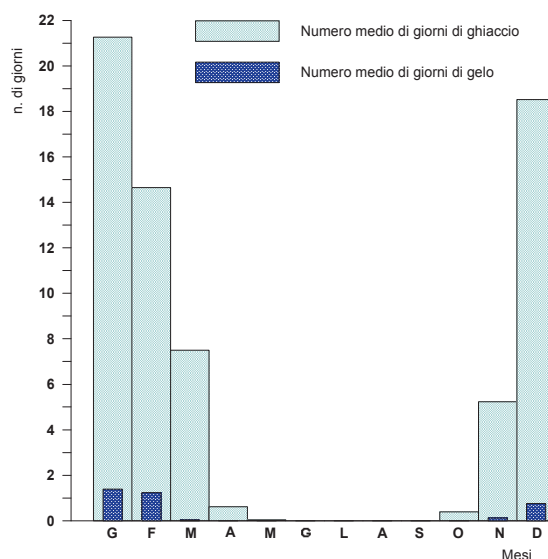


Grafico 7: Confronto tra la temperatura media annua e le temperature medie stagionali ad Asso nel periodo 1951-1977

E' peraltro da prevedersi un significativo ruolo del ciclo gelo-disgelo sull'intero meccanismo dell'evoluzione geomorfologica dei luoghi, risulta perciò importante avere indicazioni circa i giorni di persistenza al di sotto dello zero. Si considerano giorni di ghiaccio quelli con temperatura massima uguale o minore di 0°C e giorni di gelo quelli con temperatura minima uguale o minore di 0°C: il risultato è dato dal grafico 8 nel quale appare chiaro che il numero medio di giorni di gelo è piuttosto modesto; maggiore importanza assumono invece i valori del numero medio di giorni di ghiaccio che raggiungono il massimo in gennaio.

Sulla base di queste osservazioni possiamo desumere che i mesi più favorevoli ai moti franosi a causa del susseguirsi dei cicli di gelo-disgelo sono, in ordine decrescente: gennaio, dicembre, febbraio, marzo e novembre.

Grafico 8: Numero medio di giorni di ghiaccio e di gelo registrati ad Asso nel periodo 1951-1977.



In conclusione, unendo tutte le informazioni sin qui raccolte, si può giungere alla definizione del tipo di clima presente nella regione di nostro interesse. Applicando i criteri di Koeppen & Geiger, si può dire che siamo in presenza di un clima di tipo piovoso temperato caldo senza stagione secca.

La classificazione del clima secondo Péguy, invece, tiene conto sia della temperatura che delle precipitazioni e si fonda sulla costruzione di climogrammi, come quello del grafico 9, nei quali sono riportate sull'asse delle ascisse le temperature medie mensili in gradi centigradi e sull'asse delle ordinate le precipitazioni medie mensili in millimetri; Coutagne, poi, introduce nel climogramma una terza grandezza, l'indice di aridità, rappresentandola con un fascio di rette oblique.

L'indice di aridità denota regioni tanto più aride quanto più il suo valore è basso e il valore 20 rappresenta il limite tra le regioni umide e quelle aride. In particolare:

$i_a < 5$ = clima desertico

$5 < i_a < 10$ = clima molto secco

$10 < i_a < 20$ = clima temperato

$20 < i_a < 30$ = clima temperato con molta acqua di deflusso

$i_a > 40$ = clima temperato con acqua di deflusso abbondante

Dal grafico 9 si può riscontrare una condizione generale di abbondanza d'acqua e che nel corso dell'anno si verificano tre condizioni climatiche: nella stagione invernale ci sono mesi freddi e umidi che talora si estendono a qualche mese dell'autunno e della primavera, è il periodo più lungo; seguono i mesi temperati e infine si hanno i mesi caldi ed umidi di relativamente breve durata.

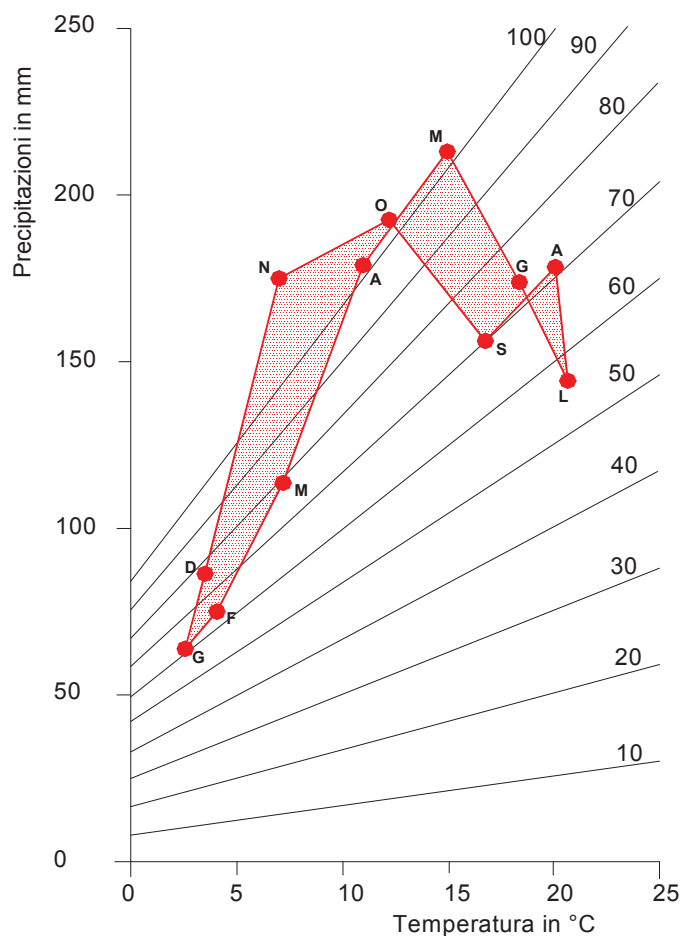


Grafico 9: Climogramma
relativo alla stazione
meteorologica di Asso.

6.2 Idrografia

Il reticolo idrografico che caratterizza il comune di Barni, risulta particolarmente sviluppato nella zona meridionale e occidentale del territorio, ma gravita in buona parte attorno al corso principale del fiume Lambro il cui bacino idrografico, nel territorio comunale, sottende un'area di 5.02 Km². Il versante est del Monte Colla risulta esterno a questa parte di bacino e cade parzialmente nella Conca di Crezzo che alimenta poi l'affluente del Lambro in corrispondenza di Lasnigo.

Nel complesso la rete idrografica è abbastanza semplice anche se in qualche caso si arriva al sesto ordine. Tutti i corsi d'acqua hanno regime periodico e discontinuo, legato alle precipitazioni meteoriche, caratterizzato da piene improvvise e periodi di secca, con tempi di corrivazione piuttosto bassi data l'elevata acclività del pendio. Si tratta di corsi d'acqua a regime torrentizio con portate massime in primavera ed autunno e minimi estivi ed invernali.

Dall'osservazione della carta idrogeologica risulta chiaro come le aste torrentizie principali siano subparallele tra di loro e impostate in corrispondenza dei sistemi di frattura principali che interessano la matrice litologica; il loro regime è condizionato, inoltre, da fenomeni di carsismo più che dall'ampiezza del sottobacino di raccolta, tanto più che il tipo litologico in cui si sviluppano, presenta un'elevata permeabilità secondaria per fessurazione e dissoluzione.

Il fatto che la gran parte delle aste torrentizie sia orientata all'incirca in senso E-W, ossia ortogonalmente allo sviluppo dei versanti e, quindi, ortogonalmente al fondovalle del Lambro, assume un significato molto importante, in quanto ciò fornisce un buon presupposto per ritenere che i flussi idrici dominanti nel settore centro-meridionale del territorio comunale, siano diretti verso il fondovalle, dove infatti sono state riscontrate le più diffuse venute d'acqua.

Un comportamento ed una struttura completamente diversa da questo contesto ha invece la parte di territorio a NE di Barni: qui, infatti, non vi sono scorrimenti superficiali di una certa rilevanza. Questa zona presenta una matrice geologica sempre calcarea, ma di tipo dolomitico, caratterizzata da permeabilità secondaria media e quindi ridotta rispetto alle zone sopra descritte.

L'elemento geomorfologico più significativo dell'area di studio, dunque, è dato dalla valle del fiume Lambro che funge da collettore idrico principale dell'intero territorio, in quanto, come osservato in precedenza, tutte le strutture idrogeologicamente più significative sono orientate verso il fondovalle.

Se allarghiamo lo sguardo e analizziamo la posizione della valle del Lambro in relazione alle valli adiacenti si può fare un'ulteriore osservazione molto importante ai fini della valutazione delle risorse idriche del territorio in esame.

L'intera valle del Lambro, ivi comprese le ampie conche sub-pianeggianti sulle quali sono localizzati gli abitati di Magreglio e Barni, risultano topograficamente "sospese" rispetto all'adiacente (verso est) grandiosa incisione glaciale oggi occupata dal Lago di Lecco; risultano invece a loro volta depresse rispetto a tutta la zona che si sviluppa ad occidente del locale spartiacque. Questo significa che, mentre il versante orientale del Lambro "cede" la sua acqua al Lago di Lecco, il versante occidentale è invece potenzialmente drenante nei confronti di tutta l'area che si sviluppa a ovest del M. Cornet: in pratica il bacino della Valle del Torno, sito a W, viene in parte a far capo al bacino

idrogeologico del F. Lambro in quanto le acque che in esso si raccolgono possono in parte confluire nel territorio in esame dove ne sono motori gli elementi strutturali ad orientamento E-W qui segnalati.

Il versante posto in destra Lambro è solcato da numerosi corsi d'acqua, tra cui i più importanti sono quelli della Valle dell'Alpe Mün, della Valle de Rascà, del Fò di Barni e della Valle di Tarbiga; esso presenta una relativa abbondanza di sorgenti tra le quali due sono captate ad uso idropotabile. Dette captazioni sono poste rispettivamente a quota 965 m s.l.m. (quella all'interno della Valle di Tarbiga, che fornisce acqua al solo acquedotto di Barni) e a quota 1015 m s.l.m. (utilizzata anche dall'acquedotto di Magreglio). Da notare come esse siano poste in corrispondenza di marcate incisioni che sottolineano la presenza di importanti fratture.

Di seguito vengono descritte le proprietà dei bacini e sottobacini più importanti che si possono individuare nell'area del comune di Barni; in particolare per ciascuno di questi sono stati ricavati:

- Il tempo di corrivazione (T_C), calcolato in ore, che è il tempo che una goccia d'acqua impiega a raggiungere il punto di misura partendo dal punto più distante ad esso sotteso; è stato ricavato attraverso la formula di Giandotti-Visentini qui riportata:

$$T_C = \frac{4 * S^{0.5} + 1.5 * L}{0.8 * H^{0.5}}$$

dove: S è la superficie del bacino sottesa dal punto di misura in Km²;

L è la lunghezza dell'asta principale del torrente in Km;

H è l'altezza massima del bacino meno quella del punto di misura in m;

- La pioggia critica (P_C) calcolata in mm, che è la quantità di acqua che cade durante il tempo di corrivazione; questo parametro è molto importante perché è definito, anche, come la precipitazione di durata uguale o maggiore del tempo di corrivazione, capace quindi di provocare un'onda di piena in corrispondenza della sezione considerata. Per bacini di dimensioni significative, come può essere quello del Lambro, si usa la seguente formula di Giandotti-Visentini:

$$P_C = a * T_C^{0.33}$$

dove: a è un coefficiente che per sicurezza viene considerato pari a 34;

Per bacini di piccole dimensioni, invece, è meglio utilizzare la seguente formula di Gumbel:

$$P_C = a * \ln(T_C) + b$$

dove: a e b sono due coefficienti ricavati dall'analisi dei dati pluviometrici

- Attraverso questi parametri è stato possibile valutare la portata massima Q_{\max} (m^3/s) a carattere catastrofico che può intervenire alla sezione di chiusura considerata. La formula della portata di massima piena con tempo di ritorno di 100 anni, proposta da Giandotti è la seguente:

$$Q_{\max} = \frac{c * P_c * S}{T_c}$$

dove il coefficiente c esprime il coefficiente di deflusso.

Bacino 1 – Fiume Lambro

Area: 5.02 km^2 .

Lunghezza massima: 3.32 km

Quota minima: 575 m. S.l.m.

Quota massima: 1325 m. S.l.m.

Dislivello massimo: 750 m

In base ai dati rilevati si è calcolato il tempo di corrivazione pari a 34 min. e la pioggia critica è stata calcolata pari a 29.8 mm. Il valore di portata di massima piena con periodo di ritorno di 100 anni che può intervenire alla sezione di chiusura considerata (quota 575) è di $27.8 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Il rilievo di campagna ha messo in evidenza che il Lambro presenta due situazioni ben distinte: il primo tratto, che scorre nell'ambito della zona urbanizzata e parzialmente nella sottostante zona agricola, risulta racchiuso da opere murarie in calcestruzzo con presenza in alveo di materiali di vario genere, quasi privo di vegetazione; il secondo tratto, invece, dal Ponte di Sasso in poi, essendo per lo più privo di difese spondali, riacquista una certa naturalità mostrando un andamento sinuoso, un alveo molto più ampio e una buona vegetazione. Questi due segmenti in cui può essere suddiviso il Lambro, presentano anche differenti portate: si riscontra un significativo aumento di portate a partire dal Ponte di Sasso in poi, dovuto alla presenza di abbondanti venute d'acqua che scaturiscono, a livello dell'alveo, dai depositi che costituiscono il grande conoide posto in sponda destra Lambro e che fa capo alla Valle de Rascà.

Bacino 2 – Valle dell'Alpe Mün

Area: 0.3 km^2 .

Lunghezza massima: 1.12 km

Quota minima: 595 m. S.l.m.

Quota massima: 1295 m. S.l.m.

Dislivello massimo: 700 m

In base ai dati rilevati si è calcolato il tempo di corrivazione pari a 11 min., il valore di pioggia critica pari a 0.269 mm ed un valore di portata di massima piena con periodo di ritorno di 100 anni di $0.061 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Bacino 3 – Valle de Rascà

Area: 0.3 km².

Lunghezza massima: 1.17 km

Quota minima: 598 m. S.l.m.

Quota massima: 1316 m. S.l.m.

Dislivello massimo: 718 m

In base ai dati rilevati si è calcolato il tempo di corrivazione pari a 11 min., il valore di pioggia critica pari a 0.527 mm ed un valore di portata di massima piena con periodo di ritorno di 100 anni di 0.119 m³/sec.

Bacino 4 – Valle di Tarbiga - Fò de Barni

Area: 0.62 km².

Lunghezza massima: 1.32 km

Quota minima: 670 m. S.l.m.

Quota massima: 1325 m. S.l.m.

Dislivello massimo: 655 m

In base ai dati rilevati si è calcolato il tempo di corrivazione pari a 15 min., il valore di pioggia critica pari a 12.77 mm ed un valore di portata di massima piena con periodo di ritorno di 100 anni di 4.389 m³/sec.

6.3 Disponibilità e fabbisogno idrico del Comune di Barni

La disponibilità delle risorse idriche e la loro tutela sono legate al rispetto ed alla protezione della qualità delle acque contenute negli acquiferi e in quelle superficiali responsabili della loro ricarica, pertanto è importante sottolineare i seguenti aspetti:

- Pericoli di inquinamento della falda alimentante i pozzi comunali
- Disponibilità d'acqua, in particolare nel periodo estivo (circa 40 giorni), in concomitanza del sensibile aumento di popolazione che si verifica in questa stagione.

Per quanto riguarda il pericolo di inquinamento della falda si sottolinea che il Comune è sprovvisto di una capillare rete fognaria e, soprattutto, di un adeguato sistema di depurazione e che, in zona, è presumibilmente presente un certo numero di pozzi perdenti. Queste situazioni riguardano, in particolare, la piana su cui insiste il capoluogo e sulla quale scorre il F. Lambro, le cui acque di alveo e di sub-alveo sono idrogeologicamente collegate agli acquiferi ai quali attingono i pozzi comunali. Nel Lambro stesso che accoglie, in pratica – e direttamente –, la stragrande maggioranza degli scarichi idrici, potenzialmente o di fatto inquinanti, confluiscono le acque rilasciate dal depuratore annesso al centro abitato di Magreglio, posto poco a monte di Barni, la cui efficienza ed efficacia possono subire negative alterazioni, soprattutto nei periodi di massimo popolamento estivo. Va inoltre sottolineata la presenza, sulla piana di Barni e in relativa vicinanza al pozzo comunale sito nei pressi del Ponte S. Mauro, del Cimitero comunale e di una letamaia, segnalati nella carta idrogeologica, che possono costituire una possibile fonte di inquinamento.

Si tratta, in sostanza, di una serie di circostanze tali per cui non è possibile escludere a priori il ripetersi di contaminazioni delle acque dei pozzi come è avvenuto nell'estate 1993.

Per quanto riguarda la disponibilità delle risorse idriche si precisa che nel periodo di massimo affollamento estivo, il paese può raggiungere le tremila unità. Supponendo, allora, un consumo medio per abitante/giorno pari ad almeno 150-200 l/giorno, ne deriva un fabbisogno complessivo di circa 450-600 m³/giorno.

L'acquedotto del comune di Barni, fino al giugno 1998, per soddisfare il fabbisogno idrico, utilizzava 1 pozzo (quello sito nei pressi del Ponte S. Mauro) e le 2 sorgenti descritte in precedenza, di cui una è condivisa, anche, con il comune di Magreglio. Tale sistema acquedottistico era in grado di fornire circa un terzo del predetto fabbisogno, ossia circa 200 m³/giorno.

Il comune di Barni, dunque, ha richiesto specificamente la realizzazione di un altro pozzo in grado di far fronte alle esigenze della popolazione, soprattutto nel periodo estivo, e quindi in grado di colmare il deficit di circa 400 m³/giorno (pari a 4-5 l/s).

A tale scopo, nel periodo 23-24/04/1998 è stata eseguita una nuova perforazione per la realizzazione di un pozzo, poco sopra il piede del versante presso l'estremità sud della piazzola presente lungo il lato di monte della S.P. 41, in corrispondenza della curva quotata in carta 600.7 m s.l.m.

La misura del livello piezometrico avvenuta il giorno 24/04/1998, alla fine delle operazioni di perforazione e posa del piezometro, ha indicato la presenza di acqua a circa -9 m da p.c. (la stratigrafia di tale pozzo è riportata in allegato 3 a fine testo), mentre la portata della pompa immersa a -18 m da p.c. è risultata pari a 3.5 l/s.

Il pozzo in questione, trovandosi in un acquifero con buone caratteristiche di permeabilità e trasmissività, dunque, può assicurare una portata di 4-5 l/s anche durante periodi di siccità prolungata senza che il livello dinamico scenda al di sotto del livello della falda di sub-alveo e quindi senza richiamo di acqua da Lambro, che si trova ad un livello altimetricamente inferiore di circa 3.5 m rispetto al livello piezometrico dinamico misurato.

6.4 Carta idrogeologica

La carta idrogeologica è stata redatta tenendo conto delle caratteristiche litologiche delle formazioni presenti nella zona, della geologia strutturale dell'area e della giacitura degli strati.

La permeabilità di un ammasso, sia esso costituito da rocce lapidee o da rocce sciolte (terreni), è determinata dalla presenza di vuoti intercomunicanti, così da permettere il flusso di un fluido all'interno dello stesso. Per quanto concerne le rocce lapidee, la permeabilità è determinata dalla somma tra la permeabilità "primaria" o per porosità, con quella "secondaria" o permeabilità per fratturazione (dovuta a discontinuità della roccia). Esiste, poi, un altro tipo di permeabilità dovuto al carsismo, dove grazie alla dissoluzione dei carbonati, si formano dei condotti più o meno continui, sede preferenziale del deflusso all'interno del substrato roccioso.

Normalmente la permeabilità di un ammasso roccioso dipende in modo dominante dalla permeabilità “secondaria” e molto limitatamente dalla “primaria”. Al contrario, nei terreni la permeabilità è influenzata esclusivamente dalla porosità degli stessi, caratteristica che dipende dalla granulometria, dalla tessitura e dallo stato di addensamento.

Pertanto si è redatta la carta idrogeologica, attribuendo ad ogni formazione una propria permeabilità, in base alla litologia ed al grado di fratturazione, stimato da rilievi in loco o reperito in letteratura.

La lettura della carta deve comunque essere compiuta attraverso l'analisi degli elementi tettonici, che condizionano in maniera determinante la circolazione idrica sotterranea. Infatti come appare da una sommaria analisi sull'idrogeologia della zona, non è possibile compiere uno studio idrogeologico senza considerare le imponenti strutture tettoniche o tenere conto del carsismo.

I depositi superficiali e le formazioni rocciose sono state divise nelle seguenti classi di permeabilità:

- Permeabilità elevata per porosità: è tipica dei corpi di frana, dei depositi alluvionali e dei depositi fluvio-glacio-lacustri.
Il rischio di inquinamento delle falde idriche è elevato.
Valore di permeabilità in cm/sec: 10^{-1} - 10
- Permeabilità elevata per porosità: tipica dei depositi di conoide.
Il rischio di inquinamento delle falde idriche è elevato.
Valore di permeabilità in cm/sec: 10^{-2} - 10^{-1}
- Permeabilità primaria da media a elevata: caratterizza gran parte del deposito eluviale della parte orientale del comune impostato in corrispondenza della dolomia principale.
Il rischio di inquinamento delle falde idriche è medio.
Valore di permeabilità in cm/sec: 10^{-2} - 10^{-4}
- Permeabilità primaria da media a bassa: tipica del deposito eluviale generato per disgregazione delle rocce calcaree presenti sul lato idrografico destro del Lambro e sulle pendici del Monte Colla.
Il rischio di inquinamento delle falde idriche è basso.
Valore di permeabilità in cm/sec: 10^{-3} - 10^{-5}
- Permeabilità primaria nulla, permeabilità secondaria da buona ad elevata per fessurazione o carsismo: permeabilità tipica delle formazioni rocciose stratificate ad elevata permeabilità secondaria (per fratturazione), con locale presenza di condotti di natura carsica, appartenenti alla Dolomia Principale e alla Dolomia a Conchodon.
Il rischio di inquinamento delle falde idriche è elevato.
Valore di permeabilità in cm/sec: 10^{-1} - 10^{-3}
- Permeabilità primaria nulla, permeabilità secondaria buona o elevata per fessurazione o carsismo: corrisponde alle zone in cui affiora calcare selcioso.
Il rischio di inquinamento delle falde idriche è medio.
Valore di permeabilità in cm/sec: 10^{-4} - 10^{-5}

- Permeabilità primaria nulla, permeabilità secondaria da media a bassa: caratterizza le zone in cui affiora o subaffiora il Calcare di Zu.

Il rischio di inquinamento delle falde idriche è molto basso.

Valore di permeabilità in cm/sec: 10^{-5} - 10^{-6}

Attraverso l'esame dei settori con permeabilità più elevata, si possono definire le aree ove avviene principalmente l'infiltrazione delle acque superficiali e la ricarica degli acquiferi, ma solo l'analisi delle strutture idrogeologiche permette di comprendere i meccanismi di circolazione delle acque sotterranee e l'entità delle risorse. Oltre alla intrinseca permeabilità di un complesso roccioso, infatti, la sua capacità di immagazzinare acqua dipende anche da altri fattori tra cui gli elementi strutturali e gli elementi geomorfologici.

Sulla base di queste considerazioni, nell'area in esame si possono individuare due diversi domini idrogeologici: quello impostato in corrispondenza della Dolomia Principale, nel quadrante NE del comune e quello che, invece, caratterizza tutto il resto del territorio.

Quest'ultimo si imposta su due differenti tipi di roccia caratterizzate da diverse permeabilità: i calcari selciosi che occupano la posizione geometricamente più elevata e i calcari marnosi a permeabilità relativamente più bassa; ne deriva che il primo dei due calcari è in grado di immagazzinare al proprio interno maggiori quantitativi d'acqua. Su questo aspetto di base influiscono, poi, talora in termini altamente significativi, le strutture che condizionano i flussi idrici principali: giunti di stratificazione, sistemi di fratture e faglie.

Per quanto riguarda il settore nordorientale, va precisato che la serie calcareo-dolomitica e dolomitica, che qui affiora, costituisce l'elemento stratigraficamente più profondo dell'intera successione; dal punto di vista strutturale, poi, il grande disturbo tettonico (faglia ad andamento E-W) che si sviluppa da un versante all'altro, taglia, in pratica, le principali potenziali vie di interconnessione con le unità idrogeologiche sovrastanti. In sostanza questa unità costituisce un elemento a sé stante, anche dal punto di vista morfologico, venendo a coincidere con una sorta di alto topografico isolato dalle aree circostanti. Strutturalmente la zona è altresì interessata da un nutrito campo di fratture dirette in senso NE-SW, obliquamente tagliate da fratture.

In questo quadro idrogeologico, gli acquiferi porosi (depositi alluvionali, coltre fluvio-glacio-lacustre, sfasciume morenico misto a detrito, corpi di frana e coni di deiezione) vengono ad assumere rilevanza di prioritario interesse pratico. Essi risultano, infatti, geometricamente sovrapposti alle unità sopra menzionate, occupando nel contempo le porzioni topograficamente più depresse o la base dei versanti, in questo modo vengono ad assumere la funzione di veri e propri serbatoi idrici alimentati sia dalle acque di scorrimento superficiale, sia da quelle scaturenti dalle masse rocciose sulle quali esse sono appoggiate.

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

Su tale elaborato di dettaglio, relativo alla parte urbanizzata del territorio comunale e del suo intorno, vengono riportati due differenti tematismi:

- la litologia del substrato roccioso e dei depositi superficiali, con indicazioni geomeccaniche e geotecniche;
- ed il dettaglio delle forme del territorio e dei processi morfologici in atto.

Queste ultime risultano infatti essere direttamente in relazione, sia per la tipologia che per la loro possibile evoluzione, con la natura del substrato e dei depositi di copertura.

Tale elaborato pone in evidenza (per l'importanza che rivestono ai fini della caratterizzazione del territorio), i fenomeni ed i processi di evoluzione delle forme del paesaggio a seguito dell'azione dei diversi agenti morfogenetici, fornendo inoltre una prima valutazione geomeccanica qualitativa degli ammassi rocciosi ed una preliminare valutazione geotecnica delle coperture, utile per una valutazione di massima delle condizioni complessive di stabilità. Ciò consente di "leggere" il territorio in esame, mettendone in risalto le dinamiche evolutive, rappresentando quindi un utile ausilio per una corretta gestione e pianificazione del territorio.

7.1 Elementi geomorfologici di dettaglio

Dall'analisi dei processi morfodinamici in atto, si evidenzia come nel suo complesso, tutti i versanti montuosi compresi nel territorio comunale risultino soggetti ad intense dinamiche erosive, per l'azione prevalente della gravità, ed in subordine delle acque superficiali, dell'azione gelo-disgelo e per l'azione di scalzamento esercitata dagli apparati radicali della copertura arborea, tali per cui si verificano distacchi di materiale roccioso in particolare dove questo si presenta maggiormente fratturato. In tali aree l'evolvere del fenomeno erosivo produce il progressivo lento arretramento delle scarpate rocciose che può dar luogo anche a distacchi di blocchi le cui dimensioni sono in relazione alla disposizione e frequenza delle discontinuità degli ammassi rocciosi.

Nelle porzioni di territorio rappresentate in carta, tale dinamica si riscontra solamente in alcuni settori, come a monte della Fonte S. Luigi e in corrispondenza del margine NE dell'abitato, dove è stato eseguito, anche, un rilievo geomeccanico (vedi paragrafo successivo).

Un discorso a parte va fatto, invece, per il grosso corpo di frana (vedi foto 3), ormai completamente pedogenizzato e vegetato, segnalato anche sulle carte del PAI, redatte dall'Autorità di Bacino, come corpo di frana quiescente non perimetrato. Tale ammasso di blocchi e ciottoli parzialmente cementati, come risulta evidente dalla carta, lambisce, col suo piede, il centro abitato di Barni ed è tagliato dalla nuova S.P. 41 e in parte dal percorso del Lambro, che, nella porzione più meridionale, scorre esattamente al piede erodendo pericolosamente il fronte di frana. L'analisi delle carte geoambientali

rivela che tale zona ha una acclività tra i 15° e i 35°, è soggetta ad intensa erosione da parte delle acque superficiali ed incanalate e che la propensione al dissesto è elevata.

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

La dinamica erosiva prevalente è comunque esercitata dall'azione delle acque incanalate, che determinano il progressivo approfondimento degli alvei torrentizi nei tratti di monte, con potenziale innesco di fenomeni di dissesto lungo le sponde per erosione laterale del piede dei versanti.

Si sottolinea inoltre come per la realizzazione dei tracciati stradali lungo i pendii si siano resi necessari interventi di sbancamento del substrato roccioso che determinano la presenza di pareti e scarpatine artificiali lungo le sedi stradali, anch'esse sede di processi erosivi che possono determinare, in caso di non adeguati interventi di stabilizzazione e contenimento, l'innesco di dissesti con conseguente distacco di materiale. In carta sono stati riportati i tratti di tracciato stradale le cui pareti di monte sono protette da rete ad aderenza.

Nell'elaborato cartografico sono stati segnalati, inoltre, i punti critici dove l'alveo del Lambro, nel suo percorso cittadino, è privo di argini oppure mostra delle opere di difesa idrauliche nettamente sottodimensionate. Con ciò si è voluto dare solo una stima qualitativa e non quantitativa, rimandando a indagini più approfondite, la reale valutazione della pericolosità.

7.2 Elementi litologici e caratteri geomeccanici e geotecnici

La natura litologica del substrato e dei terreni di copertura, è stata distinta in carta, cercando di accorpare terreni e rocce con caratteristiche geotecniche e geomeccaniche simili; quindi sono stati analizzati i principali aspetti geomeccanici degli ammassi rocciosi e geotecnici delle coperture.

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

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

In particolare, è stato eseguito un rilievo strutturale di dettaglio, al fine di classificare dal punto di vista geomeccanico l'ammasso roccioso costituito da Dolomia Principale affiorante a NE dell'abitato e che costituisce una situazione di pericolosità trovandosi a ridosso di alcune case. Tale rilievo è stato condotto allo scopo di identificare i parametri più significativi che influenzano il comportamento meccanico dell'ammasso roccioso.

Nello specifico si tratta di definire la configurazione geometrica delle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso, rilevandone:

- orientazione;
- spaziatura;
- persistenza;
- dimensione e forma dei blocchi rocciosi;

e di definire il meccanismo di trasmissione degli sforzi e della circolazione idrica individuando scabrezza ed apertura delle discontinuità, resistenza della roccia, permeabilità e caratteristiche del materiale di riempimento delle stesse.

I dati raccolti sono stati elaborati, al fine di sintetizzare le caratteristiche geomeccaniche del litotipo presente e di procedere alla classificazione tecnica dell'ammasso roccioso secondo l'RMR System (Rock Mass Rating System di Bieniawsky 1973) e la BGD (Basic Geotechnical Description of rock masses).

La classificazione geotecnica dei terreni stata eseguita secondo il Sistema unificato di classificazione delle terre CNR UNI 10006.

L'estrema variabilità delle condizioni degli ammassi rocciosi riscontrate, in relazione al grado di fratturazione e secondariamente al grado di alterazione, rende purtroppo non sempre rappresentativa una definizione univoca delle caratteristiche geomeccaniche.

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

Sono state distinte le seguenti unità litologiche e geologico - tecniche:

Depositi di conoide: depositi costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie, localmente compaiono sottili livelli debolmente limosi: la parte distale è costituita da depositi a granulometria più piccola (sabbie e ghiaie), mentre la parte prossimale è caratterizzata da ciottoli, ghiaie immerse in una matrice sabbiosa.

In particolare le alluvioni più antiche, sono molto spesso cementate (e formanti piccole scarpate ad elevata pendenza). Tali depositi hanno i seguenti valori medi:

$$\gamma = 1.7 - 1.9 \text{ t/m}^2$$

$$\Phi = 30^\circ - 35^\circ.$$

Possono essere definiti secondo la classificazione CNR UNI 10006 come A1

Detrito di versante: depositi generalmente monolitici, con clasti di natura calcarea grossolani (dal ciottolo al blocco in matrice da ghiaiosa a limoso - sabbiosa), spigolosi e localmente con moderata selezione. Possono essere localmente presenti plaghe di detrito cementato. Le caratteristiche meccaniche sono in funzione del grado di cementazione dei depositi e possono essere stimate pari a :

$$\gamma = 1.7 - 2.0 \text{ t/m}^2$$

$\Phi = 30^\circ - 35^\circ$ (detriti sciolti) $\Phi = 35^\circ - 45^\circ$ (per detriti cementati).

Possono essere definiti secondo la classificazione CNR UNI 10006 in un campo variabile compreso tra A1- A2

Depositi alluvionali: depositi costituiti da accumuli di blocchi, ciottoli e ghiaie grossolane, più o meno arrotondati, in matrice sabbiosa. Si tratta di depositi incoerenti e poco addensati, per i quali si possono stimare i seguenti valori.

$$\gamma = 1.7-1.9 \text{ t/m}^3$$

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

Possono essere definiti secondo la classificazione CNR UNI 10006 in un campo variabile compreso tra A1- A3

Depositi fluvio-glacio-lacustri: depositi con granulometrie fini quali limi e argille, associati a materiali lapidei eterometrici ed eterogenei, subordinatamente compaiono sottili orizzonti sabbiosi o sabbioso – ghiaiosi. Tali depositi hanno i seguenti valori medi:

$$\gamma = 1.6 - 1.7 \text{ t/m}^2$$

$$\Phi = 20^\circ - 25^\circ.$$

Possono essere definiti secondo la classificazione CNR UNI 10006 come A5-A7

Depositi glaciali: depositi costituiti prevalentemente da clasti di natura ignea o metamorfica, a granulometria prevalentemente ghiaiosa con blocchi sparsi e matrice sabbioso limosa. I clasti solitamente appaiono spigolosi e più raramente subarrotondati. Localmente compaiono plaghe di materiale cementato. Tale deposito ha i seguenti valori medi.

$$\gamma = 1.7 - 1.9 \text{ t/m}^2$$

$$\Phi = 28^\circ - 35^\circ .$$

Possono essere definiti secondo la classificazione CNR UNI 10006 in un campo variabile compreso tra A1- A3

Depositi eluviali: strato di alterazione in posto della roccia, solitamente con granulometria costituita da sabbie e limi, spesso vegetati.

$$\gamma = 1.7-1.8 \text{ t/m}^3$$

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

Possono essere definiti secondo la classificazione CNR UNI 10006 in un campo variabile compreso tra A2- A4

Classificazioni geomeccaniche del substrato roccioso

Le formazioni rocciose individuate per affinità geomeccanica e per semplicità di lettura sono state classificate in tre unità geotecniche differenti:

1. Successioni calcareo-dolomitiche e dolomitiche, spesso a stratificazione massiccia, interessate da sistemi di frattura.

$$\gamma = 2.5-2.6 \text{ t/m}^3$$

$$\Phi = 30^\circ-40^\circ$$

2. Successioni calcaree e calcareo-marnose, in stati medio sottili, con sistemi di frattura in genere poco frequenti.

$$\gamma = 2.4-2.6 \text{ t/m}^3$$

$$\Phi = 35^\circ-45^\circ$$

3. Calcari e calcari selciosi a stratificazione e giacitura relativamente regolare, seppur blandamente deformati; fratturazione generalmente orientata in senso est-ovest; presenza di fenomeni di dissoluzione carsica.

$$\gamma = 2.5-2.6 \text{ t/m}^3$$

$$\Phi = 35^\circ-45^\circ$$

Tutte le tre tipologie di rocce presentano caratteristiche geomeccaniche da mediocri a buone, in relazione alla combinazione dell'andamento della fratturazione rispetto al versante e alle deformazioni subite, che modificano i caratteri meccanici di base di queste unità, determinando perciò la presenza di zone a caratteristiche meccaniche da mediocri a buone.

Il risultato del rilievo geomeccanico (vedi allegato 2 a fine testo) effettuato in corrispondenza delle grosse bancate di dolomia principale a NE dell'abitato ha dato i seguenti risultati:

$$\Phi = 30^\circ \text{ a } 45^\circ$$

$$\text{coesione} = 245 \text{ KPa}$$

$$\text{RQD} = 20-80$$

Classi da II a IV della classificazione di Beniaowski (buona – scadente).

La roccia si presenta intensamente carsificata, a stratificazione massiccia o in bancate metriche, con diffusa circolazione idrica all'interno dei contatti e delle fratture. Parte dell'ammasso roccioso è interessato da una patina di alterazione o deposizione (sali di calcio) che occludono superficialmente le discontinuità di minore rilevanza. Le maggiori venute d'acqua sono localizzate alla base dell'ammasso roccioso in corrispondenza di un'importante frattura e comunque lungo le discontinuità più evidenti. Sono stati individuati tre sistemi di frattura principali, tutte caratterizzate da una superficie leggermente ondulata o quasi planare, una apertura tra 1 mm e 5 mm e un riempimento assente. Da una valutazione speditiva e puramente qualitativa, si può concludere che la probabilità che si stacchino dei blocchi dalla parete in questione è discreta, in quanto le discontinuità individuano abbastanza definitivamente dei blocchi le cui dimensioni minime possono essere di 1 dm^3 , medie di 0.1

m³ e massime di 1 m³; la probabilità, inoltre, è discreta, a causa della presenza di una elevata circolazione idrica e di una discreta vegetazione arborea che, con il proprio apparato radicare, può favorire lo scalzamento dei blocchi dal versante.

9. CARTA DI SINTESI

La carta di sintesi dei rischi geologici, redatta in scala 1:5.000, è stata realizzata in modo da potere rappresentare, in un unico elaborato, le principali problematiche emerse dallo studio del territorio comunale di Barni. In tal modo si ottiene un quadro sintetico dello stato del territorio, preliminare alla valutazione della fattibilità geologica delle azioni di piano.

Tale inquadramento, per definizione sintetico, richiede verifiche di dettaglio nel momento in cui si passi alla progettazione esecutiva degli interventi, tenendo comunque conto del contenuto informativo delle singole carte tematiche.

Le valutazioni del rischio sono state effettuate in maniera qualitativa, in quanto, in questa fase di studio, risulta impossibile determinare il grado di probabilità o il tempo di ricorrenza di eventi a rischio. Sono ottenute incrociando i dati di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico tecnico riportati negli elaborati di inquadramento e di dettaglio unitamente ad altre caratteristiche del territorio, quale l'acclività dei rilievi. La valutazione di questo parametro risponde, oltre che a specifici criteri di efficace descrizione dei caratteri fisici del territorio ed all'analisi di potenziali situazioni di rischio, (si pensi ai riflessi sulla stabilità dei versanti), a considerazioni di ordine pratico, economico ed in generale legate ad un'efficiente gestione del territorio.

Graficamente per rendere la cartografia di facile e di immediata lettura (e allo scopo di non disperdere o sintetizzare troppo dati significativi raccolti durante la fase di analisi), si è adottata una legenda costituita da aree, aventi ciascuna diverse problematiche. Inoltre, per rendere l'elaborato più completo, sono stati riportati i principali vincoli di natura fisico, ambientale e antropica.

In particolare si sono individuate quattro tipologie di aree, caratterizzate da problematiche differenti;

1. **Zona di fondovalle:** quota minima 570, quota massima 650.

E' la zona più depressa a ridosso del Fiume Lambro e comprende la piana alluvionale a valle del centro abitato e la maggior parte del nucleo abitato stesso.

L'uso del suolo è destinato oltre che all'urbanizzazione, alla rete viaria principale e a prato e pascolo permanente, con locali arativi ed orti e serre da florovivaismo.

L'energia di rilievo è praticamente nulla e i processi geomorfici potenziali in atto sono riconducibili quasi esclusivamente all'azione delle acque incanalate e subordinatamente libere.

Il rischio idrogeologico principale è connesso all'attività idraulica del Fiume Lambro. In questa zona si forma la falda acquifera di fondovalle che alimenta il pozzo comunale sito nei pressi del ponte S. Mauro (pozzo meno recente).

2. **Zona NE del territorio comunale:** quota minima 700, quota massima 890.

Più precisamente si tratta dell'area compresa tra la strada per la Madonnina (località Cambrun) e la Bolla, dove il substrato roccioso è di natura dolomitica e della fascia pedemontana e di sella che va dal Caval di Barni fino alla Conca di Crezzo. Attualmente la zona è coperta perlopiù da bosco e subordinatamente da prati, aree urbanizzate e vie di comunicazione secondaria.

Questa superficie è caratterizzata da una morfologia piuttosto dolce, o almeno con pendenze limitate, e da conche penepianeggianti fino al confine con il territorio del comune di Magreglio pertanto non vi sono rischi connessi all'azione della gravità.

Le evidenze idrogeologiche legate alla presenza di un'attività carsica sottosuperficiale passata e/o in atto, fanno ipotizzare una connessione diretta con il sistema acquifero sotterraneo nel substrato roccioso calcareo dolomitico permeabile per fratturazione e carsismo.

Il sistema idrografico superficiale è praticamente assente.

3. **Zona intermedia tra il fondovalle e i versanti laterali:** quota minima 600, quota massima 900.

La zona comprende tutta la fascia posta a ridosso delle sponde del Lambro, l'area più settentrionale caratterizzata da depositi morenici localmente terrazzati e parte del territorio situato nei dintorni della strada che porta alla Conca di Crezzo. L'uso del suolo è molto vario: si va dal bosco all'urbanizzato, dal pascolo e prativo alla rete viaria secondaria.

Le inclinazioni medie dei versanti non superano i 25-30° e pertanto i rischi legati all'azione della gravità sono limitati a meno di localizzati fenomeni gravitativi della coltre superficiale e un eventuale rischio di coinvolgimento di caduta massi (traiettorie di passaggio e di arresto); più rilevanti sono sicuramente i rischi connessi all'azione delle acque superficiali incanalate e libere.

4. **Zona dei versanti montuosi laterali:** quota minima 600, quota massima 1325.

Comprende tutti i versanti localizzati in sponda idrografica destra del Lambro a partire dalla quota media di 650 m s.l.m., i pendii relativi al Monte Colla e al Castel de Leves e tutta la zona caratterizzata dalla presenza di pareti rocciose sub-verticali a ridosso della porzione NE dell'abitato. L'uso del suolo è destinato pressoché esclusivamente a bosco e incolto.

Le inclinazioni medie superano solitamente i 25°-30° con ampie fasce rocciose sub-verticali. In questa zona si rilevano i principali processi geomorfici rilevabili, essenzialmente connessi all'azione della gravità, degli agenti esogeni, delle acque incanalate e selvagge. I principali rischi geologici potenziali sono connessi a: caduta massi, locali smottamenti ed erosioni della coltre superficiale, erosione lineare e diffusa delle acque superficiali.

9.1 Principali vincoli ambientali

Vincolo idrogeologico: in base all'art. 1 del R.D.L. 30.12.32 N.3267 e degli artt. 40\42 della L.U.R. N. 51\75 interessa la fascia montuosa del territorio di Barni. In tale zona, la richiesta di concessione edilizia è da completarsi con specifica perizia idrogeologica finalizzata a verificare l'impatto delle opere

sulla stabilità dei versanti e del normale deflusso delle acque, in funzione dell'entità degli scavi e dei riporti in progetto, il tutto subordinato al parere anche di strutture sovracomunali (Comunità Montana).

Rispetto sorgenti e pozzi. Il D.P.R. n. 236 del 24 .05.1988 definisce le zone di rispetto per le risorse idriche da tutelare. Queste zone devono avere un'estensione di raggio non inferiore a 200 m rispetto al punto di captazione. Tale estensione può essere variata in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio delle risorse e/o in funzione delle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero captato e dell'area di captazione per la definizione delle quali vanno effettuati studi ed immagini specifiche. Nella zona di rispetto sono vietate le seguenti attività:

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

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

Rispetto dei corsi d'acqua naturali: Riguarda entrambe le sponde dei corsi d'acqua e consiste in una fascia di rispetto della larghezza minima di 10 m dove si potranno eseguire solo opere di sistemazione idrogeologica e normale conduzione agricola; per i fabbricati esistenti sono ammesse solo opere di manutenzione ordinaria e straordinaria. Si consiglia comunque, nel caso di modifiche o interventi in prossimità dei corsi, la verifica della sezione di massima piena e dell'eventuale stabilità delle sponde.

Le carte del PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico), redatte dall'Autorità di Bacino, non mostrano particolari vincoli o pericoli connessi con Fiume Lambro per il tratto che concerne il territorio comunale di Barni.

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

- i territori circostanti sponde lacustri per una fascia di 300 m dalla linea di battigia
- i fiumi, i torrenti ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico sulle acque ed impianti elettrici, approvato con R.D.L. 11.12.1933 n. 1775 e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 m (art 1-c)
- le montagne per la parte eccedente i 1600 m sul livello del mare per la catena alpina.
- i parchi regionali.

- i boschi ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento.

Vincolo cimiteriale. Interessa un intorno dell'area cimiteriale di larghezza di 50 m. E' definito dalla art. 338 del testo unico delle leggi sanitarie 27.07.1934 n 1265, modificato con legge 17.10.1957, n.983. Questa legge implica l'obbligo di mantenere e sviluppare il verde esistente mentre è vietato ogni tipo di edificabilità che si discosti da struttura di servizio dell'area cimiteriale stessa. Eventuali ampliamenti delle aree cimiteriali sono comunque soggetti a preventivo parere anche di enti sovracomunali (USSL). Il suolo cimiteriale deve essere sciolto sino alla profondità di 2,5 m o capace di essere reso tale con facili opere di scasso, in assenza di argille o torbe o terreni che impediscano i processi di mineralizzazione. La falda freatica alla sua massima altezza deve trovarsi ad una distanza di almeno 2.5 m al di sotto dal piano campagna.

9. CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

Seguendo le indicazioni riportate nella Delibera della Giunta della Regione Lombardia del 24 Novembre 1997 n.41, la valutazione incrociata degli elementi emersi dagli studi tematici, con i fattori ambientali ed antropici propri del territorio comunale di Barni, ha consentito di sviluppare il processo diagnostico che consente d'azzone il territorio in classi di fattibilità geologica.

I risultati sono rappresentati sulla carta della fattibilità geologica, che descrive le problematiche e le eventuali limitazioni alla fattibilità geologica delle azioni di piano.

Tale elaborato è redatto a scala 1:2.000, per ottenere un adeguato livello di dettaglio nella localizzazione dei limiti degli azzonamenti, ed interessa la porzione di territorio comunale comprendente le aree urbanizzate ed un loro espressivo intorno, trascurando le aree più montane.

La classificazione adottata fornisce indicazioni in ordine alla destinazione d'uso, alle cautele generali da adottare per gli interventi, agli studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso.

Rimane infatti fondamentale la realizzazione di studi di dettaglio all'atto della progettazione esecutiva degli interventi, dimensionati alla scala delle opere di progetto (secondo quanto previsto dal D.M. 11/03/1988, Circ.Minist.24/09/1988 n. 30483), perché le osservazioni ed i dati derivabili dalla zonazione geologica non li sostituiscono in alcun modo.

I criteri di cui alla citata D.G.R. individuano quattro classi di fattibilità, secondo l'idoneità geologica dei terreni a sopportare eventuali trasformazioni d'uso. Nella zonizzazione del territorio è stato adottato il criterio di tracciare i limiti delle classi di fattibilità, individuando passaggi graduali tra le diverse classi.

Le classi di fattibilità geologica, secondo le quali si è proceduto alla zonazione del territorio in esame, sono di seguito definite e nelle stesse non è compresa la classe 1 (fattibilità senza particolari limitazioni) poiché la parte di territorio comunale che potrebbe utilizzarla, quella più stabile e

pianeggiante, pedemontana, insiste sull'acquifero principale, è attraversata dai torrenti principali e interessate o prossime al raggio di influenza dei pozzi.

Classe 2 – Fattibilità con modeste limitazioni

Sono aree generalmente con buone caratteristiche dei terreni e delle rocce, che presentano se pur in modo minimo, condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per superare le quali, si rendono necessarie delle indagini preliminari o determinati accorgimenti costruttivi.

Questa classe comprende la quasi totalità della zona pianeggiante che si trova sul lato idrografico sinistro del Fiume Lambro, l'area urbanizzata, alcune fasce del territorio pedemontano sito a nord dell'abitato dove il deposito morenico risulta localmente terrazzato e ristrette aree con energia di rilievo moderata.

Per una più precisa caratterizzazione si è deciso di differenziare ulteriormente queste aree sulla base di un particolare molto importante: l'influenza diretta che queste possono avere sul pozzo comunale sito nei pressi del Ponte S. Mauro.

Tutto il nucleo urbanizzato storico e la porzione nord orientale della piana, in sinistra orografica del Lambro, si trovano, infatti, a monte del pozzo suddetto e, anche se posti ad una distanza maggiore dei 200 m stabiliti come vincolo di rispetto dei pozzi, si ritiene che le attività che si svolgono in quest'area possano influenzare comunque le acque di falda. In queste zone, dunque, non si riscontrano particolari problematiche geologiche o geotecniche, ma si hanno potenziali problematiche connesse alla vulnerabilità della falda (anche in relazione alla densità d'urbanizzazione e ai frequenti scarichi diretti d'acque nere nei corsi d'acqua superficiali).

Al fine di preservare e proteggere ulteriormente la falda freatica (sfruttata dai pozzi dell'acquedotto), deve essere vietato lo scarico diretto delle acque nere nel terreno; dovranno essere previste inoltre procedure tese a limitare al massimo la presenza di pozzi perdenti, specialmente nelle aree comprese o prossime alla fascia di rispetto dei pozzi dell'acquedotto.

Le altre aree appartenenti alla classe 2, le aree cioè che si trovano nella porzione più settentrionale del comune, quelle posta in destra orografica del Lambro e quelle localizzate a E della piana, hanno modeste problematiche geologiche, legate principalmente all'acclività del versante o in minima parte alla locale presenza di depositi e affioramenti rocciosi con lievi problemi di stabilità.

Il rischio geologico di queste zone si può considerare modesto.

Nel caso di modificazioni d'uso o per la costruzione di nuovi insediamenti o infrastrutture, devono essere prodotti studi geologico-tecnici secondo quanto specificato dal D.M. 11/3/88.

Tali studi dovranno evidenziare, sulla base della tipologia dell'intervento, i mutui rapporti con la geologia e la geomorfologia, con particolare riguardo per i sistemi di controllo e drenaggio delle acque superficiali, oltre che a puntuali indagini geotecniche per il dimensionamento delle strutture di fondazione e sostegno, con eventuali verifiche di stabilità soprattutto per la messa in sicurezza d'eventuali fronti di scavo.

Classe 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni

Questa classe, comprende quelle aree che presentano consistenti limitazioni alla modificazione delle destinazioni d'uso dei terreni, sia per motivi geologico-tecnici, essendo aree generalmente acclivi o in ogni modo gravemente condizionate da un insieme di fattori di predisposizione al dissesto, sia per essere soggette a vincoli legislativi quali, le fasce di rispetto per le opere di captazione d'acque potabili e gli ambiti cimiteriali.

Sono quindi comprese le aree caratterizzate da elevata acclività del pendio, con valori prossimi a quelli d'attrito delle coperture, che possono divenire sede di dissesti localizzati e di limitata estensione; le aree prospicienti settori caratterizzati da franosità diffusa o distacchi localizzati; zone dove avviene l'accumulo di materiale proveniente dallo smantellamento dei risalti rocciosi; terreni con caratteristiche geotecniche scadenti.

Graficamente, per meglio evidenziare la natura delle limitazioni che hanno portato alla classificazione di tale aree in classe terza, si sono distinte 3 sottoclassi:

3A: aree con potenziali problematiche di tipo idraulico, idrogeologico, idrografico;

3B: aree caratterizzate da coperture con caratteristiche geotecniche scadenti ed aree con problematiche puramente geologiche (aree soggette a franamenti o in equilibrio limite);

3C: aree sottoposte a particolari vincoli normativi.

Classe 3A (rischio idraulico per potenziali esondazioni del Lambro)

Caratterizza le fasce di sicurezza con allargamenti locali in corrispondenza delle zone che ospiterebbero (in caso di piene ultracentennali) il deflusso delle acque.

In particolare si è cercato di individuare, mediante studio idrologico di dettaglio, tutte le principali aree potenzialmente alluvionabili classificate con sigla 3A nell'elaborato di fattibilità.

In questa particolare classe per qualsiasi opera di nuova edificazione, ristrutturazione e in generale modifica dello stato di fatto è in ogni modo richiesta una verifica idraulica specifica, che valuti le sezioni di deflusso locale, le condizioni di stabilità degli argini ed eventualmente indichi gli interventi di consolidamento, che simuli il percorso di scorrimento locale delle acque durante un ipotetica esondazione ($T_r > 100$ anni), ai sensi della normativa tecnica regionale (direttiva tecnica per redazione della verifica di compatibilità idraulica decreto n. 67790 del 3.9.98 Reg. Lomb.).

In particolare tale verifica deve mostrare che le modificazioni portate all'esistente non causino pregiudizi a terzi, alterando in maniera evidente il potenziale deflusso delle acque, convogliandole o deflettendole verso proprietà altrui.

Classe 3B

Comprende quelle aree aventi potenziali problematiche di natura puramente geologica e geomorfologica, connesse principalmente all'acclività dei versanti e alla presenza di coperture prossime all'equilibrio limite e quindi con caratteristiche geotecniche scadenti.

Tale classe ricopre una buona parte del territorio comunale montano.

Non si prevedono particolari limitazioni edificatorie, ma si devono applicare specifici approfondimenti d'indagine per mitigare il rischio di cedimenti ed infiltrazioni idriche, superficiali e profonde.

In queste aree, preventivamente alla progettazione urbanistica e edilizia devono intervenire supplementi d'indagine di carattere geologico-tecnico, campagne geognostiche, prove in situ e/o di laboratorio, volte a verificare la stabilità dei pendii interessati dagli interventi e alla definizione dei sistemi di controllo e drenaggio delle acque superficiali, secondo sia quanto definito dal D.M. 11/3/88 sia dalla Legge 267 (perimetrazione e mitigazione rischio idrogeologico da frane e caduta massi).

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

Per gli eventuali interventi su edifici esistenti, dovranno essere prodotte indicazioni per la mitigazione dei rischi o degli eventuali effetti negativi indotti dalla presenza del fabbricato.

Classe 3C

In quest'area ricadono le zone sottoposte ai seguenti vincoli:

Le fasce di rispetto dei pozzi e delle sorgenti captate ad uso potabile.

Le aree di rispetto attorno ai cimiteri.

In particolare per ciò che riguarda le zone di rispetto di pozzi e sorgenti si dovrà evitare lo smaltimento in sito di qualsiasi refluo liquido o solido. Inoltre, si dovranno fornire indicazioni dettagliate sui metodi di raccolta, controllo, drenaggio e smaltimento delle acque superficiali e meteoriche, le quali dovranno essere recapitate nel sistema pubblico di smaltimento.

Si dovrà poi evitare lo stoccaggio di materiali liquidi e solidi inquinanti, il pascolo di bestiame o l'ubicazione di stalle o altre attività che possano causare un inquinamento organico o inorganico del suolo.

Altresì nella presente classe, si dovrà evitare lo scarico diretto nei corpi idrici superficiali d'acque nere, che dovranno invece essere convogliate nei più vicini collettori fognari.

Dovranno essere applicate le prescrizioni del Dlgs 11 maggio 1999, (disposizioni sulla tutela delle acque), fatta eccezione per i nuovi tratti fognari, i quali saranno permessi solamente se eseguiti con doppia camera (doppio tubolare) a tenuta, con frequenti pozzetti d'ispezione.

Inoltre, sarà necessario limitare qualsiasi opera di captazione profonda all'interno dell'area di rispetto dei pozzi, o quantomeno, produrre approfondita relazione idrogeologica, che dimostri la non interferenza con i pozzi sfruttati dall'acquedotto.

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

Sono aree molto sconsigliate per l'urbanizzazione perché dalle fasi di studio, sono emerse gravi controindicazioni di carattere geologico od idrogeologico.

Sono in genere aree molto acclivi o con dinamiche di dissesto in atto e aree di pertinenza fluviale e torrentizia, nelle quali dovranno essere escluse nuove edificazioni od interventi, eccezion fatta per quelle eventualmente riferite al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica dei siti.

Per l'edificato esistente saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'art.31 lettere a), b), c), della L.457/78.

Ogni istanza d'intervento su tali terreni dovrà essere accompagnata da idoneo studio geologico e geotecnico, che attesti la compatibilità degli interventi entro il contesto idrogeologico così come definito, e verifichi la possibilità d'interventi di sistemazione, idonei alla declassazione della zona interessata.

Risultano comprese in tale classe le parti molto acclivi attorno al Lambro situate in corrispondenza dell'antico Castello, le aree di frana a monte della Fonte S. Luigi e a ridosso della zona nordorientale dell'abitato, e una serie di rilievi rocciosi ed aree molto acclivi difficilmente urbanizzabili.

Nella quarta classe di fattibilità rientra inoltre l'alveo del Fiume Lambro e dei suoi tributari per una fascia di 10 m dagli argini, allo scopo di salvaguardare e tenere in efficienza il sistema idrografico attuale. In questa classe rientrano, infine, le zone di tutela assoluta dei pozzi (raggio di 10 m).

In base alla legislazione nazionale e regionale, la fascia in classe 4 che si riferisce in modo particolare all'alveo dei fiumi e dei torrenti, include le seguenti prescrizioni:

entro 10 m dal piede degli argini e loro accessori, o dal ciglio delle sponde in mancanza di argini artificiali, si vietano la realizzazione di fabbricati anche se totalmente interrati, comprese le recinzioni con muraure che si elevino oltre la quota del piano di campagna;

entro 4 m, si vietano gli scavi, le piantagioni, i riporti di terreno

Sempre in questa classe si ammettono, a distanza di almeno 4 m dalle sponde dei corsi d'acqua, le recinzioni asportabili formate da pali e rete metallica.

Nelle aree di pertinenza fluviale, come sopra definite, sono ammesse ai sensi dell'art. 95 del R.D.N. 523-1904, le difese spondali radenti che non superino il piano di campagna, con autorizzazione regionale ai fini idraulici.

A cura di.

Dott. Geol. Massimo Riva

Dott.ssa Sangalli Monica



11. BIBLIOGRAFIA

Autorità di Bacino del Fiume Po – Piano stralcio delle fasce fluviali, Legge 18/5/89 n° 183, all.3 Norme di attuazione – Metodo di delimitazione delle fasce fluviali.

S. Belloni, (1975) - Il Clima delle province di Como e Varese in relazione allo studio dei dissesti idrogeologici - CNR, Fond. Probl. Mont. Arco Alpino, vol. 99, n. 171, Milano;

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

A. Coutagne (1935) – Commente définir et caractériser les degrés d'aridité d'une région et sa variation saisonnière - La Météorologie, n. 120 – Paris

M. Gaetani e R. Gianotti, (1981) - Foglio 32, Como - in "Castellarin - Carta Tettonica delle Alpi Meridionali alla scala 1: 200.000;

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

F.Jadoul e M. Gaetani, (1986) - L'assetto strutturale del settore lariano centro - meridionale. - Mem. Soc. Geol. It. , vol. 32, Roma.

G. Marchetti et alii, (1994) – Indagini idrogeologiche finalizzate al reperimento di nuove risorse idriche da destinare all'uso idropotabile. Comunità Montana del Triangolo Lariano.

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

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

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

Studio Idrogeotecnico Dott. A. Ghezzi – Dati pluviometrici e carte geoambientali. Parte seconda – Lario Occidentale.

Studio Geologico Tecnico Lecchese, (giugno 1998) – Nuovo pozzo per acqua di piccolo diametro nel territorio comunale di Barni (CO) (Loc. Ponte di Sasso). Relazione di fine lavori. Amministrazione comunale.

Studio Geologico Tecnico Lecchese, (dicembre 1997) – Posa di piezometri nel territorio comunale. Relazione di fine lavori. Amministrazione comunale.

Studio Geologico Tecnico Lecchese (ottobre 1997) – Relazione tecnica a supporto di perforazioni per la posa di piezometri nel territorio ,comunale di Barni (CO). Amministrazione comunale.

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

Comunità montana Triangolo Lariano – Cartografia geoambientale

Regione Lombardia - Cartografia tematica regionale - Morfologia, foglio B4 Como - Lecco.

Stazione termometrica di Asso: temperature massime

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	media
1951	6,4	6,5	9,5	16,3	19	25,6	27,3	26	23	14,1	10	7,2	15,91
1952	4,7	6,8	11,3	16,7	22,1	27,4	30	26,7	19,5	14	8,8	5	16,08
1953	4,7	6,8	13,4	15,8	21,7	20,9	23,5	24,8	20,9	15,6	10,2	6,3	15,38
1954	1,9	0,7	8	10,8	17,8	24,9	26	24,3	16,7	16,7	11,3	10,7	14,15
1955	7,7	7,2	8,7	16,3	19,5	22,6	25,9	24,7	22,3	16,9	10,2	8,6	15,88
1956	6,7	1	10,9	12,4	21	22,2	23,5	23,5	19,6	13,7	6,1	5,6	13,85
1957	6,4	8,9	12,5	14,2	16,7	22,8	26,8	24,3	21,7	15,3	10,4	7,3	15,61
1958	6	10,6	8,8	11,7	22	22,7	26,2	26,9	24	17,2	14,8	7,2	16,51
1959	5,4	8,6	11,1	15	17,7	22,5	26,2	24,1	20,2	13,9	8,3	5,8	14,9
1960	4,9	3,8	9,7	15,3	19,8	22,6	21,9	23,1	18,5	13	9,6	5,3	13,96
1961	3,7	10,6	14,4	16,5	18	22,6	23,8	25,1	24,7	16,2	9	6,5	15,92
1962	6,3	7,2	7,9	16,1	20,9	26,5	28,1	28,9	22,4	16,7	7,8	4,4	16,1
1963	4,8	8,2	16,6	17,1	20,4	23,6	28,6	25,2	21,4	15,8	10,2	3,8	16,31
1965	6,5	6,7	10,3	15,9	19,9	23,8	26,3	25,4	20	17,1	10	8,1	15,83
1966	5,3	10,9	13,6	16,5	21,5	25,8	25,4	24,9	23,5	17,7	8,8	8,4	16,86
1967	6,7	7,8	14,5	15,4	21,4	24,4	29,3	25,9	22	19,2	11,6	8,1	17,19
1968	6,5	7,3	13,5	17,2	18,8	23,5	26,4	23,6	21,7	18	11,9	5,5	16,16
1969	7,1	5,5	9,7	14,7	21,2	22,9	27,2	23,1	22,5	19,9	11,4	6	15,93
1970	4,8	8,1	9,1	13,6	18,7	25,1	27,1	26,1	24,1	17,2	13	7,2	16,17
1971	6,1	10,4	8,3	16,7	19	22,4	27,6	27,9	22,2	18,2	11,3	10	16,67
1972	5,15	8	13,6	14,6	18,8	22,3	26,3	25,6	17,7	14,9	11,8	7,14	15,49
1973	14	17	19,5	25	26	30	31	31	30	23	19,5	14	23,33
1974	8,75	8,8	11,3	14,9	20,2	22,2	27,2	28,3	22,4	12,9	10,7		17,06
1975	16	16	15	23	30	30	31	31	29	25	18	14	23,17
1976	21	18	22	22	29	32	34	30	24	24	18	13	23,92
1977	14	17	25	25	26	29	31	31	29	24	22	17	24,17
media	7,365	8,785	12,62	16,49	21,04	24,63	27,21	26,21	22,42	17,31	11,71	8,08	17,02

Stazione termometrica di Asso: temperature minime

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	media
1951	1,1	1,4	2	6,4	9,2	13,4	15	15,1	13,9	7,5	5,1	1,1	7,6
1952	-1,6	-1,1	2,5	7,6	10,8	14,7	17,6	15,8	10,5	6,5	2,4	0,1	7,15
1953	-3,4	-1,8	1,6	6,8	10,1	11,3	13,3	14,3	13,1	9,3	1,7	2	6,525
1954	-4,4	-4,6	1,2	3,3	8,1	13,2	14,3	13,3	8,2	8,2	4,6	3,1	5,708
1955	1,6	1,5	2,8	6,8	9,4	13,6	15,6	15	13	9,3	3,7	2	7,858
1956	0,5	-5	2,4	6,2	11,5	12,4	12,5	12,6	10,4	4	0,5	-2,3	5,475
1957	-2,3	1,3	4,8	6	8,5	13,1	15,4	14,5	11,2	6,9	3,1	-0,6	6,825
1958	-1,7	2,4	0,9	3,6	11,6	12,5	15,8	16	13,8	7,7	7,9	1,2	7,642
1959	-1,6	-1,4	3,9	5,6	8,3	12,3	15,4	13,5	11,3	5,4	1,5	-0,2	6,167
1960	-3,1	-2	2,8	5,2	8,9	12,6	11,9	12,4	9,5	6,3	2,4	-0,4	5,542
1961	-4	0	2,7	7,2	8,1	12,6	13,1	13,9	13,2	7,9	2,3	-1,7	6,275
1962	-0,9	-0,9	-0,3	4,6	7,2	11,5	14,1	15,7	11,5	7,4	1,5	-3	5,7
1963	-3,2	-1,6	3,7	9,1	12,4	16	15,1	12,9	11,4	6,7	4,7	-1,8	7,117
1965	-0,1	-2,8	2,3	5,4	10,3	13,9	15	14,3	10,1	7,2	3	-0,4	6,517
1966	-3,4	3,4	2,1	7,4	10,2	13,8	13,7	14,1	12,9	10,2	1,5	-1,1	7,067
1967	-1,8	-0,8	4,2	5	10,1	11,4	16,6	15,1	11,7	8,8	4	-1,5	6,9
1968	-2,7	1	2,7	7,6	9,9	12,4	15,8	13,4	11,8	8,8	4,5	-0,7	7,042
1969	-1,8	-1,5	2,5	6	11,1	11,3	15,9	14,5	12,5	8,5	4,1	-2	6,758
1970	0,2	-0,2	1,7	4,7	8,1	14,4	14,9	15,2	13,6	7,8	4	-1,4	6,917
1971	-1	1	0,3	7,6	10,8	12,1	16,4	16,9	11,2	7,4	3,5	0,8	7,25
1972	0,5	3,3	4,27	5,77	9,16	12,5	15,6	14,7	9,45	6,85	2,76	0,08	7,078
1973	-5	-3,5	-3	0	6	10	10,5	14	7	0	-4	-8	2
1974	1,98	3,14	4,35	5,7	9,09	12,2			12	3,35	3,6		6,157
1975	-2	-2	0	2	5	7	11	13	11	3	-5	-3,5	3,292
1976	-7	-3	-4	2	1	8	11	10	4	14	-1	-5	2,5
1977	-7	-4	-2	0	4	9	10	10	5	4	-3	-4	1,833
media	-2,005	-0,681	1,785	5,291	8,802	12,2	14,22	14,01	10,89	7,038	2,283	-1,088	6,034

Stazione termometrica di Asso: temperature medie

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	media
1951	3,75	3,95	5,75	11,35	14,1	19,5	21,15	20,55	18,45	10,8	7,55	4,15	11,75
1952	1,55	2,85	6,9	12,15	16,45	21,05	23,8	21,25	15	10,25	5,6	2,55	11,62
1953	0,65	2,5	7,5	11,3	15,9	16,1	18,4	19,55	17	12,45	5,95	4,15	10,95
1954	-1,25	-1,95	4,6	7,05	12,95	19,05	20,15	18,8	12,45	12,45	7,95	6,9	9,929
1955	4,65	4,35	5,75	11,55	14,45	18,1	20,75	19,85	17,65	13,1	6,95	5,3	11,87
1956	3,6	-2	6,65	9,3	16,25	17,3	18	18,05	15	8,85	3,3	1,65	9,66
1957	2,05	5,1	8,65	10,1	12,6	17,95	21,1	19,4	16,45	11,1	6,75	3,35	11,22
1958	2,15	6,5	4,85	7,65	16,8	17,6	21	21,45	18,9	12,45	11,35	4,2	12,07
1959	1,9	3,6	7,5	10,3	13	17,4	20,8	18,8	15,75	9,65	4,9	2,8	10,53
1960	0,9	0,9	6,25	10,25	14,35	17,6	16,9	17,75	14	9,65	6	2,45	9,75
1961	-0,15	5,3	8,55	11,85	13,05	17,6	18,45	19,5	18,95	12,05	5,65	2,4	11,1
1962	2,7	3,15	3,8	10,35	14,05	19	21,1	22,3	16,95	12,05	4,65	0,7	10,9
1963	0,8	3,3	10,15	13,1	16,4	19,8	21,85	19,05	16,4	11,25	7,45	1	11,71
1965	3,2	1,95	6,3	10,65	15,1	18,85	20,65	19,85	15,05	12,15	6,5	3,85	11,17
1966	0,95	7,15	7,85	11,95	15,85	19,8	19,55	19,5	18,2	13,95	5,15	3,65	11,96
1967	2,45	3,5	9,35	10,2	15,75	17,9	22,95	20,5	16,85	14	7,8	3,3	12,05
1968	1,9	4,15	8,1	12,4	14,35	17,95	21,1	18,5	16,75	13,4	8,2	2,4	11,6
1969	2,65	2	6,1	10,35	16,15	17,1	21,55	18,8	17,5	14,2	7,75	2	11,35
1970	2,5	3,95	5,4	9,15	13,4	19,75	21	20,65	18,85	12,5	8,5	2,9	11,55
1971	2,55	5,7	4,3	12,15	14,9	17,25	22	22,4	16,7	12,8	7,4	5,4	11,96
1972	2,825	5,65	8,935	10,18	13,98	17,4	20,95	20,15	13,57	10,87	7,28	3,61	11,28
1973	4,5	6,75	8,25	12,5	16	20	20,75	22,5	18,5	11,5	7,75	3	12,67
1974	5,365	5,97	7,825	10,3	14,64	17,2			17,2	8,125	7,15		10,42
1975	7	7	7,5	12,5	17,5	18,5	21	22	20	14	6,5	5,25	13,23
1976	7	7,5	9	12	15	20	22,5	20	14	19	8,5	4	13,21
1977	3,5	6,5	11,5	12,5	15	19	20,5	20,5	17	14	9,5	6,5	13
media	2,680	4,050	7,204	10,88	14,92	18,41	20,71	20,06	16,65	12,17	7,001	3,498	11,48

Stazione termometrica di Asso: numero di giorni di gelo

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	media
1951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1952	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0833
1953	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25
1954	13	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0833
1955	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1956	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1,3333
1957	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0833
1958	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1667
1959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1960	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,0833
1961	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,25
1962	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,4167
1963	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,8333
1965	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1968	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,4167
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,25
1971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1973	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1667
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1977	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,1667
media	1,385	1,231	0,038	0	0	0	0	0	0	0	0,115	0,76	0,2941

Stazione termometrica di Asso: numero di giorni di ghiaccio

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	media
1951	10	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2,6667
1952	29	19	4	0	0	0	0	0	0	0	6	19	6,4167
1953	31	20	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	5,75
1954	28	25	10	3	0	0	0	0	0	0	5	2	6,0833
1955	8	8	6	0	0	0	0	0	0	0	7	6	2,9167
1956	14	25	8	0	0	0	0	0	0	4	16	27	7,8333
1957	23	6	3	2	1	0	0	0	0	0	6	22	5,25
1958	27	7	15	2	0	0	0	0	0	0	0	10	5,0833
1959	26	21	2	0	0	0	0	0	0	0	7	19	6,25
1960	25	20	6	0	0	0	0	0	0	0	1	16	5,6667
1961	30	17	7	0	0	0	0	0	0	0	8	19	6,75
1962	22	17	19	3	0	0	0	0	0	0	14	31	8,8333
1963	23	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	24	5,9167
1965	20	26	11	0	0	0	0	0	0	0	7	19	6,9167
1966	28	3	8	0	0	0	0	0	0	0	11	27	6,4167
1967	25	17	0	1	0	0	0	0	0	0	1	22	5,5
1968	27	11	10	0	0	0	0	0	0	0	4	19	5,9167
1969	28	20	5	0	0	0	0	0	0	0	6	29	7,3333
1970	15	20	13	2	0	0	0	0	0	0	2	19	5,9167
1971	20	16	11	0	0	0	0	0	0	0	6	15	5,6667
1972	14	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	20	3
1973	17	13	11	1	0	0	0	0	0	2	3	21	5,66667
1974	9	4	4	0	0	0	0	0	0	4	2		2,0901
1975	9	12	2	0	0	0	0	0	0	0	8	22	4,4167
1976	21	14	14	0	0	0	0	0	0	0	6	14	5,75
1977	24	12	4	2	0	0	0	0	0	0	10	25	6,4167
media	21,27	14,65	7,5	0,615	0,038	0	0	0	0	0,385	5,231	18,52	5,684

Stazione pluviometrica di Asso: precipitazioni mensili in mm

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	media
1926	27	234	106	251	362	262	210	80	75	110	545	110	197,67
1927	18							42,5	199	88	238,6	128	119,02
1928	81	0	208	231	274,5	35	31	91	131	324	60,5	10	123,08
1929	15	9	0,7	134	140	109	131	209,5	35,5	216	88	169	104,73
1930	62,5	45,5	156,7	285,7	240,9	92,8	109,7	171,5	219,5	72,2	90,2	51,3	133,21
1931	30,2	169,9	60,5	114,4	312,3	96,6	135,5	167	75,5	228,8	310	12	142,73
1932	31,5	28,5	61,5	146,5	278,5	203	284	25	195,2	66,4	69,3	129,6	126,58
1933	109,9	18,9	45,3	105,3	247,6	272,8	49,7	44,3	123,5	278	191	84,9	130,93
1934	29,1	39,1	259	223,2	173,5	141,6	143,6	476,9	47,9	58,4	385,5	80,7	171,54
1935	7,4	131,8	0,4	151	250,3			266	66	446	441	76	183,59
1936	76	118	210	1093	552	327	159	77	120	128	35	143	253,17
1937	53	51	377	169	118	280	101	205	313	437	249	71	202
1938	9	17	17	23	257	234	40	186	300	65	180	148	123
1939	191	52	12	255	310	257	115	243	286	145	93	88	170,58
1940	8	25	94	87	259	290	201	78	74	186	189	0	124,25
1941	143	121	167	253	321	147	215	162	41	43	129	1	145,25
1942	13	23	83	79	65	137	125	84	222	187	83	154	104,58
1943	30	33	77	70	164	62	55	47	167	120	52	95	81
1944	0	44	18	60	207	126	207	105	126	334	44	41	109,33
1945	55	1	105	82	162	25	76	163	80	132	34	192	92,25
1946	72	19	169	85	249	124	110	302	82	83	100	32	118,92
1947	17	113	299	95	164	105	171	152	264	68	81	88	134,75
1948	170	18	0	107	387	144	128	129	88	162	24	18	114,58
1949	108	0	26	226	255	46	211	230	134	92	270	55	137,75
1950	26	150	36	289	141	135	53	175	156	47	294	186	140,67
1951	183,8	325	226,2	141,8	251	259,6	243,4	184,6	222,6	259	622,8	50	247,48
1952	22,6	19,2	53	388,8	170,8	150	244,4	189,4	166,2	222,2	72,8	55,8	146,27
1953	12	6,6	0	161	25,2	181,2	186,6	101,8	289,4	607,2	23,2	37,6	135,98
1954	30,4	63,6	128,6	225,8	372,6	237,8	117,8	207	116,4	65	103,6	180,8	154,12
1955	44,2	121,8	86,8	0	123,8	183,6	260,2	119,6	157,4	170,4	83,4	53,6	117,07
1956	67,4	34,2	220,8	342	89,8	167,8	260	218,8	221,4	166,8	53,8	9	154,32
1957	85,8	129,6	78	143	222,8	344,2	213,6	113,4	26,8	169,8	300,4	178	167,12
1958	19	120	32	293,8	14,4	143,2	136	89,6	32,2	315	89,8	270	129,58
1959	38,6	36	269,8	230	117,4	167,6	163	192,4	79,2	370	256,4	263,8	182,02

1960	161,4	112,8	119,4	80,8	122,4	312,6	215	289,2	505,2	524,2	208,6	212,4	238,67
1961													
1962	83,4	23,2	87,8	92,6	208,6	211,4	46,8	13,4	54,6	51,8	171,2	23	88,98
1963													
1964	33	55,6	172,6	189,8	118,2	325,2	92,6	175,8	25,4	196,6	75,4	73,2	127,78
1965	59,6	2,8	99,4	25,4	138	131,8	67,2	169	468	113,2	105,6	33	117,75
1966	12	120,6	12,4	231,4	155,6	120,4	245,2	273,4	95	470,6	249,6	56	170,18
1967	9,6	58,2	158,2	170,8	140	73,4	106,8	131,4	183,4	99,6	222	14,8	114,02
1968	3,4	264,8	58,6	139	245,8	220,2	119,8	244,6	124,4	75,4	261	45,2	150,18
1969	100,2	112,8	78,6	71,4	114	117	85,6	144,6	105,4	9,6	187	1	93,93
1970	180,6	17,6	95,2	128,2	141,4	124,8	81,4	391,8	152,4	65,8	231,6	75,2	140,5
1971	106,6	72,8	183,2	113,6	300,4	249,6	119,8	127,4	31,2	23,6	158,2	35,6	126,83
1972													
1973													
1974													
1975	127	57	242	145	409	250	54	174	250	129	148	90	172,92
1976	0	44	13	151	119	61	98	410	335	630	253	54	180,67
1977	254	178	218	147	317	154	306	473	92	197	29	71	203
media	64,2	74,74	113,5	178,9	213,2	174,2	145	177,6	156,5	192,5	174,1	86,1	

Stazione pluviometrica di Asso: giorni di pioggia

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
1926	4	7	6	8	12	10	5	3	3	3	11	3
1927	3							1	12	2	13	12
1928	3	0	9	11	9	7	4	2	10	6	5	1
1929	2	2	0	9	9	10	6	8	3	9	8	6
1930	6	5	12	11	13	13	8	7	10	7	7	6
1931	5	4	5	13	14	6	8	8	6	7	15	3
1932	4	4	8	14	15	12	18	3	15	7	10	11
1933	10	5	4	9	12	16	4	4	10	10	18	11
1934	3	3	17	13	17	13	9	14	4	3	15	6
1935	2	10	0	10	13			12	4	21	13	9
1936	9	8	9	26	10	10	6	3	4	4	2	5
1937	6	5	19	10	12	16	8	11	14	12	8	7
1938	4	2		3	13	12				7		
1939	14	5	3	11	17	10	9	13	9	14	3	7
1940	1	4	5	8	10	16	13	4	3	16	13	0
1941	8	10	8	14	15	7	10	10	4	6	8	0
1942	2	6	10	11	11	10	9	4	12	5	6	7
1943	7	4	3	4	8	7	7	4	15	8	5	9
1944	0	4	2	9	8	13	9		7		8	4
1945	8	0	3	5	8	4	3	11	6	4	4	10
1946	10	3	12	5	23	10	7		7	8	11	7
1947	5	13	17	7	14	6	6	9	5	7	4	6
1948	12	2	0	12	21	10	12	9	5	8	4	4
1949	7	0	2	7	14	5	9	6	7	7	11	5
1950	4	7	4	15	11	9	8	10	9	3	9	15
MEDIA	5,56	4,708	6,869	10,20	12,87	10,08	8,091	7,091	7,667	7,667	8,791	6,417

CLASSIFICAZIONE AMMASSO ROCCIOSO "RMR"**Rock Mass Rating (Bieniawsky - 1973)**

TIPO DI OPERA:

UBICAZIONE: Barni

DATA: 11/05/2000

PROGR. :

famiglie di discontinuità	immersione (°)	inclinazione (°)
<i>Fronte</i>		
<i>S</i>	250	30
<i>K1</i>	195	85
<i>K2</i>	290	90
<i>K3</i>	112	50

Parametro	Dati di campagna	Valore
<i>Resistenza a compressione monoassiale (MPa)</i>	30	4
<i>RQD%</i>	100	21
<i>Intercetta discontinuità (m)</i>	32	20
<i>Condizione idrauliche generali</i>	3	7
Condizioni delle discontinuità		
<i>persistenza/continuità</i>	2	4
<i>apertura</i>	3	4
<i>rugosità/scabrezza</i>	3	3
<i>riempimento</i>	1	6
<i>alterazione</i>	2	5
<i>Compensazione in funzione delle discontinuità</i>	3	-25
R.M.R.		49

Classe	III
Descrizione	discreta
Angolo d'attrito (°)	30
Coesione (KPa)	245



Foto1: scorcio dell'ampia piana di Barni con, in secondo piano, la parete rocciosa in Dolomia Principale che affiora a NE dell'abitato, oggetto del rilievo geomeccanico.



Foto 2: veduta della piana di Barni col nucleo storico; nella foto è ben visibile anche, sullo sfondo, la nuova S.P. 41e la valle del Lambro.



Foto 3: particolare del vecchio nucleo del comune di Barni con alle spalle una vecchia frana, ormai completamente pedogenizzata e vegetata, il cui fronte arriva a lambire le case.



Foto 4: parte settentrionale dell'abitato di Barni; a destra si possono notare le colline moreniche che fanno da raccordo col comune di Magreglio.



Foto 5: colline moreniche della porzione settentrionale del comune.



Foto 6: Bancate rocciose di Dolomia a Conchodon, che caratterizzano il versante idrografico destro del Lambro



Foto 7: particolare dell'affioramento di Dolomia Principale posta a NE di Barni nei pressi della quale è stato fatto il rilievo geomeccanico.
Si noti l'elevata acclività del versante e l'aspetto fratturato della roccia.



Foto 8: altro particolare dell'affioramento oggetto del rilievo geomeccanico; qui appare evidente l'elevata circolazione idrica che interessa l'ammasso roccioso che provoca la formazione di una patina superficiale di alterazione in sali di calcio.



Foto 9: veduta d'insieme della parete rocciosa oggetto di studio: si noti l'aspetto fratturato e alterato della roccia e l'elevata quantità di vegetazione che la ricopre.



Foto 10: blocco di roccia staccatosi, in tempi non recenti, dalla parete di Dolomia Principale a NE di Barni. Le dimensioni sono notevoli: quasi 2 m di lunghezza e circa 50 cm di altezza e larghezza.



Foto 11: opere di stabilizzazione del detrito di versante posto alla base della Dolomia Principale.