



Regione
Lombardia



COMUNE DI PRESTINE

STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

L.R. del 11 marzo 2005 aggiornamento sismica di cui alla D.G.R. 28 maggio
2008, n.8/7374



A

RELAZIONE GENERALE

COD. 1207291

Maggio 2013

Dott. Geol. Luca M. Albertelli



UFFICI SEDE OPERATIVA: Via Montegrappa, 41 - 24060 Rogno (BG) - Sede Legale: Via Manifattura 29/G - 25047 DARFO B.T.(BS)
Tel.: 0354340011 fax. 0354340011 P.IVA 03480990989 www.cogeo.info e-mail: luca@cogeo.info

INDICE

PREMESSA	3
1 INQUADRAMENTO	4
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
1.3 INQUADRAMENTO METEO CLIMATICO.....	7
2 ASPETTI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI	9
2.1 CARATTERI GENERALI DEI BACINI IDROGRAFICI PRINCIPALI	9
2.2 DETERMINAZIONE PORTATE DI MASSIMA PIENA CENTENARIA.....	11
2.3 REGIME PLUVIOMETRICO	11
2.4 RETTE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA	11
2.5 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI	12
2.6 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE	12
2.7 FORMULE PER IL CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA.....	12
2.8 COMMENTO ALLE VERIFICHE IDRAULICHE.....	14
2.9 ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	15
3 ASPETTI GEOTECNICI E GEOMECCANICI	17
4 AGGIORNAMENTO SISMICO	23
4.1 ANALISI DEL COMUNE DI PRESTINE.....	23
5 AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO	26
6 FASE DI PROPOSTA	28

TAVOLE

- A Relazione generale (presente documento)
- B Norme geologiche
- Tavola 01: Carta della pericolosità sismica locale (scala 1:10.000)
- Tavola 02: Carta dei vincoli (scala 1:10.000)
- Tavola 03: Carta di sintesi (scala 1:10.000)
- Tavola 04: Carta di sintesi sul territorio urbanizzato (scala 1:2.000)
- Tavola 05: Carta di fattibilità (scala 1:10.000)
- Tavola 06: Carta di fattibilità sul territorio urbanizzato (scala 1:2.000)
- Tavola 07: Carta del dissesto con legenda uniformata PAI (scala 1:10.000)

PREMESSA

Il Comune di Prestine (BS) è dotato dello Studio Geologico a supporto del Piano Regolatore Generale art.2 legge n. 41/97, redatto dal Dott. Geol. Albertelli Luca adottato dal Consiglio Comunale con deliberazione 29 del 9 dicembre 1999 e successivamente integrato nel settembre 2002.

In questa fase, lo scrivente è stato incaricato dal Comune di Prestine, di aggiornare, integrare ed adeguare lo studio geologico esistente ai sensi della D.G.R. 22 Dicembre 2005, n. 8/1566 “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n.12” e successivi aggiornamenti di cui alla D.G.R. 28 Maggio 2008, n. 8/7374, per i soli aspetti sismici e di completamento della carta di fattibilità geologica e di sintesi a supporto del nuovo Piano di Governo del Territorio.

Il lavoro di adeguamento e di integrazione dello studio geologico è stato pertanto condotto seguendo le indicazioni fornite dalla Regione Lombardia, in accordo con i criteri di cui sopra, ed è consistito essenzialmente in:

- Redazione della Carta di Pericolosità Sismica alla scala 1:10.000 per tutto il territorio comunale;
- Redazione della Carta dei Vincoli in scala 1:10.000 per tutto il territorio comunale utilizzando il Reticolo Idrico e la Carta del Dissesto con legenda uniformata PAI ;
- Redazione della Carta di Sintesi in scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale;
- Redazione della Carta di Sintesi in scala 1:2.000 su volo aerofotogrammetrico;
- Redazione della Carta di Fattibilità alla scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale;
- Aggiornamento della Carta di Fattibilità alla scala 1:2.000 su volo aerofotogrammetrico;
- Aggiornamento dalla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata Pai alla scala 1:10.000 dove sono stati inseriti esclusivamente i Dissesti inseriti nella Legenda PAI.

Il presente lavoro si compone pertanto degli elaborati e delle tavole grafiche che seguono:

- A-Relazione Generale (presente documento);
- B-Norme Geologiche di Piano;
- 01- Carta della Pericolosità Sismica Locale in scala 1:10.000 su CTR;
- 02- Carta dei Vincoli in scala 1:10.000 su CTR;
- 03- Carta di Sintesi in scala 1:10.000 su CTR;
- 04-. Carta di Sintesi di Dettaglio in scala 1:2.000 su volo aerofotogrammetrico;
- 05- Carta della Fattibilità in scala 1:10.000 su CTR;
- 06- Carta della Fattibilità di Dettaglio in scala 1:2.000 su volo aerofotogrammetrico;
- 07- Carta del Dissesto con Legenda Uniformata PAI su CTR.

Il presente studio apporta due modifiche alle aree PAI rispetto alla precedente Carte PAI, che verranno descritte nel paragrafo Fase di proposta: Carta con Legenda Uniformata PAI.

1 INQUADRAMENTO

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Prestine occupa la porzione più settentrionale del territorio della Val Grigna, una Valle minore in sinistra orografica della Vallecamonica, in provincia di Brescia. La sua estensione è di circa 16 Km² e si sviluppa prevalentemente in direzione WNW-ESE, attraversando una fascia di territorio montano che segue longitudinalmente l'andamento del torrente che incide la Valle di Croce Domini, la Valle di Campolaro e la Valle delle Valli (torrente Grigna). Nella porzione di territorio più orientale, i limiti comunali superano lo spartiacque del Passo Croce Domini, comprendendo quindi anche parte della Valle di Cadino. Il Comune è composto da un nucleo abitativo principale situato a quota circa 600 m.s.l.m., in prossimità della confluenza della Valle di Prestello con La Valle delle Valli e da piccole località distribuite sul territorio e raggiungibili attraverso le strade secondarie che si collegano alla SS345, la più importante di queste è senz'altro la località Campolaro, posta a quota si circa 1400 m.s.l.m, sul versante in destra orografica della Valle delle Valli.

La conformazione del territorio deriva principalmente dall'assetto geologico e strutturale delle masse rocciose che vi affiorano, ovvero dalla loro erodibilità nei confronti degli agenti esogeni.

Il territorio comunale confina a Nord con il Comune di Breno, a Ovest e Sud con Bienno, a Est con Bagolino. Altimetricamente le quote del territorio in esame si sviluppano da circa quota 520 m in prossimità del centro abitato, salendo progressivamente lungo il Pian di Campo fino ad arrivare al Monte Trabucco di quota 2230,5 m, con un'escursione altimetrica di circa 1500 m.

Il territorio comunale è rappresentato nella Cartografia Tecnica Regionale nel Foglio D4 Breno, alla scala 1:50.000, e nelle Tavole IGM: 34 I NE e 34 I SE, alla scala 1:25.000. Per il lavoro di rilevamento sono state utilizzate le Sezioni D4c2 Breno Sud, D4d2 Breno Est e D4d3 Passo Croce Domini, alla scala 1:10.000.

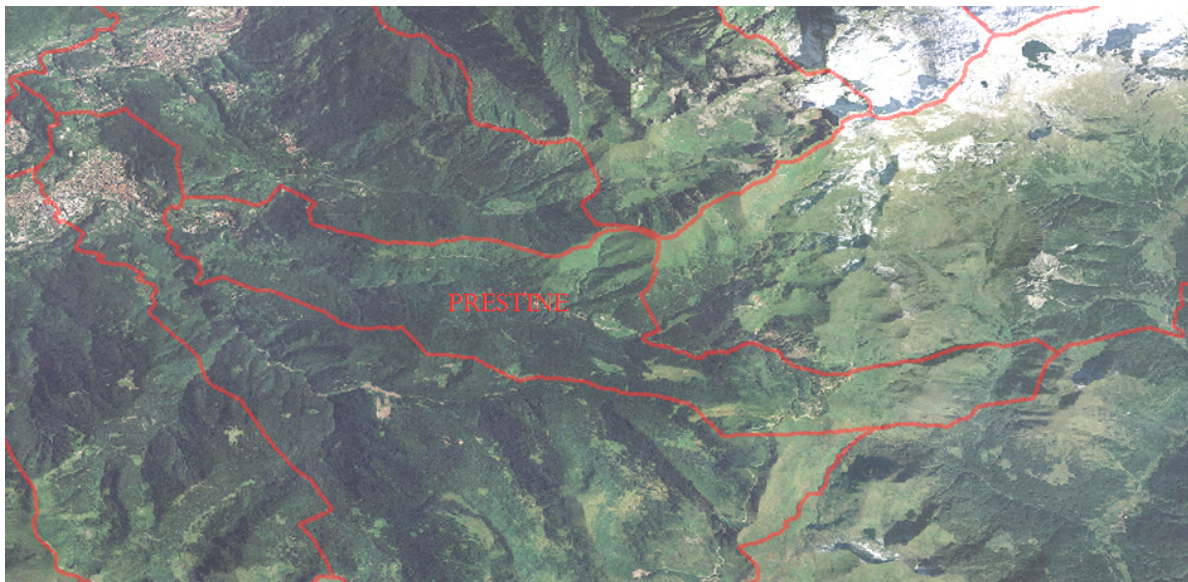


Fig. 1 Inquadramento geografico comunale

1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Prestine si trova in sinistra orografica della media Valle Camonica, nella parte più settentrionale della Val Grigna, dove la potente Successione Permo-Triassica ricopre in discordanza il Basamento Cristallino Sudalpino. Quest'ultimo, appartiene al gruppo dei Micascisti del Maniva, rappresentati da gneiss e micascisti che occupano una parte rilevante ad Est della bassa Valle Camonica (nel territorio investigato tale Formazione rocciosa non è affiorante).

Gli studi condotti sull'area rilevata hanno portato alla definizione di un quadro generale della stratigrafia articolato nella Formazione permiana del Verrucano Lombardo ed in quelle triassiche che vanno dal Servino al Calcare di Esino.

La Formazione del Verrucano Lombardo (Permiano superiore) è di ambiente continentale ed è costituita da conglomerati grossolani a ciottoli di natura quarzosa e porfirica di colore rosso, alternati ad arenarie rosse e siltiti. La matrice siltoso-arenacea è abbondante ed intensamente colorata di rosso. Essa affiora con ripide pareti sul fondovalle e sui fianchi della Valle delle Valli ad Ovest della presa idroelettrica della Società Tassara. Con forme meno aspre si presenta anche nella zona compresa fra Malga Fontaneto, Travagnolo e Malga Cogolo, dove per la maggior parte risulta coperta da materiale di origine glaciale.

Lungo il suo limite superiore essa passa ad una Formazione prevalentemente marnoso-arenacea, denominata Servino (Scitico). Quest'ultima è costituita da marne arenacee con intercalati livelli di calcari oolitici rossastri con gasteropodi, assieme alle quali sono presenti anche livelli di arenarie e siltiti micacee laminate, con marne e calcari marnosi grigio-verdi. Nella parte inferiore si ha prevalenza di arenarie quarzoso-micacee a cemento dolomitico ben stratificate, di colore grigio-rossastro, alternate con dolomie arenacee giallastre o brune e con dolomie marnoso-arenacee policrome in strati sottili, suddivisi in lamine. Ad esse fanno seguito calcari rossastri o grigiastri a stratificazione ben distinta, con ooliti e intraclasti, in banchi di 40-80 cm. Seguono verso l'alto marne, argilliti e siltiti verdi, o più raramente rosse, sovente micacee, in strati da 20 a 40 cm, finemente suddivisi in lamine fissili.

I limiti di questa Formazione sono rappresentati al tetto dalla Carniola di Bovegno; il passaggio fra le due unità è stato posto, nell'area studiata, in corrispondenza della comparsa del primo banco di dolomie. La minore resistenza fisico-meccanica della carniola e delle litologie appartenenti alla Formazione terrigena del Servino, determina in affioramento un contrasto morfologico segnato dalla diversa competenza delle due Formazioni. A tal proposito si ricorda anche che la rovina di Serla è impostata essenzialmente nella fascia di affioramento dei litotipi appartenenti alla Carniola, dove essa si presenta intensamente tettonizzata e ridotta allo stato di breccia tettonica.

La Carniola è costituita da calcari dolomitici vacuolari grigio-giallastri, a stratificazione indistinta, passanti a breccie giallastre generalmente minute; i vacuoli contengono spesso materiale argilloso-terroso. Gli affioramenti presentano spesso alternanze di zone costituite prevalentemente da rocce calcaree aventi una certa compattezza e porzioni di rocce con grado di alterazione tale che il comportamento meccanico risulta assimilabile a quello di un terreno (valori di risposta allo sclerometro inferiori a 20 Mpa).

A tal proposito non è stato possibile effettuare una zonazione tra questi due differenti comportamenti, in quanto le alternanze sono irregolari e dell'ordine del metro, per cui un affioramento anche di modesta estensione può essere costituito per buona parte (si è stimato circa 50%) dalla porzione alterata.

La Formazione della Carniola di Bovegno si trova in contatto stratigrafico superiore con quella del Calcare di Angolo, il quale presenta caratteristiche reologiche più rigide.

Quest'ultima affiora limitatamente ad alcuni punti prossimi al centro abitato del Comune di Prestine, nei pressi del Santuario, ma è fortemente presente anche nella parte iniziale della carrareccia che conduce all'opera di presa della Valle delle Valli, come del resto lungo la SS345. Essa è caratterizzata da una ritmica alternanza di calcari neri in straterelli di spessore variabile alternati ad argilliti carboniose nerastre finemente laminate che possono raggiungere alcuni centimetri di spessore. Gli straterelli si presentano, in questa zona, generalmente fratturati e pieghettati, a causa dell'intrusione del vicino plutone dell'Adamello che ha fortemente variato la giacitura e l'assetto tettonico delle formazioni sedimentarie preesistenti.

Il calcare di Angolo si può osservare sul fianco sinistro della Valle di Prestello, da cui si estende verso l'alto formando l'ossatura della dorsale del Doss del Zuf, sulla quale si arrampica la strada per Bazena. In questa zona esso si presenta spesso molto piegato e fratturato, solcato da numerose faglie per lo più di non grande importanza, e quasi sempre fortemente piritizzato. Col suo detrito il calcare anisico ricopre tutto il pendio del fianco sinistro della valle, ad eccezione dei tre affioramenti di carniola in corrispondenza ai calanchi.

La Formazione sedimentaria di età anisica successiva al Calcare di Angolo, è quella del Calcare di Prezzo, costituita prevalentemente da calcari marnosi neri, compatti, a stratificazione per lo più di 20-25 cm, alternati ritmicamente con marne, marne calcaree, argilliti carboniose nerastre tenere, in pacchi di 15-20 cm fino a oltre un metro. Il limite superiore è sempre indicato dalla scomparsa dei livelli marnosi neri e dalla contemporanea comparsa di calcari ben stratificati, con noduli di selce, del Calcare di Buchenstein.

La Formazione di Buchenstein comprende calcari compatti da grigi a nerastri, fossiliferi, talora bernoccoluti e con rari ma grossi noduli e liste di selce, ma sempre con strati ben marcati ed a volte a lastre. Localmente si possono incontrare intercalazioni di arenarie tufacee verdastre, siltiti e marne. Caratteristica è la presenza di porfiriti. Il limite superiore con la Formazione di Wengen, è per lo più graduale, per la presenza di un'alternanza fra i calcari nodulari a selce e le marne nere tipiche di detta formazione.

La Formazione di Wengen è costituita da marne e calcari nerastri, arenarie e siltiti grigio-verdi, talora tufacee, con locali intercalazioni di argilliti scure; la stratificazione è generalmente sottile. In Valle Camonica, in corrispondenza con il limite superiore, il passaggio con il Calcare di Esino è per lo più molto netto e caratterizzato dalla comparsa di calcari ceroidi biancastri massicci.

I calcari della Formazione di Esino comprendono anche calcari dolomitici e dolomie da grigio-chiari a scuri, nocciola, bianchi, talora rosati, a stratificazione per lo più indistinta o potente.

Il calcare di Esino è infine la formazione triassica più recente nel Comune di Prestine. Essa è presente solo in un lembo occidentale del territorio comunale.

L'assetto strutturale delle formazioni affioranti è fortemente condizionato dall'azione di molte faglie soggette ad un regime distensivo e trascorrente, risalenti al Triassico sommitale ed al Giurassico inferiore, le quali hanno determinato la tipica configurazione paleogeografica in depressioni bacinali delimitate da aree relativamente poco profonde (struttura a Horst e Graben).

Risalendo il Pian di Campo, prima di raggiungere le pendici del Monte Trabucco, è già possibile trovare affioramenti sparsi delle rocce plutoniche che costituiscono le propaggini meridionali del massiccio dell'Adamello. Prevalgono facies dioritiche e granodioritiche. La struttura è in genere granulare, olocristallina, a grana media, ma in tutto questo estremo settore meridionale del plutone una notevole variabilità di grana cristallina si accompagna alla varia gamma delle differenziazioni. L'azione termica legata all'evento intrusivo, ha provocato, nella zona prossima alla corona di contatto, una graduale depigmentazione dei letti calcarei del Calcare di Angolo ed una ricristallizzazione di intensità proporzionale alla vicinanza del contatto. I calcari appaiono trasformati in rocce saccaroidi, con scarsi minerali di neoformazione.

Infine, il territorio investigato risulta in più punti interessato da depositi superficiali che ricoprono le successioni viste in precedenza. Tali depositi, nella maggior parte dei casi, sono costituiti da materiale di origine glaciale, caratterizzato da grossi blocchi tonalitici immersi in una matrice sabbiosa, ghiaiosa e limosa. I depositi glaciali sono particolarmente diffusi nelle convalle laterali della Val Grigna, dove si rinvengono spesso in terrazzi disposti a gradinate e talora in lembi isolati con massi erratici sparsi. A tale proposito si è rilevata la presenza di depositi di ablazione e di contatto che hanno subito un forte rimaneggiamento post deposizionale, in particolare ad opera della gravità o delle acque correnti; pertanto è difficile ricostruire la loro genesi e geometria.

Per quanto riguarda i depositi fluvioglaciali, si tratta di materiale molto caotico che va dalle sabbie più o meno fini alle ghiaie. I ciottoli delle ghiaie sono di natura molto varia e comprendono elementi di rocce del Paleozoico, del Terziario e del plutone adamellino.

Numerosi sono anche i depositi costituiti da detrito di falda, che si rinvengono in vaste fasce ai piedi di pareti rocciose, dove avviene l'accumulo di blocchi di varie dimensioni staccatisi per frane di crollo o per gravità. Generalmente tali depositi sono costituiti da blocchi spigolosi, ghiaia e ciottoli con subordinata matrice sabbiosa. Lungo i canali coincidenti spesso con fratture, si generano coni di detrito che vengono mantenuti in attività anche dalle numerose slavine che si staccano nei periodi primaverili.

I depositi alluvionali sono presenti in quantità non rilevanti lungo gli alvei torrentizi, le alluvioni di fondovalle sono sicuramente post-glaciali.

Poco frequenti sono anche i depositi lacustri torbosi, rilevati soprattutto in alta quota in corrispondenza di spazi umidi subpianeggianti, i quali testimoniano la presenza residuale di terreni glaciali ricchi di materiale organico ed ora soggetto a decomposizione.

Nel territorio comunale sono stati riconosciuti anche numerosi depositi eluvio-colluviali presenti lungo i versanti; lo spessore di questi ultimi è spesso ridotto e consente in molti punti l'affioramento del substrato roccioso.

1.3 INQUADRAMENTO METEO CLIMATICO

Lo studio del territorio comunale in funzione della pianificazione, non può prescindere dalla conoscenza dei dati meteorologici e climatici, soprattutto per la previsione di eventi eccezionali con tempi di ritorno molto lunghi. In questo paragrafo vengono forniti dati di valutazione principalmente a scala sovracomunale ed interpretabili a scala comunale, riferiti ai valori di piogge medie mensili ed annue, piogge di breve durata e forte intensità, precipitazioni nevose, temperature.

Per quanto attiene le precipitazioni medie annue, nella provincia di Brescia si riconoscono tre zone caratteristiche:

- Zona di pianura: precipitazioni in genere comprese tra i 700 e i 1100 mm, crescenti con leggero gradiente avvicinandosi alla zona pedemontana
- Zona intermedia: precipitazioni comprese tra i 1000 e i 1500 mm, crescenti con l'aumento di quota
- Zona montana: si estende tra il crinale alpino e quello prealpino con precipitazioni comprese fra i 1000 ed i 1800 mm.

L'influenza orografica concorre in modo determinante alla formazione di aree con diverso valore delle precipitazioni annue. La Valle Camonica, avendo un'ampiezza maggiore in senso trasversale rispetto alle altre valli principali, presenta una notevole diminuzione delle precipitazioni annue, passando da valori prossimi ai 1800 mm (sul crinale) a valori inferiori a 1000 mm (sul fondo valle). In sostanza, l'esame delle isoiete totali annue evidenzia una distribuzione delle precipitazioni notevolmente influenzata dall'orografia dominante e dai rapporti sussistenti tra le correnti aeree di diversa provenienza. Inoltre l'orografia ed i venti prevalenti contribuiscono a creare zone con diversa equazione della retta di possibilità climatica.

Il comune di Prestine, in tal senso può considerarsi compreso in una fascia climatica di tipo continentale alpino, con un regime pluviometrico caratterizzato da valori di altezza di pioggia massimi nei mesi estivi e minimi in quelli invernali. Le precipitazioni chiaramente crescono di intensità con l'aumento di quota.

A grande scala le precipitazioni medie annue sono comprese tra 1000 e 1800 mm. Per le osservazioni più dettagliate sulle piogge sono stati presi in considerazione i dati delle stazioni meteo del Servizio Idrografico più vicine. Per quanto riguarda la parte del comune a quote più basse si fa riferimento alla stazione di Breno, mentre per la parte alta si è scelta la stazione di Gaver. Sono state esaminate piogge brevi ed intense, cioè quelle di 1-3-6-12-24- ore di massima intensità che si sono verificate ogni anno per l'intervallo di anni che va dal 1951 al 1971, comprensivo quindi dell'evento piovoso eccezionale del 1960. Le curve così ricavate mettono in evidenza come l'altezza di precipitazione di 120 mm relativa alle 24 ore del 1960 abbia un tempo di ritorno di circa 60 anni.

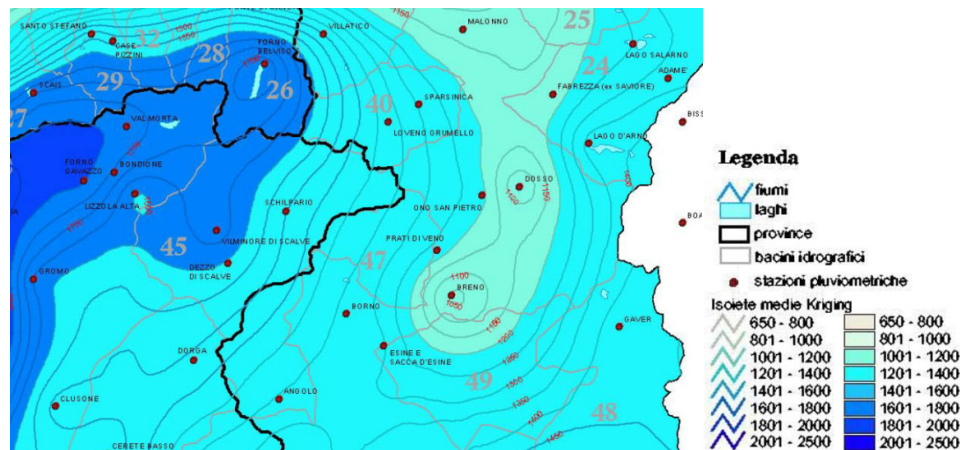


Fig. 2 Stralcio della Carta delle Precipitazioni medie del territorio alpino

Per quanto riguarda il vento, esso non costituisce un fattore climatologico rilevante, in quanto prevalgono le condizioni di calma e comunque, quando presente, esso ha velocità quasi sempre inferiori a 2 m/s. Una costante di rilievo è la direzione del vento, che segue la morfologia delle vallate principali, andando da Est ad Ovest e viceversa, con una netta predominanza per i venti proveniente da Nord-Est.

Le precipitazioni nevose hanno una notevole importanza sul territorio comunale e particolarmente nell'alta Valle di Croce Domini.

La quantità di precipitazioni totali annue nell'area è attorno ai 1050-1200 mm (dati ERSAL art.12 comma 2 legge 24 febbraio 1992, n.225).

Per quanto riguarda i temporali, essi si distribuiscono da marzo a novembre, con maggior frequenza in giugno, luglio ed agosto, mentre la distribuzione giornaliera comprende un massimo nelle ore centrali del giorno ed un minimo al mattino.

2 ASPETTI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI

2.1 Caratteri generali dei bacini idrografici principali

Il territorio comunale di Prestine si sviluppa prevalentemente seguendo la Valle delle Valli, che presenta orientazione E-W. Nella parte più orientale il limite comunale interseca trasversalmente la valle di Bazenina e quella di Cadino. Solo nella parte di territorio prossima al centro abitato di Prestine il Torrente Prestello confluisce nella Valle delle Valli.

Dal punto di vista idrologico i due corsi d'acqua differiscono in energia disponibile per effettuare trasporto solido, in particolare, la Valle di Prestello presenta nel suo tratto finale, poco prima della confluenza con la Valle delle Valli minori quantità di materiale detritico in alveo, con volumi che difficilmente raggiungono il mezzo m³, mentre per la Valle delle Valli sono evidenti massi e blocchi di dimensioni anche maggiori del m³, a sottolineare una maggiore energia del corso d'acqua. Questa differenza appare spiegabile con le diverse pendenze dei due corsi d'acqua, poiché la Valle di Prestello per il tratto compreso tra la confluenza con la Valle delle Valli e la località Degna presenta minori escursioni di quota e quindi minori pendenze, ed in questo tratto del corso d'acqua avviene la maggior deposizione del materiale detritico.

Per quanto riguarda la caratterizzazione idrologica del bacino principale di Valle delle Valli, si può innanzitutto considerare l'estensione dello stesso, che risulta essere pari a 20,5 Km², la quota più elevata, che è di 2430m s.l.m., relativa al monte Frerone, con una lunghezza dell'asta fluviale di 11,5 Km. Nel suo insieme il corso d'acqua non presenta rilevanti affluenti quanto una serie di piccoli torrenti con ridotto grado di gerarchizzazione. Per quanto riguarda le caratteristiche morfometriche si può senz'altro considerare il fattore di forma del bacino, al momento che assume un aspetto molto allungato, che contribuisce alla riduzione del tempo di corrivazione, a favore quindi di una minor quantità d'acqua che può affluire alla sezione di chiusura. La diffusa presenza di copertura superficiale, nonché la rilevante abbondanza di affioramenti di Carniola di Bovegno, costituiscono fattori favorevoli ad una riduzione del coefficiente di deflusso, che condiziona in modo diretto la quantità di acqua che defluisce, nel tempo di corrivazione attraverso la sezione di misura. Per contro, si denota una rilevante pendenza media dell'asta torrentizia, con pendenze tali da generare considerevoli fenomeni sia di erosione che di trasporto in massa di detrito. Anche nella parte terminale del corso d'acqua, in prossimità del paese, si evidenzia un'intensa azione erosiva dello stesso, con rilevanti lesioni alle arginature e scalzamenti al piede delle opere idrauliche. Per quanto riguarda i dati morfometrici più caratteristici si sono determinati il coefficiente di uniformità, il rapporto di circolarità ed il rapporto di allungamento.

R_u = coefficiente di uniformità; relativo al rapporto tra il perimetro del bacino e la circonferenza del cerchio di uguale area, nel caso in esame tale parametro è risultato essere di 1,34.

R_c = rapporto di circolarità; determinato come rapporto tra l'area del bacino e l'area del cerchio di uguale perimetro. Nel caso in oggetto tale parametro risulta essere pari a 0,54.

R_a = rapporto di allungamento; consistente nel rapporto tra il diametro del cerchio di uguale area S e la lunghezza dell'asta fluviale principale. $R_a = 0,44$.

I parametri determinati, appena descritti, evidenziano l'irregolare forma del bacino, molto allungata; infatti, valori dei coefficienti prossimi all'unità sarebbero relativi a bacini molto racchiusi e perfettamente circolari.

Per quanto riguarda il numero d'ordine dell'asta fluviale principale si è determinato un numero d'ordine di 4, che risulta elevato per la condizione di corso d'acqua alpino. Tale aspetto è direttamente legato alle diverse litologie che caratterizzano il bacino nella sua estensione. In particolare si possono distinguere tre zone principali, una centrale dove risulta prevalente l'affioramento delle rocce appartenenti alla Formazione del Servino, che presenta caratteristiche di permeabilità ridotte, con una propensione all'erosione tutto sommato ridotta, in questa parte del bacino infatti sono presenti pochi rami secondari all'asta fluviale (zona tra Ronzone e Case Serla). A questa fa seguito una parte centro-alta del bacino, caratterizzata invece da consistenti ramificazioni e reticoli idrografici; in questa porzione di territorio è infatti affiorante la Carniola di Bovegno, con caratteristiche di permeabilità medie che risulta facilmente erodibile e quindi genera il tipico aspetto a calanchi. Inoltre per la porzione di territorio in destra orografica a Valle delle Valli, e nello specifico lungo le pendici del monte Trabucco, l'affioramento del Calcere di Angolo ha risentito in modo consistente della presenza delle intrusioni dell'Adamello e risulta quindi molto fratturato e disgregato con la conseguente formazione di una serie di aste minori. Quest'area centro-alta del bacino si può considerare compresa tra Case di Serla e Passo di Croce Domini. La parte terminale del bacino, nel tratto compreso tra Bazena e il Monte Frerone risulta caratterizzato dalla presenza di aste torrentizie con minor grado di gerarchizzazione, in ragione della maggior presenza e abbondanza delle rocce intrusive del plutone dell'Adamello, difficilmente erodibili e con un grado di permeabilità da basso a medio.

Oltre alla diversa erodibilità e permeabilità di queste tre differenti zone va sottolineata anche il rispettivo diverso coefficiente di deflusso, che risulterà maggiore nelle zone dove il substrato è affiorante o subaffiorante, con ridotta copertura e bassa permeabilità del substrato roccioso stesso. Quindi è verosimile supporre che si abbiano coefficienti di deflusso bassi nella porzione centro alta del bacino, per la presenza di una diffusa copertura glaciale e detritica, nonché per l'affioramento della Carniola di Bovegno, mentre lo stesso parametro risulterà più elevato per la parte terminale del bacino.

Per quanto riguarda la Valle di Prestello, valgono le stesse considerazioni fatte per il bacino di Valle delle Valli, con particolare riferimento ai rapporti di circolarità, di uniformità e di allungamento, che anche in questo caso si discostano notevolmente dall'unità, sottolineando la forma allungata del bacino.

Diverso è invece il grado di gerarchizzazione, che risulta molto più accentuato, con un numero di aste secondarie maggiore, mentre solo nella parte terminale del bacino, in prossimità delle pendici montuose del Monte Frerone, si evidenzia una situazione simile a quella del bacino di Valle delle valli.

2.2 Determinazione portate di massima piena centenaria

Per determinare la portata di massima piena prevedibile di un corso d'acqua ci si basa sulle risultanze di uno studio del regime pluviometrico di tipo statistico, in base alle precipitazioni intense.

L'elaborazione delle piogge in funzione del tempo di ritorno, cioè della possibilità di verificarsi nell'arco di un periodo di tempo, collegata alle caratteristiche morfologiche, geologiche ed idrogeologiche del bacino idrografico, porta a valutare la massima piena prevedibile.

Nel caso in esame è stato eseguito il calcolo delle piene per eventi climatici con tempo di ritorno pari a 100 anni.

2.3 Regime pluviometrico

Lo studio del Regime Pluviometrico è stato eseguito sulla base dei dati di pioggia relativi a eventi di forte intensità e breve durata (1-3-6-12-24 ore) relativi alla stazione pluviografica di Breno (dati desunti dallo "studio delle precipitazioni intense in Provincia di Brescia e verifica funzionale della rete pluviometrica esistente" Provincia di Brescia 1985). Prossima al territorio comunale è la stazione di Gaver, per la quale i valori registrati non sono completi, mancando alcuni anni di misurazione. Lo studio delle piogge di breve durata e forte intensità (necessario per i dimensionamenti idraulici) è stato svolto secondo una metodologia di tipo statistico, per giungere alla determinazione di curve di possibilità climatica relative a diversi tempi di ritorno T utilizzando il modello statistico di Gumbel, che consente una buona accuratezza dei dati ottenuti ed una semplicità di utilizzo delle formule. In pratica si tratta di definire, partendo dalle osservazioni registrate ai pluviografi, un'espressione algebrica che rappresenti, per ogni durata di pioggia, il massimo valore delle precipitazioni che viene superato mediamente una volta ogni T anni.

In genere si adotta un'espressione monomia, del tipo $h=at^n$ in cui h e' l'altezza di pioggia espressa in mm, t è la corrispondente durata in ore, a ed n sono due coefficienti numerici che caratterizzano la curva.

2.4 Rette di possibilità climatica

Le rette di possibilità climatica, per i diversi tempi di ritorno, sono le seguenti:

per Tr = 10	H = 47.30 T ^{0,234}
per Tr = 25	H = 56.08 T ^{0,228}
per Tr = 50	H = 62.60 T ^{0,225}
per Tr = 100	H = 69,08 T ^{0,222}
per Tr = 200	H = 75.53 T ^{0,220}
per Tr = 500	H = 84.04 T ^{0,217}
per Tr = 1000	H = 90.47 T ^{0,215}

I valori di altezza di precipitazione che si ottengono utilizzando le relazioni riportate, contengono in realtà un errore, in quanto esse considerano il solido di precipitazione come uniformemente distribuito su tutta l'area, non tenendo conto della distribuzione disuniforme delle precipitazioni.

I parametri a ed n sono quindi stati corretti secondo il metodo della conservazione dell'invarianza di scala attraverso le relazioni di Colombo, avendo a disposizione una sola stazione di misura.

2.5 Considerazioni preliminari

In questa sezione del lavoro viene effettuato lo studio idrologico per la determinazione delle portate di massima piena di possibile afflusso alle sezioni di chiusura, che è stata presa in prossimità del centro abitato di Prestine.

La portata è stata calcolata per un evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni, utilizzando quindi la curva di possibilità climatica precedentemente calcolata e variando i parametri a ed n in funzione dell'area sottesa alla sezione di chiusura considerata.

Il tempo di corrivazione del bacino è stato valutato con le formule di Pasini e di Giandotti, mentre per il calcolo della portata di piena è stato utilizzato il metodo razionale della FAO. Per confronto sono stati eseguiti anche calcoli utilizzando altre formule, tra cui: Turazza, Giandotti e Visentini, Giandotti e Visentini adattata ai piccoli bacini e Forti; essi non sono stati riportati in questa relazione.

2.6 Calcolo del tempo di corrivazione

Si ricorda che si intende per tempo di corrivazione (T_c) rispetto ad una determinata sezione del corso d'acqua, il tempo necessario perché una particella d'acqua possa giungere dal punto più lontano del bacino fino alla sezione considerata.

La mancanza di dati appropriati non consente la misura di questo parametro che assume un ben preciso significato fisico e per la sua determinazione si ricorre quindi alle seguenti relazioni:

Formula del Pasini

$$T_c = \frac{0,108\sqrt[3]{SxL}}{\sqrt{i}}$$

T_c = tempo di corrivazione (ore)
 S = superficie del bacino (Km^2)
 L = lunghezza dell'asta fluviale (Km)
 i = pendenza media dell'asta fluviale

Formula del Giandotti

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_m}}$$

T_c = tempo di corrivazione (ore)
 S = superficie del bacino (Km^2)
 L = lunghezza dell'asta fluviale (Km)
 H_m = altitudine media del bacino (m)

I valori che così si ottengono presentano discordanze accettabili, dal momento che entrambi considerano il tempo di corrivazione influenzato dall'estensione del bacino e dalla lunghezza dell'asta fluviale, mentre assegnano il ruolo di terza variabile rispettivamente una alla pendenza media dell'asta fluviale e l'altra all'altitudine media del bacino. Sui valori così ricavati è stata calcolata la media aritmetica che rappresenta il valore adottato come tempo di corrivazione del bacino considerato, che consente di determinare l'altezza di pioggia critica utilizzando le rette di possibilità pluviometrica relativa ai tempi di ritorno in oggetto.

2.7 Formule per il calcolo della portata di massima piena

Come già accennato, il calcolo della portata di massima piena è stato eseguito applicando diverse formule, in considerazione comunque del fatto che l'evento di massima piena si ha dopo un tempo dall'inizio della pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino come precedentemente calcolato:

Formula di Turazza:

$$Q = \frac{KmH10^{-3}}{(t + Tc)3600} S10^6$$

Q è la portata in mc/sec
 K è il coefficiente di afflusso
 m è il coefficiente di piena
 H è l'altezza delle precipitazione caduta nel Tc (pioggia critica) (mm)
 t è la durata della pioggia più pericolosa in ore, posta pari al Tc (ore)
 Tc è il tempo di corrivazione del bacino ore)
 S è la superficie del bacino tributario (Kmq)

Formula di Giandotti e Visentini

$$Q = \frac{KHS}{Tc}$$

Tc = tempo di corrivazione (ore)
 S = superficie del bacino (Km²)
 H = altezza di pioggia critica (metri)
 K = coeff. in base alla superficie del bacino (A<50 Km² K=380 - Magistrato del Po)

Formula di Giandotti e Visentini adattata per piccoli bacini

$$Q = \frac{0,278\psi\gamma H}{\lambda Tc} A$$

ψ = coefficiente di riduzione delle precipitazioni
 γ = rapporto tra portata di colmo e portata media durante l'evento di piena
 λ = rapporto tra durata di piene e Tc
 Per esempio se A<300 Km² si consigliano rispettivamente 4, 0.5, 10.
 H = altezza di pioggia critica (m)
 A = Area del bacino (Km²)
 Tc = tempo di corrivazione (ore)

Formula di Forti

$$Q = a \frac{500}{A+125} + b \quad (m^3/sec Km^2)$$

a, b = coeff. di riduzione in base alla precipitazione massima in 24 ore (per esempio in bacini montani con 200 mm di pioggia in 24 ore > a=2,35 b=0.5)
 A = Superficie del bacino (Km²)

Metodo razionale proposto dalla FAO

$$Q = \frac{cHA}{Tc 3,6}$$

c = coefficiente di deflusso (funzione del suolo e dei tipi di colture)
 H = altezza di pioggia critica (mm)
 Tc = tempo di corrivazione (ore)
 A = area del bacino (Km²)

I valori che si ottengono dalle relazioni di Forti e di Giandotti e Visentini sono troppo cautelativi, non rappresentando un valore realistico, poiché non considerano il valore di deflusso delle precipitazioni.

Conducono invece a valori simili le relazioni di Turazza e della FAO; in tal caso viene adottata come portata di progetto quella ricavata dalla formula razionale della FAO, considerando che sia la più idonea per il bacino in esame, adottando un tempo di corrivazione medio tra i due calcolati.

Si determinano quindi delle portate di massima piena centenaria rispettivamente di:

-Valle delle Valli = 60 m³/sec.

-Valle di Prestello = 39,69 m³/sec.

Nel complesso quindi confluiscono nel tratto d'asta fluviale che attraversa l'abitato di Prestine circa 100 m³/sec, in caso di evento eccezionale. Questi valori così calcolati sono sicuramente molto cautelativi, ma costituiscono

L'unico dato che si possa ricavare sulle portate delle due valli, dal momento che non esistono misurazioni di portata dalle quali derivare un idrogramma di piena e dal momento che non esistono dati diretti da raccogliere sul terreno che evidenzino le tracce di un evento di piena eccezionale al quale correlare i dati di piovosità delle stazioni meteorologiche.

2.8 Commento alle verifiche idrauliche

L'analisi condotta successivamente al calcolo delle portate centenarie appena descritto è stata quella relativa alla verifica delle sezioni di deflusso, con attenzione prevalente all'abitato di Prestine. Sono state quindi verificate le sezioni di deflusso dei ponti esistenti ed alcune sezioni caratteristiche che possono costituire pericolo.

L'analisi della portata defluibile attraverso le sezioni considerate è stata verificata adottando la teoria del moto uniforme e considerando di conseguenza il coefficiente di scabrezza relativo all'alveo e alle sponde, nonché il raggio idraulico e la pendenza del corso d'acqua nel tratto esaminato. Tali relazioni portano tuttavia ad un considerevole errore nella stima della velocità teorica alla sezione di deflusso, poiché si vengono a calcolare velocità anche superiori ad 8 m/sec che non hanno ragione di esistere. In tal caso infatti il corso d'acqua, data la sua rilevante pendenza (10% circa) si trova in condizioni di corrente veloce, con pendenza dell'alveo maggiore di quella critica, pertanto il pelo libero della corrente non può essere assunto parallelo al fondo dell'alveo. Inoltre il consistente trasporto solido operato dal torrente, che anche nel tratto del centro abitato appare in grado di movimentare massi del volume superiore ad 1mc costituisce un elemento importante nella dinamica di deflusso delle acque, ed in particolare incide significativamente sulla velocità delle stesse riducendole di molto. La presenza di strozzature o curve a raggio ristretto nonché di ponti a luce insufficiente costituiscono dei rallentamenti anche improvvisi che determinano dei risalti idraulici nel profilo del pelo libero del corso d'acqua. Si è deciso pertanto di considerare in relazione ai diversi coefficienti di scabrezza considerati nelle varie sezioni esaminate, una velocità massima del corso d'acqua di 3,5-4,5 m/sec, relativa ai tratti rettilinei e con le condizioni di fondo e di sponda favorevoli ad un buon deflusso. Mentre si sono assunti come valori minori di velocità, compatibili con la presenza di ostacoli o strozzature, quelli compresi tra 2-2,5 m/sec.

Partendo quindi dal basso verso l'alto i punti critici esaminati sono di seguito descritti, si rimanda comunque alla visione della carta idrologica e idrogeologica per la visualizzazione delle aree potenzialmente interessate da fenomeni di esondazione:

- primo ponte in prossimità del tornante di ingresso all'abitato di Prestine. La sezione del ponte è rettangolare, con altezza massima di deflusso di 2,8 m, per una larghezza di 8,5 m, con area totale di deflusso di 23,8 mq. L'alveo è naturale e le spalle del ponte sono in muratura raso pietra, così come i muri d'argine in entrata e in uscita dal ponte. Si può pertanto considerare un coefficiente di scabrezza pari a 30 (coefficiente di Strikler), e considerare date le condizioni generali di questo tratto del corso d'acqua una velocità di 4 m/sec. Con tali condizioni, e considerando un trasporto solido consistente la sezione stessa non sarebbe verificata;

- per buona parte del tratto fluviale a monte della sezione appena esaminata si sono verificate delle condizioni idrauliche insufficienti a contenere la piena, per la presenza di arginature dell'altezza media di 2-2,5 m, con

un ampiezza dell'alveo compresa tra 8 e 10 m e sezione di deflusso variabile da 16 a 25 mq. Considerando sempre il trasporto solido e la riduzione di velocità per la presenza di briglie, anche in questo caso si verificherebbero delle esondazioni;

-il ponte che consente il collegamento dell'abitato con la zona del cimitero presenta luce di deflusso ampiamente verificata, e risulta peraltro verificato il tratto immediatamente a valle del ponte stesso per l'adeguata altezza delle arginature e per la maggior ampiezza dell'alveo rispetto al tratto più a valle, sono tuttavia presenti alcune lesioni sul muro d'argine in destra orografica;

-una potenziale sezione critica per il deflusso è quella posta poco oltre la curva a gomito presente appena prima della confluenza della Valle di Prestello con la Valle delle Valli. In questo punto infatti è presumibile ritenere che la velocità di deflusso subisca una consistente riduzione, sia per la presenza della curva, che per il restringimento improvviso, nonché per la scabrezza ridotta della sponda sinistra orografica e del fondo. In questo tratto il corso d'acqua presenta un'ampiezza di circa 6 m al fondo dell'alveo e di 10 nella parte più elevata. Si determinerebbe quindi, con l'altezza di 4,5-5 m della sponda sinistra una sezione di deflusso di circa 36-40 mq, che seppur ampia potrebbe non bastare considerando una velocità di 2,5 m/sec con relativo trasporto solido e possibile franamento di parte della sponda sinistra presente poco oltre la curva, che appare fortemente lesionata. In tal caso si determinerebbe un'esondazione di sola portata liquida, peraltro di modesta entità;

-il tratto di corso d'acqua compreso tra quest'ultima sezione appena descritta e i due ponti sui torrenti di Valle delle Valli e di Prestello presenta possibilità di esondazione, che non costituisce pericolo per l'assenza di costruzioni ed opere strutturali. Per quanto riguarda i due ponti, è stato verificato che quello sul torrente di Prestello presenta sezione adeguata, avendo una larghezza di 8,2 m con altezza di 2,6 m, quindi considerando che tra l'altro tale corso d'acqua non presenta un accentuato trasporto solido, la sezione appare verificata al deflusso centenario. Il ponte sulla Valle delle Valli presenta invece una sezione avente larghezza di 6,2 m, per un'altezza di 3 m e non garantirebbe il deflusso della portata di massima piena;

-per il tratto di corso d'acqua delle Valle Prestello, interessato dalla vicinanza di abitazioni e dalla strada, è stato verificato che il ponte prossimo a Via Quadro non presenta luce adeguata, così come parte dell'argine in sponda sinistra poco a monte del ponte stesso che ha altezza variabile tra i 2,5 e i 3 m.

2.9 Aspetti idrogeologici

Il territorio comunale di Prestine è interessato dalla presenza di numerose sorgenti e zone di emergenza diffusa delle acque. Tale aspetto è determinato dalla notevole variabilità delle Formazioni rocciose presenti e dalla diversa diffusione dei depositi superficiali, e non per ultimo dalla presenza di alcune dislocazioni tettoniche che costituiscono vie preferenziali di scorrimento delle acque. Se sono numerose le zone di emergenza idrica si può comunque sostenere che le stesse non forniscono portate elevate e per altro si collocano spesso in zone o difficilmente raggiungibili (sorgente minerale in prossimità del torrente di Valle delle Valli) o in zone che richiedono una continua manutenzione per la presenza di fenomeni di erosione o frana diffusi (sorgenti dell'acquedotto in località Degna). Dai sopralluoghi effettuati nel corso delle operazioni di rilievo geologico, sono

state effettuate alcune osservazioni specifiche riguardo alle sorgenti e le successive elaborazioni e considerazioni effettuate a tavolino, nonché l'esame dei lavori eseguiti precedentemente a tal riguardo, hanno consentito di effettuare una serie di considerazioni sulle stesse sorgenti.

Partendo quindi dal basso, vengono di seguito descritte alcune caratteristiche principali di tali emergenze, con particolare riguardo a quelle captate a scopo acquedottistico.

•Sorgente Degna

Si tratta innanzitutto di un'emergenza che non si colloca nel territorio comunale di Prestine, ma in quello di Breno, posta in prossimità del corso d'acqua della Valle di Prestello, poco sotto il nucleo di case di Degna. Dal punto di vista litologico, l'area prossima alle emergenze risulta caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali costituiti prevalentemente da depositi fluvioglaciali, che costituiscono un ampio terrazzamento in sponda sinistra del corso d'acqua. Il substrato roccioso è invece rappresentato dalle rocce appartenenti alla Formazione della Carniola di Bovegno, che presenta una giacitura generale immergente verso nord, ma che nel caso specifico, appare stravolta dai piegamenti e dalle dislocazioni subite. Non si tratta di un'unica emergenza, ma sono presenti in particolare tre sorgenti distinte, di cui due captate attualmente dal Comune di Prestine, mentre una lo era stata in passato. Le due sorgenti captate si collocano in prossimità del terrazzo morfologico, mentre la terza è al contatto tra i depositi superficiali e la Carniola di Bovegno. La portata presunta delle sorgenti si aggira tra i 3-4 l/sec e le stesse sembrano legate a percorsi idrici all'interno del Calcare di Angolo che costituisce parte delle pendici della località Belvedere ed in parte nella Carniola di Bovegno, venendo a giorno in prossimità dei depositi fluvioglaciali e non risultando quindi legate al deflusso delle acque della Valle di Prestello.

•Sorgente Fratta

Si tratta di una sorgente prossima alla strada che conduce alla centrale di Mantelera, in vicinanza di una incisione torrentizia che si immette a valle nel corso d'acqua di Valle delle Valli, ad una quota di 940 m s.l.m. La portata di tale emergenza risulta minore di 5 l/sec e la stessa è impostata in prossimità del substrato roccioso, qui rappresentato dalla Formazione del Servino. In prossimità dell'area di emergenza è presente una diffusa copertura detritica colonizzata da vegetazione. In considerazione della situazione locale della sorgente e della situazione geologica generale del sito, si può presumibilmente supporre che quest'emergenza sia in parte legata alla presenza di dislocazioni tettoniche, ed in parte dovuta al contatto tra la Formazione del Servino relativamente impermeabile rispetto a quella della Carniola e del Calcare di Angolo, sovrastanti.

•Sorgente Salice

La sorgente è ubicata nella località omonima, ad una quota di 1135 m s.l.m. Si tratta di una emergenza che si colloca in prossimità di coperture detritiche e glaciali e la cui origine e genesi è di difficile determinazione senza opportune analisi ed indagini. E' comunque possibile supporre che si tratti sempre di una sorgente impostata su un limite di contatto, poiché anche in questa situazione ci si trova al contatto tra il Servino e la Carniola (portata di circa 5 l/sec).

•Sorgente minerale

Ubicata in prossimità del corso d'acqua della Valle delle Valli, ad una quota di 1050 m s.l.m. Per tale emergenza non sono stati rinvenuti dati bibliografici e tecnici che ne identifichino le qualità, la sua collocazione sempre in

prossimità del contatto tra la Formazione del Servino e quella della Carniola ne fanno supporre un limite di contatto, testimoniato dal fatto che la stessa, classificata come sorgente minerale, risente dell'influenza delle rocce della Carniola che consentono una maggiore soluzione di minerali nelle acque che trattengono come acquifero. La portata in questo caso è inferiore ai 5 l/sec.

•*Sorgente Dalmone*

Prossima al ristorante della località omonima, ad una quota di 1390 m s.l.m. si tratta in questo caso di tre emergenze distinte, con una portata complessiva di circa 6 l/sec, la sorgente è impostata su depositi superficiali di origine glaciale e la sua origine dovrebbe essere legata alla presenza di dislocazioni, che in quest'area divengono numerose per la presenza dell'intrusione dell'Adamello, che ha portato a diffusi fenomeni di metamorfismo di contatto delle formazioni calcaree del Calcare di Angolo e alla genesi di fratturazione intensa e piegamenti. In un tal contesto geologico, una dettagliata individuazione della genesi dell'emergenza è di difficile determinazione, e comunque non si può escludere un legame tra la stessa e quelle del monte Trabucco, sovrastante la località Dalmone, dove sono presenti due sorgenti captate e di seguito descritte.

•*Sorgenti del Monte Trabucco*

Si tratta di due emergenze impostate lungo il versante del monte Trabucco, e captate a scopo acquedottistico per il servizio della località Campolaro. Ubicate rispettivamente a quota 1660 e 1560 m s.l.m., presentano portate inferiori ai 5 l/sec; per tali emergenze sembra verosimile supporre che si tratti di una genesi legata alla presenza delle rocce dell'Adamello e quindi all'emergenza per contatto con le rocce del Calcare di Angolo. Sicuramente, oltre a tale condizione, ha influenza sul regime di tali sorgenti la presenza di sicure fratture e dislocazioni nelle rocce tonalitiche.

•*Sorgenti di Malga Prato, Poffa di Rondenino e Malga Gera Bassa*

Si tratta di sorgenti di modesta portata, inferiore ai 5 l/sec per ognuna, impostate lungo il contatto tra il Servino e le Formazioni rocciose sovrastanti (Carniola e Angolo) e quindi definibili come emergenze di contatto, probabilmente alimentate da acquiferi di modesta estensione e sviluppo e comunque soggette alle escursioni di piovosità.

3 ASPETTI GEOTECNICI E GEOMECCANICI

Per l'individuazione delle caratteristiche geologico tecniche dei terreni e degli ammassi rocciosi, ci si è basati principalmente sui dati ricavati dai rilievi eseguiti sul terreno, integrati da informazioni desunte da lavori eseguiti dal sottoscritto nella zona e da altri professionisti, nonché dai dati bibliografici relativi ai diversi litotipi.

Depositi glaciali

I depositi superficiali che interessano l'area studiata sono caratterizzati, in generale da granulometrie prevalentemente grossolane, anche se per i depositi di origine glaciale possono essere presenti lenti od orizzonti di materiale fine limoso argilloso così come per i terreni generatisi dal disfacimento delle rocce calcaree (Carniola di Bovegno). I depositi superficiali maggiormente diffusi sono quelli di origine glaciale che ricoprono buona parte dei versanti in sinistra orografica ed in destra del torrente di Valle delle valli, ed in particolar modo l'area prossima al

centro abitato di Prestine. In questa fase si può dire che la distinzione operata tra depositi glaciali e fluvio-glaciali è stata effettuata su base morfologica e non tanto stratigrafica, poiché oltre a non esistere dati di sondaggi, sono relativamente pochi gli scavi aperti o le erosioni che consentano una dettagliata descrizione.

Per quanto riguarda i depositi glaciali, la granulometria prevalente risulta essere quella ghiaioso sabbiosa, con diffusa presenza di ciottoli e massi di varia origine, ed una matrice fine sabbioso limosa presente in modo irregolare. Sono inoltre da sottolineare degli affioramenti di materiale cementato, che non presentano continuità e che superficialmente sono distinguibili per la morfologia che generano (scarpate ripide in genere stabili). Tali terreni, dato il buon assortimento granulometrico e quindi la buona distribuzione granulometrica, presentano in genere delle buone caratteristiche geotecniche.

In generale possono essere assunti valori di angolo d'attrito compresi tra 34° - 36° , con un aliquota di coesione molto variabile e comunque in genere compresa tra 0,02 Kg/cm² e 0,8 Kg/cm². Tuttavia questa parte di resistenza (coesione) può divenire prossima a zero e quindi annullarsi in caso di completa o parziale saturazione del terreno. Questo aspetto fa sì che si verifichino fenomeni franosi in corrispondenza di pendii ripidi che possano saturarsi a seguito delle acque piovane e di ruscellamento superficiale.

In generale quindi si può affermare che tali terreni presentino un buon comportamento nei confronti della capacità portante e un comportamento variabile quando si tratti di stabilità dei versanti.

Vanno inoltre segnalate alcune situazioni che si scostano da queste considerazioni appena svolte e sono relative alla possibile presenza di orizzonti aventi granulometrie fini, limose e argillose presenti sempre nei terreni di origine glaciale; un esempio è la zona di Campolaro che si colloca in prossimità dell'albergo Dalmone, dove l'abbondante presenza d'acqua, dovuta probabilmente alla diversa permeabilità di tali terreni, contribuisce ulteriormente ad alterare le caratteristiche di resistenza degli stessi.

Depositi detritici di versante

Si tratta di materiali originatisi dal disfacimento del substrato roccioso, ed in tal senso le caratteristiche di resistenza di tali terreni dipendono dalla roccia madre che li ha generati. In generale la granulometria prevalente è quella ghiaiosa sabbiosa con presenza di ciottoli e matrice fine sabbiosa. In prossimità di alcune trincee è stato possibile esaminare la struttura di tali depositi ed in particolare è stato osservato che gli stessi presentano anche un certo grado di cementazione che risulta notevolmente variabile, ma che conferisce anche stabilità elevata, con scarpate ripide (prossimità di frana Serla). Dovendo determinare dei parametri di riferimento generali per tali terreni, è possibile considerare dei valori di angolo d'attrito compresi tra 34° - 38° in relazione alla forma prevalentemente spigolosa degli elementi litici che costituiscono la frazione sabbiosa e ghiaiosa, mentre si considera un valore nullo di coesione per la relativa ridotta presenza di matrice fine. Per quei depositi in cui sia presente la cementazione, è possibile considerare il maggior valore di angolo di attrito appena riportato e considerare sempre la coesione nulla in ragione della discontinua distribuzione della stessa e del fatto che quest'ultima può essere annullata in presenza di acqua.

Depositi fluvio-glaciali

La granulometria di questi terreni è visibile con chiarezza in prossimità della zona artigianale del centro abitato di Prestine, dove sono presenti alcune trincee di scavo aperte. Si tratta di granulometrie simili a quelle glaciali

appena descritte, ma con una maggior abbondanza di ciottoli sferoidali ed arrotondati che presentano una blanda suddivisione in orizzonti a diversa granulometria. La matrice fine in tale zona appare presente in modo minore, ed in particolare è maggiore la frazione sabbiosa. Questo aspetto non rappresenta sicuramente una regola, dal momento che lungo la Vale di Prestello, in sponda sinistra orografica è presente una potente coltre di depositi fluvio-glaciali costituiti da prevalente granulometria fine limosa e argillosa. Questo aspetto appare legato ad una possibile genesi per deposizione in acque tranquille derivata da sbarramenti della valle glaciale di Prestello. Definire quindi dei valori di resistenza di tali terreni risulta pertanto difficile e poco ragionevole, si può considerare quindi che nei tratti prossimi al centro abitato le caratteristiche di resistenza siano simili a quelle dei depositi glaciali, mentre in valle di Prestello diviene minore l'angolo di attrito e compare una aliquota di coesione apprezzabile, portando a definire valori indicativi di angolo di attrito prossimo a 28° e coesione variabile da 0,8 a 1,5 Kg/cmq.

Depositi di conoide

Risultano poco diffusi nel territorio esaminato poiché sono legati al deposito operato dalle acque che scorrono dai torrenti laterali alle valli principali, per diminuzione della velocità di deflusso delle acque stesse, conseguenza di una forte riduzione di pendenza. La genesi di tali terreni ed in particolare la dinamica di sedimentazione determina una variazione granulometrica sia superficiale che laterale, in generale si determina una deposizione di materiale fine ai lati dell'apparato del conoide per l'esondazione delle acque in occasione di eventi di piena particolari. In profondità la granulometria risulta variabile per la frequente deviazione del letto del corso d'acqua nel corso del tempo che ha portato alla deposizione di materiale grossolano come blocchi e ciottoli. Anche in questo caso quindi i parametri geotecnici risultano notevolmente variabili in funzione della diversa litologia dei litotipi erosi dalle acque di scorrimento del torrente e quindi depositati. Questo aspetto risulta particolare per le aste torrentizie impostate in prossimità dell'affioramento della Formazione della Carniola di Bovegno, poiché l'apprezzabile quantità di materiale fine che il disfacimento di tali rocce produce, determina una coesione anche elevata, che può comunque sempre essere ridotta o annullata in presenza di acqua.

Depositi eluvio-colluviali

La genesi di tali terreni, derivati dal disfacimento del substrato roccioso sottostante e dal relativo trasporto subito ad opera delle acque correnti superficiali nel corso del tempo, fa sì che le caratteristiche geotecniche degli stessi siano fortemente influenzate dalla roccia madre di origine. Come già evidenziato nella descrizione dei depositi precedenti, la presenza della Formazione rocciosa della Carniola determina la genesi di abbondante matrice fine limosa e argillosa. Le aree di maggior affioramento di questi terreni sono collocate sul versante in destra orografica della Valle delle Valli, in prossimità della località Campolaro. In tal caso la roccia madre che ne ha determinato la genesi appartiene alla Formazione del Calcere di Angolo, la cui alternanza di calcari e marne argillitiche determina un apporto di matrice fine anche rilevante, conseguenza dell'erosione di questi ultimi orizzonti. In tal caso la presenza di versanti ripidi e la mancanza di vegetazione determinano le condizioni favorevoli, perché si determinino fenomeni di soliflusso generalizzato, favorito da un comportamento plastico della matrice fine del deposito. Una situazione simile si può osservare sulle pendici del Monte Gera, dove il substrato roccioso è rappresentato dalla Carniola e la frazione fine diviene in tal senso abbondante. I parametri di resistenza in tal caso

risultano influenzati dalla presenza di matrice fine e si possono assumere valori di angolo di attrito di 26-30° e coesione compresa tra 0,3 e 0,6 kg/cmq.

Depositi fluviali

Sono caratterizzati dalla presenza abbondante di ciottoli e blocchi arrotondati in genere di varia origine. La matrice fine risulta variabile in funzione della localizzazione del deposito stesso e dell'energia dell'acqua che ne ha determinato la deposizione. Il rang di valori indicato prende infatti in considerazione tale aspetto e quindi quello minore è correlabile con la frazione fine, mentre il maggiore con quella più grossolana. La coesione per tali terreni può essere assunta pari a zero. L'angolo d'attrito può assumere valori variabili tra 32°-38°.

Depositi torbosi

Osservati in più punti del territorio comunale, tali terreni sono correlabili con la presenza di depositi di origine glaciale, e la loro caratteristica è quella di presentare una forte compressibilità e un grado di consistenza soffice. Spesso sono determinati dalla presenza a poca profondità dal piano campagna di orizzonti a prevalente granulometria, che determinano un contrasto di permeabilità sufficiente a generare l'accumulo di acqua nel tempo. Questo porta alla macerazione della vegetazione ed apporta quindi al terreno abbondanti quantità di materiale organico, responsabili della elevata compressibilità del terreno. Possono essere considerati per tali terreni dei valori di angolo di attrito piuttosto bassi e compresi tra 23-26° con coesione variabile da 0,4 a 1 Kg/cmq. Date le pessime caratteristiche geotecniche di tali depositi si determinano dei problemi dal punto di vista geotecnico, al punto che eventuali opere sono possibili solo dopo interventi di bonifica e spesso solo con l'impiego di fondazioni profonde come micropali. Affioramenti di tali terreni sono presenti in prossimità dell'albergo Dalmone.

Ammassi rocciosi

Si definisce ammasso roccioso l'insieme del materiale roccia e delle discontinuità o fratture. Con il primo termine ci si riferisce al materiale considerato integro e costituito da particelle discrete, granuli o cristalli, legati tra loro da forze coesive permanenti. Per discontinuità si intende invece una superficie strutturale di debolezza che può coincidere con la stratificazione o con la scistosità o laminazione.

Il comportamento geomeccanico dell'ammasso risulta quindi determinato dalle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale roccia e dalle caratteristiche fisiche e geometriche delle discontinuità.

Le formazioni rocciose affioranti nel territorio comunale presentano in generale un grado di fratturazione elevato, per la presenza di numerose dislocazioni tettoniche (prossimità dell'abitato di Prestine) e di fenomeni come quello di intrusione del Plutone dell'Adamello, che hanno apportato oltre alla forte fratturazione anche un ulteriore indebolimento dell'ammasso a seguito dei processi metamorfici di contatto.

Di seguito per chiarezza vengono descritte le caratteristiche dei vari litotipi considerandoli raggruppati in funzione del medesimo comportamento geomeccanico e indicando alcuni valori ritenuti tipici di resistenza a compressione monoassiale.

Ammassi rocciosi calcarei con stratificazione media ed intercetta < 60 cm

Appartengono a questa classe le formazioni del Calcere di Angolo e di Prezzo, caratterizzate dall'aver una stratificazione netta e ben distinguibile, con strati aventi spessore variabile tra i 5-6 cm e i 20-30 cm. Alternati alla

stratificazione calcarea e calcareo marnosa, sono presenti livelli ed orizzonti sottili di marne e siltiti. L'intensa stratificazione di queste formazioni comporta in generale la presenza di valori di intercetta piuttosto bassi, prossimi proprio al valore medio dello spessore degli strati, inoltre il diverso comportamento meccanico dei livelli marnoso-siltitici e calcarei genera una diversa risposta ai carichi, portando in generale ad un diverso comportamento geomeccanico influenzato dai livelli meno competenti (siltiti e marne).

Tali Formazioni ed in particolare quella del Calcarea di Angolo, maggiormente diffusa, hanno risentito in maniera rilevante degli stress tettonici subiti nel corso dell'evoluzione geologica, ed in particolare si ritrovano zone di cataclasi e intensa fratturazione in prossimità dell'abitato di Prestine e lungo le pareti rocciose che delimitano la strada per la centrale della Tassara.

Fenomeni di intensa fratturazione ed alterazione sono poi presenti lungo la S.S.345, in tal caso dovuti alla presenza dell'intrusione dell'Adamello, che ha portato per l'appunto ad alterazioni considerevoli, fratturazioni e piegamenti degli orizzonti.

Si deduce quindi come queste formazioni rocciose abbiano in generale due diversi comportamenti a seconda del loro stato naturale. Nella condizione migliore (relativa all'area dove insiste la nuova zona di espansione dell'abitato di Prestine) le caratteristiche di resistenza possono essere assimilabili ad un ammasso con classe di qualità da discreta a scadente. Nelle condizioni peggiori decade nella classe da scadente a molto scadente.

Per quanto riguarda la resistenza a compressione monoassiale del materiale roccia, è stato possibile determinarla solo sugli orizzonti calcarei poiché i livelli marnosi e siltitici non sono prelevabili:

-RCM massimo = 110 MPa

-RCM minimo = 80 MPa

Ammassi rocciosi intensamente fratturati ed alterati aventi un comportamento geomeccanico tipico delle rocce deboli

Appartengono a questa classe quegli ammassi rocciosi, che presentano un comportamento geomeccanico e anche un aspetto litologico compreso tra quello delle rocce e quello dei terreni. Si tratta quindi di ammassi rocciosi caotici, caratterizzati da porzioni di affioramento in cui compare il materiale roccia, con una blanda stratificazione, poco continua e leggibile e porzioni di materiale di alterazione terroso della granulometria variabile dalle sabbie ai limi, sin anche alla frazione argillosa.

Rientrano in questa classe le rocce appartenenti alla Formazione della Carniola di Bovegno, che presenta questo aspetto in tutti gli affioramenti rilevati nel territorio comunale e anche le rocce appartenenti al Calcarea di Angolo, per parte degli affioramenti presenti lungo la S.S. 345 del Passo di Croce Domini.

Dal punto di vista geomeccanico rappresentano sicuramente dei materiali scadenti sia per quanto riguarda la stabilità dei fronti di scavo a lungo termine, che per quanto concerne il loro impiego come materiale di fondazione. Tale aspetto assume una sua importanza per la zona del nucleo abitato di Prestine, che risulta fondata in parte sulla Carniola, per cui in fase di scavo devono essere accuratamente seguiti i lavori al fine di fondare le fondazioni stesse sulle porzioni più competenti dell'ammasso roccioso. La classe di qualità di questi litotipi è sicuramente molto scadente, per i valori di resistenza a compressione monoassiale, i dati ricavati dalle prove sono

per i massimi valori pari a 30 Mpa e sempre anche in questo caso riferiti alle parti dell'ammasso che presenta le migliori caratteristiche geomeccaniche.

Ammassi rocciosi con intercetta > 60cm

Rientrano in questa classe le rocce appartenenti alla Formazione del Verrucano Lombardo, che presenta in genere una stratificazione in banchi dello spessore metrico, le rocce calcaree dell'Esino e in parte alcuni affioramenti di qualità buona del Servino. In generale si tratta di ammassi rocciosi che determinano pareti ripide stabili, anche se la presenza di discontinuità secondarie alla stratificazione può determinare il distacco di blocchi rocciosi del volume anche molto elevato.

Una situazione di questo tipo è stata osservata in prossimità della centrale della Tassara, lungo la strada che conduce alla condotta forzata, o ancora lungo il corso d'acqua di Valle delle Valli, poco oltre la centrale, verso monte, dove un crollo di una parete rocciosa ha parzialmente invaso il corso d'acqua.

Per questi ammassi in genere si determina una classe di qualità buona, salvo effettuare una verifica puntuale delle condizioni generali dell'ammasso ed in particolare delle famiglie di discontinuità, con rilievi della loro persistenza, giacitura ecc.. I valori di RCM del materiale roccia arenaceo appartenente al Verrucano sono medi e prossimi a 80 MPa, mentre non sono disponibili dati sui litotipi del Servino e dell'Esine, pertanto si assume come valore indicativo quello appena riportato, che appare ragionevole anche per questi ultimi litotipi.

Ammassi rocciosi con intercetta < 60 cm

Rientrano in questa classe le rocce del Servino che si presentano fortemente suddivise in strati e lamine. Non sono state assimilate alla prima classe descritta perché le litologie sono fortemente differenti ed in tal senso i valori di compressione monoassiale si discostano. Questi ammassi rocciosi generano pareti anche ripide interessate da scivolamento di blocchi e cunei rocciosi per la ridotta rugosità delle superfici di stratificazione, con il risultato che si possono generare scivolamenti anche di volumi rocciosi superiori al mc. Tale aspetto va comunque verificato puntualmente in funzione della tipologia di intervento, poiché vanno valutati molti aspetti ulteriori quali la prevalente giacitura dalla stratificazione e lo stato delle discontinuità secondarie. Nel corso dei rilevamenti si è osservato che nella maggior parte dei casi la giacitura favorevole della stratificazione ha consentito nel tempo il mantenersi di condizioni tutto sommato stabili, come è possibile osservare in prossimità del nucleo abitato di Prestine, in particolare nel tratto verso ovest dove affiorano tali litologie, così come lungo la strada che conduce alla centrale di proprietà della Tassara. Condizioni negative sono invece presenti in prossimità del Ponte di Fontanazza, nel versante sottostante Malga Cogolo, dove la giacitura a tratti a franapoggio delle rocce del Servino ha determinato le condizioni favorevoli alla formazione di scivolamenti sia nell'ammasso che nella coltre detritica che lo ricopre. I valori di RCM del materiale roccia è in questo caso molto variabile e funzione della diversa litologia, si possono tuttavia considerare dei valori indicativi, compresi tra 50 e 100 MPa.

4 AGGIORNAMENTO SISMICO

4.1 ANALISI DEL COMUNE DI PRESTINE

La nuova metodologia per l'analisi sismica del territorio rappresenta la principale novità introdotta dai nuovi criteri approvati con la d.g.r. 1566/05. Questa innovazione tiene conto anche del d.m. 14 settembre 2005 "Norme tecniche sulle costruzioni" che richiede, per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni stratigrafiche, morfologiche e geotecniche locali mediante studi di risposta sismica locale (microzonazione). Il d.m. 14/2005 è entrato in vigore il 23 ottobre 2005, ma attualmente è in corso un periodo transitorio durante il quale è possibile applicare, in fase di progettazione, la normativa precedentemente in vigore (O.P.C.M. 3274/2003).

La d.g.r. 1566/05 dedica un intero allegato, il numero 5, alle procedure per l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito vista la grande rilevanza assunta dalla materia nella normativa. In particolare tale metodologia si basa su 3 livelli di approfondimento successivi:

- 1° livello: prevede l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) e la predisposizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale.
- 2° livello: prevede la caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di amplificazione (F_a) nelle aree PSL individuate con il 1° livello e confronto con i valori di riferimento.
- 3° livello: prevede la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2° livello.

A seguito del verificarsi di un sisma l'importo dei danni agli edifici è proporzionale sia alle caratteristiche tipologiche-strutturali degli stessi edifici, che alle condizioni di equilibrio geomorfologico e geotecnico dei terreni di fondazione. Nello specifico particolari condizioni geologiche e geomorfologiche locali possono influenzare la pericolosità sismica di base generando effetti diversi distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti.

In fase pianificatoria è quindi necessario riconoscere le aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico, identificando la categoria di terreno, e valutando i relativi effetti locali dovuti essenzialmente all'amplificazione sismica e o all'instabilità, e più precisamente:

- Effetti di amplificazione sismica locale: tali effetti sono dovuti a fattori geologici, morfologici e idrogeologici sia superficiali che del substrato, che possono modificare il moto sismico in termini di ampiezza, di durata e di contenuto in frequenza. Gli effetti sono estremamente pericolosi quando la frequenza di risonanza del sito coincide con quella dell'edificio.

Tali effetti di amplificazione sismica si distinguono essenzialmente in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- effetti di amplificazione topografica
- effetti di amplificazione litologica
- Effetti di instabilità: tali effetti interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale

da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e, a volte, movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; gli effetti di instabilità sono rappresentati da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti in sito (versanti in equilibrio precario, aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici, terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche, siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo).

4.2 PERCORSO NORMATIVO

Le zone sismiche del territorio nazionale italiano sono state individuate, in prima applicazione, con l'Ordinanza del presidente del consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicato sulla G.U. n. 105 dell'8 Maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72.

La Regione Lombardia ha preso atto di tale ordinanza con d.g.r. n.14964 del 7 novembre 2003. Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, dal 5 marzo 2008, è in vigore il d.m. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove tecniche per le costruzioni", pubblicato sulla G.U. n.29 del 4 febbraio 2008, che sostituisce il precedente d.m. 14 settembre 2005, fatto salvo per il periodo di monitoraggio di 18 mesi, di cui al comma 1 dell'art. 20 della l. 28 febbraio 2008, n.31. Dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici sarà regolata dal d.m. 14 gennaio 2008.

La Regione Lombardia, a seguito dell'entrata in vigore della Legge n.12/2005 per il Governo del Territorio, e vista la grande rilevanza assunta dalla materia nella normativa nazionale, ha introdotto una nuova metodologia per l'analisi sismica del territorio. Tale metodologia è contenuta nell'Allegato n. 5 dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n.12" approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivi aggiornamenti.

In particolare tale metodologia si basa sui 3 livelli di approfondimento precedentemente citati e che vengono di seguito ripresi:

- 1° livello: prevede l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) e la predisposizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale.
- 2° livello: prevede la caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di amplificazione (Fa) nelle aree PSL Z3 e Z4 individuate con il 1° livello e confronto con i valori di riferimento.
- 3° livello: prevede la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2° livello.

Si riporta in figura 3 uno stralcio delle "Massime intensità macrosismiche" osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA.

Tale carta è stata elaborata nel marzo 1996, per il Dipartimento della Protezione Civile, da D. Molini, M. Stucchi e G. Valensise con la collaborazione di C. Melletti, S. Mirell, G. Monachesi, G. Morelli, L. Peruzza, a. Zerga.

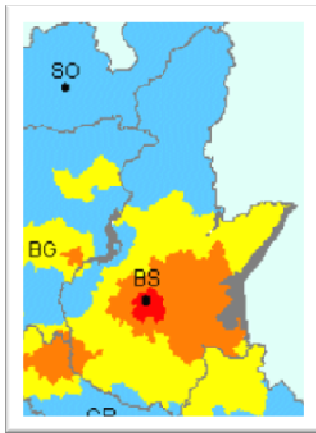


Fig. 3 Stralcio della Carta delle Intensità Maccrosismiche



4.3 ANALISI DELLA SISMICITA' DEL COMUNE DI PRESTINE

E' stata eseguita un'analisi di 1° livello della pericolosità sismica locale in base all'analisi delle condizioni geologiche e geomorfologiche del territorio esaminato, come indicato nelle direttive regionali (All. 5 della D.G.R. 8/1566/05). Tale procedura consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la carta geologica e gli scenari riportati in tabella 1 (all. n.5 l.r. 12/2005).

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m, (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 1 Scenari di pericolosità sismica locale (All.5 Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.)

La carta della Pericolosità Sismica Locale è stata redatta in scala 1:10000 sulla Carta Tecnica Regionale ricoprendo tutto il territorio Comunale (cfr. tavola 01, cfr. figura 4).

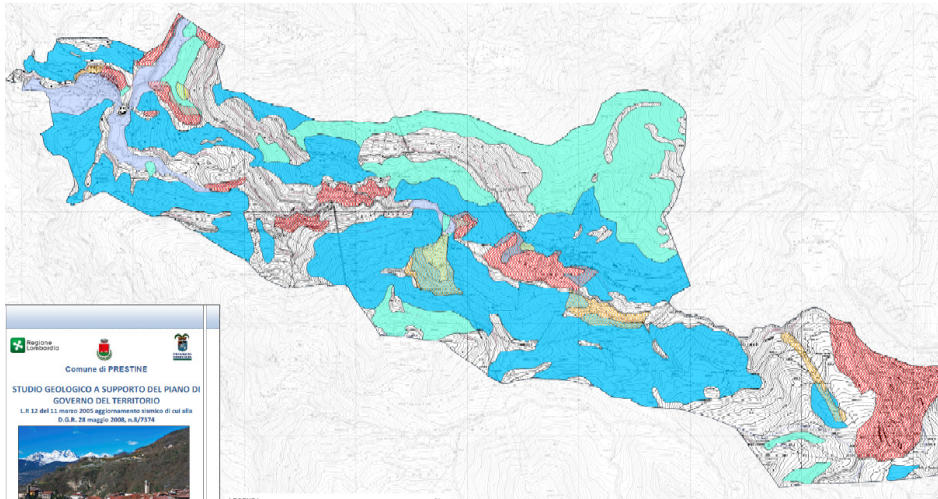


Fig. 4 Stralcio della carta di Pericolosità Sismica Locale

L'analisi effettuata sull'intero territorio comunale evidenzia le seguenti classi:

- l'abitato di Prestine è classificato in zona Z4a a causa della presenza di depositi alluvionali e in Z1a e Z1b a causa dell'area in zona 1 e 2 (ex area 267) come mostrato in Figura 5.
- la zona di Campolaro è classificato in zona Z4c a causa della presenza di depositi glaciali come mostrato in Figura6;
- tutte le aree perimetrare come Fa sono classificate come Z1a;
- le aree classificate come Fq ricadono in classe Z1b;
- le aree in Fs vengono classificate come Z1c.

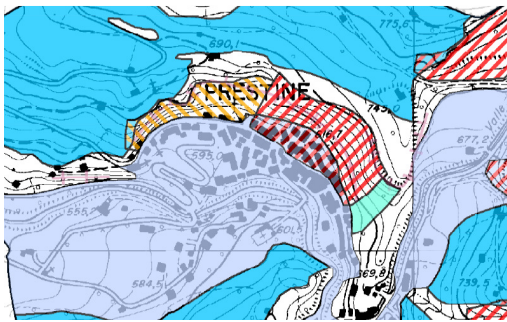


Fig. 5 Stralcio della carta di Pericolosità Sismica Locale

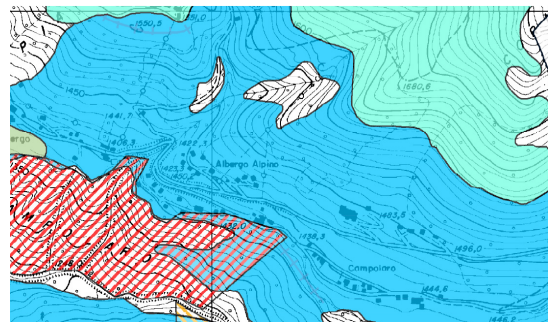


Fig. 6 Stralcio della carta di Pericolosità Sismica Locale

5.0 AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO

5.1 CARTA DEI VINCOLI

La carta dei Vincoli è stata redatta su tutto il territorio Comunale alla scala 1:10.000 (cfr. tavola 02 e figura 7). I vincoli esistenti sul territorio in esame sono riferiti a vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L.183/89, con particolare riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, adottato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, n° 8 18/2001 del 26/04/2001. Nella figura 7 viene riportata una panoramica della Carta dei Vincoli sull'intero territorio comunale. Nella carta dei Vincoli sono rappresentati i Dissesti del PAI, il reticolo idrico e le sorgenti.

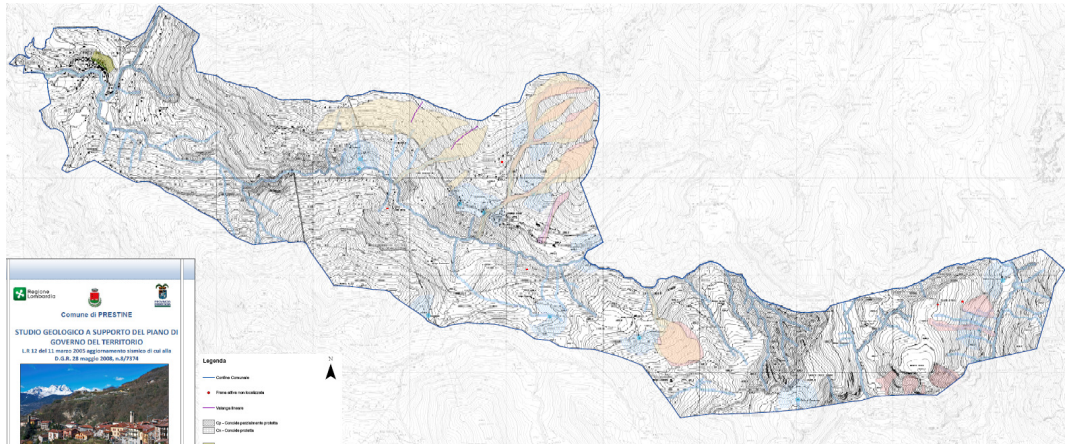


Fig. 7 Stralcio della Carta dei Vincoli

5.2 SINTESI DELLE PROBLEMATICHE RILEVATE NEL TERRITORIO COMUNALE

La carta di sintesi è stata redatta sulle aree ricadenti nel volo aerofotogrammetrico (abitato di Prestine e località Campolaro) alla scala 1: 2.000 (tavola 04) e in scala 1:10.000 sull'intero territorio comunale utilizzando come base cartografica le Carte Tecniche Regionali (tavola 03 e cfr. figura 8).

In tali carte sono individuati poligoni racchiudenti aree omogenee dal punto di vista del grado di pericolosità, distinte anche in base alla tipologia di fenomeno di dissesto individuato.

La stessa area può essere compresa da poligoni indicanti differenti tipologie di dissesto: ai fini della stesura della carta di fattibilità sono state considerate le aree nella quale la pericolosità del fenomeno è risultata più elevata.

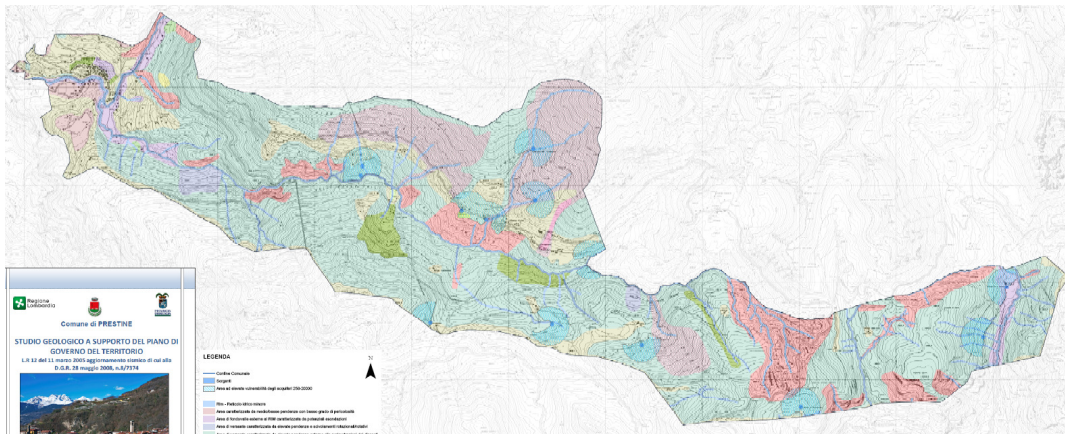


Fig. 8 Stralcio della Carta di Sintesi

L'area racchiusa dal poligono comprende oltre alle aree ove è effettivamente presente il fenomeno di dissesto, anche le aree di diretta influenza dello stesso. Tutti questi dati sono stati recuperati dagli studi geologici vigenti e approvati. Il passaggio dalla cartografia di sintesi alla cartografia rappresentante la fattibilità geologica delle azioni di piano, avviene relazionando il grado di pericolosità individuato e la vulnerabilità delle aree sulle quali gravano fenomeni di dissesto reali e/o potenziali, in considerazione della destinazione d'uso del territorio.

6.0 FASE DI PROPOSTA

6.1 CARTA CON LEGENDA UNIFORMATA PAI

Il Comune di Prestine, in riferimento alla D.G.R. n. 2616/11, è inserito nell'elenco della Tabella 2 "Individuazione dei comuni compresi nella D.G.R. n.7/7365 del 11 Dicembre 2001 e nella D.G.R. n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005", ovvero i comuni che hanno concluso l'iter di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI.

Nel presente lavoro di aggiornamento della componente sismica, si è colta l'occasione per sistemare anche alcune discordanze che si sono verificate essere presenti nello studio geologico vigente, riferite sostanzialmente ad errori materiali di trasposizione dei dati cartografici dai vari documenti, dovuti al non utilizzo di sistemi informatici adeguati che oggi sono disponibili. Si è inoltre recepita la perimetrazione dell'area a rischio idrogeologico elevato di cui alla ex L.267/'98 in prossimità dell'abitato di Prestine che non era presente nei documenti del precedente studio geologico Area codice 163-LO-BS.

Il più rilevante degli errori materiali è riferito alla perimetrazione della zona di valanga Va in località Campolaro, dove nello studio geologico vigente ci sono due documenti discordanti ovvero la carta di fattibilità di dettaglio alla scala 1:2.000, dove la perimetrazione dell'area interessata da fenomeno valanghivo risulta diversa dalla perimetrazione riportata nella carta con legenda PAI alla scala 1:10.000. Tale limite risulta peraltro anche diverso dalla perimetrazione del fenomeno ricavata dal Sirval del Sistema Informativo Regionale delle Valanghe.

Al fine di meglio chiarire le correzioni apportate di seguito si propone una descrizione di quanto effettuato.

Correzione errore materiale area valanga Va località Campolaro (cfr. tavola 07).

1. La valanga posta in località Campolaro è riportata perimetrata in dettaglio nello studio geologico vigente del 1999, aggiornato nell'anno 2002, nella carta di fattibilità alla scala 1:2.000, ma in modo errato nella carta PAI. Si tratta di due documenti cartacei a diversa scala di dettaglio, per i quali ha maggior dettaglio e precisione la perimetrazione riportata nella tavola di fattibilità, poiché realizzata alla scala 1:2.000. Tale errore è stato evidentemente commesso per la mancanza di strumenti informatici adeguati (che al tempo non venivano impiegati) per cui lo stesso fenomeno è stato inserito con due perimetri diverse in due cartografie a diversa scala. A seguito dell'evidenza di questo errore sono stati comunque condotti dei sopralluoghi in sito, verificando sostanzialmente che la situazione locale non è modificata rispetto a quanto era stato rilevato nell'anno 1999 e nel 2002 e riproponendo pertanto una perimetrazione corretta che di fatto non stravolge quella vigente della carta di Fattibilità alla scala 1:2.000, ma che cambia la perimetrazione della carta PAI, considerata errata. Come ulteriore dettaglio e verifica è stata considerata anche la perimetrazione proposta dal Sirval (Sistema Informativo Regionale delle Valanghe) che risulta leggermente diversa dalla perimetrazione alla scala 1:2.000 della carta di fattibilità vigente. Al fine di uniformare i documenti dello studio geologico con quanto contenuto nel progetto Sirval e, comunque a favore di sicurezza, si è deciso di mantenere la zona 4 di fattibilità così come approvata e vigente nello studio geologico comunale, ampliando ulteriormente tale zona 4 ovvero di valanga Va, verso Est, sino a ricomprendere il perimetro della zona valanghiva del progetto Sirval. Di fatto l'area di valanga risulta ora nello studio geologico oggetto del presente aggiornamento, più ampia rispetto a quella oggi vigente.

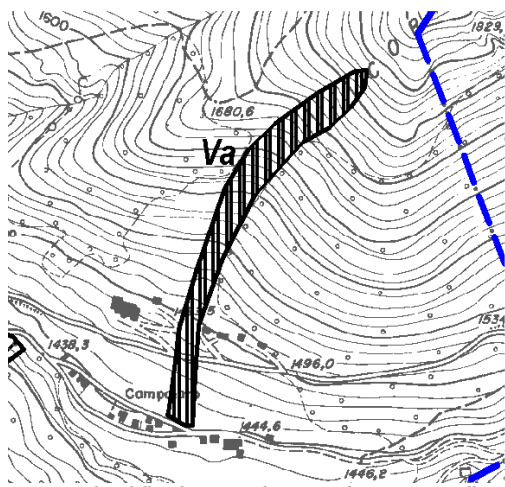
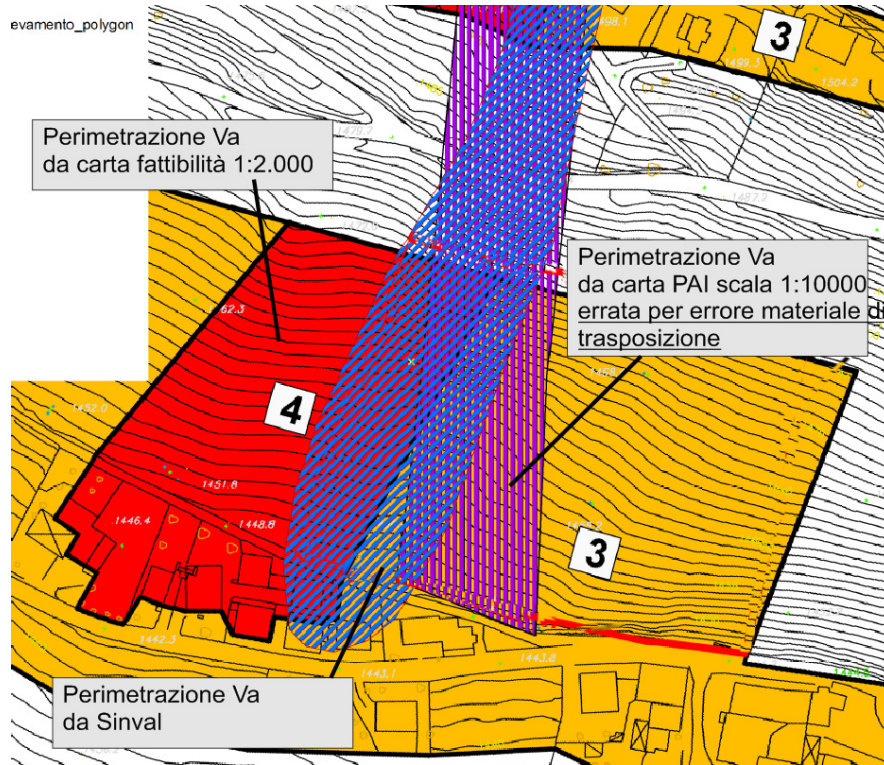


Fig. 9a Stralcio della valanga Va in loc. Campolaro riportato nella vecchia carta con legenda Uniformata PAI. Studio geologico vignete anno 1999 e 2002.

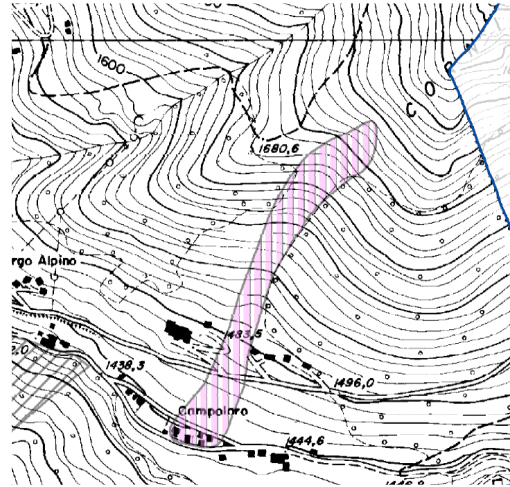


Fig. 9b Stralcio della valanga Va in loc. Campolaro riportato nella nuova perimetrazione proposta nel presente studio di aggiornamento a supporto del PGT del Comune di Prestine.

Inserimento della area a rischio idrogeologico molto elevato COD 163-LO-BS.

2. La tavola del dissesto con legenda PAI del precedente studio geologico (aprile 2003 allegata D.C.C. n. 4 del 24/02/2004) riportava esclusivamente una frana quiescente (Fq) sull'abitato di Prestine. Successivamente è stata perimetrata un' area a rischio idrogeologico molto elevato (ex 267/'98) con codice 163-LO-BS che insiste proprio sull'abitato di Prestine come riportata nella tavola 07 non compresa nello studio geologico precedente (L.R.41/'97). L'area risulta suddivisa in zona 1 e zona 2 del PAI (area a

rischio idrogeologico molto elevato ed elevato). La sovrapposizione delle perimetrazioni frana quiescente e

zona 1 e zona 2 del PAI vanno di conseguenza a ridefinire le classi di fattibilità insistenti sull'abitato.

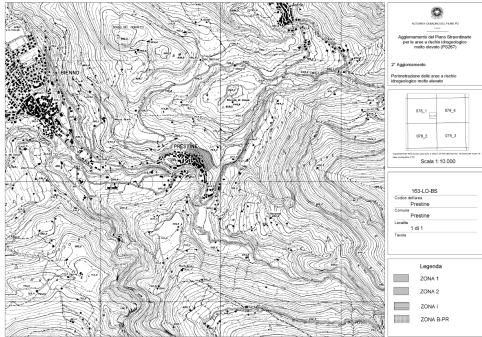


Fig. 10a Stralcio della carta "Aggiornamento del Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS267)"

Con il presente studio vengono introdotte nella Carta con legenda uniformata PAI (tavola 07) ed in tutte le altre carte del pgt comunale (vincoli, sintesi e fattibilità) le aree classificate come zona 1 e zona 2 (ex legge 267).

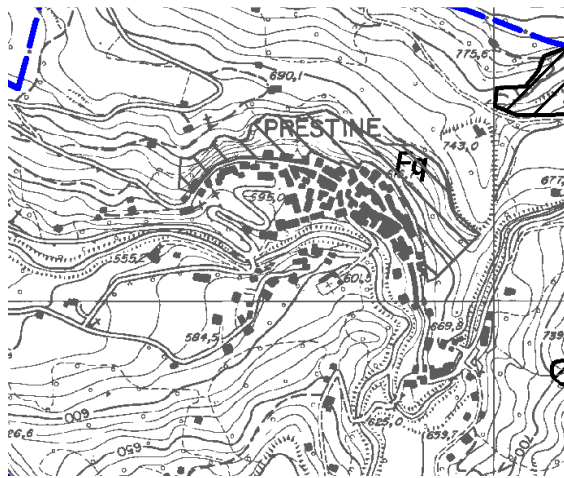


Fig. 10b Stralcio della zona dell'abitato di Prestine del precedente studio geologico (L.R. 41/97)

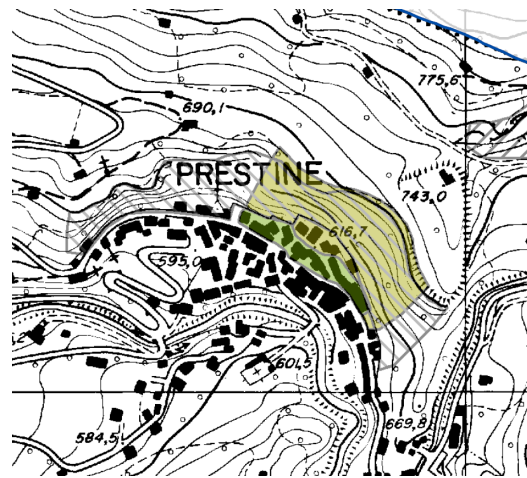


Fig. 10c Stralcio della zona dell'abitato di Prestine con zona 1 e 2

6.2 CARTA DI FATTIBILITA'

La carta della fattibilità geologica per le azioni di piano è stata redatta alla scala 1:2.000 su volo aerofotogrammetrico (tavola 06) e alla scala 1:10.000 su Carta Tecnica Regionale (tavola 05). Tali documenti, che rappresentano la sintesi delle problematiche rilevate nel territorio in esame in funzione della destinazione d'uso delle aree e quindi della pianificazione territoriale e urbanistica, sono stati desunti direttamente dalla perimetrazione eseguita per la stesura della Carta di Sintesi, attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono caratterizzante il tipo di fenomeno individuato (reale o potenziale), il suo stato di attività e la sua area di influenza. Le carte sono state riprodotte a partire dalle vecchie carte di fattibilità di cui il Comune era dotato.

I valori indicati nella classe di ingresso, per l'attribuzione della classe di fattibilità, sono diretta espressione della pericolosità dei fenomeni individuati e un'indicazione per la definizione della limitazione d'uso e di destinazione del territorio. In merito ai valori sortiti dalla fattibilità vengono fornite le prescrizioni per gli interventi urbanistici da attuare, nonché le indagini integrative e gli approfondimenti che devono essere obbligatoriamente eseguiti

prima di procedere alla realizzazione di un'opera. Tali prescrizioni e indicazioni sono contenute nelle norme geologiche (tavola B) che verranno recepite nelle norme tecniche del nuovo Piano di Governo del Territorio.

Le prescrizioni forniscono inoltre indicazioni sulla tipologia di opere da realizzare per la mitigazione del rischio e le attività di monitoraggio dei fenomeni di dissesto.

Le classi di fattibilità rispettano le indicazioni della Regione Lombardia e sono distinte con diverso colore e sigla nelle carte in scala 1:2.000, da classe 2 a classe 4, prevedendo delle sottoclassi che identificano la tipologia di fenomeno o di vincolo presente secondo lo schema:

a	Fenomeni di esondazione dei corsi d'acqua con prevalente o esclusiva portata liquida
g	Terreni dalle caratteristiche geotecniche scadenti
va	Fenomeni valanghivi potenziali
Ve	Fenomeni valanghivi con pericolosità molto elevata (PAI)
v	Problematiche connesse alla reale o potenziale instabilità dei versanti
Fa	Fenomeni di frana attiva
Fq	Fenomeni di frana quiescente
z1	Zona 1-Aree a rischio idrogeologico molto elevato (cod.163-LO-BS)
z2	Zona 1-Aree a rischio idrogeologico molto elevato (cod.163-LO-BS)
r	Reticolo Idrico Minore

Ogni zona della carta di fattibilità in scala 1:2.000 è pertanto suddivisa secondo il fenomeno prevalente per l'area sottesa al poligono al quale riferire le norme della classe o della sottoclasse secondo gli articoli di seguito descritti.

Di seguito viene riportato uno stralcio dalla carta di fattibilità (tavola 05, cfr. figura 11) e le classi individuate nelle carte in scala 1:10.000.

Al mosaico della fattibilità in scala 1:10.000, sono state sovrapposte, con apposito retino "trasparente", le aree soggette a pericolosità sismica (zone soggette ad instabilità, amplificazione sismica litologica e geometrica, amplificazioni lineari) che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma alle quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del PGT.

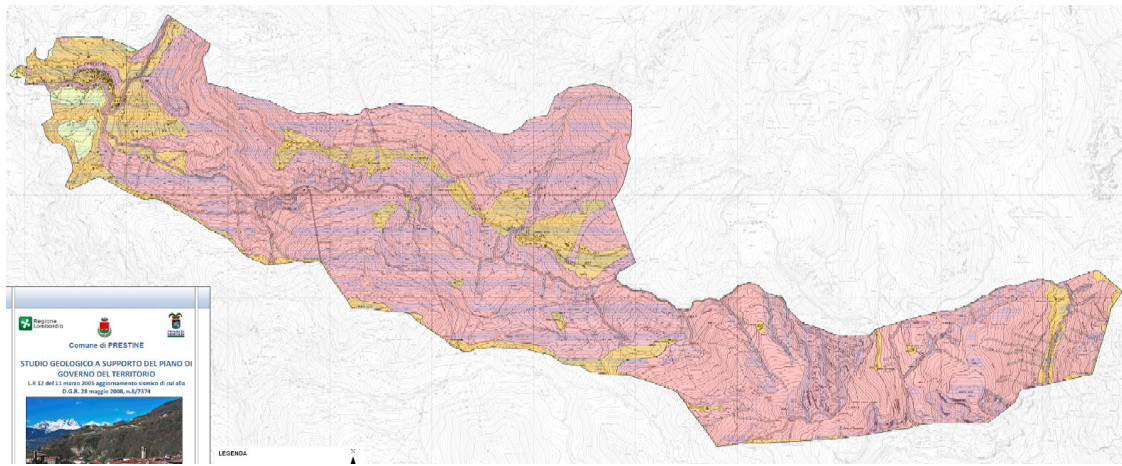


Fig. 11 Stralcio della Carta di Fattibilità

Classe 2: fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico e/o idrogeologico e/o idrologico, finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di bonifica, ma comunque relativi al singolo progetto.

Si tratta quindi di zone in cui la situazione geologica presenta un quadro leggermente problematico, ma che con l'applicazione di opportuni accorgimenti e/o introducendo eventuali limitazioni possono essere utilizzate.

Tale utilizzo presuppone l'effettuazione di accertamenti geologici per quanto limitati e finalizzati al singolo progetto edilizio.

In queste aree è pertanto consentito realizzare nuove edificazioni ed interventi di carattere edilizio, nel rispetto delle norme del PGT, con le eventuali limitazioni che verranno evidenziate nelle relazioni geologiche a supporto dei progetti.

Questa classe comprende le aree con acclività fino a 25° per terreni e 35° per le rocce. Sono comprese in le aree prossime alle scarpate morfologiche e ai versanti ripidi oggetto di potenziali fenomeni di instabilità.

Sono state incluse anche quelle aree senza particolari problemi di carattere geologico ma che per altitudine e caratteri geologici e paesaggistici richiederebbero, per il loro utilizzo, un preventivo e dettagliato studio geoambientale o comunque edificazione a basso impatto, rispettosa dell'elevato pregio naturalistico dei luoghi.

I progetti relativi a nuove edificazioni ricadenti in questa classe, devono essere preventivamente correlati da una nota geologica.

Classe 3 fattibilità con consistenti limitazioni

La classe 3 comprende aree caratterizzate da consistenti limitazioni alla modifica di destinazioni d'uso dei terreni per i rischi individuati.

In particolare, dovranno essere realizzati approfonditi studi geologici-geotecnici, eventualmente supportati da campagne geognostiche, prove in sito ed in laboratorio oppure studi tematici a carattere idrogeologico, ambientale, idraulico, ecc. (in relazione alla tipologia di fenomeno e/o problematica geologica).

Il risultato di tali indagini dovrà consentire di precisare il tipo e l'entità massima dell'intervento nonché le opere da eseguirsi per la salvaguardia geologica o l'attuazione di sistemi di monitoraggio per tenere sotto controllo i fenomeni.

Nella classe 3 sono state inserite le aree acclivi, con pendenze superiori a 25° per i terreni e 35° per le rocce particolarmente fratturate o alterate; quelle potenzialmente interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico di vario tipo: frane, crolli in roccia ecc.

Classe 4: fattibilità con gravi limitazioni

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

Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non tenuta al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica dei siti. Sono ammessi interventi di carattere pubblico che non prevedano la presenza continuativa di persone.

Per questa classe oltre che alle presenti norme si farà espresso riferimento alle norme tecniche di attuazione del PAI di cui all'Art.9.

Rogno, maggio 2013

Dott. Geol. Luca M. Albertelli