

	INDICE	Pag.
1.	PREMESSA.....	3
1.1	Finalità, metodologia, contenuti.....	4
A	PARTE PRIMA - ANALISI TERRITORIALE.....	5
2.	Aspetti meteo-climatici.....	5
2.1	Precipitazioni.....	5
2.1.1	Precipitazioni massime da 1 a 5 giorni consecutivi.....	6
2.1.2	Precipitazioni massime di un giorno.....	7
2.2	Manto nevoso.....	8
2.3	Temperatura.....	9
2.4	Venti.....	10
3.	Geolitologia.....	11
3.1	Criteri di indagine.....	11
3.2	Substrato roccioso.....	11
3.2.1	Scisti di Edolo (Archeozoico).....	11
3.2.2	Gneiss di Morbegno (Archeozoico).....	12
3.2.3	Gneiss del Corno Stella (Archeozoico-Paleozoico inf.).....	12
3.2.4	Conglomerato Basale (Carbonifero sup.-Permiano inf.).....	12
3.2.5	Formazione di Collio (Permiano inf.).....	13
3.2.6	Conglomerato del Ponteranica (Permiano inf.).....	14
3.2.7	Verrucano Lombardo (Permiano sup.).....	15
3.2.8	Servino (Scitico).....	15
3.2.9	Carniola di Bovegno (Scitico-Anisico inf.).....	16
3.2.10	Calcare di Angolo (Anisico).....	16
3.2.11	Calcare di Esino (Anisico sup.-Ladinico).....	16
3.3	Tettonica.....	17
3.4	Depositi superficiali olocenici.....	18
3.4.1	Depositi di versante.....	18
3.4.2	Depositi di conoide alluvionale.....	18
3.4.3	Depositi alluvionali.....	19
3.5	Depositi superficiali pleistocenici.....	19
3.5.1	Depositi prevalentemente di origine glaciale tardopleistocenici.....	19
3.5.2	Depositi prevalentemente di origine glaciale pleistocenici.....	19
4.	Geomorfologia.....	20
4.1	Criteri di indagine.....	20
4.2	Ambito morfologico occidentale.....	20
4.3	Ambito morfologico orientale.....	21
4.4	Processi gravitativi.....	22
4.5	Forme di origine glaciale.....	22
4.6	Processi legati alle acque correnti.....	23
4.7	Elementi antropici.....	23
4.8	Elementi di origine poligenica.....	24
4.9	Valanghe.....	24
4.10	Pericolosità (Processi morfologici attivi).....	26
5.	Idrografia.....	27
5.1	Criteri di indagine.....	27
5.2	Fiume Brembo.....	27
5.3	Affluenti.....	28
5.4	Aree di esondazione.....	30
5.5	Fonti di approvvigionamento.....	31
5.6	Collettamento e depurazione.....	32
5.7	Opere idrauliche esistenti.....	32
6.	Idrogeologia.....	33
6.1	Vulnerabilità idrogeologica.....	34
7.	Dinamica geomorfologica e caratteri geotecnici.....	35
B	PARTE SECONDA - SINTESI.....	39
8.	Carta di sintesi.....	39
8.1	Elementi significativi del territorio.....	39

8.2	Fenomeni geomorfologici.....	39
8.3	Aree con caratteristiche geomeccaniche e geotecniche scadenti.....	39
8.4	Aree di interesse scientifico-naturalistico	40
8.5	Fasce di rispetto delle sorgenti.....	41
8.6	Vincoli normativi.....	42
8.6.1	Vincolo idrogeologico - L. n. 3267/1923 art. 1	42
8.6.2	Istituzione del Parco delle Orobie - L.R. n. 56/1989.....	42
8.6.3	Perimetro aree di primo appoggio - D.G.R. n. 7 del 10.12.85.....	42
8.6.4	Zone interdette all'edificazione - R.D. 523/1904, art. 96.....	42
8.6.5	Zone di tutela assoluta e fasce di rispetto per le sorgenti - D.L. n. 152 art. 21 del 11.5.1999 e successivo D.Lgs. 258/2000.....	43
8.6.6	Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale - L. 431/1985, art. 1.....	43
8.6.7	Individuazione e perimetrazione delle zone a maggiore rischio idrogeologico - L. n. 267/98 (ex D.L. n. 180 - Decreto Legge sugli eventi di Sarno).....	43
8.6.8	Individuazione e perimetrazione delle zone ad elevata criticità.....	44
9.	Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano	45
9.1	Descrizione delle aree.....	46
9.1.1	Aree in classe 1.....	46
9.1.2	Aree in classe 2.....	46
9.1.3	Aree in classe 3.....	46
9.1.4	Aree in classe 4.....	47
9.2	Indirizzi generali	48
9.3	Criteri	49
9.3.1	Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni.....	49
9.3.2	Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni.....	49
9.3.3	Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni.....	49
9.3.4	Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.....	53
10.	BIBLIOGRAFIA	58
11.	ALLEGATI.....	61

1. PREMESSA

Il presente lavoro si configura come documento di sintesi delle indagini di carattere geologico svolte a supporto del Piano Regolatore Generale, su incarico specifico dell'Amministrazione comunale di Carona (Bg).

Le indagini sono state svolte seguendo quanto disposto dalla L.R. 24 novembre 97 n. 41 "Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti", e seguendo le specifiche dettate dalla D.G.R. 6 agosto 1998 n. 6/37918 "Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale", adattandola alla situazione ambientale locale.

Lo studio geologico, redatto e completato nel dicembre 1999, é stato successivamente ripreso ed integrato con approfondimenti di indagini finalizzate a dettagliare la zonazione della pericolosità e del rischio su alcune aree del territorio comunale di Carona che presentano un grado di criticità non trascurabile, sia per la pericolosità dei fenomeni in atto, sia per la vulnerabilità del contesto su cui insistono.

Gli studi geologico-tecnici di dettaglio, ultimati in data novembre 2001, hanno interessato le seguenti aree:

Bacino Torrente Valle del Péta e relativa conoide;

Bacino Torrente Valle Bonone e relativa conoide;

Bacino Torrente Valle Camuzzone e relativa conoide;

Sito valanghivo che insiste sul centro abitato (Canal del Misoi);

Parete rocciosa, porzione dell'ex-cava "Pietra Spezzata", che incombe su un'area artigianale e che é interessata da fenomeni di caduta massi.

Le procedure utilizzate per l'approfondimento dello studio geologico sono conformi a quanto previsto con D.G.R. del 29 ottobre 2001 - n. 7/6645 "Approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della l.r. 41/97".

L'aggiornamento all'indagine geologica di supporto al Piano Regolatore, (novembre 2001), non ha riguardato la cartografia di base (datata dicembre 1999) in quanto non sono avvenute modifiche dell'assetto geomorfologico, idrogeologico, idraulico a causa di eventi naturali o di interventi (collaudati) successivi alla redazione dello studio geologico.

Il presente studio é stato realizzato previa consultazione di tutta la documentazione disponibile presso gli enti competenti (Regione Lombardia, Comunità Montana di Valle Brembana, Comune di Carona). Sono stati inoltre recepiti i contenuti del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - interventi sulla rete idrografica e sui versanti - Legge 18 maggio 1989 n.183 art. 17, comma 6 ter, adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.

Alla luce di quanto precedentemente espresso, si ritiene che la presente indagine geologica sia sostanzialmente conforme alle direttive previste dalla D.G.R. n. 7/6645.

1.1 Finalità, metodologia, contenuti

Lo studio geologico, quale supporto alla pianificazione urbanistica, definisce primariamente quali sono gli elementi fisici che connotano l'ambito territoriale su cui l'urbanizzato si è insediato e successivamente espanso.

Si tratta, quindi, di comprendere, in prima istanza, quali dinamiche di carattere fisico interagiscono sul territorio regolandolo e, conseguentemente, definire i limiti di una convivenza che non risulti conflittuale con i processi che, agendo secondo leggi naturali, lo trasformano.

In un ambito montano quale risulta essere quello considerato, il rilievo di dettaglio delle dinamiche di natura fisica in atto può risultare particolarmente complesso ma di fondamentale importanza per la tutela delle opere ed infrastrutture presenti, nonché per una corretta pianificazione urbana.

La fase di acquisizione dei dati di base si è sviluppata sia attraverso a partire dalla ricerca bibliografica per proseguire con rilievi direttamente sul terreno.

L'elaborazione dei dati di base ha portato alla definizione di documenti di sintesi in cui sono contenute anche le proposte operative, normative e di tutela del territorio.

A PARTE PRIMA - ANALISI TERRITORIALE

2. ASPETTI METEO-CLIMATICI

2.1 Precipitazioni

Il territorio di Carona è situato nella fascia montana bergamasca avente un tipo di clima alpino.

Per il territorio comunale di Carona si hanno a disposizione dati precisi riguardanti le precipitazioni. Nell'area di interesse sono ubicate diverse stazioni di rilevamento meteo-climatico per le quali si dispone di dati rilevati per lunghi periodi: i valori che verranno successivamente utilizzati riportati dal Servizio Idrografico sono relativi alle stazioni di Carona (1096 m slm), del Lago Sardegnana (1750 m slm) e del Lago Fregabolgia (1950 m slm).

In riferimento alla stazione di Carona i dati utilizzati sono stati elaborati dal Dott. Severino Belloni e dal Dott. Manuela Pelfini.

Per la stazione di Carona é stata presa in esame la serie pluviometrica relativa agli anni 1921-1984; per il Lago Sardegnana il periodo di osservazione é compreso tra il 1928 ed il 1978, mentre per la stazione ubicata in corrispondenza del Lago Fregabolgia la serie considerata va dal 1955 al 1974.

I dati utilizzati, pur essendo riferiti a periodi di osservazione diversi, sono comunque confrontabili ed indicativi (visti i lunghi periodi di osservazione cui sono riferiti) al fine di fornire un quadro significativo della situazione pluviometrica del comune.

I dati elaborati indicano che i valori maggiori relativi alla precipitazione totale media sono stati registrati nella stazione ubicata a quota altimetrica più elevata (Lago Fregabolgia) e sono pari a 2008 mm/a, mentre il valore massimo in riferimento alla frequenza media dei giorni piovosi annuali, di 124,8, é riconducibile alla stazione di Carona.

Le precipitazioni si distribuiscono in due periodi di massima piovosità: uno primaverile nel mese di maggio-giugno ed uno autunnale nei mesi di settembre-ottobre-novembre. Apporti piovosi minimi si hanno durante la stagione invernale (nei mesi di gennaio e febbraio), caratteristica costante di tutta la regione padano-alpina.

Nei grafici ad istogrammi allegati (Tabb. n. 1-2-3) sono stati riportati i valori medi mensili e quelli estremi, massimo e minimo, per evidenziare la fluttuazione degli afflussi in ogni mese.

L'articolazione dei valori estremi si scosta talora da quella dei valori medi; in particolare si osserva che:

- il periodo autunno-inverno è caratterizzato di valori massimi e medi piuttosto elevati mentre i valori minimi sono relativamente bassi o addirittura vi è assenza di precipitazioni;
- dicembre-gennaio sono i mesi con il range di fluttuazione più ridotto;
- durante l'inverno (nei mesi di novembre-gennaio-febbraio) si rileva normalmente assenza di precipitazioni, mentre nel periodo estivo si registrano sempre eventi piovosi.

Sono stati inoltre considerati e diagrammati i dati relativi al numero dei giorni perturbati presenti nell'arco di un anno. Il regime annuo del numero medio mensile dei giorni perturbati evidenzia un massimo nel periodo primaverile (mesi di maggio e giugno) ed un minimo a gennaio e febbraio (Tabb. n. 4, 5 e 6).

Un'indicazione abbastanza efficace delle condizioni pluviometriche è ottenibile anche dall'intensità media giornaliera, ovvero il rapporto tra la quantità di precipitazione dell'anno medio e il numero di giorni in cui il fenomeno si è verificato. Questo parametro pur non definendo le condizioni reali di una località (la pioggia è un fenomeno discontinuo e variabile per frequenza e quantità) è facilmente disponibile e utilizzabile.

I dati pluviometrici di Carona (14,3 mm/a), Sardegnana (15,1 mm/a), Fregaborgia (17,3 mm/a) mostrano un evidente aumento dell'intensità media giornaliera con la quota altimetrica.

Con i valori degli importi annui delle precipitazioni registrati in 46 stazioni di rilevamento meteo-climatico ubicate sul territorio provinciale di Bergamo, è stata redatta una carta delle isoiete di cui si riporta di seguito uno stralcio relativo ad un intorno significativo dell'area di pertinenza del comune di Carona (fig. 1).

2.1.1 *Precipitazioni massime da 1 a 5 giorni consecutivi*

L'analisi dei dati per precipitazioni giornaliere assume maggior interesse concreto per problemi di carattere idraulico quando si considerano gli eventi massimi.

Utilizzando i dati riportati dal Servizio Idrografico relativi alle massime precipitazioni annuali per periodi da 1 a 5 giorni consecutivi, si sono calcolate le curve inviluppo dei massimi assoluti.

Per il calcolo di cui sopra, sono stati considerati gli estremi delle singole serie di osservazioni disponibili: le curve ottenute non si riferiscono quindi ad uno stesso evento meteorologico. Il modo di procedere descritto é tuttavia di uso abbastanza comune nel caso si debbano valutare i rischi derivanti dalle piene; in tal modo si ha una maggiore garanzia di sicurezza per affrontare i problemi connessi con la protezione dalle conseguenze che possono derivare da fenomeni meteorologici eccezionali.

Le equazioni della funzione che lega le precipitazioni massime al tempo (espresso in giorni), per le stazioni di interesse sono risultate:

Stazione di Carona	$P = 163 T^{0,42}$
Stazione di L. Sardegnana	$P = 156 T^{0,50}$
Stazione di L. Fregaborgia	$P = 178 T^{0,57}$

Le curve, riportate nella tabella allegata (Tab. n.7), denotano un intensificarsi del fenomeno con l'aumentare della quota; nel contempo le stesse presentano una concavità rivolta verso l'asse delle ascisse per la graduale diminuzione dei valori di P all'aumentare del tempo.

L'esame della distribuzione frequenziale degli eventi massimi nei differenti mesi dell'anno evidenzia una ricorrenza preferenziale nel periodo tardo estivo-autunnale, trimestre settembre-novembre.

2.1.2 *Precipitazioni massime di un giorno*

Sono stati analizzati i dati relativi alle precipitazioni massime di un giorno, verificatesi nell'arco dell'anno, riportati dal Servizio Idrografico: le stazioni prese in considerazione sono quelle di Carona, Lago Sardegnana e Lago Fregaborgia.

I dati disponibili in riferimento ai periodi di osservazione sono stati evidenziati nel prospetto di seguito riportato:

Stazione	N. anni	Periodo
Carona	36	1921-1978
Lago Sardegnana	36	1928-1978
Lago Fregaborgia	19	1956-1974

Si é verificata la validità dell'applicabilità della legge di distribuzione di frequenza di Gumbel (Chow, 1964): i dati sperimentali e le relative rette di interpolazione sono rappresentate nella tabella n. 8.

Le equazioni delle rette interpolate sono risultate essere:

Carona P: 93.41 + 22.73 K

Lago Sardegnana P: 108.50 + 22.18 K

Lago Fregabolgia P: 114.58 + 36.68 K

Sulla base di tali equazioni sono stati calcolati i valori per un Tempo di ritorno $Tr = 50$ anni: i dati riportati di seguito sono messi a confronto con i massimi sperimentali.

	Carona	Lago Sardegnana	Lago Fregabolgia
Tr=50 anni	152.50	166.17	209.95
Massimo sp.	161.0	161.0	180.0

L'esame di tali valori evidenzia una tendenza all'aumento degli stessi lungo l'asse principale della valle con la quota, l'incremento sembra più sensibile a quote superiori ai 1700 m.

Preferibilmente gli eventi estremi si verificano nel periodo autunnale con un massimo assoluto nel mese di novembre alle quote maggiori; modeste sono le frequenze nel periodo estivo, mentre la più bassa percentuale di frequenza si registra nel periodo invernale, specie alle quote inferiori.

2.2 Manto nevoso

I dati nivologici analizzati e successivamente diagrammati (Tabb. n. 9 e 10), sono relativi alla stazione di rilevamento meteo-climatico ubicata nel centro abitato di Carona: i valori utilizzati si riferiscono ad un periodo di osservazione compreso tra il 1955 ed il 1984.

I valori presi in considerazione sono stati impiegati per definire la permanenza del manto nevoso, il numero di giorni di precipitazione, l'altezza media del manto nevoso al suolo nonché la relativa situazione evolutiva statistica durante i mesi invernali.

I diagrammi inerenti la permanenza del manto nevoso evidenziano come i valori massimi della permanenza media mensile si registrino nel mese di gennaio.

In riferimento invece allo spessore della neve al suolo, i dati a disposizione nonché studi condotti sul territorio dell'Alta Valle Brembana hanno dimostrato che vi è una relazione diretta fra quota altimetrica ed altezza del manto nevoso. In particolare le elaborazioni, effettuate partendo dai dati registrati, hanno permesso di ricavare un gradiente medio pari a 15 cm di spessore della neve al suolo ogni 100 m di quota.

I dati a disposizione per la presente indagine, basati su di un periodo di osservazione di dieci anni, evidenziano discreti apporti di neve. I valori massimi vengono registrati nel bimestre gennaio-febbraio, periodo in cui lo spessore medio della neve al suolo è risultata pari a circa 50 cm alla quota considerata (1096 m s m.).

Valori più elevati si registrano in corrispondenza delle stazioni di rilevamento site a quote altimetriche più elevate: i dati a disposizione provenienti dalla zona di Carisole (1960 m s m) evidenziano la presenza di valori medi pari a circa 120 cm, come si evince dal grafico riportato in tabella n. 11.

I valori ivi diagrammati si riferiscono ad un periodo di osservazione compreso tra il 1992 ed il 1997: detto arco temporale seppure limitato, consente comunque di ricavare informazioni relativamente all'altezza del manto nevoso durante i mesi invernali.

I dati nivometeorologici disponibili non hanno evidenziato apporti di neve stagionalmente precoci.

Con i valori della permanenza media annua del manto nevoso registrati in 46 stazioni di rilevamento meteo-climatico ubicate sul territorio provinciale di Bergamo, è stata redatta una carta delle isodiamene di cui si riporta di seguito uno stralcio relativo all'area di interesse (fig. 2).

2.3 Temperatura

I dati che vengono presi in considerazione sono quelli misurati nella stazione di Carona, i cui dati pubblicati si riferiscono all'intervallo 1955-1984, un lasso di tempo significativo che consente di avere un orientamento sul regime termico annuo. Sono state riportate le temperature medie delle massime, medie e medie delle minime (Tab. n. 12).

La temperatura media annua risulta di 6,8°C, con un andamento definito da inverni rigidi ed estati miti e un'escursione termica media annua di 17,5°C ed un'escursione termica annua assoluta prossima anche ai 50°C.

Per la stazione presa in oggetto si riportano i dati relativi a tutto l'anno, dai quali risulta che la temperatura media mensile più elevata si riscontra in luglio con 16,1°C e quella minima in gennaio con -1,4°C.

Durante i mesi compresi tra ottobre e maggio si possono avere rischi di gelate notturne.

L'escursione termica media diurna, esaminata tramite i dati della stazione di Carona (anni 1955-1984), risulta massima nei mesi estivi (circa 9°C) e minima nei mesi invernali (circa 4°C) (Tab. n. 13).

Anche per le temperature sono disponibili i valori medi registrati in corrispondenza della stazione di Carisole durante il periodo invernale tra gli anni 1992-1997. L'analisi del grafico riportato in tabella n. 14 permette di osservare come le temperature medie invernali a quota di 196,0 m s.l.m. siano inferiori di circa 2°C rispetto a quelle registrate a 1096 m s.l.m.

E' successivamente riportato uno stralcio, relativo all'area di interesse (fig. 3), della carta delle isoterme medie dei mesi di luglio, gennaio ed annue.

2.4 Venti

Per il territorio comunale di Carona i dati disponibili riguardanti le condizioni anemologiche sono stati rilevati in corrispondenza della stazione automatica sita in località Carisole. I dati sono relativi a 4 anni; tale arco temporale, pur essendo piuttosto ridotto, consente comunque di ricavare informazioni significative circa le direzioni preferenziali dei venti. L'elaborazione dei dati a disposizione evidenzia come sul territorio comunale di Carona le direzioni tendenziali del vento più frequenti siano E-NE.

E' probabile che la posizione morfologica di Carona (ubicata in un ambito vallivo con orientazione E-W) condizioni la distribuzione dei venti, con direzioni secondo il tracciato della valle stessa.

3. GEOLITOLOGIA

3.1 Criteri di indagine

La carta geolitologica è stata compilata per tutto il territorio comunale, utilizzando materiale esistente in bibliografia ed effettuando rilievi sul terreno.

3.2 Substrato roccioso

Le unità del substrato roccioso affioranti comprendono:

- unità metamorfiche del basamento sudalpino (Scisti di Edolo, Gneiss di Morbegno, Gneiss del Corno Stella). Esse affiorano prevalentemente in prossimità dello spartiacque con la provincia di Sondrio. Il basamento cristallino corrisponde allo zoccolo sul quale si è depositata, a partire dal Carbonifero, la successione sedimentaria. Il protolito era costituito da una successione terrigena arenacea-pelitica, metamorfosata in più fasi, corrispondente alla porzione più preponderante; per altre unità non vi sono certezze sull'originaria natura delle rocce.

- unità paleozoiche (Conglomerato Basale, Formazione di Collio, Conglomerato di Ponteranica, Verrucano Lombardo).

- unità triassiche (Servino, Carniola di Bovegno, Calcarea di Angolo, Calcarea di Esino).

3.2.1 Scisti di Edolo (Archeozoico)

Si tratta di micascisti muscovitici, talora a due miche o granatiferi, passanti a micascisti quarzitici e filladici, di colore grigio scuro o argenteo. L'evento metamorfico, attribuito al ciclo ercinico che ha coinvolto l'originario protolito arenaceo-argilloso, è di basso grado (facies metamorfica "anfibolitica" poi retrocessa in facies "Scisti Verdi").

Gli Scisti di Edolo sono localmente caratterizzati dall'intercalazione di letti di quarzo aventi spessore variabile, sono inoltre visibili zone con presenza di lenti albitizzate, generalmente distribuite lungo linee di dislocazione.

Nel territorio comunale gli Scisti di Edolo affiorano a ovest e ad est del lago di Fregaboldia, dalla quota 1800 m s.m. fino al Passo di Portula a quota 2280 m s.m. Il contatto con le unità sovrastanti è pressoché unicamente tettonico.

3.2.2 *Gneiss di Morbegno (Archeozoico)*

Sono paragneiss biotitici con ocelli albitici, granatiferi passanti a paragneiss quarzitici. La presenza di cianite, staurolite e granato è indice di un metamorfismo di medio grado.

Affiorano lungo il crinale orobico occidentale tra il Passo di Salmurano ed il Monte Masoni.

Nel comune di Carona costituiscono la testata della Valle di Carisole a partire dalla quota di 1900 m s.m., proseguono ad est attraversando il Monte Chierico. Affiorano lungo tutta la Valle del Monte Sasso a partire dal Lago di Prato sino al Lago del Diavolo. Il contatto con gli Gneiss del Corno Stella è stratigrafico; mentre con le unità paleozoiche è sempre tettonico.

3.2.3 *Gneiss del Corno Stella (Archeozoico-Paleozoico inf.)*

Costituiscono la porzione sommitale del basamento metamorfico cristallino, sono presenti nel settore centrale del crinale orobico. Litofacies analoghe alla presente, caratterizzate dalla medesima posizione geometrica in aree più occidentali del basamento cristallino, sono state genericamente denominate Gneiss Chiari.

Si tratta di gneiss quarzosi, feldspatici e muscovitici, generalmente osservabili in bancate. Gli Gneiss del Corno Stella si presentano spesso regolarmente fratturati in blocchi di dimensioni metriche, tali da formare ai piedi dei versanti estesi macereti e ghiaioni.

Affiorano nella porzione settentrionale del territorio comunale di Carona, tra il Monte Chierico ed il Monte Masoni nonché nell'area circostante il lago del Diavolo. Il contatto con le unità paleozoiche è sia tettonico che stratigrafico.

3.2.4 *Conglomerato Basale (Carbonifero sup.-Permiano inf.)*

È rappresentato da conglomerati e subordinatamente da vulcaniti, con spessore variabile fino ad un massimo di alcune decine di metri. Affiora nella porzione orientale del comune di Carona, ricoprendo in discordanza le rocce del basamento cristallino e costituendo così la prima formazione sedimentaria, non metamorfica, paleozoica.

Il Conglomerato Basale si è originato dai detriti depositi in ambiente continentale per opera di corsi d'acqua che drenavano la topografia presente dopo il

ciclo orogenico ercinico. In relazione all'ambiente sedimentario nel quale si è deposta, la formazione può assumere spessori variabili e talvolta mancare per lacuna: in quest'ultimo caso il Verrucano Lombardo e la Formazione di Collio ricoprono direttamente le unità del basamento cristallino.

Superiormente il Conglomerato Basale è ricoperto dalla Formazione di Collio.

3.2.5 Formazione di Collio (Permiano inf.)

Si tratta di una formazione costituita da varie litofacies terrigene, vulcanoclastiche e vulcaniche, generalmente suddivisa in due membri: uno inferiore vulcanico ed uno superiore terrigeno, anche se studi più recenti hanno sottolineato come i rapporti fra le diverse litofacies siano più complessi.

Essa ricopre direttamente il basamento cristallino o il Conglomerato Basale con spessori variabili fino a un massimo di 1500 m.

L'ambiente deposizionale della Formazione di Collio era costituita da paleo-depressioni tettoniche separate da alti strutturali: in corrispondenza degli alti l'unità in oggetto è assente o si presenta con spessori alquanto limitati.

L'area bergamasca ricade proprio all'interno di una delle depressioni precedentemente indicate e viene pertanto denominata bacino del "Collio Orobico".

Nell'area di rilevamento sono state individuate e distinte diverse litofacies suddivise come successivamente indicato:

- facies conglomeratica ed arenaceo-conglomeratica: affiora su gran parte del territorio comunale di Carona ed è caratterizzata dalla presenza di conglomerati e litoareniti provenienti dall'erosione delle vulcaniti che costituiscono il membro inferiore nonché delle rocce del basamento cristallino.

Questa facies si presenta in bancature da regolari a scarsamente delineate; le bancate sono da piano parallele a lenticolari con base erosionale e gradazioni normali verso l'alto.

Questo litotipo appartiene, insieme alle facies arenacea ed argillitica individuate nel presente lavoro, alle successioni prevalentemente terrigene del membro superiore. All'interno delle depressioni ove si sono depositi, le successioni conglomeratiche occupavano le fasce poste lungo le scarpate perimetrali, le facies più fini invece si deposero verso le aree centrali.

- facies arenacea: affiora lungo l'asse monte Val Rossa monte dei Frati, alla testata della valle Camisana e a sud del monte Grabiasca; si tratta di sequenze

arenacee con spessori che possono raggiungere anche parecchie decine di metri, originate dalla sovrapposizione di più cicli minori.

Dal punto di vista sedimentologico, all'interno di questi depositi é possibile riconoscere contatti basali erosionali, laminazioni parallele e convolute e stratificazioni incrociate. Detti sedimenti caratterizzavano le piane sabbiose poste al piede delle conoidi.

- facies argillitica: sono presenti limitati affioramenti in corrispondenza del Pizzo Zerna, a sud del passo di Venina e sui versanti occidentale e meridionale del monte Aga. La facies argillitica é caratterizzata dalla presenza di arenarie fini e silt in strati sottili, intercalati a livelli argillitici di ridotto spessore;

- facies vulcanica (Membro inferiore): affiora estesamente lungo i versanti dei monti Madonnino, Cабianca, Val Rossa, sono visibili affioramenti anche sul versante settentrionale della valle del Brembo, nella porzione orientale del territorio comunale di Carona. Nella zona del monte Cабianca lo spessore di detto membro é pari a circa 1000 m, con un volume totale di magma emesso valutato in circa 150 km³.

La facies vulcanica é costituita da porfiriti e porfidi quarziferi da grigio-biancastri a verdastri e violacei, da breccie piroclastiche e da tufi. Da un punto di vista petrografico, le vulcaniti del Collio sono ascrivibili a magmi di origine anatettico-crostale e mostrano trends calcalcalini.

3.2.6 Conglomerato del Ponteranica (Permiano inf.)

E' costituito da conglomerati grigio-verdastri e rossastri a grossi ciottoli di vulcaniti e subordinatamente da scisti cristallini alternati ad arenarie. Il Conglomerato di Ponteranica passa con contatto transizionale graduale sia lateralmente che inferiormente alla Formazione di Collio mentre a tetto il contatto é netto con il Verrucano Lombardo; affiora limitatamente sul versante settentrionale del Pizzo Vacca a quote comprese tra 1250 m e 1850 m s.m.

Lo spessore massimo della Formazione si ha nella localitá tipo (Monte Ponteranica) ove raggiunge i 520 m, lo spessore si riduce sensibilmente verso est descrivendo una geometria cuneiforme.

3.2.7 Verrucano Lombardo (Permiano sup.)

Il Verrucano Lombardo é costituito da una successione clastica prevalentemente conglomeratica caratterizzata dalla presenza di ciottoli di quarzo arrotondati e vulcaniti alla quale si alternano litareniti quarzoso-feldspatiche stratificate, di colore rosso cupo e subordinate siltiti ed argilliti siltose. La matrice che caratterizza i conglomerati é siltoso arenacea, costituita prevalentemente da quarzo, feldspati, vulcaniti e miche.

Affiora a partire dal Pizzo Vacca fino al lago Becco ed alla Cima del Becco; é presente inoltre a nord degli abitati di Carona e Pagliari ad una quota altimetrica compresa tra 1700 m e 2000 m s.m.; limitati affioramenti sono infine visibili lungo il crinale Monte Masoni - Monte Aga.

I depositi continentali del Verrucano Lombardo sono ricoperti in continuità stratigrafica con limite netto dal Servino.

Nell'area in oggetto il Verrucano Lombardo ha spessori variabili intorno ai 400-500 m.

3.2.8 Servino (Scitico)

L'unità é caratterizzata da alternanze di siltiti, marne e marne dolomitiche, argilliti in strati decimetrici intercalate ad arenarie quarzose con frammenti di vulcaniti, a cemento dolomitico, ben stratificate.

Il Servino rappresenta l'inizio della trasgressione triassica marina sui depositi continentali: le caratteristiche sedimentologiche indicano infatti un progressivo passaggio da ambienti deposizionali litorali a condizioni di mare più profondo.

Affiora lungo il versante settentrionale dei centri abitati di Carona e Pagliari, tra 1800 m e 2100 m s m.

A tetto del Servino, in continuità stratigrafica e con limite netto, affiora la Carniola di Bovegno.

In aree limitrofe lo spessore della Formazione risulta variabile tra 100 e 130 m.

3.2.9 Carniola di Bovegno (Scitico-Anisico inf.)

E' costituita da calcari dolomitici gessosi gialli, vacuolari alternati ad argille presenti in strati, i grossi banchi ed a stratificazione indistinta. Caratteristiche della Formazione sono le intercalazioni di breccie a cemento carbonatico giallastro, con clasti a spigoli vivi costituiti da calcari, dolomie argilliti e marne. La sedimentazione della Carniola di Bovegno é avvenuta in ambiente marino costiero a deposizione mista, circolazione ristretta da subtidale a intertidale.

La Formazione affiora in corrispondenza di un tratto del versante orientale della Valle di Carisole, in corrispondenza della località Casera di Carisole.

Il limite di tetto dell'unità é transizionale con Calcarea di Angolo.

A causa della tettonizzazione nonché dei limitati affioramenti, risulta di difficile individuazione lo spessore della Carniola di Bovegno; esso, in zone limitrofe all'area di indagine é state comunque valutato in 60-90 m.

3.2.10 Calcarea di Angolo (Anisico)

E' costituito da calcari da grigi a nerastri ben stratificati, da dolomie e dolomie arenacee da grigio chiare a nerastre, spesso con giunti argillosi; rare intercalazioni di strati centimetrici di arenarie quarzose e feldspatiche e siltiti micacee.

Il Calcarea di Angolo rappresenta un ambiente deposizionale a sedimentazione mista da prevalentemente carbonatica, tipica di piattaforme, a prevalentemente terrigena, tipica di ambiente costiero.

La Formazione descritta affiora nella porzione occidentale del territorio comunale di Carona, in particolare lungo parte del crinale che collega Le Forcelle Alte e Pizzo del Vescovo.

Lo spessore dell'unità, in aree limitrofe, é pari a circa 300-400 m.

3.2.11 Calcarea di Esino (Anisico sup.-Ladinico)

Il Calcarea di Esino é costituito da calcari, calcari dolomitici e subordinatamente dolomie di colore grigio-biancastro. La Formazione si presenta generalmente massiva nella parte medio-inferiore ove sono presenti calcari bioclastici, mentre nella porzione superiore i calcari grigio chiari prevalenti sono caratterizzati da una stratificazione in grossi banchi metrici con cicli peritidali con livelli stromatolitici e a fenestrae.

Nel settore centro-occidentale delle Prealpi Bergamasche sono presenti lenti costituite da breccie carbonatiche, paleosuoli, tasche-fratture di natura carsica che testimoniano un trend regressivo nelle facies del Calcarea di Esino che culmina con una emersione quasi generalizzata delle piattaforme ladiniche in Lombardia. In riferimento all'ambiente deposizionale é necessario infatti sottolineare che la successione del Calcarea di Esino é costituita da varie litofacies tipiche di ambiente di piattaforma carbonatica.

Affiora in corrispondenza del Pizzo del Vescovo ove é in contatto tettonico con la Carniola di Bovegno ed il Calcarea di Angolo.

Il Calcarea di Esino presenta spessori medi di 400 m.

3.3 Tettonica

L'area sulla quale é sito il comune di Carona é ubicata nelle Alpi Meridionali che costituiscono la porzione della catena alpina a sud della Linea Insubrica.

L'assetto geologico del Sudalpino Lombardo, compreso tra il Lago Maggiore ed il Lago di Garda, é caratterizzato dalla presenza di thrusts prevalentemente sud-vergenti, che producono un progressivo ribassamento dei corpi rocciosi piú antichi (basamento) dalle Alpi Orobiche verso sud sotto i sedimenti quaternari.

Piú dettagliatamente la zona di interesse é inserita nell'area strutturale delle "Anticlinali Orobiche": trattasi di una triade di anticlinali che delineano una fascia con orientazione est-ovest formante il settore piú settentrionale del territorio provinciale. Da ovest verso est le anticlinali sono state definite come "Anticlinale Orobica" propriamente detta, "Anticlinale Trabuchello-Cabianca" e "Anticlinale di Cedegolo"; dette strutture sono caratterizzate da una direzione assiale WSW-ENE e da una immersione assiale verso i quadranti occidentali.

Il territorio comunale di Carona é sito in corrispondenza del settore dell'anticlinale Trabuchello-Cabianca la quale coinvolge sia il basamento cristallino che la copertura sedimentaria permo-scitica.

La struttura descritta é collegata a numerose faglie con orientazione WSW-ENE (come la nota faglia che separa il Pizzo del Diavolo dalla sua anticima) e a faglie-fratture ad andamento NW-SE.

Superfici di scorrimento si sviluppano anche all'interno della Formazione di Collio; le facies terrigene presentano spesso pieghe anche a scala dell'affioramento con associato clivaggio di piano assiale. Tutta l'area lungo la quale é impostata la

testata della valle del Brembo é solcata da un clivaggio pervasivo immerso verso NNW.

Superfici di scorrimento all'interno del Collio nell'area di interesse sono inoltre visibili in corrispondenza del Monte dei Frati e del Monte Val Rossa.

3.4 Depositi superficiali olocenici

I depositi sciolti recenti, diffusi su tutto il territorio comunale di Carona, sono stati individuati, suddivisi e successivamente cartografati sulla base dei criteri indicati:

- ambiente deposizionale, ricostruito tramite l'osservazione delle caratteristiche tessiturali, granulometriche e litologiche;
- la pedogenesi;
- i rapporti con le altre unità (geometrie dei corpi, superfici erosionali etc.), utili al fine di correlare mediante una cronologia relativa le diverse unità;
- la morfologia attualmente presentata dai sedimenti.

3.4.1 Depositi di versante

Si tratta di sedimenti costituiti da diamicton a ciottoli e blocchi per lo più a spigoli vivi, la cui natura litologica é riconducibile ai litotipi affioranti a monte. I depositi di versante sono generalmente a supporto clastico; la matrice, presente soprattutto in corrispondenza dei depositi colonizzati, va da sabbioso siltosa ad argillosa.

I depositi di versante più consistenti sono localizzati alla base di pareti rocciose o sui versanti più acclivi; tali depositi, pur di limitato sviluppo areale, sono diffusi su tutto il territorio comunale di Carona.

3.4.2 Depositi di conoide alluvionale

Sono costituiti da ghiaie eterometriche e sabbie che si presentano generalmente stratificate. I clasti possono presentarsi da subarrotondati a spigolosi, in dipendenza del trasporto subito. Dal punto di vista petrografico, la litologia dei sedimenti in oggetto é direttamente ricollegabile a quella dei corrispondenti bacini di alimentazione.

I depositi di conoide alluvionale sono poco diffusi nell'area di indagine; sono presenti soprattutto nei dintorni del centro abitato, all'ingresso del fiume Brembo nel

lago di Carona e allo sbocco dei corsi d'acqua presenti provenienti dai versanti circostanti nella valle principale.

3.4.3 *Depositi alluvionali*

I depositi alluvionali sono costituiti da ghiaie con presenza di ciottoli arrotondati, eterometrici immersi in matrice sabbiosa.

I sedimenti si presentano spesso stratificati, talvolta lenticolari, si osservano strutture sedimentarie dovute all'azione delle acque.

Sono poco diffusi, presenti nell'alveo del fiume Brembo a monte dell'abitato di Carona ed in corrispondenza dell'abitato di Pagliari.

3.5 *Depositi superficiali pleistocenici*

Si tratta di depositi glaciali che esprimono le ultime grandi avanzate glaciali nell'area.

3.5.1 *Depositi prevalentemente di origine glaciale tardopleistocenici*

I depositi glaciali affioranti nell'area rappresentano gli accumuli connessi alla presenza di apparati glaciali quaternari.

Questi depositi sono costituiti da diamicton a ciottoli e blocchi subarrotondati immersi in matrice sabbioso-limosa.

I clasti sono eterometrici e raggiungono dimensioni anche decimetriche, sono litologicamente eterogenei e costituiti da litotipi sia carbonatici che da facies tipiche del basamento cristallino.

Sono diffusi prevalentemente nella porzione occidentale del territorio comunale di Carona, alla testata della valle di Carisole ed in val Sambuzza.

3.5.2 *Depositi prevalentemente di origine glaciale pleistocenici*

Si tratta di diamicton a ciottoli e blocchi con abbondante matrice limoso-sabbiosa e massi erratici, con arrotondamento moderato; la matrice si presenta debolmente alterata ed il fronte di decarbonatazione è pressoché inesistente.

Si riscontrano in tutto il territorio comunale, in particolare sul versante soprastante l'abitato di Carona, sul versante destro della Valle Camisana, nella Valle del Monte Sasso e sul versante sinistro della valle del f. Brembo, all'altezza della valle dei Frati.

4. GEOMORFOLOGIA

Il territorio comunale di Carona si estende in un ambito morfologico vallivo di media ed alta montagna corrispondente alla porzione iniziale del bacino del fiume Brembo (ramo di Carona).

Il territorio si estende da una quota minima di circa 1.000 m, posta in corrispondenza dello sbocco dell'alveo del fiume Brembo, fino ad un massimo di 2.914 m della cima del Pizzo del Diavolo.

Lo sviluppo lineare del territorio, lungo il fondovalle principale, è di circa 12 km.

Da un punto di vista morfologico il territorio comunale può essere diviso in due ambiti principali, uno orientale, l'altro occidentale.

4.1 Criteri di indagine

L'indagine geomorfologica si è svolta sulla base di un dettagliato rilievo sul terreno supportato da dati ed elementi individuati mediante fotointerpretazione e consultazione della cartografia specifica (Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe edita dalla Regione Lombardia, 1992).

4.2 Ambito morfologico occidentale

Caratterizza il territorio in cui sorge l'abitato di Carona. Gli elementi morfologici principali sono costituiti dai due versanti che racchiudono il fondovalle percorso dal fiume Brembo; essi si estendono in direzione ENE-WSW; si caratterizzano per un andamento abbastanza omogeneo con pendenze consistenti ma regolari. Essi collegano il fondovalle, alla quota di circa 1100 m con le quote di circa 1700 m.

Al di sopra i versanti si aprono con una sostanziale riduzione di pendenza e presentano una maggiore articolazione; possono inoltre ospitare invasi artificiali (Lago Sardegnana).

Il cambiamento di morfologia con la quota indica il cambiamento di agente morfologico che ha modellato i versanti stessi: nella porzione alta, caratterizzato da valli ampie a pendenza ridotta, l'agente morfologico principale è stato il ghiacciaio; la porzione sottostante dei versanti ha avuto un'evoluzione morfologica dovuta all'azione erosiva delle acque correnti incanalate (con il graduale approfondimento dell'alveo dell'asta principale del fiume Brembo).

4.3 Ambito morfologico orientale

Nella porzione orientale si hanno le morfologie più particolari e rilevanti del territorio: la maggiore quota del territorio, per lo più superiore a 1800 m s. m. impedisce la crescita della vegetazione di alto fusto e consente pertanto di apprezzarne meglio le forme.

Questa porzione di territorio può essere suddivisa in una parte settentrionale (Valle del monte Sasso e Valle Camisana) e in una meridionale (a Sud del fiume Brembo).

La porzione settentrionale si caratterizza per versanti regolari solcati da corsi d'acqua posti per lo più lungo la massima pendenza; le parti sommitali dei versanti sono costellate da pareti rocciose strapiombanti.

La porzione meridionale possiede le maggiori peculiarità morfologiche di tutto il territorio: è costituita da un andamento morfologico irregolare con alternanza di dossi arrotondati apparentemente caotici dato dal combinarsi di fasce rocciose indebolite da fratture e dall'azione erosiva dei ghiacciai.

Spesso in questo ambito morfologico si riconoscono rocce montonate costituite da dossi con scarpate a maggiore acclività verso valle (direzione di scorrimento del ghiacciaio) e contropendenza verso monte.

Le principali testate di valle sono a semicerchio (seppure irregolare), interpretate come circhi glaciali.

4.4 Processi gravitativi

Sui versanti sono presenti diffusi elementi morfologici di origine gravitativa, sia di tipo attivo che inattivo.

Le forme di tipo gravitativo più diffuse sono rappresentate dai coni e dalle falde di detrito: esse sono presenti sia allo stato inattivo che attivo. Quelle attive indicano la presenza di un processo gravitativo in atto costituito dal distacco di singole porzioni di roccia (caduta massi) o da distacchi in massa (frane di crollo) dalle pareti soprastanti.

In carta sono stati riportati i fenomeni gravitativi già evidenziatisi quali frane, caduta massi e coni detritici. In particolare l'individuazione di alcune zone interessate da frane attive non fedelmente cartografabili è stata indicata anche in corrispondenza del Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - interventi sulla rete idrografica e sui versanti - art. 17 L. n. 183 del 18 maggio 1989, redatto a cura dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Il PAI riporta su base topografica a scala 1:25.000 la delimitazione delle aree in dissesto in riferimento a rischi di natura idraulica ed idrogeologica nonché di origine gravitativa o legati a fenomeni valanghivi.

Sul territorio comunale di Carona, relativamente ai fenomeni gravitativi, il PAI individua tre zone interessate da fenomeni franosi senza indicarne una perimetrazione dettagliata, ubicate rispettivamente in Val Sambuzza, in Val Carisole e lungo il versante settentrionale a monte dell'abitato di Carona. Le aree citate sono state riportate anche in corrispondenza degli elaborati grafici allegati alla presente ed individuate come superfici di frana attiva non fedelmente cartografabili.

Su ampie aree dei versanti spesso non si rinvengono evidenti processi gravitativi in atto; tuttavia, viste le condizioni morfologiche (pendenze elevate, spesso superiori a 40°) ed i materiali costitutivi, è possibile che si possano verificare fenomeni gravitativi più o meno ampi.

4.5 Forme di origine glaciale

Gli elementi morfologici legati all'azione glaciale e attualmente rintracciabili sul territorio sono sostanzialmente costituiti dai pochi cordoni morenici freschi presenti nella parte alta della Val Carisole, ai piedi del versante SW del monte Chierico; anche sul versante destro della valle, nella zona del Rifugio Longo sono rintracciabili cordoni morenici; gli altri elementi morfologici, individuati nei depositi glaciali presenti

(ad es. gli orli) non sono qui citati in quanto derivanti dall'azione erosiva delle acque correnti.

4.6 Processi legati alle acque correnti

Sono stati riconosciuti orli di erosione dovuti alle acque correnti incanalate: si tratta di elementi presenti in corrispondenza del fiume Brembo (a monte e a valle dell'abitato) e, in forma minore e limitata, lungo i corsi d'acqua secondari.

Poiché la maggior parte degli orli riscontrati sono sostanzialmente costituiti da roccia, non si segnalano particolari problemi di attività o di instabilità.

Localmente sono stati individuati fenomeni di erosione incanalata; ciò, in particolare, in corrispondenza di alcune vallecole secondarie che solcano i versanti in quota, lungo la massima pendenza (ad esempio lungo il versante destro nella zona del Rifugio Longo).

Allo sbocco dei corsi d'acqua sono riconoscibili conoidi di deiezione, forme dovute al deposito di materiale trasportato dall'acqua. Si riconoscono sia forme inattive che attive.

Un'area perimetrata come "sito a rischio molto elevato" a causa del possibile trasporto di massa sui conoidi è stata indicata nell'ambito del PAI in corrispondenza del conoide posto allo sbocco della valle Bonone: trattandosi di una zona a cui non sono state associate misure di salvaguardia la delimitazione dell'area a rischio è stata individuata nel presente studio in seguito a sopralluoghi effettuati in zona e su basi cartografiche maggiormente dettagliate.

4.7 Elementi antropici

Il territorio comunale risulta relativamente poco antropizzato. Oltre all'area urbanizzata ed alle strade, gli elementi antropici più rilevanti presenti sul territorio sono dati dalle dighe che consentono la presenza di invasi di acqua di notevoli dimensioni (i principali: lago di Carona, di Sardegnana, di Fregaborgia), dalle numerose opere di presa e dalle condotte per scopo idroelettrico e dalle infrastrutture presenti in val Carisole (piste da sci).

Sono state riportate inoltre le opere di difesa realizzate; in particolare si sottolinea la presenza di un rilevato con vallo paramassi e rete paramassi a monte

delle ultime case del centro di Carona (località Porta), a causa della presenza di una parete rocciosa che scarica massi (in corrispondenza della paleofrana).

È presente anche un'area di cava dismessa.

4.8 Elementi di origine poligenica

Sono stati individuati elementi originati da più agenti; in particolare gli orli di scarpata spesso sono il risultato concomitante delle caratteristiche strutturali del substrato e dell'azione erosiva dei ghiacciai o delle acque correnti.

All'interno di questa categoria sono state comprese le morfologie di origine strutturale in quanto gli elementi strutturali del substrato roccioso normalmente controllano la morfologia solo in associazione con altri agenti morfogenetici.

4.9 Valanghe

Sul territorio comunale di Carona sono riconoscibili canali ed avvallamenti che costituiscono le vie preferenziali di scorrimento di valanghe durante la stagione invernale.

Nelle carte allegate sono state riportate le aree interessate da fenomeni valanghivi, come individuate nella "Carta di localizzazione probabile delle valanghe" (C.L.P.V.), redatta dalla Regione Lombardia (prima edizione, anno 1992) a cura del Centro Nivometeorologico di Bormio. Essa è stata redatta su base topografica alla scala 1:25.000.

La stesura del documento è innanzitutto basata su un accurato studio di fotointerpretazione delle fotografie aeree scattate durante il periodo estivo. Il lavoro di fotointerpretazione è stato integrato con un'analisi condotta direttamente in sito comprendente, oltre a sopralluoghi, tutte le informazioni scritte e le testimonianze dirette riferite a fenomeni valanghivi osservati. La redazione della C.L.P.V. ha tenuto conto anche dei dati reperiti dal catasto delle valanghe del Corpo Forestale dello Stato.

La carta in oggetto riporta e suddivide (con l'utilizzo di colori diversi), le valanghe individuate mediante fotointerpretazione da quelle effettivamente osservate sul territorio comunale. Nel comune di Carona sono stati individuati 87 siti valanghivi.

Sulla base di quanto precedentemente espresso appare necessario sottolineare come la documentazione cartografica relativa agli eventi valanghivi allegata alla presente relazione, non fornisca alcuna indicazione previsionale circa il grado di rischio o la frequenza dei fenomeni di distacco, riportando semplicemente la localizzazione probabile dei siti valanghivi.

L'individuazione dei siti valanghivi ottenuta mediante l'utilizzo della Carta della Localizzazione Probabile delle Valanghe é da ritenersi utile a livello indicativo nella pianificazione territoriale; le carte prodotte potranno servire quali basi per la realizzazione di studi di maggiore grado di dettaglio, detti Piani delle zone esposte al pericolo di valanghe (P.Z.E.V.), che riportino più precisamente i limiti delle aree potenzialmente interessate da distacco di masse nevose che, soprattutto, il grado di rischio e gli eventuali interventi migliorativi.

Aree a pericolosità elevata in relazione al rischio valanghe sono state indicate anche nel PAI in corrispondenza del quale non é comunque riportata la perimetrazione esatta dei fenomeni valanghivi. Come precedentemente indicato, la perimetrazione riportata nella cartografia allegata alla presente riprende pertanto i limiti indicati dalla CLPV.

I percorsi di valanga individuati si verificano generalmente a partire da quote superiori ai 2.000 m per seguire gli avvallamenti presenti lungo le direzioni di massima pendenza dei versanti. In particolare é possibile osservare come la zona di coronamento e la prima porzione della superficie di scorrimento sono caratterizzate da una elevata acclività, su tratti di versante privi di vegetazione sia arborea che arbustiva.

Le aree caratterizzate da pericolosità per valanghe sono uniformemente distribuite su tutto il territorio comunale; fanno eccezione le porzioni orientale e sud-orientale del comune stesso dove non sono state segnalate valanghe: questo é sicuramente riconducibile alla presenza di morfologie dolci ma è possibile che, trattandosi di una zona non antropizzata e conseguentemente poco frequentata, alcuni eventi potrebbero essere stati ignorati.

Eventi valanghivi sono stati osservati lungo tutto il tracciato della strada che collega il centro abitato con la zona del lago di Fregaborgia; distacchi di masse nevose si sono inoltre verificati anche lungo i versanti sovrastanti il centro abitato stesso.

Nell'area della stazione di partenza della seggiovia é stato realizzato un P.Z.E.V. (a cura dei dott. Nevini e Sommaruga, 1999) per lo studio di una valanga che scorre lungo la Valle di Carisole, sita a sud - est del Pizzo del Vescovo. La perimetrazione individuata con tale studio è stata riportata ne Piano Straordinario 267 redatto in adempimento alla legge n. 267/98 comprensivo di perimetrazioni, norme ed interventi, approvato dal Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino in data 12.10.1999 e dal Comitato Istituzionale in data 26.10.1999 (vedasi paragrafo 8.6.7) e pertanto utilizzata nella definizione delle fattibilità geologica dell'area (alla luce del parere emesso dal Centro nivometeorologico di Bormio nel 1999)..

Nella C.L.P.V. è stata segnalata una valanga che potrebbe interessare anche una parte centrale dell'abitato di Carona, si ritiene che una più corretta delimitazione dell'area e della consistenza effettiva del fenomeno potrà essere raggiunta solo con la realizzazione di un studio specifico (P.Z.E.V.); in tale sede potrà essere definita l'eventuale riduzione o addirittura l'assenza del fenomeno per mutate condizioni del versante.

4.10 Pericolosità (Processi morfologici attivi)

Il territorio comunale è sede di alcuni fenomeni morfologici attivi. Essi sono principalmente costituiti dai processi gravitativi di versante (comprese le valanghe); subordinatamente vi sono i processi legati alle acque correnti.

Mentre il manifestarsi di processi gravitativi quali frane e crolli in zone non antropizzate costituisce semplicemente un'evoluzione geomorfologica naturale, la loro presenza in aree percorse dall'uomo assume un significato di pericolosità. Intorno all'abitato di Carona non si hanno manifestazioni significative di questo genere. Tuttavia i versanti che si estendono per diverse centinaia di metri di dislivello con pendenze consistenti possono essere sede di franamenti e crolli anche dove attualmente non si evidenziano segni premonitori di tali possibili evoluzioni.

Si specifica che la paleofrana di crollo in località Porta non è considerata un processo attivo; è stata considerata attiva la possibile caduta massi dalla parete rocciosa soprastante, per il cui pericolo è stata realizzata a valle un'opera di difesa costituita da un vallo e dal corrispettivo rilevato provvisto in sommità di una rete paramassi, a protezione di parte dell'abitato.

L'altro processo gravitativo di notevole importanza è costituito dai fenomeni valanghivi: essi sono ampiamente presenti su tutto il territorio comunale; anche lungo i versanti che racchiudono l'abitato di Carona si hanno manifestazioni di questa natura. La valanga che maggiormente interferisce con la presenza antropica, anche per la sua frequenza, è quella che scorre lungo la Val Carisole fino a raggiungere, talora, la strada per Carona. Anche lungo il versante opposto (in sinistra) si segnalano valanghe significative, lungo le due valli che si immettono nel lago di Carona.

Numerose valanghe si verificano periodicamente lungo la strada che raggiunge il Rifugio Calvi.

5. IDROGRAFIA

5.1 Criteri di indagine

Il sistema della rete di deflusso delle acque superficiali del territorio comunale di Carona è costituito dal corso principale del fiume Brembo e dai suoi affluenti. Di ciascun impluvio principale è stato delimitato il rispettivo bacino idrografico.

Nell'elaborato cartografico sono state localizzate le sorgenti captate nonché le relative fasce di rispetto, la rete acquedottistica e la condotta per le acque miste; sono stati evidenziati alcuni elementi antropici riferiti ai corsi d'acqua: le dighe, le opere di difesa spondale ed i punti di possibile ostruzione del deflusso idrico.

5.2 Fiume Brembo

Il fiume Brembo è un elemento fortemente caratterizzante il territorio vallivo di Carona.

Il Brembo nasce nel comune di Carona, in corrispondenza del Pizzo del Diavolo, e scorre con andamento da rettilineo a meandriforme e direzione prevalente da E-NE a W-SW.

A monte della confluenza con la Valle del Monte Sasso ha un andamento preferenziale NE-SW e si presenta per lo più rettilineo. Verso valle l'alveo prosegue con una direzione prevalente E-W, descrivendo in alcuni tratti anse a diverso raggio di curvatura.

Lungo tutto il tratto considerato, il letto del corso d'acqua risulta ben incassato, la valle si presenta ovunque molto incisa.

Le alluvioni sono caratterizzate dalla presenza di numerosi ciottoli di dimensioni medie decimetriche nonché da rari massi che raggiungono dimensioni metriche: il trasporto solido è rilevante, in relazione alle condizioni morfologiche della zona.

Il fiume Brembo é caratterizzato dalla presenza di numerosi affluenti: trattasi di corsi d'acqua a carattere sia permanente che stagionale che si immettono nel Brembo dai versanti circostanti.

Dati riguardanti le caratteristiche idrauliche del Brembo, in particolare le portate di massima piena, non sono reperibili in quanto tale fiume viene monitorato molto più a valle dell'area di interesse: dati relativi alla portata sono riferiti alla stazione di campionamento posta nel Comune di Piazza Brembana.

Un monitoraggio della portata del Brembo nel comune di Carona fornirebbe comunque dati poco attendibili in quanto, a monte dell'abitato di Carona, é regimato dalla presenza di diverse opere di presa per lo sfruttamento a scopo idroelettrico.

La capacità complessiva dei bacini risulta essere pari a $10,31 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Le capacità dei singoli serbatoi presenti sul territorio comunale sono di seguito indicate (capacità totale del serbatoio 10^6 m^3):

Lago del Diavolo	2,56
Lago Fregaborgia	4,66
Vago Val di Frati	0,33
Lago Sardegnana	2,30
Lago di Carona	0,46

Tratti del Brembo lungo i quali sono state realizzate opere di difesa spondale sono visibili in corrispondenza del centro abitato di Pagliari.

5.3 Affluenti

I torrenti che affluiscono nel Brembo sono presenti all'interno dei confini comunali sia in destra che in sinistra idrografica con regime sia permanente che stagionale.

Le aste principali sono pressoché rettilinee e si sviluppano lungo la massima pendenza dei versanti: nella porzione orientale del territorio comunale le aste fluviali hanno andamento prevalente N-S, mentre verso la testata della valle del Brembo ed in particolare all sinistra idrografica, la direzione delle aste principali é circa E-W. in quanto condizionato dalla morfologia e dall'assetto tettonico dell'area.

Nella porzione piú orientale del territorio comunale, il corso d'acqua emissario del Lago Fregaboldia presenta uno sviluppo pressoché parallelo all'asta del Brembo; é caratterizzato da una serie di affluenti per lo piú perpendicolari all'asta principale e presenti soprattutto in sinistra idrografica.

Sulla destra idrografica del Brembo la valle del Monte Sasso, il cui corso d'acqua é regimato a scopo di sfruttamento idrico dal serbatoio costituito dal lago del Diavolo, confluisce nel Brembo stesso con direzione NE-SW. L'asta principale della valle del Monte Sasso ha numerosi affluenti, con origine lungo il crinale Monte Masoni-Pizzo di Cigola, ad andamento rettilineo, sub-paralleli tra di loro e all'incirca perpendicolari all'alveo principale.

La valle di Carisole mostra uno sviluppo particolare: l'andamento dell'asta principale é NE-SW nel tratto a monte, assume un andamento N-S tra le quote 1800-1700 m s.m., riprende poi un orientazione circa E-W nel tratto centrale per assumere infine, nella parte terminale, direzione verso S, perpendicolare al fiume Brembo nel quale si immette a sud dell'abitato di Carona ove ha originato un cono alluvionale attualmente colonizzato.

Coni alluvionali inattivi nella zona circostante l'abitato di Carona sono inoltre visibili in corrispondenza della confluenza tra il fiume Brembo ed il corso d'acqua che nasce lungo il crinale delle Forcelle Alte, in destra idrografica, mentre, sulla sinistra, alla confluenza con il torrente proveniente dal Pizzo della Vacca.

Sul versante destro vi sono due valli i cui corsi d'acqua si immettono direttamente nel lago di Carona, perpendicolarmente ad esso. Dette valli danno origine a coni alluvionali attivi o comunque riattivabili in seguito al verificarsi di intense precipitazioni.

I versanti che costituiscono il territorio comunale sono solcati da numerosi alvei, anche di ridotto sviluppo lineare, sede di corsi d'acqua a carattere sia temporaneo che permanente i quali fungono da scolmatori delle acque superficiali presenti sui pendii.

5.4 Aree di esondazione

Sono principalmente aree soggette ad esondazione "naturale" di corsi d'acqua; può anche avvenire che alcune zone siano soggette a rischio potenziale in relazione a riduzioni di sezione dovute alla realizzazione di opere antropiche: trattasi di punti di possibile ostruzione che possono causare allagamenti.

Dati riguardanti la frequenza e l'entità del fenomeno non sono disponibili; le osservazioni effettuate in sito sono state supportate da notizie riferibili a testimonianze dirette.

L'area più significativa soggetta a rischio di esondazione, sia per le dimensioni del possibile evento che per la vicinanza con il centro abitato, è costituita dal conoide posto allo sbocco della Val Bonone. Le caratteristiche morfologiche della valle fanno presumere che l'intero conoide possa essere interessato da fenomeni di alluvionamento, anche con sedimentazione di grandi quantità di materiale, in occasione di precipitazioni particolarmente intense.

Alcune aree di limitata estensione sono localizzate la porzione alta della Valle di Carisole.

Lungo il corso del fiume Brembo non sono state individuate aree significative potenzialmente allagabili.

L'assenza di aree esondabili è ricollegabile al fatto che il corso d'acqua in oggetto e parte dei suoi affluenti, siano interessati da numerose opere idrauliche finalizzate alla produzione di elettricità.

I numerosi invasi artificiali, anche di notevoli dimensioni, in associazione al sistema di briglie e, più in generale, alle opere di sbarramento presenti lungo alcuni tratti dei corsi d'acqua (individuate sulla carta geomorfologica allegata) consentono un controllo costante e fondamentale delle portate dei corsi d'acqua. Qualora venisse sospesa l'azione di tali opere, il regime idraulico attuale verrebbe sostanzialmente modificato con vistosi effetti sulle portate di piena.

Pertanto la situazione constatata, di sostanziale assenza di aree esondabili nel comune di Carona, vale solo con il permanere della completa funzionalità delle opere di presa citate.

Gli alvei dei fiumi si presentano ovunque piuttosto incassati e, ove vi erano zone abitate sottoposte a rischio di esondazione fluviale sono state realizzate opere di difesa spondale (in corrispondenza della frazione di Pagliari e nella porzione orientale dell'abitato di Carona).

Alla luce di quanto riportato, appare comprensibile che fenomeni alluvionali su un territorio vallivo di media ed alta montagna quale è il comune in considerazione, siano limitati e localizzabili ad alcuni tratti della Valle di Carisole:

- nel tratto di valle più alto il torrente è attraversato da una strada carrareccia: la presenza della strada che sormonta la valle è causa di una riduzione della sezione di deflusso, con conseguente possibile fuoriuscita delle acque in occasione di eventi piovosi consistenti;

- situazione analoga a quella sopra descritta è visibile anche direttamente ad est della località Casera dei Dossi ove il fenomeno interessa un affluente del torrente della Valle di Carisole;

- il tratto della Valle di Carisole compreso tra le quote di 1800 m e 1720 m s.m., sia in destra che in sinistra idrografica, in corrispondenza di porzioni di scarpata ove si sono verificati alluvionamenti.

5.5 Fonti di approvvigionamento

Le fonti di approvvigionamento utilizzate a scopo idropotabile nel Comune di Carona sono costituite da 6 sorgenti, per un totale di 26,5 l/s estraibili.

Il territorio comunale è servito da due sistemi acquedottistici, di proprietà comunale, indipendenti. Il sistema principale è costituito da 5 sorgenti: dette sorgenti alimentano a gravità due serbatoi i quali, a loro volta, alimentano la rete di distribuzione. Il secondo sistema acquedottistico è costituito da una sorgente (sorgente denominata "Motta", sita a nord di Pagliari) che alimenta direttamente la rete di distribuzione.

Le sorgenti sfruttate a scopo idropotabile sono state censite in occasione della redazione del Piano Regionale di Risanamento delle acque (P.R.R.A.) della Provincia di Bergamo nel 1994:

- Sorgente Revena: sita nella valle di Carisole, ha la bocca posizionata a quota 1340 m slm, la portata sfruttata è pari a 5,0 l/s;

- Sorgente Baiti: ubicata a nord dell'abitato di Carona, adiacente alla strada carrareccia che conduce in Val Carisole, la bocca della sorgente si trova a quota 1350 m slm e la portata utilizzata è di 5,0 l/s;

- Sorgente Sponda: sita ad W-SW della frazione di Pagliari, si trova ad una quota pari a 1200 m slm e la portata d'acqua disponibile è di 8 l/s;

- Sorgente Pagliari Bassa: si trova ad ovest di Pagliari a quota di circa 1280 m slm, la portata d'acqua utilizzabile é di 2 l/s;

- Sorgente Pagliari Alta: é ubicata ad est dell'abitato di Pagliari, ad una quota altimetrica di 1295 m s m. La sorgente denominata Pagliari Alta fornisce un quantitativo di acqua pari a 4,5 l/s;

- Sorgente Motta: sita a nord di Pagliari a quota 1400 m slm, ha una portata sfruttabile pari a 2 l/s.

All'interno del territorio comunale non sono presenti impianti di potabilizzazione.

Per il Comune di Carona è stato calcolato un fabbisogno massimo giornaliero di 740 mc per uso civile, stimando una popolazione di 438 abitanti residenti, 3000 fluttuanti con pernottamento e 2000 fluttuanti senza pernottamento; per i consumi industriali invece i quantitativi calcolati sono pari a 2 mc/g.

Si evidenzia infine che sul territorio vengono sfruttate a scopo igienico-potabile altre due sorgenti ubicate rispettivamente a monte del rifugio Longo e a sud-est del rifugio Calvi; le acque di dette sorgenti vengono direttamente utilizzate dai due rifugi, non alimentano pertanto le reti acquedottistiche comunali.

5.6 Collettamento e depurazione

Il Piano Territoriale Provinciale ha evidenziato che il Brembo sul territorio di Carona non risulta gravato se, non in modo estremamente ridotto, da insediamenti produttivi.

Lo studio ha constatato che il comune di Carona scarica nel Brembo una portata di 2,0 mc/g, derivata da attività idroinquinanti.

Il comune di Carona risulta dotato di due impianti di depurazione dei reflui della fognatura, ubicati uno ad ovest della frazione di Pagliari, l'altro ad ovest del centro abitato di Carona.

5.7 Opere idrauliche esistenti

Il territorio comunale di Carona é caratterizzato dalla presenza di numerose opere idrauliche costituite da dighe e da canali di derivazione.

Tali opere di sbarramento determinano la presenza di invasi artificiali, in particolare: il lago Rotondo, il lago Fregabolgia, il lago del Diavolo, il lago di Val dei Frati, il lago Becco, il lago Marcio, i laghi di Sardegnana e di Carona.

Altre opere idrauliche significative sono localizzate:

- lungo il torrente emissario del lago Fregabolgia, rispettivamente a circa 250 m dal lago medesimo ed in località Baita della Capra;
- immediatamente a monte della confluenza tra il fiume Brembo ed il torrente presente ad ovest di Pagliari;
- in sinistra idrografica del fiume Brembo, a valle della frazione di Pagliari, sono state realizzate opere di difesa spondale;
- in destra idrografica del fiume Brembo, a monte e a valle del lago di Carona.

In cartografia sono stati evidenziati anche i numerosi canali ENEL presenti, segnalando sia quelli a cielo aperto che quelli sotterranei.

6. IDROGEOLOGIA

La circolazione sotterranea nel territorio comunale di Carona è condizionata dalle caratteristiche di permeabilità del substrato roccioso: si tratta, per la quasi totalità, di rocce silicee di varia origine (sedimentaria o metamorfica) aventi permeabilità primaria scarsa o nulla. Ciò determina una circolazione sostanzialmente ridotta nel substrato roccioso. Localmente la circolazione di acqua nel substrato roccioso può risultare significativa in concomitanza con una maggiore permeabilità secondaria della roccia, dovuta a fratturazione legata alla presenza di elementi tettonici (faglie e sovrascorrimenti).

Contatti di tipo tettonico fra le diverse unità del substrato sono presenti soprattutto nella porzione più orientale del territorio: essi sono costituiti prevalentemente da faglie di limitato sviluppo lineare, ad andamento piuttosto rettilineo. Si ritiene che esse possano condizionare localmente la permeabilità del substrato stesso. Una maggiore significatività possono avere (da un punto di vista idrogeologico) gli elementi tettonici maggiori, ad esempio i sovrascorrimenti ed i contatti fra basamento metamorfico e unità sedimentarie permiane.

La limitata circolazione d'acqua possibile nel substrato roccioso risulta più esigua per la pressione litostatica man mano aumenta la profondità.

Il fondovalle brembano costituisce un limite idrogeologico (drenante) degli acquiferi che possono impostarsi negli ammassi che costituiscono i versanti della valle.

La maggiore circolazione d'acqua sotterranea si ha in corrispondenza dei depositi sciolti: essi risultano diffusi su buona parte del territorio comunale; la differenza di permeabilità con il substrato roccioso sottostante li porta naturalmente ad essere potenzialmente degli acquiferi. Le falde che possono generarsi nei depositi superficiali sono di limitata entità sia in spessore che in sviluppo areale per il limitato spessore dei depositi stessi e per la loro discontinuità.

I depositi con maggiore spessore sono quelli di tipo detritico; essi possono divenire gli acquiferi più significativi in quanto interessano non solo i versanti, ma anche i fondovalle delle vallecicole minori. La permeabilità di questi depositi è generalmente molto elevata, valutabile in un range compreso fra 10 e 10^{-2} cm/s.

Per i depositi di tipo glaciale presenti nell'areale possono valere considerazioni analoghe alle precedenti; la permeabilità di questi depositi può essere considerata inferiore per la presenza di una maggiore frazione fine; un valore indicativo può essere compreso fra 10^{-1} e 10^{-3} cm/s.

Complessivamente comunque la circolazione sotterranea nei depositi sciolti non è di grande entità sia per gli spessori limitati dei depositi stessi che per la discontinuità areale degli stessi.

Nonostante ciò, l'esame delle caratteristiche delle sorgenti, della pluviometria e dei regimi di portata dei torrenti presenti sul territorio porta a ritenere che l'accumulo di acqua nei depositi sciolti sia significativo sulle caratteristiche dei regimi dei corsi d'acqua, per i quali risulta attenuato il carattere torrentizio (portate di magra non nulle).

6.1 Vulnerabilità idrogeologica

In base alla legge n. 152/1999 art. 21 che richiama il D.P.R. del 24/5/88 n. 236 ("Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183") sono state stabilite le aree di salvaguardia delle risorse idriche, definite come area di tutela assoluta e area di rispetto.

In assenza di ulteriori delimitazioni della fascia di rispetto delle sorgenti captate sul territorio comunale di Carona, è stato applicato il criterio geometrico previsto dalla "Direttiva per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano" (D.G.R. del 27 giugno 1996 - n. 6/15137).

È stata imposta un'area di rispetto di estensione pari a 200 m di raggio a monte delle sorgenti sfruttate per uso potabile.

7. DINAMICA GEOMORFOLOGICA E CARATTERI GEOTECNICI

Alla scala 1:2.000, limitatamente alle aree urbanizzate, è stata realizzata una carta tematica di dettaglio nella quale si riportano le forme ed i processi attivi o quiescenti più significativi ai fini della valutazione dell'area, con elementi litologici, geotecnici e geologico-applicativi.

Il substrato roccioso dei versanti che racchiudono l'abitato di Carona è costituito dalla facies sedimentaria, arenaceo-conglomeratica, della Formazione di Collio. Esso si presenta sempre interessato da fratture; nella porzione di territorio comunale esaminato per la carta della dinamica geomorfologica non sono stati rilevati aree cataclamate o milonizzate.

Le caratteristiche geomeccaniche di tale substrato roccioso sono state desunte da approfonditi rilievi sul terreno.

La facies vulcanica (ignimbriti) della Formazione di Collio è presente solo in corrispondenza della parete posta a monte della località Porta; essa si presenta fratturata con discontinuità raggruppabili in più famiglie.

I piani di strato sono difficilmente individuabili e comunque risultano sempre serrati. La loro posizione nello spazio risulta sinteticamente definibile con la giacitura media 330°/50°.

La principale famiglia di discontinuità, con fratture aperte e continue, con orientazioni variabili in direzione e inclinazione ha una giacitura media di 260°/70°.

Una seconda famiglia, caratterizzata da fratture fitte ma in genere serrate ha una giacitura media 140°/75°.

Una terza famiglia, con discontinuità sempre serrate, ha una orientazione media pari a 200°/25°.

I piani di discontinuità presentano origini differenti, sia di tipo singenetico individuabili fra l'altro, nelle geometrie irregolari e arrotondate, sia dovute a fratturazione di tipo rigido (successiva alla precedente).

Si evidenziano anche piani di discontinuità individuati solo da filoni di quarzo che attraversano l'ammasso in modo irregolare; si tratta più di discontinuità litologiche che fisiche.

Tutte le famiglie di discontinuità hanno spaziatura molto irregolare con intercette che vanno da pochi decimetri a più di un metro.

Una rappresentazione sintetica di queste discontinuità è riportata in allegato.

Il versante soprastante l'abitato di Pagliari presenta una parete rocciosa strapiombante costituita dalla facies sedimentaria della Formazione di Collio (arenarie e argilliti).

La giacitura media di strato, abbastanza regolare e ben rintracciabile su tutto l'affioramento, è di $70^{\circ}/15^{\circ}$.

Una principale famiglia di discontinuità ha orientazione media $260^{\circ}/75^{\circ}$; essa è pervasiva dell'ammasso roccioso, con intercette variabili fra 30 e 100 cm.

Una seconda famiglia di discontinuità con fratture serrate ma fitte, ha giacitura media $330^{\circ}/75^{\circ}$.

Altre famiglie di fratture di discreta importanza ai fini della stabilità hanno orientazione rispettivamente $20^{\circ}/80^{\circ}$ e $200^{\circ}/30^{\circ}$.

Una rappresentazione sintetica di queste discontinuità è riportata in allegato.

Sono state cartografate le aree con substrato roccioso affiorante e quelle con substrato roccioso subaffiorante.

Per queste ultime è stato indicato lo spessore medio delle coperture (sebbene discontinue). La copertura diffusa su queste aree è data da materiale con ampio fuso granulometrico, da ciottoli e blocchi subarrotondati con matrice limoso-sabbiosa; la pendenza della topografia di questi luoghi è generalmente consistente (superiore a 30°) e risulta pertanto possibile il verificarsi di fenomeni gravitativi più o meno ampi.

I depositi superficiali sono stati definiti principalmente sulla base della loro genesi e la granulometria. Di essi, in carta, viene riportato lo spessore in metri.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche dei depositi sciolti presenti. I vari parametri sono stati desunti dall'osservazione diretta sul terreno di scavi e dalla comparazione con analoghi depositi desunti dalla letteratura.

Deposito di versante

Granulometria: ciottoli e blocchi spigolosi

Cementazione: no

Caratteristiche geotecniche: elevate

Ø: generalmente non inferiore a 40°

Pendenza della superficie topografica: mediamente inferiore a 30°

Grado di stabilità: buona

Deposito di conoide alluvionale

Granulometria: ghiaia e sabbia a clasti subarrotondati

Cementazione: no

Caratteristiche geotecniche: elevate

Ø: generalmente non inferiore a 40°

Pendenza della superficie topografica: mediamente inferiore a 30°

Grado di stabilità: buona

Depositi alluvionali

Granulometria: ghiaia e sabbia a clasti subarrotondati

Cementazione: no

Caratteristiche geotecniche: elevate

Ø: generalmente non inferiore a 40°

Pendenza della superficie topografica: modesta, mediamente compresa fra 10° e 20°

Grado di stabilità: buona

Depositi prevalentemente di origine glaciale

Granulometria: ciottoli e blocchi subarrotondati in matrice sabbioso-limosa

Cementazione: no

Caratteristiche geotecniche: elevate

Ø: generalmente non inferiore a 40°

Pendenza della superficie topografica: mediamente inferiore a 30°

Grado di stabilità: buona

L'area più rilevante potenzialmente soggetta a fenomeni di alluvionamento e potenzialmente anche a fenomeni di debris flow, è costituita dal conoide posto allo sbocco della Val Bonone. Tali fenomeni possono verificarsi in coincidenza con eventi meteorici particolarmente intensi, alla luce delle caratteristiche geomorfologiche del bacino sotteso.

Per quanto riguarda i fenomeni valanghivi si rimanda a quanto indicato nello specifico capitolo.

B PARTE SECONDA - SINTESI

8. CARTA DI SINTESI

8.1 Elementi significativi del territorio

Sono stati riportati per tutto il territorio comunale in scala 1:10.000 gli elementi più significativi evidenziati nella fase di analisi.

Le problematiche presenti riguardano soprattutto i processi geomorfologici legati alla gravità (detriti di falda e coni di detrito attivi, frane di crollo, ecc.); scarsi o assenti sono i fenomeni di alluvionamento.

Sono state cartografate le aree con caratteristiche geotecniche scadenti e le aree di maggior pregio scientifico-naturalistico.

Sono infine stati riportati tutti i vincoli normativi legati all'ambiente.

8.2 Fenomeni geomorfologici

Sono stati evidenziati i fenomeni geomorfologici attivi (caduta massi, ruscellamento, piccole frane, depositi detritici, orli di scarpata di erosione di origine fluviale e poligenica) e gli elementi antropici più significativi (opere idrauliche, punti critici per possibile ostruzione del deflusso delle acque, discariche, cave dismesse).

Sono stati evidenziate le aree interessate da valanga.

8.3 Aree con caratteristiche geomeccaniche e geotecniche scadenti

Il territorio comunale di Carona è prevalentemente costituito da roccia affiorante o subaffiorante; le elevate caratteristiche geomeccaniche del "materiale roccia" risultano tuttavia spesso ampiamente ridotte dalla presenza di famiglie di discontinuità (fratture) pervasive; ciò, unitamente ad una morfologia spesso caratterizzata da versanti ad elevata acclività, determina una condizione di fragilità complessiva, con possibilità che si verifichino fenomeni di tipo gravitativo (caduta massi, frane di crollo).

Questi fenomeni sono particolarmente evidenti nelle porzioni più alte del territorio in esame dove il materiale che si stacca dalle ampie pareti rocciose strapiombanti danno luogo a falde di detrito. Fenomeni di questo genere costituiscono un'evoluzione naturale del territorio e sono da considerarsi una pericolosità solo quando vi è presenza antropica.

L'area urbanizzata è posta lontana dalle zone dove sono più attivi i processi morfogenetici; tuttavia l'abitato di Carona è collocato ai piedi di versanti di ampie dimensioni e di acclività consistente sui quali è sempre possibile che si inneschino fenomeni gravitativi (frane di crollo) anche in punti che attualmente non evidenziano alcuna attività.

I materiali sciolti che ricoprono il substrato roccioso sono generalmente costituiti da materiale grossolano ciottoli e blocchi con ghiaia e sabbia, dotato di buone caratteristiche geotecniche. Non si segnalano particolari problemi tecnici per fondazioni di nuovi edifici.

8.4 Aree di interesse scientifico-naturalistico

Nella zona vi sono aree di interesse scientifico da segnalare in riferimento alle caratteristiche mineralogiche che presentano:

- la fascia compresa tra il Monte Sasso ed il Lago del Diavolo ove il filone ivi affiorante venne interessato da attività estrattiva per lo sfruttamento dei minerali ferrosi. Detto filone rivestì una certa importanza economica per la sua notevole estensione nonché allo spessore (variabile tra 2 ed 8 metri) e malgrado le impurezze contenute nel materiale estratto, dovute soprattutto alla presenza di pirite e calcopirite; la paragenesi è infatti definita da siderite, ematite, pirite, calcopirite, arsenopirite, pirrotina, marcasite, quarzo e calcite. In corrispondenza dell'area descritta sono attualmente visibili resti di manufatti che testimoniano la passata attività mineraria;
- il filone presente in corrispondenza della valle di Carisole, anch'esso sfruttato a scopo minerario fino alla fine dell'800-inizi '900;
- un'area di interesse mineralogico è presente lungo Valle dei Frati, in corrispondenza del tratto di strada che conduce verso il rifugio Calvi. Ivi si possono rinvenire cristalli di quarzo, epidoto ed ematite, galena sia in cristalli di ridotte dimensioni che in masserelle compatte, malachite in patine verdi

con calcopirite nonché ferro-anixite in cristalli rosati che raggiungono diametri fino a 2 cm in geodi, dentro al quarzo;

- la zona compresa tra il Lago Cabianna e la tacca dei Curiosi è caratterizzata dalla presenza di filoni di siderite con quarzo e minerali di rame. In questo settore sono visibili le tracce dello sfruttamento antropico del giacimento minerario, testimoniate anche dalla presenza di un forno fusorio;
- aree di interesse scientifico a carattere paleontologico (segnalate nell'archivio del Museo di Scienze Naturali di Bergamo) sono invece presenti in corrispondenza del passo di Val Secca ed alla Bocchetta di Podavista ove sono stati rinvenuti tetrapodi all'interno della Formazione di Collio;
- interessanti località fossilifere sempre nella Formazione di Collio, ove sono stati rilevati resti vegetali, sono presenti nella zona del Monte Aga.

La porzione orientale del territorio comunale, testata di valle-zona Rifugio Calvi, costituisce nel suo insieme un'area caratterizzata da numerosi aspetti di elevato pregio, di carattere geologico, geomorfologico, litologico, idrografico.

8.5 Fasce di rispetto delle sorgenti

In base alla Legge n. 152/1999 art. 21 sono state riportate le aree di salvaguardia delle sorgenti captate; per la loro delimitazione è stato utilizzato il criterio geometrico previsto nella "Direttiva per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano" (D.G.R. del 27 giugno 1996 - n. 6/15137):

- 10 m di raggio per l'area di tutela assoluta,
- 200 m di raggio, a monte della sorgente, per l'area di rispetto.

Le fasce di rispetto sono state applicate anche a due sorgenti poste verso la testata della valle le quali, pur non alimentando le reti acquedottistiche comunali, vengono utilizzate a scopo idropotabile servendo i rifugi Longo e F.lli Calvi.

8.6 Vincoli normativi

8.6.1 Vincolo idrogeologico - L. n. 3267/1923 art. 1

Il vincolo idrogeologico interessa la maggior parte del territorio comunale; ne risulta esclusa la porzione urbanizzata e gli immediati dintorni.

8.6.2 Istituzione del Parco delle Orobie - L.R. n. 56/1989

L'area interessata da tale vincolo comprende gran parte del territorio comunale; ne é esclusa solo la zona del centro abitato di Carona.

8.6.3 Perimetro aree di primo appoggio - D.G.R. n. 7 del 10.12.85

Trattasi di aree facenti parte del territorio regionale aventi caratteristiche di particolare interesse ambientale. In relazione a quanto precedentemente indicato, in corrispondenza di tali aree non é consentita la "modificazione dell'assetto del territorio" tantomeno la realizzazione di alcuna "opera edilizia, con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di consolidamento statico e di restauro conservativo". Le opere descritte la cui realizzazione é possibile sulle aree di primo appoggio dovranno essere conservative e non alterare lo stato dei luoghi.

Nel comune di Carona le aree che rientrano in tale vincolo occupano tutto il territorio, ad esclusione dell'abitato di Carona ed una ristretta zona circostante allo stesso.

8.6.4 Zone interdette all'edificazione - R.D. 523/1904, art. 96

Su tutte le acque pubbliche, cosí come definite dalla legge 36/94 e relativo regolamento, valgono le disposizioni di cui al R.D. 523/1904 ed in particolare il divieto di edificazione ad una distanza inferiore ai 10 m, fino all'assunzione da parte del Comune del provvedimento di cui ai punti 3 e 5.1 della D.G.R. 7/7868 del 25.01.2002.

8.6.5 Zone di tutela assoluta e fasce di rispetto per le sorgenti - D.L. n. 152 art. 21 del 11.5.1999 e successivo D.Lgs. 258/2000

Sono state delimitate le zone di tutela assoluta come aree circolari aventi un'estensione di almeno 10 m di raggio, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 258/2000 art. 5 comma 4.

Le zone di rispetto sono state delimitate a monte della sorgente come semicerchi aventi un raggio di 200 m; per esse valgono le prescrizioni contenute al comma 5 art. 5 del D. Lgs. 258/2000.

8.6.6 Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale - L. 431/1985, art. 1

Lettere b, c

Tale vincolo interessa i territori compresi entro 300 metri dall'argine dei laghi ed entro 150 metri dall'alveo di piena dei fiumi iscritti negli elenchi di cui al testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici di cui al R.D. n. 1775/1933.

Lettera d

Sono vincolate da tale comma tutte le aree site ad una quota altimetrica superiore a 1600 m s m; tale vincolo interessa una porzione considerevole del territorio comunale.

Lettera g

Sono vincolate da tale comma le zone coperte da boschi.

8.6.7 Individuazione e perimetrazione delle zone a maggiore rischio idrogeologico - L. n. 267/98 (ex D.L. n. 180 - Decreto Legge sugli eventi di Sarno)

Tale vincolo individua le aree a rischio idrogeologico attraverso l'acquisizione delle informazioni disponibili sullo stato di dissesto e definisce le conseguenti misure di salvaguardia. Il rischio viene valutato sulla base della pericolosità propria di una zona ed in riferimento all'uso del suolo in corrispondenza della stessa.

In adempimento alla legge 267/98 sono stati raccolti ed indicati nel Piano Straordinario 267 tutti i siti a rischio molto elevato perimetrati dalle Regioni e consegnati all'Autorità di Bacino del Po. ai siti perimetrati ed alle zonazioni al loro interno sono associate misure di salvaguardia piuttosto restrittive, specificate nelle

norme del Piano stesso. Nell'ambito del territorio comunale di Carona detto vincolo interessa l'area a valle dei rilievi denominati Corna Bianche e Pizzo del Vescovo, indicata come zona a rischio idraulico, idrogeologico e valanghivo. In corrispondenza di tale zona, perimetrata esattamente a seguito dell'esecuzione di un PZEV, sono stati previsti interventi di difesa sia attiva che passiva.

8.6.8 Individuazione e perimetrazione delle zone ad elevata criticità

Bacini dei torrenti della Valle del Peta, Valle Bonone, Valle Camuzzone e relative conoidi.

Per la definizione degli ambiti di pericolosità su aree caratterizzate da elevata criticità, sono stati svolti studi geologico-tecnici di dettaglio ad integrazione della presente indagine.

Gli studi condotti sui bacini dei torrenti Peta, Bonone e Camuzzone, hanno portato alla definizione di aree omogenee di pericolosità e rischio partendo dalla raccolta di dati climatici, idrologici ed idraulici disponibili nonché da documentazione tecnica e rilievi in sito.

Trattandosi di un territorio montano, le aree studiate possono essere interessate da fenomeni valanghivi: in particolare le valli lungo le valli dei torrenti Bonone e Camuzzone la CLPV ha individuato e perimetrato tracciati di valanghe storicamente documentate. Tali perimetrazioni sono riconfermate anche dai dati disponibili (catasto valanghe del Corpo Forestale dello Stato), dalle testimonianze storiche nonché dalle attuali caratteristiche morfologiche e vegetazionali delle aree di interesse.

I tracciati segnalati dalla CLPV, indicano superfici potenzialmente interessate da distacco e scorrimento di masse nevose arealmente comprese nell'ambito delle zone ad elevata pericolosità individuate a seguito degli studi di dettaglio che hanno interessato le conoidi dei torrenti Bonone e Camuzzone.

Parete rocciosa, porzione dell'ex-cava "pietra spezzata"

L'area è interessata da fenomeni di caduta massi, lungo la parete rocciosa è stata eseguito uno studio di dettaglio mediante la realizzazione di rilievi geomeccanici e la ricostruzione degli ipotetici tracciati di caduta massi, evidenziati su rilievo aereofotogrammetrico con restituzione in scala 1.5.000. Oltre ai dati raccolti in sito, lo studio comprende la raccolta ed elaborazione dei dati bibliografici nonché le testimonianze dirette.

L'indagine ha consentito di individuare le porzioni areali pericolose, valutarne il rischio e le eventuali interferenze con le aree urbanizzate sottostanti (area artigianale, strada provinciale) e, da ultimo, di segnalare possibili interventi di difesa.

La parete rocciosa interessata da pregressa coltivazione (ex-cava pietra spezzata), evidenzia fenomeni di instabilità direttamente legati all'attività estrattiva ivi svolta. I fronti di cava in abbandono non sono stati interessati da interventi di recupero ambientale.

Il versante a monte dell'area di cava è piuttosto acclive con porzioni rocciose affioranti e subaffioranti: alla data di realizzazione della presente indagine, il pendio non presenta visivamente porzioni rocciose evidentemente instabili.

In generale è opportuno sottolineare come tutti i versanti circostanti l'abitato di Carona presentino un'acclività accentuata e, conseguentemente, siano state ascritte a classi di fattibilità con gravi limitazioni (classi 3 e 4).

9. CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

La carta di fattibilità è stata redatta alla scala di piano (1:2.000) in corrispondenza degli abitati di Carona e Pagliari, lungo la Val Carisole e in un intorno significativo dei medesimi. Sulla rimanente porzione del territorio comunale la carta di fattibilità è stata redatta alla scala 1:10.000.

La carta di fattibilità, compilata secondo quanto previsto dalle direttive regionali, è corredata da alcuni criteri generali estesi a tutto il territorio comunale: le porzioni di territorio esaminate sono state classificate utilizzando quattro categorie, come previsto dalla normativa regionale; ognuna di queste stabilisce gli interventi compatibili con le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio, quelli parzialmente compatibili (e che pertanto necessitano di approfondimenti e accorgimenti per meglio inserire il progetto) e gli interventi che non lo sono.

L'attribuzione della classe di fattibilità è stata effettuata considerando gli aspetti problematici esistenti al contorno, sia di pericolosità naturali, di stabilità, di carattere idrologico e geotecnico.

Si sottolinea che gli interventi di nuova edificazione dovranno essere conformi a quanto previsto per le rispettive classi di fattibilità geologica, così come desumibili dalla Carta di Fattibilità e dalla relazione geologica di supporto al P.R.G.

9.1 Descrizione delle aree

9.1.1 Aree in classe 1

In questa classe non sono state inserite aree del territorio comunale di Carona.

Considerate le caratteristiche morfologiche del territorio comunale in esame che si sviluppa in ambiente montano contraddistinto da versanti con acclività da moderata ad elevata, non sono state individuate nella zona aree riconducibili a questa classe.

9.1.2 Aree in classe 2

Sono comprese le aree con moderata pendenza prive di dissesti; sono inoltre comprese porzioni areali poste alla sommità di isolati rilievi anche di ridotte dimensioni, costituiti da crinali arrotondati a bassa pendenza sui quali non si evidenziano particolari problemi di stabilità.

9.1.3 Aree in classe 3

Classe 3a

In questa classe rientrano le aree costituite da terreni sciolti con pendenze prevalentemente comprese fra 20° e 35° o da roccia affiorante o subaffiorante con pendenze comprese fra 35° e 50°.

Classe 3b

Comprende le aree poste al contorno delle zone direttamente interessate da valanghe non abituali, per le quali tuttavia non vi sono dati certi; comprende anche le aree individuate come "zone blu" da studi nivologici specifici già eseguiti (P.Z.E.V.) condotti secondo le "Direttive per la considerazione del pericolo di valanghe nelle attività di incidenza territoriale" in vigore dal 1984 sul territorio svizzero.

In particolare si tratta di: una porzione di versante in prossimità della centrale ENEL, un'area in sinistra idrografica a valle del lago di Carona e l'area individuata come "zona blu" dal P.Z.E.V. della Val Carisole (in prossimità della seggiovia).

Classe 3c

Sono comprese le aree classificate dal PAI come a rischio idrogeologico molto elevato, appartenenti alla ZONA 2 (ricavate dal Piano Straordinario denominato PS 267, approvato ai sensi dell'art. 1 comma 1-bis del D.L. 11/06/1998 n. 180, convertito con modificazioni dalla L. 3 agosto 1998 n. 267).

La ZONA 2, definita all'art.49 delle NTA del PAI, corrisponde all'area potenzialmente interessata dal manifestarsi di fenomeni di instabilità coinvolgenti settori più ampi di quelli attualmente riconosciuti o in cui l'intensità dei fenomeni è modesta in rapporto ai danni potenziali sui beni sopra esposti.

Nel comune di Carona essa si riferisce alle aree al contorno del fenomeno valanghivo definito dallo specifico PZEV e all'area valanghiva del Canal del Misöi, definita a media pericolosità.

9.1.4 Aree in classe 4

Classe 4a

Sono comprese tutte le aree ad elevata acclività (mediamente superiore a 50°), le zone interessate da scorrimento di valanghe, quelle potenzialmente soggette ad esondazione dei corsi d'acqua e quelle caratterizzate da fenomeni di instabilità in atto.

Classe 4b

Sono comprese le aree classificate dal PAI come a rischio idrogeologico molto elevato, appartenenti alla ZONA 1 (ricavate dal Piano Straordinario denominato PS 267, approvato ai sensi dell'art. 1 comma 1-bis del D.L. 11/06/1998 n. 180, convertito con modificazioni dalla L. 3 agosto 1998 n. 267).

La ZONA 1, definita all'art.49 delle NTA del PAI, corrisponde all'area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso.

Nel comune di Carona essa si riferisce al fenomeno valanghivo definito dallo specifico PZEV.

9.2 Indirizzi generali

- Le opere da eseguirsi su fiumi e torrenti, anche se finalizzate al miglioramento delle caratteristiche idrauliche del corso d'acqua, devono essere corredate da indagini approfondite riguardanti le caratteristiche del regime idraulico del corso stesso (afflussi e deflussi, portata di massima piena, tempi di ritorno) e da specifiche valutazioni sulle modifiche che vengono apportate al deflusso, effettuando anche un esame dei tratti a monte ed a valle rispetto a quello sul quale si va ad intervenire.
- In ogni caso è sconsigliabile la tombinatura, anche parziale, dei corsi d'acqua: eventuali interventi idraulici sul territorio comunale devono essere eseguiti con la finalità di mantenere, ove possibile, il libero scorrimento superficiale delle acque (art. 41 D. Lgs. 152/99; art. 21 N.d.A. del P.A.I.).
- Interventi che prevedono rimodellamenti del terreno devono essere supportati da relazione geologica, anche nel caso in cui non vi sia asportazione o riporto di materiale.
- Modificazioni dell'uso del suolo devono essere accompagnate da relazione geologica che dimostri la compatibilità con le condizioni ambientali presenti.
- Su tutte le acque pubbliche, così come definite dalla Legge 36/94 e relativo regolamento valgono le disposizioni di cui al R.D. 523/1904 e in particolare il divieto di edificazione ad una distanza inferiore ai 10 m dall'alveo di piena dei corsi d'acqua, fino all'assunzione da parte del Comune del provvedimento di cui ai punti 3 e 5.1 demma D.G.R. 7/7868 del 25.1.2002..
- Lo smaltimento dei reflui liquidi di qualsiasi natura deve essere sempre conforme alle disposizioni della Legge 319/76 e della L.R. 62/85.
- Le zone di tutela assoluta delle captazioni ad uso idropotabile previste dal D.Lgs. 258/2000 art. 5 comma 4, devono essere adeguatamente protette ed adibite esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.
- Per le zone di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile valgono le prescrizioni contenute al comma 5 art. 5 del D. Lgs. 258/2000. L'attuazione degli interventi o delle attività elencate all'art. 5 comma 6 del citato Decreto Legislativo (tra le quali edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, fognature, opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio) entro le zone di rispetto, in assenza di diverse indicazioni formulate dalla Regione Lombardia ai sensi dell'art. 5 comma 6 del

D. Lgs. 258/2000, è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che porti ad una ripermetrazione di tali zone secondo i criteri temporale o idrogeologico (come da D.G.R. n. 6/15137 del 27 giugno 1996 o che comunque accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

9.3 Criteri

9.3.1 Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

Salvo le norme generali, non vi sono particolari limitazioni nell'uso del territorio appartenente a questa classe.

9.3.2 Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

Sono consentiti nuovi interventi che prevedano volumetrie inferiori a 200 mc.

Le altre costruzioni (private o pubbliche) sono subordinate ad indagine che deve evidenziare le possibili interferenze del progetto con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrografiche, idrogeologiche, nivologiche e di stabilità esistenti al contorno. Alle problematiche così evidenziate, devono seguire le indicazioni relative agli interventi di mitigazione da adottare per ridurre gli impatti del progetto sul territorio e gli interventi da adottare nella progettazione a difesa di pericolosità naturali esistenti.

9.3.3 Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

Classe 3a

Progetti di nuove costruzioni, di ristrutturazione edilizia (con sostituzione di elementi costitutivi dell'edificio), di ristrutturazione urbanistica o ad interventi di realizzazione di attrezzature pubbliche o private ad uso collettivo, devono essere accompagnati da indagine dettagliata che definisca le problematiche geologiche esistenti; devono inoltre essere evidenziati i processi in atto e prefigurare la

possibile evoluzione degli stessi, valutando attentamente la possibile interferenza con eventuali corsi d'acqua, anche minori e temporanei.

L'indagine deve verificare l'eventuale interferenza di fenomeni gravitativi quali valanghe e caduta massi con l'area di progetto.

Soprattutto per progetti posti in prossimità di pareti rocciose deve essere effettuata una attenta valutazione della stabilità delle stesse, anche sulla base di una specifica indagine geomeccanica della parete.

In generale devono essere valutate le condizioni di stabilità sia prima che dopo l'intervento di progetto e proposti gli eventuali accorgimenti da assumere per l'esecuzione delle opere in condizioni di sicurezza.

Alle problematiche evidenziate, devono seguire le indicazioni relative agli interventi da adottare nella progettazione a difesa di pericolosità naturali esistenti ed agli interventi di mitigazione da adottare per ridurre gli impatti sul territorio a seguito della realizzazione del progetto.

La necessità di un'indagine geotecnica specifica con prove in sito, deve essere valutata da un tecnico abilitato (geologo o ingegnere geotecnico) sulla base delle caratteristiche di progetto e del terreno, anche sulla base di scavi di ispezione preventivi; tale valutazione, in forma di perizia, costituisce parte integrante del progetto.

Classe 3b

Gli interventi di ristrutturazione con ampliamento e le nuove costruzioni possono essere realizzati solo in presenza di una accurata indagine a carattere nivologico (P.Z.E.V.) che definisca dettagliatamente le aree effettivamente soggette a valanghe.

Se le risultanze del PZEV indicano che l'area di progetto è valutata come zona blu, aree a moderato grado di pericolo di valanghe, secondo quanto previsto dalla normativa AINEVA, negli strumenti urbanistici potrà essere valutata l'eventualità di consentire la realizzazione di volumi accessori alla residenza funzionalmente connessi ad essa, quali garages o piccoli depositi, la ristrutturazione e/o l'ampliamento più consistente dei fabbricati esistenti, parziali cambi di destinazione d'uso o la realizzazione di nuovi edifici nelle zone meno esposte e con indici di densità edilizia particolarmente ridotti (non superiori a 0,1 mc/mq). La scelta di consentire tali interventi andrà adeguatamente motivata e potrà essere ritenuta ammissibile solo se sussistono le seguenti condizioni:

- nelle analisi propedeutiche alla redazione dello strumento urbanistico, sia dimostrata ed espressamente dichiarata l'impossibilità di localizzare i previsti interventi in contesti territoriali diversi;
- i nuovi fabbricati, le ristrutturazioni e gli ampliamenti siano realizzati con caratteristiche costruttive tali da garantirne la resistenza agli effetti attesi di eventi valanghivi a carattere eccezionale. Tali caratteristiche andranno certificate da specifiche relazioni tecniche;
- nel piano di monitoraggio, allertamento ed evacuazione siano definite le procedure di emergenza relative ai nuovi edifici ed a quelli interessati da ampliamento o ristrutturazione.

In tali aree andrà comunque esclusa la previsione di realizzazione o potenziamento di insediamenti (e infrastrutture) implicanti utilizzi collettivi quali scuole, alberghi, residence, rifugi, ristoranti, campeggi, impianti sportivi, ecc.

Fatte salve le limitazioni di cui sopra, per le aree classificate come "zona blu" valgono le norme previste per la Classe 3a. Anche per le aree comprese in "zona bianca" (assenza di valanga) valgono le norme previste per la Classe 3a, fatte salve le indicazioni di seguito riportate riferite alla normativa AINEVA.

Le zone bianche possono essere considerate edificabili con riserva.

Negli strumenti urbanistici potrà essere valutata l'eventualità di consentire utilizzi insediativi meno vincolati. La scelta di consentire tali utilizzi andrà adeguatamente motivata e potrà essere ritenuta ammissibile solo se sussistono le seguenti condizioni:

- nelle analisi propedeutiche alla redazione dello strumento urbanistico, sia dimostrata ed espressamente dichiarata l'impossibilità di localizzare i previsti interventi in contesti territoriali diversi;
- i nuovi fabbricati, le ristrutturazioni e gli ampliamenti siano realizzati con caratteristiche costruttive tali da garantirne la resistenza agli effetti attesi di eventi valanghivi a carattere eccezionale. Tali caratteristiche andranno certificate da specifiche relazioni tecniche;
- nel piano di monitoraggio, allertamento ed evacuazione, siano definite le procedure di emergenza relative ai nuovi interventi previsti.

Gli insediamenti residenziali in area bianca verranno realizzati con densità edilizia ridotta e andrà tendenzialmente evitata la previsione di realizzazione o potenziamento di insediamenti implicanti utilizzi collettivi quali scuole, alberghi, residence, rifugi, ristoranti, campeggi, impianti sportivi, ecc.

Le aree classificate come "zona rossa" sulla base delle risultanze del PZEV sono soggette alla normativa prevista per la Classe 4a.

Se vengono predisposti interventi di difesa passiva da rischi esistenti, deve essere effettuata anche una valutazione delle possibili interferenze su altre porzioni di territorio.

Classe 3c

Per tale classe valgono le norme relative alla ZONA 2 del Titolo IV delle N.T.A. del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, all'art. 50 commi 1 e 3.

1. Sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume, salvo gli adeguamenti necessari per il rispetto delle norme di legge;
- le azioni volte a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al consolidamento statico dell'edificio o alla protezione dello stesso;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria relativi alle reti infrastrutturali;
- gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;
- gli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico e idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

3. Sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti unicamente per motivate necessità di adeguamento igienico-funzionale, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;
- la realizzazione di nuove attrezzature e infrastrutture rurali compatibili con le condizioni di dissesto presente; sono comunque escluse le nuove residenze rurali;
- gli interventi di adeguamento e ristrutturazione delle reti infrastrutturali.

9.3.4 Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

Classe 4a

Per interventi di manutenzione, risanamento conservativo e restauro è necessario predisporre una relazione geologica che accerti le condizioni di stabilità e di pericolosità al contorno dell'area di progetto.

È esclusa la realizzazione di nuovi edifici; la ristrutturazione di opere o edifici esistenti deve essere preceduta da una specifica indagine geologico-tecnica che valuti il grado di rischio puntualmente presente e indichi i provvedimenti da adottare per raggiungere un grado di sicurezza compatibile con l'utilizzo dell'opera.

Sono consentiti interventi finalizzati al miglioramento delle condizioni di stabilità (consolidamenti etc.) o alla difesa da fenomeni quali caduta massi e valanghe. In seguito alla realizzazione degli interventi indicati ed alla verifica della loro efficacia (collaudo delle opere eseguite), è possibile una variazione della classe di appartenenza delle aree messe in sicurezza, realizzata tramite variante urbanistica. In particolare per le zone inserite in classe 4a è prevista l'eventuale attribuzione della classe 3a e, conseguentemente, le prescrizioni individuate per questa categoria.

La realizzazione di opere pubbliche e di interesse pubblico che non prevedano la presenza continuativa e temporanea di persone, dovrà essere valutata puntualmente.

A questo proposito deve essere predisposto uno studio geologico-tecnico atto a dimostrare che gli interventi proposti non compromettono la stabilità dei luoghi e non interferiscono negativamente con eventuali fenomeni naturali esistenti.

È consentita la realizzazione di nuovi tratti di infrastrutture pubbliche e reti tecnologiche (strade, fognature, acquedotti, etc.) o lavori di rifacimento di tratti esistenti; questi progetti devono essere corredati da dettagliata indagine che evidenzi le problematiche geologiche esistenti, i processi in atto e la loro possibile evoluzione, l'interferenza con i corsi d'acqua, anche minori e temporanei, con i percorsi di valanga.

Soprattutto per progetti posti in prossimità di pareti rocciose deve essere effettuata una attenta valutazione della stabilità della stessa, sulla base di una specifica indagine geomeccanica della parete.

Se il progetto interessa depositi superficiali sciolti dovranno essere svolte prove in sito (sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche o quant'altro necessario alla caratterizzazione geotecnica dei materiali).

Secondo la normativa AINEVA, anche le aree sottoposte a pericolo valanghe andranno considerate inedificabili, a tale norma generale sarà possibile derogare limitatamente alla realizzazione di volumi tecnici, qualora gli stessi assolvano a funzioni di pubblica utilità e sia comunque dimostrato che la loro realizzazione non sia fonte di aumento di rischio. Tali volumi tecnici non dovranno implicare la presenza umana stabile nelle stagioni favorevoli al manifestarsi di attività valanghiva e dovranno essere realizzati con tecniche costruttive in grado di resistere agli effetti attesi di eventi valanghivi con tempi di ritorno adeguatamente cautelativi. Dovrà inoltre essere verificato che l'effetto dei volumi tecnici sul moto delle masse nevose non produca possibili estensioni delle aree potenzialmente interessate dalle valanghe; in caso affermativo, e qualora non sia possibile ubicare i volumi tecnici in una differente posizione, si dovrà procedere alla ripermimetrazione delle aree esposte al pericolo di valanga.

Negli strumenti urbanistici, relativamente agli edifici esistenti, andranno ritenuti ammissibili, gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria e restauro. Gli interventi andranno realizzati con criteri tali da apportare un generale miglioramento delle condizioni di sicurezza del fabbricato.

Andrà esclusa la possibilità di ampliamento degli edifici esistenti, se non in limiti particolarmente contenuti (indicativamente il 10% della volumetria esistente) ed al solo scopo di adeguare l'edificio a particolari e motivate esigenze di carattere

igienico-funzionale. Gli interventi di ampliamento non dovranno portare all'aumento del carico insediativo ed andranno realizzati con criteri tali da apportare un generale miglioramento delle condizioni di sicurezza del fabbricato. Il miglioramento generale del livello di sicurezza degli immobili andrà dimostrato con specifiche perizie tecniche.

Andranno comunque esclusi i cambi di destinazione d'uso e più in generale ogni modificazione all'uso del suolo che comporti un aumento del numero di persone esposte al pericolo.

Per gli edifici ricadenti in zona rossa già gravemente compromessi nella stabilità strutturale per effetto di fenomeni valanghivi pregressi, sono esclusivamente consentiti gli interventi di demolizione senza ricostruzione e quelli temporanei volti alla tutela della pubblica incolumità.

Per l'ottenimento delle necessarie autorizzazioni dovranno essere previste (in forma di progetto esecutivo) tutte le misure necessarie e sufficienti per la difesa del progetto stesso dai rischi evidenziati con l'indagine.

Deve essere valutata la compatibilità con le caratteristiche e le pericolosità dei siti valutando con particolare attenzione gli aspetti relativi alla stabilità globale, alle caratteristiche idrauliche dei corsi d'acqua ed al rischio di valanghe.

Qualora si preveda la realizzazione di impianti da utilizzare durante la stagione invernale (ad esempio pista per sci da fondo), sarà responsabilità del gestore dell'impianto operare una valutazione della stabilità del manto nevoso soprastante mediante un continuo monitoraggio e, quando si renda necessario, procedere con una temporanea e precauzionale chiusura dell'impianto stesso.

Classe 4b

Per tale classe valgono le norme relative alla ZONA 1 del Titolo IV delle N.T.A. del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, all'art. 50 commi 1 e 2.

1. Sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume, salvo gli adeguamenti necessari per il rispetto delle norme di legge;
- le azioni volte a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono

quelle rivolte al consolidamento statico dell'edificio o alla protezione dello stesso;

- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria relativi alle reti infrastrutturali;
- gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;
- gli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico e idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

2. Per gli edifici ricadenti nella ZONA 1 già gravemente compromessi nella stabilità strutturale per effetto dei fenomeni di dissesto in atto sono esclusivamente consentiti gli interventi di demolizione senza ricostruzione e quelli temporanei volti alla tutela della pubblica incolumità.

DOTT. GEOL. CORRADO REGUZZI

DOTT. GEOL. FRANCESCA DOLCI



Villa d'Almé, dicembre 2002

10. BIBLIOGRAFIA

CASATI P. (1969) - *Le fasi orogenetiche nelle Alpi Meridionali*. Arti graf. Artigianelli Pavoniani, Monza

CASATI & GNACCOLINI (1967) - *Geologia delle Alpi Orobie occidentali*. Riv.It.Paleont.Strat., Vol. 73, Milano

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1970) - *Carta Geologica d'Italia, Fogli 7-18 Pizzo Bernina - Sondrio* scala 1:100.000. Relative note illustrative

DE SITTER L.U. & DE SITTER KOOMANS C.M. (1949) - *The Geology of the Bergamasc Alps (Lombardia, Italy)*. LeidseGeol.Meded.

GAETANI M. & JADOUL F. (1979) - *The structure of the Bergamasc Alps*. - Accad.Naz.Lincei, Rend.Cl.Sc.fis.mat.nat., Serie VIII, Roma

CASTELLARIN A. (ed) (1981) - *Carta tettonica delle Alpi Meridionali alla scala 1:200.000* - Pubbl. n.441 del Prog.Finaliz.Geodinamica del CNR, Tecnoprint, Bologna

CADEL G. ET ALII (1996) - *A new map of the Permo-Carboniferous cover and Variscan metamorphic basement in the Central Orobic Alps, Southern Alps - Italy: structural and stratigraphical data*. Mem. Sci. Geol. Vol. 84

BELLONI S. & PELFINI M. (1993) - *Il clima del nostro tempo*. Storia economica e sociale di Bergamo - I caratteri originali della bergamasca

CASATI P. (1993) - *Il patrimonio idrico: acque superficiali e sotterranee*. Storia economica e sociale di Bergamo - I caratteri originali della bergamasca

GUIDE GEOLOGICHE REGIONALI - *Alpi e Prealpi Lombarde* - Società Geologica Italiana

LIBORIO G. & MOTTANA A. (1972) - *Gneiss chiari del Corno Stella*. Boll. Serv. Geol. Vol. 92

DOZY J. (1935) - *Die geologie der Catena Orobica zwischen Corno Stella und Pizzo del Diavolo di Tenda*. Leid. Geol. Med., Vol. 6, Leiden

WENNECKERS J.H.L. (1930) - *De geologie van het Val Brembo di foppolo en de Valle di Carisole*. Leid. Geol; Med., Vol. 3, Leiden

PENTAGONO AMERICA S.r.l. (1999) - *Studio di dettaglio dei siti valanghivi Corna Bianche Pizzo del Vescovo, località Carona (BG)*

GAVAZZENI E. (1957) - *Saggio di climatologia della provin cia di Bergamo* - Pubbl. n.11, vol. XII, Ufficio Idrografico del Po, Roma

OTTONE C., ROSSETTI R. (1980) - *Condizioni termo-pluviometriche della Lombardia* - Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, vol. XXIX, Pavia

PAOLETTI A., PEDUZZI GB. (1994) - *Piano Territoriale Provinciale* - Amministrazione Provinciale di Bergamo, Assessorato Territorio e Ambiente - Bergamo

PROVINCIA DI BERGAMO - Assessorato Territorio e Ambiente (1994) - *Piano regionale di risanamento delle acque*

PROVINCIA DI BERGAMO - Assessorato Territorio e Ambiente (1990) - *Qualità delle acque superficiali in provincia di Bergamo* - Bergamo

REGIONE LOMBARDIA - *Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale* - secondo quanto previsto dall'art. 3 della l.r. 24/11/97, n. 41

REGIONE LOMBARDIA - *Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti* - L. R. 24 novembre 1997 N. 41

MINISTERO L.L.P.P. UFFICIO IDROGRAFICO DEL PO - *Annali idrologici* - Ist. Poligrafico dello Stato, Roma

SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO - *Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani* - Pubbl. 17

PROVINCIA DI BERGAMO - *Piano Regionale di Risanamento delle acque*
- Settore Funzionale dei Pubblici Servizi di acquedotto, fognatura, collettamento e depurazione

REGIONE LOMBARDIA (1992) - *Carta di localizzazione probabile delle valanghe Comuni di Valleve, Foppolo, Piazzatorre, Carona, Isola di Fondra, Roncobello, in Provincia di Bergamo*

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1999) - *Progetto di piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI). Interventi sulla rete idrografica e sui versanti*

PROVINCIA DI BERGAMO SETTORE TERRITORIO E AMBIENTE
(1995) - *Piano cave provinciale. Vincoli ambientali vigenti*

11. ALLEGATI

Tabelle e grafici

- Tab. 1 Precipitazioni in mm (1921-1984) - Stazione di Carona
- Tab. 2 Precipitazioni in mm (1928-1978) - Stazione Lago Sardegnana
- Tab. 3 Precipitazioni in mm (1955-1974) - Stazione Lago Fregabolgia
- Tab. 4 Giorni piovosi (1921-1984) - Stazione di Carona
- Tab. 5 Giorni piovosi (1928-1978) - Stazione Lago Sardegnana
- Tab. 6 Giorni piovosi (1955-1974) - Stazione Lago Fregabolgia
- Tab. 7 Precipitazioni massime da 1 a 5 giorni consecutivi - Stazioni di - Carona, Lago Sardegnana, Lago Fregabolgia
- Tab. 8 Distribuzione di frequenza delle precipitazioni massime di un giorno - Stazioni di Carona, Lago Sardegnana, Lago Fregabolgia
- Tab. 9 Permanenza del manto nevoso (1955-1984) - Stazione di Carona
- Tab. 10 Altezza del manto nevoso (1964-1973) - Stazione di Carona
- Tab. 11 Altezza media del manto nevoso nei mesi invernali (1992-1997) - Stazione di Carisole
- Tab. 12 Regime annuo della temperatura (1955-1984) - Stazione di Carona
- Tab. 13 Escursione termica media diurna (1955-1984) - Stazione di Carona
- Tab. 14 Regime della temperatura media nei mesi invernali (1992-1997) - Stazione di Carisole
- Fig. 1 Carta delle isoiete - scala 1:100.000
- Fig. 2 Carta delle isodiamene - scala 1:100.000
- Fig. 3 Carta delle isoterme - scala 1:100.000

Proiezione ciclografica dei principali piani di discontinuità e della parete rocciosa sita in località Porta - Comune di Carona

Proiezione ciclografica dei principali piani di discontinuità e della parete rocciosa sita in località Pagliari - Comune di Carona

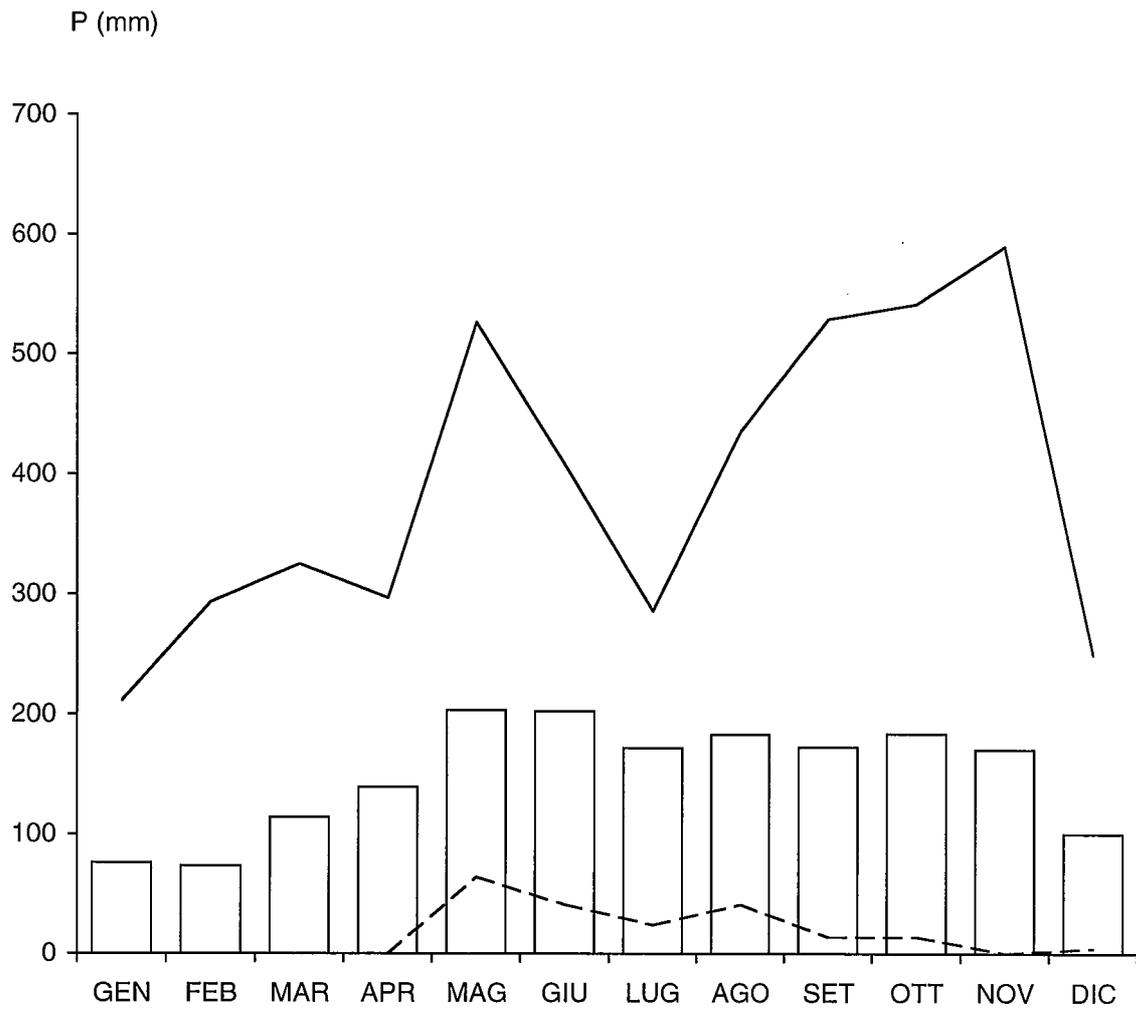
Tavole

- Tav. 1a Carta geolitologica (settore occidentale) - scala 1:10.000
- Tav. 1b Carta geolitologica (settore orientale) - scala 1:10.000
- Tav. 2a Carta geomorfologica (settore occidentale) - scala 1:10.000
- Tav. 2b Carta geomorfologica (settore orientale) - scala 1:10.000
- Tav. 3a Carta del sistema idrografico e idrogeologico (settore occidentale) - scala 1:10.000
- Tav. 3b Carta del sistema idrografico e idrogeologico (settore orientale) - scala 1:10.000
- Tav. 4a Carta della dinamica geomorfologica (località Carona centro) - scala 1:2.000
- Tav. 4b Carta della dinamica geomorfologica (località Pagliari) - scala 1:2.000
- Tav. 4c Carta della dinamica geomorfologica (località Val Carisole) - scala 1:2.000
- Tav. 5a Carta di sintesi (settore occidentale) - scala 1:10.000
- Tav. 5b Carta di sintesi (settore orientale) - scala 1:10.000
- Tav. 6a Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano (settore occidentale) - scala 1:10.000
- Tav. 6b Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano (settore orientale) - scala 1:10.000
- Tav. 6c Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano (località Carona centro) - scala 1:2.000
- Tav. 6d Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano (località Pagliari) - scala 1:2.000
- Tav. 6e Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano (località Val Carisole) - scala 1:2.000

STAZIONE DI CARONA

PRECIPITAZIONI in mm (1921-1984)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
MAX	211	293	325	296	526	408	285	435	528	540	588	248	2709
MEDIO	76,1	73,3	114,2	138,9	203,1	201,9	171,7	182,7	172,3	183,5	169,9	100,3	1629
MIN	0	0	0	0	64	41	24	41	14	14	0	4	760

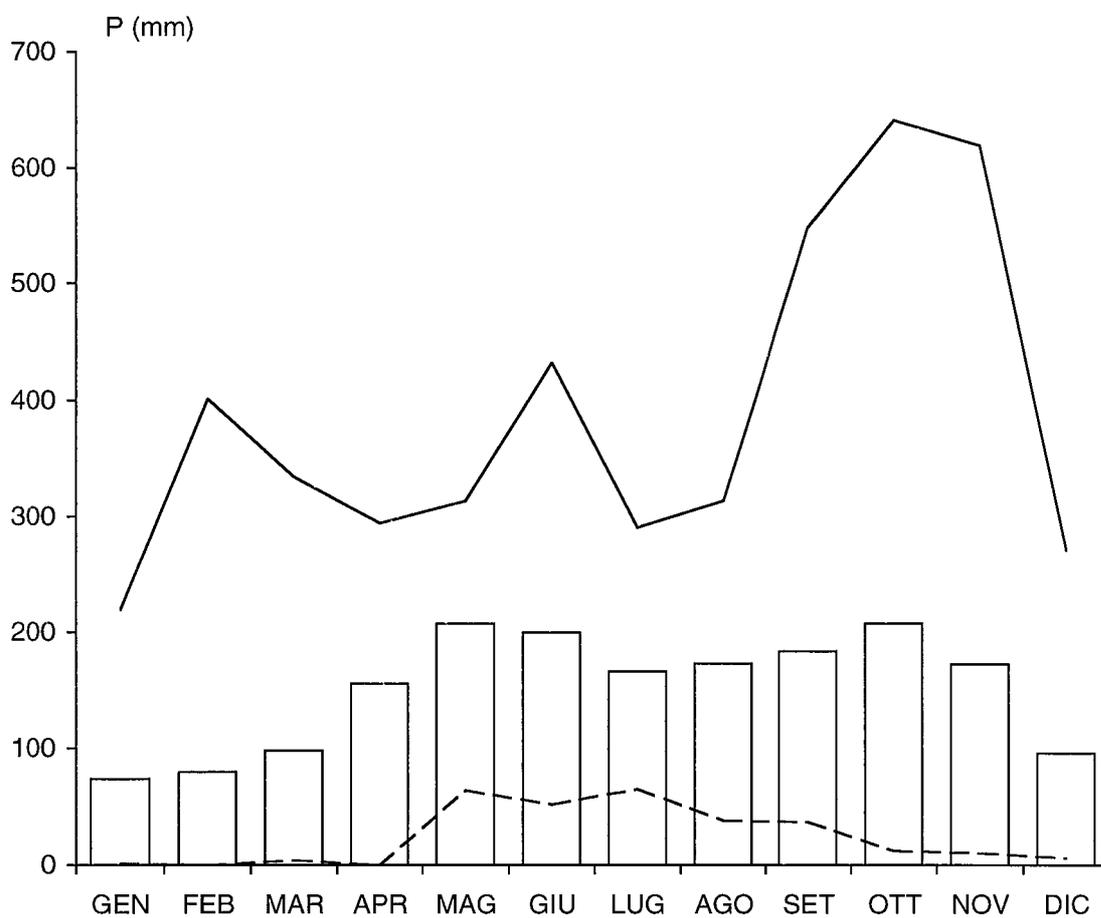


TAB. 1

STAZIONE LAGO SARDEGNANA

PRECIPITAZIONI in mm (1928-1978)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
MAX	219	401	334	294	313	432	290	313	547	640	618	270	2730
MEDIO	74	80	98	156	207	199	166	173	183	207	172	96	1811
MIN	1	0	4	0	64	52	65	38	37	12	10	6	1311

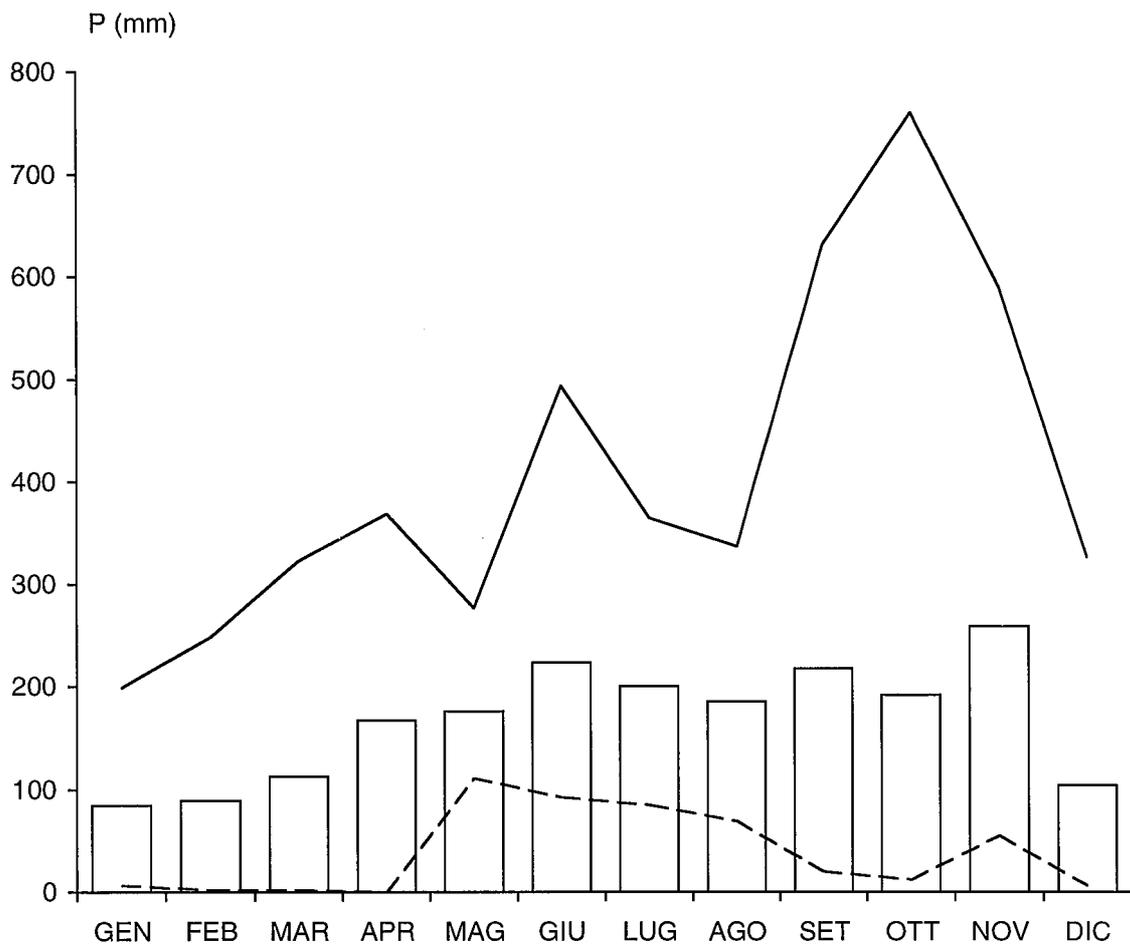


TAB. 2

STAZIONE LAGO FREGABOLGIA

PRECIPITAZIONI in mm (1955-1974)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
MAX	199	248	322	368	276	493	364	336	630	758	588	325	2709
MEDIO	85	89	113	167	176	223	200	185	217	191	258	104	2008
MIN	6	2	2	0	111	92	85	69	20	12	55	6	1513

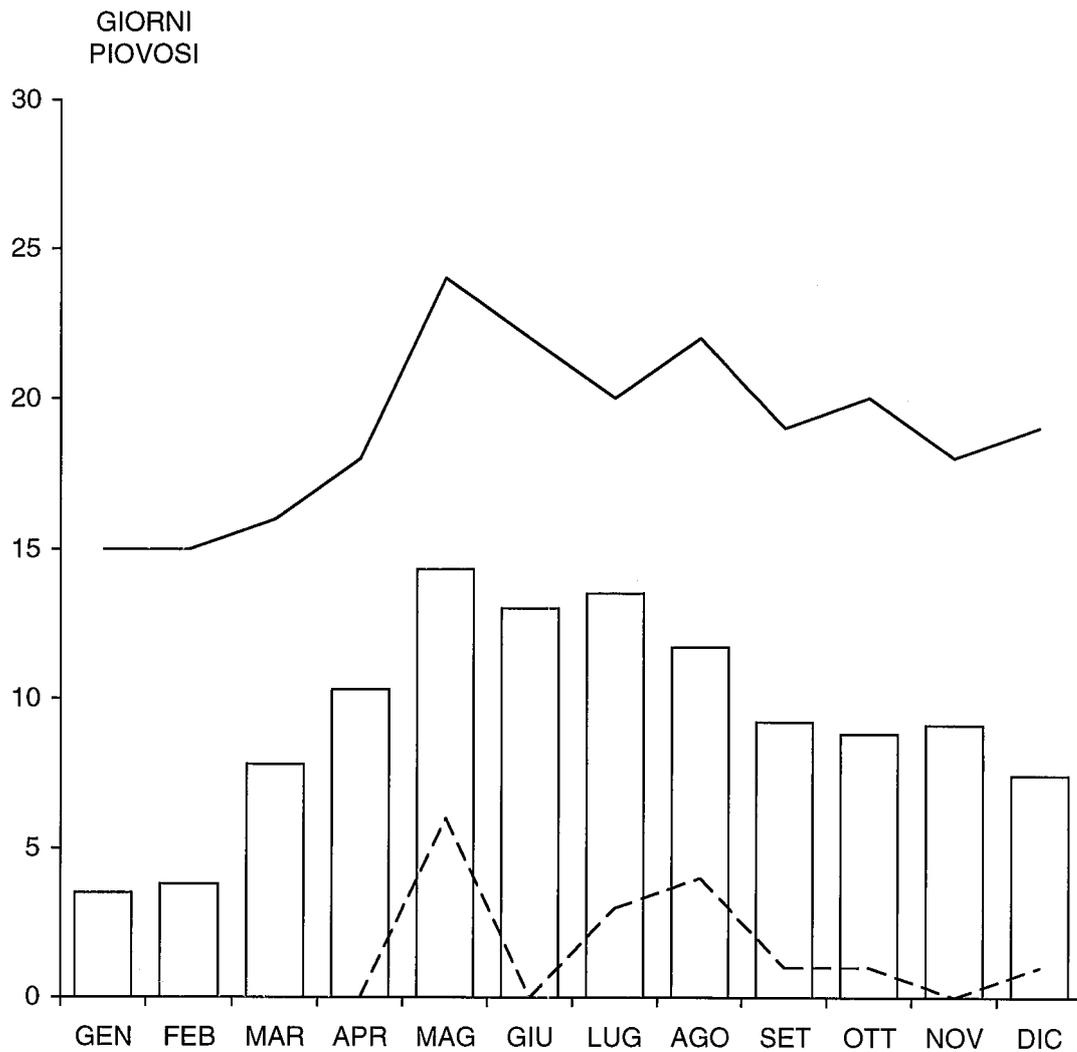


TAB. 3

STAZIONE DI CARONA

GIORNI PIOVOSI (1921-1984)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
MAX	15	15	16	18	24	22	20	22	19	20	18	19
MEDIO	3,5	3,8	7,8	10,3	14,3	13	13,5	11,7	9,2	8,8	9,1	7,4
MIN	0	0	0	0	6	0	3	4	1	1	0	1

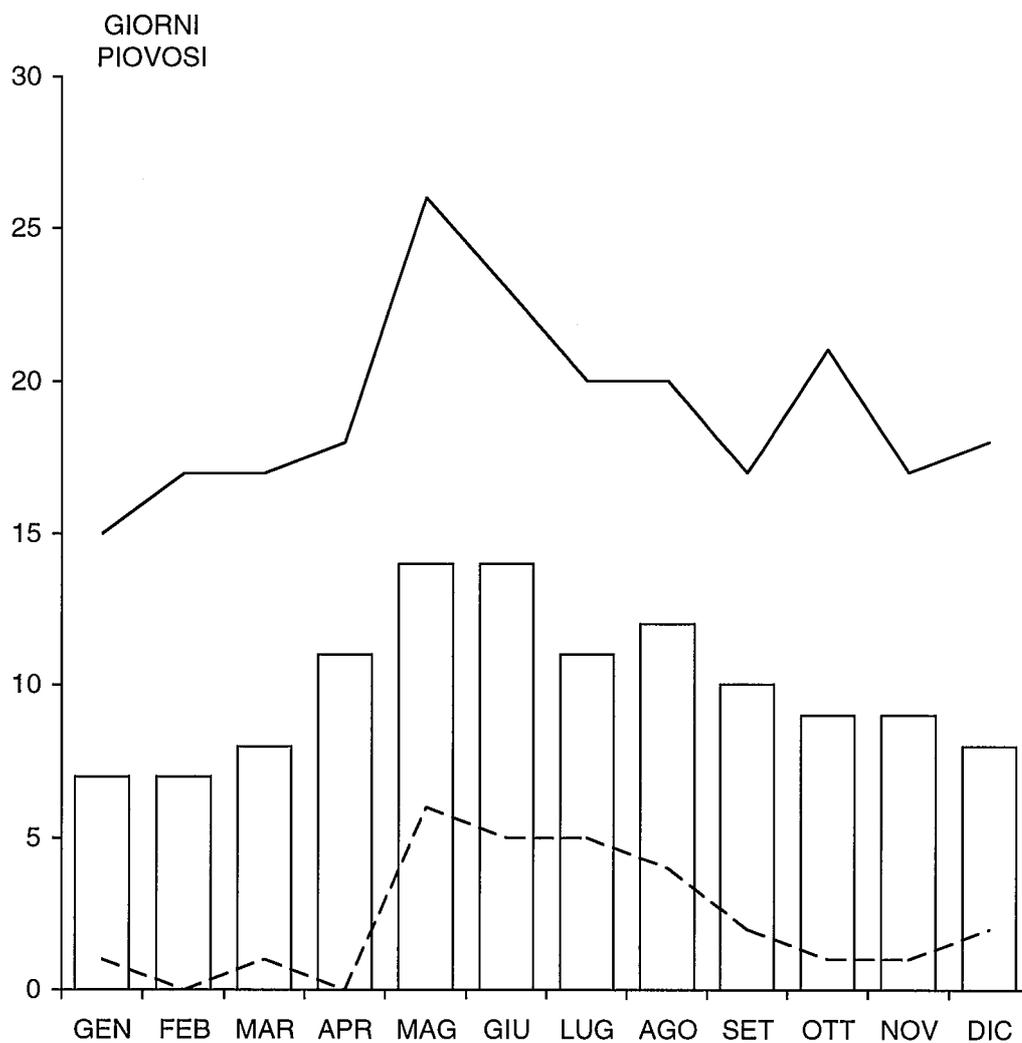


TAB. 4

STAZIONE LAGO SARDEGNANA

GIORNI PIOVOSI (1928-1978)

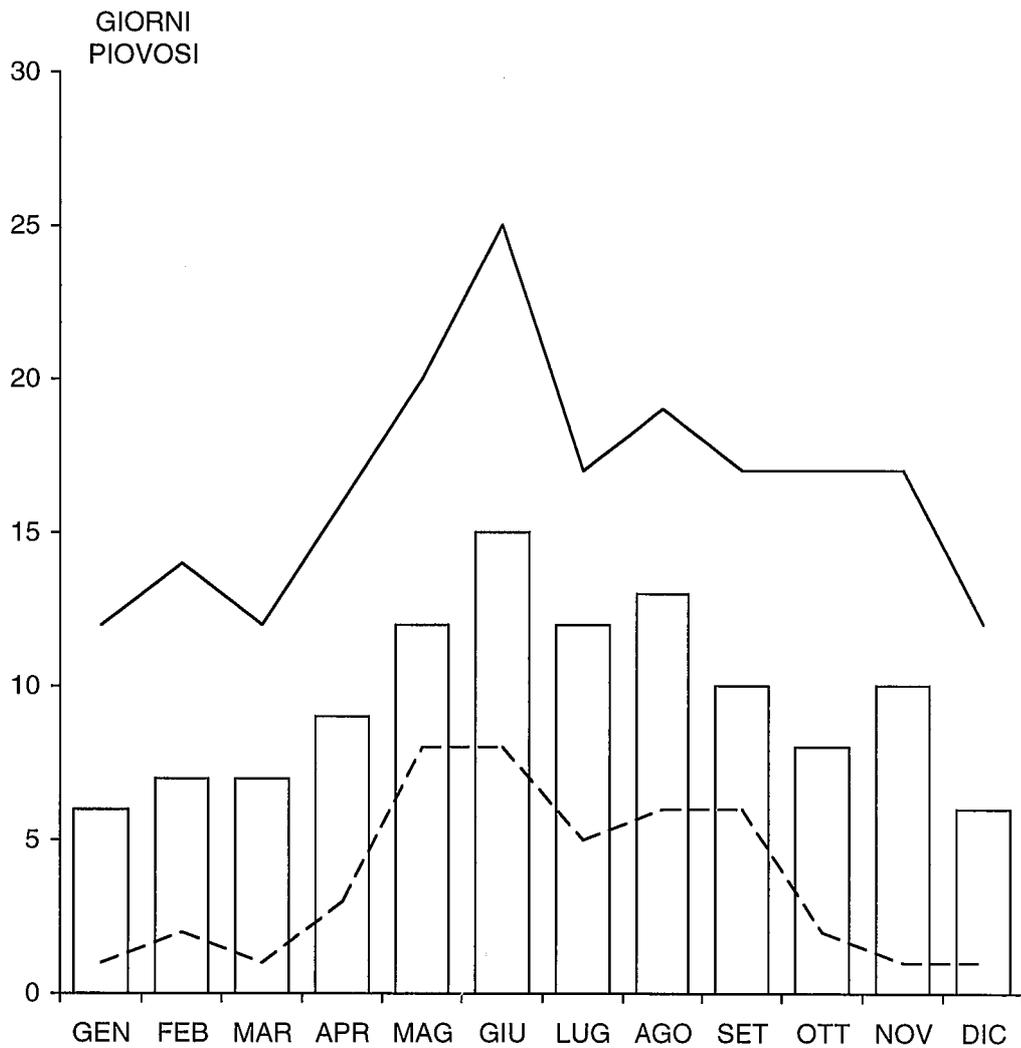
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
MAX	15	17	17	18	26	23	20	20	17	21	17	18
MEDIO	7	7	8	11	14	14	11	12	10	9	9	8
MIN	1	0	1	0	6	5	5	4	2	1	1	2



STAZIONE LAGO FREGABOLGIA

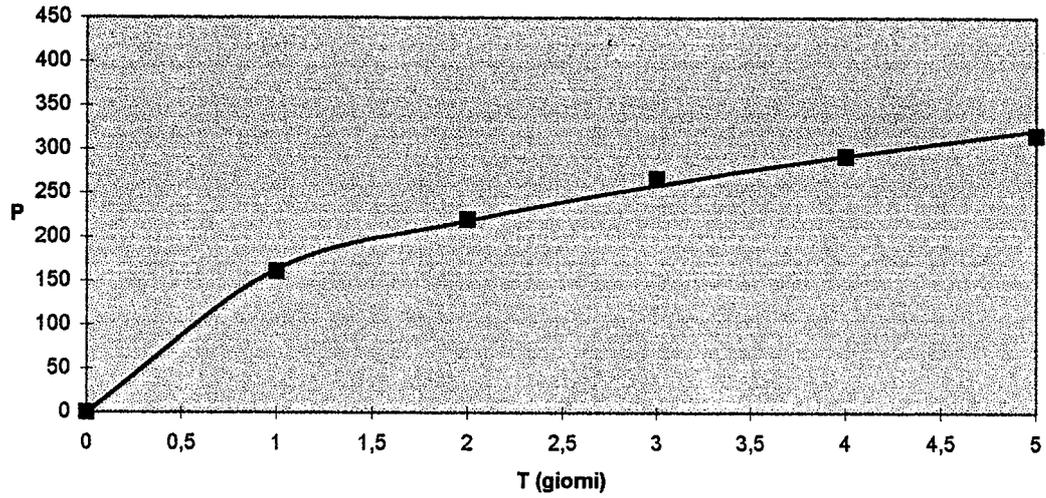
GIORNI PIOVOSI (1955-1974)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
MAX	12	14	12	16	20	25	17	19	17	17	17	12
MEDIO	6	7	7	9	12	15	12	13	10	8	10	6
MIN	1	2	1	3	8	8	5	6	6	2	1	1

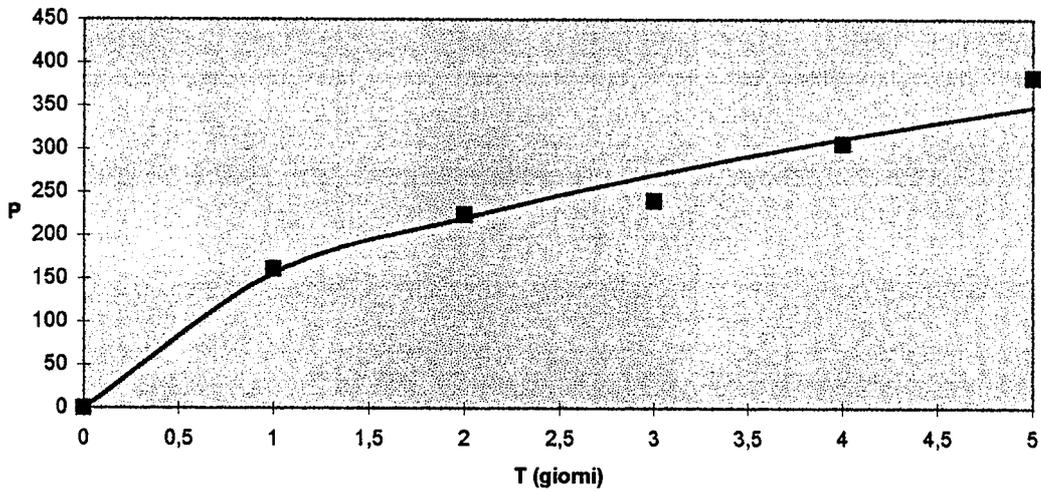


TAB. 6

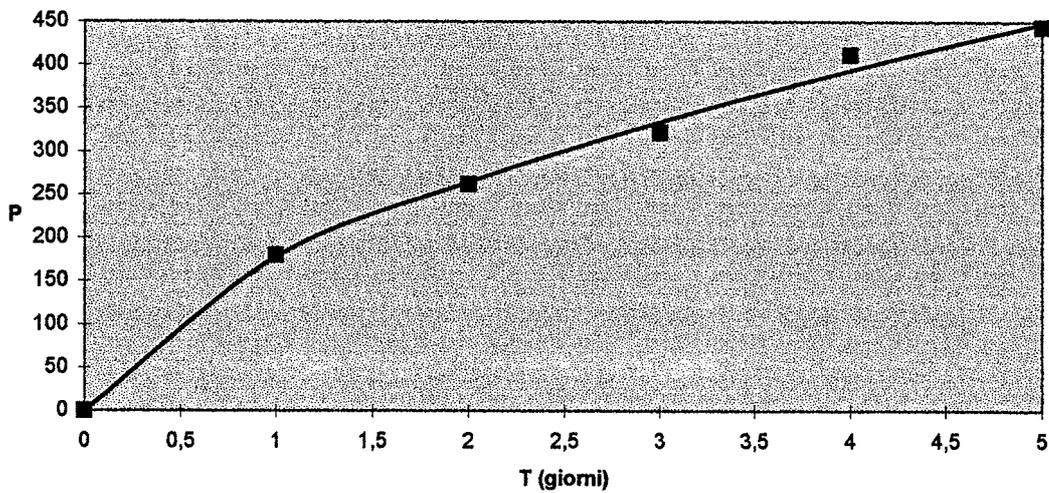
Stazione di CARONA (periodo di osservazione 1921-78)



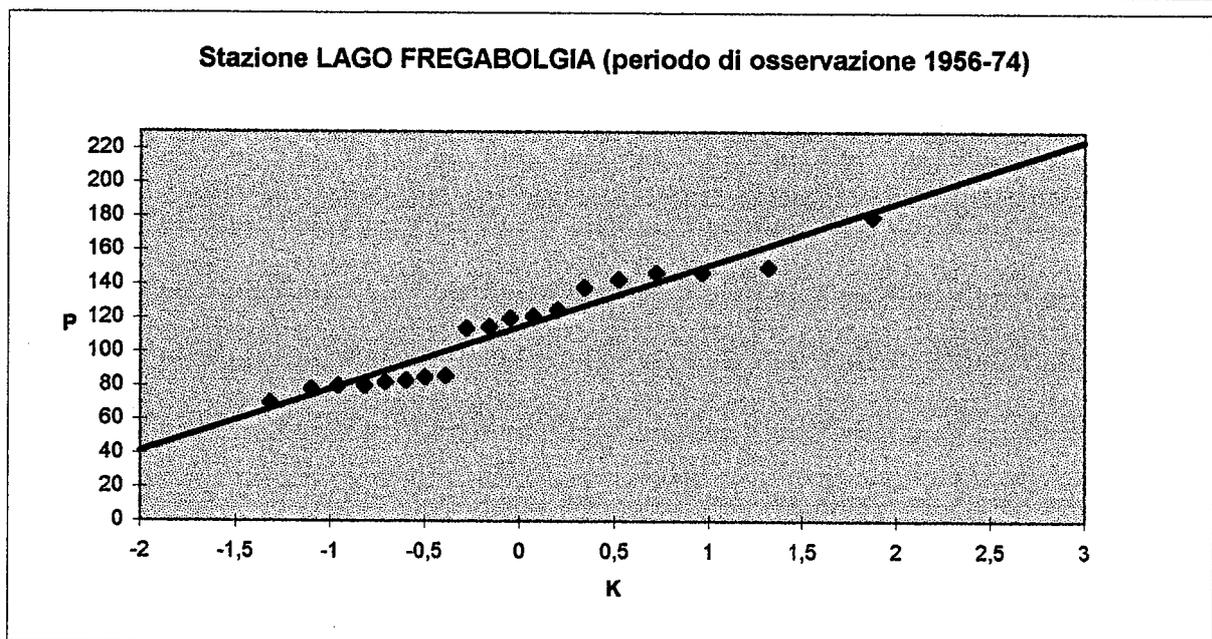
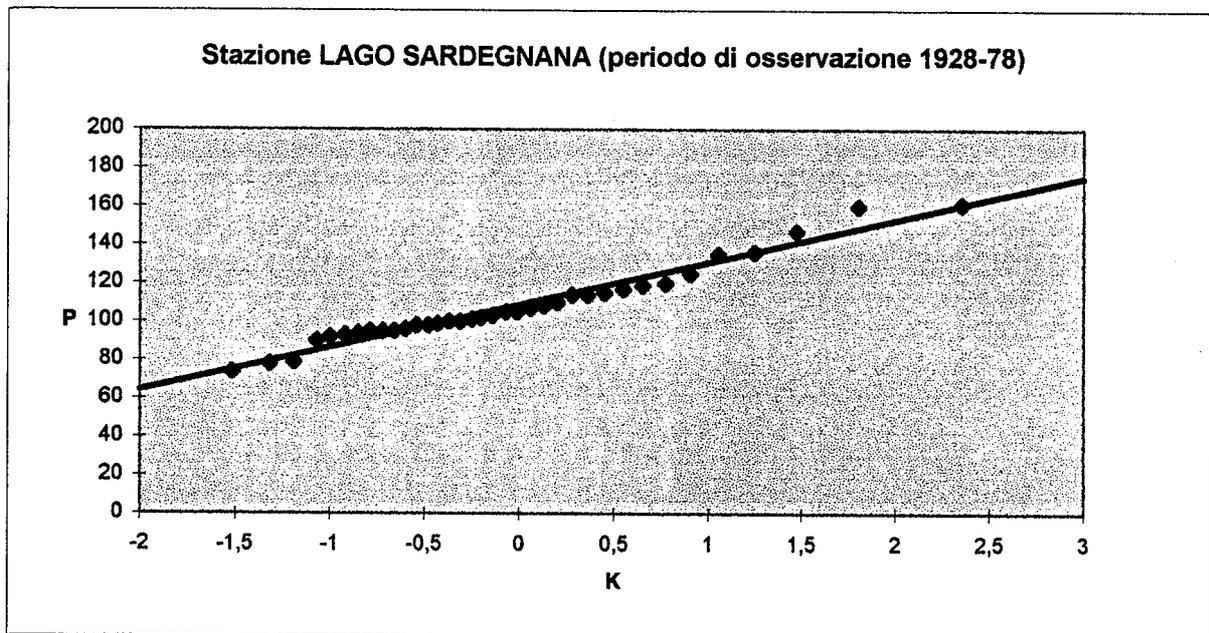
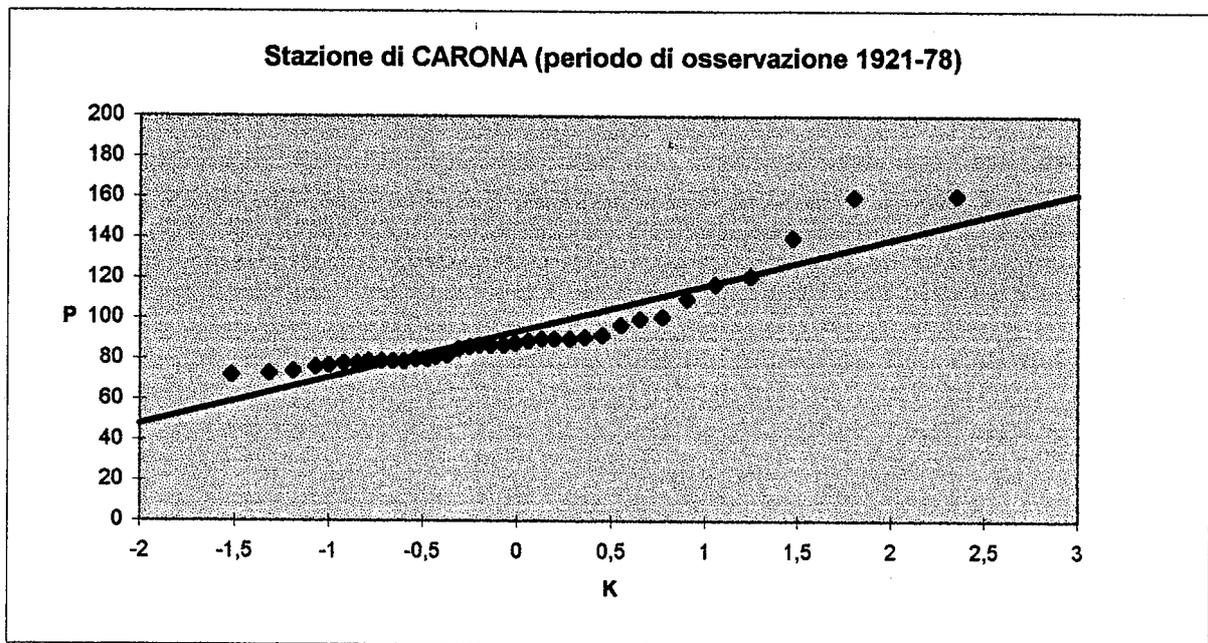
Stazione LAGO SARDEGNANA (periodo di osservazione 1928-78)



Stazione LAGO FREGABOLGIA (periodo di osservazione 1956-74)



Precipitazioni massime da 1 a 5 giorni consecutivi

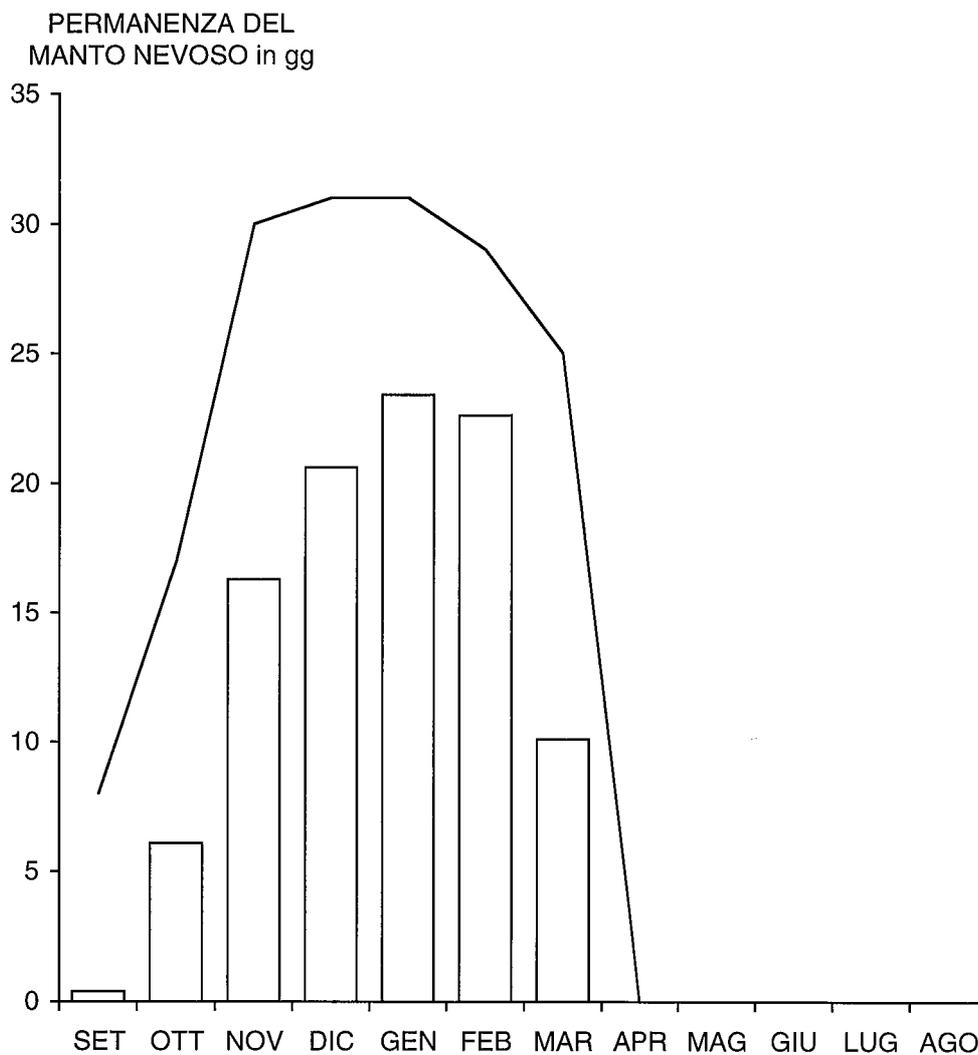


Distribuzione di frequenza delle precipitazioni massime di un giorno

STAZIONE DI CARONA

PERMANENZA DEL MANTO NEVOSO (1955-1984)

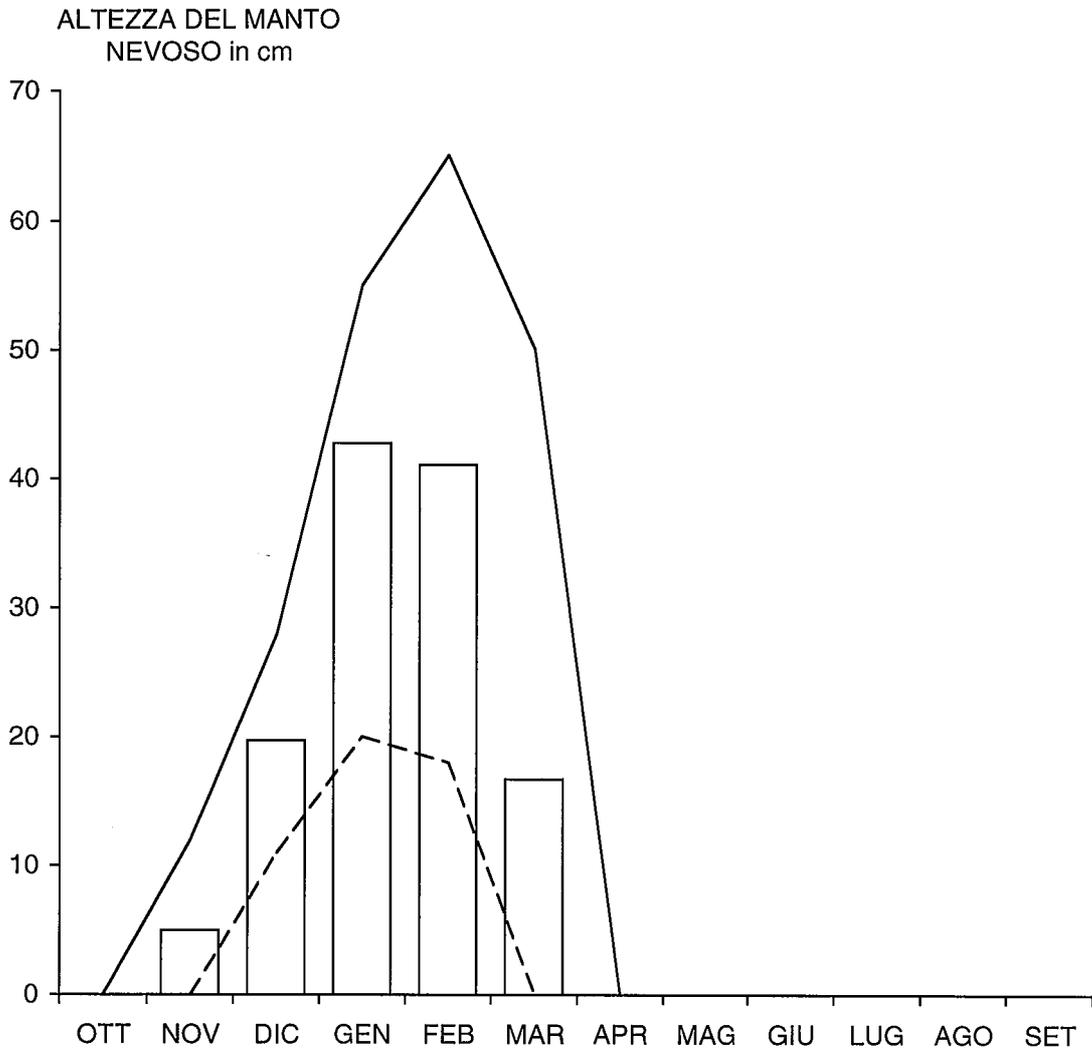
	SET	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO
MAX	8	17	30	31	31	29	25	0	0	0	0	0
MEDIO	0,4	6,1	16,3	20,6	23,4	22,6	10,1	0	0	0	0	0
MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



STAZIONE DI CARONA

ALTEZZA DEL MANTO NEVOSO (1964-1973)

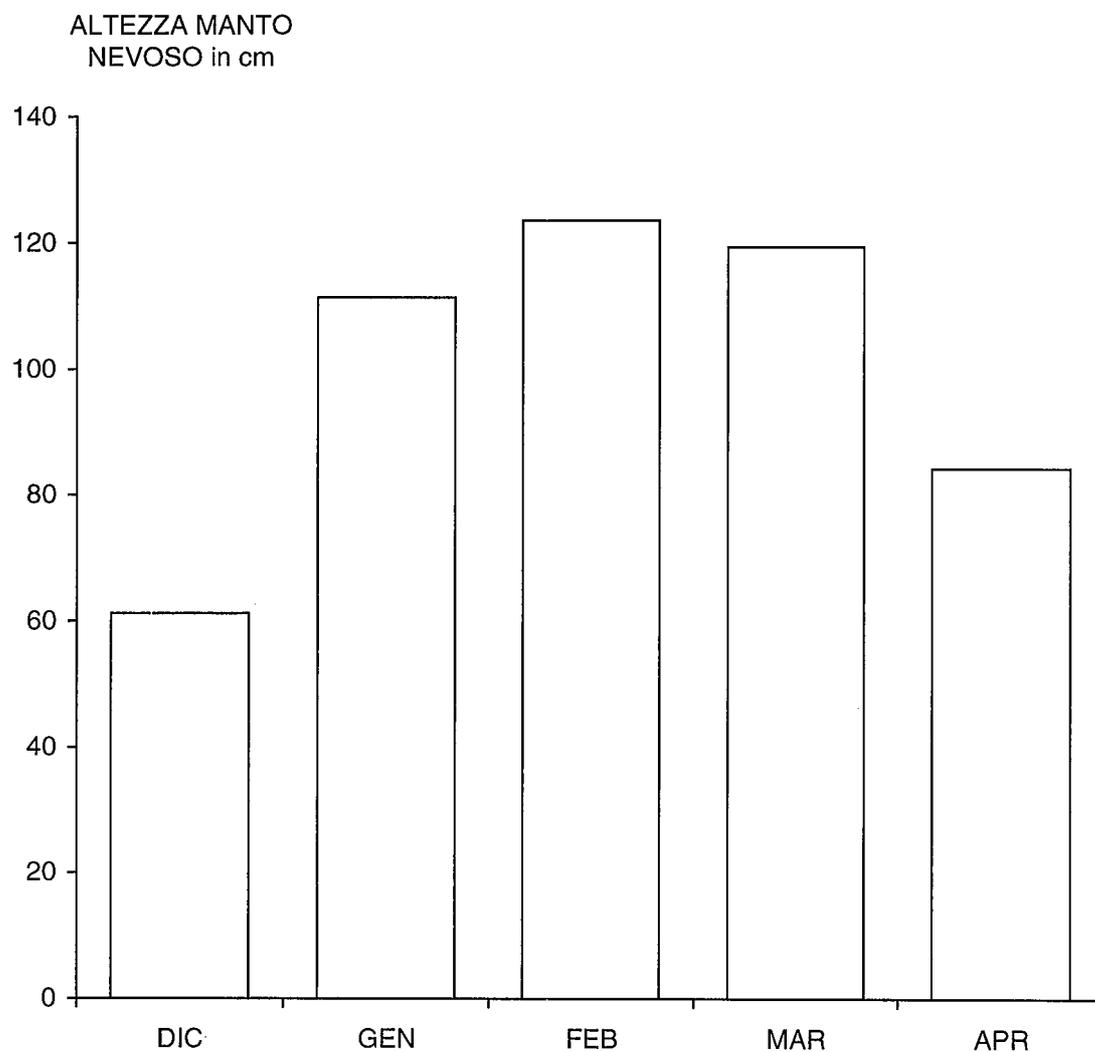
	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET
MAX	0	12	28	55	65	50	0	0	0	0	0	0
MEDIO	0	5	19,7	42,7	41	16,7	0	0	0	0	0	0
MIN	0	0	11	20	18	0	0	0	0	0	0	0



STAZIONE DI CARISOLE

ALTEZZA MEDIA MANTO NEVOSO NEI MESI INVERNALI (1992-1997)

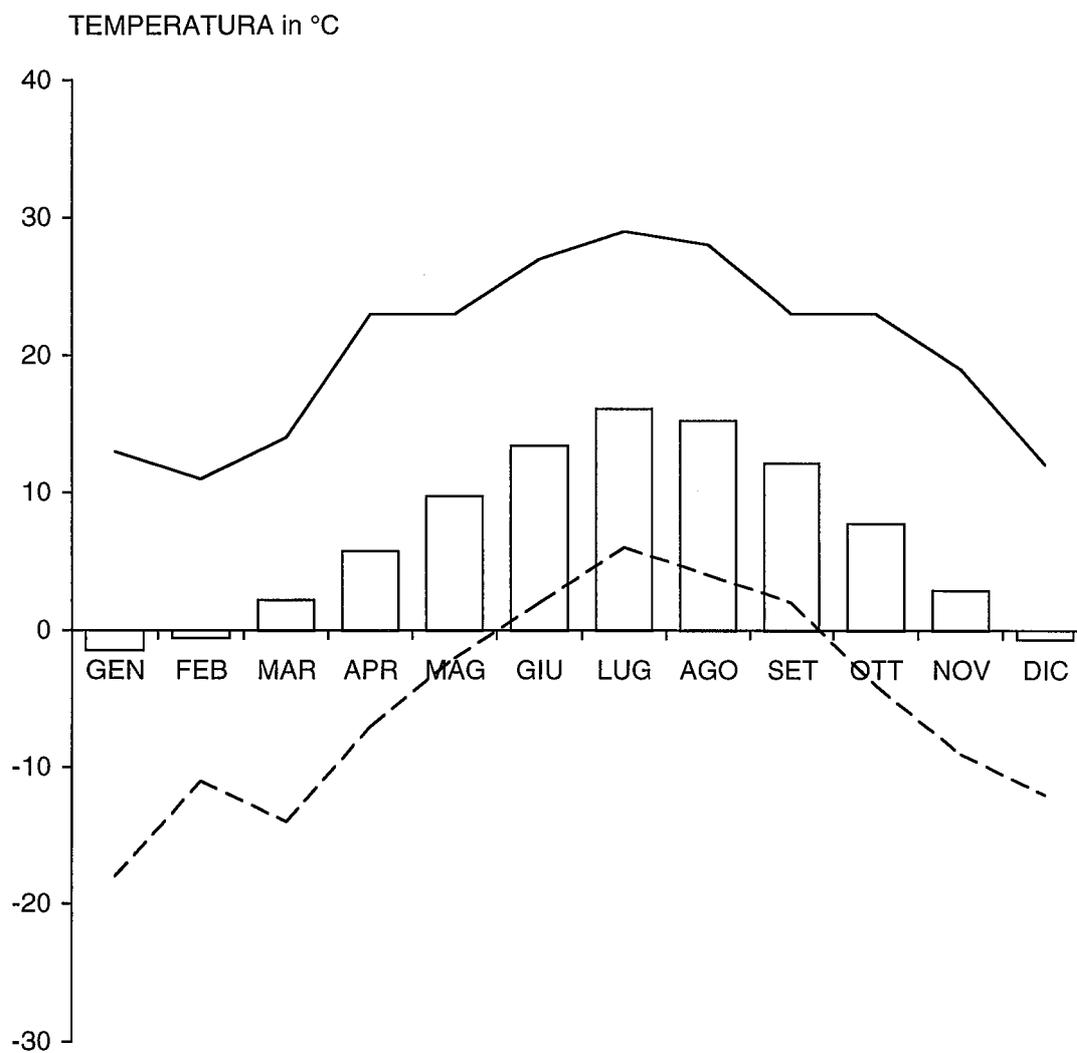
DIC	GEN	FEB	MAR	APR
61,23	111,3	123,5	119,3	84



STAZIONE DI CARONA

REGIME ANNUO DELLA TEMPERATURA (1955-1984)

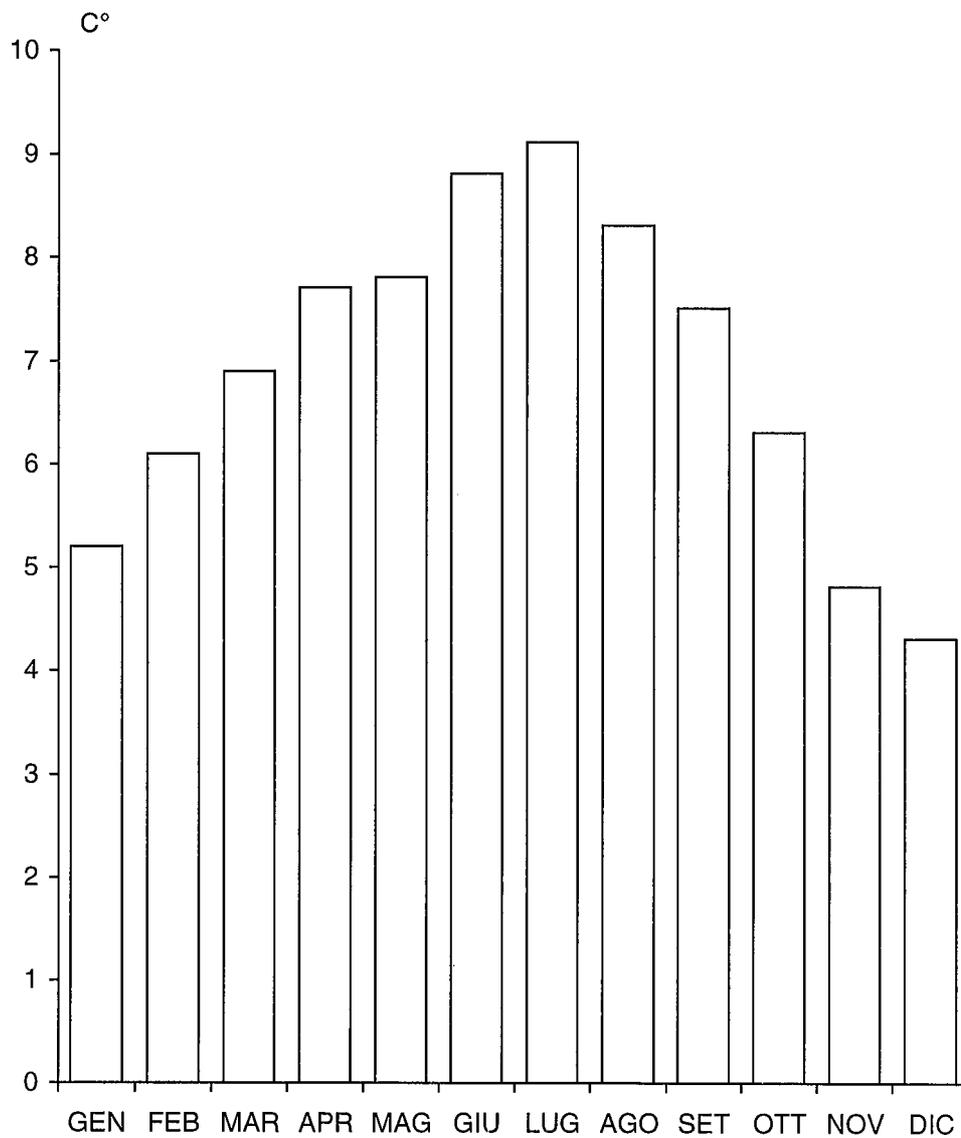
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
MAX	13	11	14	23	23	27	29	28	23	23	19	12	29
MEDIO	-1,4	-0,5	2,2	5,7	9,7	13,4	16,1	15,2	12,1	7,7	2,9	-0,6	6,8
MIN	-18	-11	-14	-7	-2	2	6	4	2	-4	-9	-12	-18



STAZIONE DI CARONA

ESCURSIONE TERMICA MEDIA DIURNA (1955-1984)

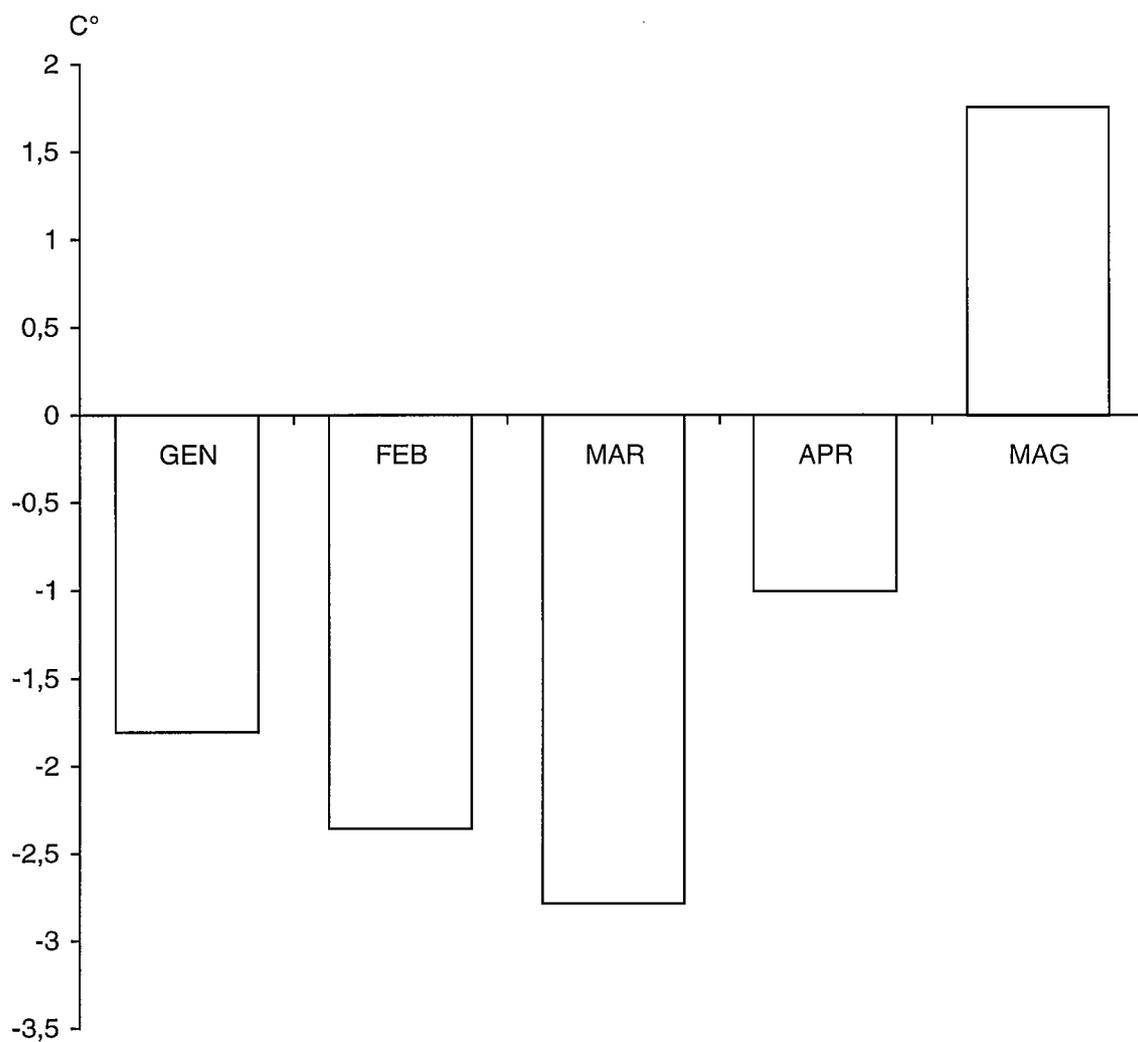
GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
5,2	6,1	6,9	7,7	7,8	8,8	9,1	8,3	7,5	6,3	4,8	4,3



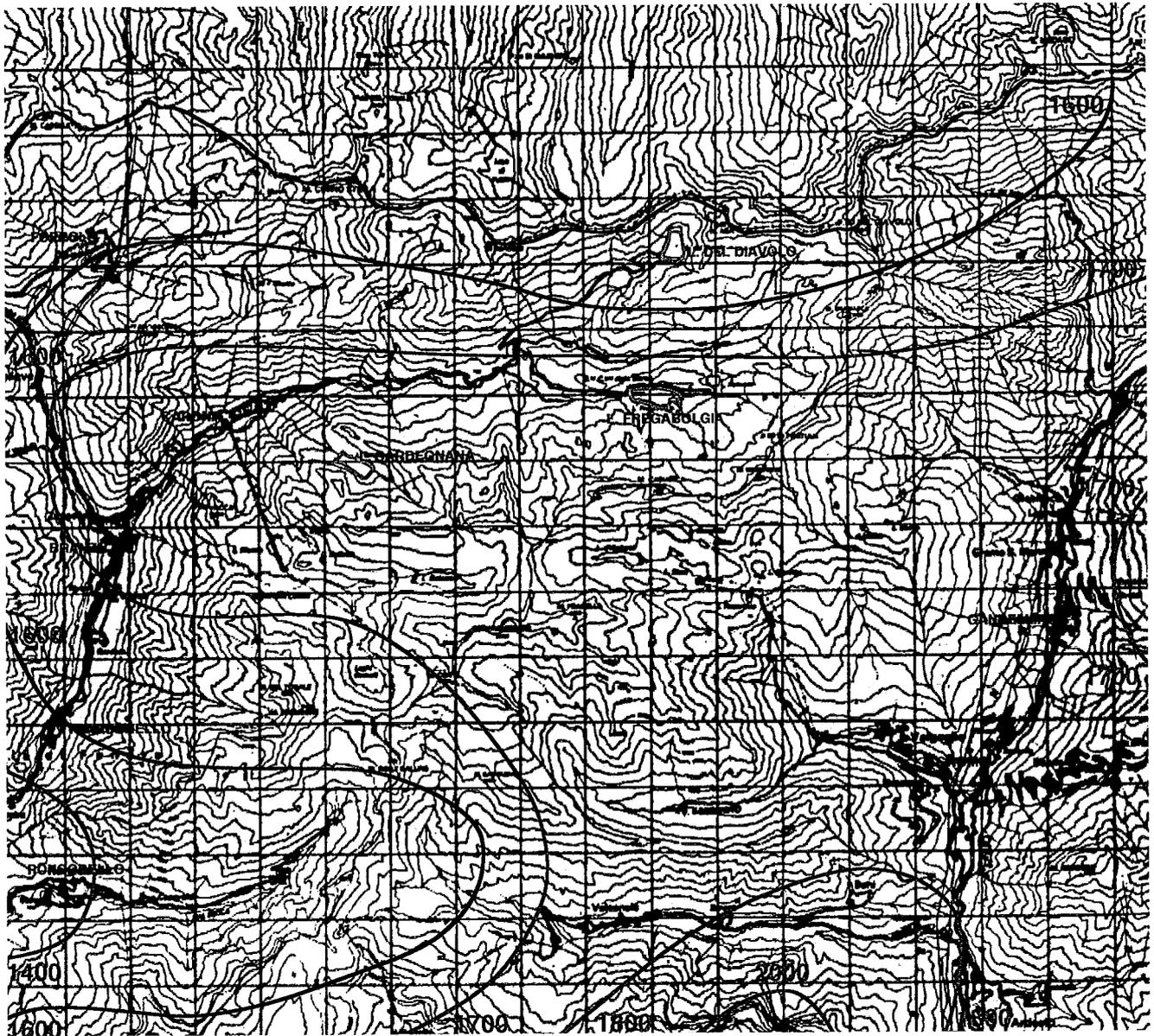
STAZIONE DI CARISOLE

REGIME DELLA TEMPERATURA MEDIA NEI MESI INVERNALI (1992-1997)

GEN	FEB	MAR	APR	MAG
-1,8	-2,35	-2,78	-1	1,75



CARTA DELLE ISOIETE



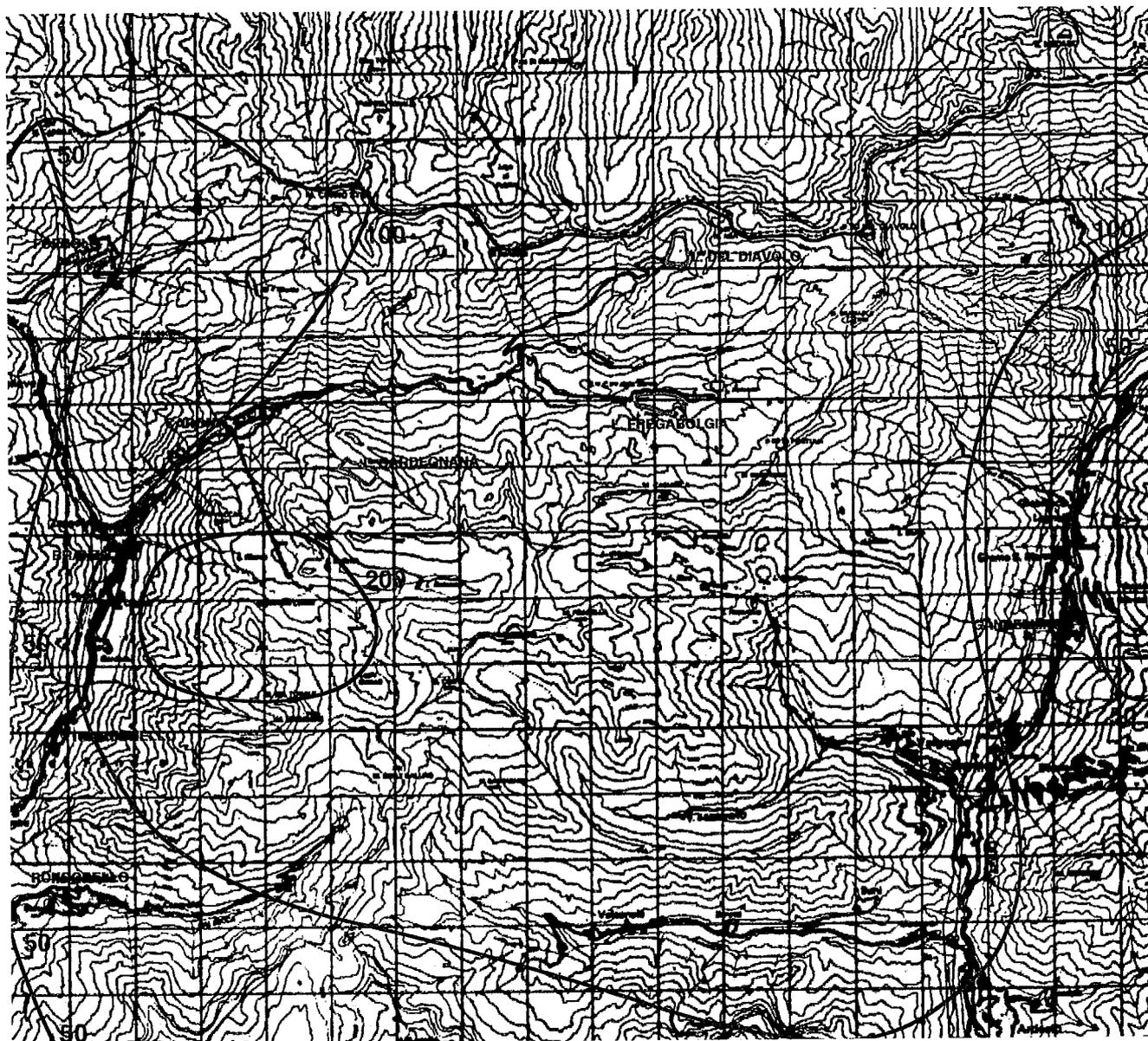
LEGENDA

— ISOIETE MEDIE ANNUE

SCALA
1:100.000

FIG. 1

CARTA DELLE ISODIAMENE



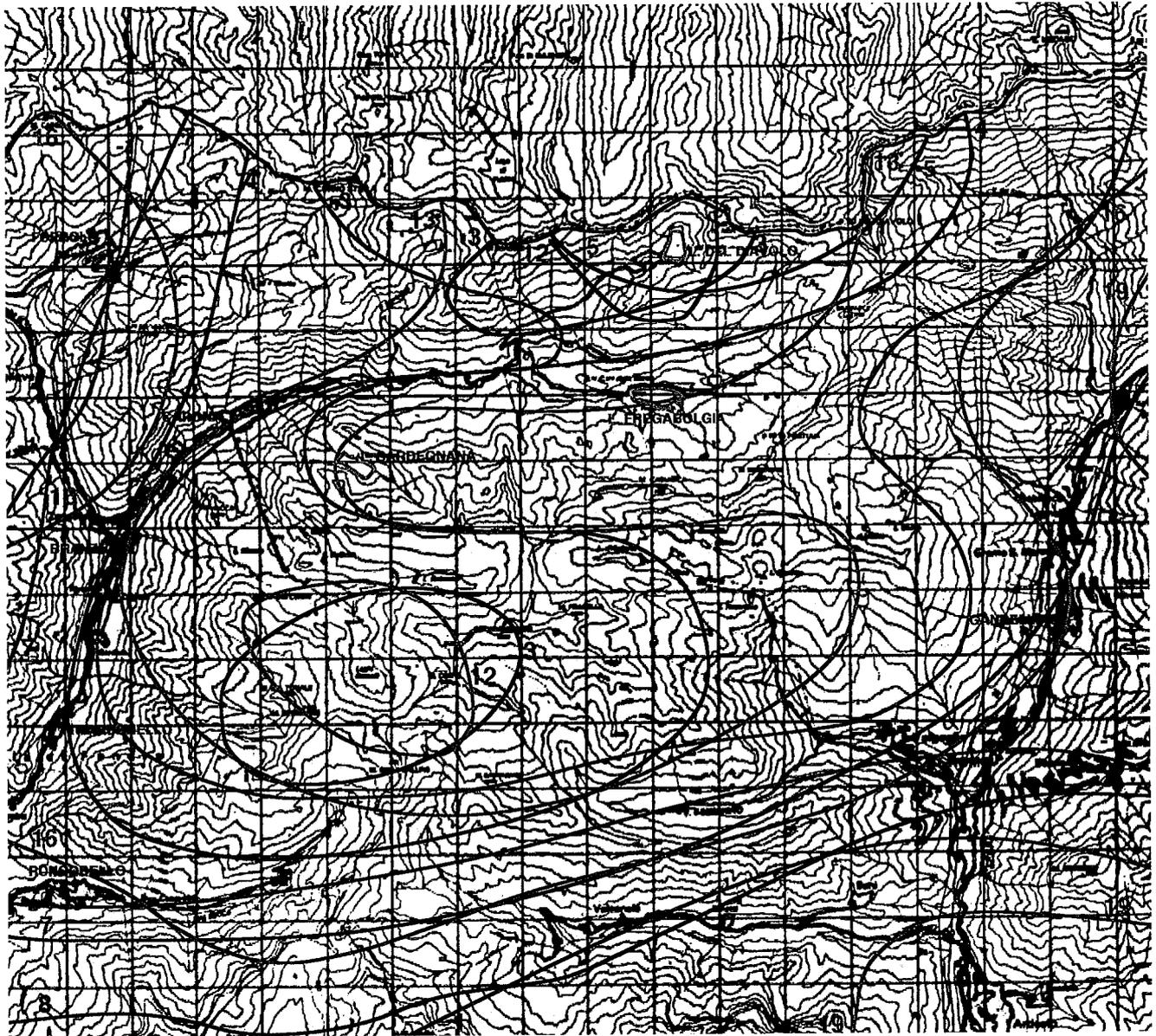
LEGENDA

— ISODIAMENE MEDIE ANNUE

SCALA
1:100.000

FIG. 2

CARTA DELLE ISOTERME



LEGENDA

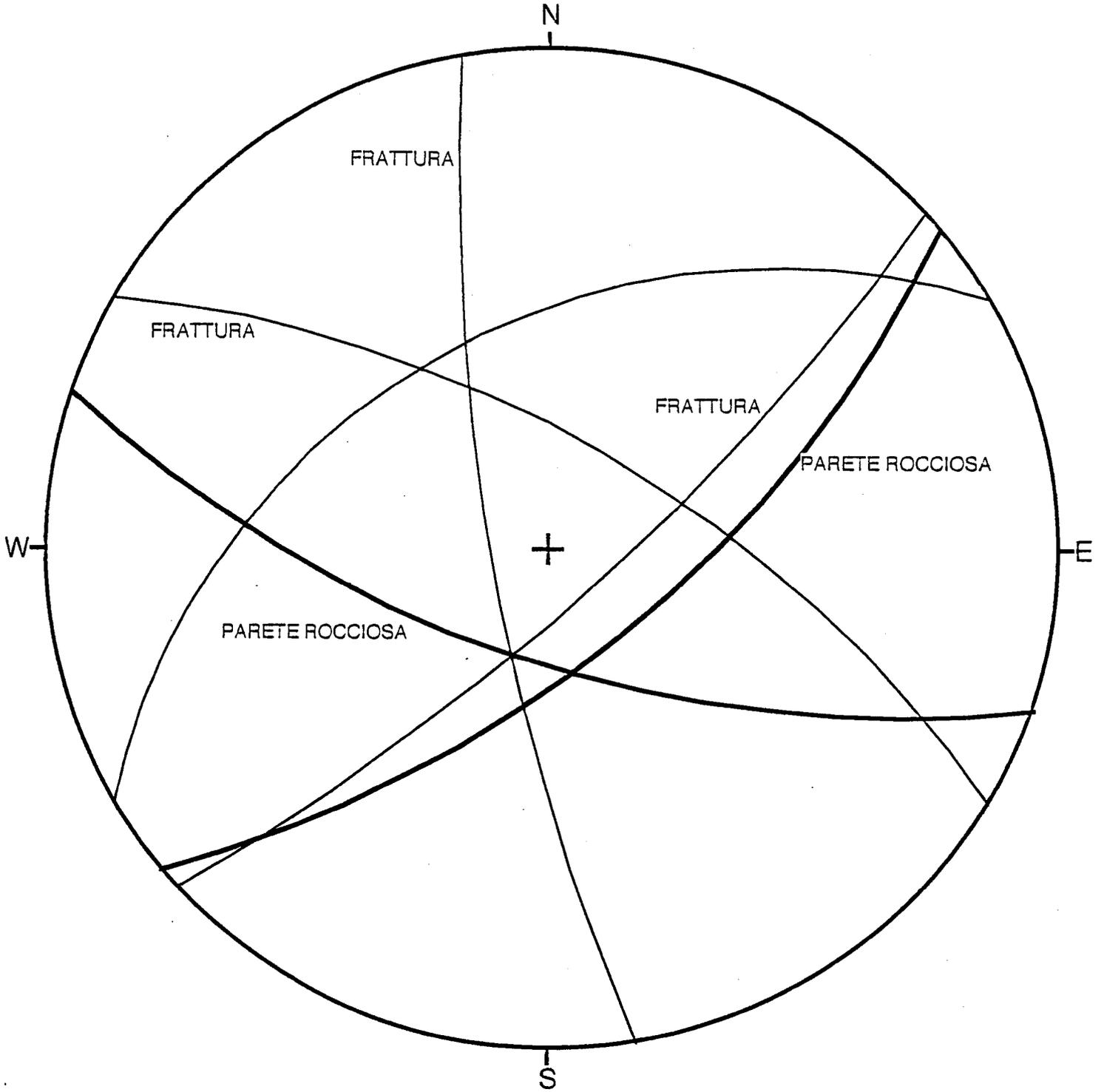
- ISOTERME DEL MESE DI LUGLIO
- ISOTERME DEL MESE DI GENNAIO
- ISOTERME MEDIE ANNUE

SCALA
1:100.000

FIG. 3

COMUNE DI CARONA
LOCALITA' PORTA

PROIEZIONE CICLOGRAFICA
DEI PRINCIPALI PIANI DI
DISCONTINUITA' E DELLA PARETE
ROCCIOSA



COMUNE DI CARONA
LOCALITA' PAGLIARI

PROIEZIONE CICLOGRAFICA
DEI PRINCIPALI PIANI DI
DISCONTINUITA' E DELLA PARETE
ROCCIOSA

