

1. PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	2
Orografia	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	5
4. DESCRIZIONE DELLE UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE	14
Unità Litostratigrafiche appartenenti al substrato roccioso	14
Dolomia a Conchodon	14
Calcare di Domaro	15
Formazione di Villa Carcina	17
Formazione dei Calcari Medoloidi	19
Radiolariti del Selcifero Lombardo	20
Rosso ad Aptici	22
Maiolica	23
Marne di Bruntino	24
Sass de la Luna	25
Unità litostratigrafiche appartenenti ai depositi superficiali	25
Depositi detritici colluviali	25
Depositi di versante	26
Accumulo di frana	26
Depositi di conoide	27
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	28
Forme e depositi gravitativi di versante	30
Coperture detritiche di versante	30
Aree di frana	31
Aree potenzialmente allagabili	31
6. IDROGRAFIA	32
Il Torrente Gombio	32
Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua	33
7. IDROGEOLOGIA	35
Depositi superficiali	36
Substrato roccioso	36
8. LA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	38
Analisi di secondo livello	42
9. CARTA DI SINTESI	49
Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti	49
Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico	50
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	50
Aree vulnerabili dal punto di vista sismico	50
10. CARTA DEI VINCOLI E DEI DISSESTI P.A.I.	51
11. CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO	52
Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni	53

3 A: aree con versanti mediamente inclinati (>35°), potenzialmente soggetti a fenomeni di dissesto idrogeologico. _____	53
3 B: aree con versanti acclivi e copertura detritica potenzialmente instabile o prevalentemente ricoperti da bosco con valenze ecologico-paesaggistiche. _____	54
3 C: aree con moderata probabilità di essere interessate da fenomeni alluvionali o potenzialmente coinvolta da trasporto solido o liquido in occasione di precipitazioni intense (aree Cp ed Eb del P.A.I.). _____	54
Classe 4:fattibilità con gravi limitazioni. _____	55
4 A: area di pertinenza del corso d'acqua esondabile in concomitanza di piene ordinarie e/o soggetta a fenomeni erosivi collegati all'attività idraulica. _____	56
4 B: area a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata (aree Fa del P.A.I.). _____	57
4 C: aree a pericolosità potenziale in caratterizzate da franosità superficiale (aree Fq e Fs del P.A.I.). _____	59
12. CONCLUSIONI _____	61

Gardone V.T., Febbraio 2011

1. Premessa

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Polaveno, è stato effettuato l'adeguamento dello studio delle caratteristiche geologiche del territorio comunale in conformità all'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005 n.12.

Lo studio è stato condotto secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566 aggiornata con D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374.

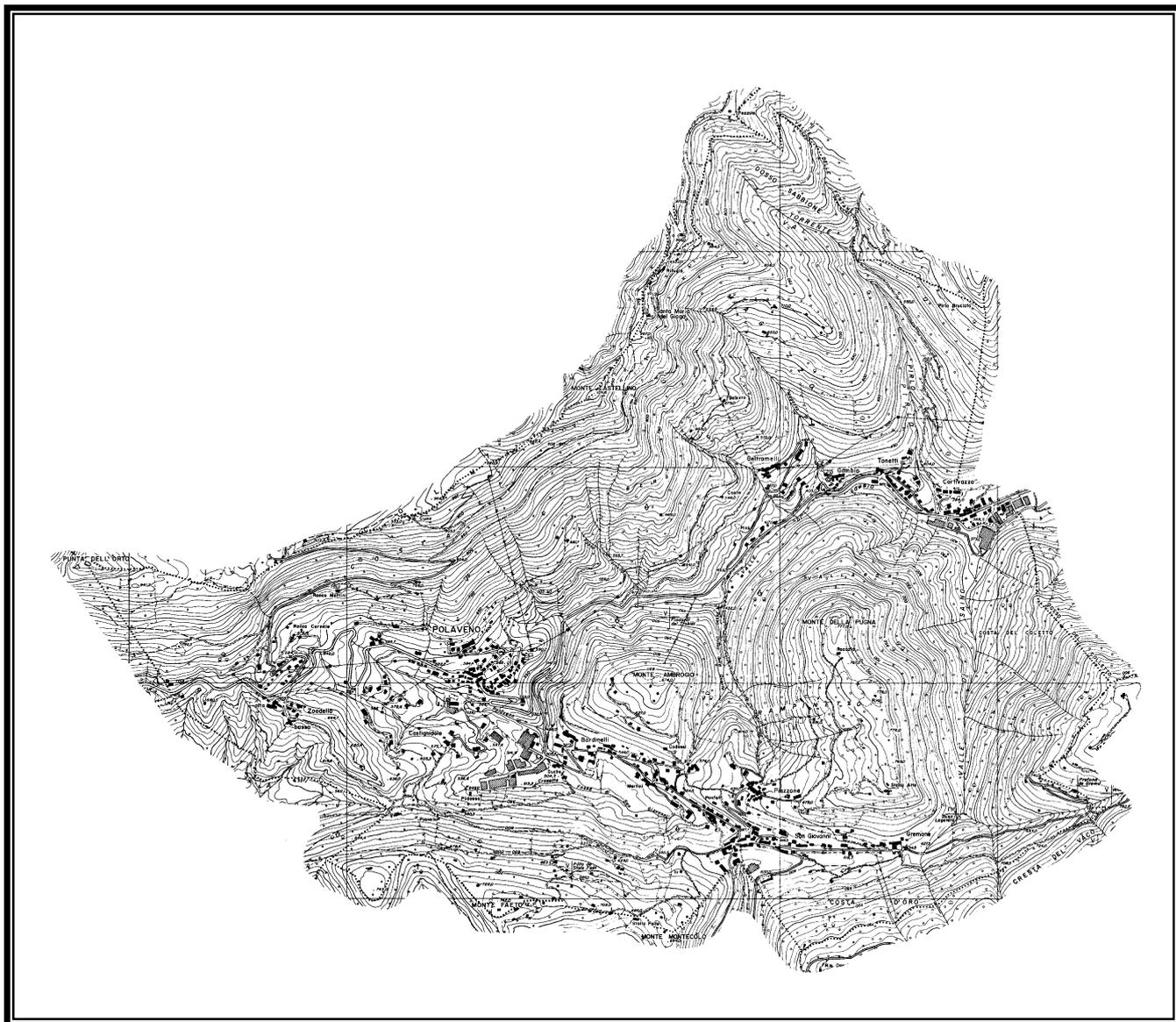
Tale studio è quindi inteso come supporto allo strumento urbanistico per la caratterizzazione dal punto di vista geologico del territorio al fine di individuare ed eventualmente prevenire possibili rischi di tipo geomorfologico ed idrogeologico.

Questa caratterizzazione è stata eseguita mediante:

- acquisizione ed esame dei dati reperibili in letteratura, relativi ad indagini geologiche effettuate sul territorio comunale, e dallo studio geologico precedente¹;
- esecuzione di una campagna di rilevamento geologico-geomorfologico su tutto il territorio comunale;
- esame ed interpretazione delle fotografie aeree;
- redazione della cartografia e della relazione conclusiva.

¹ "Relazione Geologica allegata alla variante generale al vigente P.R.G" Dott. M.Zubani, 2003

2. Inquadramento geografico



Il Comune di Polaveno ha una superficie di circa 9.27 km² e si trova nella parte settentrionale della Provincia di Brescia, nella media Valle Trompia.

I confini comunali sono:

- Nord-Est con il Comune di Gardone Val Trompia;
- Nord con il Comune di Sale Marasino;
- Nord-Ovest con il Comune di Sulzano;
- Sud-Est con il Comune di Brione;
- Sud-Ovest con il Comune di Ponticelli Brusati;
- Sud con il Comune di Ome;
- Ovest con il Comune di Iseo;
- Est con il Comune di Sarezzo.

Ad oriente, il confine con Sarezzo e Gardone V.T. è impostato lungo la Valle delle Fontane ed il Dosso del Colletto (850.0 m s.l.m.), mentre la Cresta del Vaco (750.0 m s.l.m.), il Monte Montecolo (694.0 m s.l.m.), e il Monte Faeto (743.0 m s.l.m.) costituiscono il confine con Brione, Ome e Ponticelli Brusati.

A Nord e Nord-Ovest, la Cresta di Punta dell'Orto (1000.0 m s.l.m.), Monte Castellino (1012.0 m s.l.m.) e Dosso del Sabbione (900.0 m s.l.m.) rappresentano il confine con Sulzano e Sale Marasino.

Viene così inquadrato nella Cartografia nazionale:

- Carta d'Italia, scala 1:50.000, Foglio n. 099, Iseo;
- Carta d'Italia, scala 1:25.000, Foglio n. 34, quadrante III, Orientamento SE, Gardone Val Trompia e Foglio n. 47, quadrante IV, Orientamento NE, Gussago;
- Carta Tecnica Regionale, scala 1:10.000, Tavole D5a3 Iseo; D5b3 Sarezzo.

Il territorio comunale è compreso tra la quota minima di 380.0 m s.l.m. circa, in corrispondenza dell'alveo del Torrente Gambiera in Località Cortivazzo verso il confine orientale, e massima di circa 1012.0 m s.l.m. del Monte Castellino, al confine Nord-occidentale con Sulzano.

Orografia

Dal confine settentrionale, si riconosce una dorsale che forma, con andamento circa Nord-Ovest, Sud-Est, uno spartiacque, con l'allineamento dei rilievi maggiori: Monte Castellino (1012.0 m s.l.m.), Punta dell'Orto (1000.0 m s.l.m.).

Lungo il confine meridionale, si rinviene il Monte Faeto (743.0 m s.l.m.), mentre in mezzo al territorio comunale, si trova il Monte della Pugna (772.0 m s.l.m.) che divide la Valle di Gombio con quella di San Giovanni.

3. Inquadramento geologico-strutturale

La caratteristica strutturale principale che interessa l'alta Valle Trompia, è la presenza di direttrici tettoniche regionali che provocano l'affioramento delle formazioni più antiche spostandosi verso Nord.

Le direzioni principali sono quella orobica e triumplina (Linea Insubrica, Linea della Valtrompia) orientate E-W e ENE-WSW; e quella Giudicariense (Linea delle Giudicarie) orientate NNE-SSW.

Si tratta in generale di superfici tettoniche che determinano l'accavallamento di unità più antiche su quelle più recenti, e quindi più profonde, su formazioni più recenti, con verso di trasporto da nord verso sud, originando aree con caratteristiche geologico-strutturali differenti.

La prima zona arriva fino a Gardone Val Trompia ed è caratterizzata da formazioni di età giurassico cretacea, interessate da numerose pieghe anticlinaliche e sinclinaliche.

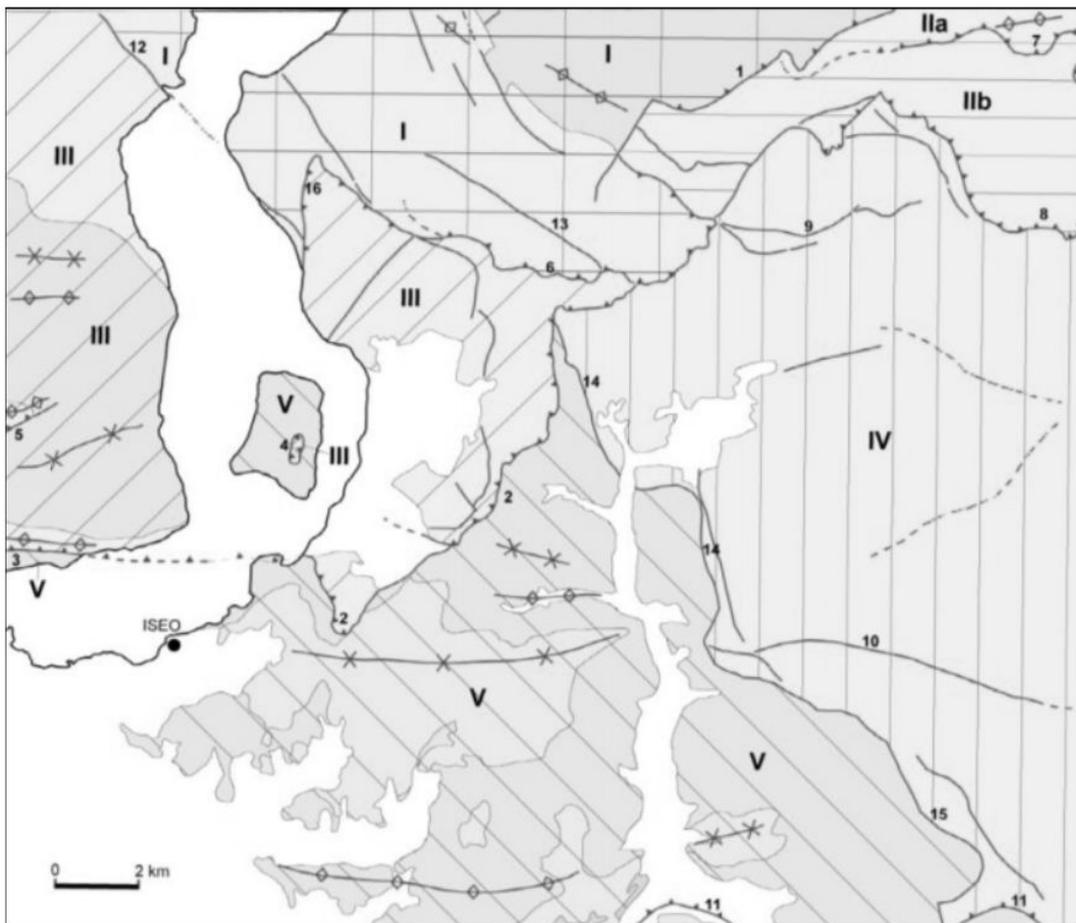
La seconda zona che si sviluppa a N e NE della precedente, è caratterizzata da estesi affioramenti di formazioni triassiche, soprattutto di Dolomia Principale, suddivise in blocchi minori da faglie trascorrenti ed inverse; la delimitazione tra le due zone è data da una superficie di sovrascorrimento che determina la sovrapposizione della Dolomia Principale sulla successione giurassico-cretacea presente a S.

La terza zona, posta nell'alta valtrompia, è rappresentata da una serie estremamente complessa e caotica di scaglie tettoniche sudvergenti costituite da formazioni triassiche intensamente deformate, ripiegate, duplicate, sovrascorse a loro volta sulla Dolomia Principale.

La quarta zona detta "Massiccio delle tre valli Bresciane" è rappresentata dall'affioramento del basamento cristallino e della copertura sedimentaria permiana.

Il limite con l'area precedente è rappresentata dalla "Linea della Valtrompia", si tratta di una superficie di accavallamento di importanza regionale orientata circa ENE-WSW, immergente verso N e che si scompone in numerose linee tettoniche minori.

Questa dislocazione ha determinato l'innalzamento e la sovrapposizione del basamento cristallino, rappresentato dai Micascisti del Maniva, sulla copertura permo-triassica presente a S e sottoposta quindi a piegamenti e accavallamenti.



Agli elementi tettonici principali sono associate dislocazioni minori, sistemi di pieghe e di fratture che hanno condizionato l'assetto idrogeologico e lo sviluppo del reticolo idrografico; in particolare, l'elemento peculiare della zona di Polaveno, è rappresentato da una struttura plicativa principale a scala chilometrica (che interessa quindi buona parte del territorio), avente asse con direzione Est-Ovest.

Sulla base della polarità degli strati e della loro immersione, il fianco settentrionale della piega risulta essere rovescio.

Nella zona del nucleo della piega, nei pressi della località Polaveno, affiorano le Unità litostratigrafiche più recenti: Sass del la Lùna, Marne di Bruntino, in continuità stratigrafica con la Formazione della Maiolica che si rinviene con continuità lungo i fianchi della piega spostandosi verso Nord e verso Sud.

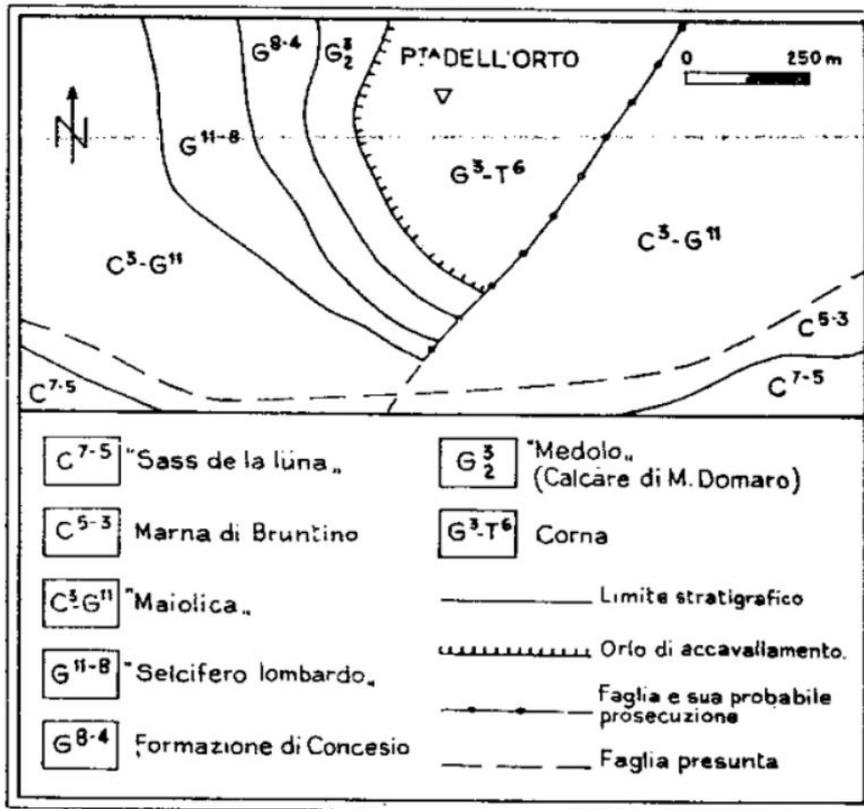
A questa direttrice tettonica principale, orientata Est-Ovest, sono associate altre deformazioni sia di tipo duttile che rigido, che mantengono di massima la medesima direzione.

Si tratta sia di deformazioni plicative minori, subparallele alla prima, osservabili alla scala mesoscopica (cioè alla scala dell'affioramento), sia di fratturazioni e faglie che interessano soprattutto la porzione Nord del territorio, talvolta evidenziate dalla presenza di impluvi e solchi vallivi minori.

Tra le principali strutture legate ad un comportamento fragile del substrato roccioso, si riscontra una faglia che si sviluppa in prevalenza sul versante sinistro del Torrente Gambiera, mentre l'estremità occidentale del territorio è caratterizzata dal sovrascorrimento della Punta dell'Orto che porta la Formazione della Corna sopra l'unità più recente della Maiolica.

Nel particolare², il sovrascorrimento Punta Almanica-Punta dell'Orto è un esteso sovrascorrimento, con un rigetto minimo di una decina di chilometri, che porta a sovrascorrere l'Unità III, ad est del Lago Sebino, al di sopra dell'Unità V ed in parte dell'Unità IV, con senso di trasporto da nord verso sud. Immediatamente a ovest della Val d'Inzino e della Val Trompia il sovrascorrimento ha una giacitura sub-orizzontale, o immergente verso ovest e la sua base è costituita da tutta la successione giurassica che modella il fianco occidentale del F. Mella. Il tetto della struttura (Unità III) è costituito da una successione compresa tra la Dolomia Principale (Norico) e la formazione dell'Albenza (Lias inferiore). Localmente, ad est di P.ta Almanica, alla base del sovrascorrimento sono osservabili una serie di pieghe minori di trascinamento che interessano la successione giurassica e che hanno asse est-ovest e una vergenza verso sud, congruente con la struttura principale. Nei pressi di P.ta dell'Orto il sovrascorrimento assume una chiara configurazione di rampa e taglia una successione rovesciata giurassico-cretacica che costituisce il fianco ribaltato settentrionale di una sinclinale di trascinamento (?) a letto della struttura. Il sovrascorrimento P.ta Almanica-P.ta dell'Orto, è collegato al sovrascorrimento di M. Isola e a quello di Predore.

² estratto "Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – foglio Iseo"



Dal punto di vista strutturale le Formazioni del Medolo e del Concesio sono interessate da deformazioni plicative prevalentemente alla scala macroscopica, con fratturazioni più pervasive solamente in corrispondenza dei settori di piega, mentre le Formazioni del Selcifero e della Maiolica sono prevalentemente caratterizzate da strutture plicative alla mesoscala.

In particolare la parte alta della Valle di Savino è interessata da una piega sinclinale asimmetrica con asse circa E-W; nella parte inferiore, si rinviene una valletta in sinistra idrografica rispetto all'asta principale che scende dal Monte Pugna con andamento WSW-ENE, impostata presumibilmente su un disturbo tettonico.

Nella porzione settentrionale del territorio, si rileva il sovrascorrimento delle unità triassiche su quelle giurassiche, un lineamento tettonico di importanza regionale che interessa il versante destro della Valle Trompia.

A livello locale nelle unità triassiche si osserva un duplice sistema di dislocazioni, uno ad andamento generale NW-SE che segue il sovrascorrimento, l'altro perpendicolare; anche le unità Giurassiche risentono a grande scala dell'andamento strutturale, in particolare in relazione all'elevato grado di deformazione plastica e rigida che presentano (sistemi di fratture e plicature).

L'assetto strutturale della Valle del Pirlo è evidenziata nella morfologia che risulta maggiormente accidentata nella parte medio-superiore, più interessata da lineamenti tettonici, rispetto a quella inferiore che presenta un andamento maggiormente regolare.

Soprattutto nei settori che presentano una maggior fratturazione all'interno della Maiolica, si osservano fenomeni carsici ben sviluppati.

Dal punto di vista geologico, il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza delle formazioni prevalentemente appartenenti al Cretaceo e Giurassico della serie stratigrafica del subalpino lombardo.

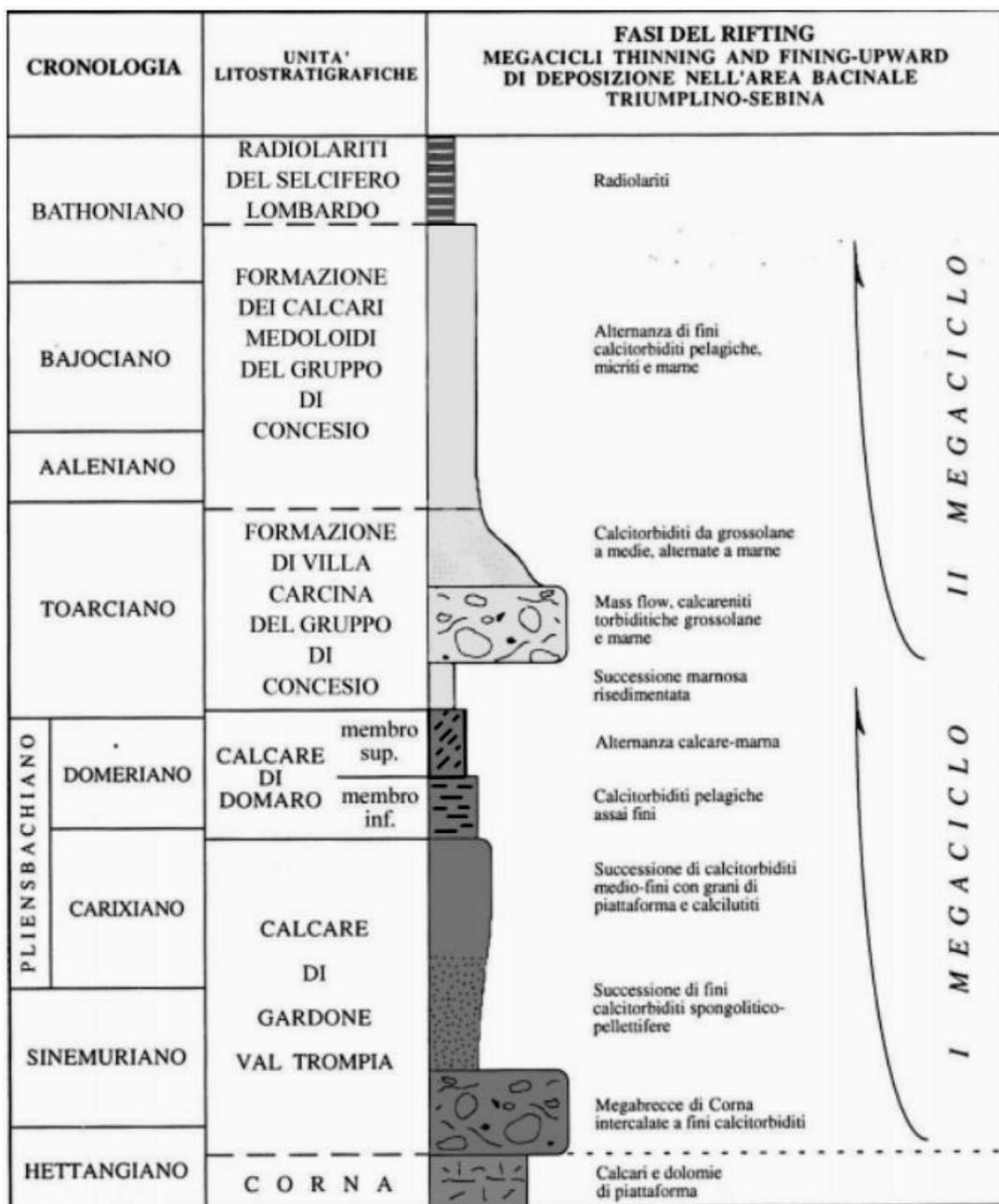
Lo sviluppo dell'estesa piattaforma carbonatica² della Dolomia Principale, localmente intervallata da bacini intrapiattaforma ("dolomie zonate" ed altre facies eteropiche alla Dolomia Principale) avviene durante il Norico.

Il rifting si manifesta attraverso un complesso sistema di faglie normali a direzione nord-sud e di trasferimento a direzione est-ovest, che producono una serie di bacini e di alti strutturali.

Verso la fine del Norico e nel Retico si ha la deposizione delle Argilliti di Riva di Solto (che indicherebbero un episodio trasgressivo) e del Calcare di Zu. Ad essi seguono nel Giurassico depositi di piattaforma carbonatica (formazione dell'Albenza, corrispondente alla Dolomia a Conchodon Auct., Corna e Calcare di Sedrina) il cui smembramento e annegamento porta allo sviluppo, a partire dall'Hettangiano, del Bacino Triumplino-Sebino, parte orientale del più esteso Bacino Lombardo, con diffusi e potenti depositi pelagici ed emipelagici a facies di "Medolo" (calcare di Gardone Val Trompia, calcare di Moltrasio e Calcare di Domaro) e del gruppo di Concesio.

La relativa uniformità delle Radiolariti del Selcifero Lombardo nella regione attesta che tali depositi drappeggiarono i fondali dell'intero Bacino Lombardo durante un periodo di relativa calma tettonica, seguita alla conclusione della fase di rifting. Condizioni bacinali proseguono nel Giurassico superiore e nel Cretacico inferiore, durante la deposizione del Rosso ad Aptici e della Maiolica.

Le formazioni pre-quadernarie più recenti sono la Marna di Bruntino e il Sass de la Luna. Quest'ultima unità è interpretata come costituita in prevalenza da torbiditi pelagiche, che segnano probabilmente l'inizio dell'inversione del movimento delle placche e della subduzione dell'oceano tetideo.



L'orogenesi alpina, anche se sensibilmente condizionata dalla precedente strutturazione permiana e mesozoica, è la principale responsabile dell'attuale assetto tettonico dell'area e, almeno in parte, anche della sua configurazione fisiografica.

All'interno del territorio comunale si rileva la maggior diffusione delle Formazioni appartenenti alla serie Mesozoica (Maiolica, Marna di Bruntino e Sass de la Luna) nella porzione Sud-occidentale, mentre spostandosi verso Nord-Est, si rilevano le Formazioni appartenenti al Gruppo del Selcifero lombardo, al Gruppo di Concesio e al Gruppo del Medolo.

4. Descrizione delle Unità Litostratigrafiche

Di seguito vengono descritte le caratteristiche principali (litologia, età, affioramenti, ecc.) delle Formazioni che affiorano nel territorio rilevato².

Unità Litostratigrafiche appartenenti al substrato roccioso

Dolomia a Conchodon

la formazione è caratterizzata da calcari, calcari dolomitici e dolomie saccharoidi, di colore grigio chiaro, più scuro all'alterazione, in potenti bancate e strati amalgamati, di evidente risalto morfologico. Il fenomeno della dolomitizzazione interessa in modo irregolare l'originaria successione carbonatica, dominando nella parte inferiore e media della formazione. Dove la formazione è stata almeno parzialmente risparmiata dalla dolomitizzazione, si riconosce un'unità basale costituita da calcareniti intraclastiche ed oolitiche a laminazione incrociata, seguita da un'unità rappresentata da bancate calcilutitiche prive di significative strutture sedimentarie, contenenti talvolta intra-bioclasti completamente ricristallizzati, interrotte da depositi oolitici di natura tempestiva.

Alla sommità della formazione seguono per alcuni metri alternanze cicliche di calcilutiti e calcareniti, talvolta fossilifere.

Nel Bresciano la formazione presenta uno spessore massimo di circa 120 m alla Punta dell'Orto.

La Dolomia a Conchodon si sviluppa a tetto del Calcare di Zu.

La formazione risulta in genere scarsamente fossilifera:

tra i lamellibranchi sono presenti i generi *Chlamys* e *Myophoria* (GAETANI, 1970b), in aggiunta a crinoidi, ammonoidi non determinabili, foraminiferi (tra cui *Triasina hantkeni* (MAJZON); LAKEW, 1990; MCROBERTS, 1994).

Per posizione stratigrafica, la base della formazione della Dolomia a Conchodon è stata riferita al Retico superiore (GAETANI, 1970b; JADOUL et alii, 1994, 2000b).

Ancora per posizione stratigrafica, la sommità della formazione è stata invece assegnata alla base dell'Hettangiano (Zona ad Angulata), tuttavia, in base a recenti determinazioni palinologiche (JADOUL et alii, 2000a) lo sviluppo della formazione sembrerebbe essere limitato all'Hettangiano inf.

Ambiente deposizionale: in base ai caratteri osservati l'ambiente di deposizione della formazione è interpretabile come tipico di una piattaforma carbonatica subtidale aperta, di tipo Bahamiano, in cui secche e barre oolitiche potevano migrare verso i margini. La piattaforma era caratterizzata da un'elevata produttività di fango carbonatico, peloidi ed ooliti. In generale la formazione rappresenta l'ultima progradazione regionale di una piattaforma carbonatica prima della fase di rifting principale che ristrutturò il Bacino Lombardo a partire dal Lias.

I limitati affioramenti all'interno del territorio comunale si possono rinvenire unicamente nella porzione occidentale, lungo la parte alta del versante orientale della Punta dell'Oca, in contatto tettonico con la Maiolica.

Calcare di Domaro

è stato formalizzato da Schirolli (2002b) nell'area bresciana, il Calcare di Domaro è costituito da calcari e calcari marnosi ben stratificati, separati da

pacchi di marna. I calcari sono di colore grigio-plumbeo nella porzione inferiore dove si presentano intensamente bioturbati e attraversati da listarelle di selce, mentre verso l'alto divengono più chiari, meno selciosi e bioturbati.

Caratteristica è la presenza di noduli ferruginosi (Schirolli, 1990, 1997). Localmente l'unità è data da una successione di depositi gravitativi di massa calcareo-marnosi interessati da slumping e debris flow, nonché da calcitorbiditi, ad elementi provenienti dalla medesima formazione e/o dai limitrofi ambienti di alto strutturale ("Medolo caotico") (Schirolli, 1992, 1997).

Nel comparto bresciano la formazione presenta uno spessore medio intorno ai 300 m, che tende ad aumentare negli affioramenti ad est dell'asse della Val Trompia, dove l'unità si arricchisce di depositi da risedimentazione di massa.

Il Calcarea di Domaro si sovrappone sul calcarea di Gardone Val Trompia; superiormente il Calcarea di Domaro è a contatto con il gruppo di Concesio; dove quest'ultima unità è dotata della sua porzione basale marnoso-calcareo, il limite tra le due formazioni viene posto in corrispondenza della comparsa delle marne varicolori, seguite da calcareniti e calciruditi bioclastiche.

Sono presenti nannofossili calcarei, foraminiferi, radiolari, spicole di spugna, sporadici bivalvi, gasteropodi, brachiopodi e resti di echinodermi, frequenti ammoniti e più rari nautiloidi e belemniti.

Dal punto di vista biostratigrafico risultano particolarmente significativi le ammoniti tra i macrofossili ed il nannoplancton tra i microfossili.

L'attribuzione cronologica, in base ai dati biostratigrafici provenienti dallo studio integrato delle ammoniti e dei nannofossili calcarei, sul territorio bresciano la formazione risulta riferibile ad un intervallo compreso tra il Carixiano sommitale ed il Toarciano basale.

Ambiente deposizionale: il Calcare di Domaro rappresenta una successione carbonatica di ambiente francamente bacinale, accumulatasi all'interno del Bacino Sebino durante la fase di rifting del Giurassico inferiore. In terra bresciana, nel "membro inferiore" della formazione perdura l'azione di risedimentazione intrabacinale da parte di correnti torbiditiche assai diluite, laddove la ciclica alternanza calcare-marna nel "membro superiore" indica l'esistenza di un ambiente pelagico decisamente più tranquillo.

Entrambi i membri citati lasciano il posto alla facies caotica del Medolo nella fascia immediatamente ad ovest della linea tettonica, attiva durante il rifting giurassico, la quale taglia il versante orientale della Val Trompia da Inzino a Nave.

La Formazione affiora prevalentemente lungo il confine orientale del territorio.

Formazione di Villa Carcina

nella formazione di Villa Carcina si riconosce un'alternanza di calcari detritici abbondantemente selciosi, calcari marnosi e marne, a stratificazione evidente. Nel Bresciano, essa è caratterizzata da calciruditi fini e calcareniti di colore bruno-nocciola, riccamente selciose, in banchi e/o strati gradati e laminati di natura torbiditica, contenenti clasti sia litici (provenienti da Corna, Corso, Medolo e dalla stessa unità) che biogeni (abbondanti i resti di

crinoidi, echinidi e brachiopodi) ed ooidi, seguite da grossi strati di marna calcarea nocciola, con fratturazione in "saponette", ricca di idrossidi di ferro e priva di selce, da considerarsi quale frazione fine dei depositi torbiditici.

Questi depositi gravitativi, contenenti materiale detritico proveniente sia da ambienti di bacino che dalle limitrofe piattaforme carbonatiche e dagli altofondi pelagici, si trovano intercalati a calcari marnosi e peliti varicolori di natura emipelagica.

Nel Bresciano la formazione varia all'incirca, da est a ovest, da 270 a 230 m.

Inferiormente la formazione di Villa Carcina sta a contatto con il Calcarea di Domaro.

Il limite tra la formazione di Villa Carcina e la formazione dei calcari medoloidi è graduale, identificato dalla variazione di facies dalle sottostanti calcareniti, calciruditi e marne risedimentate, a prevalenti calcilutiti e calcari marnosi selciferi in facies pelagica.

Nella litozona basale marnosa della formazione di Villa Carcina, Cantaluppi & Cassinis (1984) ritrovano tra la fauna ad ammoniti.

L'età della formazione di Villa Carcina è stata ascritta in passato genericamente tra il top del Domeriano ed il Toarciano incluso sulla base della posizione stratigrafica e di scarsi fossili.

Recenti dati biostratigrafici hanno tuttavia posto l'inizio di quest'unità nel Toarciano inferiore.

Ambiente deposizionale: con l'avvento del gruppo di Concesio, il Bacino Triumplino-Sebino è sottoposto ad una nuova ed intensa fase di attività tettonica, connessa al rifting continentale giurassico. La formazione di Villa

Carcina testimonia l'arrivo nel bacino di depositi calcitorbiditici grossolani, talora canalizzati, derivanti dallo smantellamento di una piattaforma presumibilmente in annegamento, i quali, spesso associati a potenti depositi da mass flow, interrompono la normale sedimentazione calcareo-marnosa di natura emipelagica. I depositi calcitorbiditici divengono prevalentemente di natura pelagica salendo nella successione stratigrafica.

Formazione dei Calcari Medoloidi

È caratterizzata da calcari (calcilutiti) e calcari marnosi grigi, bioturbati e con idrossidi di ferro diffusi, attraversati da sottili listarelle centimetriche di selce, in banchi e strati separati da pacchi di marna, che richiamano nell'insieme i caratteri del Medolo.

Con una frequenza variabile arealmente e verticalmente, nella successione possono alternarsi ancora strati calcarenitici gradati e corpi ruditici. Alla sommità dell'unità considerata si riconosce una litozona caratterizzata da sottili strati di calcare marnoso siliceo, di colore variegato da verdognolo a rossastro, ricco in genere di lamellibranchi pelagici orientati.

Spessore dell'unità: ad oriente del Sebino la formazione varia, in senso est-ovest, da 130 a 70 m.

L'unità poggia sulla formazione di Villa Carcina, superiormente è delimitata dal Selcifero Lombardo.

Nel Bresciano, la formazione dei calcari medoloidi è caratterizzata alla sommità da una litozona ben riconoscibile, con spessore variabile intorno ai 20 m, dove strati sottili di calcare marnoso siliceo, di colore variegato

da verdognolo a rossastro, ricco in genere di lamellibranchi pelagici orientati, fanno da transizione alle Radiolariti del Selcifero Lombardo

Si possono rinvenire ammoniti, lamellibranchi pelagici e belemniti soprattutto nei livelli vicini al limite superiore della formazione.

Le associazioni a nannofossili calcarei, le rare ammoniti finora segnalate ed alcune belemniti, unitamente alla copiosa presenza di lamellibranchi pelagici portano a riferire quest'unità al Dogger e più specificatamente al probabile intervallo Aaleniano–Bathoniano inferiore?

I depositi dell'unità, costituiti essenzialmente da prevalenti pelagiti, suggeriscono la graduale riduzione dell'attività tettonica nell'evoluzione sedimentaria del Bacino Triumplino-Sebino.

Si rinvengono nell'area in una fascia circa NW-SE verso il quadrante Nord-orientale del territorio.

Radiolariti del Selcifero Lombardo

La formazione è costituita da selci policrome, fittamente stratificate, con variazioni laterali di facies, le Radiolariti del Selcifero Lombardo costituiscono una successione di selci a stratificazione mediamente decimetrica, da piano-parallela ad ondulata, o talvolta pseudonodulare, di colore variabile da bruno-nerastro a verde, fino a rosso. Interstrati marnoso-argillosi separano le selci, con frequenza maggiore alla sommità della formazione, in prossimità del passaggio al soprastante Rosso ad Aptici. Le selci presentano una tipica fratturazione prismatica, capace di generare un detrito composto da piccoli prismi di selce.

Si può riconoscere una litozona inferiore in cui le selci stratificate possono assumere nei primi metri una tonalità inizialmente rossastra o bruno-nerastra, talora con interstrati marnoso-argillosi, prima di acquisire un colore verde anche intenso, con interstrati ridotti o assenti; oppure si presentano già inizialmente verdastre, tinta che mantengono sino al passaggio netto alla litozona superiore, generalmente di spessore inferiore.

Qui le selci sono di colore rosso vivo, la stratificazione può divenire pseudonodulare, e può aversi un aumento degli interstrati argillitico-marnosi. Lo spessore è variabile dai 35 ai 65 m.

Il passaggio al sottostante gruppo di Concesio è abbastanza netto, ma localmente può mostrare una certa gradualità. Gli strati sottili di calcare marnoso siliceo della litozona superiore della formazione dei Calcari medoloidi, di colore variegato da verdognolo a rossastro, vengono dapprima arricchiti in selce e poi completamente sostituiti da sottili strati radiolaritici.

Il passaggio al sovrastante Rosso ad Aptici avviene attraverso la graduale scomparsa degli strati di selce a favore di litotipi calcareo-marnosi silicei.

Nell'unità si rinvengono solo radiolari e scarsi nannofossili calcarei sono contenuti nella formazione.

I recenti dati biostratigrafici forniti dai radiolari collocano la formazione in questione tra il Bathoniano superiore ed il Kimmeridgiano, mentre lo studio dei nannofossili calcarei ha attribuito al Bathoniano inferiore la sommità della formazione dei calcari medoloidi (BERSEZIO et alii, 1996).

La relativa uniformità delle Radiolariti sul territorio attesta che tali depositi drappeggiarono i fondali dell'intero Bacino Lombardo durante un periodo di calma tettonica, seguita alla conclusione della fase di rifting.

Rosso ad Aptici

È costituita da successione di calcari marnosi, marne calcaree e marne, fortemente silicei, di predominante colore rosso o con variegature verdastre, in strati di spessore variabile da pluridecimetrico a subdecimetrico, con lenti e liste non abbondanti di selce rossa bruna o verde.

Gli strati sono delimitati da superfici da piano-parallele ad ondulate e separati da giunti argilloso-marnosi, mentre i litotipi calcareo-marnosi possono localmente presentare facies di tipo nodulare.

Verso l'alto della formazione i calcari marnosi tendono ad assumere caratteristiche di transizione alla soprastante Maiolica.

Lo spessore dell'unità può variare da 35 a 85 m.

I limiti con le formazioni soprastanti e sottostanti risultano generalmente transizionali: il passaggio tra Radiolariti del Selcifero Lombardo e Rosso ad Aptici avviene attraverso la graduale scomparsa degli strati di selce a favore della presenza di litotipi carbonatici, nei quali la selce persiste sotto forma di lenti e liste. Alla sommità della formazione, alle marne ed ai calcari marnosi di colore rosso si alternano con crescente frequenza strati medi di calcilutite compatta tipo Maiolica, decisamente più chiara, ma ancora con screziature rosate o verdastre e lenti di selce.

Tra i macrofossili si rinvengono all'interno del Rosso ad Aptici prevalentemente aptici e rare belemniti.

In base al contenuto in nannofossili calcarei, radiolari e aptici l'età del Rosso ad Aptici è ascrivibile al Kimmeridgiano sup.-Titoniano inferiore.

La successione del Rosso ad Aptici appartiene a condizioni pelagiche.

Maiolica

Caratteri litologici di terreno: calcilutiti biancastre in patina e color nocciola in frattura, in ben definiti strati, talora a base ondulata e rinsaldati, di spessore da centimetrico a decimetrico, a frattura concoide. Sono molto frequenti i noduli di selce, prevalentemente bionda alla base e grigio-nera verso l'alto.

L'unità si presenta talora molto alterata, con tipici sedimenti rossi ben osservabili al Dosso del Sole e al Monte della Pugna.

La base della formazione è localmente caratterizzata da corpi lenticolari di brecce intraformazionali. In altre sezioni invece la base dell'unità è costituita da calcari marnosi rosati in strati centimetrici ("calcari variegati"), di transizione al sottostante Rosso ad Aptici.

Lo spessore non dovrebbe essere superiore a 200-250 m;

Il limite inferiore è con il Gruppo del Selcifero Lombardo (Rosso ad Aptici); tale limite è in genere netto e talora in corrispondenza del limite sono osservabili orizzonti di brecce. In alcune sezioni, al contrario, la transizione Rosso ad Aptici-Maiolica è graduale e si realizza attraverso calcari marnosi rosati ben stratificati, in continuità stratigrafica (noti come "calcari variegati").

Il limite superiore con la Marna di Bruntino ha carattere transizionale, dovuto al progressivo aumento delle intercalazioni marnoso-argillose.

Sono tipicamente presenti Calpionella alpina LORENZ e Calpionella elliptica CADISH, associate a ricche microfaune e microflore;

Sulla base dell'analisi biostratigrafica, l'età della Maiolica è essenzialmente riferita all'intervallo Titoniano superiore – Aptiano inferiore.

L'omogeneità delle calcilutiti, del tutto simili alle facies analoghe diffuse in tutta l'area tetidea, testimonia condizioni bacinali.

Marne di Bruntino

È formata da marne di colore grigio, rossiccio o verdastro, ad elevata fissilità, e argilliti nere a stratificazione indistinta; talora si intercalano strati centimetrici di arenarie fini e siltiti gradate e straterelli calcarei.

Lo spessore dovrebbe essere di almeno 50 m e comunque non superiore ai 100 m.

Il limite inferiore è con la Maiolica, sul fianco meridionale della sinclinale di Polaveno sono osservabili le alternanze di calcilutiti biancastre in strati centimetrici e decimetrici e di argilliti nere che conferiscono al passaggio Maiolica – Marna di Bruntino un carattere graduale, mentre il limite superiore con il Sass de la Luna è graduale, denotato dalla comparsa dei primi orizzonti di torbiditi fini.

Attribuzione cronologica: la Marna di Bruntino è riferita all'intervallo compreso tra l'Aptiano p.p. e l'Albiano medio-base dell'Albiano superiore.

Si tratta di sedimenti di bacino a sedimentazione terrigena, con fondali almeno in parte anossici.

Sass de la Luna

È formata da calcari marnosi grigio-cinerei, marne calcaree a frattura concoide, calcareniti fini e calcisiltiti in strati da decimetrici a centimetrici, in genere a base netta, frequentemente gradati e con laminazioni interne. Si osservano patine manganesifere discordanti rispetto alla stratificazione e talora brandelli pelitici (clay chips) di colore nerastro.

Spessore dell'unità: lo spessore è valutabile tra 100 e 150 m nella sinclinale di Polaveno.

Il Sass de la Luna giace in continuità stratigrafica sulla Marna di Bruntino, con il limite, transizionale.

L'unità rappresenta il termine più recente della successione stratigrafica mesozoica affiorante nel territorio comunale.

L'analisi dei nannofossili calcarei consente di riferire la parte inferiore dell'unità all'Albiano sup.

L'unità è interpretata come costituita in prevalenza da torbiditi pelagiche.

Unità litostratigrafiche appartenenti ai depositi superficiali

Depositi detritici colluviali

Sono costituiti da materiale sciolto, originato da processi di disfacimento (disgregazione fisico-meccanica e/o alterazione chimica) e pedogenesi, che subiscono le rocce affioranti da parte degli agenti morfogenetici.

Se il materiale viene raccolto dalle acque di scorrimento superficiale, e depositato ai piedi del versante, origina depositi colluviali, nel caso invece il materiale resti nel luogo di origine, forma depositi eluviali.

Si tratta prevalentemente di terreni grossolani eterogranulari (clasti da millimetrici a decimetrici), a spigoli vivi, immersi in abbondante matrice argillosa e limosa.

L'unità non è stata cartografata dove presentava uno spessore esiguo.

Depositi di versante

Si tratta del materiale appartenente al substrato roccioso affiorante, disgregato dagli agenti atmosferici ed accumulato per gravità alla base dei versanti.

Sono formati da ghiaie da fini a molto grossolane (a supporto sia clastico che di matrice siltoso-argillosa), a spigoli vivi, con presenza di sabbia o sabbia limosa, che possono mostrare una gradazione diretta, con i clasti di maggiori dimensioni depositati verso il basso, dovuta alla gravità.

Dal punto di vista litologico, le Formazioni cui appartengono i vari clasti, sono direttamente riconducibili alle Unità litostratigrafiche affioranti lungo i versanti soprastanti.

Accumulo di frana

Sono composti da materiale eterogeneo, a supporto di matrice fine abbondante e clasti spigolosi o blocchi anche metrici.

I clasti riconoscibili sono litologicamente riferibili ai litotipi affioranti lungo i versanti soprastanti (bacino di alimentazione).

Depositi di conoide

Sono costituiti generalmente da ghiaie, anche ben selezionate, formate da clasti di varia pezzatura, a spigoli vivi o parzialmente arrotondati, in matrice sabbioso-limosa abbondante.

5. Inquadramento geomorfologico

La forma del territorio, così come formato dalle forze endogene mediante l'orogenesi, è legata all'attività di forze esogene che tendono a modellarlo e a modificarlo in funzione di tre fattori:

- fattori geologici, relativi alle caratteristiche litologiche e strutturali delle rocce;
- agenti del modellamento, riferiti agli agenti atmosferici, antropici, gravitazionali;
- condizioni climatiche, legate alla temperatura, precipitazioni, radiazione, umidità.

A questi tre fattori fanno capo i processi esogeni del modellamento geomorfologico: erosione - trasporto - deposizione.

Il territorio comunale di Polaveno, è caratterizzato da una conformazione morfologica prevalentemente legata all'orogenesi alpina, ed ai successivi fenomeni di alterazione e degrado che hanno interessato la zona prealpina bresciana.

L'erosione selettiva ha esercitato un ruolo predominante nella fisionomia morfologica del paesaggio. L'ampia gamma dei litotipi affioranti può essere suddivisa in alcuni gruppi principali: i calcari e le dolomie massicce o in grossi banchi del Triassico medio e superiore; i calcari e i calcari marnosi sottilmente stratificati, localmente selciferi del Triassico medio e superiore e del Giurassico; le argilliti, le marne e le arenarie del Permiano, del Triassico e del Cretacico.

Ciascuno di questi gruppi litologici dà luogo a morfologie particolari e caratteristiche in funzione della resistenza che queste rocce offrono all'erosione.

I rilievi maggiori, con forme frastagliate e pareti fortemente acclivi, si registrano infatti in corrispondenza dei calcari e delle dolomie massicce del Triassico medio e superiore, mentre rilievi più arrotondati e versanti e incisioni vallive meno acclivi si riscontrano in corrispondenza del Basamento Cristallino (non affiorante in quest'area) o dei calcari fittamente stratificati del Triassico e del Giurassico. Forme ancora meno acclivi e vere e proprie depressioni morfologiche caratterizzano i depositi terrigeni del Triassico e del Cretacico.

La tettonica compressiva cenozoica ed in particolare i sovrascorrimenti e le faglie inverse a direzione prevalentemente E-W e le pieghe ad essi connesse hanno causato frequenti ripetizioni dei litotipi descritti, con l'effetto di indurre una notevole ed irregolare alternanza di morfologie dolci ed accidentate.

Un esempio tipico è costituito dalla sinclinale di Polaveno, a direzione est-ovest, che nella zona di cerniera è attraversata da una depressione valliva dovuta alla maggiore erodibilità dei depositi terrigeni del Cretacico e dei calcari fittamente stratificati del Giurassico che affiorano localmente, mentre è limitata verso nord dal significativo rilievo della Punta dell'Orto, dove affiora, a causa di un importante sovrascorrimento, la Corna massiccia.

I processi morfogenici che si sono susseguiti nel tempo andando a modificare l'assetto originario del territorio, sono stati suddivisi in funzione del loro stato di attività:

- attivi, se sono processi ancora in evoluzione;
- quiescenti, se attualmente inattivi, ma potenzialmente riattivabile dalle loro cause originarie;
- stabilizzati, che non sono più influenzati dalle loro cause originarie o che sono stati protetti da misure di stabilizzazione.

Nelle zone montane, tali processi sono prevalentemente legati sia a cause naturali, come l'azione dell'acqua o di tipo gravitativo; sia a fattori antropici come interventi di urbanizzazione o di cava.

In generale le forme che caratterizzano il territorio possono essere suddivise in gruppi principali:

Forme e depositi gravitativi di versante

Sono relativi all'accumulo per gravità, normalmente ai piedi del versante, di materiale derivante dall'alterazione delle rocce affioranti.

Si possono suddividere in funzione della tipologia del materiale ed alla dinamica di messa in posto.

Coperture detritiche di versante

Derivano dall'alterazione fisico-chimica del substrato roccioso affiorante a quote superiori del deposito, che originano frammenti di varie dimensioni.

L'accumulo di questo materiale nella zona di raccordo tra il versante ed il fondovalle, forma falde di detrito caratterizzate da pezzatura molto variabi-

le che generalmente mostrano una struttura gradata con le granulometrie maggiori poste alla base.

Aree di frana

Sono aree interessate da dissesti franosi che hanno coinvolto la copertura detritica superficiale o il substrato roccioso.

Le aree cartografate si riferiscono a dissesti di varia dimensione, avvenuti anche in epoca piuttosto recente in seguito a periodi caratterizzati da intense precipitazioni.

Tali dissesti hanno coinvolto sia zone caratterizzate da substrato roccioso affiorante (normalmente piuttosto fratturato), sia zone con notevoli spessori di detrito di versante, oppure eluvio-colluviale.

Aree potenzialmente allagabili

In base al rilievo di campagna ed all'esame delle foto aeree, sono state individuate alcune aree che hanno caratteristiche geomorfologiche e plano-altimetriche tali da renderle potenzialmente allagabili in concomitanza di piene straordinarie.

Tali aree si trovano in corrispondenza del confine Nord-orientale, in prossimità dell'imbocco della Valle di Saino.

6. Idrografia

Il territorio comunale è interessato dall'attraversamento di alcuni corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore, i principali sono il Torrente Gombio.

Il Torrente Gombio

Scorre all'interno del territorio comunale per alcuni chilometri, con direzione circa WSW-ENE coprendo un dislivello di 140 m (da quota 500.0 m s.l.m. a quota 360.0 m s.l.m. in corrispondenza del confine con il Comune di Sarezzo).

Il Torrente è un affluente di destra del Fiume Mella, dove vi confluisce in località Ponte Zanano, in Comune di Sarezzo, ad una quota di 295.0 m s.l.m.

Il bacino idrografico a monte della confluenza con il Fiume Mella è di circa 15.6 km².

Il Torrente presenta un alveo con andamento piuttosto irregolare, inciso all'interno del substrato, che è affiorante o subaffiorante sotto la sottile coltre dei depositi alluvionali, ha una larghezza variabile tra 3 e 10 m .

Gli affluenti principali sono:

- Torrente Valle di Saino, affluente di destra che nasce nella zona della Cresta del Vaco (rilievo a sud del territorio) e scorre con direzione S-N con alcuni piccoli affluenti soprattutto in sponda de-

stra (Costa del Coletto, Balzella); confluisce nel Gombio in prossimità del confine comunale N-orientale con Sarezzo.

- Torrente Pirlo, è un affluente di sinistra, nasce sul Dosso Sabbione e scorre con direzione circa NNW-SE fino la fondovalle, immettendosi nel T. Gombio poco più a monte rispetto al T.Saino;
- Fosso di Mogazzo, nasce nei pressi di S.Maria del Giogo e affluisce nel T. Gombio in corrispondenza della frazione Gombio

Tra i corsi d'acqua non affluenti nel T. Gombiera:

- Fosso di S.Giovanni: scorre con decorso E-W lungo il fondovalle della frazione di S.Giovanni, dalle propaggini settentrionali del M.Montecolo, fino alla zona industriale di S.Giovanni dove viene intubato.

Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua

Lungo le aste dei corsi d'acqua che scorrono nel territorio comunale, sono state individuate con criterio geomorfologico ed in base ai dati plano-altimetrici, delle aree che possono essere coinvolte negativamente dall'attività dei fiumi a causa della possibilità di esondazione dall'alveo ed il conseguente allagamento dell'area.

Queste aree sono state unite a formare delle fasce di rispetto che bordano gli alvei per l'intera lunghezza, con dimensione differente in funzione dell'importanza del corso d'acqua e delle condizioni morfologiche.

Per il Torrente Gombio, si è considerata una fascia di ampiezza minima pari a 10 m dal ciglio superiore dell'alveo, che però è stata adeguata puntualmente in funzione delle caratteristiche geomorfologiche del sito delle condizioni antropiche.

Per quanto riguarda la gli altri corsi d'acqua appartenenti al reticolo principale, si considera una fascia di larghezza pari a 10 m che verrà ampliata nei punti di confluenza e nelle zone di difficile deflusso delle acque.

Per tutti gli altri corsi d'acqua è stata considerata una fascia di larghezza variabile tra 4 e 10 m.

All'interno dei centri urbani, anticamente costruiti in prossimità dei corsi d'acqua, è stata considerata una riduzione della fascia variabile tra 4 m e 10 m.

7. Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio può essere modellizzato in maniera diversa, in funzione della tipologia del substrato in quanto la maggior parte dell'area è interessata dal substrato lapideo che presenta affioramenti rocciosi, mentre la restante è costituita da depositi detritici superficiali con materiale granulare, sciolto.

In base alla tipologia del materiale, saranno quindi distinte le aree caratterizzate da:

- permeabilità per fessurazione, tipica delle formazioni rocciose, che è legata al deflusso dell'acqua all'interno delle discontinuità che interessano l'ammasso roccioso: queste possono essere originate dalla presenza di fratture, della stratificazione, dalla presenza di cavità carsiche.

Al grado d'intensità della fessurazione, che è funzione delle caratteristiche litologiche e strutturali, è legato il Coefficiente di Permeabilità k [cm/s]:

- permeabilità per porosità, tipica dei depositi e dei materiali sciolti, è una caratteristica fisica dei terreni che determina l'efficacia del passaggio di acqua attraverso gli spazi intergranulari, dei terreni.

In particolare ci si riferisce alla porosità efficace, che considera unicamente i vuoti comunicanti tra loro in modo da originare una via per il passaggio del filetto fluido.

Depositi superficiali

È costituito prevalentemente dai depositi detritici di versante e colluviali che ricoprono alcune porzioni di fondovalle, e dai depositi alluvionali in prossimità dell'alveo dei torrenti principali.

Tali depositi si differenziano, oltre che per la genesi, anche per le caratteristiche litologiche, in particolare la granulometria, che consentono una loro distinzione in classi di permeabilità:

- Classe ab con permeabilità alta-bassa per porosità: si riferisce ai materiali sciolti dei depositi detritico colluviali; la permeabilità dipende dalla porosità e quindi dalla granulometria (con preponderante presenza della frazione limoso-argillosa) e dallo spessore del deposito.

Anche nel caso di accumuli eterogranulari, l'elevata permeabilità della frazione più grossolana, viene drasticamente abbattuta dalla presenza della componente argillosa che riempie i vuoti intergranulari inibendo il passaggio dell'acqua.

Il range di permeabilità è stimato in $10^{-2} < k < 10^{-4}$ cm/s.

Substrato roccioso

Si riferisce alla parte interessata dai rilievi, in cui il substrato roccioso è affiorante, o subaffiorante sotto una sottile coltre eluviale, con buona continuità.

Le diverse Unità Litostratigrafiche sono state suddivise in Unità Idrogeologiche in funzione della circolazione idrica sotterranea che possono potenzialmente consentire, grazie alle caratteristiche litologiche e strutturali.

La circolazione idrica nelle formazioni rocciose, avviene principalmente lungo le discontinuità come i piani di fratturazione, le superfici di strato, i condotti carsici; invece la porosità primaria per porosità delle rocce è praticamente nulla, mentre la permeabilità secondaria è variabile in funzione del grado di fratturazione o di carsismo.

A queste Unità è stato quindi assegnato un range di valori di permeabilità con cui sono state raggruppate in classi di permeabilità:

- Classe MA: costituita dai calcari e calcari compatti della Maiolica (grazie alla presenza di sistemi di fratture e giunti di stratificazione che favoriscono la percolazione interna) in cui è stata considerata una permeabilità per fessurazione da medio-alta ad alta ($10^{-3} < k < 10^{-4}$ cm/s)
- Classe M: costituita dalle dolomie e calcari dolomitici della Dolomia a Conchodon e ai calcari e calcari selciosi e marnosi del Medolo; è stata considerata la permeabilità per fessurazione attraverso le fratture e la stratificazione ed il carsismo. A questa classe è stata attribuita una permeabilità medio alta ($10^{-4} < k < 10^{-5}$ cm/s).
- Classe B: costituita da siltiti, arenarie, marne e calcari marnosi appartenenti al Sass de la Luna e Marne di Bruntino. A queste formazioni, costituite prevalentemente da materiale terrigeno poco permeabile, è stata attribuita una permeabilità per fessurazione bassa ($k < 10^{-5}$ cm/s) .

8. La pericolosità sismica locale

In relazione ai contenuti dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/03 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", il territorio italiano è stato suddiviso in zone caratterizzate da diversi valori di accelerazione orizzontale dello spettro di risposta.

In particolare, ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (OPCM 20/03/03 n. 3274, criteri)

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 50% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Secondo l'elenco riportato nell'all. 1, il Comune di Polaveno ricade nella **zona 3**, con valore di accelerazione orizzontale definito in 0.15 [a_g/g].

Adottando la metodologia della valutazione qualitativa basata sugli esiti di precedenti studi applicati agli effetti di terremoti passati, sono state determinate le caratteristiche delle zone che possono produrre effetti particolarmente dannosi in concomitanza di un terremoto.

Le aree individuate quindi, in base alle caratteristiche geologiche e geomorfologiche, rappresentano zone che hanno condizioni di sito tali da mo-

dificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico di riferimento, mediante la focalizzazione dell'energia sismica e la conseguente esaltazione delle ampiezze delle onde o fenomeni di riflessione multipla.

Tali effetti locali, possono essere distinti in:

effetti di amplificazione sismica locale, dovuti alla modificazione delle caratteristiche del moto sismico del bedrock, una volta giunto in superficie, a causa dell'interazione delle onde sismiche in corrispondenza di particolari condizioni locali.

Nel caso di terreni eterogenei, in condizioni geologiche e geologico-tecniche molto variabili (nel caso di morfologie superficiali e sepolte, o da particolari caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni in prossimità della superficie), le modificazioni del moto sismico sono dovute a fenomeni di riflessioni multiple, rifrazioni e trasformazione delle onde di volume in onde superficiali.

Tali effetti interessano i terreni a comportamento sismicamente stabile, cioè dotati di una resistenza al taglio sotto carichi ciclici, superiore rispetto agli sforzi ciclici generati dal terremoto.

Gli effetti di amplificazione sismica locale, possono essere suddivisi in due gruppi:

- effetti di amplificazione topografica, in presenza di morfologie superficiali piuttosto articolate e da irregolarità topografiche, che favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione multipla.

- Effetti di amplificazione litologica, in presenza di morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, gradini di faglia) e di stratigrafie con litologie con determinate proprietà meccaniche: tali condizioni possono generare amplificazioni delle azioni sismiche, fenomeni di risonanza e doppia risonanza tra il periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Effetti di instabilità dovuti a fenomeni cosismici, sono rappresentati da fenomeni di instabilità dovuti al raggiungimento della resistenza al taglio disponibile del terreno e dalla conseguente rottura, con collassi o movimenti di masse.

Tali effetti interessano i terreni che hanno un comportamento sismicamente instabile o potenzialmente instabile, cioè dotati di una resistenza al taglio sotto carichi ciclici, inferiore rispetto agli sforzi ciclici indotti dalle sollecitazioni sismiche attese.

I possibili effetti che un terremoto può provocare in un determinato sito, in rapporto alle condizioni locali sono:

- movimenti franosi lungo pendii: nel caso di versanti in equilibrio precario, si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi per i quali il sisma rappresenta un fattore di innesco del movimento, sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo (instabilità inerziali) che indirettamente a causa della repentina modifica delle pressioni interstiziali (instabilità per riduzione della resistenza);

- fenomeni di liquefazione in terreni granulari fini: nel caso in cui avviene l'annullamento di resistenza al taglio di terreni particolarmente scadenti, saturi, sotto sollecitazioni di taglio cicliche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un fluido viscoso;
- fenomeni di densificazione in terreni incoerenti: nel caso di terreni particolarmente scadenti, sotto l'effetto delle sollecitazioni prodotte da un terremoto, subiscono una compattazione volumetrica. Ciò comporta un miglioramento delle caratteristiche dinamiche del terreno, ma è associato un abbassamento del livello topografico;
- scorrimenti e cedimenti differenziali in corrispondenza di contatti geologici o di faglie, nel caso di particolari strutture geologiche sepolte o affioranti dove si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali.

Il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base delle osservazioni geologiche e geomorfologiche, viene fatto mediante l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale, in particolare, nel territorio comunale, sono stati individuati i seguenti scenari:

SCENARIO DI PERICOLOSITÀ LOCALE	EFFETTI
Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi o quiescenti Zona potenzialmente franosa o esposta a pericolo di frana	Instabilità
Zona di ciglio H>10 m (scarpata con parete sub-verticale, bordo di cava, orlo di terrazzo fluviale di natura antropica) Zona di cresta rocciosa Zona di cucuzzolo	Amplificazioni topografiche
Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale	Amplificazioni litologiche e geometriche

Analisi di secondo livello

Il secondo livello è stato applicato alle aree potenzialmente suscettibili di amplificazione sismica (morfologica, Z3 e litologica, Z4) all'interno del centro abitato e per le zone di futura espansione.

L'analisi consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di "fattore di amplificazione" Fa con cui definire delle aree caratterizzate da un certo valore di amplificazione litologica o morfologica.

Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: questi due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di Fa sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale: in particolare l'intervallo 0.1-

0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e flessibili.

Con le schede allegate, vengono forniti i valori di F_a per entrambi gli intervalli di periodo considerati solo per quanto riguarda gli effetti litologici, mentre per gli effetti morfologici, solo per l'intervallo 0.1-0.5 s.

Effetti morfologici – zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo (Z3b)

La procedura proposta dalla Regione Lombardia è valida per pendii con inclinazioni $>10^\circ$ e per materiali con $V_s > 800$ m/s; all'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della tipologia della cresta (appuntita o arrotondata) e della larghezza di base del rilievo, la curva più appropriata per la valutazione del F_a in base al valore del coefficiente di forma H/L .

Il valore di F_a determinato, sarà assegnato all'area corrispondente alla larghezza in cresta, mentre lungo i versanti tale valore è scalato in modo lineare fino a $F_a = 1.0$ alla base dei versanti.

I valori di F_a saranno utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione, verrà eseguito mediante il confronto del valore di F_a determinato, con il valore di soglia proposto dalle Norme Tecniche: si possono presentare quindi due situazioni.

1. il valore di F_a è inferiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
2. il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente quindi la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti

di amplificazione morfologica ed è quindi necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.

Effetti litologici

La procedura proposta dalla Regione Lombardia è applicabile sulla base della conoscenza di alcuni parametri quali: litologia, stratigrafia, andamento delle Vs con la profondità.

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici come il numero di colpi della prova SPT, si individua la litologia prevalente del sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione.

All'interno della scheda di valutazione, si sceglie la curva più appropriata per il valore di Fa (per i due intervalli di periodo) in base al valore del periodo proprio del sito.

In questo caso, la determinazione del periodo proprio del sito, è stata misurata direttamente dalla elaborazione delle indagini geofisiche eseguite.

Il valore di Fa determinato dovrà essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

Analogamente a quanto descritto per i criteri geomorfologici, la valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini energetici, confrontando il valore di Fa ottenuto, con un parametro calcolato (valore soglia) per ciascun Comune e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazione sismica (B,C,D ed E) per i due intervalli di periodo.

In allegato le schede per la valutazione di Fa nei punti indagati.

Indagini geofisiche

Sul territorio, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche mediante alcune registrazioni del microtremore sismico ambientale con tromografo.

L'oggetto della misura delle indagini di sismica passiva, è il "rumore sismico ambientale"³, presente ovunque sulla superficie terrestre, generato sia dalla dinamica terrestre, sia dai fenomeni atmosferici e dall'attività antropica.

Viene definito microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole rispetto a quelle indotte dai terremoti.

Le misure sono state effettuate con tromografo digitale dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W, e verticalmente. I dati di rumore sono stati amplificati e digitalizzati a 24 bit ed acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

La tecnica impiegata è basata sui rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V) utilizzato da Nakamura per la determinazione dell'amplificazione sismica locale.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

1. le curve HVSR, ottenuta con il software Grilla, secondo la procedura descritta da Castellaro et al. (2005);
2. le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto.

³ Pubblicazioni varie - Dott. Geol. Silvia Castellaro

Le curve HVSR sono state invertite creando una serie di modelli teorici da confrontare con quello sperimentale, fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali (secondo le procedure descritte in Arai e Tokimatsu, 2004).

In alcuni siti, sono state effettuate anche delle indagini geognostiche per avere l'indicazione della stratigrafia superficiale; in particolare sono state effettuate prove penetrometriche dinamiche tipo SCPT, e sono state reperite indagini (SCPT e sondaggi a carotaggio continuo) eseguite nel territorio comunale.

Le stratigrafie estrapolate dall'andamento delle prove, sono state quindi utilizzate per l'elaborazione delle registrazioni geofisiche.

In allegato le schede con le singole elaborazioni, di seguito una tabella riassuntiva dei siti investigati.

Sito	Frequenza di risonanza [Hz]	Periodo di risonanza [s]	Fa (0.1-0.5)	Fa (0.5-1.5)
T1	6.25	0.16	1.1	1.0
T2	25	0.04	1.0	1.0
T3	6.67	0.15	1.4	1.0
T4	14.28	0.07	1.1	1.0
T5	10	0.1	1.2	1.0
T6	20	0.05	1.0	1.0
T7	10	0.1	1.4	1.0
T8	6.25	0.16	1.4	1.1

I valori determinati sono stati quindi confrontati con i valori soglia proposti dalla Regione:

Valori di soglia per il periodo compreso tra 0.1-0.5 s			
Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
1.4	1.8	2.2	2.0

Valori di soglia per il periodo compreso tra 0.5-1.5 s			
Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
1.7	2.4	4.2	3.1

Sito	Catego- ria suolo	Fa (0.1-0.5)		Fa (0.5-1.5)	
		calcolato	Valore soglia	Calcolato	Valore soglia
T1	B	1.1	1.4 +0.1	1.0	1.7 +0.1
T2	B	1.0	1.4 +0.1	1.0	1.7 +0.1
T3	B	1.4	1.4 +0.1	1.0	1.7 +0.1
T4	B	1.1	1.4 +0.1	1.0	1.7 +0.1
T5	C	1.2	1.8 +0.1	1.0	2.4 +0.1
T6	B	1.0	1.4 +0.1	1.0	1.7 +0.1
T7	B	1.4	1.4 +0.1	1.0	1.7 +0.1
T8	B	1.4	1.4 +0.1	1.1	1.7 +0.1

Dal confronto emerge che i valori calcolati sono inferiori a quelli di soglia, sia per il periodo compreso tra 0.1-0.5 s, sia per quello compreso tra 0.5-1.5 s.

9. Carta di sintesi

È stata redatta la carta di sintesi su tutto il territorio comunale, in cui sono state riconosciute e riportate le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita ai seguenti ambiti.

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

- **aree di frana attiva:** sono state riportate il tratto di versante lungo la strada che porta al Santuario di S.Maria, che nonostante alcune antiche opere di contenimento alla base, mostra segni di attività; alcuni tratti del m.te della Pugna;
- **aree di frana quiescente:** sono riferite ad alcune aree in località Tonetti, Gombio, Beltramelli, Zoadello, che localmente interessano porzioni urbanizzate;
- **aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata:** sono riferite prevalentemente alla parete di monte (normalmente costituita da roccia affiorante) che costeggia diversi tratti della tratti della S.P. 48 .
- **aree interessate da carsismo:** si riferisce alla zona della Valle di Saino;
- **aree potenzialmente instabili per la presenza di terreni superficiali con caratteristiche geotecniche scadenti:** si tratta della zona rilevata e di fondovalle tra Zoadello e Castignidolo, e il fondovalle della Costa d'oro;

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

- **aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta e di rispetto):** sono state definite mediante criterio geometrico in corrispondenza delle sorgenti comunali.

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

- **aree potenzialmente inondabili:** sono le aree che per le condizioni morfologiche, possono essere interessate da inondazione in concomitanza di piene straordinarie: in particolare ci si riferisce alla zona di confluenza del Torrente Saino nel Torrente Gombio;
aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza di conoidi pedemontani: sono in corrispondenza dei conoidi di Cortivazzo, Gombio e Beltramelli.

Aree vulnerabili dal punto di vista sismico

- **aree con potenziali instabilità dei versanti;**
- **aree con potenziali amplificazioni topografiche;**
- **aree con potenziali amplificazioni litologiche e geometriche;**

10. Carta dei Vincoli e dei dissesti P.A.I.

Sulla carta dei vincoli e del dissesto con legenda uniformata P.A.I. (TAV. 4) sono riportate le limitazioni d'uso del territorio di carattere geologico derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore.

Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89, quadro del dissesto derivante dall'aggiornamento ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI:

- Area di frana attiva (Fa)
- Area di frana quiescente (Fq)
- Area di frana stabilizzata (Fs)
- Esondazioni di carattere torrentizio a pericolosità media o moderata (Eb)
- Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)

Vincoli di polizia idraulica

- Zone di rispetto delle opere di captazione comunali;
- Fasce di rispetto dei corsi d'acqua.

Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua, sono riferite allo Studio per la determinazione del Reticolo Idrico Minore.

11. Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano

Vengono elaborate dalla valutazione incrociata dei fattori ambientali, territoriali ed antropici del territorio in esame: in particolare consentono di inquadrare le aree in funzione della pericolosità dei fenomeni, degli scenari di rischio conseguenti e della componente geologico-ambientale, e di suddividerle in classi di fattibilità.

Il territorio comunale è stato suddiviso secondo quattro classi di fattibilità geologica, che considerano gli aspetti e le limitazioni di tipo geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico ed ambientale.

Tale suddivisione è stata riportata in cartografia alla scala 1:10.000, estesa a tutto il territorio, ed alla scala 1:5.000 per la parte urbanizzata.

Il particolare, gli aspetti considerati per attuare la classificazione sono stati:

- la presenza di fasce di rispetto per i corsi d'acqua ed i punti di captazione comunale;
- la presenza di aree interessate da dissesti attivi o quiescenti;
- la presenza di pendii caratterizzati da coperture detritiche potenzialmente instabili.

In relazione alla variabilità delle possibili limitazioni, le classi sono state a loro volta suddivise in sottoclassi che meglio rappresentano la situazione specifica: in corrispondenza di eventuali sovrapposizione di classi diverse, è stata adottata la classe più limitativa.

Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno. L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologica tecnica dell'area e del suo intorno mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, e mediante studi specifici di natura idrogeologica e idraulica.

3 A: aree con versanti mediamente inclinati (>35°), potenzialmente soggetti a fenomeni di dissesto idrogeologico.

Si tratta di aree acclivi, con pendenza >35° che a causa delle caratteristiche del terreno e dalla pendenza, possono essere soggette a fenomeni di dissesto di versante, oppure zone interessate in passato da dissesti ora quiescenti o stabilizzati. All'interno di questa sottoclasse, secondo quanto richiesto dal D.M.LL.PP. 11/03/88 e dal D.M. 14/01/08, gli interventi dovranno essere subordinati ad una perizia geotecnica e/o geomeccanica (in relazione alla tipologia del substrato), supportata da indagini geognostiche in situ e/o in laboratorio, che valuti la compatibilità dell'intervento con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sito: in particolare riguardo la stabilità dei versanti e la regimazione delle acque superficiali.

Eventuali interventi di riprofilatura dei versanti dovranno essere realizzati solo per mitigare le condizioni di instabilità esistenti; si raccomanda di limi-

tare gli sbancamenti e i riporti di terreno e di non modificare il naturale scorrimento delle acque superficiali.

3 B: aree con versanti acclivi e copertura detritica potenzialmente instabile o prevalentemente ricoperti da bosco con valenze ecologico-paesaggistiche.

Si tratta di aree montane prevalentemente ricoperte da bosco che hanno un notevole pregio naturalistico, e di aree, già parzialmente urbanizzate, impostate su versanti acclivi con substrato affiorante o subaffiorante, ricoperto da depositi detritici eluvio-colluviali di spessore variabile, non sempre ben stabilizzati.

In queste aree le limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso sono legate al pericolo potenziale che potrebbero provocare interventi antropici, inducendo situazioni di dissesto.

Secondo quanto richiesto dai D.M.LL.PP. 11/03/88 e D.M. 14/01/08, all'interno di questa sottoclasse, per valutarne la fattibilità, gli interventi dovranno essere subordinati ad una perizia geotecnica o geomeccanica, supportata da indagini geognostiche in situ e/o in laboratorio, che valuti la compatibilità dell'intervento con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sito: in particolare riguardo la stabilità dei versanti (sia in terreno che in roccia), la regimazione delle acque superficiali.

3 C: aree con moderata probabilità di essere interessate da fenomeni alluvionali o potenzialmente coinvolta da trasporto solido o liquido in occasione di precipitazioni intense (aree Cp ed Eb del P.A.I.).

Si tratta di aree poste in prossimità di torrenti montani che presentano solchi piuttosto incisi e segni di erosione laterale e/o di fondo soprattutto

nella parte di monte, ed accumuli detritici (anche se attualmente colonizzati ed inerbiti) nella porzione a valle. Queste aree possono essere soggette ad allagamento e/o trasporto solido: eventuali interventi dovranno essere subordinati ad una relazione geologica secondo i D.M.LL.PP. 11/03/88 e D.M. 14/01/08, ed uno studio idraulico che consenta di dimensionare eventuali opere di difesa.

Le aree Cp dovranno applicare le norme previste nel comma 8 art. 9 delle Norme di Attuazione del P.A.I.

Le aree Eb si riferiscono ad aree che in funzione delle caratteristiche morfologiche, potrebbero essere interessate da fenomeni di esondazione o fenomeni erosivi in occasione di eventi di piena di carattere eccezionale.

Soprattutto nelle zone urbanizzate, queste problematiche idrauliche possono comportare allagamenti e/o l'arretramento del ciglio delle sponde a causa dei processi erosivi.

In queste zone, la realizzazione di nuovi edifici è sconsigliata, oppure subordinata alla verifica idraulica del deflusso della portata di piena che possa meglio definire l'area di esondabilità per il caso puntuale e valutarne la fattibilità.

Altri interventi legati all'esistente dovranno comunque essere supportati da una relazione geologica (secondo quanto richiesto dai D.M.LL.PP. 11/03/88 e D.M. 14/01/08) e da una verifica idraulica.

Classe 4:fattibilità con gravi limitazioni.

L'alta pericolosità e/o vulnerabilità comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle aree. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione

idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definito dall'art. 31m lettere a), b), c) della l. 457/1978.

Si dovranno inoltre fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'Autorità Comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

4 A: area di pertinenza del corso d'acqua esondabile in concomitanza di piene ordinarie e/o soggetta a fenomeni erosivi collegati all'attività idraulica.

Si tratta di aree comprese all'interno di una fascia di larghezza minima pari a 10 m dal ciglio dell'argine, che per la vicinanza ai corsi d'acqua, sono soggette a problemi di tipo idraulico come esondazioni e processi erosivi delle sponde.

All'interno di questa fascia non saranno quindi consentiti nuovi interventi edificatori a ridosso dei corsi d'acqua, mentre sarà mantenuto un elevato valore paesaggistico ed ambientale delle aree.

Per le aree già antropizzate, o caratterizzate da restringimenti artificiali dell'alveo presenti nell'abitato, potranno essere valutati riduzioni della fascia di rispetto purchè venga supportato da uno studio idraulico che ne verifichi la compatibilità con le piene di progetto richieste dalla normativa.

I corsi d'acqua non potranno essere coperti, se non per provata necessità e con il supporto di una verifica idraulica.

All'interno delle fasce di rispetto e lungo i corsi d'acqua, valgono le norme contenute nel regolamento di polizia idraulica.

4 B: area a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata (aree Fa del P.A.I.).

Si tratta di aree ubicate in corrispondenza di versanti instabili, che presentano fenomeni franosi attivi di scivolamento o di crollo.

All'interno di queste aree sono vietate nuove edificazioni, mentre per gli interventi di ristrutturazione e di bonifica e sistemazione dei versanti in dissesto, dovrà essere eseguita una relazione geologica (geotecnica e/o geomeccanica) che valuti le condizioni di stabilità dei versanti.

Le aree Fa dovranno applicare le norme previste nell'art. 9 delle Norme di Attuazione del P.A.I.

Sono consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;

- gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di restauro e di risanamento degli edifici, così come definiti dall'art.27 comma 1 lettere a), b) e c) della L.R. 12/05;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e di volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
- gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti previo studio geologico, geotecnico e idrogeologico di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'autorità competente.
- Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato del dissesto in essere.

4 C: aree a pericolosità potenziale in caratterizzate da franosità superficiale (aree Fq e Fs del P.A.I.).

Si tratta di aree interessate da dissesti superficiali e di una fascia nel loro intorno.

In funzione dell'elevato rischio, non sono consentiti nuovi interventi edilizi, né eventuali ampliamenti.

Saranno invece da prevedere interventi di messa in sicurezza per salvaguardare l'esistente.

Con il supporto di studi di dettaglio che valutino il rischio, ed un'adeguata progettazione degli interventi di bonifica, potrà essere valutata una ripermetrazione locale della fascia.

Le aree Fq e Fs dovranno applicare le norme previste nell'art. 9 delle Norme di Attuazione del P.A.I.

Sono consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di restauro e di risanamento degli edifici, così come definiti dall'art.27 comma 1 lettere a), b) e c) della L.R. 12/05;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e di volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;

- gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti previo studio geologico, geotecnico e idrogeologico di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'autorità competente.

Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato del dissesto in essere.

12. Conclusioni

Questo lavoro di aggiornamento del precedente studio geologico, ha permesso l'adeguamento alle recenti normative regionali secondo le quali sono state redatte la relazione e le carte allegate.

Oltre ad un adeguamento di tipo formale, è stato possibile considerare anche gli studi che hanno interessato il territorio comunale negli ultimi anni.

Questi hanno fornito informazioni da elaborare unitamente ai dati originali raccolti durante la campagna di rilevamento geologico.

Le carte di fattibilità geologica rappresentano il risultato della valutazione incrociata delle caratteristiche geologiche-geomorfologiche, idrogeologiche, ambientali, del territorio comunale.

In base alle varie classi, vengono fatte delle prescrizioni per poter avere informazioni di dettaglio, alla scala del progetto, utili per la valutazione della fattibilità dell'intervento e la predisposizione di eventuali opere di difesa.

Nelle aree soggetta a vincolo P.A.I., dovranno essere applicate le relative norme previste nelle Norme di Attuazione del P.A.I. .

L'assegnazione di una data zona ad una specifica classe di fattibilità geologica, può essere modificata (arealmente mediante ripermimetrazione, oppure di consistenza mediante cambiamento di classe) solo nel caso che i vincoli di carattere geologico-tecnico gravanti, individuati nel presente lavoro, vengano meno per operazioni di bonifica, sistemazione o mediante studi e verifiche di dettaglio.

Le modifiche delle classi di fattibilità, dovranno essere accompagnate da apposita relazione geologico-tecnica che giustifichi la variazione richiesta.

Dal punto di vista sismico, la procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per gli scenari che fanno riferimento all'amplificazione litologica identificati nel territorio, la possibile amplificazione sismica non risulta superiore ai valori di soglia forniti dalla Regione Lombardia.

Quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa per la categoria di sottosuolo identificata (D.M. 14 gennaio 2008) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.

Le basi cartografiche utilizzate per la cartografia, alle diverse scale mostra delle differenze che ne impediscono la corretta sovrapposibilità, inoltre le cartografie a scala maggiore (1:2000, 1:5000) non contengono un adeguato livello di dettaglio, per questo motivo, i vincoli geometrici (fasce di rispetto), dovranno essere misurati e verificati direttamente in campagna.

Tale studio, costituisce parte integrante dello strumento di pianificazione territoriale ed è esteso a tutta la superficie comunale: non può essere utilizzato come studio di dettaglio per interventi puntuali che dovranno invece essere analizzati singolarmente mediante rilievi ed indagini geognostiche alla scala del progetto, secondo le prescrizioni riportate nei D.M.LL.PP. 11/03/88 e D.M. 14/01/08.

Dott. Geol. Davide Martello

Allegati, pag. 1

Dott. Davide Martello
Studio di Geologia
Via Convento 52/c, Gardone V.T. (BS)
Tel 0308912611