

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE  
CENTRO DI STUDI PER LA GEOGRAFIA FISICA

DIRETTORE: Prof. A. R. TONIOLO

---

RICERCHE SULLA MORFOLOGIA E IDROGRAFIA CARSICA

6.

CARLO FELICE CAPELLO

IL FENOMENO CARSICO  
IN PIEMONTE

*Le zone interne del sistema alpino*



BOLOGNA  
TIPOGRAFIA MAREGGIANI

1955

## PRESENTAZIONE

*Questo studio segue ai due precedenti, dovuti allo stesso Autore, intesi ad illustrare il fenomeno carsico nelle Alpi Occidentali italiane. Mentre nei primi si rilevava che le masse di rocce carsogene delle regioni marginali dell'arco alpino e delle Alpi Liguri sono ben delimitate e presentano fenomeni carsici cospicui in superficie ed in profondità, in questo volume si studiano le manifestazioni delle zone interne nelle quali le aree carsiche si sviluppano non solo nelle formazioni del trias, del giura e del lias (calcari, dolomie, gessi), ma anche nei calcescisti e nelle filadi calcaree; in esse alla mancanza dei fenomeni profondi fa compenso la vistosità ed intensità delle forme superficiali.*

*Anche sui contrafforti interni dell'arco alpino si riscontrano qua e là fenomeni di circolazione idrica ipogea, i quali però non assurgono a quell'ampio sviluppo già rilevato per le Alpi Liguri, perchè la circolazione ipogea si limita per lo più ad un versante. Fa eccezione il sistema idrico della val Cairasca (Ossola) la cui complessa rete di canali interni si estende oltre il bacino imbrifero principale per coinvolgere, in azioni di drenaggio, anche gli afflussi che si determinano nei bacini contigui.*

*Particolare interesse poi presentano i grandi « bacini chiusi », o « valli morte » ed i fenomeni carsici sviluppati nelle piccole aree di rocce idrosolubili che si trovano nelle zone delle « rocce verdi », già ritenute globalmente impermeabili.*

*Le zone qui studiate sono situate essenzialmente in ambiente a clima alpino; perciò viene posta in rilievo l'importanza che la nivazione ebbe ed ha tuttora nella determinazione ed ampliamento delle forme carsiche esterne, ben visibile specialmente nelle plaghe presso il limite climatico delle nevi permanenti della fase post-dauniana.*

Aprile 1955.

Il Direttore  
Prof. A. R. TONIOLO

## INTRODUZIONE

I due volumi che precedono il presente <sup>(1)</sup> espongono le osservazioni eseguite sui fenomeni carsici riscontrati:

a) nelle regioni marginali del rilievo alpino, dalla valle della Sesia alle valli del Monregalese;

b) nelle alpi Liguri (Marittime Orientali, versante padano).

Secondo il piano di ricerche stabilito all'inizio dell'attuazione di queste indagini (1950), le parti più interne del rilievo alpino dovevano essere studiate in successione di tempo perchè, per l'ampiezza della regione da percorrere e studiare, occorre- vano ancora non poche esplorazioni ed osservazioni preliminari orientative. Poichè fu possibile compiere ogni indagine, e quindi attuare tutto il programma delle ricerche, nell'ultimo biennio (1953-54) vengono ora, con questo studio, esposte le nostre conoscenze attuali sul fenomeno carsico in queste parti dell'arco alpino occidentale.

Non vi può essere certezza, evidentemente, che tutte le zone nelle quali si manifestano i fenomeni carsici siano state viste e ciò per il fatto che la struttura geolitologica della catena montuosa in studio è assai complessa. Infatti le rocce calcaree e dolomitiche e gessose non formano un tutto continuo, ma frammentato, ed inoltre tali rocce s'alternano minutamente con le rocce granitiche e scistose che formano l'ossatura fondamentale del sistema: per questi motivi può essere che alcune piccole aree di rocce carsogene siano sfuggite alla nostra, sia pur attenta, osservazione. È da ritenere tuttavia, per il metodo seguito, che verrà

---

(1) C. F. CAPELLO - *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le zone marginali al rilievo alpino*. Bologna, Centro Studi per la Geografia Fisica, 1950. — C. F. CAPELLO - *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le Alpi Liguri*. Bologna, Centro Studi per la Geografia Fisica, 1952.

esposto fra breve, che queste zone siano non molto estese in superficie e poche di numero, per il fatto che nelle esplorazioni dirette sul suolo non si è tralasciata alcuna occasione per rintracciarle.

Per la determinazione dell'esistenza delle varie plaghe carsiche ci si è valse anzitutto dell'ispezione delle carte geologiche alle scale 1:400.000 e 1:100.000 ed in secondo luogo di quegli scritti che in particolare modo, od indirettamente, accennano a questa fenomenologia. A questo riguardo si deve avvertire che essi sono ben pochi: quelli specifici sono dovuti a ERRERA, O. MARINELLI, DAINELLI ed in particolare modo allo scrivente. Prescindendo da questi studi già condotti con particolare intendimento, alcuni fra gli altri consultati contenevano indicazioni molto sommarie che occorreva controllare sul posto e che talvolta furono causa indiretta del ritrovamento di altre zone contigue, per noi interessanti, non precedentemente note.

Per le zone non indicate in questi scritti ci si valse dell'ispezione delle carte geologiche e di quella delle rispettive tavolette alla scala 1:25.000. Conoscendo l'andamento delle zone a rocce carsogene e fra queste di quegli orizzonti nei quali si manifesta più facilmente il fenomeno carsico, tenuto conto dell'altimetria e quindi dello stabilirsi di esso in rapporto al fenomeno della nivazione, fu possibile ritrovare, percorrere e studiare zone non segnalate, nelle quali questa morfologia si presenta accentuatissima.

Nell'esame di una carta dei fenomeni carsici pubblicata in via preliminare nel 1938 [15] <sup>(1)</sup>, che riporta le località, sino a quell'epoca note, nelle quali si hanno manifestazioni carsiche, si nota che, facendo astrazione dalle Alpi Liguri e dalle regioni marginali interne già studiate, pochi sono i settori interessanti, ai nostri fini, nelle parti più interne delle Alpi Occidentali e questi si trovano nelle valli dell'Ossola, nella val d'Aosta (parte alta), nella val di Susa e nell'alta val Maira. Anche ora, dopo un intervallo di circa venti anni, possiamo riconfermare che la maggior frequenza ed intensità di tali fatti si verifica appunto in queste zone, però non esclusivamente in esse. È utile ora esaminare sommariamente (riservandoci di fare un esame più approfondito di capitolo in capitolo) quale è la distribuzione delle masse calcareo-

---

<sup>(1)</sup> Fra parentesi quadre [ ] sono indicate le opere citate nella Bibliografia posta in appendice.

dolomitiche atte a determinare l'insediarsi dei fenomeni carsici nell'arco alpino occidentale.

Una prima fascia di tali rocce è costituita dai calcescisti (e tipi litologici connessi) che decorrendo parallelamente al Rodano invia alcune propaggini nelle alte valli ossolane, tra il M. Basodino ed il M. Leone (Sempione). Nelle basse valli ossolane, e sino alla conca di Alagna, tali rocce sono assenti. Ricompaiono invece nelle valli di mezzo del bacino idrografico della Dora Baltea, dalla valle di Gressoney alla Valtournanche, e frammiste a rocce verdi di ogni tipo, si estendono sino al massiccio granitico del Gr. Paradiso, che circuiscono, raggiungendo il confine nelle alte valli Grisanche e Rhêmes. Una seconda fascia assai meno estesa da noi, ma più omogenea e, si potrebbe dire, più uniforme, dipartendosi ancora dalla valle del Rodano circuisce sul suo fianco sud-orientale il massiccio del M. Bianco estendendosi dal Grande al Piccolo S. Bernardo.

Il trias calcescistoso-dolomitico, associato ancora alle rocce serpentinosi e prasinitiche, si rende manifesto poi nelle valli di Lanzo, e specialmente nella media ed alta valle d'Usseglio, con formazioni che sono tagliate trasversalmente da esse.

Maggior sviluppo hanno però le masse triassiche nella valle della Doria Riparia ove si estendono ovunque, dal Rocciamelone al Moncenisio, al Frejus, al Chaberton, circuyendo anche qui, il massiccio gneissico l'Ambin. La dorsale tra le valli della Dora R. e del Chisone ne è tutta quanta interessata (oltre, cioè a ovest, del M. Orsiera), e così pure quella, assai complessa per i diversi contrafforti irradiantisi variamente, tra l'alto Chisone e la Germanasca. Entro i limiti territoriali italiani le formazioni giungono, riducendosi sempre più in estensione in senso est-ovest, sino al massiccio in pietre verdi del Monviso, e non estesi lembi di esse lo lasciano ad oriente nell'alta valle del Po e nelle valli confluenti a Sampeire.

Il grosso delle formazioni triassiche però — rimaste alla latitudine del Monviso in territorio francese — rientrano in territorio italiano e interessano tutti i rilievi, i contrafforti ed i massicci tra l'alta valle Varaita e la Stura di Demonte, dal Colle di Valanta sino a quello della Maddalena e poco oltre, prolungandosi poi ad arco sino alle prealpi di Cuneo. I terreni del giurese e del cretaceo, che in formazioni strutturalmente complesse contornano il trias a sud e lo separano dal massiccio gneissico e gra-

nitico dell'Argentera, prendono poi il sopravvento nelle valli di Valdieri e di Borgo S. Dalmazio (V. Vermenagna), per poi dominare nei massicci montuosi del Marguareis, Mondolé e Saline, i cui fenomeni carsici, grandiosissimi, furono già descritti nei volumi precedenti.

Nella minuta analisi che segue si vedrà come le alte valli della Stura di Cuneo presentino molte interessanti plaghe a struttura esterna carsica che continuano nella contigua val Maira. Anche la valle Varaita offre alcune ristrette località sinora non segnalate che ci interessano ai nostri fini. Tali fenomeni però sono ben più cospicui nelle alte valli della Dora Riparia e si sviluppano nelle dolomie e nei gessi: così pure avviene in alcune delle valli d'Aosta (Courmayeur, Thuile, Gressoney-Ayas) e dell'Ossola. L'illustrazione dei fenomeni carsici in queste zone, in rapporto alla loro distribuzione ed entità, sarà perciò fatta con ordine geografico, partendo da sud ed andando verso nord, seguendo le dorsali orografiche e cioè analizzando i varii contrafforti ed i rilievi montuosi da oriente verso occidente.

Poichè tali contrafforti, come pure anche le valli che li circondano, tagliano quasi normalmente le varie formazioni rocciose carsogene, ne deriva che assai spesso sia il versante meridionale quanto quello settentrionale sono interessati dal fenomeno: verrà perciò, in linea di massima, analizzato prima il versante a sud e poi quello rivolto verso nord. Il metodo espositivo è perciò un poco diverso da quello seguito nei due volumi di queste ricerche già pubblicati, nei quali si teneva conto essenzialmente dello sviluppo delle masse calcaree. Per quei contrafforti e per quelle vallate, però, nelle quali per l'entità dei fatti osservati non è utile e possibile seguire il criterio dell'analisi dei contrafforti, si procederà con riferimento al bacino idrografico oppure ad un determinato contrafforte ed ai bacini contigui. Si esporranno perciò le ricerche e gli studi eseguiti nelle seguenti zone:

- a) rilievi tra la Stura di Cuneo e la Maira;
- b) rilievi del settore del M. Viso (val Varaita e val Po);
- c) rilievi tra il Pellice e la Dora Riparia;
- d) rilievi tra la Dora Riparia e l'Orco;
- e) rilievi tra la Dora Baltea ed il Cervo;
- f) rilievi tra l'alta Sesia e il Toce;
- g) rilievi dell'Ossola.

## PARTE I.

### FENOMENI CARSICI DEI CONTRAFFORTI TRA LA STURA DI CUNEO E LA MAIRA

#### LIMITI E CARATTERI FISICI E GEOLOGICI DELLA REGIONE

La regione della quale è oggetto questa prima parte comprende i rilievi montuosi delimitati dalla pianura Padana, dal corso della Stura di Demonte, da quello della Maira e dallo spartiacque alpino decorrente dal colle della Maddalena (m. 1896) sino al colle Maurin. Questo lungo contrafforte non è peraltro costituito da una sola dorsale, ma è bensì suddiviso in dorsali minori che, nella parte più vicina alla pianura, sono isolate da un unico solco vallivo secondario (la valle Grana), mentre in quella più ad occidente sono affiancate, subparallele, e divise da profondi valloni ad idrografia complessa, isolanti sottograppi montuosi di una certa importanza. I sottograppi più importanti dal punto di vista orografico sono quelli del M. Tibert (m. 2647), del M. Nebius (m. 2600), della Rocca La Meja (m. 2831), del M. Oserot (m. 2781), del M. Scaletta (m. 2840), del M. Oronaye (m. 3100), del M. Sautron (m. 3166) e del M. Chambeyron (m. 3389).

Le dorsali minori ad oriente della linea ideale decorrente tra i gruppi Nebius-Tibert ed il torrente Intersile, affluente di destra della Maira, non hanno particolare importanza ai nostri fini: sono invece di molto interesse quelle poste ad occidente e la loro disposizione e conformazione è strettamente connessa alla struttura geolitologica delle formazioni che le costituiscono. Un primo esame, anche sommario, della oroidrografia permette di rilevare che la dorsale principale non è simmetrica, risultando la linea di cresta displuviale assai più vicina al corso della Stura che non a quello della Maira: simmetrico è invece il tratto Oronaye-Cham-

beyron che offre una linea displuviale quasi equidistante tra il rio di Val Maurin ed il rio Ubayette (Francia).

Ne deriva che, ove la disimmertia è spiccata, lunghi valloni incidono il versante settentrionale del contrafforte, mentre sul versante meridionale insignificanti torrentelli incidono i più erti pendii montuosi. Ne sono esempio i valloni che sboccano sul fianco vallivo destro della Val Maira tra Stropo ed Acceglio: valloni di Marmora, di Onerzio (o Unerzio) e dipendenti.

A questa dissimmertia dell'insieme non corrisponde però una dissimmertia delle singole unità montuose e ciò per il fatto che i valloni del versante settentrionale traggono origine da ripiani e da conche più o meno estese, poste con sistema degradante, quali ad es. i pianori della alta valle del Preit (regione Pianezza e Margherina), dell'alta valle Onerzio (regione Ciorliera), regione delle Munie, ecc. La parte sommitale delle dorsali s'eleva perciò con uguale ripidità tanto sui versanti rivolti a sud, come quelli rivolti a nord. Su un particolare relativo ai solchi d'impluvio, in questo settore, ritorneremo dopo avere parlato della sua costituzione geologica.

La parte dominante della dorsale è costituita da potenti banchi di dolomie triassiche notevolmente cristalline e delle quarziti connesse, che da Demonte si spingono in direzione rettilinea nord-ovest sino al M. Chambeyron: di essi sono costituiti i rilievi Testa Gardon, la Meja, le Rocce Brancia e Repialetta, l'Oronaye, l'Auto-Vallonasso ed il monte Chambeyron. A settentrione tale formazione è fiancheggiata da terreni del permo-carbonifero (scisti seritici, varicolori, calcarei) i quali pur costituendo la zona assiale tettonica, interessano rilievi montuosi meno elevati. A mezzogiorno la zona dolomitica è fiancheggiata saltuariamente da terreni secondari (giura, creta, lias e dalle comuni « pietre verdi »): tra Servagno ed Argentera e più a valle, nei dintorni di Demonte, il corso della Stura ciruisce le masse triassiche. Negli altri tratti sono assai visibili in tutta la loro potenza le formazioni calcaree massicce del giura-lias e ne sono tipico esempio le cosiddette Baricate di Ponte Bernardo.

Pur nella notevole variabilità di condizioni di ripiegatura locali, spicca, dal punto di vista tettonico, il fatto che gli strati dolomitici in genere sono immersi verso nord-est ed i terreni paleozoici li ricoprono in direzione opposta sospingendo le parti marginali di tali dolomie in questo stesso senso, generando così pen-



denze e contropendenze ad immediato contatto. Ciò per es. è assai ben visibile nella zona dell'Oronaye e dell'Auto Vallonasso. Al contatto delle due formazioni (es. M. Boulliana, Val Maurin) si notano poi evidenti linee di faglia con dislocazioni notevoli che si sviluppano sempre secondo una direttrice quasi costante da sud-est a nord-ovest. Altre più estese, cospicue e multiple linee di grande dislocazione interessano poi la formazione triassica e, benchè non siano in ogni punto seguibili sul terreno, si comprende come si possano in parte collegare o comunque siano state originate dalla stessa causa. Le principali sono tre e di esse la prima è veramente notevole poichè si estende per oltre 40 km. in linea d'aria:

1°) contrafforti nord del M. Sautron - sorgenti Maira - passo Baraccone - Vibiere - Colle Gardetta - Colle Margherina - Colle Valcavera - Grande Viridio - Testa Gordon - Colle Angelino;

2°) vallone Oronaye (francese) - Colle Roburent - il Bric - Rocca Brancia - alto vallone Oserot;

3°) Bersezio - Servagno - Colle Vallonetto - Colle Piconiera - M. Savi, ecc.

Confrontando la carta geologica della regione (fogli 78-79, Dronero Argentera) con quella al 100.000, si rileva immediatamente che tali linee di frattura e quelle (qui non ricordate) che collegano fra loro le tre principali, coincidono con i caratteristici allineamenti sia dei colli, sia degli alti valloni d'origine delle vallate confluenti alla Maira sul fianco destro idrografico. La topografia locale è quindi connessa e strettamente dipendente dalle condizioni tettoniche fondamentali.

È infatti assolutamente caratteristico il susseguirsi, in senso SE-NO, di valloncini scendenti da non rilevanti colli disposti parallelamente alle dorsali montuose più elevate: a questo particolare si voleva alludere poco sopra parlando appunto dei solchi d'impluvio. I principali solchi disposti in simile allineamento sono i seguenti (da nord-ovest a sud-est):

a SE	vallone	Munie	
a NO	»	Apzoi	
			Colle Enchiausa
a SE	vallone	Enchiausa	
a NO	»	Ciorliera	
			Passo Gardetta

a SE	Regione Pianezza	
a NO	» Margherina	
	—————	Colle Ancoccia
	—————	» Valcavera
a SE	Vallone dell'Arma	

Questi valloncini, l'ultimo escluso, congiungendosi a due a due e fondendosi, danno luogo all'inizio dei valloni maggiori nei quali scorrono le acque scendenti dai contrafforti secondari. Poichè in essi, giacendo ad alta quota, la neve perdura a lungo, le azioni carsiche di modellamento si sono sviluppate in notevole misura ed estesamente. Nel descrivere i fenomeni carsici di questa zona, prima di accennare a quelli che caratterizzano le alte dorsali montuose, sarà detto di quelli che si riscontrano a più bassa quota, incominciando dalla bassa valle Stura.

#### I FENOMENI CARSIICI

La letteratura offre ben pochi scritti che diano almeno qualche cenno alla presenza di fenomeni carsici nella regione in studio.

Il MADER, primo in ordine di tempo, in una studio riguardante la morfologia delle Alpi Marittime ricordava brevemente come presso il Passo Bandia, che corrisponde all'attuale colle di Valcavera, vi siano doline con terra rossa: « Eigentümliche Erosionsbildungen sind die sog. « Gippiere », welche in unserm Gebiete zwar fehlen, aber unweit desselben in den westlichen Seealpen und auf der Kette nördlich des Stura-Thales, z. B. rings um den Bandia-Pass (2420 m.) häufig vorkommen. Es sind dies rundliche, netzförmige Trichtergruppen bis zu 50 m. Umfang, mit weisslichen Gipswänden; die einzelnen Trichter sind sehr regelmässig geformt, dicht aneinandergereiht, in der Regel nicht über 3 m. breit und 2-8 m. tief; in ihrem spitz zulaufenden Grunde enthalten sie zuweilen eine gelbrote Erde; die Scheidewände zwischen ihnen, aus ziemlich zerbrechlichen Material bestehend, verlaufen meist ganz gleichmässig und bilden wagrechte Rücken von meist nur wenigen cm. Breite » [39 p. 186].

L'ELTER, in una tesi rimasta inedita [32], riguardante le geologia della Val Maira, dava « interessanti notizie sulle tracce delle erosioni sotterranee nei valloni Visaisa e Pausa, in rapporto colle sorgenti catturate nel sottostante bacino a piano torboso del Sor-

retto, per alimentare l'impianto idroelettrico della Val Maira ». Egli inoltre riferisce sulle doline del Colle Maurin (nei gessi e carniolo) e su quelle del Nodo del Mulo, sullo spartiacque con la valle della Stura. Tutte queste notizie furono poi riportate sommariamente in uno scritto del PARONA [54].

Infine il SACCO [62] ed il BERTARELLI [6] danno poi pochi cenni su alcune cavernette delle valli Stura e Maira.

#### A) I FENOMENI ESTERNI E LA CIRCOLAZIONE CARSIKA.

##### 1°) *Versante meridionale (Valle Stura)* (fig. 1).

Le prime manifestazioni carsiche si presentano già in fondovalle nei dintorni di Demonte. Infatti a monte del villaggio di Aisone, sulla sponda idrografica sinistra della Stura, si presentano larghi affioramenti di calcari bigi del lias ed altri chiari del trias medio. I banchi di tali calcari sono frammentati, fessurati e resi cavernosi dalle acque già circolanti in essi: le cavernosità non assurgono però ad una certa importanza. Offrono invece maggior interesse le guglie, i monoliti di erosione idrometeorica in tali rocce assai frequenti specialmente sopra la strada nazionale, e larghi depositi travertinosi fra i quali pure si hanno nicchie, una delle quali è notevole perchè rovesciata.

Nell'alta valle dell'Arma, tributaria della Val Stura, sul terrazzo pianeggiante sul quale sorge il rifugio Viridio, vi sono piccole conche acquitrinose che denotano soluzione delle rocce calcaree nel sottosuolo. Per contro manifestazioni grandiose si hanno nella Val Cavera che è il vallone più elevato della valle dell'Arma. Qui la dorsale di calcari del trias medio decorrente tra i colli Viribianc e Mulo è frammentata da faglie multiple, ed una di queste, assai estesa, pone a contatto questo trias col calcare giurese. Qua e là emergono aree potenti di gessi e carniolo, come appunto attorno al Colle Valcavera (m. 2416) ed al colletto est del Mulo (m. 2549).

Dalle Trune al primo colle le doline prative ed in gesso nudo assumono dimensioni gigantesche: mentre la maggior parte di esse hanno diametro di 15-20 m. e profondità 5-8 m. le maggiori raggiungono il diam. di 150 m. e prof. di 15-20 m. Si sviluppano attorno al colle, sui due fianchi del monte nel quale è intagliato e proseguono poi sotto e lungo la strada militare che conduce al val-

lone dei Morti. Molte sono parzialmente fuse con setti ancora visibili. Predomina il tipo ad imbuto regolare asimmetrico, a causa della pendenza del versante: il fondo è beante e chiuso da massi accatastati. Oltre il vallone dei Morti altre conche carsiche a ciotola, irregolari, sono scavate nelle dolomie bigie che costituiscono i rilievi quotati 2527, 2468, 2489, e sin sulla Cima Fauniera, ove tali dolomie sono tutte cariate e frammentate. Conche aride e pietrose si vedono poi verso la Punta e le Rocche Parvo.

La carta topografica al 25.000 segna molto bene questa area a doline e segna pure la sua continuazione più a oriente, nel bacino dell'alta Val Chiaffrea ove si sviluppano, con qualche discontinuità, oltre i 2200 m. nel ripiano del gias e soprattutto attorno alla Testa di Bandia (m. 2456). Qui le doline sono ancora in gesso, associate in gran numero, con varietà di forma (ciotola, imbuto) e di dimensioni: alcuna di queste raggiunge di nuovo misure notevoli (diam. m. 40-60, prof. 15-20) senza per altro raggiungere i valori massimi riscontrati per la Valcavera. Le misure medie sono: diam. 25 m., prof. 7-8 m.; la forma più frequente è quella ad imbuto allungato con fondo pietroso.

Una meno fitta crivellatura del suolo, con doline, si osserva al colle orientale del Mulo (quello per il quale non passa la strada militare ma un semplice sentiero) l'unico nel quale affiorano i gessi. Qui le conche sono a V molto stretto, hanno diametro di m. 8-10 e prof. 5-8, sono per lo più asimmetriche e moltissime terminano in una cavernetta di pochi metri di lunghezza (2-3), foggiate a punta di scarpone nella quale si può accedere lungo un pendio terroso micaceo. Vi è qui qualche piccolo e stretto pozzetto di pochi metri di sviluppo. Al fondo del versante verso valle Marmora vi sono altre piccole aree a doline e forme elementari di calanchi, sempre in gesso.

Nell'alto vallone di Bandia, oltre 2200 m., dai baraccamenti militari sino ai colli Margherina e Cologna, si hanno ancora manifestazioni carsiche sotto forma di doline gessose di poca entità (diam. m. 2-4, prof. 1-2) a ciotola ed imbuto, nonchè creste di erosione chimica-idrometeorica che hanno estesissimo sviluppo presso la cima quotata 2570 ed oltre la cresta spartiacque nell'alto vallone del rio della Margherina. Dalla dorsale che divide il vallone Preit-Pianezza (Val Maira) dalla valle Stura scende verso sud il vallone di Oserot-Servagno che si contrappone ai pendii della Pianezza del versante nord. La parte alta di questo vallone è chia-

mata «fonda di Oserot» ed il nome locale è assai significativo poichè col termine «fonda» la gente del luogo indica le conche pietrose chiuse. Infatti la conca irregolare compresa tra le cime Costigliani, Brancia ed Oserot è una *testata di vallone sospesa* sopra un gradino roccioso, quello del Gias Oserot, priva di solco di deflusso. Il suo fondo, a debole inclinazione, diviso in due parti da un brusco pendio, è caratterizzato, nella parte superiore, da pietraie di rocce dolomitiche a grossi massi alternati a brevi ripiani o conche erbose, e nella inferiore da larghi gradini rocciosi a conca ospitanti i laghetti dell'Oserot.

Sulla levata top. al 25.000 (F 79 III SO, Bersezio) sono segnati due laghi Oserot, uno nel piano presso il Gias a quota 2270, l'altro in una conca sovrastante il cui ciglio è a quota 2320. Il primo lago è temporaneo ed esiste solo durante lo sgelo delle nevi, in primavera: occupa il fondo di una collina a piatto molto ampia. Il secondo è perenne, ma la forma a ferro di cavallo con la quale compare sulla carta è momentanea, poichè le acque subiscono variazioni di livello notevoli. La carta, in questa forma, segna la sua superficie a 2308, che è quella del massimo invaso: durante la nostra ispezione il livello era inferiore di almeno due metri e la forma ben diversa. Esso ha acque trasparentissime che dall'alto, consentono di vedere per intero il suo fondo. Tipica la colorazione a striscie, in rapporto alla rifrazione ed alla morfologia del fondo: bleu cupo al centro, verde erba attorno e azzurro chiaro alla periferia. Le acque occupano due conche contigue che hanno l'aspetto di fondi di doline: sul fondo vi sono grossi massi. Non vi è nè immissario, nè emissario e le acque si eliminano per evaporazione e per permeazione del fondo. Il lago perciò è tipicamente carsico.

Le dolinette erbose si spingono fin sotto la costa dei Castigliani e sin quasi alla Bassa Terra Rossa (il nome è significativo).

La parte alta del vallone propriamente detta «fonda» è occupata da un complesso di archi morenici nivali, glaciali, indistinti, irregolari fra i quali esistono moltissime conche doliniformi con fondo a conca, a piatto (rare), a imbuto (meno frequenti) erboso e pietroso. Sono specialmente abbondanti sotto il Colle Oserot e sulla destra idrografica del vallone, cioè alle falde dell'Oserot, tra 2400 e 2500 m. di quota. Le doline raggiungono dimensioni notevoli, diametro anche di 80 m. e prof. di 10-15 m.; il valore medio è però di diam. 30-50 e prof. 8-10 m.

Sempre sul versante della Val Stura, si hanno altre forme carsiche. Piccole doline pietrose si trovano sulla cresta decorrente tra le cime Repialetta orientale ed occidentale. Inoltre nel ripiano decorrente alla base della cresta spartiacque tra la spalla montuosa quotata 2468, scendente dal gruppo settentrionale dell'Oserot, e la guglia « il Bric » (m. 2664), vi sono gruppi di doline erbose (diam. m. 5-8, prof. m. 1), specialmente sotto la caserma, monoliti di dolomia carciati (sfruttati per fortificazioni). Sono però caratteristici molti solchi carsici allungati nel senso del pendio che decorrono paralleli, hanno sviluppo di 300-400 m. e giungono sino al bordo inferiore del ripiano ove ancora vi sono doline in dolomia (diam. 8-10., prof. 2 m.), erbose, fitte. L'idrografia di questo altipiano è nulla: vi sono al disotto di esso due sorgenti perenni (segnate anche sulle carte) a quota 2117 e 2051 (Fonte S. Giovanni), dalle quali vengono a giorno le acque assorbite nella regione superiore.

Proseguendo sempre sullo stesso versante dello spartiacque, al di là del passo Peroni, che isola la guglia del Bric, si incontrano alcuni ripiani a vario livello, sul quale stanno i laghi di Roburent. Tali ripiani sono costituiti da calcari grigi del lias, da dolomie del trias con banchi di quarziti. Nelle prime due rocce si sviluppano doline grandi e piccole: sono però evidenti anche tracce di esarazione glaciale (cucuzzoli mammellonati). Le conche sono prative con qualche blocco roccioso, a ciotola, allungate, piuttosto irregolari, con diametri di 3-10 m. e prof. 0,50 m. Altre piccole dolinette vi sono al colletto sud della Scaletta, presso lo spuntone quotato 2585 sulla carta top. (78 II NE, colle Maddalena) e sulla cresta occidentale del M. Scaletta: sono in dolomia del trias (diam. 3-4 m., prof. 0,5 m.). Interessante è il colle della Scaletta poichè in esso (doppio) si annida un'enorme dolina ellittica, ben segnata sulla carta dianzidetta, avente diametro 200-150 m. circa e prof. totale di oltre 60 m. Essa è attraversata da due strade militari, una sale alla caserma sotto la cima 2663 e l'altra va al secondo colletto.

Anche i tre laghi di Roburent sono scavati in profonde conche calcareo-dolomitiche. L'inferiore (m. 2330) subellittico, ha livello assai variabile (anche m. 0,50) e così pure il più elevato (m. 2426), che si presenta diviso in due bacini riuniti, derivati da conche contigue fuse (variazione 1 metro). Il lago medio (m. 2360), ha pure forma subellittica con livello costante. Mentre

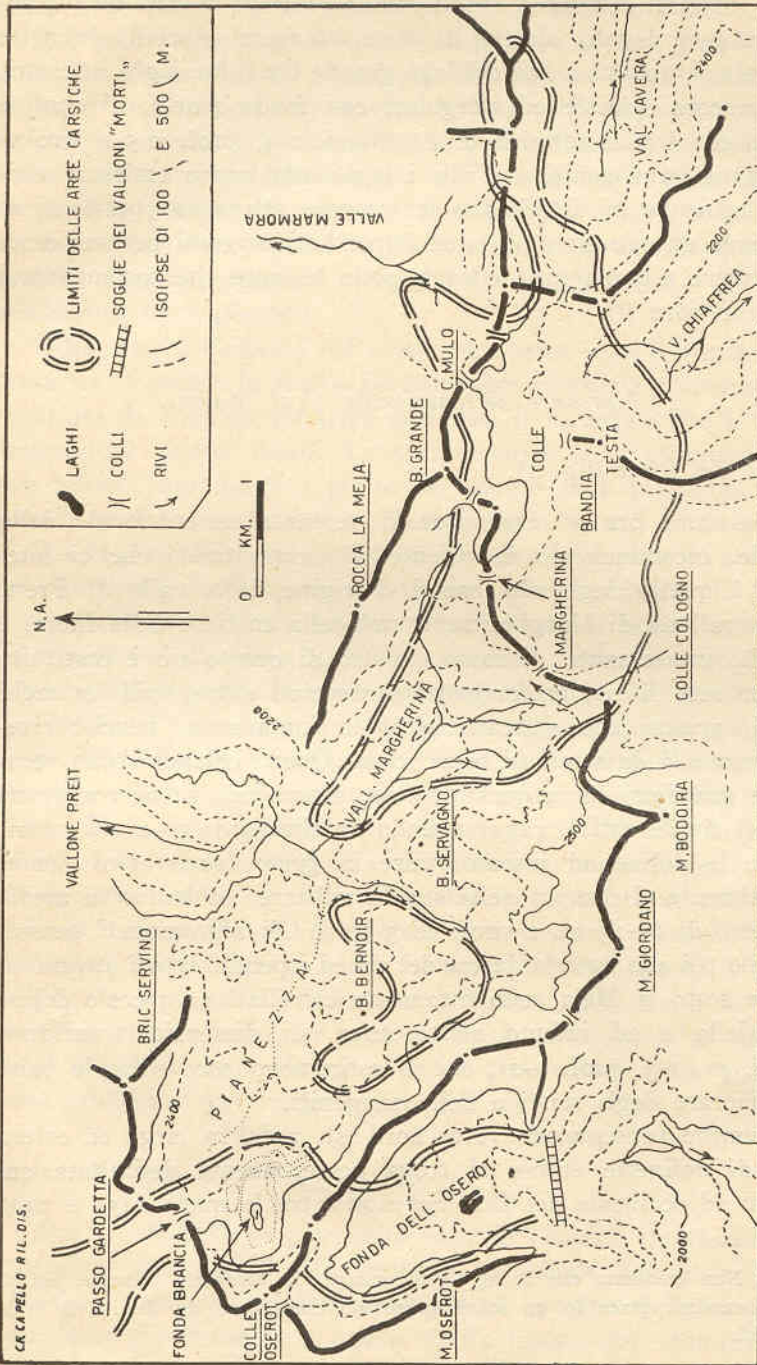


Fig. 1. - Aree carsiche e bacini aridi del contrafforte spartiacque Stura-Maira tra la valle dell'Arna ed il passo Gardetta.

i due inferiori sembrano esclusivamente dovuti al carsimo, il superiore pare dovuto, almeno in parte, ad azioni glaciali; dolinette a ciotola si trovano a sud del lago grande tra i due laghi inferiori, altre ancora, piccole ed irregolari con fondo piatto, al confine presso ed oltre il termine n. 64 (diam. 1-4, prof. 0,5-1) ove vi sono pure rupi carsiche. Tutti i laghi non hanno emissari visibili: le acque si disperdono lentamente attraverso permeazioni del fondo ed emergono alle due importanti sorgenti perenni omonime poste a quota 2178 e 2207, sotto le balze che sostengono il lago inferiore (1).

2°) *Versante settentrionale (Val Maira).*

*Bacino del Preit (fig. 1).*

Passiamo ora ad esaminare il versante settentrionale della dorsale, incominciando da oriente. Il primo tratto che ci interessa è quello degli alti bacini d'origine della valle di Preit. L'alta valletta di Margherina, a sud della costiera della Meja, è molto interessante. Il ramo sinistro di questo rio è costituito da una rete di rivi profondamente associati entro ripidi calanchi chiari, gessosi che spiccano assai in lontananza, benchè rivestiti qua e là da strati di terra rossa. Questi calanchi sono veramente grandiosi ed in questo settore alpino non se ne conoscono altri di simile entità, raggiungendo un'altezza di 50 e più metri. Anche le doline ad imbuto, pure in gesso, sono assai dense, specialmente al disopra della strada militare, ed hanno in media diametro di 10-15 m. e prof. di 3-5 m. Gli affioramenti gessosi passano poi alla sponda destra del rio ed i pendii erbosi attorno ai gias e sotto la Meja sono fittamente crivellati da piccole doline a scodella e ad imbuto asimmetrico, di dimensioni uniformi (diam. m. 1-3, prof. 1-2), che si estinguono poco sotto le baite coll'affiorare degli scisti e delle anageniti.

Sempre proseguendo verso nord-est, un'altra larga ed estesa area di dolinette erbose si trova perfettamente delimitata sui ripiani ad occidente del Bric Servagno, tra le quote 2150 e 2400

(1) Non crediamo che il lago dell'Oronaye, in territorio francese, sia di natura carsica: giace in un solco torrentizio contornato da detriti di falda morenici.



circa. Sono piccole, a scodella o ad imbuto poco profondo (diam. 1-1,50, prof. 0,5-1), assai spesso allungate: le più grandi raggiungono diametri di m. 2-5 e prof. di 1 metro. Sono tipicamente disposte su allineamenti: questi, a loro volta sono a struttura reticolare, sicchè nell'insieme la loro distribuzione risulta uniforme. Soltanto si differenziano gli allineamenti longitudinali in pendio, perchè affiancati ai due lati da solchi abbastanza marcati. Esse sono scavate in materiale minuto di trasporto che però ha poca importanza e ricopre o dolomia triassica o più probabilmente lenti gessose.

Differente è l'aspetto del carso tra questa zona e quella compresa tra il colle e la Rocca Bernoir. Qui infatti la roccia base è costituita da dolomia del trias medio ed il materiale che le è sovrapposto è detrito locale. Le scarse doline sono pietrose, irregolarissime, con fondo a piatto od imbuto poco profondo, irregolari: poche sono erbose e regolari (diam. 3 m., prof. 0,5-1).

La regione Pianezza, cosiddetta per il suo aspetto a pianalto poco inclinato, non ha manifestazioni carsiche degne di particolare rilievo: solo una grande conca erbosa di poca profondità in rapporto al diametro (prof. m. 20 circa, diam. 400 m.) si fa notare ed è segnata sulla carta topografica con la quota 2265. Per contro la parte superiore di questa regione, quella compresa a sud del passo della Gardetta e tra questo ed il passo di Rocca Brancia, ospita una bellissima conca carsica di dimensioni ciclopiche, che è pure indicata sulla carta top. (79 III SO, Bersezio) col nome di «Fonda Brancia». È totalmente scavata nella dolomia del trias medio e ricoperta sui fianchi da detriti e morenico: il fondo è pianeggiante. È ellittica ed i diametri massimi e minimi sono di 700 e 400 m. circa: il bordo è a 2450 m. ed il fondo a 2403, la profondità è quindi di 50 metri circa. Data la posizione riparata, a nord, la neve invernale si conserva in essa a lungo e quindi si comprende come la dissoluzione della dolomia possa effettuarsi per lungo tempo nell'anno.

*Bacino di Onerzio (o Unerzio) (fig. 2).*

Fra i valloni di origine della valle di Onerzio interessano in particolare modo quello di Ciorliera, scendente dal passo della Gardetta, quello d'Escalon, contiguo al gruppo delle cime di Repialetta già ricordate e quello di Enchiausa che culmina con

l'imponente cima dell'Oronaye. Già si è ricordato come al passo Gardetta affiorino i gessi e le carnioli: i primi però sono assai più estesi sul versante ovest nel vallone Ciorliera poco sotto il colle. I banchi gessosi sono assai potenti 50-80 metri e più a seconda dei luoghi e danno luogo a tipici rilievi subconici (sfruttati per l'impostazione di fortini), con erosioni a calanchi, nonchè a più o meno estese aree di doline gessose ad imbuto fortemente dissimetriche. Tali asimmetrie sono causate da banchi di scisti che si alternano ai gessi: le dimensioni non sono rilevanti (diam. m. 2,5, prof. m. 1,5-1). Nei piccoli ripiani superiori, presso il colle, si hanno pure doline a scodelle, conche da neve e microdoline di pochi decimetri di diametro.

Il vicino vallone dell'Escalon ha aspetto totalmente diverso. È inciso nelle dolomie del trias medio e nella sua parte più elevata presenta alcune belle conche chiuse, prive di idrografia superficiale. La prima ad est è indicata, anche sulla carta top. (79 111 SO, Bersezio), come «Comba Emanuel»: consiste di una grandiosa conca circondata da alti monti con soglia rialzata e fondo assai depresso: ha soglia quasi piana, a quota media m. 2250, il fondo a m. 2210 ed il dislivello totale è di circa 50 m. È di forma ellittica (diam. m. 600 e 400) come l'attigua «fonda Brancia» però il suo fondo è irregolare, coperto da accumuli di sassi carciati che parzialmente sono disposti in cordoni. Pare, nel complesso, che la conca debba ascrivarsi ad azioni carsiche e che materiali detritico-morenici l'abbiano in seguito riempita in parte.

L'attiguo vallone dell'Escalon è pure frazionato in diverse conche a livello differente ed anche in questo, come nel precedente, tutte le rocce dolomitiche presentano il tipico aspetto carciato. Il sentiero che sale dalle grange Resplendino, dopo aver costeggiato una bella pietraia semovente, raggiunge il fondo di un falsopiano sul quale si adagia un apparato pseudomorenico (?), che presenta piccole conche carsiche a piatto, allungate, in parte rocciose in parte prative, ma di poca profondità (massimo 1-2 m.). Fra i ripiani rocciosi attorno al ricovero vi sono conche irregolari che si accrescono di numero nella conca-circo superiore, compresa tra le cime di Repialetta. Questa conca è sbarrata da un gradino roccioso che contiene, alla destra (arrivandovi), archi morenici disordinati e crivellati da ampie doline ad imbuto, ed alla sinistra una conca ellittica assai lunga (200-300 m.), ben segnata sulla carta, con profondità di 50 m. circa. Questa conca

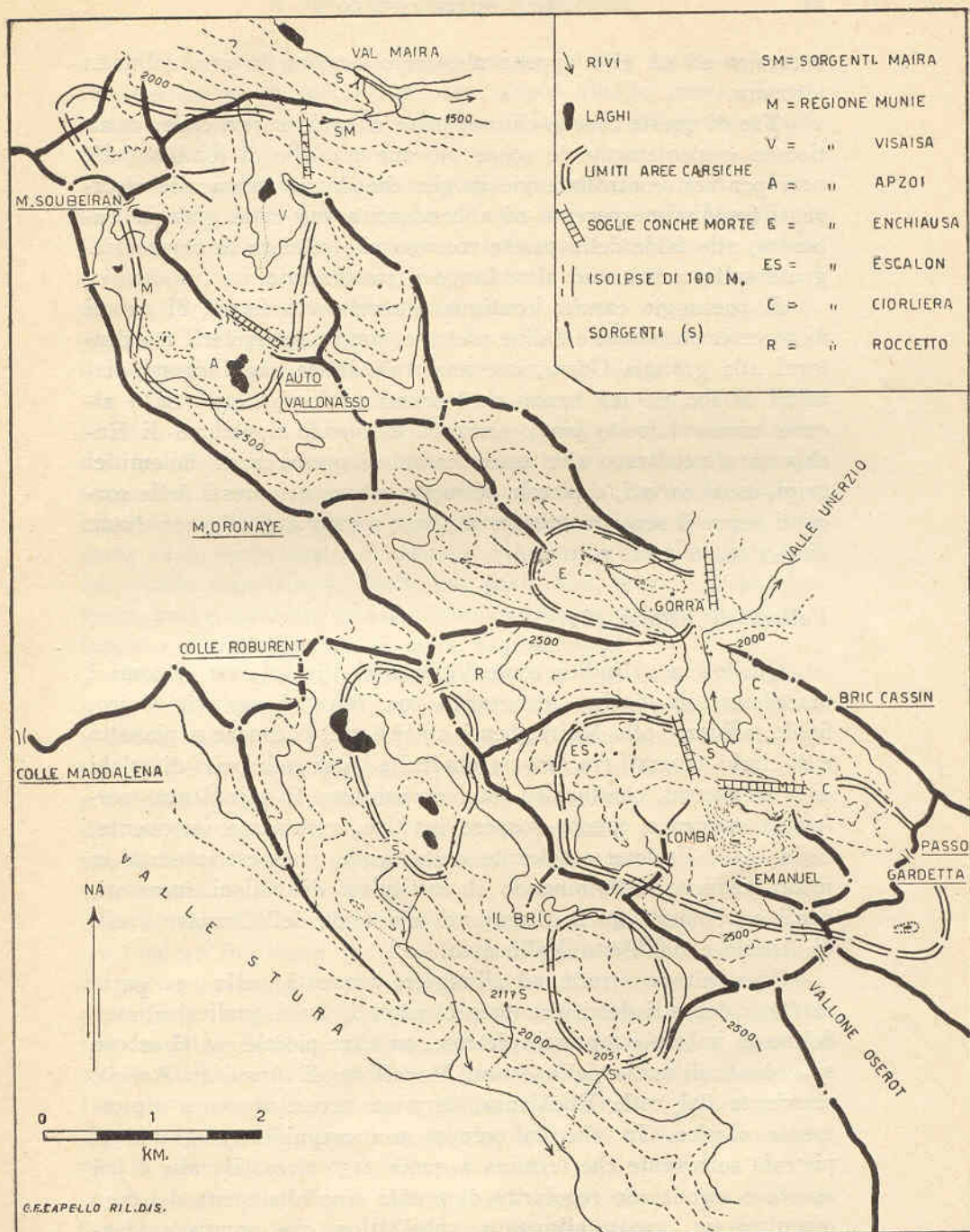


Fig. 2. - Aree carsiche e bacini aridi del contrafforte Stura-Maira tra il passo Gardetta ed il M. Soubeiran (vallone Visaisa).

è carsica ed un rivo appena abbozzato termina in una dolinetta idrovora.

Tre di queste conche chiuse, prive di scolo superficiale, smaltiscono evidentemente le acque piovane e quelle di fondita delle nevi per non controllate vie ipogee che danno luogo alle risorgenti freddissime perenni ed abbondanti a sud della grangia Calandra, alle falde della parete rocciosa che sostiene le combe (segnate sulla carta) e ad altre lungo il rio Unerzio.

Il paesaggio carsico continua ancora sotto forma di campi di rocce cariatissime e doline pietrose, ampie, irregolari, nei dintorni alla grangia Gorra, ove anzi tali doline raggiungono diametri di 100 m. ma hanno però scarsa profondità (5-6 m.): alcune hanno il fondo piatto torboso. Risalendo il vallone di Enchiausa s'incontrano altri estesi campi di grossi massi dolomitici grigi, assai cariati, e piccole dolinette erbose nei pressi delle sorgenti sopra il sentiero quotate m. 2500: sono a ciotola con diam. di 2-3 m. e prof. 0,50 m.

#### *Vallone di Visaisa (fig. 2).*

Quello che si indica come Vallone di Visaisa non è, come i precedenti, un bacino idrografico con solco d'impluvio unico, finale, affluente alla Maira, bensì un insieme di conche a pianalto e di circhi separati fra loro da gradini e bassi colli privi di solchi di scolo esterni, continui ed intercomunicanti. È quindi una morfologia carsica a conche sospese inattive, veramente imponente, nelle quali l'azione assolcante delle acque si è estrinsecata in modo cospicuo determinando il costituirsi di valloni incassati, quali ad esempio quelli decorrenti alle falde dell'Oronaye (vall. di Apzoi) e dell'Auto Vallonasso.

Quest'ultimo stretto ed allungato, presenta nella sua parte mediana depositi detritico-morenici potenti, fra i quali si aprono doline ad imbuto irregolari, pietrose, ed altre piccole cavità erbose si vedono all'inizio della conca. Il vallone di Apzoi (o Apsoi), scendente dal colle Euchiausa, termina invece a conca tipicamente carsica. In alto lo occupa una magnifica e grandiosa pietraia semovente che termina a quota 2450 circa. Il vallo è poi aperto e scende con regolarità di profilo sino alla quota del lago omonimo (m. 2303), allungato, subellittico, che occupa evidentemente una grandiosa e profonda dolina ad imbuto: che sia

assai profonda lo indica il colore azzuro intenso delle sue acque che consentono di vedere sommersi grossi blocchi presso il versante della cima di Manse. Attorno al lago si sviluppano alcune conche asciutte.

Lo sbarramento, rilevato di una cinquantina di metri, è costituito da calcari del cretaceo in sito, sovrastati da depositi di falda e morenici entro i quali si sviluppano moltissime conche doliniformi prevalentemente ad imbuto, allungate, pietrose ed erbose, di dimensioni abbastanza grandi (diam. 15-20 m., prof. 2-3 m.). Dalla soglia un corto solco idrico asciutto scende verso il bacino del lago, come esattamente segna la carta.

Verso nord-est si sviluppa una estesa regione detta delle Munie, foggiate a falso piano avente pendenza di 60‰ circa, con qualche rilievo a cocuzzolo e assai bene modellata sia dal fenomeno carsico quanto da quello glaciale. La caratterizzano intanto diversi laghetti dei quali sono perenni soltanto tre, alle quote 2446, 2413, 2398: di questi il più elevato è il maggiore, ma ha aspetto acquitrinoso. Nella sua parte alta, sotto il colle omonimo, poche dolinette erbose si trovano presso il lago, ove si sviluppano cuscinetti erbosi in estesi appezzamenti.

Presso il lago inferiore e attorno alla spalletta sulla quale sorge il baraccamento militare (ruderi) vi sono molte doline erbose a ciotola (diam. m. 2, prof. m. 0,50). È caratteristico il fatto che esse, oltre ad essere idrovore (poichè in esse terminano dei rivi) sono disposte in allineamenti di 10-15 elementi e ciò denota evidentemente che la roccia del substrato presenta delle fessure disposte in tal modo: gli allineamenti presentano direzione identica a quella dell'asse maggiore del piano inclinato e della valletta di Apzoi, cioè alla direzione nella quale avviene il contatto tra i calcari del lias e quelli cretacei. Il piano è poi caratterizzato in questa parte da vasti tratti di microdoline (diam. cm. 40-50, prof. cm. 0,10-0,20) che, essendo assai fitte, danno una singolare fisionomia al declivio prativo. Lo sbarramento finale è dato da alcuni cordoni morenici molto ben distinti, corrispondenti all'apparato morenico laterale sinistro dell'antico ghiacciaio di Apzoi: fra questi cordoni si aprono doline di varia dimensione, per lo più pietrose.

Le acque meteoriche raccolte nei bacini chiusi di Apzoi e Munie passano per via sotterranea nel sottostante bacino, pur esso chiuso, del lago Visaisa (m. 1916). L'ISAIA [38] riferisce a

questo riguardo che esiste una grotta-galleria nella quale in primavera si rovesciano le acque dell'emissario di uno dei laghetti temporanei delle Munie: le sue spiegazioni non sono però molto chiare (a noi non fu dato di trovare questa caverna di perdita).

La conca del lago di Visaisa invasa da pietraie dolomitiche nella parte sud, nella parte nord è occupata dal lago, subcircolare, con acque profonde (il Sacco dice 130 m. <sup>(1)</sup>) a livello variabile, che evidentemente giace in una cavità carsico-glaciale delimitata a nord-est da una soglia la cui quota minima è a m. 1935 circa, quindi ad una ventina di metri sul livello del lago. Mancano, come si disse, solchi attivi in tutti i bacini superiori, questi perciò inviano ipogeicamente le acque raccolte alle copiosissime sorgenti sottostanti dette «sorgenti della Maira».

Sono costituite da numerose polle scaturenti, a quota 1645, da detriti di falda ricoprenti calcari del trias e del lias a contatto per mezzo di faglie ortogonali visibili poco a nord delle sorgenti stesse. Le acque assai fredde, fortemente calcaree, lasciano, lungo il loro percorso, un denso deposito travertinoso, scorrono nella conca prativa sorretta da un cordone morenico alquanto rilevato, e danno luogo ad un rivo che scende rapidamente alla Maira. Parte delle acque però penetra sotto il morenico e tracimando fuoresce da diverse polle secondarie (6-7) quasi tutte incondottate poste sopra e sotto la strada, che lasciano ancora abbondanti depositi di travertino. A questi depositi, dovuti a passati tempi geologici, sono dovute alcune grosse nicchie che si aprono sotto le morene, al limite del bosco, dirimpetto alla frazione Castello, che coincidono forse con quelle fotografate dal SACCO [62] e citate come «grotte presso le sorgenti» della Maira: da queste ora non esce che qualche filetto acqueo insignificante.

Tutto il bacino del Visaisa perciò non presenta in questo breve tratto, di qualche centinaio di metri, un deflusso subaereo visibile: per la restante parte la circolazione si effettua ipogeicamente attraverso permeazioni incontrollate.

(1) Sacco F. - *I cento laghetti delle Alpi marittime*. Rassegna Mens. dell'Unione Ligure Escursionisti (Genova), 1927, n. 3-4, estr. p. 5.

*Vallone di Pausa* (fig. 3).

Anche per questo vallone si devono ripetere le premesse già esposte per quello di Visaisa: non si tratta di un bacino con solco ben definito, bensì di un insieme di conche disposte a raggiera attorno ad una centrale, di Pausa propriamente detta, separata dal sottostante fondovalle principale mediante un erto pendio.

Un bell'esempio di testata di vallone sospesa si trova racchiusa fra le cime Rocciasetto (m. 2610), Le Teste (m. 2594), Bessie (m. 2326): lo separa dal sottostante vallone dei prati Murtier una cresta rocciosa. Qui il morenico, disposto ordinatamente a cordoni multipli, è fittamente costellato da doline prative od erbose che si allineano fra i vari archi: esse quindi sono dovute al permanere a lungo della neve in questi solchi. Dimensioni medie: diam. 6-10 m., prof. 2-3 m. Alcune più piccole si trovano presso il passo della Cavalla.

Il vallone di Murtier ha caratteri assai diversi sui due lati destro (idr.) e sinistro. Nel primo, dominato dai «prati» omonimi, hanno notevole sviluppo doline erbose poste in pendio e necessariamente dissimmetriche, aventi forma ad imbuto appuntito od a fondo curvo (diam. 10-15 m., prof. 3-5 m.). Sopra i prati prima del colletto che immette nel valloncino dianzi descritto, altre doline, grandi e pietrose, in dolomia grigia, crivellano il pendio: tutte le rocce sono fortemente cariate. Nel lato opposto, quello sul quale s'inerpica la strada militare per il colle Sautron domina il carso pietroso arido, costituito da grossissimi blocchi, con scarse conche appena accennate. Più in alto e presso i ruderi del rifugio Paesana, nel detrito di falda e nel morenico, vi sono doline di grande diametro (50-80 m., prof. 8-10 m.) più o meno irregolari, oblunghe, ed alcune, indicate anche sulla carta, hanno diametro superiore a 100 metri. Dolinette vi sono presso la sorgente del Baciasse (m. 2188), l'unica esistente, perenne e poco copiosa.

Anche il Vallonasso, occupato da estese colate di pietrame dolomitico cariatissimo, presenta grandi doline oblunghe irregolari, con diametri rilevanti (80-120-150 m.) originatesi per dissoluzione in un antico apparato a rockglacier. Doline grandiose, fittamente costipate, si hanno poi nella regione delle grange Pausa attorno ai 2050 m. Il loro diametro medio varia da 80 a

a 100 m. e la profondità da 8 a 10 m. : sono per lo più pietrose ed erbose.

Tutte le acque assorbite in questi bacini che, a differenza dei precedenti non hanno uno sbarramento a valle ma come quelli sono privi di solchi di deflusso esterno, vengono a giorno in parte alla fredda, perenne e copiosa sorgente Pausa (m. 1896) ed in parte ad altre sorgenti poste poco sopra il piano acquitrinoso del Saretto, ora sbarrato per l'impianto idroelettrico della Val Maira.

### *Valle Maurin.*

La valle Maurin è praticamente il vallone d'origine della Val Maira e ne è la sua naturale prosecuzione verso la dorsale spartiacque alpina. A essa confluiscono alla sinistra (idr.) diversi valloni che non offrono interesse specifico ai nostri fini, se si eccettua l'aspetto generale dei monti a gradinate tipicamente dolomitiche ed a guglie di erosione <sup>(1)</sup>. Alla sua destra offrono spunti di ricerca i valloni del colle Maurin e quello di Stroppia.

in condizioni analoghe. Non si tratta, anche qui, di un vallone ben definito, ma di una successione di conche e di ripari scavati nei calcari del giura-lias e nelle dolomie triassiche, separate da gradini non molto dislivellati e da spuntoni. Tutta questa alta regione è priva di solchi idrografici continui e quei tratti di assolutezze che meritano tale nome, sono attivi soltanto allo sgelto e durante i forti temporali, e danno luogo alle cascatelle di Stroppia che precipitano dall'alta parete rocciosa che sostiene tutta la regione.

Ovunque il fenomeno carsico è mirabilmente rivelato da corrosioni, fessurazioni, doline di ogni grandezza e forma (imbuto, conca, piatto), pietrose e per lo più irregolari con diametri varianti da pochi metri a più di 150, scarsa profondità (m. 2-15). In alcune di esse stanno pozze perenni e laghi, il maggiore dei quali è quello del Vallonasso che giace in una dolina di fondo di circo. Anche i laghi di Nubiera giacciono in dolinette con versanti alquanto inclinati.

(1) Le ben note cime Croce Provenzale e M. Castello, dominanti la regione di Chiappera, non sono di roccia calcarea o dolomitica, come il loro aspetto potrebbe lasciare supporre, ma di scisti ed anageniti permiane con associazione di porfiriti di vario tipo.



C.F. CAPELLO RIL. DIS.

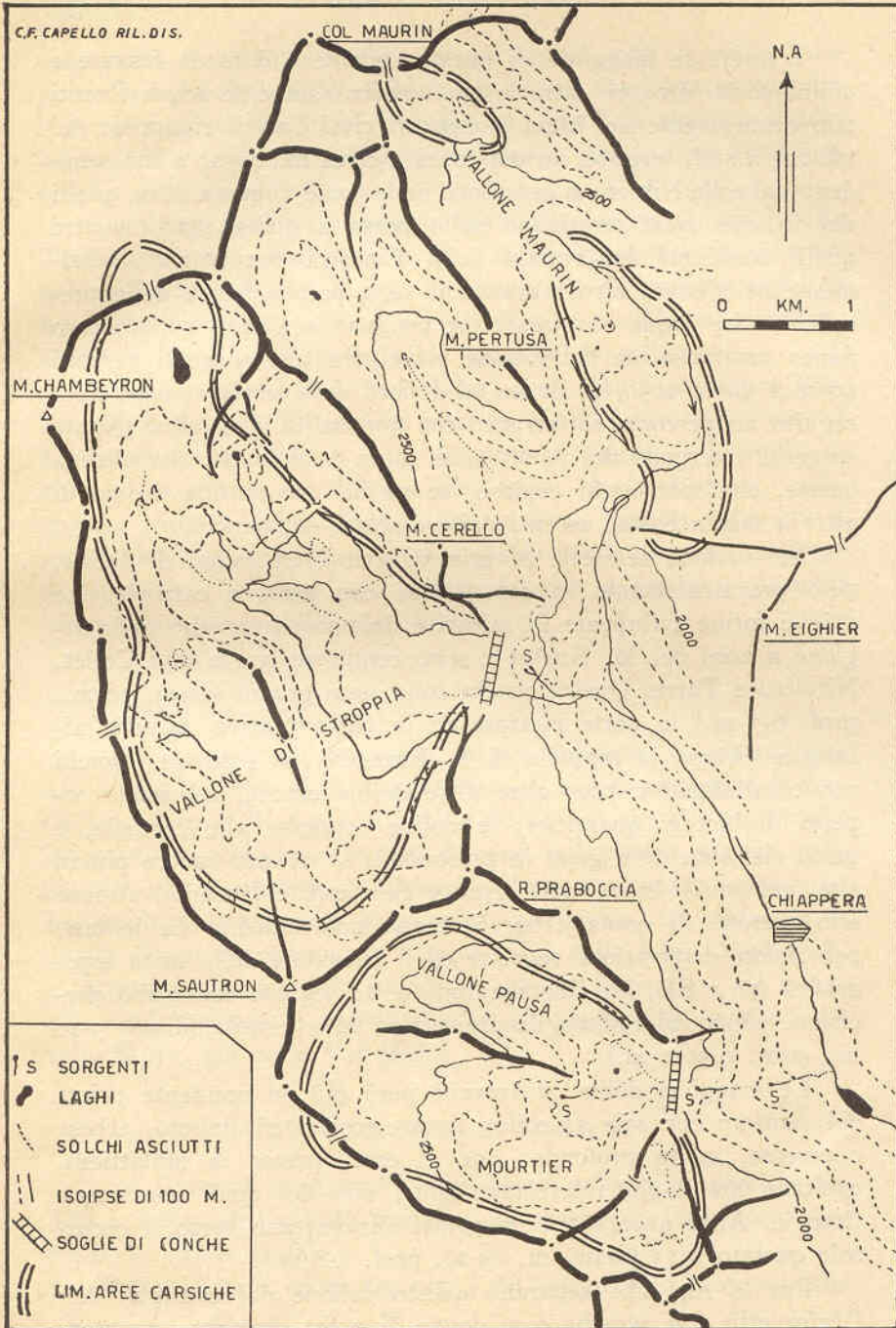


Fig. 3. - Aree carsiche e bacini aridi del contrafforte tra il M. Soubeiran, il M. Chambeyron ed il col Maurin (alta val Maira).

L'interesse maggiore di questa regione è dato da fessure e doline-pozzi idrovore entro le quali si inabissano le acque fluenti temporaneamente nei brevi tronchi di rivi. Così il rigagnolo del vallone a sud, termina in una conca a circa m. 2350; i rivi scendenti dal colle Nibiera si assorbono nelle pozze di quota 2625, quelli del vallone ovest terminano nella pozza a quota 2410, mentre quelli scendenti dai ripiani della Finestra convergono radialmente nella conca idrovora a quota 2434 poco a monte della precedente. Le acque così assorbite vengono a giorno sullo stesso fianco montuoso ma nel vallone principale, alle sorgenti perenni poste a quota 2050, di fianco ed a nord delle cascate, dopo aver seguito un percorso sotterraneo con 300 m. di dislivello. Queste sorgenti emergono dal detrito che copre la dolomia, ma oltre a queste, che sono assai copiose, se ne ha ancora una decina di altre a mezza costa, uscenti dalle diaclasi dei banchi.

Nel vallone del colle Maurin vi sono altri campi di doline, però prevalentemente in connessione con gessi e carnirole. Le uniche forme sviluppate in calcari e dolomie si trovano nella regione a nord del M. Russet e sono comprese tra le alpi Collet, Nicolina e Turre. Queste conche sono assai grandi (diam. 50 m., prof. 6-7 m.) in parte pietrose ed in parte prative, talvolta allungate. Verso la cappella di S. Francesco si osservano solchi carsici allungati e poco oltre altre doline erbose, col fondo coperto di blocchi quarziticci; le doline connesse alle carnirole, e meno visibilmente a gessi in profondità, si trovano invece più in alto, nei pendii erbosi delle grange Seimandi e Donadei, attorno allo sperone di quota 2164. Spiccano notevolmente da lontano per la loro disposizione regolare ed il rilevatore della carta topografica (78 I SE, M. Chambeyron) le ha segnate con molta precisione. Sono ad imbuto dissimmetrico ed a ciotola (diam. 5-10 m., prof. 0,50-1 m.).

Le maggiori doline si trovano però più ad occidente prima del sentiero che sale al colle: sono circolari ad imbuto, erbose o terrose, molto profonde; due di esse, presso la mulattiera, ospitano due laghi intercomunicanti, uno dei quali con acque limpide. Altre ancora più irregolari s'incontrano verso il cocuzolo quotato 2373 (diam. m. 15-20, prof. 4-8 m.).

Fra le rupi che separano questo vallone dal contiguo dell'Infernetto (che non ha cose degne di nota) emergono spuntoni e guglie isolate, lavorate dalla dissoluzione carsica e non man-

cano pozzi e camini verticali e rupi cariate, che si riscontrano pure nei bellissimoi archi morenici da nevati che costeggiano alla base tutta la dorsale. Il M. Pertusa (m. 2736) ha appunto questo nome perchè in esso si sviluppa una larga permeazione (buco) di origine carsica.

Le ultime doline si trovano sulle balze sopra il prato delle Trune (ruderi) preso il colle <sup>(1)</sup>: sono erbose-terrose, scavate nei calcescisti filladici e due, le maggiori, ad imbuto regolare hanno un diam. di 15-18 m. e prof. di 6-10 m. Alcune piccole, a ciotola, sono prossime a colate ghiaiose da soliflusso.

Il fianco opposto della val Maira, da S. Damiano sino a Basura di Stropo, si differenzia assai da quello destro (idr.) perchè è estremamente arido e tutto foggato a guglie e monoliti di erosione costituiti da dolomie del trias. A Cartignano, sulla sponda sinistra della Maira, sono notevoli potenti alluvioni a grossi elementi anticamente cementate da acque calcaree, ed erose in seguito per azione idrometeorica, foggiate a guglie e piramidi tozze e isolate, alte anche 10 metri.

#### B) LE CAVERNE.

Alla ricchezza di fenomeni carsici subaerei si contrappone una scarsità di episodi carsici sotterranei, cioè di caverne e grotte. Già si è detto delle sorgenti e delle possibilità che alle vie idriche ipogee si associno caverne più o meno sviluppate: nessun indizio tuttavia ci consente di affermare che esse esistano veramente. Le uniche caverne note sono cosa poverissima, in confronto di quelle che si riscontrano in altre regioni delle Alpi Occidentali, e tutte quante sono del tipo delle «grotte parietali». Si danno qui succintamente le notizie relative a quelle note, prima nella valle Stura, poi nella Val Maira.

#### 1°) Valle Stura di Demonte

a) CAVERNE DI AISONE. - Si aprono nelle balze rocciose subito a monte dell'abitato omonimo (a monte di Demonte), poco sopra la strada statale.

*Dati catastali*: carta top. 90 I NO (Demonte), non segnate.

(1) Una fotografia di queste doline è in PARONA [54], p. 48.

Alt. m. 850. Ingresso visibile dalla strada: sono scavate nei calcari dolomitici giuresi e sono costituite da piccoli ambienti.

*Bibliografia generale*: 1924 BERTARELLI [6, p. 240], 1937 CAPELLO [12].

b) CAVERNE DI ARGENTERA. - Si aprono nelle pareti rocciose quotate 1801-1823 subito dietro il centro di Argentera..

*Dati catastali*. - Carta top. 78 II SE (Argentera), non segnate. Alt. m. 1720 circa. Ingresso visibile dal centro. Grotte parietali di scarso interesse, aperte nei banchi del trias medio (giura, sec. SACCO).

*Bibliografia generale*: 1928 SACCO [62], 1937 CAPELLO [12].

## 2°) Valle Maira (1).

a) CAVERNE DI S. DAMIANO (Macra). - Si aprono nelle potenti formazioni rocciose di fondovalle che, incise profondamente dal torrente, formano, sul fianco destro, speroni a terrazzi sui quali giacciono le frazioni Villetta e Garina: sono a valle ed a monte della prima, ed a monte della seconda.

*Dati catastali*. - Carta top. 79 II NO (S. Damiano) e 79 III NE (Macra), non segnate. Alt. m. 750 circa. Ingresso ben visibile dalla strada a monte di Lottulo. Sono grotte parietali di enormi dimensioni, in parte dovute a soluzione carsica ed in parte ad erosione torrentizia. Sono scavate nelle dolomie cristalline del trias medio.

*Bibliografia generale*: 1924 BERTARELLI [6] p. 233, 1937 CAPELLO [12].

b) GROTTA DI PERDITA del L. Munie. - Parla di essa l'Isaia e sec. informazioni di A. Savio, per ritrovarla occorre rimontare il vallone di Visaisa, risalire il piano delle Munie e portarsi in corrispondenza del colle omonimo (la spiegazione non è chiara). Alla stretta apertura d'ingresso segue un vano a pozzo di diam. m. 4 e prof. m. 5-6. In essa, in primavera, si riversano le acque di un lago temporaneo.

*Bibliografia generale*: 1880 ISAIA [38].

c) GROTTA DEL VALLONE SAUTRON. - Si trovano alla base

(1) Il SACCO [62] pubblicò una fotografia di grotte « nei dintorni delle sorgenti » della Maira. Tali cavità non sono grotte ma semplici nicchie senza interesse specifico, scavate nei depositi travertinosi dirimpetto a Castello.

della parete rocciosa che separa questo vallone dall'attiguo detto « il Vallonasso », a quota 2544 : sono ben visibili dai baraccamenti militari. Sono scavate in roccia dolomitica triassica, modellata dalla dissoluzione carsica. Sono tre, di piccola dimensione, ed usate come ricovero per le pecore. Alt. m. 2500.

d) Pozzo-CAMINO DI M. PERTUSA. - Si trova nella dorsale che separa l'alto vallone del colle Maurin dal vallone dell'Infernetto. È scavato nel versante orientale del monte detto (che trae il nome da esso) : è visibile dalla mulattiera che sale al colle, oltre le alpi Donadei.

*Dati catastali.* - Carta top. 78 I SE (M. Chambeyron), non segnato. Alt. m. 2725 circa. Pozzo verticale avente altezza di 15 m., larghezza di m. 2-3 : è in via di rapido disgregamento.

## PARTE II.

### FENOMENI CARSICI DEL SETTORE DEL MONVISO

#### LIMITI E CARATTERI FISICI E GEOLOGICI DELLA REGIONE

In questa regione si vuole includere il settore d'origine delle valli Varaita e Po e perciò vi appartengono le valli secondarie di Bellino, Pontechianale e quelle confluenti nella regione di Crissolo. Questa zona quindi, comprende il massiccio geologico del Monviso e le sue immediate adiacenze.

La potente mole del Monviso, costituita da serpentine scistose, nonchè da rocce anfibolitiche, prasinitiche e porfiriche appartenenti alla serie delle pietre verdi mesozoiche, sovrasta verso oriente i calcescisti e le dolomie triassiche, fiancheggiate, ad oriente, dai gneiss pretriassici. Calcescisti e dolomie sono, per così dire, pizzicate fra le due formazioni più estese e potenti, ed i banchi non possono perciò svilupparsi molto nè in senso orizzontale, nè in potenza. In particolare, la loro direzione generale è nord-sud e l'immersione è verso occidente: verso oriente quindi emergono le testate degli strati ed avendo i serpentinoscisti lo stesso orientamento e lo stesso senso d'immersione, ne risulta che i ripiani ad altezze successivamente crescenti, sui quali giacciono i laghetti in serie, corrispondono alle facce degli strati. Verso occidente invece i calcescisti lasciano estesamente il massiccio e solo qua e là la loro uniformità è interrotta da affioramenti circoscritti di calcari e di rocce verdi (prasiniti e scisti serpentinosi).

#### I FENOMENI CARSICI

##### A) I FENOMENI ESTERNI E LA CIRCOLAZIONE IPOGEA.

Non sono molti i fenomeni carsici superficiali osservati in questa regione, data, appunto, la natura litologica del suolo.

Un caso di circolazione sotterranea, in stretta zona, osservato è quello del vallone di Reou o di Camosciera, tributario di destra della valle di Bellino (Casteldelfino). Questo vallone si è originato lungo il contatto degli scisti e delle anageniti permocarbonifere con i calcescisti. La parte alta del vallone è costituita dal grandioso circo compreso tra le cime Camosciera (m. 2934), Pelvo d'Elva (m. 3064), Gialeo (m. 2983), sul fondo del quale scorrono brevi ed esigui rivi che presto scompaiono nel sottosuolo: le conche non hanno quindi un solco di scolo attivo e quelli esistenti, attivi solo nel periodo di disgelo, come bene è segnato sulla carta (79 IV SO, Bellino), scompaiono fra i calcari e le quarziti di un gradino roccioso a quota 2250 circa (la Rocca dei Strece). Ai piedi di questa roccia, fra strati calcarei, le acque vengono nuovamente a giorno copiosamente da due polle dette sorgenti del Reou (m. 2135), dopo un percorso sotterraneo con dislivello di circa 150 metri.

Altri fenomeni carsici sono visibili nel fianco vallivo sinistro della valletta di Pontechianale. È assai tipica qui la cresta Savaresch, che costituisce la linea spartiacque tra questa valletta ed il vallone di Vallanta. A sud della quota 2819 la cresta diventa doppia e tripla in più luoghi e quindi offre dei piccoli ripiani e delle conche. Qui si sono sviluppate, nella roccia calcescistosa, molte doline che più in alto sembrano dovute essenzialmente a fenomeni di nivazione, dato il loro modesto sviluppo. Più in basso vi sono conche di interstratificazione che danno luogo a doline assai grandi, allungate, ellittiche o irregolari, con l'asse maggiore sempre isorientato con la cresta. La loro misura media è: diametro 8-10 m., prof. 2-3 m. Assai frequentemente sono sviluppate in serie ed il sentiero passa fra esse. Particolarmente fitte e sviluppate sono quelle del tratto di cresta, largo e pianeggiante, attorno al culmine detto «Le conce» (m. 2429), ove si diparte il sentiero che scende nel vallone di Vallanta. Qui la carta le indica con isolinee puntinate: sono ovali, a scodella, con diam. 15 m. e prof. 4-5 m., e stanno al contatto tra calcescisti e rocce verdi (anfiboliti e prasiniti). Tutte quante sono in roccia calcarea tabulare coperta da corticola erbosa e sono dovute evidentemente al lungo permanere della neve ed alla dissoluzione per opera delle acque di fusione.

Fenomeni di idrologia carsica profonda si osservano anche alle falde orientali del massiccio del Monviso. Fra le varie grotte

dei dintorni di Crissolo, speciale interesse offre quella di rio Martino, poichè, come dice il nome, in essa scorre un torrente perenne che ha un lungo e non ancora accertato percorso ipogeo (della grotta verrà detto tra poco).

Numerose sono le sorgenti in questa regione per il fatto che i calcari dolomitici del trias e le rocce verdi offrono frequenti zone di contatto: le acque, penetrate nei primi, trovano un ostacolo a fluire nelle seconde e vengono perciò a giorno. La grotta di rio Martino è scavata nella Rocca di Granè ed ha direzione generale sud-nord: se nella sua parte superiore inesplorata si mantiene pure tale direzione, è evidente che le acque che in essa scorrono provengono da perdite del rio della comba delle Contesse. Non è però improbabile che altre canalizzazioni provenienti da occidente portino ivi a giorno acque passate in profondità dalla regione tra M. Granè e le Tampe: quest'ultimo nome è assai significativo, in vernacolo piemontese, per indicare ripiani a conca doliniformi con funzione idrovora.

#### B) LE CAVERNE.

Le uniche caverne note sono quelle dei dintorni di Crissolo; alcune di esse però hanno un interesse particolare per la loro struttura.

a) GROTTA DI RIO MARTINO (Balma di —, la Balma). - Si trova sulla sponda sinistra del valloncino del rio omonimo affluente di destra del Po a Crissolo-Serre, e vi accede un comodo sentiero partente da questa frazione (1 km. circa).

*Dati catastali.* - Carta top. 67 III SE (M. Viso), segnata. Lat.  $44^{\circ} 41' 53''$ , long.  $5^{\circ} 18' 26''$ : distanza m. 600 N  $20^{\circ}$  E da Rocca Granè (m. 1842). Alt. m. 1530 <sup>(1)</sup>.

*Notizie storiche.* - È nota da tempo immemorabile. La prima citazione a noi nota è quella dell'abate CASTIGLIONE [23] che tuttavia non la visitò. Segue poi, in ordine di tempo, quella del DELLA CIHESA [28, p. 38] che così scrisse nel 1635: «... pochi passi sopra Crisolo vedesi alla sinistra sorgere dalle viscere della terra un canale d'acqua, il quale dopo havere per lo spatio d'al-

(1) Le quote diverse riportate da vari autori sono errate, essendo quella della carta dell'I. G. M. la più attendibile.



cune miglia per le caverne de' monti trascorso, quivi col Po si congiunge». Egli credette trattarsi di una miniera d'oro <sup>(1)</sup>. A questa caverna si riferisce certamente l'accenno contenuto in uno scritto militare del St. SIMON del 1770 (2, pref. p. 45), riportato da Malacarne [40, parte 1<sup>a</sup>]:

« On trouve des souterrains au pied du Mont Viso du coté du Piemont q'on appelle les pertuis du mont Viso, que plusieurs personnes croyent avoir servi de chemin à Annibal; mais ces pertuis qui ne sont que des especes des grottes et de cavernes sans profondeur, ne ressemblent point aux descriptions de Polybe... Ces pertuis d'ailleurs regardent le Po... » <sup>(2)</sup>. In questo autore, evidentemente, si confondono le varie notizie relative sia alle caverne in questione, sia alla « galleria del Viso » scavata nel 1475-80 dal Marchese di Saluzzo Ludovico II. Un'esplorazione in essa effettuata, fu descritta da V. Malacarne che pure la credette un'antica miniera d'oro. Nel 1875 furono immerse nelle acque delle botte; nel 1932 C. Richard vi fece scavi paleontologici con risultati negativi.

*Descrizione sommaria.* - Ingresso ampio, ben visibile con antegrotta in salita (lung. 50 m.) con cunicoli chiusi a destra, poi strettoia e 1° bivio (per 15 m.), con ramo sinistro percorso dal torrente e destro con sentiero (del 1878) che si ricongiungono. Subito dopo 2° bivio (50 m.) analogo al precedente ma più lungo (nella gall. destra concrez.: la dormiente, la pianca). Dopo, di fronte a concrezioni (frate e monaca), la gall. presenta un cunicolo arcuato che riconduce dopo 70 m. alla gall. principale (a 15 m. sul rio): questa presenta a sin. una cascatella (pissetto) e molteplici curvature con slarghi (salette del vescovo, del baldacchino, d'alabastro) e conduce nella grande caverna (del lago) con diam. m. 22 e 10. Oltre la cascata che precipita nel

(1) Tale concetto ripeté nel volume « Corona Reale di Savoia » (Cuneo, 1665, parte 1<sup>a</sup>, p. 450) affermando che il nome di Crissolo deriva da crysolos (oro). Si trova ripetuta l'osservazione in un'opera di C. G. REINA della fine del '600: « L'origine, corso, e fine del Po, con li nomi di tutti i fiumi, ed acque che in esso concorrono... » (Milano, tip. Malatesta, p. 4) (cit. MALACARNE, p. 196).

(2) St. SIMON, marchese di - *Histoire de la guerre des Alpes ou campagne de 1770...* Amsterdam (ed. Rey), 1770: cit. in V. MALACARNE: *Sul Monviso*. Opuscolo s. d. [Bibl. Acc. Scienze, Torino; Miscell. Gazzera 46].

lago, detta Pissai (m. 10) <sup>(1)</sup> si può percorrere una galleria di alcune centinaia di metri (sec. BIANCO) sino ad una strettoia che consente solo il passaggio dell'acqua.

*Dati metrici.* - Lunghezza (sino al Pissai) m. 350, larghezza m. 3-5. Il 1° rilievo schematico fu eseguito da C. MAINERI (1856) ed è pubblicato in [36], [37], [44], [59], [62].

*Notizie scientifiche.* - È scavata negli scisti calcarei del mesozoico. Mentre nella parte principale le gallerie hanno struttura ellittica semplice, nella parte terminale hanno sezione biellittica, cioè come di un 8 con la parte superiore spostata verso destra, con archi rocciosi di raccordo. Dalla cosiddetta sala del vescovo, per passaggi esposti, si raggiunge un corridoio superiore con diramazioni che conducono alla base di un pozzo (diam. m. 10 alla base) altissimo. La caverna superiore giace alla destra della caverna del lago e permeazioni diverse permettono di constatarne l'esistenza. È da ritenere che l'attuale galleria visitata sia il corridoio più basso raggiunto sinora dal rio nella sua opera erosiva e che anticamente esso scorresse, sotto pressione, ad un livello superiore. Le acque attualmente al termine dell'antegrotta scompaiono a destra (est) in fessure, per venire a giorno in due polle sotto l'ingresso della caverna. Nell'antegrotta si ebbero reperti faunistici e sec. PREVER si trovò un'ascia di pietra verde.

*Bibliografia speciale:* 1878 ARALDO [1], 1879 ISAIA [37], 1915 PUGNO [56 bis], 1931 BIANCO [8], 1932 RICHARD [59].

*Bibliografia generale:* 1833 EANDI [31], 1839 CASALIS [22], 1868 M.G.A. [46], 1874 ISAIA [36], 1880 MARTELLI [44], 1887, RATTI [57], 1896 BOBBA [9], 1911 PREVER [56], 1924 CAPRA [20], 1925 BERTARELLI [6], 1928 SACCO [62], 1935 PARONA [54], 1937 CAPELLO [12].

b) CAVERNA STOPONOTTO. - Si trova sul versante nord del M. Gardetta (Crissolo), sulla destra idr. del vallone delle Contesse. Alt. m. 1955. Consiste di una galleria bassa disagiata, in parte ricolma di alluvioni, lunga 15 m. circa.

*Bibliografia generale:* 1932 RICHARD [59], 1937 CAPELLO [12].

c) BARMA FREDDA (barma freida). - Piccola grotta a pozzo ricordata dal RICHARD (op. citata).

(1) Erroneamente il BIANCO [8, p. 68] la dice alta m. 56.

d) CAVERNA DEGLI INGLESI. - Si trova poco lungi dal capoluogo di Crissolo. Già nota in precedenza, fu esplorata la prima volta nel 1878 da J. Bridges Lee. L'apertura stretta, in parete calcescistosa, è seguita da un pozzo discendente che a 50 piedi conduce in un camerone asciutto.

*Bibliografia generale*: 1880 ISAIA [38].

e) BUCO DI VALENZA (pertus 'd Valensa). - Si trova nella Comba Brusa (o Brusà) che affluisce al Po a destra al km. 29 della strada (3/4 d'ora da Crissolo). Vi si perviene dalla mulattiera che per Meire Marco sale a Saliere. All'altezza del valloncetto scendente dal Bric Arpiol (presso croce di legno) si segue un sentiero che va ad Oncino scendendo alla Comba: qui giunti si abbandona il sentiero e ad un centinaio di metri sul fianco sinistro idr. del Combal si trova l'ingresso.

*Dati catastali*. - Carta top. 67 III SE (Monviso) è segnato il sentiero. Alt. m. 1420 circa.

*Descrizione sommaria*. - Ingresso in diaclase poco visibile (40-70 cm.) che dopo 9 m. in discesa dà in pozzo circolare (prof. m. 10). Nella parete (a m. 4) su masso incastrato si raggiunge un cunicolo piano con diramazione a destra ascendente chiusa, ed a sinistra si perviene a fessure che immettono nel soffitto del 1° salone con pareti verticali (alt. m. 30, diam. fondo m. 10-12). Sulle pareti si aprono 5 fori con cunicoli: seguendo quello di NE si giunge al 3° pozzo (alt. n. 10, diam. m. 6) ed inoltre su declivio ad una apertura che dà a 15-20 m. di altezza sulla parete del 2° grande salone, al quale si perviene pure da un cunicolo di SE del 3° pozzo (salto 20 m.). Questo salone col fondo a massi accatastati è ellittico, con diam. 15 e 30 m.: altezza probabile m. 45. Lunghezza totale superiore a 150 m., dislivello 78 m. Il rilievo di E. BIANCO (1930) è pubbl. in [8] p. 69.

*Bibliografia speciale*: 1931 BIANCO [8].

*Bibliografia generale*: 1937 CAPELLO [12].

### PARTE III.

## FENOMENI CARSICI DEI CONTRAFFORTI TRA IL PELLICE E LA DORA RIPARIA

### LIMITI E CARATTERI FISICI E GEOLOGICI DELLA REGIONE

In questo settore delle Alpi Occidentali si comprendono le parti alte dei bacini idrografici del Pellice, del Chisone, della Dora Riparia, sino al bacino del Cenischia scendente dal Moncenisio. È detto «parti alte» poichè in quelle medie e basse hanno dominio le compatte formazioni gneissiche pretriasiche, con intercalazioni di rocce verdi, che, con decorrenza da nord a sud, fiancheggiano ad oriente l'ampia fascia di terreni triassici.

Pellice, Chisone e Dora nel primo tratto entrovallivo intagliano i gneiss da est ad ovest: dopo, gli ultimi due hanno andamento sinuosamente vario a seconda delle condizioni locali stratigrafiche. Si può rilevare una stretta dipendenza dell'idrografia dalla distribuzione delle masse rocciose solo in un settore, attorno al massiccio d'Ambin, ove il ramo principale della Dora, tra Susa, Salabertano e la Cenischia, ciruisce i calcescisti aventi rare intercalazioni di rocce verdi ed affioramenti estesi di trias e giura dolomitico. Tali terreni fanno parte di quel complesso di formazioni che partendo dai dintorni di Cuneo e seguendo l'arco alpino ciruiscono il massiccio di Ambin, per poi frammentarsi ad occidente del gruppo del Gran Paradiso. Si tratta di una fascia che, per il tratto che ci interessa, presenta molto ben distinti i due terreni.

Un primo complesso di calcari, dolomie e gessi a facies brianconese affiora nell'alto vallone del Thüres, tra Ruilles e oltre Thüras e si estende sin quasi alla cima del Boucher, al Gran Roc, alla P. Claretta, in val Ripa, essendo delimitato a nord dai due rivi che scendono su opposti pendii dal colle Chalvet. Questi rivi segnano l'andamento di una grande frattura che

porta le carnirole, i gessi e le dolomie a brusco contatto con i calcescisti.

Un secondo grande lembo di trias dolomitico è quello che iniziatosi alla Rocca Clari, per il massiccio sinclinale del M. Chaberton e la P. Desertes giunge alla P. Clotesse, per seguire lo spartiacque alpino fino all'alta valle Stretta. Il contorno settentrionale ed orientale di questa striscia è indicato da un complesso di linee di frattura assai importanti, la cui visibilità cessa nella conca di Melezet (gessi).

Una terza digitazione triassica separa nettamente da nord a sud i calcescisti dai gneiss del massiccio di Ambin e partendo dalla conca di Ulzio per i monti Pramand, Seguret, Vallonetto (carniole e dolomie) divalla su suolo francese per riapparire in territorio italiano al Picc. Moncenisio. Quindi costeggia il bacino lacustre, presentando in prevalenza carnirole e gessi, e passa nell'alto circo vallivo M. Lamet-M. Rocciamelone, a media quota sui 2000 metri, formando la tipica e ben visibile anticlinale laminata e carreggiata compresa tra i calcescisti. Qua e là piccoli lembi di dolomie pizzicate nel complesso giurese (alto vallone di Rochemolles) e sovrapposti agli gneiss pretriassici (Quattro Denti) ricordando una più ampia estensione di queste formazioni, ora abrase dalla degradazione e dagli epicicli quaternari. Le linee tectoniche fondamentali sono date dalla sinclinale del Chaberton e dall'anticlinale della Clotesse, con immersione generale non molto forte verso occidente. Quindi sul nostro versante affiorano le testate degli strati, e laddove sono rimasti notevoli lembi carreggiati appartenenti all'estremo dell'anticlinale, questi hanno una certa orizzontalità (M. Seguret).

## I FENOMENI CARSICI <sup>(1)</sup>

### Cap. I. - SETTORE DI VAL DI RIPA

Le manifestazioni carsiche di questo settore si trovano essenzialmente nella massa gessoso-carniolitica della parte media

<sup>(1)</sup> Il MARTELLI [44] ricorda una grotta, la Balma Scura, che si trova sulla strada per il colle delle Porte e dice (p. 145): «incontrasi le fontane dette di Balma Scura presso le quali vi è una caverna (balma) sotto una roccia, dove si potrebbe mettere pressochè 300 pecore al coperto». Non si hanno notizie più precise in merito e quindi non si può dire se sia o no carsica. La grotta sarebbe nell'alta Val Pellice.



angusto ed in esso viene assorbito un rivo superficiale. Altre doline più piccole sono alle falde della P. Chalanche Ronde. Il numero maggiore di esse è determinato dalla lente gessosa superiore ed è sul versante del Passo di Desertes. Sulla P. Gardiol ed a nord di essa ve ne sono diverse erbose in calcescisto: sono poco profonde (m. 1) e molto larghe (m. 5-8), circolari, ellittiche; parecchie sono sviluppate secondo la direzione degli strati. Le più elevate sul versante di Desertes son le maggiori: allungate ellittiche, circolari, ad imbuto o a scodella. Qualcuna contiene pozze acquee.

Il lago di Desertes è in realtà doppio: il maggiore di forma quadrangolare e con fondo piatto, visibile, non pare occupi una dolina ma una conca glaciale con soglia rialzata e sbrecciata dal rivo. Il secondo tondeggiante, con diametro di m. 20 circa occupa il fondo di una dolina assai più ampia (m. 40). Subito al disotto del pianetto dei laghi e più verso monte si stende un gruppo di doline grandissime: le maggiori, una ventina, sono pietrose ellittiche (diam. m. 20 x 30 e prof. m. 6-8).

Un gruppo è particolarmente interessante perchè esse si presentano allineate est-ovest cioè secondo la direzione d'immersione del banco gessoso. Una è allungata (diam. m. 45 x 35, prof. m. 10), le altre ad imbuto circolare con fondo angusto: le doline minori sommano ad un centinaio e sono erbose o gessose, di tipo ad imbuto circolare od ellittico od a scodella. Sono numerose quelle disposte in allineamento che corrispondono ai solchi di dilavamento superficiali: risultano quindi disposte a gradinata. Al livello inferiore del banco gessoso si è una gran conca di diametro m. 120 x 130 con bordo poco rialzato (m. 2) tutta crivellata da piccole dolinette specialmente sulla soglia verso valle: si tratta di una gran dolina a piatto sfiancata.

Una grotta isolata, la più profonda della regione (m. — 32) si trova alle pendici della P. Clotesse, sulla cresta della dorsale della Madonna di Cotoliver, ed è scavata al contatto tra dolomia e pietre verdi, in corrispondenza di una linea di frattura.

Maggiore importanza presenta ai nostri fini il gruppo dolomitico di Valle Stretta il quale offre in più luoghi identiche intercalazioni di gessi (Melezet, Gorgias, Grange Valle Stretta) o di carniole rutilanti, che hanno dato luogo qua e là a piccole cavernette tutte di tipo parietale e da ascriversi, più che al fenomeno carsico, alle azioni di gelo e disgelo. Piccole doline in car-

niole e gessi si trovano alle Tre Croci. Alle Grange di v. Stretta affiora una sottile striscia di gessi la cui soluzione in profondità ha dato luogo ad una grande dolina a scodella, subito dietro alle case (diam. m. 25, prof. m. 2). Anche nei dintorni del Lago Verde affiorano i gessi che gli fanno sponda per un terzo, tuttavia il lago non è carsico perchè prodotto da sbarramento morenico. Questa morena, coperta da larici, presenta qua e là affossamenti imbutiformi (diam. m. 2-3, prof. m. 1) dovuti a soluzione di gessi profondi.

Sulla sinistra idrografica della Dora tra il lago Verde e la P. Melchiorre si stende un ripiano dolomitico tra m. 2200 e 2400, leggermente inclinato a sud, che si sopraeleva sul fondovalle con brusca scarpata. Il ripiano presenta in questo tratto una parte (mediana) tutta frammentata e sprofondata, rispetto al livello della restante, di una ventina di metri, e inoltre fessurazioni carsiche parallele e conche doliniformi appena accennate: in complesso quindi si tratta di un bel campo carreggiato.

Al disotto del ripiano e verso monte, in corrispondenza dello sprofondamento ricordato, affiora il gesso in parete liscia che verso il rio si trasforma in pinnacoli di erosione. Non è quindi improbabile che la parte del piano abbassata sia dovuta a cedimento carsico per soluzione dei gessi sottostanti: tuttavia la presenza di una soprafasce di sfacelo non permette di seguire l'andamento degli strati in quel sito e quindi di confermare o meno tale ipotesi.

Nel piano dell'Enfourant non vi sono fenomeni carsici: sul costone di carnirole terrose che lo separa da quello di Miglia si hanno alcune bozze gessose a cono con una cavernetta, grotta del Mià, pure in gesso. Al di là della costa e già sul suo ciglio, affiorano ancora i gessi che si immergono a sud ricoperti da vegetazione prativa. In essi si trovano molte doline circolari a piatto (diam. m. 8-10, prof. m. 1) ricoperte da massi di dolomia sparsi. La maggiore, in gesso vivo, è proprio al termine della cresta: è ellittica (diam. m. 32 x 25, prof. m. 6) e risulta da fusione di due doline vicine delle quali si vede ancora il setto separatore. L'acqua viene smaltita dal fondo per fessure visibili.

Sul pendio inferiore del costone e scendendo verso la gran morena che occupa tutta la conca, si notano molte altre conche in dolomia (diam. m. 20, prof. m. 5-6), irregolari, con grossi blocchi dolomitici grigi e bianchi, meravigliosamente cariati dal-



l'acqua meteorica. Il paesaggio anzichè morenico è, in questo tratto, tipicamente carsico. Altre piccolissime vi sono presso la punta quota 2253 ed altre ancora più innanzi, sempre sulla sinistra del rivo. Il fatto che anche sotto i depositi morenici esse si trovano solo sulla sinistra del solco idrografico, che delimita verso valle la massa gessosa, lascia supporre che sotto le dolomie trasportate vi siano strati di gesso, che sarebbero la causa prima della loro formazione.

Nel contiguo Piano di Miglia vi sono altre manifestazioni carsiche, ma occorre venire fino alla cresta della P. Mulatera. Quivi doline sparse, per quanto erbose, sono tuttavia sicuramente in dolomia. Fra questa cresta ed i laghetti di quota 2334 vi sono affossamenti a ciotola poco profondi, di natura carsica ed i rivi superficiali s'interrompono perchè assorbiti da fessure. Gli stessi laghetti di quota 2334, che sono due avvicinati con pozze intermedie, coprono il fondo di una dolina composta, ed hanno carattere temporaneo. Il lago Belletis invece non è carsico perchè dovuto ad esarazione glaciale sulle arenarie.

Il lago di Thures, quasi circolare, presenta invero dimensioni eccezionali (come lago carsico) rispetto alle misure medie delle conche che numerosissime lo circondano in territorio italiano; ma poichè in esso emerge un isolotto nella parte più a valle, non è improbabile risulti dalla riunione di più doline vicine. Il suo fondo non è visibile, ma si giudica dall'alto che la massima profondità è a nord-ovest. Fondo conico l'uno ed a conca l'altro hanno i due laghetti di quota 2334: questi sono alimentati copiosamente dai nevai locali, e, per quanto senza emissari visibili, hanno livello costante, l'acqua viene quindi smaltita per vie interne.

Altre doline in dolomia vi sono attorno e fra le cime 2202, 2207, 2206, 2200, a ciotola ed a scodella, circolari ma irregolarmente disposte (diam. m. 2-4, prof. m. 1). Di qui scendendo nei ripiani sotto la P. Mulatera, e sino alle Grange, s'incontrano altre doline erbose circolari ad imbuto, della stessa grandezza.

In complesso per quanto la regione mostri evidenti tracce glaciali, specialmente l'arrotondamento delle cime, si deve credere che la disposizione dell'attuale reticolo idrografico al Col Thures sia dovuto a cause carsiche. È infatti evidente che un tempo la testata del vallone francese del Rio di Lacha, che presenta un ampio e ben marcato gradino orografico a quota m. 1200

(soglia), doveva essere delimitato dalle quote: Rocca Thurres - 2464 - 2369 - Testa Rotonda - La Sea. L'incisione del Col di Thurres a m. 2187 è posteriore ed esclusivamente dovuta al carsismo, il quale, abbassandone la soglia, ha prodotto una deviazione della defluenza da sud a nord dei rivi locali, e lo stabilirsi del circo di origine del rio di Thurres. Questi rivi in tutta la regione tra i laghi e la P. Mulatera sono stati captati idrograficamente a vantaggio della Dora.

Il colle, visto dall'alta valle Stretta, denota assai nettamente, per la sua configurazione a linee morbidissime, la sua origine carsica, mentre la dolomitica Testa Rotonda è un bell'esempio di erosione carsico-glaciale a cono.

La comba di rio Gorgias, per la presenza di dolomie cariate, carniolate e gessi, presenta pareti ertissime nelle quali sono scavate caverne parietali di dimensioni notevoli ma di difficile approccio, una bella grotta finestra alta una ventina di metri e bellissime lamine e monoliti d'erosione. In alto sul suo fianco destro, alla base della cresta nord della Guglia di Mezzodì vi è un piccolo tratto al disotto della mulattiera sommitale, tra m. 2200 e 2100, nel quale sono sviluppate dolinette a scodella dovute a soluzione della dolomia bigia.

Ma in questa zona, dopo le grandi erosioni e caverne ora ricordate sul versante nord della Cresta della Sueur, uno splendido esempio della degradazione carsica presenta la cresta settentrionale della Guglia di Mezzodì che culmina con la quota 2296. Nel complesso essa si presenta come un bastione dolomitico giallastro, tutto corroso e fessurato, ricchissimo di antri, caverne, nicchie di proporzioni modeste, ed intagliato da profonde incisioni che isolano una serie di guglie carsiche altissime. Fra di esse, quando sono raggruppate, si conservano ancora alti e larghi canali carsici verticali, antichi pozzi in parte sventrati.

Nei dintorni di Ulzio piccole caverne s'aprono qua e là nella dolomia (Gad), nei terreni di trasporto (Beaume), nei calcescisti, ma la loro importanza è minima. Piccole caverne in terreni diversi si notano a Savoulx dove i gessi triassici associati alla dolomia presentano forme peculiari esteriori dovute al dissolvimento rapido. I gessi infatti che si estendono in senso verticale per un centinaio di metri, occupano il declivio della montagna tutta brulla, presentano fessurazioni, canalicoli di circolazione acqua interna e soprattutto una morfologia tipicamente carsica a costo-

lature fortemente convesse, che in particolari condizioni di posizione stratigrafica e di deflusso dei rivi possono dare luogo a perfetti «coni» gessosi isolati ed alti decine di metri.

Tra il M. Vin Vert ed il colle Basset, sul versante di Savoulx, qualche centinaio di metri al disotto del livello della cresta spartiacque, in corrispondenza di spuntoni rocciosi più resistenti formati da pietre verdi, si osservano nei calcescisti piccole conche doliniformi originate certamente dalla nivazione. Altre nelle stesse condizioni vi sono sul versante opposto (Rio Freddo) tra il M. Vin Vert ed il M. Jafferau.

Maggiore importanza acquista il carsismo esterno ed ipogeo in corrispondenza delle grandi masse dolomitiche del gruppo montuoso M. Pramand - M. Seguret - M. Vallonetto, Questa formazione è intermedia tra i calcescisti dell'ossatura del M. Jafferau ed i gneiss e le quarziti più antiche sottiacenti, e si stende a guisa di potente placca che interessa soltanto la parte terminale dei rilievi.

Il fenomeno carsico in taluni tratti interessa la formazione in tutto il suo spessore massimo di circa 300 metri, in altri non interamente, e ciò in visibile rapporto con l'andamento originario della coltre dolomitica. La massa denota una lieve pendenza tettonica a sud-ovest, ed a nord-est lo scrimolo interessa o la testata o la faccia degli strati laddove questi diventano quasi orizzontali. Ciò avviene specialmente verso il M. Vallonetto sul versante di Salabertano, dove si sviluppa una serie di erosioni carsiche veramente imponenti a «canne d'organo» regolari e d'altezza superiore ai 100 metri, nonchè guglie, lamine e torrioni molti dei quali perforati da finestre.

Sul pendio opposto, cioè verso sud-est, si è sviluppato il grande carso propriamente detto. Un primo gruppo di doline ad imbuto regolare di tipo ereditato si nota ad ovest del colle dell'Argentera. Una balza di altezza variabile da 150 a 200 metri delimita la massa dolomitica che un tempo doveva estendersi assai di più ed unirsi alla cima del M. Pramand. Si possono qui seguire agevolmente le varie fasi della degradazione carsica.

In un primo tempo si sono prodotti dei solchi d'impluvio che hanno dato origine a doline-pozzi ed a fessure di dissoluzione strette e profonde. L'acqua fuoriuscendo al contatto della dolomia con le rocce cristalline originò al suo sbocco degli antri affiancati. Questi col tempo si allargarono sempre più con forma

ascendente: il crollo del loro soffitto fece retrocedere il margine della balza a poco a poco, a tratti d'archi, e rimasero in piedi le parti dei fianchi delle cavità che, degradate ancora in seguito, diedero luogo ad una infinità di pinnacoli e torrioni allineati, che testimoniano il procedimento evolutivo. La balza in questo tratto presenta una successione regolare di archi carsici affiancati. Dove il processo è ancora in via di sviluppo enormi caverne si addentrano nel monte, la cui superficie esterna è trasformata a campi carreggiati, doline regolari amplissime, ed è tagliata da profonde spaccature al fondo delle quali scorrono i rivi che si riversano in cascate altissime all'interno delle cavità.

Sotto la dolomia, al contatto con i calcescisti, vi sono invece potenti strati di carnirole gialle, biancastre, friabilissime che facilitano l'approfondimento delle grandi caverne e l'assolcamento dei rivi.

La natura cavernosa della dolomia ha favorito lo sviluppo delle grotte, che dalle dimensioni minime delle nicchie parietali raggiungono valori estremi come nella Caverna Gigante (alt. m. 130, lung. m. 240, larg. m. 190). È da notare che le caverne, che sommano a 27 con sviluppo complessivo di più di 700 metri, sono tutte di tipo parietale e con fondo ascendente. È ancora da rilevare che il carsismo al M. Seguret ha causato, in epoca quaternaria, una deviazione della linea di dispulvio con conseguente fenomeno di cattura idrica dell'alto vallone omonimo, in conseguenza del quale il deflusso, inizialmente diretto verso il vallone di Rio Freddo, fu costretto ad effettuarsi verso il solco del Rio Seguret.

Anche sui fianchi del M. Pramand si notano erosioni carsiche e specialmente caverne a fondo ascendente. Nella estrema propaggine nord del trias dolomitico, ad occidente di Chiomonte, sul fianco vallivo sinistro, si notano monoliti di dolomia carinata, isolati, elevati per parecchi metri, i cosiddetti Denti di Chiomonte, dovuti alla degradazione carsica atmosferica.

#### LE CAVERNE.

Delle molte caverne di questa regione è già stata data, dallo scrivente, una specifica descrizione tempo addietro, con gli stessi criteri adottati nella descrizione delle grotte già illustrate nei due volumi che precedono il presente: ad essa si rimanda per

maggiori particolari. Qui si riportano i dati caratteristici delle caverne aventi sviluppo di almeno 10 metri.

1° GROTTA DI PIERREMENAUD. - Si trova lungo la Dora, vicino all'abitato di Ulzio. - *Dati cat.* : carta top. 54 II SO (Savoulx) non segnata. Lat.  $45^{\circ} 01' 38''$ , long.  $5^{\circ} 37' 30''$ ; dist. m. 350 ad O di Ulzio (chiesa). Alt. m. 1150: lung. m. 12. Il rilievo è pubbl. in [17 p. 23]. È scavata in calcescisto. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [17].

2° TANA DEL MONTONE. - Si trova sul versante sett. della P. Clotesse: è scavata al contatto tra dolomia e calcescisti con rocce verdi. - *Dati cat.* : carta top. 44° II SO (Savoulx) non segnata. Lat.  $45^{\circ} 00' 37''$ , long.  $5^{\circ} 41' 28''$ ; dist. m. 550 a N  $32^{\circ}$  O dalla Croce di S. Giuseppe. Alt. m. 2325: lung. m. 51, prof. m. 32. Il rilievo è pubbl. in [17 p. 24]. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [17].

3° BALMA DEL GORGAS (a). - Si trova sotto il colletto 2228 in valle Stretta: è scavata in carniola. - *Dati cat.* : carta top. 54 III SE (Bardonecchia), non segnata. Lat.  $45^{\circ} 01' 50''$ , long.  $5^{\circ} 47' 13''$ , dist. m. 1500 a N  $28^{\circ}$  O dalla cima Sueur. Alt. m. 2180 (?). - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [17].

4° BALMA DEL GORGAS (b). - Presso la precedente: è scavata in carniola. - *Dati cat.* : idem come sopra. Alt. m. 1200. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [17].

5° BALMA DEL GORGAS (c). - Presso la precedente: è scavata in carniola. - *Dati cat.* : idem come sopra. Alt. m. 2200. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [17].

6° GROTTA FINESTRA. - Giace nel vallone di Gorgias: è in carniola. - *Dati cat.* : carta top. 54 III SE (Bardonecchia), non segnata. Lat.  $45^{\circ} 01' 55''$ , long.  $5^{\circ} 47' 05''$ ; dist. m. 1550 a N  $16^{\circ}$  O da Cima Sueur. Alt. m. 2143, lung. m. 15. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [17].

7° CAVERNA DELLA G. MEZZODÌ (a). - Sulla cresta nord della guglia: è in dolomia. - *Dati cat.* : carta top. 54 III SE (Bardonecchia), non segnata. Lat.  $45^{\circ} 01' 40''$ , long.  $5^{\circ} 46' 18''$ ; dist. m. 750 a N.  $20^{\circ}$  O dalla guglia. Alt. m. 2280, lung. m. 10. Il rilievo è pubbl. in [17 p. 22]. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [17].

8° CAVERNA DELLA G. MEZZODÌ (b). - Sulla cresta nord della guglia: è in dolomia. - *Dati cat.* : idem come sopra. Alt. m. 2283, lung. m. 14. Il rilievo è pubbl. in [17 p. 22]. - *Bibl.* : CAPELLO [17].

9°) CAVERNA DELLE FRANE. - Nei dintorni di Savoulx : è in conglomerato. - *Dati cat.* : carta top. 54 II SO (Savoulx), non segnata. Lat.  $45^{\circ} 03' 01''$ , long.  $5^{\circ} 38' 24''$ ; dist. m. 150 a S  $160^{\circ}$  E di Beaume Chiesa. Alt. m. 1420, lung. m. 10. - *Bibl.* : 1937 CAPELLO [11].

10°) CAVERNA DELLA BEAUME. - Presso l'omonimo villaggio, frazione di Oulx : è scavata tra quarziti e conglomerati poligenici. - *Dati cat.* : carta top. 54 II SE (Oulx), non segnata. Lat.  $45^{\circ} 02' 48''$ , long.  $5^{\circ} 37' 18''$ ; dist. m. 450 N  $30^{\circ}$  E dalla cappella Beaume. Alt. m. 1135, lung. m. 38. La planimetria è pubbl. in [11 p. 166]. - *Bibl.* : 1937 CAPELLO [11].

11°-12°) CAVERNE DEL CANALONE. - Nel fianco del M. Seguret : sono scavate nella dolomia. - *Dati cat.* : carta top. 54 II SE (Ulzio), non segnate. Lat.  $45^{\circ} 04' 25''$ , long.  $5^{\circ} 37' 15''$ ; dist. m. 1050 a N  $152^{\circ}$  W del M. Seguret. Alt. m. 2350 e 2370, lung. m. 11. Lā planim. è pubbl. in [18]. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [18].

13°) CAVERNA DEL CAMINO. - Nel fianco del M. Seguret : è scavata nella dolomia. - *Dati cat.* : carta top. 54 II SE, non segnata. Lat.  $45^{\circ} 04' 26''$ , long.  $5^{\circ} 37' 20''$ ; dist. m. 1050 a N  $145^{\circ}$  W del M. Seguret. Alt. m. 2330, lung. m. 10. La planimetria è pubbl. in [18]. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [18].

14°) CAVERNA VERDE. - Nel fianco del M. Seguret : è scavata nella dolomia. - *Dati cat.* : carta top. 54 II SO (Savoulx), non segnata. Lat.  $45^{\circ} 04' 33''$ , long.  $5^{\circ} 37' 32''$ ; dist. m. 1600 a N  $112^{\circ}$  E dal M. Vin Vert. Alt. m. 2235, lung. m. 27. La planimetria è pubbl. in [18]. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [18].

15°) CAVERNA DEL PORTICO. - Nel fianco del M. Seguret : è scavata in dolomia. - *Dati cat.* : carta top. 54 II SO, non segnata. Lat.  $45^{\circ} 04' 33''$ , long.  $5^{\circ} 37' 35''$ ; dist. m. 1500 N  $110^{\circ}$  E dal M. Vin Vert. Alt. m. 2280, lung. m. 80. La planimetria è pubbl. in [18]. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [18].

16°) CAVERNA DI MEZZO. - Idem come sopra. Alt. m. 2307, lung. m. 45. La planimetria è pubbl. in [18]. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [18].

17°) CAVERNA DELLA GRAN FRANA. - Idem come sopra. Alt. m. 2230, lung. m. 80. La planimetria è pubbl. in [18]. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [18].

18°) CAVERNA GIGANTE. - Idem come sopra. - *Dati cat.* : carta top. 54 II SO (Savoulx), non segnata. Lat.  $45^{\circ} 04' 38''$ , long.  $5^{\circ} 37' 42''$ ; dist. m. 1300 a N  $108^{\circ}$  E dal M. Vin Vert. Alt. m. 2210,

lung. m. 240, larg. m. 190 alt. m. 130. La planimetria è pubbl. in [18]. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [18].

19°) CAVERNA DEL RIO. - Idem come sopra. Lat.  $45^{\circ} 04' 32''$ , long.  $5^{\circ} 38' 39''$ ; dist. m. 1100 a N  $125^{\circ}$  E dal M. Vin Vert. Alt. m. 2150, lung. m. 14. La planimetria è pubbl. in [18]. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [18].

20°) GROTTA DELLA CASCATA. - Forra grotta scavata lungo il rio della Beaume, alle falde occidentali del M. Pramand : è scavata nella dolomia brecciata. - *Dati cat.* : carta top. 54 II SE (Oulx) : non segnata. Lat.  $45^{\circ} 03' 24''$ , long.  $5^{\circ} 37' 26''$ ; dist. m. 1525 a N  $2^{\circ}$  E dalla Beaume. Alt. m. 1500, lung. m. 59. La planimetria è pubbl. in [14 p. 18]. - *Bibl.* : 1938 CAPELLO [14].

21°) GROTTA NERA. - Sulle pendici del M. Pramand nella rocca Testa dell'Orso : è scavata in calcare dolomitico. - *Dati cat.* : carta top. 54 II SE, non segnata. Lat.  $45^{\circ} 03' 57''$ , long.  $5^{\circ} 37' 01''$ ; dist. m. 2600 a N  $13^{\circ}$  E dalla Beaume. Alt. m. 1922, lung. m. 24. La planimetria è pubbl. in [14, p. 19]. - *Bibl.* : 1938 CAPELLO [14].

22°) NICCHIA PICCOLA. - Idem come sopra. Lat.  $45^{\circ} 03' 56''$ , long.  $5^{\circ} 37' 01''$ , dist. m. 2580 a N  $13^{\circ}$  E dalla Beaume. Alt. m. 1915, lung. m. 15. La planimetria è pubbl. in [14 p. 21]. - *Bibl.* : 1938 CAPELLO [14].

23°) GROTTA BASSA. - Idem come sopra. Lat.  $45^{\circ} 03' 54''$ , long.  $5^{\circ} 37' 01''$ , dist. m. 2500 a N  $13^{\circ}$  E dalla Beaume. Alt. 1900, lung. m. 16. La planimetria è pubbl. in [14 p. 22]. - *Bibl.* 1938 CAPELLO [14].

24°) LA BALMA. - Sul versante meridionale del M. Pramand è scavata nella dolomia. - *Dati cat.* : idem come sopra. Lat.  $45^{\circ} 03' 22''$ , long.  $5^{\circ} 36' 33''$ ; dist. m. 700 N  $19^{\circ}$  E da Auberge. Alt. m. 1580, lung. m. 12. La planimetria è pubbl. in [14 p. 23]. - *Bibl.* : 1938 CAPELLO [14].

25°) CAVERNA DI CASE PLANS. - Sul versante meridionale del M. Pramand sopra le case omonime : è scavata nella dolomia. - *Dati cat.* : idem come sopra. Lat.  $45^{\circ} 03' 31''$ , long.  $5^{\circ} 36' 21''$ ; dist. m. 1150 a N  $85^{\circ}$  O di Plans. Alt. m. 1580, lung. m. 21. La planimetria è pubbl. in [14 p. 27]. - *Bibl.* : 1938 CAPELLO [14].

26°) GRAN CAVERNONE. - Si apre nella parete meridionale del M. Pramand nella dolomia cavernosa. - *Dati cat.* : idem come sopra. Lat.  $45^{\circ} 03' 49''$ , long.  $5^{\circ} 36' 29''$ , dist. m. 1450 a N  $63^{\circ}$  O da Plans. Alt. m. 2000, lung. + di 50 m. - *Bibl.* : 1938 CAPELLO [14].

## Cap. III. - SETTORE DEL MONCENISIO

## I FENOMENI ESTERNI (fig. 4).

Grandiosi fenomeni carsici esterni ospita la estesa regione del Moncenisio e su di essi, in parte però, hanno richiamata brevemente l'attenzione diversi autori quali DE SAUSSURE [29], SISMONDA [71], DELEBECQUE [27], PIOLTI [55] e più estesamente il DAINELLI [26].

In questa regione oltre ad una notevole area occupata dai calcescisti a ridosso delle masse gneissiche del gruppo d'Ambin, si stende la ricordata fascia di trias briançonnese con dolomie cavernose, gessi, carniole, che affiorano in gran parte della Val Savalino ed alla sponda settentrionale del lago. Si può dire che ogni tipo roccioso del trias è carsico e quindi non solo i suoi estesi banchi di gesso, ma anche le dolomie, le carniole e talvolta anche gli scisti calcarei.

Il DAINELLI, nella citata memoria, si è soffermato esclusivamente sulle erosioni nei gessi: anche le nostre osservazioni confermano quanto egli ebbe ad affermare. Egli distinse le doline gessose in tre tipi. Il primo è dato da doline asimmetriche con una parete gessosa verticale e l'opposta terrosa-erbosa inclinata, con fondo rientrante ad unghia: questo tipo si trova diffuso presso il lago (Albergo e tra i ricoveri n. 12 e 13). Il secondo comprende le doline circolari ad imbuto con massima profondità al centro, fianchi erbosi (diam. 4-5 m., prof. m. 1-2): sono frequenti specialmente attorno al ricovero n. 13 e sotto le grange Savalino. Il terzo tipo annovera le doline circolari, con fondo piano, talvolta lacustre (diam. sino 70 m.): sono notevolmente diffuse attorno alle alpi Savalino e Mestralet. Oltre a questi tre tipi di doline sono da aggiungere i pozzi dei quali se ne osservano diversi, sec. DAINELLI, prima ed a sinistra del ricovero n. 13.

Ai tipi di doline individuati dal DAINELLI, che sono quelli dominanti, se ne debbono aggiungere però altri due: uno è quello delle dolinette a ciotola, poco sviluppate, prative (diam. m. 1-2, prof. m. 0,50), l'altro è quello delle doline-inghiottitoio che il DAINELLI non crede di aver riscontrate fra quelle visitate. Di queste ultime si trovano esempi cospicui in una regione che è ignota al DAINELLI, e cioè sul ripianetto gessoso sul quale stanno le case Molin, sulla destra della strada poco prima del ricovero



n. 11. Su questo poggio ed oltre, tra le case inferiori e le superiori, si trova un'area gessosa crivellata da pozzi nevosi intervallati a doline-inghiottitoi ad imbuto, enormi, profonde, entro le quali scompaiono piccoli rivi provenienti da non lontane fontane prative (calcescisti): una stradina che parte dall'antica Posta raggiunge questa regione. La maggiore di tali doline idrovore è segnata sulla carta (54, I SE, Picc. Moncenisio): è circolare asimmetrica (diam. m. 30 x 40, prof. m. 15) con una parete gessosa verticale e l'opposta inclinata prativa, e termina in una caverna che, accessibile, avanza verso il lago. Al suo soffitto giungono i fondi di due pozzi stretti che si trovano fra altri più sviluppati.

Abbiamo detto che oltre ai gessi anche i calcari del trias e le carnirole presentano manifestazioni carsiche. Infatti salendo dalla Gran Croce verso il poggio Paradiso e sui ripiani retrostanti, sia i calcescisti (in basso), sia le carnirole affioranti (in alto), si presentano assai cariate. Le vere doline imbutiformi, circolari, asimmetriche, si trovano più oltre ancora e sono scavate nei gessi associati alle carnirole: si sviluppano tra 2100 e 2300 m. e sono ben segnate sulla carta (55 IV SO, Novalesa). Due assai grandi sono alle falde del M. Baraccone (diam. m. 15 x 30). Però le maggiori, erbose ad imbuto circolare stanno sul ripiano alla sinistra del rio Curt, in corrispondenza dei sentieri provenienti dalla Margheria di dietro.

Le più grandi sono una quindicina, due di esse sono più elevate (assai visibili anche in distanza, dalla regione del colle) ed una ospita un laghetto: sono circolari, irregolari. Quella del lago ha misura: diam. m. 40, prof. m. 18, lago diam. m. 6; le altre più grandi diam. m. 50 prof. m. 18, fondo m. 12, diam. m. 20 x 40, prof. m. 10. Sono rimarchevoli due doline ad imbuto del gruppo inferiore perchè sul loro pendio stanno due colate da soliflusso a più ripiani sovrapposti, bellissime. Oltre il rio vi sono due avvallamenti doliniformi quotati 2472, e più oltre, sul ripiano Fontanette, si sviluppano rocce cariate poi doline in carniola ed in gesso (diam. m. 10-15, prof. m. 3-4) che saltuariamente si ritrovano ancora sino alla conca del Lamet. La più alta in calcescisto è a m. 2783 presso il lago Cher (diam. m. 15, prof. m. 3-4).

Sul fianco sinistro del rio Roncia, sul ripiano sotto il forte tra 2070 e 2100 m. vi è un gruppo di rocce cariate con monoliti alti 8-10 m. fiancheggiante una forra stretta e profonda che taglia un banco di carnirole triassiche decorrenti in senso trasversale al

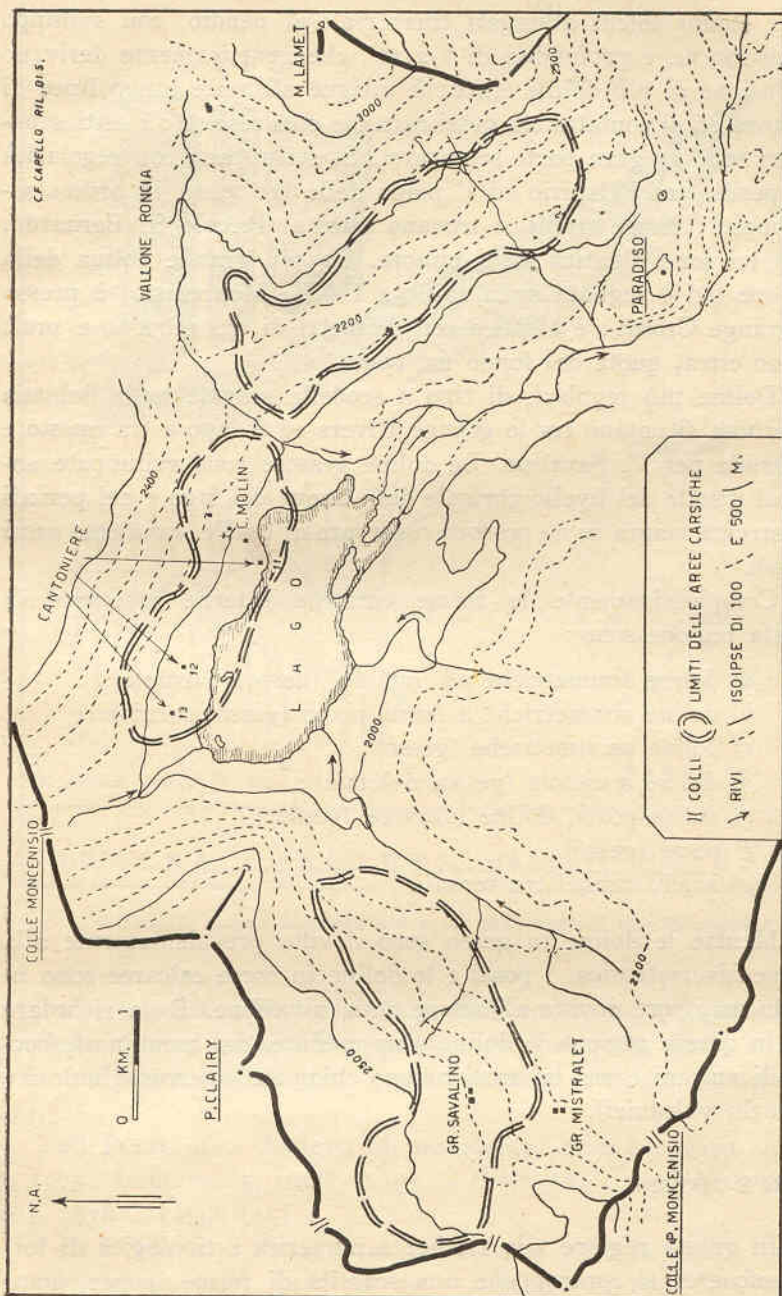


Fig. 4. - Aree carsiche nel settore del Moncenisio (alta val Cenischia, val Susa).

pendio. Oltre il rio, scendendo verso le case Molin sono interessanti alcuni solchi allungati trasversali al pendio, con sviluppo di 50-100 m. e profondità di 1-2 m., che geneticamente derivano da fusione di più doline ellittiche attigue allineate lungo linee di frattura ed al contatto tra gessi-carniole e calcescisti: i setti separatori sono in gran parte scomparsi. Si sviluppano con regolarità sul pendio tra l'Ospizio ed il piano delle tre fonti, in ordini sovrapposti: forme simili si trovano pure al Piccolo S. Bernardo, però ivi sono d'entità assai minore. La più grande dolina della regione (ed è segnata sulla tav. 54 I NE, Moncenisio) è presso le grange Crosat: è ellittica con diametri di m. 120 x 60 e prof. m. 20 circa, quota del fondo m. 1940.

Doline più regolari, di tipo a scodella scavate nella dolomia cavernosa si notano tra le grange Rivers ed il lago e tra questo e la strada per V. Savalino. Le doline gessose sono sviluppate anche al disotto del livello normale delle acque del lago e nei periodi di estrema magra se ne possono osservare di quelle sommerse assai grandi.

Complessivamente le forme carsiche esterne osservate in questa regione sono:

- a) doline simmetriche ad imbuto (gesso, carniole);
- b) doline simmetriche a fondo piano (gesso, carniole);
- c) doline asimmetriche (gesso);
- d) doline a ciotola (gesso, dolomia);
- e) doline-pozzi, doline idrovore (gesso);
- f) pozzi (gesso);
- g) solchi carsici trasversali.

Mentre le doline in gesso sono dovute prevalentemente alla azione idrometeorica, i pozzi e le doline in rocce calcaree sono in grado maggiore dovute all'azione della nivazione. È da ricordare che in questa regione le doline sono credute, dai montanari, bocche di vulcani e per tal motivo sono chiamate « pertus d'vulcan » (=buchi vulcanici).

#### POZZI E CAVERNE.

In questa regione alla ricchezza numerica e tipologica di forme subaeree si controppone una scarsità di forme ipogee, come dimostra il breve elenco delle cavità che segue.

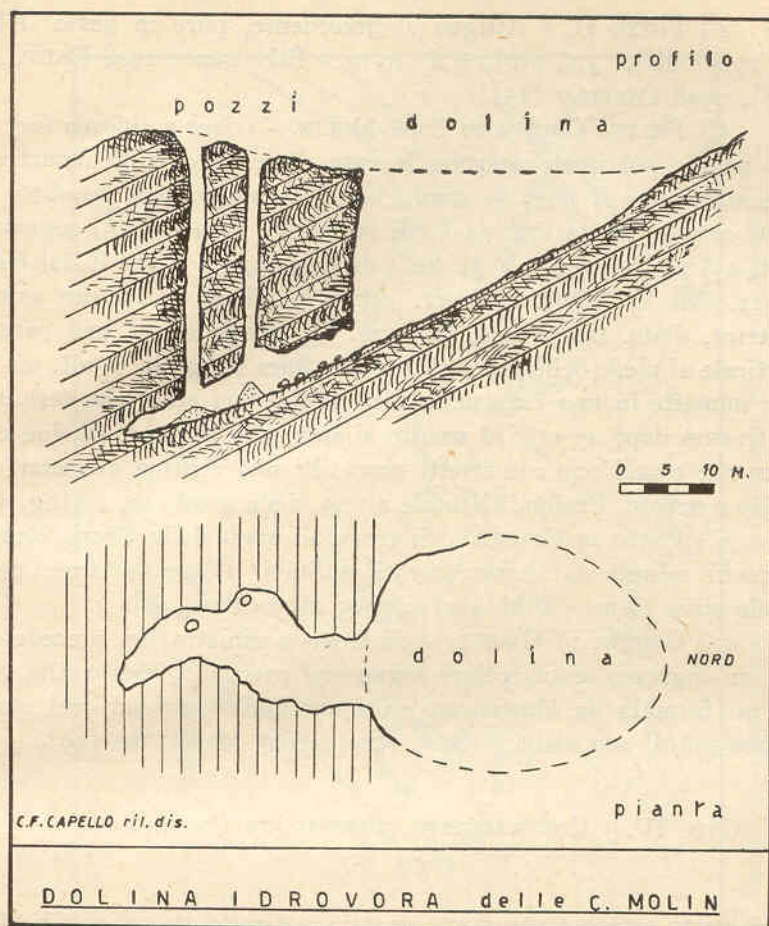


Fig. 5. - Tipo di dolina idrovora nei gessi della regione del Moncenisio.

1°) Pozzo A. - Si trova presso il Ricovero n. 13, alla sinistra della strada, salendo. È in gesso. - Alt. m. 1975, diam. m. 3, prof. + di 200 m. - *Bibl. gen.* : 1908 DAINELLI [26], 1938 CAPELLO [15].

2°) Pozzo B. - Attiguo al precedente, pure in gesso. Alt. m. 1975; diam. m. 5, prof. m. 35. - *Bibl. gen.* : 1908 DAINELLI [26], 1938 CAPELLO [15].

3°) Pozzo C. - Attiguo al precedente, pure in gesso. Alt. m. 1975; diam. m. 7, prof. m. 30. - *Bibl. gen.* : 1908 DAINELLI [26], 1938 CAPELLO [15].

4°) Pozzo D. - Attiguo al precedente, pure in gesso. Alt. m. 1975 : diam. 3,5, prof. + di 20 m. - *Bibl. gen.* : 1908 DAINELLI [26], 1938 CAPELLO [15].

5°) DOLINA GROTTA DI CASE MOLIN. - Giace a ridosso (nord) del poggio sul quale sorgono le case dette, alle falde montuose che attorniano il lago da nord. Vi passa vicino una stradina. - *Dati catast.* : carta top. 54 I SE (Colle P. Moncenisio), segnata. Lat. 45° 14' 03", long. 5° 31' 40"; dist. m. 375 a N 52° E dal Ric. n. 11. Alt. m. 1900. - *Descr. somm.* : dolina ad imbuto asimmetrica, diam. m. 30 x 40, prof. m. 15, avente a sud una parete verticale al piede della quale s'apre una buca (larg. m. 8, alt. m. 3) che immette in una cavernetta con planimetria ad S che termina in fessura dopo 25 m. : al soffitto si aprono le aperture di due camini che coincidono con stretti pozzi alti una ventina di metri. Il fondo è nevoso. Profondità totale m. 25, della grotta m. 10 (fig. 5).

6°) Pozzo di GIASSET. - Si trova ad ovest della Corna Rossa a pochi minuti dai baraccamenti militari. Pozzo verticale profondo circa 20 m. - *Bibl. spec.* : 1925 MURATORE [49].

7°) GROTTA DI GIASSET. - Si trova a sinistra del precedente. Ad un ingresso semicircolare segue una cavità in discesa alta 20-25 m. formata da almeno tre salti successivi profondi nel complesso più di 100 metri. - *Bibl. spec.* : 1925 MURATORE [49].

#### Cap. IV. - CONTRAFFORTE SPARTIACQUE CHISONE-DORA.

(figg. 6-7)

Questo esteso contrafforte arcuato e diretto in senso NE-SO, interessa per i nostri fini quasi esclusivamente nella sua parte occidentale e cioè nel tratto compreso tra il colle delle Finestre, i monti Assietta, Genevris e Fraitève.

La sua ossatura è data dalla formazione mesozoica calcescistosa la quale pur presentando qua e là masse limitate di rocce verdi (serpentine, anfiboliti, ecc.) ha nel complesso un aspetto meno rude e quindi presenta pendii più dolci di quelli delle catene dolomitiche o gneissiche. Per quanto l'esarazione quaternaria abbia impressa la sua efficacia ovunque, tuttavia specie sugli scrimoli e sulle creste pianeggianti le superfici sono state sovraincise e trasformate da più lenti ma non meno visibili fenomeni carsici, che sono molto diffusi.

Sul pendio nord-ovest della catena sopra la Capanna Kind

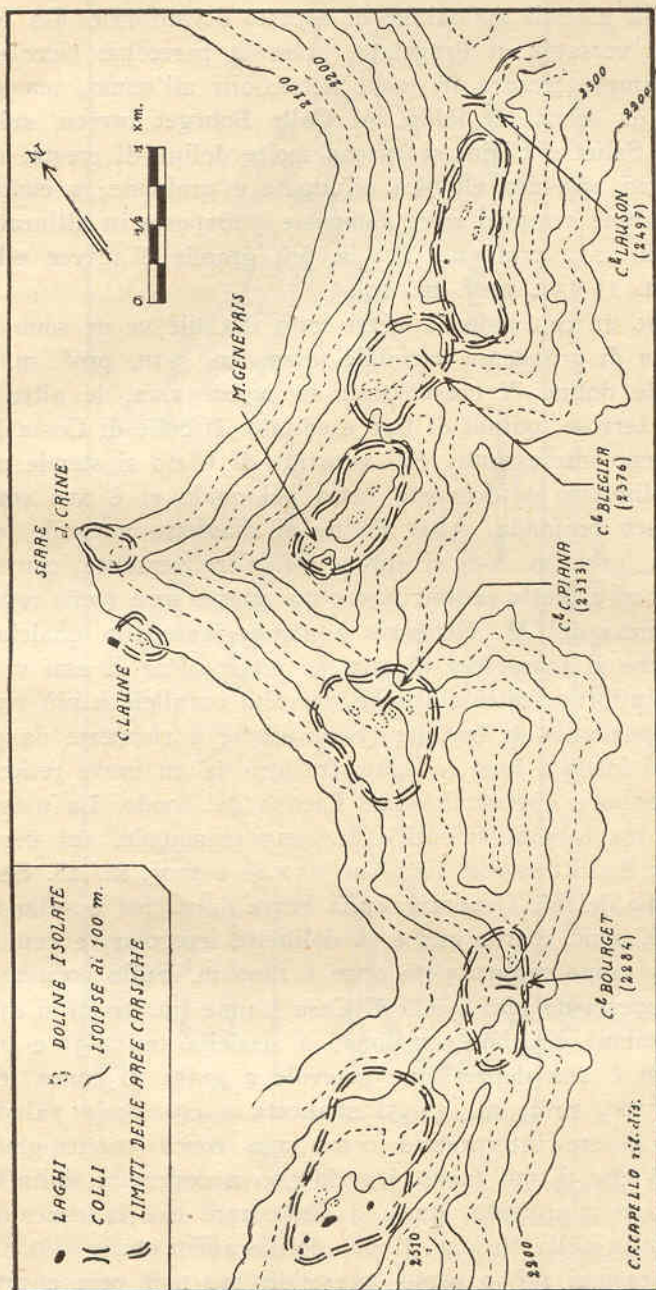


Fig. 6. - Aree carsiche del contrafforte Dora-Chisone tra il colle Lauson ed il colle Bourget.

ed al Col Basset vi sono molte piccole conche, talune lacustri, per lo più glaciali ma talune di aspetto doliniforme. La Roccia Nera sul versante di Prigelato, presenta parecchie piccole conche ed ampie fessure in parte accessibili all'uomo, ma subito bloccate da detriti di falda. Al Colle Bourget invece, sul versante di Salice d'Ulzio, si aprono molte doline di cresta, acquitrinose, ad apertura ellittica allungate e profonde, a ciotola, a piatto, talune semplici altre composte o disposte in allineamento (diam. m. 2-5, prof. m. 1): la più grande è invece ellittica (diam. m. 15×50, prof. m. 10).

Anche un centinaio di metri sotto il Colle ve ne sono molte a scodella di grandezza variabile (diam. m. 5-10, prof. m. 1-2). Mentre le doline di cresta sono in roccia viva, le altre sono erbose e terrose, quindi di tipo ereditato. Il colle di Costa Piana non è meno interessante. Sul versante di Ulzio si stende un ripiano delimitato da scarpata netta nel quale vi è una conca a piatto poco profonda. Altre doline di diametro notevole (diam. m. 20-40, prof. m. 2-8) si aprono sull'altro versante, con fondo a imbuto od a piatto acquitrinoso: ma queste sono meno regolari.

La cima del M. Genevris è pianeggiante con qualche cocuzzolo che si sopraeleva di qualche metro. Fra di essi vi sono fosse doliniformi, tutte ellittiche, talvolta parallele a più ripiani, in corrispondenza di fratture. Sono erbose o ricoperte da poche pietre sul fondo e sono collegate fra loro da un breve reticolo di rivi temporanei che smaltiscono l'acqua dal fondo. La maggiore si trova tra i baraccamenti e la cima principale, sul versante di Ulzio; è ellittica con diam. m. 25×80 e prof. m. 18. Sempre nel gruppo del M. Genevris, sulla Serre del Crine e sulla Serre Gountard, sono sparse qua e là dolinette irregolari e con bordi disuguali: sono raggruppate oltre i 1800 m. Sulla cocuzza rocciosa ricoperta da pini a sud di Case Laune (m. 2060) si aprono diversi imbuto circolari con fondo a scodella (m. 4-5) e presso le case vi è una depressione notevole a guisa di conca (diam. m. 200×100, prof. m. 30-35) sfiancata e col fondo paludoso: potrebbe essere interpretata come una conca carsica-glaciale, tanto più che il suo fondo è suddiviso a conchette doliniformi disposte irregolarmente, quasi a dimostrare che la conca maggiore risulta dalla fusione di più doline affiancate.

Permeazioni più o meno accessibili ma non vere e proprie grotte, si aprono qua e là in questa zona, come a Colombières

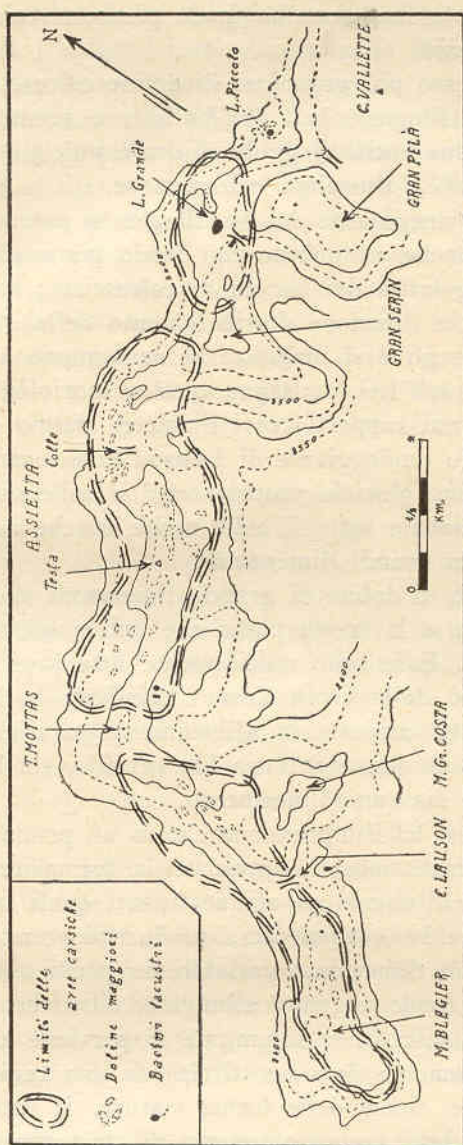


Fig. 7. - Aree carsiche del contrafforte Dora-Chivone tra il colle Blegier e la cima Vallette (regione dell'Assietta).

ed a Tachier, sempre nei calcescisti, talvolta ricoperte da concrezioni travertinose. Esse dimostrano la diffusione di angusti cunicoli sotterranei che smaltiscono le acque assorbite in superficie. Attorno al colle Blegier si notano ampie doline irregolari allungate (diametro anche fino a 100 m.) e profonde non



meno di 20 m.: la maggiore ha fondo piano, circolare acquitrinoso (diam. m. 80).

Ma il complesso più grandioso di doline calcescistose si sviluppa tra il M. Blegier ed il M. Vallette e permette di valutare in tutta la sua entità il grado al quale può giungere il carsismo esterno nelle formazioni calcescistose.

Sulla cima pianeggiante del M. Blegier si osserva un primo susseguirsi di conche ad imbuto con fondo piano che si sviluppano fra le irregolarità dei banchi di calcescisti: sono tutte allungate secondo la direzione d'orientamento della stratificazione (da NE a SO) e gli assi maggiori si susseguono a catena. La levata al 25000 dell'I.G.M. segna questa morfologia a conche susseguentesi, i cui rapporti tra i diametri stanno di solito come 1 a 3. Il lago tondeggiante di Lauson non è carsico: è scavato in un gradino glaciale proprio sotto il colle omonimo. Sul versante settentrionale sotto il colle molte conche ad imbuto ed a scodella di non grandi dimensioni.

Un complesso di doline di grandi dimensioni si sviluppa tra il M. Gran Costa e la cresta piana che unisce questa cima alla Testa di Mottas. Esse sono specialmente fitte presso il colletto sul versante nord della Gran Costa: peculiare la loro disposizione. Sono infatti disposte in allineamenti paralleli diretti da sud a nord, a quote degradanti sia fila per fila, sia longitudinalmente rispetto a ciascun allineamento.

Nell'insieme si ha l'impressione che in un primo tempo l'andamento degli strati abbia determinato la formazione di piccoli valloncelli molto allungati ed affiancati, sui quali in seguito la nivazione si sarebbe estrinsecata, producendo una infinità di conche carsiche di dimensioni variabili da pochi metri a parecchie decine, con fondo angusto, allungate, ellittiche.

Proseguendo sulla linea sommitale si perviene al rialzo dell'Assietta propriamente detto, costituito da una regione a struttura pianeggiante, tipica delle forme mature. Il nome comprensivo di Assietta dato a questo sistema di cime piane ha un valore geograficamente indicativo poichè tale toponimo potrebbe farsi derivare da « la sieta » che in dialetto piemontese indica un piatto con bordo rialzato, o dall'« assiette » francese, posizione pianeggiante. Il pianalto si estende sino ai pressi del lago della Assietta, circolare, diam. m. 50 circa, poco profondo, che ci pare si possa ascrivere alla categoria delle conche carsiche ad imbuto

a fondo curvo si stendono da qui sino alla Testa dell'Assietta, sul versante di Éxilles e tutte raggiungono dimensioni notevolissime (diam. m.  $80 \times 50$ , prof. m. 15-20).

Appena oltrepassato il colletto del Monumento si incontra la più grande dolina della vallata, di dimensioni veramente eccezionali rispetto al tipo roccioso che ospita. È ellittica, irregolare, (diam. m.  $250 \times 150$ , prof. m. 45-50), scavata nel calcescisto leggermente inclinato verso sud, e risulta derivata dalla fusione di due doline contigue. Subito dopo vi è un'altra dolina ellittica pure composta, di profondità e di misure molto minori, sul fondo della quale si scorgono ancora residui di baraccamenti militari del secolo XVIII, e con bordo adattato con opere a secco per scopi militari. Questi gruppi di cavità sono tributarie idrograficamente al bacino del Chisone.

Infatti chi osserva tutto il complesso del Gran Serin ha la chiara impressione che queste doline, un tempo più profonde perchè meno incisi erano i colli che le delimitavano, occupassero un pianalto assai esteso nel quale si infossarono gli altri rivi defluenti in Val Chisone. L'erosione regressiva ha per ora risparmiati i bacini carsici ed i rilievi che li delimitano.

Dalla Testa dell'Assietta al colle omonimo (m. 2472), sul versante della Dora Riparia, s'allineano numerosi sistemi di doline sempre ellittiche molto allungate, non regolari (diam. m. 50-150, prof. m. 15-25). Questo tratto è quello più fittamente criovellato da doline e le loro dimensioni medie risultano essere maggiori di quelle degli altri gruppi osservati in val di Susa.

Molte sono isolate, altre si susseguono in uno stesso solco separate fra loro da setti abbastanza ampi, altre infine sono raggruppate a rosario ed i tratti di terreno che le dividono sono pochissimo rilevati, sicchè il complesso di ciascuna formazione, lunga anche 300-400 metri, larga 50-100 metri, dà l'idea di un enorme fosso sul fondo del quale sono scavate conche ad imbuto od a scodella.

Dal colle Assietta al M. Gran Serin sul fianco vallivo valsusino si osservano, uniche in tutta la catena, un centinaio di dolinette a nicchia, di piccolissime dimensioni (diam. m. 1-2, prof. m. 0,5) dal fondo molto curvo. Sono per lo più fortemente erbose e sono visibili solo in principio dell'inverno quando la prima neve s'annida in esse, od a primavera con disgelo quasi completo. Oltre il M. Gran Serin sino al colletto dei baraccamenti del

« Conte di San Sebastiano », vi sono qua e là piccole doline isolate sul versante di Prigelato ed alcune di poca entità sul ripiano del lago Grande. Questo lago non pare di origine carsica e tanto meno quello situato su un gradino roccioso in corrispondenza del colletto prima della Cima Vallette. Al gran colle omonimo ed oltre, si notano qua e là piccole conche ma di non grandi dimensioni.

---

## PARTE IV.

### FENOMENI CARSICI DEI CONTRAFFORTI TRA LA DORA RIPARIA E L'ORCO

#### LIMITI E CARATTERI DELLA REGIONE

Il settore alpino considerato comprende i contrafforti montuosi compresi tra il solco della Dora Riparia, a partire dalla linea Susa-Rocciamelone, e quello dell'Orco: abbraccia quindi il fianco vallivo sinistro idrogr. della bassa valle Susa e le valli di Lanzo sino al loro sbocco in pianura.

Litologicamente la regione è caratterizzata, nel suo complesso, dal dominio delle « pietre verdi » e quindi da rocce anfiboliche, prasinitiche, serpentine compatte o scistose e loro forme di transizione. Non mancano tuttavia estesi banchi di calcari triassici di tipo dolomitico che affiorano entro queste rocce massicce ed ai loro margini meridionali ed orientali, specialmente lungo la valle Susa: è appunto in queste formazioni che si sviluppano alcuni fenomeni carsici.

#### I FENOMENI CARSICI

##### VALLE DI SUSÀ.

Un primo accenno alla morfologia carsica si trova nelle rupi calcari dei dintorni di Foresto di Susa. Al disotto dei calcescisti e delle pietre verdi che formano l'ossatura del M. Rocciamelone si stende una formazione calcarea molto potente nella quale sono incisi gli orridi di Foresto e di Chianoc (Cianocco). Per quanto questi siano in parte preponderante opera della sovraincisione torrentizia post-glaciale, tuttavia presentano alcuni caratteri per i quali si deve ammettere che nella loro formazione è intervenuto anche il fenomeno carsico di assolcamento.

Già si può osservare che la parte media dei bacini d'impluvio scavata nei calcari dolomitici è foggata ad imbuto molto inclinato dando luogo a caratteristiche combe, entro le quali scorrono i rivi profondamente incassati. Nell'orrido di Chianoc, che era il più bello della val di Susa (prima dei lavori idraulici di imbrigliamento), le pareti della forra si ergono ertissime per circa cinquanta metri sull'alveo, vicinissime in alto e più distanti alla base il che comprova la rapidità iniziale dell'erosione carsico-torrentizia che nella prima fase produsse, in corrispondenza del calcare facilmente dissolvibile, un'incisione più profonda che ampia.

Lungo il rio Rocciamelone vi sono poi alcune piccole grotte carsico-torrentizie due delle quali con belle formazioni stalattitiche. È interessante il nome locale dato a questo gruppo di cavità; secondo quanto riporta il MURATORE [52] esse sono dette « le voute » (le volte, i ripari), designazione non ancora annotata per le caverne. La maggioranza di esse è però dovuta ad escavazione del torrente in terreno di trasporto posto al disotto di una coltre morenica insinuata, abbastanza potente e fortemente cementata dalle acque calcaree che un tempo dovevano scorrere in superficie.

#### VALLI DI LANZO.

Nelle valli di Lanzo non sono segnalati, per ora, fenomeni carsici estesi. Sono invece riferibili, in parte almeno, ad azioni di solubilizzazione carsica cinque caverne nei dintorni di Pugnetto, frazione di Traves, delle quali qui si riportano soltanto alcuni dati salienti delle tre maggiori essendo esse state studiate a fondo dal MURATORE.

1°) GROTTA MAGGIORE DEL PUGNETTO (la borna, borna del Pugnet). - Si trova sul versante nord-est della P. Lunelle, sul fianco destro del primo valloncino che fiancheggia a nord il cozzolo di quota 901, prima del rio Cenere: vi accede un sentiero dalla frazione Pugnetto.

*Dati catastali.* - Carta top. 55 I NE, segnata. Lat. 45° 16' 19", long. 5° 02' 33"; dist. m. 200 circa a SE della chiesa di Pugnetto.

*Descrizione sommaria.* - Presenta due ingressi convergenti, quello a destra è naturale (stretto), l'altro è artificiale. Si giunge

alla 1<sup>a</sup> saletta (lung. m. 5 alta m. 2-3) con diramazione sinistra. A destra per corridoio in discesa si giunge alla 2<sup>a</sup> sala (lung. m. 10, alta m. 2) con bivio: a destra per corridoio si giunge alla sala 3<sup>a</sup> (lung. m. 9, alta m. 4) poi alla 4<sup>a</sup> (m. 30×8-9, alta m. 4-5). Di qui in salita sino alla 5<sup>a</sup> solo (m. 15) ed alla 6<sup>a</sup> la maggiore (lunga m. 30) con il 1° pozzo (prof. m. 8) con diverse buche chiuse in parte: due riconducono nella sala 6<sup>a</sup>, ed una dà ad un inghiottitoio impraticabile. Oltre alla sala 6<sup>a</sup> un corridoio conduce alla 7<sup>a</sup> sala (m. 10). Quivi un bivio a sinistra alla sala 8<sup>a</sup> con cunicoli di diversa lunghezza di cui il secondo da destra porta alla 9<sup>a</sup> sala (m. 15): a destra piccole nicchie e galleria prima ascendente, poi discendente che conduce alla sala 10<sup>a</sup>. Quivi vi è una cascatella e altri pozzi: il 2° (largo m. 2, prof. m. 8) con diversi cunicoli (uno lungo m. 20), il 3° di pochi metri. Sul fondo a sinistra vi sono diverse buche ed una cascatella. Dalla 1<sup>a</sup> o 2<sup>a</sup> sala si perviene alle caverne a sinistra per una serie di cunicoli intrecciati, piccoli pozzi ed un laghetto.

*Notizie scientifiche.* - È scavata nel calcescisto ed è dovuta ad erosione in una serie di fratture preesistenti. Nelle parti più basse si sente rumore di acqua, il che dimostra che un tempo era percorsa da un ramo del rio Cenere ora inabissato. Da essa si ebbero reperti zoologici.

*Dati metrici.* - Alt. m. 820, lung. m. 703. Il rilievo di G. MURATORE è pubbl. in [50 p. 193], [62 p. 99], [53, p. 22].

*Bibliografia speciale:* 1923 MURATORE [48], 1924 CAPRA [20], 1925 MURATORE [50], 1926 MURATORE [51], 1930 CURLO [25], 1946 MURATORE [53].

*Bibliografia generale:* 1869 BADIN [3], 1880 MARTELLI [44], 1925 BERTARELLI [6], 1928 SACCO [62], 1937 CAPELLO [12].

2°) GROTTA INFERIORE DEL PUGNETTO (tana del lupo). - Si trova a 100 m. a sud-est dalla precedente sempre sullo stesso sentiero. Ha due ingressi, scomodi, a cui segue un cavernone (lung. m. 16, alt. 11) in discesa che immette in due caverne, una superiore in salita, che termina in laghetto, ed una inferiore in discesa che termina a m. 16 di dislivello dall'ingresso. È pure scavata in calcescisti. Alt. m. 813, lung. tot. m. 64. Il rilievo è pubbl. in [53] p. 24 e [26].

*Bibliografia speciale:* 1925 MURATORE [50], 1946 MURATORE [53]. - *Bibliografia generale:* 1937 CAPELLO [12].

3°) GROTTA SUPERIORE DEL PUGNETTO (creusa dle tampe). - Si trova poco più in alto delle precedenti, vicino al rio Cenere, sul versante destro del poggio quotato 901, e vi perviene un sentiero da Pugnetto che sale passando al colle del poggio. Dist. circa 400 da Pugnetto. L'ingresso visibile ( $3 \times 3,50$ ) è seguito da un corridoio che si restringe e termina dopo una doppia S. Alt. m. 872, lung. m. 47. Il rilievo è pubbl. in [53] p. 25 e 28.

*Bibliografia speciale*: 1925 MURATORE [50], 1946 MURATORE [53]. - *Bibliografia generale*: 1937 CAPELLO [12].

Oltre a queste grotte ve ne sono presso il collettore altre due: nel complesso debbono considerarsi come tronchi un complesso canalizzato che un tempo doveva servire al passaggio delle acque del rio Cenere, sezioni ora staccate, delle quali permangono tracce negli ammassi di frana qua e là esistenti in ogni cavità. Esse però si sono sviluppate lungo linee di frattura interessanti tutto il poggio.

---

PARTE V.

FENOMENI CARSICI DEI CONTRAFFORTI  
FRA LA DORA BALTEA E IL CERVO

In questo settore si comprendono tutti i contrafforti, principali e secondari, scendenti dal crinale alpino nel tratto decorrente tra il gruppo montuoso del M. Rutor e quello del M. Rosa: esso abbraccia quindi il fianco sinistro del bacino idrografico della Dora Baltea nonchè l'intero bacino della Dora di La Thuile.

La regione, nei limiti indicati, è costituita da tipi disparatissimi di rocce appartenenti a differenti età, dalle più antiche alle più recenti del quaternario. Le rocce carsogene però sono, nel loro complesso, abbastanza ben localizzate: è perciò agevole il poter distinguere in zone ben definite le aree nelle quali si concentrano i fenomeni in studio. Le zone principali sono due: la prima è quella dei contrafforti della valle della Thuile, sino al Picc. S. Bernardo, la seconda comprende i rilievi fiancheggianti le valli Veni e Ferret. Le zone minori sono: la regione di Bionaz (Valpelline), la dorsale divisoria delle valli del Marmore e dell'Evançon, la dorsale tra l'Evançon ed il Lys.

Nelle prime due zone le aree carsogene sono costituite litologicamente da una complessa formazione continua di calcescisti, di calcari dolomitici, di gessi e carnirole incluse tra i terreni del carbonifero e le masse protoginiche del massiccio del M. Bianco. Nelle altre si tratta invece di limitate aree di simili rocce incluse, alternate e frammiste a più estese aree di rocce serpentinosi; prasinitiche, ecc. della serie delle « pietre verdi »: in queste perciò il carsismo è molto ridotto e limitato per lo più a forme superficiali. Esaminiamo le singole zone successivamente.



## Cap. I. - SETTORE : TESTA D'ARPI-THUILE-PICCOLO S. BERNARDO

## CARATTERI GENERALI DEL SETTORE.

Il bacino della Dora di La Thuile è costituito da un solco vallivo principale diretto nell'insieme da SO a NE e decorrente dal Picc. S. Bernardo a Pré St. Didier, al quale affluiscono, oltre piccoli valloncini, tre grandi valloni secondari, uno da SE, dal Rutor, e due da NO detti di Breuil e Chavannes. Il solco vallivo principale è inciso quasi in corrispondenza della zona di contatto tra le formazioni dei calcescisti mesozoici, che presentano una direzione generale SO-NE e pendenza a SE, e gli scisti carboniosi micacei ed arenacei e le filladi della falda del Gr. S. Bernardo: i calcescisti costituiscono quindi le rocce-basi del fianco idr. sinistro e le filladi formano invece l'ossatura dei rilievi della fiancata destra, pur avendo uguale direzione di sviluppo e pendenza dei precedenti (monti Terre Nere, Chaz Dura, Belvedere, ecc.).

La valle principale però non scorre proprio al contatto diretto, poichè tra le due formazioni emerge una scaglia tettonica abbastanza potente di trias a facies gessosa-carniolitica che costeggia parallelamente ad oriente il solco d'impluvio principale. Il vallone del Rutor taglia trasversalmente le filladi, quelli di Chavannes e Breuil i calcescisti.

Particolare interesse hanno i solchi di La Tour-Pont Serrand e di Thovez, scavati nel trias, i quali hanno direzioni opposte e convergono nella conca di La Thuile, risultando nel complesso paralleli al corso principale della Dora (in questo bacino). La strada statale che sale al Piccolo S. Bernardo oltre La Thuile si svolge per la maggior parte in corrispondenza del solco di La Tour, lasciando così alla sua destra l'affossata e nascosta forra della Dora di Verney. Già in un nostro scritto precedente [16] avevamo fatto cenno al significato che essi possono avere rispetto alle linee generali dell'idrografia antica: è da ritenere che anzichè a semplice erosione normale siano dovuti anche a degradazione carsica. Ciò è suggerito dal fatto che tutto il trias carniolitico e gessoso del bacino presenta forme dovute al carsismo.

## I FENOMENI CARSIICI

## A) I fenomeni esterni.

Un primo accenno ai fenomeni carsici di questa regione è dovuto al FRANCHI [34] il quale segnalava la presenza di conche doliniformi alla Testa di Chargeur ed a La Tour, ritenendole

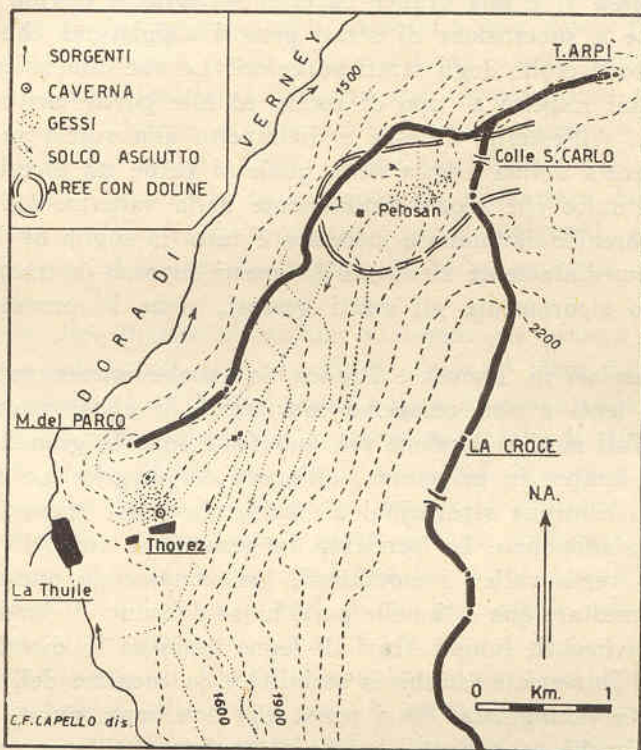


Fig. 8. - La valletta carsica di Thovez (La Thuile, val d'Aosta).

dovute a dissoluzione di gessi in profondità. I fenomeni sono però molto estesi anche altrove e già lo scrivente ne diede un primo cenno descrittivo specialmente in rapporto alla morfologia regionale [16]. È opportuno passare in rassegna le varie località nelle quali si manifestano (figg. 8-9).

Un primo gruppo di fenomeni carsici si trova sui rilievi alla destra della Dora del Rutor, nel bacino Thuile-Thovez anzi nella conca che ospita questo villaggio. Il bacino di Thovez, che per

i suoi profili longitudinali e trasversali ha l'aspetto di una valletta in miniatura con fondo aperto, è scavato tra gessi e scisti del carbonifero, e sin dal suo imbocco presenta fenomeni carsici cospicui. Sul pendio orientale del M. del Parco, alle falde del quale vi sono le case di Thovez, si distingue nettamente una gran massa di gessi cristallini che un tempo poteva essere più estesa ed occupare gran parte della soglia di confluenza.

In essa vi è una grande caverna sotterranea dovuta verosimilmente a suberosione di strati gessosi soggiacenti che hanno provocato il crollo degli strati superiori. Le sue dimensioni sono eccezionali rispetto al tipo di roccia ed alle particolarità stratigrafiche. All'esterno di essa e dirimpetto alla roccia vi è una ben marcata dolina erbosa nella quale si perde un piccolo rigagnolo, l'unico che scorra attualmente nella valletta. La dolina è nel morenico dauniano e morenica è tutta la soglia di Thovez. Però immediatamente al disotto di questi depositi di trasporto si stendono sicuramente gli strati gessosi, come lo provano fatti diversi.

I casolari di Thovez e Prelion da epoche immemorabili avvertono lenti e non omogenei movimenti di abbassamento del suolo. Tali moti si rendono più manifesti dopo le grandi piogge e quasi sempre in primavera, all'epoca del disgelo. Le case richiedono continue riparazioni ai muri, che assai spesso s'inclinano e s'affondano. La pendenza in generale è verso il M. del Parco o verso valle: i montanari, ben conoscendo questi fatti, usano innestare qua e là nelle parti basse dei muri di fondamenta e dei pavimenti, lunghe travi di legno resinoso in direzioni diverse ed intrecciate, sicchè la stabilità e la coesione dell'insieme ne risulta vantaggiata. Se si pensa alla non lunga durata del legname, anche se resinoso, messo al contatto dell'acqua freatica circolante si può dedurre che se tale metodo è preferito, ben veloce deve essere la modificazione del sottosuolo roccioso.

Nel 1953 in una sola notte di temporale il pavimento di una casa di Prelion, che posava sul gesso, sprofondò di due metri. Anche sul pendio di Thovez del M. del Parco assai spesso si producono improvvisamente degli affondamenti ad imbuto per dissoluzione dei gessi sottostanti. Noi stessi potemmo osservarne uno apertosi nel 1937, un vero pozzo di diametro, che fu in seguito chiuso a metà altezza col farvi rotolare entro grossi blocchi di pietra, travi e terriccio.

Venticinque anni or sono sul sentiero a Pian Prà si aprì d'improvviso sotto un carico di legnami un abisso nel gesso, profondo una trentina di metri, che fu opportunamente chiuso con travi e lastre di pietra, per permettervi ancora il passaggio. I fenomeni di sprofondamenti sono quindi ragguardevoli in estensione e in frequenza. Se si pensa che tutta la valletta di Thovez ha un solo piccolo rigagnolo a fondo artificiale di nessuna importanza e che dagli scisti carboniferi sgorgano parecchie copiose sorgenti che vengono subito assorbite dopo breve percorso esterno, si comprende come il lavorio lento e sotterraneo delle acque possa manifestarsi all'esterno con caratteri così evidenti e così cospicui. Quanto avviene ora è legittimo supporre sia avvenuto anche nei tempi andati: sicchè tali fenomeni di suberosione profonda potrebbero ben spiegare la formazione della valletta stessa che per la sua ampiezza e per il suo profilo non può essere dovuta nè a esarazione glaciale nè ad erosione normale torrentizia.

Anche oltre Prelion si estende la formazione gessosa che affiora in grandi banchi sino al colle S. Carlo ed oltre. In prossimità dei casolari La Grange, prima e dopo di essi e nella foresta al disotto del colle della Croce si trova un'infinità di doline scavate parte direttamente nei gessi, parte nel morenico sovrapposto. Sono di forma svariatisima, circolari, ellittiche, ad imbuto, a scodella e talune anche a pareti verticali, cioè quasi a pozzo molto largo (m. 5-10) e poco profondo (m. 5-10). Quelle prative hanno diam. di 40 50 m. e prof. di m. 5-6: quelle nella pineta sono invece di misure assai disparate (da m. 2 a 40-50 e profonde al massimo m. 10-12). Queste ultime sono tutte alla destra della strada che sale al colle della Croce. Il gesso che le forma è tutto bucherellato, corroso e fessurato ed il loro fondo è per lo più ad imbuto pietroso. Quelle prative sono invece a fondo piatto e leggermente concavo, coperto da erbacee igrofile.

Oltre le case La Grange la morfologia carsica assume aspetti diversi. Verso il colle S. Carlo le doline gessose sono sempre più piccole e di forma a ciotola od a scodella. Verso la conca di Petosan ed oltre ai Trinceramenti del Principe Tommaso s'incontrano ancora grandi doline disposte a scaglione e talune composte, ad imbuto ed allungate. La conca di Petosan è infine da ritenersi come una grandiosa dolina originaria, ora composta. È delimitata sul bordo occidentale da una bozza calcescistosa arcuata

che culmina a quota m. 1795. La parte più bassa a sud della conca è a m. 1772, ma non corrisponde all'intaglio più basso assoluto della soglia perchè questa si trova al di là della bozza ricordata, a nord a quota m. 1740. Il fondo della conca è pianeggiante acquitrinoso, con quota media m. 1750 e degrada lentamente verso un bel laghetto carsico che occupa una dolina ad imbuto con bordo a quota massima a m. 1756.

Molte piccole conche a scodella ed a ciotola irregolare in calcescisti sono sparse ovunque sui fianchi interni della conca (diam. m. 2-3, prof. m. 0,50). Il laghetto è piriforme e l'immissario è dato da una piccola sorgente che esce dai calcescisti. Le sue acque dopo un percorso incassato di una cinquantina di metri, scompaiono in un inghiottitoio a fessura, pure in calcescisto. Tale fessura è stata chiusa artificialmente da un muricciolo a secco e si dice che scende alquanto in profondità. Le acque ivi inghiottite vengono forse a giorno seguendo l'inclinazione degli strati, nella conca di Thovez. L'unica sorgente notevole, in questa zona è quella termale dell'orrido di Pré St. Didier. Il VALBUSA <sup>(1)</sup> a questo proposito scrive: «La sorgente termale è con ogni probabilità in rapporto con gli inghiottitoi visibili sopra La Thuile nella valletta della frazione Thovez, in quella zona carsica, calcarea-gessosa, che di là prosegue al Piccolo S. Bernardo». Non si può escludere a priori la possibilità di tale rapporto, perchè come è noto la idrografia carsica sotterranea non segue i piani di stratificazione, pare però più esatto ritenere che le acque termali siano affatto indipendenti.

Oltre la conca di La Thuile si ritrovano fenomeni carsici alla frazione Villette presso la seggiovia per Les Suches, sotto forma di scodelle erbose da suberosione profonda, con fondo piatto (diam. m. 4-5, prof. m. 1). Evidentemente sono in connessione col trias gessoso che affiora poco dopo nel solco di La Tour incuneandosi tra scisti e dolomie. Questo solco trae origine dal Piano dell'Abbondanza e seguendo il contatto tra il trias dolomitico e gli scisti carboniosi alla Testa dell'Asino ed a quella di Chargeur, affluisce alla Dora poco oltre Pont Serrand. Lungo il rio s'incontrano solo piccoli spuntoni di carniola assai corrosi: i fenomeni più appariscenti sono sotto la testa di Chargeur a nord-est.

(1) VALBUSA U. - *I battimenti acustici nell'orrido di Pré St. Didier in Valle d'Aosta*. Riv. Mensile del C.A.I., 1927, 39.



Fig. 9. - Le aree carsiche della regione del Piccolo S. Bernardo.

Nel bel ripiano di La Cretaz-Serva, in calcescisti ricoperti in parte da morenico (su Serva), sono scavate molte doline a piatto, in roccia, pochissimo profonde ed amplissime. La maggiore di tutte è quella di La Cretaz (m. 1886) con diametro superiore ad

80 m., con bordi poco rilevati (meno di due metri) ed avente sul suo fondo piccole dolinette ad imbuto. La parte superiore del solco di La Tour è asciutto e la linea di massima depressione decorre tra le due Teste ed il fianco nord del M. Chaz Dura, con una serie di piccole conche a gradino senza per altro che vi sia un solco ben demarcato.

La Testa d'Asino e più ancora la Testa di Chargeur mostrano chiari segni di degradazione carsica. Le dolomie carnio-litiche gialle ivi sono tutte corrose e fessurate con disfacimento a blocchi sferoidali. Il ripiano fra le due teste verso la Roux ha pure aspetto carsico. Ben più notevoli sono invece le cavità doliniformi dei dintorni delle case La Tour (m. 1993). Ve ne sono parecchie di grandi dimensioni poco prima di esse, ed oltre, prima della strada militare che sale al ripiano di Les Suches. La maggiore (segnata pure nella tav. 27 II SE) è ad imbuto allungato con fondo piano acquitrinoso: l'orlo è ellittico con diam. di m. 80 e prof. di 15 m. È scavata nel morenico che poggia sul gesso. Analoga deve essere la conca che la sovrasta di qualche metro e che racchiude un piccolo bacino lacustre di una ventina di metri di diametro, arginato in parte artificialmente per assicurarne la costanza di livello.

Oltre la casa cantoniera del km. 154 (punto quota 2048 nella tav. 27 II SE) alla sinistra della strada vi sono due copiose polle di acqua fortemente calcarea che scorrendo lascia abbondante deposito travertinoso: essa evidentemente proviene per percolazione dal M. Touriasse sovrastante, costituito da carniole.

Occorre venire poi alla più elevata parte del colle, presso la colonna Joux ed il cerchio druidico, per trovare altri fenomeni carsici. Le doline della regione del cerchio sono rimarchevoli per il numero, benchè dovute a suberosione profonda (diam. m. 3-5, prof. m. 0,5-2). Altre manifestazioni si hanno poi di qui sin oltre l'ospizio (ruderi), alle falde del gradino che sostiene il lago Longet. Consistono in doline pietrose o scavate nel morenico ricoperto da coticola erbosa, di tipo ereditato. Sono a scodella, rotonde ed allungate con fondo curvo, talune ad imbuto con diametri uniformi, sino a 6-7 metri (talune anche 10-15) e poco profonde (m. 0,5-2). In una di queste, tra la tomba di Chanoux e l'Ospizio, ad imbuto (diam. m. 10 x 15, prof. m. 8), ogni anno si forma un lago temporaneo che in autunno si svuota quasi totalmente.

Oltre l'Ospizio si erge uno speroncino gessoso con fessure e dolinette sventrate (una assai grande, diam. m. 20 x 80), alcune con pozze. Sul fianco montuoso ad ovest dell'Ospizio si notano solchi torrentizi interrotti. Sul pendio ad est, invece, e sin verso la Chanousia, è caratteristico un insieme di solchi subparalleli, trasversali al pendio, con pendio rialzato il cui vallo raggiunge larghezze di parecchi metri (anche 10) e lunghezza di circa 150: corrispondono probabilmente, come già fu osservato al Moncenisio ove pure si sviluppano tali solchi, a zone ove s'alternano scisti e carnirole oppure a linee di frattura esistenti nella massa di queste.

Molto interesse offre la regione superiore dominata da un gruppo di bacini lacustri, tra i quali il lago Longet. Salendo dall'Ospizio verso le fortezze, sulla sinistra idrogr. della testata della comba Fraidevas, si abborda il falsopiano che culmina col M. Belvedere: questo è costituito da un insieme di pendii a gradinata sui quali si trovano parecchie conche pietrose in roccia calcarea, alcune delle quali circolari, contenenti pozze acquee più o meno permanenti. A mano a mano che si sale verso il M. Belvedere le conche aumentano di numero, sono più profonde, più imbutiformi ed alquanto pietrose, specialmente nel tratto di piano tra il Belvedere ed il Touriasse. Questa cima, ben visibile dal valico, per il suo aspetto tipico, essendo costituita da carnirole chiare e da dolomia marmorea grigio-bianca, presenta sul suo fianco meridionale, un allineamento di dieci doline ad imbuto (diam. m. 6-8, prof. 3-5), ed altre doline si addensano ancora sul piano sottostante vicino alle baite: tutte quante fanno parte di una grande conca, mal segnata sulla carta, che deve la sua esistenza ad attivi fenomeni di solubilizzazione carsica. Il loro fondo, se liberò da nevi, rivela ammassi di blocchi rocciosi cariatati. Grosse doline vi sono pure tra le baite (m. 15, prof. m. 7).

Tutto il settore tra il Touriasse, il colle Fourclaz ed il Belvedere presenta conche a pareti ripide, pietrose, con nevati perenni e talvolta laghetti. Scendendo dal Belvedere verso NE si notano altre conche irregolari nevose. Immediatamente a ovest e sotto il colle Fourclaz, vi è un lago (non segnato sulla carta) che copre il fondo di una dolina circolare, assai profonda: è visibile un piccolo emissario che assieme a più copiosi rivi di risorgenza sotto la soglia, si immette in una grande conca soggiacente. Anche in questa conca le doline sono ampie e numerose e



sembrano intercalate fra archi e cordoni pseudomorenici dovuti ad un glacionevato tardo-glaciale, strutturalmente assai regolari: al centro di questi archi sta del pietrame con doline irregolari.

Verso nord-est tra i monti di Chaz Dura e Touriasse, affiorano gessi carniole e calcari marmorei grigi nei quali sono scavate cinque belle conche da neve, aventi fondo piatto collegate a piccoli canali pietrosi: i loro fondi giacciono tutti allo stesso livello e due di essi contengono piccole conche lacustri caratterizzate da livello delle acque fortemente variabile.

Si possono ancora segnalare doline poco profonde con fondo piatto acquitrinoso presso le case Balmette a NO del Lago Verney.

#### B) Pozzi e caverne.

1°) POZZO DEL M. DU PARC. - Giace sul pendio SE del monte, dietro alle case di Thovez. Si aprì improvvisamente nel 1937. L'apertura è chiusa con lastra di pietra. Diam. m. 4, prof. m. 20 circa. - *Bibl.*: 1939 CAPELLO [16].

2°) POZZO DI PIAN PRÀ. - Si trova proprio sul sentiero che conduce a queste case. Si aprì improvvisamente nel 1928 ed il suo orifizio fu in seguito chiuso con pietrame. Prof. circa 30 m. - *Bibl.*: 1939 CAPELLO [16].

3°) LA GRANDE CAVERNA (gran Borna). - Si apre alle falde est del M. du Parc, dietro le case Thoves, in parete gessosa bianca. - *Dati cat.*: carta top. 28 III SO (Sala Dora), non segnata. Lat.  $45^{\circ} 43' 12''$ , long.  $5^{\circ} 29' 48''$ ; dist. m. 100 a N di Thovez. Alt. m. 1550. Consiste in un alto e grande camerone d'affondamento, col suolo occupato da blocchi di frana, con nicchie e cunicoli brevi chiusi. Le misure già date vanno ridotte per un difetto di funzionamento dell'apparato di rilevamento. Il rilievo è pubbl. in [17 p. 18]. - *Bibl.*: 1925 BERTARELLI [6 p. 447], 1939 CAPELLO [17].

4°) CAVERNA DELLA PALESTRA. - In parete calcescistosa a ovest della Thuile. Apertura ben visibile. - *Dati cat.*: carta top. 27 II SE (Thuile), non segnate. Lat.  $45^{\circ} 43' 10''$ , long.  $5^{\circ} 30' 27''$ ; dist. m. 250 a N  $35^{\circ}$  O di La Thuile. Alt. m. 1450, lung. m. 13. La planimetria è pubbl. in [17 p. 19]. - *Bibl.*: 1939 CAPELLO [17].

## Cap. II - SETTORE : CONTRAFFORTI DELLE VALLI DI COURMAYEUR

## CARATTERI GENERALI DEL SETTORE.

In questo largo settore si comprendono tutti i rilievi compresi tra il corso della Dora di La Tuile ed il torrente Liconi affluente della Dora a Pré St. Didier: vi appartengono perciò le dorsali che limitano a sud-est i corsi delle Dore di Veni e Ferret e quelli delimitanti i valloni minori. Le valli principali, Ferret e Veni, contornanti il fianco meridionale del massiccio del Bianco, sono sviluppate l'una sul prolungamento assiale dell'altra e decorrono precisamente nella zona di contatto tra le masse di granito protoginico ed i gneiss che formano l'ossatura del massiccio e la fascia calcescistosa mesozoica delle avancatene. A questa si affiancano lembi dolomitici con carnirole e gessi dei trias medio e superiore, associati a banchi di quarziti e scisti antracitiferi i quali fasciano masse di profidi più resistenti (M. Chetif).

Sono questi lembi di terreni idrosolubili quelli che ospitano i fenomeni carsici e poichè si sviluppano in senso NE-SW, similmente alle direttrici delle creste montuose, così anche i fenomeni carsici si allineano in questo senso.

Particolare interesse offrono due piccole e brevi vallette, quelle di Dolonne e di Chapy, che assoldandosi in questi terreni più teneri e incidendoli nel loro sviluppo assiale, decorrono all'incirca come le valli maggiori, Veni e Ferret, convergendo nel bacino di Courmayeur. Su queste dovremo ritornare più tardi. Avvertiamo ancora che le rocce calcaree triassiche si estendono sino al colle della Seigne, largamente affiorando alle Piramides Calcaires (nome ben significativo). Nel tratto La Visaille-Colle Seigne esse sono assai visibili sulla sponda destra della Dora, ove si vedono successivamente emergere calcari marnosi del giura (Visaille), gessi (fianco alla morena del Miage), carnirole (sotto l'Arp. Vieille).

## I FENOMENI CARSICI.

A) *I fenomeni esterni.*

Le prime osservazioni in proposito sono dovute al ROVERETO [60], il quale notava la presenza di doline nei dintorni di Dolonne e del colle Checroit. Successivamente il DESIO [30] accennava alla

presenza di altre aree carsiche nell'alto vallone di Malatrà ed il SESTINI [70] forniva ulteriori particolari sui tipi di doline di queste stesse aree. Qualche anno più tardi lo scrivente riprendeva l'argomento ed eseguiva uno studio sui due bacini vallivi, Veni e Ferret [13]. A queste ricerche altre ne sono seguite in anni diversi e perciò si ritiene utile riassumere i risultati delle conoscenze attuali, procedendo sistematicamente da SO a NE, incominciando dai contrafforti che si diramano nelle valli di La Thuile (fig. 10).

Allo sbocco del vallone di Chavannes, sul pendio sud della Comba Varin, verso 2400 m. circa di altezza, si notano alcune doline in calcescisto ad imbuto circolare abbastanza ampie (diam. Thuile (fig. 10).

Nel vallone di Breuil, sul versante sinistro, alle falde del M. Laityre, si notano spiccati fenomeni carsici sopra le case Bioletta, consistenti in fessure e pozzetti aperti nello sfasciume di una lente dolomitica, nonchè doline pietrose, irregolari (diam. m. 2-10, prof. m. 1-2): sono contenute in un'area di diametro di 300 m. con dislivello di 50. Altre conche prative stanno sopra, sotto ed attorno alle case Grotti (ampie, prof. m. 1-2). Più interessante è l'alto vallone di Chavannes. Il fianco sinistro della sua parte sommitale presenta due falsopiani inclusi in due conche congiunte alla base su un terrazzo con soglia a 2400 m.: il primo giace tra i monti Berio-Blanc e Favre, il secondo alle falde del M. Fortin.

Nel primo, sulla destra del solco d'impulvio (secco), vi è un complesso di conche doliniformi, prative in alto, rocciose verso la soglia del gradino, molte delle quali contengono pozze più o meno permanenti (7 od 8). Il lago azzurro cupo, quotato 2667, giace in una dolina molto profonda ed è alimentato da sorgenti sul fondo. Il rio di scarico si disperde in doline e fessure per ricomparire più in basso. Le doline hanno diametro medio di m. 10 e prof. m. 2-3; sono circolari o allungate e sono aperte in una formazione forse di pendio (? , o morenica) atipica.

L'altra conca, ad ovest della prima è a ripiani successivi e presenta caratteri assai diversi, ospitando nella parte superiore roccioni dolomitici cariatati, fessurazioni estese nonchè doline a piatto irregolare (diam. m. 15-20, prof. m. 3-4) e conche sventrate con laghetti, e nella parte inferiore conche prative.

Nell'alto circo d'origine del vallone di Youla, verso il colle d'Arpi è un largo circolare in una conca carsico-nivale e tra gli

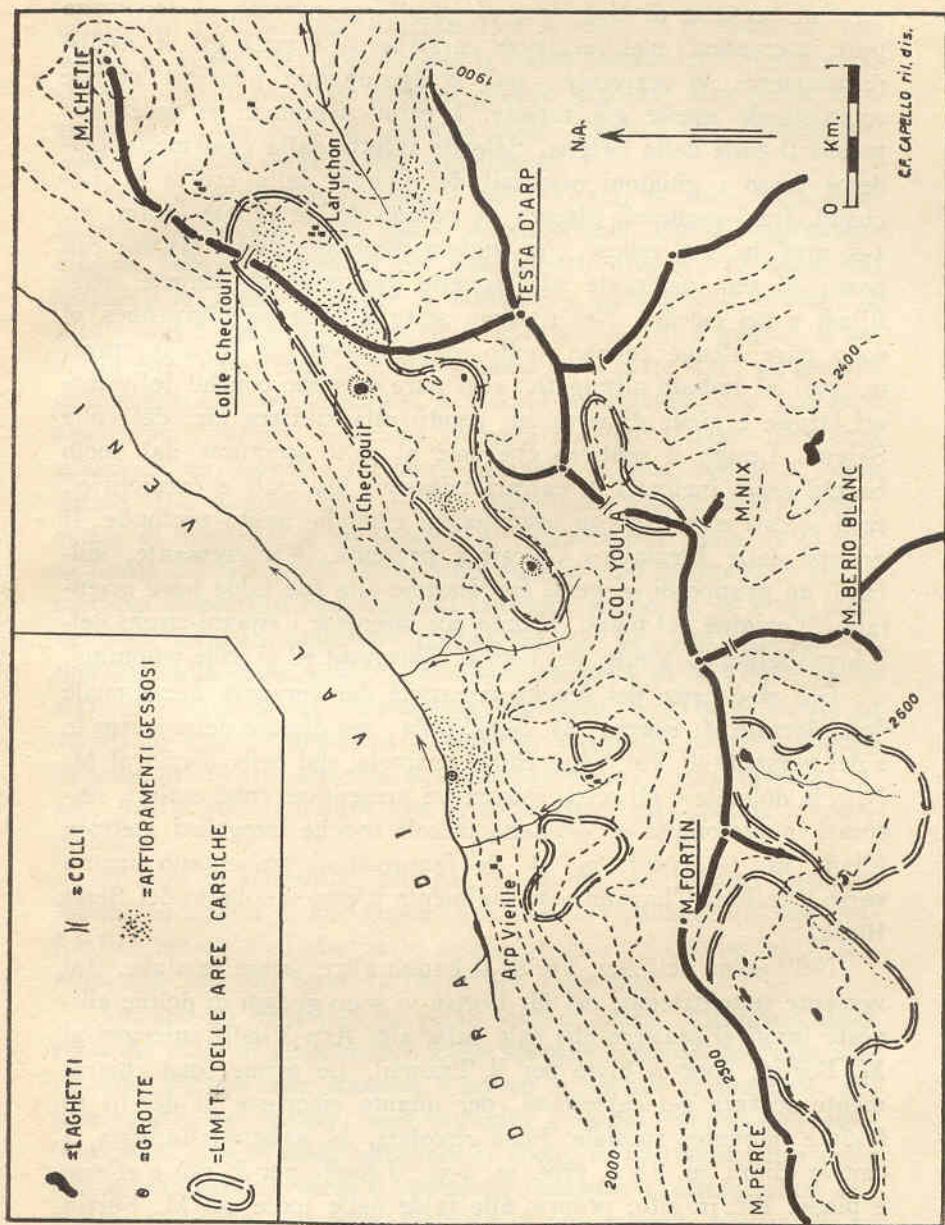


Fig. 10. - Le aree carsiche del contrafforte spartiacque Dora di Veni - Dora di Thulle.

spuntoni dolomitici ed i calcari brecciati cariati vi sono piccole doline irregolari a gruppi: anche sopra il sentiero tra i due colli se ne trovano lungo il pendio.

Sul versante di Val Veni di questi contrafforti, si osservano pure interessanti manifestazioni carsiche delle quali già si occupò diffusamente lo scrivente: qui si aggiungono ulteriori notizie completando quelle già fornite. I primi fenomeni si osservano presso il colle della Seigne. Salendo infatti dalla casermetta (ruderò) verso i ghiaioni orientali del pendio della cresta di Lechaud, fra i cocuzzoli glaciali, si notano doline erbose (diam. m. 4-8, prof. m. 2-3) erbose, con fondo a scodella o piatto (alcune con pozze ed una ospitante un laghetto permanente) scavate nelle filladi e nei calcari. Nel ripiano, sotto il colle di Chavannes vi sono pure alcune conche molto ampie (diam. m. 10 x 25, prof. m. 516) ad imbuto allungato: così pure esistono conche doliniformi larghe e piene di neve sui pendii alla sinistra idr. del colle Seigne. Lungo il sentiero che sale al colle spuntano dal suolo banchi assai inclinati di calcari triassici, brecciati e carniolitici, tutti solcati ed erosi, con fessurazioni carsiche molto profonde. Il gruppo delle Piramides Calcaires presenta, d'interessante, soltanto un gruppo di sorgenti freddissime alle sue falde nord orientali, all'origine del piano. Hanno poi interesse i ripiani-circhi dell'Arp Vieille, di Youla, del lago di Checrouit ed il colle omonimo.

Già si è detto dei fenomeni carsici del versante meridionale della dorsale M. Fortin - M. Nix-Youla: ora diremo dello scrimolo e del versante di Val Veni. Sullo scrimolo, dal colle Youla al M. Nix, la dolomia e gli scisti calcarei si presentano tutti carciati, fessurati in profondità ed ospitano piccole conche irregolari pietrose (diam. m. 1-2, prof. m. 1): le fessurazioni aumentano ancora verso il colle di Chavannes specialmente presso il colletto del Berio Blanc.

Nel bacino dell'Arp Vielle si hanno altre forme carsiche. Sul versante settentrionale del M. Fortin vi sono gruppi di doline allineate lungo il sentiero che sale dalle alpi Arp Vieille inferiori al M. Fortin, dopo il bivio per il Tramail. Le prime sono chiaramente scavate nei calcescisti, per quanto ricoperte di detriti di falda e morenico stadiale. Sono circolari, ad imbuto allungato, a ciotola (diam. m. 8 x 4, prof. m. 1-3); il fondo per lo più è erboso e piano. Più in alto, proprio alle falde delle rocce del M. Fortin ve ne sono moltissime ad imbuto, ellittiche, disposte in serie, semplici e composte, con diametri molto più grandi (m. 20-30, prof. m. 5). Una grandissima ad imbuto circolare contornata da altre minori, trattiene sul suo fondo un laghetto permanente

(diam. m. 70) : le acque limpidissime permettono di osservare che anche al disotto del pelo acqueo il fondo scende ad imbuto verso il centro del lago. Poco sotto il gruppo giacente alla quota inferiore vi è una serie di fresche polle d'acqua che smaltiscono quella assorbita dalle cavità sovrastanti.

Nel bacino attiguo, sotto il colle Youla, vi sono manifestazioni carsiche solo nella parte settentrionale, che si continuano sino al lago di Checrouit con due aspetti diversi : in basso sul terrazzo sul quale si svolge la mulattiera dominano le conche, in alto spuntoni gessosi, dolomitici e carnioli a coni e guglie. È caratteristico dapprima, ed è ben segnato sulle carte top., un gruppo di dolomie cariate, fessurate, a blocchi accatastati, con profonde spaccature, pozzetti e conche irregolari a quota 2340 circa, nei pressi di un laghetto circolare giacente in una dolina a fondo piatto. Più a nord, alle doline sporadiche erbose subentrano i campi di doline, e se ne possono distinguere due : uno, inferiore, al limite del bosco con doline pietrose o di tipo ereditato in roccia calcarea dolomitica con diametri notevoli (anche m. 50 x 30, prof. m. 2-5), un altro superiore tra 2200-23000 m., ben chiaramente indicato sulla carta, giacente alla base del circo di NO della Testa Arp. Si tratta di un pendio poco inclinato, coperto di colate di detriti di aspetto morenico a cordoni, ricoprenti fosse e conche da suberosione di ampiezza notevole (diam. m. 50-70, prof. m. 5-10). Anche nel circo superiore le rocce sono tutte cariate e frammentate.

Il lago di Checrouit occupa una dolina ad imbuto circolare (diam. 90 x 75) e le sue acque cupe lasciano pensare ad una profondità notevole. Tuttavia le doline in calcare dolomitico o scistoso più notevoli sono quelle or ora ricordate.

Un settore di doline in gesso vivo è quello sviluppato nella zona del colle di Checrouit e nello sperone roccioso che sale alla rotovia. Proprio alla stazione d'arrivo si aprono le maggiori doline gessose ad imbuto, vere voragini a pareti subverticali ospitanti neve sino al tardo autunno. Il suolo, in corrispondenza della cresta displuviale e verso il vallone di Dolonne, è letteralmente crivellato da doline fitte fitte, disposte in allineamenti plurimi di 30 e più unità : sono di tipo a scodella, ad imbuto simmetrico ed asimmetrico, a calice le più profonde, a piatto o bacino le altre.

Fra le doline a maggior quota si possono osservare dorsali parallele emergenti e coincidenti con la stratificazione dei banchi

gessosi; non vi è dipendenza però tra l'asimmetria e l'inclinazione di essi. La maggior dolina gessosa è proprio alle falde settentrionali della Testa d'Arp, a quota 2270, là ove terminano i pascoli e s'inizia l'affioramento dei gessi al contatto con i calcescisti. È ad imbuto svasato con diam. di m. 48-50 e prof. m. 18-20.

Le doline di questo sito hanno i fianchi ricoperti da rade coticole erbose e sono ricche di depositi di disfacimento consistenti in terre giallastre, mai di terra rossa. Molte di esse hanno il fondo intercomunicante per meati o per fori non superiori al mezzo metro: in altre esso è ricoperto da fitta vegetazione idrofila. La pendenza massima osservata delle pareti è di 70°.

Le doline di tipo ereditario dei dintorni di Laruchon, e specialmente sopra le case, hanno diametri molto maggiori delle precedenti ma la profondità non cresce in proporzione al diametro. La loro forma è per lo più a catino (scodella) con pendii uniformi e talune (rare) a gradinata. Ne furono misurate due perfettamente regolari dietro le case, con fondo pianeggiante (diam. m. 40-24, prof. m. 6-8) ed altre due uniche del tipo a calice con profilo più volte spezzato e fondo angusto (diam. m. 34-45, prof. m. 11-12). Quasi tutte le doline di questo gruppo sono simmetriche. Esse appartengono al bacino idrografico del vallone di Dolonne: una minima parte giace sul versante della Val Veni.

Nel settore Checrouit le doline vengono chiamate « le combe » o « gouffre ». Sul M. Frety alla sinistra del sentiero che sale al rif. Torino, presso gli ultimi pascoli, si può osservare una dolina isolata ad imbuto molto aperto, larga una dozzina di metri e profondo circa due, avente carattere di dolina ereditata, cioè formatasi negli strati profondi di calcari giuresi sepolti sotto la coltre francoide morenica. Il fondo di essa è occupato da alcuni blocchi rocciosi.

Nei contrafforti della valle Ferret le prime tracce del fenomeno si trovano nell'alto vallone Malatrà, confluyente alla Dora nei pressi di La Vachey. Tra i casolari di Malatrà Inferiore, Giouè e Malatrà Superiore si nota, specie sulla destra idrografica del torrente, un susseguirsi di spuntoni calcarei (taluni alloctoni) cariati ed erosi alternati da piccole conche carsiche e cocuzze da esarazione, che costituiscono lo sbarramento a valle del vallone sospeso (fig. 11).

Oltre le ultime case ora dette si stende un'ampio ripiano alluvionale ricolmo, sul quale in passato scorreva un modesto ghiac-

ciaio. Esso è attraversato diagonalmente da tre gradini a scaglione non molto rilevati, irregolari, formati da banchi da calcari calcescistosi con direzione est-ovest, fra i quali serpeggia il rio di Malatrà. Questi gradini sono costituiti tutti da rocce calcaree e

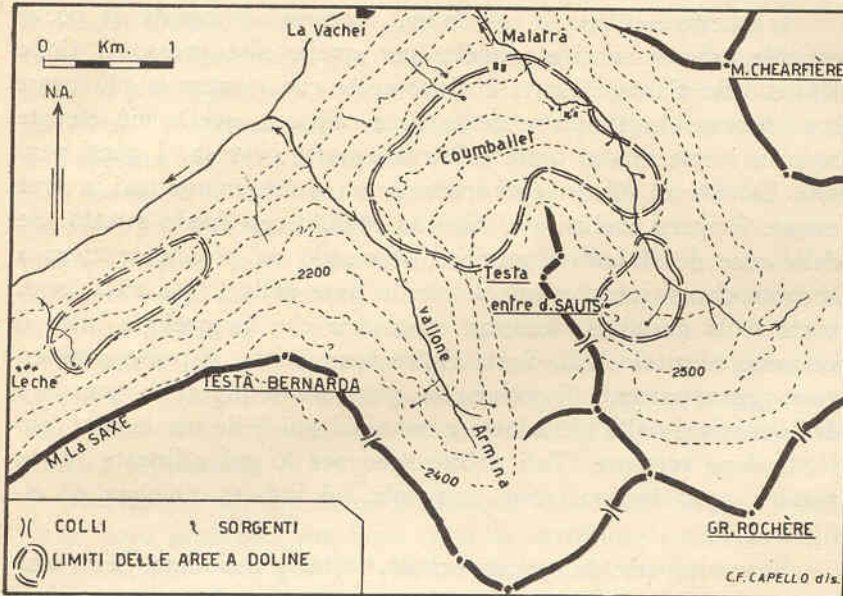


Fig. 11. - Aree carsiche dei contrafforti montuosi di val Ferret.

sono crivellati ad un'infinità di conche piccole irregolarmente imbutiformi (diam. m. 1-5, prof. m. 1-2). Le conche ed i rilievi conici che le separano sono per lo più nude, e massi sparsi, fessurati e corrosi, sono assai spesso accumulati sul fondo di esse. Se dubbia è la natura di questi gradini, a causa degli elementi minuti che in parte li coprono, ben chiaro è invece l'aspetto carsico di essi che è assai simile a quelli di altri piccoli gradini che s'incontrano più avanti. È da notare che a valle di esse vi è una ricca risorgente quotata 2236.

Proseguendo per il sentiero che conduce al colle d'Entre deux Sauts e sotto di esso, cioè quasi al fondo del pianoro, si incontrano diverse altre conche che hanno veramente l'aspetto di doline. Più in alto ancora le conche si allargano: esse sono però irregolari, imbutiformi con misure variabili da pochi metri sino a venti e con prof. di m. 7-10. Una contiene un lago, un'altra, la più ampia di



tutte, è assai prossima a quella ora detta e misura un diam. di 40 metri ed una prof. di m. 20. Essa è però molto asimmetrica ed a contorno irregolare ed il suo fondo pianeggiante è cosparso da numerose doline minori pure imbutiformi (diam. m. 1-3, prof. m. 0,50).

L'aspetto e il tipo di tali doline, rocciose o ricoperte da poche coticole erbose, si ripete anche per quelle site presso il Colle Entre deux Sauts, solo vi è di notevole che mentre le più basse sono scavate direttamente nelle rocce calcaree, quelle più elevate sono in roccia mista, parte calcarea e parte gessosa. I gessi però sono limitati ad affioramenti sparsi e non si presentano mai in zone estese. È quasi esclusivo il tipo ad imbuto con fondo stretto. Se dalle case di Malatrà Superiore, seguendo un piccolo sentiero a sinistra che si inerpica sin presso la base della Cima 2644, ci si porta sulla grandiosa terrazza orografica che fiancheggia tutto il versante orientale della Testa Entre deux Sauts, si possono osservare aggruppamenti di doline che, per quanto minori di numero e di dimensioni delle precedenti, sono assai più belle per la loro conformazione regolare. Tali doline sono per lo più allineate su un piano e sono di tipo vario: a ciotola, ad imbuto circolare od ellittico.

Sono ricoperte da coticole erbose, tuttavia denotano, per i loro caratteri, di essere scavate direttamente nei banchi calcarei-calcescistosi che formano l'ossatura del monte. Proseguendo oltre ad esse e portandosi sul fianco nord-ovest del gruppo della Testa Entre deux Sauts si perviene, dopo breve tratto, nella regione detta Coumballè. Questo toponimo locale è già di per sè indicativo della presenza di conche, derivando dal vernacolo « cumba » (= conca). La regione vista dall'alto si presenta come un pendio non molto forte suddiviso in brevi ripiani paralleli, degradanti gli uni sugli altri, tutti crivellati da un'infinità di conche di forma, estensione ed importanza diversa. Talune, specialmente le maggiori, mostrano con chiarezza il carattere prettamente carsico di esse, mentre altre minori, di numero ed irregolarissime, sono piuttosto da ascrivere a fenomeni di esarazione glaciale.

L'insieme del Coumballè si può ritenere come un altipiano carsico le cui conche si sono formate per lenta percolazione nelle rocce calcari mettendo a nudo qua e là dei rilievi a cordoni di rocce più resistenti, quarzose, che decorrono a quote diverse, parallelamente fra loro e parallele pure alla valle principale. In distanza

tali rilievi si possono scambiare, data la loro regolarità, con cordoni morenici, ma un'ispezione locale permette di chiarire la loro natura.

Le parti alte del Coumballè, ove l'inclinazione del pendio non è molto forte, sono più ricche di doline circolari di grandi dimensioni alcune delle quali contengono anche laghetti (o pozze) carsici. Le doline hanno per lo più forma ad imbuto con fondo angusto o pianeggiante a sezione circolare o ellittica. Molte di esse giacciono in allineamenti su piani diversi: tale disposizione è in rapporto alla stratificazione (diam. m. 35-40, prof. m. 4-5). Non mancano le dolinette a ciotola (diam. m. 4-5, prof. m. 112) ma sono più numerose quelle a catino, con fondo piano o leggermente concavo, tutte coperte da spessa coltre erbosa. Anche le parti più basse del Coumballè sono cosparse di fosse imbutiformi, ma tutte allungate e ricoperte da morenico minuto.

È ancora da rilevare come sul fianco vallivo sotto il piano del Coumballè sgorgano copiose perenni sorgenti, quotate 2125-2000-1900, che evidentemente portano a giorno le acque assorbite nel pianoro sovrastante.

Anche sul M. La Saxe si possono osservare conche doliniformi poco profonde, ma forse sono da attribuire esclusivamente alla sola azione del gelo e della nivazione. Sul pendio nord-ovest del monte, tra le case La Lichère e Leuche, si allineano numerose conche doliniformi (segnate anche sulla carta: 28 III NO), alcune allungate, altre subcircolari aventi acquitrini al loro fondo, specie verso l'ultima località: lo sbarramento è calcinoso e sono da ritenere sviluppate fra le testate degli strati inclinati. Ancora su questo fianco vallivo, di fronte a La Palud, vi è una grossa polla di acqua assai fredda, perenne.

Oltre alle valli Veni e Ferret anche le vallette di Dolonne e Sapin (o Chapy) presentano un interesse ai nostri fini. Così ad es. tutto il fianco idr. destro della prima presenta guglie e pareti di erosione gessose che fanno assai contrasto con l'opposto costituito da scisti. Però è la giacitura stessa della valletta e dell'opposta che interessa.

Lo studio dei due solchi secondari convergenti alla Thuile, caratteristici per essere depressioni allineate e dirette da SW a NE seguendo la direzione di estensione delle masse triassiche, richiama l'attenzione anche sulle valli di Courmayeur (e viceversa), essendo estese nelle stesse direzioni, coassiali, ed esse pure inta-

gliate all'incirca tra formazioni profondamente differenti. Infatti mentre le prime dividono il carbonifero dalle formazioni calcescistose mesozoiche, le seconde sono incise all'incirca in corrispondenza della zona di contatto tra questi calcescisti, la grande massa intrusiva protoginica del massiccio del M. Bianco e gli gneiss del pretriassico (M. Trelatête). Come i solchi di La Tour e Thovez seguono la striscia triassica carsica, anche all'estremo nord, nella conca di Courmayeur, notiamo due solchi che ivi convergono, di Dolonne e di Chapy che, coassiali essi pure, seguono nel loro insieme una corrispondente striscia triassica interposta tra il mesozoico (che vi sta sopra) ed una sottile striscia di porfidi permiani che formano i monti Chetif e La Saxe, le cui falde sono costituite da scisti giuraliassici.

Vi è quindi una profonda analogia geomorfologica tra questi solchi torrentizi. Il trias (calcari dolomitici compatti) si diparte già al Colle della Seigne e per le Piramidi Calcari si estende verso nord-est lungo la Dora di Veni, costeggiando la fiumana del Miage, con i ben noti e potenti gessi e gli scisti neri, messi a nudo dalle erosioni, che si estendono assotigliandosi sino al Colle di Checrouit e divallano nella valletta di Dolonne. La striscia gessosa carniolitica risale ancora nella valletta di Chapy, su entrambi i fianchi poi più su ancora al Col di Sapin ed al di là del vallone Armina, sino al Passo d'Entre Deux Sauts, sul versante del vallone di Malatrà.

Quivi i gessi cessano di affiorare ma in tutta la loro precedente estensione, come si è visto, mostrano ben impressi i fenomeni carsici: l'allinearsi di insellature e di solchi incisi in queste rocce indica lo stretto rapporto di dipendenza tra questi tipi litologici e l'epigenesi quaternaria.

#### B) *Le caverne.*

Nella valle di Courmayeur esiste una sola grotta scavata in roccia carsica, è la :

BALMA DEI CAMOSCI. - Si trova alle falde del versante, sotto gli spuntoni rocciosi quotati 1952, nella gola percorsa dalla Dora, di fianco alla grande morena laterale destra del Miage. Ingresso visibile dalla strada in parte coperto da frane. - *Dati cat.* : carta top. 27 II NE (M. Bianco), segnata. Lat.  $45^{\circ} 46' 41''$ , long.  $5^{\circ} 34' 09''$  (dati rettificati); dist. m. 1000 N  $10^{\circ}$  E dal ponte del lago.

È scavata nel gesso ed è probabile, data la sua vicinanza alla Dora, sia dovuta in parte all'azione meccanica delle acque del torrente stesso. - *Bibl.* : 1939 CAPELLO [17].

### Cap. III. - LE ZONE MINORI.

#### *Contrafforti della Valpelline.*

È nota, sinora, una località nella quale i fenomeni carsici sono presenti: si tratta di Bionaz e dintorni. Il PARONA infatti [54, p. 49] dice: « In Valpellina, presso Bionaz, a lato della miniera... la chiusa incisa dal torrente nella serie gneissico micascistosa che forma quasi uno sbarramento naturale alla valle, a caratteri manifestamente carsici, comprende banchi di calcefiro fratturati e quindi facilmente invaso dalle acque di penetrazione esterna. Qui a qualche decina di metri sul torrente, un ruscello [il rio Moulin] scompare improvvisamente, assorbito da un pozzo naturale (inghiottitoio) aperto nel calcefiro ». Tale pozzo è uno stretto cunicolo verticale detto localmente « buco che nasconde l'acqua » e dà in una cavità presso il torrente Buthier, dalla quale l'acqua scende in cascata. Tipica è la struttura corrosa dei calcefiri specie sopra gli impianti di lavorazione dei minerali: ivi vi sono pure qua e là piccole conche doliniformi poco profonde e molto aperte. A monte del villaggio di Pouillaye vi è poi la:

GROTTA DELLE FATE (*borna d'la faia*). - Si trova sulla sinistra del Buthier oltre la cascata del torrente Albiera ed è aperta in una parete rocciosa di scisti giallo chiari. - *Dati cat.*: 29 IV SO (B. Lusency), non segnata. Lat.  $45^{\circ} 53' 13''$ , long.  $4^{\circ} 59' 10''$ ; dist. m. 1000 a N  $70^{\circ}$  E dal paese. Consta di una galleria tortuosa a doppia elicoidale ed è dovuta in parte ad erosione turbinosa. Alt. m. 1900, lung. m. 35. Il rilievo è pubbl. in [17 p. 16]. - *Bibl.*: 1924 BERTARELLI [6, p. 413], 1937 CAPELLO [15], 1939 CAPELLO [17].

#### *Contrafforte tra il Marmore e l'Evançon (figg. 12-13).*

Questo importante contrafforte, che si diparte dallo spartiacque alpino nel gruppo del Breithorn, presenta interessanti fenomeni carsici nel suo settore più elevato, sul versante est e su quello ovest, in corrispondenza dei valloni d'origine della Valtour-

anche e della valle d'AYas. Il tratto di contrafforte tra la Gran Sometta ed il Grand Tournalin è costituito prevalentemente da rocce verdi (prasiniti e anfiboliti) frammiste a banchi calcari-dolomitici con carnirole nel Gran Sometta e al Motta di Pletè, ed a

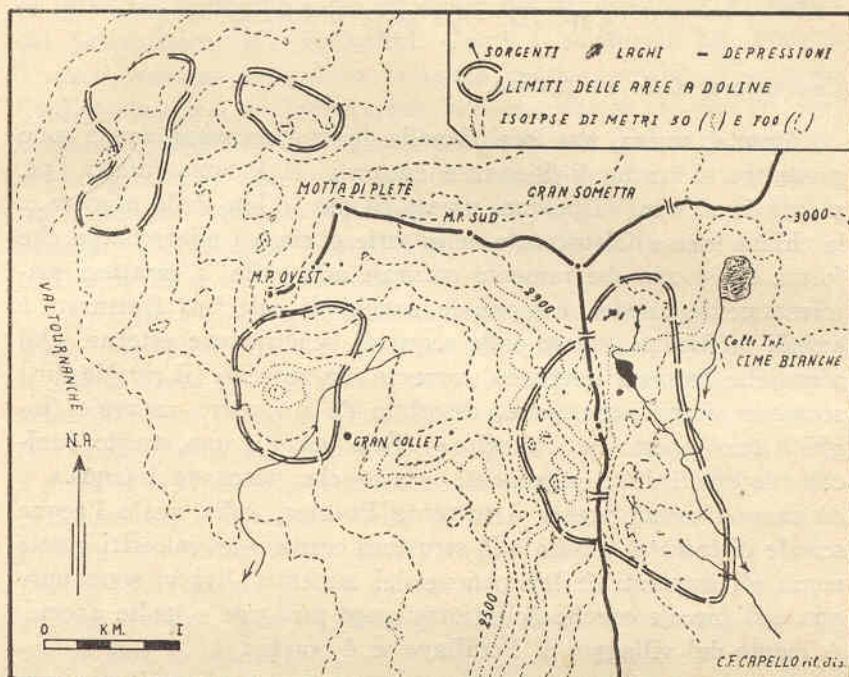


Fig. 12. - Aree carsiche dell'alta Valtournanche.

calcescisti al Tournalin, ricoperte da abbondante coltre di materiale morenico o di falda. L'alta quota media della regione ed il conseguente forte innevamento hanno favorito lo sviluppo di zone a morfologia carsica, sia negli affioramenti di rocce idrosolubili, sia al contatto tra queste e le rocce eruttive.

Estese fessurazioni di tipo carsico si trovano in un ripianetto tra Plain Maison e le alpi Goillet. Piccole dolinette irregolari in calcescisto vi sono attorno ai laghi del Goillet: conche maggiori alle falde settentrionali del Motta di Pletè e del B. Pio Merlo, ove si nota una grande dolina irregolare da suberosione profonda, ben segnata sulla carta (diam. oltre 100 m.). Risalendo il pendio del B. Pio Merlo e quello del Motta di Pletè Ovest, si osservano ripiani a gradinata con rocce calcaree presentanti grandi fessura-

zioni e, fra cocuzzoli poco rilevati ampie conche irregolari subcircolari od allungate, con fondo piano ghiaioso-sabbioso (diam. m. 20-30, prof. m. 10-12). I solchi idrici sono interrotti, sicchè le acque di pioggia e di fusione delle nevi penetrano nel sottosuolo e

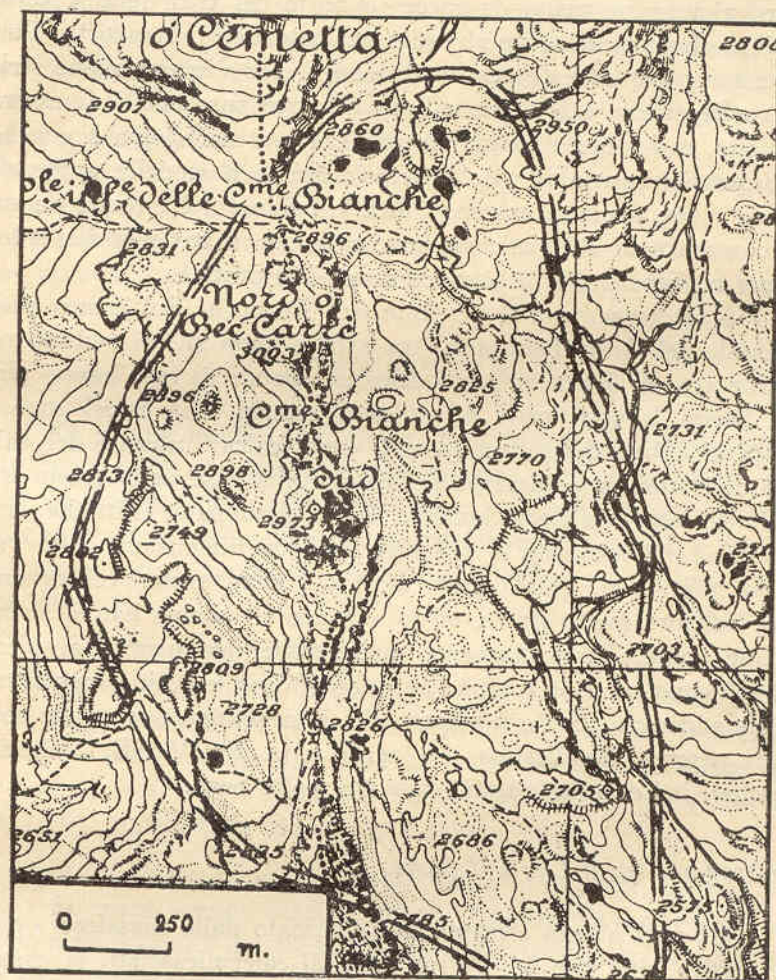


Fig. 13. - Le conche carsiche del gruppo delle Cime Bianche secondo la tavoletta dell'I.G.M. (ingrandimento) (confrontare la fig. 12).

per fessurazioni raggiungono le sorgenti dei sottostanti ripiani.

Sia il pendio del Motta di Pleté, sia quello delle C. Bianche (il nome è significativo) e le cime sullo spartiacque principale, presentano guglie e torrioni subconici isolati e piccoli tratti di bei

campi di erosione. Un particolare aspetto ha un rilievo a collinetta esistente alle falde meridionali del Motta di Pleté Ovest. Osservato dall'alto questo basso rilievo si presenta come un ammasso di materiali di trasporto (morena): in realtà però è costituito, almeno in parte, da rocce in posto del tipo delle « pietre verdi », abbondantemente rivestite da materiali di trasporto. Poichè attorno a queste « pietre verdi » e fra esse s'interpongono striscie calcescitose e fors'anche lenti calcaree suscettibili di essere disciolte, si è venuta istituendo una curiosa morfologia a conche di dimensioni variabili: dalle piccole doline a scodella a grandi conche a fondo piatto erboso. Tutta la collinetta è circuita da un solco accentuato nel quale scorrono rivi che in parte si disperdono per riaffiorare più in basso in risorgenti prative.

Più interessante è il versante dell'Evançon. Sul fianco sud-orientale del Gran Tournalin, tra 2500 e 2600 m., si sviluppano piccole aree di doline in scisti calcarei; alcune di esse hanno piccoli bacini lacustri privi di emissari esterni. Più estesi sono i campi di doline nei calcemicascisti e nei calcari trassicici del vallone di Cortoz, specialmente nei ripiani alla base della cresta tra il M. Roisetta e la Gran Sometta. Sono aggruppate, ellittiche, circolari, ad imbuto, per lo più pietrose, con dimensioni assai variabili (diam. m. 30-40, prof. m. 1-5): assai spesso conservano neve nel loro fondo sino a tardo autunno ed alcune hanno anche piccole pozze. Particolarmente interessante due gruppi ai piedi dei colli quotati 2896 e 2826: in quest'ultimo le doline sono fittamente addensate. Sotto il ripiano che le contengono sgorgano sorgenti perenni freddissime. La carta top. (29 IV SE, Valtournanche), indica tutti questi fenomeni molto bene.

#### *Contrafforte tra il Lys e il Sesia.*

Anche su questo contrafforte, dominato dalle massicce « pietre verdi » alternate a sottili striscie di calcemicascisti, si osservano fenomeni carsici di un certo interesse, sui quali già ebbe a richiamare l'attenzione il MONTERIN [47]. La prima località degna di rilievo è l'altopiano di « Grube » (nome altamente significativo usato localmente per indicare le cavità sotterranee) decorrente in senso nord-sud sul pendio occidentale del Seehorn (P. Straling), tra i valloni di Spissen e Moos (Rikka), sul fianco vallivo sinistro al disotto del lago Gabiet (Gressoney). Tale altipiano, arido, privo

di solco d'impluvio, si sviluppa attorno ai 2200 m. di altitudine e presenta diversi avvallamenti scavati nelle rossastre rocce calcemicascioste, crepacciate lunghe e profonde ed una quantità notevole di doline circolari a scodella, ellittiche, irregolari, di varia entità (diam. m. 2-40-80, prof. m. 2-10). Si riscontrano anche in basso a Bedemie. Sono quasi sempre disposte in allineamenti che corrispondono ad intercalazioni di rocce calcaree fra le serpentine, oppure a fratture: alcune funzionano da veri inghiottitoi. Altre piccole doline si trovano sulla dorsale superiore: sono di tipo a scodella. Nell'altipiano vi sono altresì piccole doline-grotte assorbenti con fondo nevoso (diam. m. 2-3, prof. m. 4-6).

Il Monterin accenna anche a gruppi di doline sul fianco vallivo opposto, nel ripiano di Bettaforca (che però noi non abbiamo riesaminate).

## APPENDICE

In alcune località dell'alta valle d'Aosta sono state segnalate caverne che non si sono potute visitare: qui si riportano, per ogni evenienza, i loro dati principali. Le prime sei non sembra, dalle indicazioni, debbano ascriversi al fenomeno carsico, le ultime due invece sono con tutta probabilità, dovute a dissoluzione di tipo carsico.

*Caverne Balmette.* - Si trovano nella fraz. Quinto del comune di Borgofranco di Ivrea. Sono scavate nel detrito di falda ed in parte furono modificate per opera dell'uomo. Sono un centinaio, di piccole dimensioni, ed in esse la temperatura è oscillante tra 6° e 9°. - *Bibl. gen.*: 1922 REYNAUDI [58 p. 13], 1925 BERTARELLI [6], 1928 SACCO [62], 1937 CAPELLO [12].

*Grotta ghiacciata di Chabaudey* (borna d'la glace, de la glia-ce). - Si trova presso questi casolari, frazione di La Salle. La prima esplorazione è del 1841. Ha ingresso triangolare (0,65 x 0,80) cui segue un salto di m. 4 che dà in vano con due cunicoli con brevi diramazioni tutte coperte di ghiaccio, non accessibili: la temp. del fondo varia da 2° a 3°. Altitudine m. 1602. - *Bibl. gen.* 1866 ARGENTIER [2], 1928 SACCO [62], 1874 BARETTI [3 bis], 1937 CAPELLO [12].

*Grotta del bosco di Combes.* - Nella regione Combes di Arvier. - *Bibl. gen.*: 1866 ARGENTIER [2] p. 68, 1937 CAPELLO [12].



*Grotta ghiacciata di Emaresè.* - Si trova ad un'ora e mezza di strada da Emaresè (o Eresa), frazione di Montjovet Altitudine m. 1310. - *Bibl. gen.*: 1922 REYNAUDI [58] p. 59, 1937 CAPELLO [12].

*Grotta di Rompailly (trou).* - Si trova a nord del paese di Brusson in val d'Ayas, nel bosco. È scavata in calcare (?). - *Bibl. gen.*: 1925 BERTARELLI [6] p. 413, 1937 CAPELLO [12].

*Grotta della Provvidenza.* - È scavata sul versante sud della Becca di Nona, nel gruppo del M. Emilius. - *Bibl. gen.*: 1889 BOBBA [9] p. 116.

*Buca del diavolo (borna du Croquet, trou du diable).* - Si trova tra le alpi Vieille (Valgrisanche) ed il Château Blanc, sul pendio di quest'ultimo. All'ingresso segue un cunicolo basso che dopo 10 m. si ingrandisce e presenta un bivio con fessura: un ramo è impraticabile, l'altro prosegue per 20 m. È percorso da un piccolo rivo. Lunghezza tot. m. 40 c. È in comunicazione, forse, col sovrastante Petit Lac Épais. - *Bibl. gen.*: 1869 GORRET [35], 1928 SACCO [62], 1937 CAPELLO [12].

*Caverna del ran (borna du ran).* - Si trova in località « bois du Ran » sotto la becca omonima, in frazione Rovinot di Valsaranche. È nota dal 1895. È scavata in calcare. Consiste di un corridoio (alt. m. 2) terminante in saletta (diam. m. 10, alt. m. 8) diretto a ovest. Altitudine m. 1728, lung. m. 115. - *Bibl. spec.*: 1910 VESCOZ [73]. - *Bibl. gen.*: 1928 SACCO [62], 1937 CAPELLO [12].

## PARTE VI.

### FENOMENI CARSICI DEI CONTRAFFORTI TRA L'ALTA SESIA E IL TOCE

Non si hanno indicazioni di fenomeni carsici nelle valli scendenti dal crinale alpino tra il M. Rosa ed il Sempione, ed infatti data la natura dei terreni che le costituiscono (per lo più gneiss) mancano affioramenti di rocce carsogene. Si ha notizia per contro di qualche caverna abbastanza estesa in ristrette lenti calcaree <sup>(1)</sup>.

La valle Strona di Campello affluente allo Strona ad Omegna, intaglia nella sua parte media un complesso di formazioni pre-carbonifere costituite da kinzigiti aventi qua e là lenti anche abbastanza estese e potenti di calcari metamorfici cristallini e calcefiri, sempre della stessa età. Una di queste costituisce appunto una delle propaggini settentrionale della dorsale M. della Croce-M. Turlo (tra la Val Mastellone e la Val Strona) e più precisamente il Sasso delle Locchie (detto pure Sass Maier o Sass Muié) di fronte a Sambughetto. Questa montagna è ricca di antri ed anzi si crede che il nome di Sambughetto derivi appunto da Sambugat (=Saxum bucato). Tale monte è ora sventrato da numerose cave per l'estrazione del marmo bianco. Sono note tre grotte, le seguenti:

1° CAVERNA GRANDE DELLE STREGHE (l' beucc dal fai, cioè buco delle fate, o balma di Sambughetto). - È situata nel Sasso delle Locchie, dirimpetto a Sambughetto, sul fianco vallivo destro,

---

<sup>(1)</sup> Il BAZZETTA [5, p. 44] ricorda la grotta Buco dell'Orchera (o dell'Orca o dell'Orca) che si trova a nord della penisola d'Orta poco oltre la punta del Vomero: si tratta di una cavità con depositi di ocre ed abbondante stillicidio, nella quale si rinvennero ossa fossili. Non crediamo debba ascriversi a fenomeni carsici.

dove il torr. Chignolo affluisce allo Strona. È a 100 m. circa sul torrente. Vi si perviene dalla fraz. Marmo. La prima esplorazione risale al 1868 sec. Bazzetta, relazione di un certo G. Bessaro, in-trovabile).

*Descrizione sommaria.* - Ingressi diversi cui segue un gradino (m. 2) e cunicolo piano di m. 26 con diramazioni a destra che dà in saletta. Di qui si diparte una galleria stretta, in discesa e poi in salita (m. 17) disagiata, sino alla 2<sup>a</sup> sala con doppi cunicoli che si congiungono nella 3<sup>a</sup> sala circolare (diam. m. 9) : infine per galleria (m. 14) si perviene alla 4<sup>a</sup> sala (concrezioni) e per passaggio a sinistra alla 5<sup>a</sup> (m. 10 × 10, alt. 6-7) al fondo della quale vi è una sorgente. Mediante altre gallerie in salita si perviene molto in alto sul monte. Il Bazzetta vi trovò pure un pozzo profondo. Esplorazioni in gallerie superiori (1949) portarono alla scoperta di molte altre gallerie. È dovuta ad erosione in diaclasi ed in grado preponderante a scoscendimenti : rappresenta almeno in parte l'antico percorso del torrente Chignolo. Vi si rinvennero nel 1949 reperti paleontologici.

*Dati metrici.* - Lung. m. 1000 circa (misure approssimat.). Rilievi schematici dovuti a : 1° A. RUSCONI (1880?) pubbl. in [61 p. 246], 2° A. VIGLIO (1913) pubbl. in [74 fuori testo] e [5 pp. 133 e 153 non coincidenti].

*Bibl. speciale :* 1906 BAZZETTA [4], 1923 VIGLIO [74], 1952 MAVIGLIA [45]. - *Bibl. gen. :* 1880 RUSCONI [67], 1930, BAZZETTA [5] p. 150; 1937 CAPELLO [12], 1954 VENZO [72].

2°) CAVERNA INFERIORE DELLE STREGHE. - Si trova presso il torrente alle falde del monte. Consta di un piccolo vano chiuso. - *Bibl. gen. :* 1930 BAZZETTA [5], 1923 VIGLIO [74], 1937 CAPELLO [12].

3°) BALMA DI FORNERO. - Nel territorio di Sambughetto. Non descritta. - *Bibl. gen. :* 1930 BAZZETTA [5] p. 157.

## PARTE VII.

### FENOMENI CARSICI DELL'OSSOLA

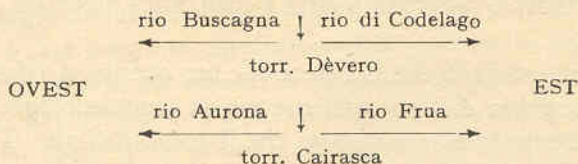
#### LIMITI E CARATTERI FISICI E GEOLOGICI GENERALI

Il settore ossolano che ci interessa, per quanto si riferisce alla circolazione ipogea di tipo carsico e per la fenomenologia esterna, è essenzialmente quello compreso tra il corso dell'alto Toce (Val Antigorio, Val Formazza) e la Val Divedro. Poco a nord di Domodossola il Toce si divide in più rami e di essi uno, il Diveria, dirigendosi verso occidente risale la valle Divedro e, contornando il massiccio culminante nel M. Leone, raggiunge il valico del Sempione: un altro ramo, che è ancora detto Toce, pur frammentandosi in corsi dipendenti aventi nomi diversi (Devero, Vannino, ecc.), risale sino al Passo di S. Giacomo, nel Canton Ticino. Le rocce calcaree, o gessose, o comunque carsogene, sono incluse appunto tra i corsi di questi torrenti e la displuviale alpina, e nel complesso sono localizzate in un'area a sezione ellittica estendentesi da nord-est a sud-ovest.

Nelle sue linee generali geognostiche la regione è costituita da un'estesa fascia di rocce calcescistose del trias e giura compresa tra le potenti masse fondamentali pretriassiche di gneiss granitoide occhiolato tipico del settore Antigorio-M. Leone-Ticino che le avvolgono a nord-ovest ed a sud-est. Tale fascia di calcescisti dipartendosi dal corso dell'Alto Ticino entra in suolo italiano in corrispondenza della val Toggia, costituisce in parte il rilievo del M. Giove e prosegue nelle valli di Codelago, di Buscagna, delle alte valli Cairasca e Veglia e nel settore compreso tra il M. Cistella e Valle.

È sufficiente una ispezione anche sommaria di una carta topografica al 100.000, tenedo conto di quanto ora detto, per comprendere come le depressioni vallive si siano preferenzialmente determinante nei tipi di rocce più facilmente erodibili.

Dicendo però « depressioni vallive » s'intende alludere a quelle che costituiscono i bacini d'origine delle vallate confluenti di destra alla valle principale del Toce. Così avviene per la val Toggia decorrente da nord-est a sud-ovest, per il bacino superiore del Vannino, che, con i solchi dei laghi Busin, ha ugual direzione. Fatto identico ma più espressivo ancora, si verifica per i bacini delle alpi Devero e Veglia: infatti in questo si osserva che i corsi principali del Dèvero e del Cairasca ad un certo momento si biforciano in due rami aventi direzioni opposte con direzione generale assiale da sud-ovest verso nord-est:



Di conseguenza l'idrografia di questi alti bacini rispecchia condizioni analoghe a quelle degli alti bacini d'origine degli affluenti di destra della Maira, già prima esaminati: qui tuttavia la regolarità dell'andamento è assai meno spiccata.

Al di fuori di questa regione e cioè nelle alti valli ossolane comprese tra essa e il lago Maggiore da un lato, e tra essa ed i monti valesiani dall'altra, mancano, si può dire, quasi completamente le rocce idrosolubili, essendo esse assolate nelle potenti formazioni di gneiss pre-triassici, inadatti a dare luogo all'insestarsi anche dei fenomeni pseudocarsici <sup>(1)</sup>. Esaminiamo ora singolarmente le condizioni delle varie zone nelle quali sono stati osservati i fenomeni che ci interessano. Poichè il fenomeno carsico è più legato all'orografia che non all'idrografia di una regione, potrebbe sembrare irrazionale discostarsi dal metodo sin qui seguito, quello cioè di esaminare i vari contrafforti: nell'Ossola tuttavia le aree carsiche, per la loro particolare giacitura

(1) Da uno scritto di M. CRAVERI (*Note prelim. sui fenom. esodinamici dell'Ossola*. Boll. Soc. Geol. Ital., 30°, 1911, n. 1) si ha notizie di alcune grotticelle a Uriezzo in Val Toce (p. 227) — che, dati i cenni forniti, potrebbero essere pozzi glaciali in roccia dura — ed alla Chiesa di Coimo (p. 228). Queste ultime consisterebbero in due concamerazioni abbastanza ampie (1° m. 4×18, alt. m. 9, 2° più piccola) scavate nel gneiss della Scheggia Pioda di Crana, all'alpe Cortino. Non sono evidentemente da ascrivere al fenomeno carsico.

non interessano di solito più di un versante e perciò, anche seguendo il criterio della divisione in bacini idrografici, non si erra e non ci si allontana sostanzialmente dai criteri sinora adottati.

## I FENOMENI CARSICI

### Capo I. - ZONA DELLA VAL TOGGIA

#### *Limiti e caratteri fisici e geologici della regione.*

Il bacino superiore della val Formazza è costituito da due valloni confluenti sopra la cascata di Frua, quello di Morasco da ovest, quello della val Toggia da nord-est: solo quest'ultimo offre fenomeni carsici degni di rilievo. Esso è delimitato verso oriente dall'ininterrotto ed elevata cresta spartiacque decorrente dal M. Basodino (m. 3273 sino alla punta del Termine (m. 2962), rapidamente declinante poi al passo di S. Giacomo (m. 2309): verso occidente lo delimitano lo zoccolo roccioso che sostiene il gruppo montuoso di Valrossa e la cresta, pure spartiacque alpina, che da questo gruppo giunge, in direzione nord-est, al passo indicato.

Osservato di lontano, dal gruppo montuoso di Nefelgiù, il bacino di val Toggia si presenta come una gran conca a pianalti laterali sospesa sul bacino di Frua-Riale e da questo separato mediante un pendio molto erto sul quale si snoda la strada camionabile. Alcuni spuntoni rocciosi levigati, a forma di cocuzzoli, con quote oscillanti attorno ai 2200 m. circa (2150, 2131, 2171, 2157) sono testimoni di un'antica soglia che con continuità lo delimita ad occidente, ora incisa e sovraincisa dalle acque torrenziali ivi assai attive. Tale soglia si sopraeleva di oltre 400 m. sul fondovalle principale. Il fondo della conca, ora occupato da un vasto bacino artificiale, si livellava attorno ai 2100-2150 metri ed ospitava in origine alcuni bacini lacustri, tuttora visibili in periodo di acque basse.

Questo vallone sospeso è caratterizzato da due estesissimi terrazzi sul fianco destro, a monte del rio di Valrossa, l'altro su quello sinistro: il primo è costituito da un largo declivio assai inclinato con soglia attorno a 2400 m. cui sovrastano tracce di altri spianamenti a livello oltre 2500 m. Il secondo è in verità un

esteso e largo falsopiano con due pendenze opposte; il tratto più a monte, sul quale stanno i laghi Boden, ha pendenza da nord a sud, il tratto a valle, sul quale sta il lago Castel ora imbrigliato, ha invece pendenza da sud a nord.

In tutto questo pianalto, perciò, l'idrografia è alquanto incerta e, data la natura litologica del suolo, spiccatissimi sono i fenomeni carsici. Tra il passo S. Giacomo ed i cocuzzoli rocciosi che delimitano il lago artificiale, decorrono, in corrispondenza del falsopiano dei laghi Boden, una potente formazione di gessi micacei alternati a banchi di anidriti e carnirole della nota serie del trias medio: è da avvertire che la denominazione di Rupe del Gesso (m. 2431), che compare in un cocuzzolo roccioso di tale settore, non indica la realtà del fatto, essendo essa costituita da roccia calcarea. I gessi sono, poco sotto, attigui alla dolomia. Si estendono sotto il lago artif. sempre mantenendosi sulla sinistra dell'antico solco d'impluvio ora sommerso dall'invaso accresciuto. Le rocce che contornano il lago Castel sono costituite da calcescisti ed il rio emissario separa tali calcescisti dai gessi.

*I fenomeni carsici* (figg. 14, 15, 16, 17, 18, 19).

Un cenno sulla esistenza di fenomeni carsici nell'alta val Toggia diede il PIOLTI [55 p. 118] sin dal 1888 scrivendo: « So da un'informazione verbale fornitami dal prof. Spezia che in val Toggia (Ossola) sotto le pendici del Markhorn [ora P. Fiorina], hannovi parecchie escavazioni nel gesso, perfettamente imbutiformi, dovute evidentemente solo all'azione dell'acqua meteorica, con molta probabilità sotto forma di neve, che lentamente, scioglie il gesso ». Una prima descrizione sommaria di quanto ivi si osserva si deve al MARINELLI [43] che nel 1906 visitò quella zona e rilevò la presenza di doline collegate con sorgenti alimentanti i sottostanti laghi Fischsee. I nostri studi in questa zona risalgono all'estate 1952 e 1953, e nella seconda campagna, furono fatti in periodo di estrema magra, onde poter rilevare le condizioni del fianco vallivo che normalmente è sotto il pelo acqueo che corrisponde al massimo invaso.

Risalendo la stradina che dal rifugio sale al lago Castel e poi inerpicandosi sulla bozza erbosa quotata 2245-2204, si trovano piccole doline a ciotola, regolari (diam. m. 2,6; prof. 2-3), ed altre con misure un po' superiori si trovano lungo il pendio

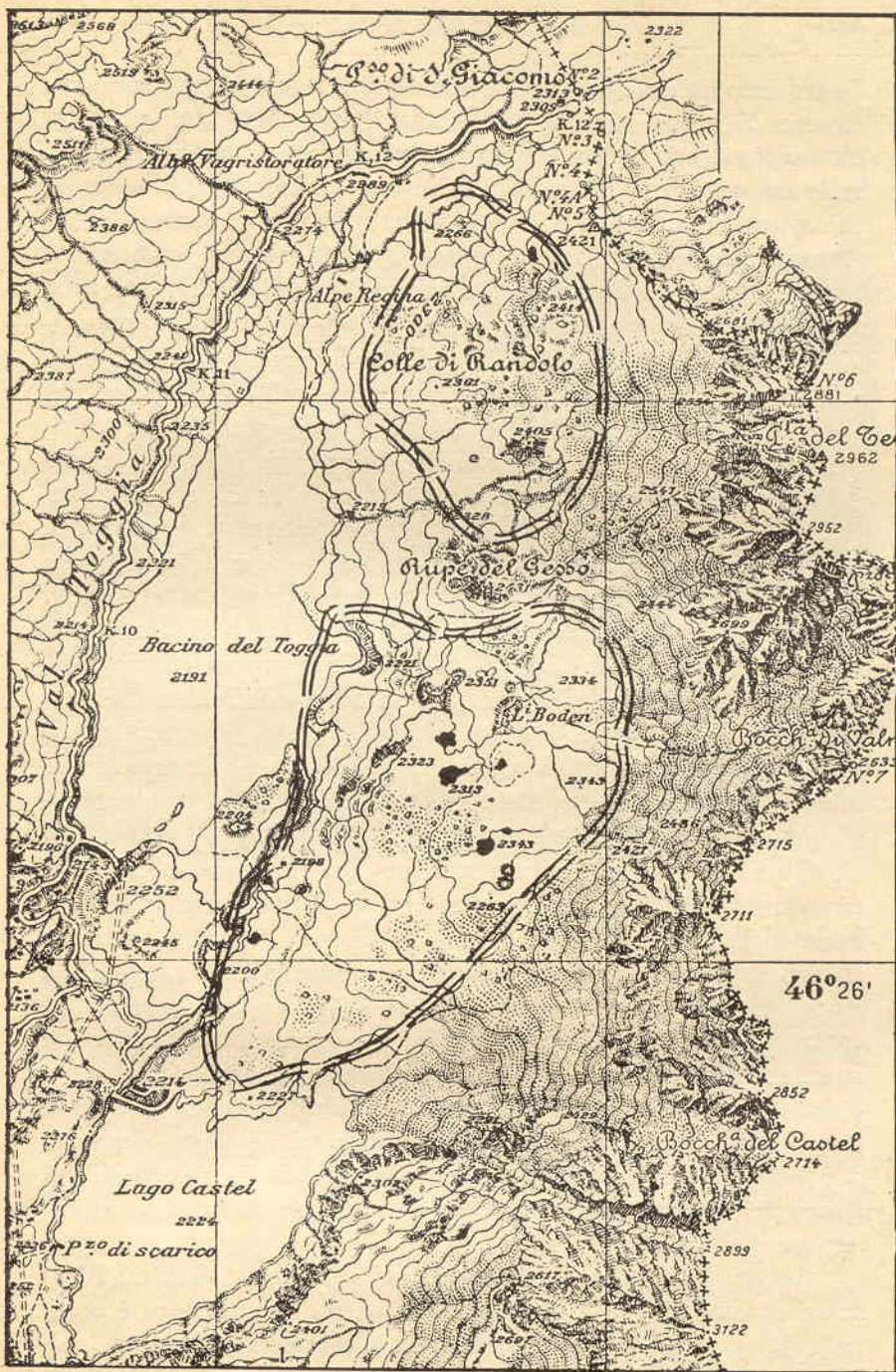


Fig. 14. - Le aree carsiche dell'alta val Formazza (valle Toggia, passo S. Giacomo).



destro idrografico del rio che scende dal lago: qui alcune sono ripiene di acqua. Questo rio forma due laghetti (n. 3, n. 5) allungati, ai cui fianchi affiorano rupi gessose le quali ad un livello un po' superiore ospitano due conche lacustri (n. 4, n. 6) che altro non sono che doline ad imbuto una, ed a piatto l'altra. Attorno ed anche a nord della casa quotata 2198 vi sono doline gessose (diam. m. 4-5, prof. m. 2) a ciotola, ed altre ve ne sono ancora presso il punto di confluenza del rio al grande bacino.

Più oltre, costeggiando il lago, gli affioramenti di gesso sono sporadici e solo ricompaiono in grande alle falde della Rupe del Gesso: dominano invece dolomie cavernose e carnirole che si riscontrano pure sul pianoro superiore, non sempre visibili a causa del materiale morenico che le ricopre. Lungo le falde della scarpata che fiancheggia il bacino, oltre la confluenza, vi sono doline profonde, alcune gessose ad imbuto, altre ampie e pietrose, e fra queste una è notevole perchè assai più profonda delle altre, con pozza circolare sul fondo: ad ovest di essa, verso il lago artificiale, vi è un laghetto (Lungo, n. 10) allungato, con pozza a sinistra, nella quale vi sono due sorgenti abbondanti di acque gessose e fredde (2<sup>a</sup> sorgente). Questo lago giace a 5-6 metri sul livello del bacino quindi a quota 2196: attraverso le sue acque limpide bleu-verdi si vede che il fondo è costituito da due conche ad imbuto affiancate con tramezza abbassata.

Oltre questo lago si presenta una valletta carsica che contorna un piccolo sperone morenico alto 20-30 metri sul livello del bacino: da questo solco in periodo di disgelo, le acque scendono al laghetto ricordato e quindi al bacino. Tutta la costa, di qui alla Rupe del Gesso, è carsica pietrosa in dolomia: ben presto s'incontra un altro lago (lago Rotondo, n. 11) assai bello, giacente in una dolina circolare con una parete elevata che normalmente è sotto il livello massimo del bacino artificiale per 3 metri e forse più: quando le acque sono basse gli sfioratoi del lago, che sono due, sono liberi. Si vede che l'acqua vi giunge da risorgenti sul fianco del monte. Dolinette pietrose irregolari sommerse, si osservano nei dintorni.

Anche il pianalto sovrastante ospita fenomeni carsici. Morfologicamente si può dividere in due parti: la superiore è occupata dal gruppo dei laghi Boden ed è perciò pianeggiante (nell'insieme), l'inferiore invece è a pendio più o meno accentuato, a seconda dei luoghi. Risalendo quest'ultimo dal lago Castel e

giungendo al suo punto culminante quotato 2263, si può osservare che è costituito nell'insieme da un'estesa pietraia carsica dall'aspetto morenico, in quanto è foggiate a cordoni subparalleli irregolari, poggiante su un substrato calcareo o gessoso, che per



Fig. 15. - Gruppo di grandi doline gessose del Colle di Randolo (val Toggia).

dissoluzione progressiva profonda ha determinato lo scompaginamento dei cordoni stessi. Vi si osserva una serie di conche irregolari contenute fra un grande arco morenico che si stacca dal monte dirigendosi verso la diga di Toggia e il versante del monte.

Entro questo arco si nota una grande conca chiusa con fondo prativo avente sui fianchi e sul fondo alcune dolinette: sul fondo acquitrinoso si notano gruppi di bei cuscinetti erbosi palustri. A quota più bassa è notevole una enorme dolina di tipo ereditato (diametri m. 100 e 40, prof. m. 20) con fondo pietroso, piano. Sul fianco di essa, a valle, vi è una serie di cinque solchi d'impluvio che si uniscono all'asse del solco principale: corrispondono a linee di frattura profonde e lo dimostra il fatto che lungo essi i sassi sono disposti ed infissi con simmetria. È da notare

ancora che in corrispondenza dei due laghi lungo il rio, già ricordati, ad una trentina di metri su di essi, si aprono altre doline ad imbuto (diam. m. 2-4, prof. m. 1-2) e pozze con acqua.

Diga



Risorgenti

Dolina più  
bassa

Bacino  
Toggia  
m. 2191

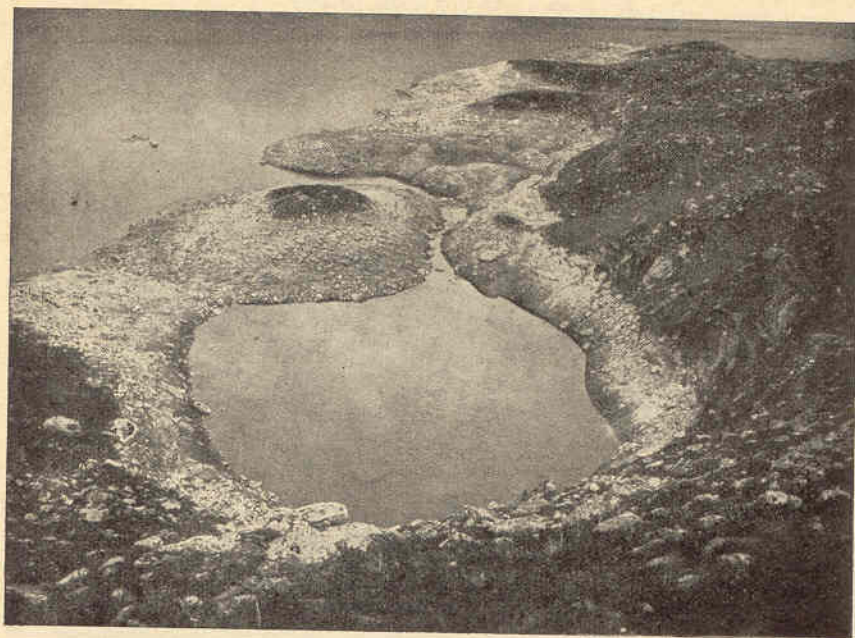
Lago  
Lungo  
m. 2196

Fig. 16. - Risorgenti lacustri e lago Lungo (n. 10) altitudine m. 2196.

La parte superiore dei laghi è più interessante ancora poichè in essi vi sono bacini lacustri, doline idrovore attive, risorgenze, ecc. Un gruppo di grandi doline ad imbuto con terra rossa si trova in un ripiano giacente tra il lago Boden superiore e lo spuntone roccioso quotato 2263: le maggiori sono cinque ed hanno dimensioni notevoli (diam. m. 20, prof. 8), sono ad imbuto e pietrose, mentre le restanti hanno dimensioni minori (diam. m. 15-18, prof. m. 6-7) e sono ad imbuto circolare. La maggiore di tutte è ad est del cocuzzolo ed ha diam. m. 60 e prof. m. 15, con fondo pietroso. Questo gruppo di doline è giustamente posto in luce sulla carta (5 II NE, Passo S. Giacomo). Subito dopo a nord, vi sono diverse pozze lacustri, alcune delle quali temporanee e con solco d'emissione visibile. Esse formano gli elementi di un reticolato idro-lacustre superficiale che si connette agli inghiottitoi idrovori posti più a settentrione: tale reticolo esiste

realmente anche ove mancano i solchi esterni di scarico. Ivi infatti, passando sulle aride pietraie che coprono la dolomia basale, è possibile avvertire il mormorio dello scorrere dell'acqua in profondità.

Bacino di Toggia



a valle

a monte

Fig. 17. - Risorgenti lacustri e lago Rotondo (n. 11) altitudine m. 2188.

Il gradino roccioso in dolomia cariata che sostiene i laghi Boden (sup. a m. 2343, inf. m. 2334) è quello a più elevata quota di una serie di piccoli gradini aventi quasi tutti qualche caratteristica particolare. Il lago superiore (n. 16) è in una conca a 9 m. sopra quello inferiore ed è con quello intercomunicante a mezzo di canaletto di tracimazione pietroso, che ha acqua soltanto allo sgelo. Le acque del lago sup. dopo breve percorso si perdono al fondo di una grande dolina idrovora-pietrosa a contorno ellittico (diam. m. 10 × 15, prof. m. 8) (1<sup>a</sup> perdita, m. 2325 c.) nei pressi di un laghetto (n. 17) le cui acque passano pure lentamente sotterra: dolina e lago stanno sul secondo gradino.

Il lago Boden inf. (n. 20) giacente esso pure in una conca avente una certa profondità (il colore cupo non è indice), ha due immissari visibili e due emissari di 2-4 metri i quali inviano le

loro acque, il primo visibilmente in una dolinetta idrovora pietrosa (diam. m. 6, prof. m. 6) posta a due metri sotto il livello del lago, ripiena di neve sino in autunno (3<sup>a</sup> perdita, m. 2332), il secondo per via sotterranea (2<sup>a</sup> perdita, m. 2330) ad una grande

Bordo a valle della dolina idrovora

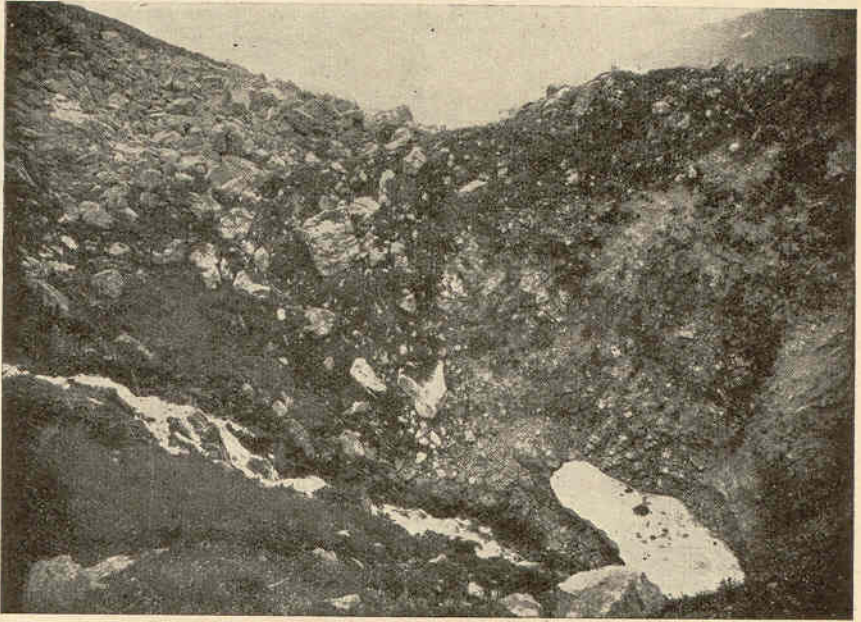
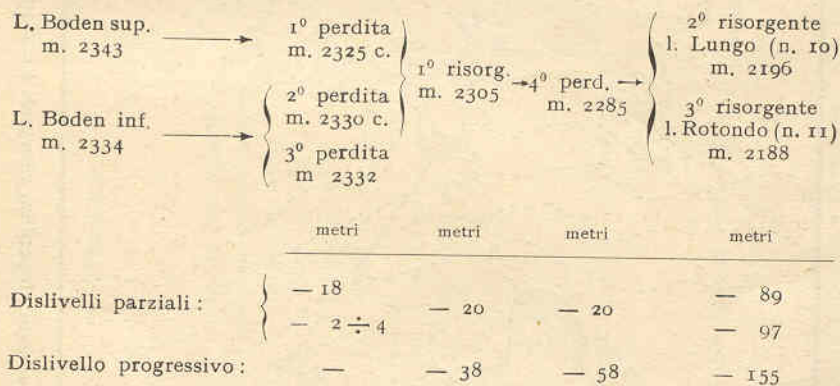


Fig. 18. - Dolina-voragine nella quale si inabissano le acque del rio Boden (4<sup>o</sup> perdita, altitudine m. 2285).

dolina attigua e molto più profonda di quella della 1<sup>a</sup> perdita (prof. m. 18-20, con fondo piano m. 5×10).

Le acque incanalate così sotterraneamente vengono a giorno nella dolomia a quota 2305 (1<sup>a</sup> risorgenza) e, dopo un breve percorso sub-aereo, s'inabissano di nuovo sul fondo di una voragine idrovora ad imbuto asimmetrico in calcare grigio (prof. 12 m.) giacente a quota 2285 (4<sup>a</sup> perdita). Tale dolina si trova su un terzo ripiano ospitante anche, verso sud, due laghetti perenni tondeggianti (m. 2313, 2310): il più elevato riceve acque dalle colate rocciose sovrastanti scorrenti in solchi ed avvallamenti allungati e invia un piccolo rio al secondo. Le acque di quest'ultimo, scorrendo sotto i sassi, si congiungono a quelle della risorgente.

Le acque così inabissate scendono lungo il versante e ricompaiono in diverse sorgenti al livello del grande bacino, essenzialmente nel lago Rotondo (3<sup>a</sup> risorgente ed in quello lungo (2<sup>a</sup> risorgente) e di esse si è già detto prima. Altre piccole risorgenti erano visibili prima dei lavori per il grande bacino e con quelle maggiori alimentavano il naturale lago Fischsee (m. 2152) ora sommerso per l'innalzamento di m. 39 dal pelo acqueo del bacino di raccolta. La circolazione ipogea è quindi limitata ad un versante e s'arresta al contatto tra gessi e carniole ed i sottostanti calcescisti, dopo un dislivello di circa 200 metri. Lo schema riassuntivo generale di tale circolazione è il seguente :



I fenomeni carsici si riscontrano anche più a nord, oltre le rupi che fiancheggiano ad occidente il lago Boden inferiore. Come si è detto, la Rupe del Gesso (m. 2431) è costituita da carniole cavernose: su di essa vi sono ampie doline pietrose in roccia con corticola erbosa (diam. m. 2-3, prof. 1-2) ad imbuto ed a scodella irregolari. Sul pendio sud vi è pure una piccola spelunca in fessura di pochi metri. Sul fianco nord vi è un piano percorso da un rivo che viene saltellando dallo spuntone quotato 2405 e scende al bacino passando fra doline erbose con pietre (diam. m. 2-3, prof. m. 1) irregolari, alcune anche più grosse, abbastanza fitte.

Il gesso riappare invece a nord, al cosiddetto colle di Randolo (m. 2361) che è una specie di poggio intagliante il pendio ovest della Punta del Termine. Il gesso ivi si presenta in forma di spuntoni carsici e di enormi doline, specialmente ampie al contatto con calcari grigi o scisti. La maggiore (diam. di m. 60 x 40

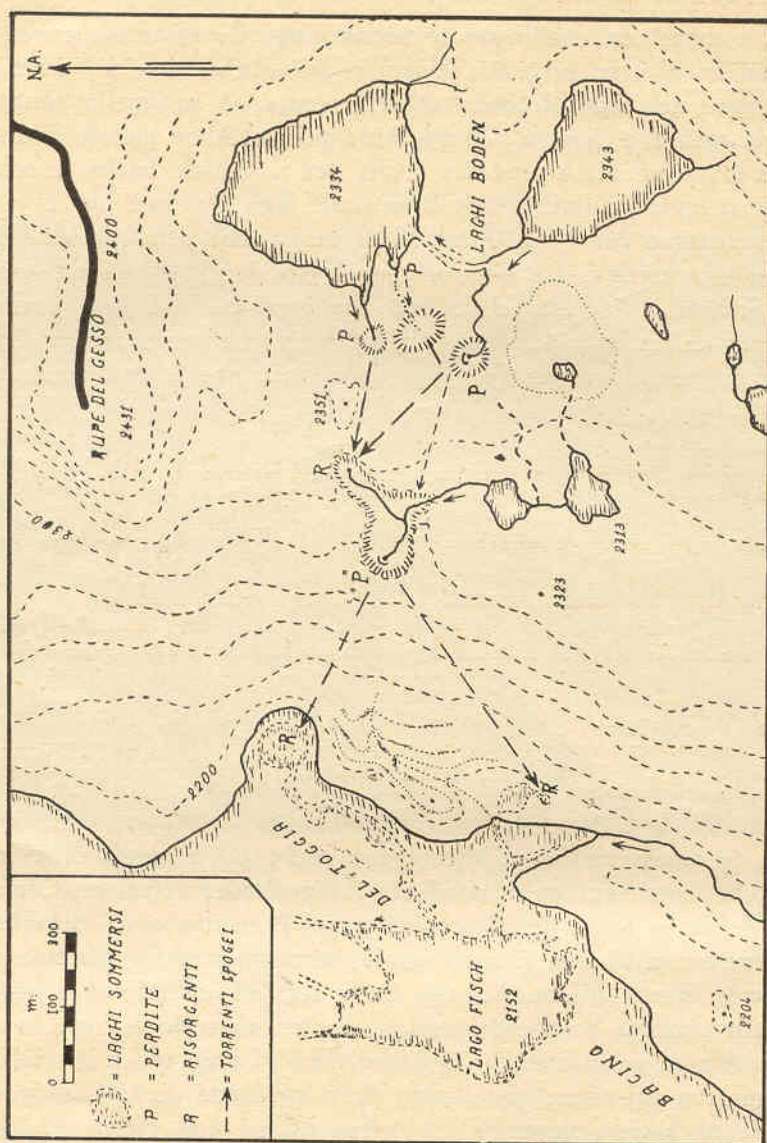


Fig. 19. - Lagoi Bodeni, voragini di perdita, risorgenti e corso ipogeo dei rivi: alta val Toggia.

e prof. m. 20) è multipla e ne contiene otto minori, ad imbuto ed una nona con fondo piatto lacustre. Tali doline contornano anche il pendio ad ovest del colle e sono asimmetriche: bordo ripido a valle ed attenuato a monte, oppure ripidissimo (anche verticale) ove affiora il gesso e meno ripido ove vi è dolomia terrosa. La maggiore di quelle che stanno sul ripiano sottostan-

## LAGHI E POZZE CARSIICHE DELLA VAL TOGGIA

N.	LAGO	I	E	QUOTE (triangolate)	DIMENSIONI	FORMA	CONCA
	<b>Laghi inferiori</b>						
1	Fischsee . . . . .	+	+	2152. (1)	variabili (artificiale)	quadrangolare	sommerso
2	Castelsee . . . . .	+	+	(2)	variabili (artificiale)	triangolare	sommerso
3	del rio Castel a sud . . . . .	+	+	2200 .	lungh. m. 20 c.	allungato	—
4	» » a destra . . . . .	+	+	2225 .	diam. m. 8 c.	circolare	dol. circ. a piatto
5	» » a nord . . . . .	+	+	2192 .	lungh. m. 40 c.	allungato	—
6	» » alla casa . . . . .	+	+	2198 .	diam. m. 10 c.	circolare	dol. circ. a piatto
7/9	pozze sul pendio a est . . . . .	—	—	2240-45c.	—	circolare	dol. a imbuto circ.
10	L. Lungo . . . . .	S	+	2196 .	m. 26 x 10 c.	piriforme	dol. in dolomia
11	L. Rotondo . . . . .	S	+	2188 (?)	m. 150 x 100 c.	circolare	dol. circ. in dol.
12/13	2 laghi a N. poggio 2263 . . . . .	—	+	2343 .	—	circolare	—
14/15	2 pozze » delle prec. . . . .	—	—	2343 .	—	circolare	—
	<b>Laghi superiori</b>						
16	L. Boden superiore . . . . .	+	+	2343 .	—	—	—
17	1° lago a W del prec. . . . .	—	+	2320 .	diam. 15 — 100 (3) prof. m. 2	circolare	scisti calcarei
18	2° lago a W del prec. . . . .	+	+	2313 .	prof. m. 1	circolare	» »
19	3° lago a N del prec. . . . .	+	+	2310 .	prof. m. 1	circolare	» »
20	L. Bolden inferiore . . . . .	+	+	2334 .	—	—	—
21	N Colle Randolo . . . . .	—	+	2375 .	diam. 50 x 30 prof. + di 5 m.	ellittico	dolina in dolomia
22	NE Colle Randolo . . . . .	—	—	2415 (?)	—	ovale	» » »
23	NE Alpi Regina . . . . .	+	+	2266 .	—	ellittico	» » »

(1) Ora sommerso dal bacino con livello a m. 2191; (2) Ora sommerso dal bacino con livello a m. 2224; (3) diametro con livello in piena; S significa che l'immissario è costituito da una sorgente; I = immissario presente (+), o assente (-); E = immissario presente (+), o assente (-).



te è ellittica ed è disposta longitudinalmente al pendio (diam. m.  $40 \times 80$ , prof. m. 12-20). Molte sono in allineamento ed altre più piccole si trovano presso il sentiero basso che dalla selletta del Gesso scende all'Alpe Regina.

Proseguendo a nord, verso il passo S. Giacomo, presso enormi blocchi dolomitici di frana e nascosto fra questi, vi è un laghetto (n. 21) regolarmente ellittico, giacente in una conca allungata con bordo molto rilevato. È assai profondo, con colore bleu intenso: il suo contorno è mascherato in parte da placche di neve perenni e manca di emissario visibile. Le sue acque si disperdono ipogeicamente, come dimostra il suo livello variabile. Superando i gessi del poggio quotato 2414, verso il versante del monte, si trova un'altra grande dolina ad imbuto regolare (diam. m.  $18 \times 20$ , prof. 5) ospitante un lago (n. 22), semigelato, contornato di nevati (m.  $7 \times 10$ , prof. m. 2).

Poco a sud vi è una grande conca irregolare scavata in dolomia, suddivisa in conche carsiche in parte asciutte ed in parte con pozze nevose regolari che essendo a livelli differenti (di pochi metri) si scaricano le une nelle altre. Un altro laghetto (n. 23) ellittico, giace in una conca carsica modificata dall'uomo a quota 2266 a nord est delle alpi Regina.

Il MARINELLI [10] aveva in parte segnalati alcuni dei fatti ora minutamente descritti ed aveva già individuate le linee generali della circolazione carsica in questo settore. Nulla egli disse del lago Fischsee che ora è sempre sommerso anche in periodo di basso invaso del bacino artificiale: nulla si può quindi dire con sicurezza su di esso benchè si possa, non senza fondamento, pensare che almeno in parte, sia dovuto a dissoluzione delle carnirole che si immergono appunto fra i calcescisti dei quali sono costituisce le rocce che lo fiancheggiano e lo sbarrano a valle.

## Cap. II. - ZONA DELLA VAL DEVERO

### *Limiti e caratteri fisici e geologici della regione.*

La valle percorsa dal torrente Dèvero ha direzione SE-NO, quindi taglia trasversalmente le formazioni mesozoiche che hanno direzione NE-SO. Le due valli d'origine più elevate, quelle di Codelago e di Buscagna, decorrono invece, come già è stato rilevato, in quest'ultima direzione. Questi alti bacini hanno al-

cune caratteristiche comuni: versanti relativamente molto erti nelle parti basse e, nelle parti superiori, bastionate rocciose a pareti verticali nei fianchi occidentali, e forme pianeggianti, a terrazzo, nelle opposte. Si ripetono qui condizioni un po' analoghe a quelle della val Toggia e tale morfologia è strettamente dipendente dalle condizioni geolitologiche. Nella valle Dèvero propriamente detta (cioè di Codelago) dominano sul fondo e sul fianco idr. sinistro i calcescisti, che presentano stratificazioni orizzontali con intercalazioni di banchi e di lenti calcaree: sul fianco vallivo opposto si hanno invece gneiss granitici con intercalazioni di masse cospicue di rocce prasinitiche anfiboliche affatto solubili. Nella valletta antistante al Buscagna si ripetono condizioni simili, mancano però le rocce verdi più resistenti.

Tanto nell'una come nell'altra il torrente principale scorre al contatto delle due formazioni che rimangono così disunite. È da rilevare, a proposito dei terrazzi, che quelli della valletta di Codelago sono assai regolari ed i gradini che li separano hanno bordo ben netto. Le soglie di tali gradini si susseguono alle quote medie di m. 2400 e 2200: i pianori si sviluppano quindi alle quote medie di 2250 e 2450 metri. Il fondovalle pianeggiante, utilizzato ora come bacino artificiale, si sviluppa a 1800 m. ed il Montorfano (m. 1937) si eleva per circa 100 metri al suo sbocco. Il piano dell'Alpe Dèvero è a circa 1630 m. di quota media.

Se si confrontano tali quote con quelle rilevate per la Val Toggia colpisce una coincidenza di cifre, quella tra le quote dei due ordini di terrazzi a 2200-2250 m. Coincidenza causale o identità genetica di corrispondenti fasi evolutive nell'assolcamento vallivo? Non è qui il luogo idoneo per rispondere al quesito: è bene avere ricordato i fatti osservati poichè, trattandosi di identiche rocce si potrebbe anche semplicemente pensare ad una uguale morfologia in terreni portati alle stesse altezze dalle spinte orogeneiche. Anche nell'opposta valletta, nel monte Cazzola costituito da calcescisti diretti NE-SO e pendenti a NO si osservano analoghi terrazzamenti e tutti quanti hanno un notevole valore per noi, poichè è su quelli che si sono estrinsecati i fenomeni carsici. Del resto poi, l'alto vallone di Buscagna si presenta come un grande tronco vallivo poco inclinato sin verso i 2000 metri separato dal sottostante pianoro dell'Alpe Dèvero da un gradino roccioso inclinato avente oltre 300 metri di altezza.

Interessante è pure la valle Agàro, che affluisce sulla sinistra

a quella di Dèvero. Nella parte media vi era un lungo ripiano di fondovalle ora adattato a bacino idroelettrico: nella parte alta vi è la testata del vallone sospesa su un alto gradino (circa 350 m.) che ha nome valletta di Poiàla, dalle alpi omonime. Tale vallone è inciso al margine sud-est della formazione calcescistosa dianzi ricordata, che forma quindi l'ossatura del contrafforte divisorio tra questo vallone e quello di Codelago. Il bacino alto (cioè a nord) di Poiàla è costituito da gneiss micascistosi: ad est e sud dominano invece i calcescisti della serie delle pietre verdi, con banchi di calcari, cristallini e marmorei, come ad esempio al gradino roccioso delle Alpi, ove appaiono velati di morenico. Anche qui si sviluppano fenomeni carsici: vediamoli singolarmente incominciando da questo vallone.

### *I fenomeni carsici.*

#### a) *Vallone di Agàro (figg. 20-21).*

L'unico accenno a questa zona si trova in uno scritto dell'ER-RERA [33] il quale nel 1905 scriveva: « .... attendono ancora i primi esploratori ed illustratori i campi di Karren del Pizzo Cazzola, la perdita sotterranea del torrente di Pojala sopra Agaro, e gli altri fenomeni carsici, sparsi nella zona dei calcescisti dell'Alta Ossola ». Sulla scorta di questa modesta indicazione fu possibile esaminare un bellissimo esempio di autosotteramento torrentizio.

A nord del bacino di Agàro, separato dall'alto gradino calcescistoso, sta una conca chiusa, vera testata di vallone carsico-glaciale, avente la soglia alle alpi di Poiàla, a m. 2148. Dietro questa soglia sta un largo bacino a fondo piatto, poco profondo (2-3 m.), coperto da alluvioni e da belle praterie al quale sbocca un valloncino scendente dal circo compreso tra i Pizzi Poiàla (m. 2773) e della Valle (m. 2667). Il fondo del circo è occupato da un bel lago circolare, con acque profonde, in parte coperto da lembi di nevi che permangono sino ad estate inoltrata. Dal lago scende un rio abbastanza copioso il quale, dopo aver percorsi alcuni meandri nella conca e ricevuto il tributo di alcune piccole sorgenti, entra in una gola scavatasi nel calcare candido fessurato che emerge in forma di banco alquanto potente fra i calcescisti. Tale gola costituisce la sbrecciatura di una vasta dolina avente 40-45

m. di diametro (alt. media m. 8), ed il rio, dopo 12 m. di percorso fra marmitte di erosione, passa sotto un ponte naturale formato da blocchi slittati (a 5 m.) e poi precipita in un pozzo elioidale inclinato di notevole profondità (vedi sotto).

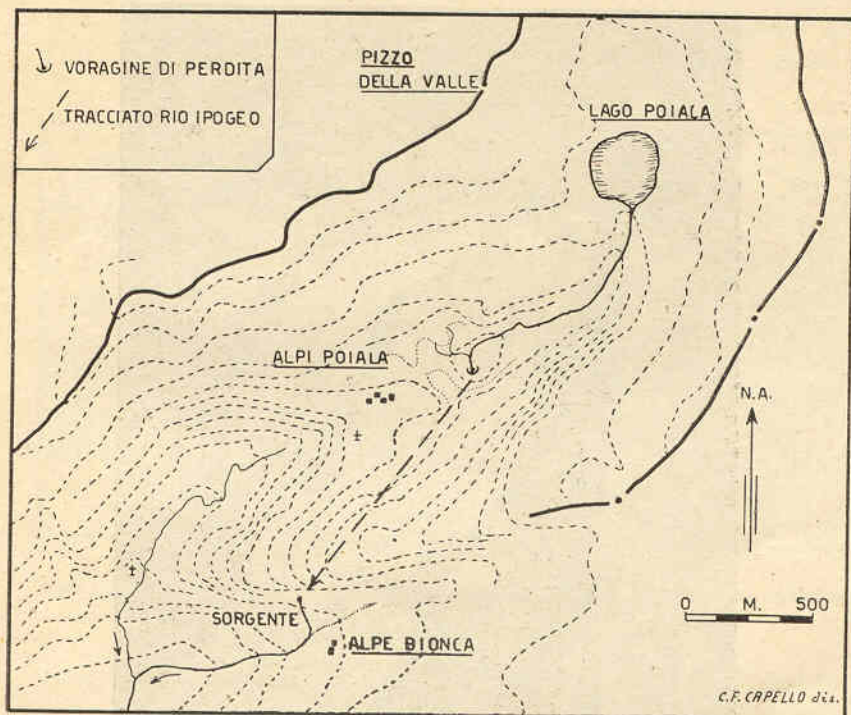


Fig. 20. - La testata di vallone sospesa di Agaro, la voragine di perdita e la risorgenza del rio Poiala.

Ben si scorge come il drenaggio delle acque in questa voragine sia stato causato dalla fratturazione in grande del calcare, e di tali fratture con dislocazioni vi sono diversi esempi entro le doline stesse. Le acque assorbite nella voragine vengono a giorno non lungo il torrente principale, ma alla sorgente permanente (m. 2020) presso le Alpi Bionca ai piedi della balza rocciosa in calcescisti e calcari, dopo un percorso sotterraneo che in linea retta è di m. 1150.

**VORAGINE DEL POIALA.** - Si trova nel punto più depresso della grande conca dietro (a nord) delle Alpi omonime. - *Dati catastali:*

carta top. 15 I NO (Baceno), segnata. Lat.  $46^{\circ} 19' 16''$ , long.  $4^{\circ} 07' 35''$ ; dist. m. 2250 a N  $19^{\circ}$  E dal M. del Sangiatto. Altitudine m. 2140 (che sembra più esatta di quella segnata sulla carta) .- *Descr. sommaria*: si apre con ingresso visibile al fianco di una



Fig. 21. - L'apertura della voragine di perdita del torrente Poiala (valle Agàro).

dolina assai ampia. L'ingresso, a forra inclinata con parete naturale, è seguito dall'imbocco della voragine (m.  $3,5 \times 2,5$ ) che scende con struttura elicoidale: fu sondata sino a 25 m., ma è assai più profonda. È scavata nel calcare marmoreo, micaceo, candido. Si precipita in essa il torrente omonimo con fragorosa successione di cascate. Le pareti sono lavorate a struttura concoidale ed a marmitte. - *Bibl. gen.*: 1915 ERRERA [33].

b) *Vallone di Codelago (Dèvero)* (figg. 22, 23, 24, 25).

Nella parte bassa e media di questo vallone, presso il versante sinistro idr. ed a poca distanza dalla linea d'impulvio, si osservano piccoli valloncini incisi nei calcescisti e nelle filladi calcaree, in corrispondenza di linee di frattura: uno di questi è

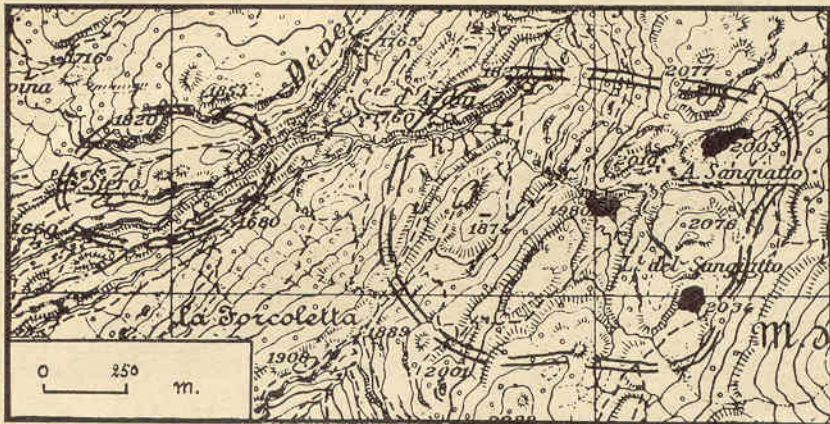


Fig. 22. --Aree carsiche e bacini chiusi della media valle di Codelago (Dèvero).

assai esteso ed in esso scorre un esiguo ramo del rio del Sangiatto, il quale in prossimità delle case d'Ardui (m. 1760) si biforca ed invia un ramo al Dèvero ed un altro nel solco indicato. Non è da escludere che in questo solco anormale esistesse un tempo una lente calcarea più solubile e che questa l'abbia determinato. Fra i cocuzzoli rocciosi che si elevano nella bozza di bifluenza del rio, tra le case Ardui e Stero, si osserva una grande conca (segnata sulla carta) il cui fondo è costituito da molte irregolari doline in roccia calcarea micascistosa, dovute alla lenta azione dissolvvente dell'acqua del contatto delle due rocce diverse.

I boschi del versante (sin. idr.) ospitano poi diverse bozze in calcescisto aventi lenti di calcari filladici: a monte di tali bozze s'annidano conche chiuse per lo più allungate, di varia misura, ospitanti bacini lacustri che durante il periodo estivo si prosciugano. Particolarmente sviluppata ampia e foggjata a bacino circolare è la conca nella quale sta il lago grande di Sangiatto (m.

2034, ma maggior interesse ha la conca a SE delle case Ardui, molto ben indicata nella tavoletta (fig. 23).

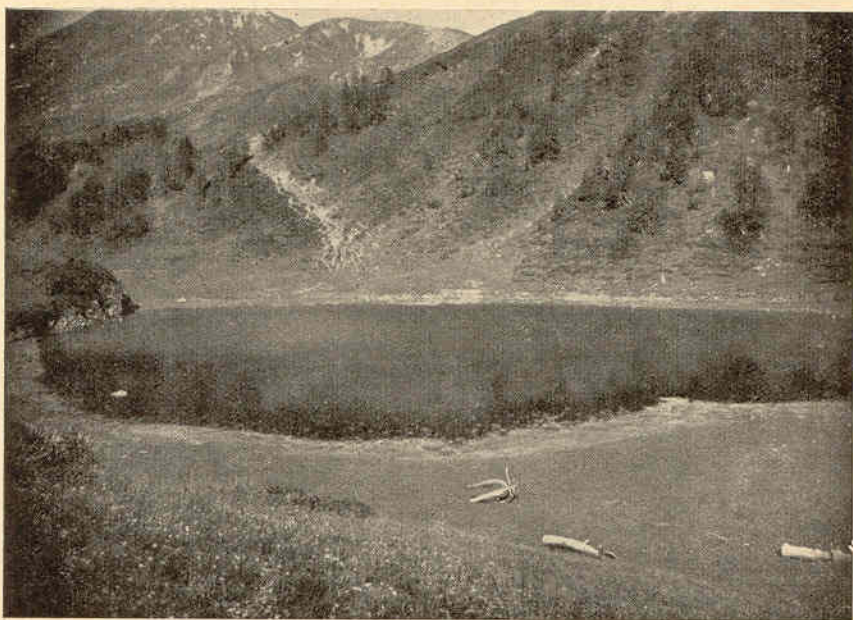


Fig. 23. - Laghetto del Sangiatto (m. 2034).

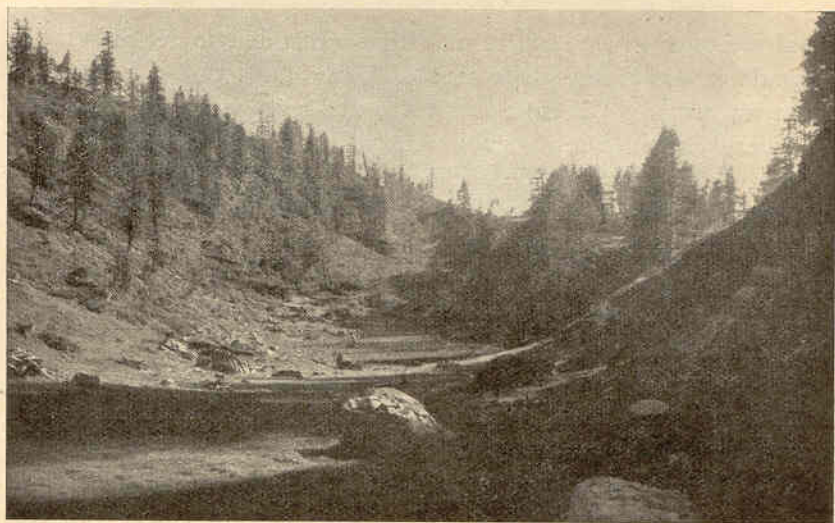


Fig. 24. - Grande dolina con lago temporaneo ad ovest del Sangiatto (m. 1874).

Si tratta di un'enorme dolina ellittica determinatasi a ridosso uno spuntone di calcare micaceo del trias con aspetto dolomitico, i cui strati suborizzontali sono diretti nel senso vallivo e leggermente inclinati ad ovest. La lungh. è di oltre 350 m., la larghezza

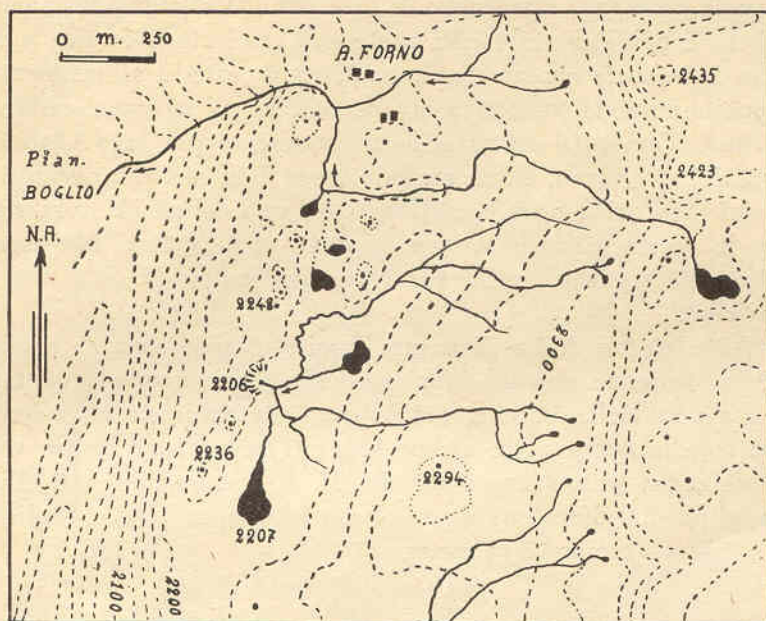


Fig. 25. - Idrografia a carattere carsico del versante idrografico destro dell'alte valla di Codelago (Dèvero) tra le alpi Satta e Forno.

circa 200, la prof. m. 34 circa (cocuzzoli a W m. 1908, fondo m. 1874): il fondo è occupato da un grande lago temporaneo (prof. m. 2) circa che sparisce nell'estate poichè le acque filtrano sotto lo sbarramento occidentale danno alimento alle quattro copiose sorgenti che emergono da esso nella gola del Sangiatto (fig. 24).

Percorrendo questo versante vallivo s'incontrano spesso sorgenti alle falde di poggi e spuntoni rocciosi che sono indizio di una limitata circolazione sotterranea locale e si osservano inoltre, sui ripiani, solchi asciutti e rivi che si estinguono dopo breve tratto, per assorbimento da parte delle diaclasi dei calcescisti. Un notevole caso di autosotterramento si può osservare nel pianoro lacustre decorrente sui 2200 m. tra le Alpi Satta e Forno (fig. 25).

Le acque assorbite nei superiori pianori ad oltre 2400 m., dopo un dislivello di circa 150 metri, vengono a giorno ai piedi del



gradino calcescistoso che li sostiene, a mezzo di una lunga successione di sorgentelle che si allineano sui 2300 circa (se ne conta almeno una ventina). I piccoli rivi che si formano vengono nuovamente e presto riassorbiti dalle fessure dell'esteso pianoro erboso di quota 2200-250: un gruppo di esse però dà alimento ad alcuni laghetti e pozze in calcescisti poste nell'assolcatura carsica a ridosso delle bozze quotate 2236, 2248, 2203 poste in allineamento. In questo punto si possono osservare interessanti fenomeni carsici: anzitutto l'evidente cattura del rio scendente dal lago 2470 da parte del rio Forno, ed in secondo luogo l'autosotterramento del rio del lago quota 2207 e confluenti, in una dolina idrovora scavata in roccia calcarea scistosa quotata 2206. Questi fatti sono molto ben segnalati sulla carta topografica (5 II SO, Punta d'Arbola).

Altre piccole doline di natura carsico-glaciale sono da segnalare sul versante opposto dapprima sulla punta anonima quotata 2570 a nord della Bocchetta d'Arbola, alle quali corrispondono, poco sotto a quota 2332, alcune sorgenti perenni ed inoltre una grande conca sullo sperone sud del M. Figascian di forma ellittica, allungata (diam. m. 200 x 80) con fondo a m. 2377 e soglia a 2410, quindi profonda 33 metri.

c) *Vallone di Buscagna* (figg. 26-27).

A chi osserva dall'alto, la pittoresca conca dell'Alpe Dèvero dà l'impressione di una grandiosa cavità circolare scavata nei tempi geologici dalle acque e dai ghiacciai scendenti dall'alto vallone del Dèvero: in ciò si è anche più convinti per il fatto che la conca è circondata nel suo fianco sud da un alto gradino inclinato al quale s'affacciano i solchi ed i pianori superiori scendenti dalle punte d'Orogna e dal M. Cazzola. Sul pendio nord di questi monti, che corrisponde alla faccia degli strati calcescistosi, ivi diretti NE-SO e pendenti a ovest, si sviluppano interessanti fenomeni carsici.

Oltrepassata la zona boschiva che ricopre il M. Cazzola alla sua base, occorre salire sin oltre i 2100 m. prima di trovare tracce di morfologia carsica: infatti i roccioni contrassegnati con la quota 2171 rappresentano un affioramento di belle quarziti bianche frammentate, cui seguono rocce calcareo-micaceo-scistose che continuano poi sino alle cime di Orogna. Le prime conche carsiche

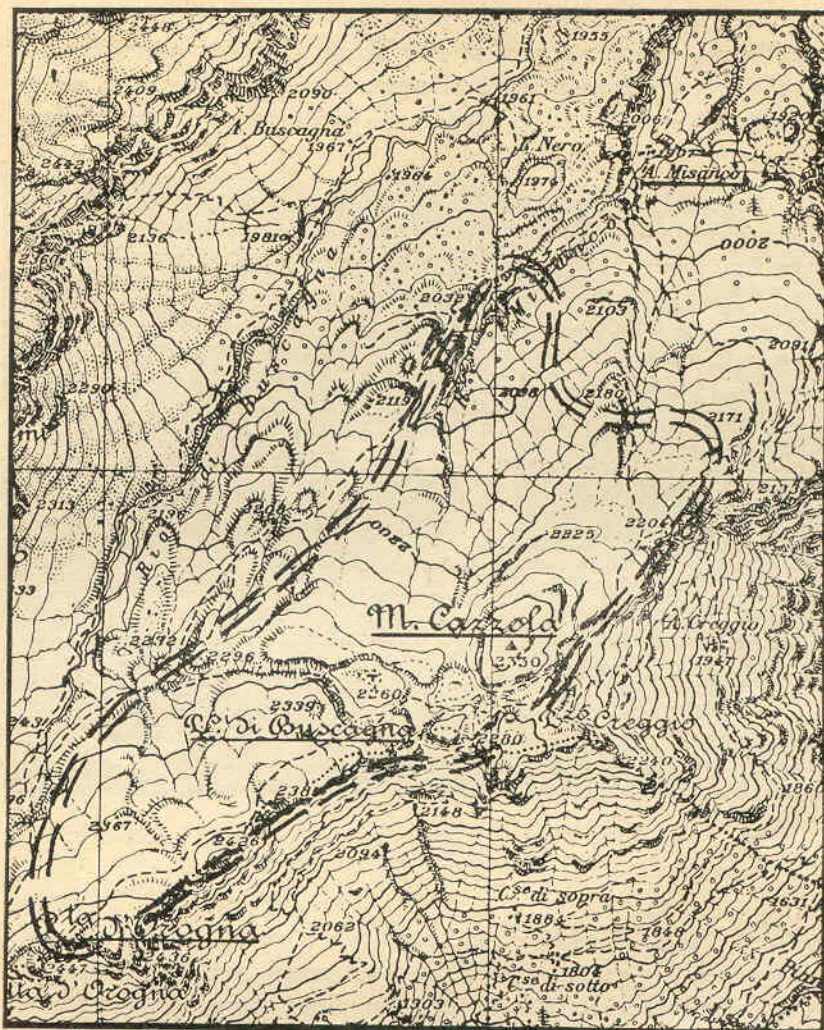


Fig. 26. - Le aree carsiche del vallone di Buscagna (val Dèvero).  
 Nota: con doppio tratto discontinuo sono segnati i limiti delle aree.

si trovano poco sotto le conche da neve presso le rupi bianche. Oltre tali rupi, e sino alla cima (m. 2330) è tutto un susseguirsi di conche irregolari, disposte su piani degradanti ed assai spesso corrispondenti a solchi da interstratificazione. Si osservano inoltre molte fessurazioni disposte a zig-zag, aventi lunghezze da 20 a 30 m. in media, larghezza m. 2-5 e profondità di m. 10-20. Parecchie di queste spaccature sono semplicemente fessure più o

meno verticali ed accessibili, altre invece sono aperte in alcuni tratti verso oriente, mediante uno slargo a conca doliniforme, e si può agevolmente scendere al fondo e percorrerle; sono per lo più nevose (in agosto). La maggiore e più estesa di tutte è lunga,



Fig. 27. - Campi carsici a grandi spaccature tra il Pizzo Cazzola e la cima di Buscagna.

in linea d'aria, oltre 100 m. e profonda oltre 25 (fondo nevoso): giace presso la cima e poichè le sue pareti sono verticali deve corrispondere ad una fratturazione su linee ortogonali di tutto il potente manto di scisti.

Poco oltre la cima, cessano le fessurazioni e si sviluppano cavità doliniformi vastissime, molto bene segnate sulla carta: esse stanno ai cosiddetti Passi di Buscagna. Ve ne sono quattro enormi disposte in allineamento ed altre minori fra quelle: le prime hanno diametri di 250, 150, 80, 60 m. e profondità di 40, 30, 20, 10, m. circa. Sono subcircolari, hanno fondo piatto terroso, coperto da laghetti poco profondi ed in parte da nevati permanenti. Il loro allineamento è dovuto al fatto che si sono sviluppate lungo una linea di frattura entro la quale le azioni carsiche e nivali asso-

ciate hanno provocato il determinarsi delle forme a conca. Mancano canali di scarico visibili delle acque raccolte in queste conche, è però evidente che le acque passate in profondità vengono a giorno poco più in basso sul versante di rio Secco, alle sorgenti perenni quotate 2094 e 2148.

A queste risorgenti però contribuiscono anche le acque che s'infiltrano nelle fessure carsiche del pendio di P. d'Orogna e della costa tra essa ed il passo Buscana, che è tutto solcato da fessure-pozzi che ripetono le forme già osservate nel P. Cazzola.

Un certo interesse ha poi la morfologia del versante del M. Cazzola nella sua parte bassa verso il rio Misanco. Alla destra del sentiero, discendendo, sono caratteristiche delle forme di spuntoni conici isolati alti 3-4 m. costituiti da scisti calcarei i quali sono così foggiate a seguito di un doppio processo, carsismo e gelo. Infatti osservandoli bene da vicino si nota che derivano per degradazione carsica di un complesso di blocchi di scisti isolati da una doppia serie di fratture ortogonali e da successiva erosione idrometeorica e degradazione da gelo. Fra essi vi sono piccole cavernosità poco profonde (2-3 m.). Si possono seguire le varie fasi di sviluppo in individui che sono degradati in misura diversa ed inoltre poco sopra ad esse è visibile una lunga frattura a zig-zag in via di trasformazione.

Poco più in basso di tali conì il rio Misanco s'affonda in un piccolo canòn di qualche metro d'altezza, inciso in scisti calcarei granatiferi. Le acque assorbite nel versante vengono però a giorno più in basso dando luogo a quattro sorgenti poco ad est delle alpi Misanco a m. 1920 circa.

#### d) *Valloni di Bondolero e Brumei.*

Anche in questi valloni si sono osservati fenomeni carsici in ristretta area: in quello di Bondolero le scarse acque di due rivi scendenti dal Pizzo della Sella (2464) scompaiono gradatamente in un piano tra 2090 e 2100 nel quale vi sono diverse conchette ed una grande dolina. Le acque così assorbite vengono a giorno poco sotto da una delle sorgenti del rio posta a quota 2019. Nel valloncino di Brumei si verifica un fatto consimile: infatti in uno stretto pianoro che occupa, attorno ai 2000 m., il fianco nord-est del M. Cistella, alle falde dell'anticima Pizzo di Groppo Cerino, i calcescisti, ivi diretti in senso est-ovest e inclinati a nord, ospitano

una larga dolina, ellittica, piatta, poco profonda (6-8 m.) contornata dal sentiero per la bocchetta di Deccia, sul cui fondo (m. 1967) si disperdono i rivi discendenti dai pascoli superiori, ricomparendo poco sotto.

I campi a fessure carsiche, le doline, gli inghiottitoi e gli altri fenomeni osservati nei calcemicascisti di questa valle sono veramente cospicui, non solo per il loro aspetto in sè stesso, ma anche in rapporto alla ristrettezza dell'area sulla quale si presentano: in Piemonte, solo il contrafforte Fraiteve-Assietta (Val Susa), già descritto, può competere con questo per la vistosità delle forme riscontrate.

### Cap. III. - ZONA DELLA VAL CAIRASCA.

#### *Limiti e caratteri fisici e geologici della regione.*

Questa regione dovrebbe includere, evidentemente, il bacino idrografico della val Cairasca, la prima tributaria alla sinistra della val Divedro: in considerazione però del fatto che alla circolazione profonda contribuiscono anche aree esterne al bacino, i limiti della zona possono estendersi anche al di fuori della linea dispuviale. Si deve quindi considerare appartenente ad essa anche qualche settore verso la conca di Alpien, da un lato, e sin verso i contrafforti dal Cistella dall'altro.

Anche in questo bacino, come nel precedente, si rileva uno sdoppiamento a Y dei bacini d'origine, sulle cui cause è già stato detto, ed il loro riunirsi in una conca a fondo piano, molto ampia, la conca di Veglia: poi il succedersi di una profonda e pittoresca gola (del Groppallo) cui segue una seconda conca foggiata a regolare bacino con soglia rocciosa rialzata ed infine un vallone regolarmente discendente sino alla confluenza di Varzo.

Gli studi geologici di questa regione condotti prima e durante l'esecuzione del grande traforo del Sempione hanno dimostrato che, nel suo complesso, la regione compresa tra il Diveria, il Cairasca ed il M. Leone è costituita da un nucleo di gneiss paleozoico (d'Antigorio) piegato ad anticlinale rovesciata a nord in corrispondenza del M. Tèggiolo, cui s'appoggia un insieme di scaglie di gneiss scistosi e scisti cristallini pure pendenti verso nord, imbrigliati nei calcescisti giuresi e da quelli separati mediante banchi di dolomia triassica. Le rocce calcaree alle quali si associano

gessi ed anidriti sono dirette nel complesso da NE a SO e pendono a settentrione.

Il pendio nord-ovest del Tèggiolo è costituito appunto dall'affioramento della faccia dei banchi calcarei che avvolgono il gneiss d'Antigorio ed il solco vallivo di Valle delimita appunto tale affioramento. La successione di tali terreni è ben visibile anche risalendo il Cairasca. Da Varzo a Gebbo il thalweg decorre in scisti calcarei, a volte quarziticci, a volte micascistosi, con strati diretti da O a E, inclinati a sud: tali scisti cessano alle cosiddette Prese di Gebbo, sotto S. Bernardo, ove il Cairasca intaglia per circa 1 km. strati di calcare dolomitico con vene di gesso ed anidrite (sulla destra idr.). Da S. Bernardo a S. Domenico, Quartina e Croso, incide invece i più resistenti gneiss d'Antigorio aventi diverse facies, diretti da NO a SE, inclinati per lo più ad ovest. Da Quartina sino all'inizio della gola di Campo, regione che è detta Nembro, il fondovalle è coperto da una coltre fluvio-glaciale ed i fianchi vallivi sono dapprima costituiti da gneiss poi da scisti micacei fiancheggiati da banchi di calcari bianchi saccaroidi, triassici, che affiorano alle Cave ed alla cascata di Campo, proseguendo, sui due versanti, sempre con direzione NE-SO e pendenza ad ovest. Il calcare cristallino si trova pure sulla destra nella valletta di Valle e risale sino a queste alpi, ove ancora è interposto alla potente formazione scistosa ivi diretta in senso NS ed inclinata verso ovest. La conca di Valle è ricoperta da materiali glaciali sovrapposti a scisti che costeggiano lungo il suo margine occidentale la grande placca di calcare dolomitico scendente dalla cresta Tèggiolo-Possette già ricordata.

Oltre la gola del Groppallo dominano ancora i gneiss scistosi ed occhiadini che culminano con l'imponente mole del M. Leone, qua e là contornati da striscie triassiche di non larga estensione e di poca potenza.

#### *Fenomeni carsici e circolazione ipogea.*

Ben povera cosa sono le manifestazioni carsiche esterne nella regione superiore, oltre la gola del Groppallo. La grande curiosa conca detta « le caldaie », all'origine del vallone di Frua, è quasi per intero scavata in gneiss e forse sul suo fondo, coperto da detriti, intacca rocce idrosolubili: quindi solo in misura minima è dovuta al carsismo. Questa conca a vastissima (oltre 500 m.) ha

fondo a 2413 m. e soglia a 2460 m. : sul fondo ospita due laghetti (uno circolare) e le acque che si assorbono vengono a giorno più sotto fra il detrito a 2150 m. circa.

Nella conca di Nembro, invece, tra Quartina e S. Domenico vi sono molte piccole conche (diam. m. 2-3, prof. m. 1) dovute a suberosioni dei banchi calcarei che, ivi nascosti dal morenico, si rendono visibili più in alto sul versante alle cave delle alpi Gilardino e sull'opposto versante. Assai tipica è invece la morfologia carsica del fianco vallivo destro del bacino di Valle, in corrispondenza della placca calcareo-dolomitiva scendente dal Tèggiolo. Si tratta di un'imponente area arida costituita da banchi poco inclinati, con tipico aspetto di un vasto campo carreggiato, solcato in ogni senso da profonde spaccature, in parte originarie, in parte conseguite (cioè dovute ad ampliamento per effetto carsico delle diaclasi minute preesistenti). Qua e là poi si notano ampie conche da nivazione, come presso le alpi Balmelle, non molto profonde, sempre in roccia calcarea. Tale morfologia è resa assai bene sulla carta top. ove appunto il versante nord-ovest del Tèggiolo non presenta, su un'area di km. 1 x 2, alcun solco idrico ma soltanto spaccature carsiche assai estese, dirette nello stesso senso del pendio (fig. 28).

È evidente che siffatta morfologia, determinata dalle condizioni stratigrafiche originarie ed accentuata sempre più dal perdurare a lungo della neve su così esteso pianalto, ha favorito e favorisce l'inabissarsi delle acque di precipitazione atmosferica e di fondita delle nevi, le quali determinano una cospicua circolazione profonda assai complessa che fu studiata, specialmente in occasione del traforo ferroviario del Sempione, alla fine del secolo scorso ed al principio di questo, dallo SCHARDT [64], [65], [66], [67], [68], [69] ed in parte anche dal MARTEL.

Durante la perforazione della 1ª galleria (nord-est), dall'imbocco a Iselle (m.630) sino alla distanza progressiva di m. 2848 si incontrarono gneiss di tipo Antigorio con deboli venule acquose ad alta temp. ( $31^{\circ},5 - 32^{\circ},3$ ) e bassa durezza (6-7,5 gradi idr.). Durante la perforazione della 2ª galleria, tra le distanze progressive di m. 3448 e 3751, da scisti neri argillosi, vennero a giorno tre sorgenti a minor temp. ( $23^{\circ},1 - 27^{\circ},5$ ) e bassa durezza (9 gr. idr.). Tra le distanze m. 3830 e 4430 da fratture e faglie nel gneiss di Antigorio, su una percorrenza di 600 metri, vennero trovate ben 36 sorgenti a bassa temperatura con valori descrescenti verso l'in-

terno del monte, aventi le seguenti caratteristiche, al momento della scoperta <sup>(1)</sup> :

temperatura	30°,3-13°,2
durezza (gr. idr.)	12-72
portata (lit/sec.)	1-600 e 3000-12.000

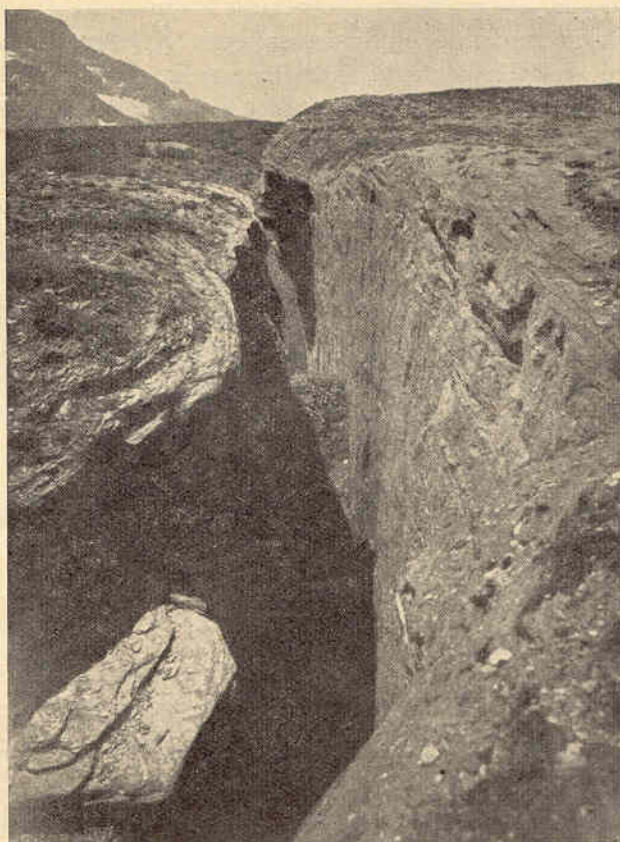


Fig. 28. - Fessure-pozzi del versante settentrionale del M. Tèggiolo (val Cairasca).

(1) Le sorgenti rinvenute nel tunnel si possono distinguere in tre tipi: a) calde (t. magg. 8-10° della t. delle rocce), durezza varia; b) fredde (t. min. della t. delle rocce), durezza massima (75-80°), gessose, massimi deflussi, limpide; c) isoterme (t. uguale a quella delle rocce), durezza in diminuzione. Lo SCHARDT pensò che le basse t. fossero dovute alla pressione che spinge rapidamente le acque in profondità. Il MARTEL ritenne che il gradiente termico delle acque debba essere di 1:100 anzichè 1:33 come appunto è quello delle rocce.



Quelle oltre 25 gradi di durezza erano fortemente gessose. È da notare che, in corrispondenza, anche la temperatura delle rocce era notevolmente abbassata rispetto a quella che avrebbe dovuto essere ( $19^\circ$  anzichè  $36^\circ$ - $38^\circ$ , diff.  $-18^\circ$ ). Si suppose allora che già prima del traforo esistesse in seno alla massa di gneiss una rete di canali arrecanti dall'alto, dal Tèggiolo e dalla depressione di Valle, acqua fredda che venisse a diminuire il livello termico delle acque calde profonde, salienti. È interessante quindi analizzare sinteticamente le condizioni della circolazione esterna per comprendere i rapporti tra questa e quella sotterranea.

Il Cairasca scende dai bacini superiori ed esce dalla gola del Groppallo alla cascata di Campo, al termine del piano di Nembro. Prima dei lavori del traforo, a partire da questo punto, esistevano diverse copiose sorgenti.

1°) *Sorgenti di Nembro*. - Si trovavano a SE dei casolari Veina (Lavin, Lavigna) a quota 1280 circa, dirimpetto alla confluenza del rio Croso. Scaturivano dalla destra del Cairasca da tre polle alla base di un deposito detritico-alluvionale in un solco, già letto del torrente. La portata era (29 ott. 1901) di 600 lit/min = 10 lit/sec., temp.  $4^\circ,8$ - $5^\circ,1$ , durezza  $13^\circ$ - $16^\circ$ .

2°) *Sorgenti di Straccioni*. - Si trovavano a SO di Villetta, presso le case omonime, sulla sponda destra del Cairasca ed a m. 6 su di esso. Scaturivano da due gruppi di polle in deposito detritico di falda: portata media 4000 lit/min., temp.  $6^\circ,1$ - $6^\circ,5$ , durezza  $50^\circ$ - $82^\circ$ .

Da questo punto sino alle Prese di Gebbo si notano sulla sponda destra del torrente molte polle emergenti dagli strati calcarei, con venule di anidridi e gessi (trias), soggiacenti al gneiss di Antigorio. Le maggiori sono le

3°) *Sorgenti di Gebbo* (Prese di). - Scaturiscono da banco di calcare gessoso mediante tre polle a 15-25 m. sopra il torrente. Portata media 6000 lit/min., temp.  $6^\circ,5$ - $6^\circ$ , durezza  $43^\circ$ - $92^\circ$ .

Altre sorgenti di minore importanza esistevano ed esistono ancora nel bacino di Valle ed altrove. La prosecuzione dei lavori del tunnel nel tratto tra m. 4400 e 4430 dall'imbocco sud, in corrispondenza degli scisti con le grandi sorgenti fredde, determinò il disseccamento delle sorgenti di Nembro, che avvenne nel periodo 29 ottobre - 20 novembre 1901, cioè un mese dopo la

messa in luce delle sorgenti ipogee, e determinò pure una diminuzione di portata delle altre.

In considerazione della elevata portata delle sorgenti del tunnel si era pensato che le acque del lago d'Avino, in conca glaciale calcareo-scistosa, potessero contribuire ad alimentarle: tale ipotesi dovette però essere scartata perchè il lago avrebbe dovuto svuotarsi in due mesi. Assai dubbia inoltre pareva la possibilità di un apporto permanente diretto da parte del torrente Cairasca perchè il suo letto non presenta visibili fessure di perdita, ma anzi sorgenti che lo alimentano. Si pensò allora che le sorgenti traessero alimento esclusivamente dagli apporti meteorici, anche per il fatto che l'aumento dei deflussi coincideva con una diminuzione di temperatura e di durezza delle acque. D'altra parte però, tenendo conto dell'ampiezza del bacino alimentatore presunto (3 kmq. con afflusso di 1600 mm.), l'acqua di pioggia rappresentava solo il 60 % del deflusso nel tunnel. Furono perciò istituite delle indagini allo scopo di completare lo studio del regime idraulico-termico delle sorgenti del tunnel e dei rapporti di interdipendenza tra queste, le acque del Cairasca e le sorgenti lungo il suo corso (Nembro, Straccioni, Prese).

Le esperienze colorimetriche furono diverse.

La prima (Schardt, 3 dic. 1901), con l'immissione di 4 kg. di fluorescina alla cascata di Nembro e con 10 giorni di osservazioni, diede esito negativo sia alle sorgenti esterne, sia al tunnel. La seconda (Schardt, 3 dic. 1902), con l'immissione di 16 kg. di fluorescina nel Cairasca in fase di morbida, allo sbocco della gola di Groppallo e con 30 giorni di osservazioni, dimostrò il collegamento idrico con le sorgenti di Straccioni (il 7), di Prese di Gebbo (il 6) e del tunnel (il 14): le acque ivi pervengono perciò con una percorrenza, in linea d'aria, di km. 2,5 ed un dislivello di m. 640 (quote 1300-660) alla velocità di circa 200 m/giorno.

La terza (Schardt, 2 apr. 1903), con l'immissione di 25 kg. nel Cairasca in magra, ancora alla gola del Groppallo, dimostrò un collegamento con la sorgente Straccioni (il 3), con quella di Gebbo (debole il 5) e nessuno con quelle del tunnel: in tale fase perciò le acque del Cairasca si collegano con quelle delle sorgenti esterne ma non con quelle interne.

La quarta (Schardt, 9 giu. 1903), eseguita nello stesso punto con 25 kg. di fluorescina e con regime di piena, dimostrò il collegamento rapido con le sorgenti esterne (il 10) e pure rapido con

quelle del tunnel (l'11, 17, 18) ad intermittenza. In ogni caso positivo furono influenzate tutte le sorgenti, calde e fredde.

Queste esperienze dimostrano dunque che la circolazione ipogea è molto complessa: in fase di piena e di morbida, cioè durante il disgelo e le grandi piogge, le acque del Cairasca attraverso canalizzazioni calcaree (Nembro) e scistose (sino a Gebbo) possono passare in profondità e giungere al tunnel. In fase di magra le acque circolanti nella massa calcarea-scistosa sopra il tunnel alimentano soltanto le sorgenti di Gebbo, poste a 450 m. su di esso, benchè assai ridotte, per effetto del drenaggio nella galleria. Si rileva perciò che le permeazioni carsiche esistenti al livello di portata media e di piena fungono da sfioratore delle acque del Cairasca a vantaggio del reticolato interno del Tèggiolo e che esse, con un dislivello variante da 700 a 1200 m., raggiungono le gallerie.

Inoltre altre sorgenti gessose subalveari tra Campo e Scarpia debbono influenzare la portata del Cairasca: in mancanza di prove dirette, lo dimostra la durezza delle acque che cresce dal Gropallo (13°) a Straccioni (14°), a Prese di Gebbo (27°). L'intermittenza della comparsa della fluorescina nella quarta esperienza dimostra l'esistenza di una rete secondaria di canali che giunge in profondità quando l'onda di piena della rete principale è già passata.

Entro la massa del Tèggiolo vi deve essere quindi un sistema reticolare molto complesso che, partendo dalle fratture del calcare triassico sul pendio del monte e degli strati affioranti lungo il Cairasca, conduce le acque alle fratture ed alle faglie del gneiss d'Antigorio messe in luce nel tunnel nella zona delle grandi sorgenti. Dopo che queste furono aperte col traforo, la grande massa acquosa contenuta in tali fratture si svuotò nell'intervallo di circa un anno dando poi luogo allo stabilirsi di un regime di equilibrio che perdura tuttora con una portata media di 350 lit/sec.

Circa l'area di influenza ipogea, furono avanzate alcune ipotesi suffragate da calcoli. Mentre in un primo tempo (1902) pareva che il solo bacino di Valle (Nembro-Balmelle-Valgrande) potesse essere il collettore (circa 3 kmq.), ben presto ci si accorse che non era sufficiente a spiegare i deflussi ipogei. Infatti tenendo conto di un afflusso di mm. 1600 il deflusso corrispondente avrebbe dovuto essere di 4800 milioni di lit/annui, cioè 9132 lit/min., di cui 600 lit/min. alla sorgente di Nembro e 350 alle altre (Stracc.,

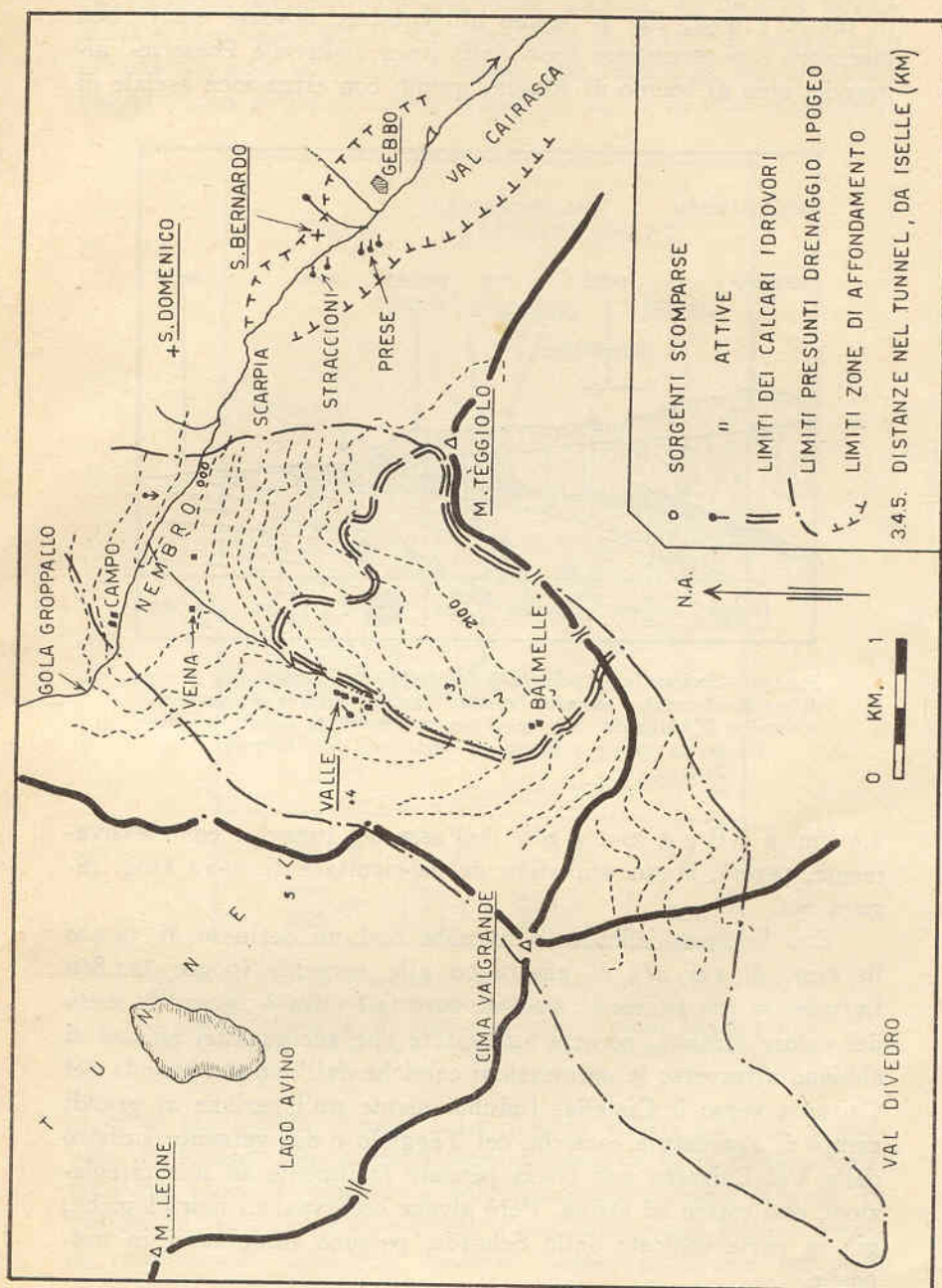


Fig. 29. - Il bacino idrovero tra la val Cairasca e il M. Leone (Sempione).

Prese, tunnel). Di conseguenza lo Schardt ammise, in prosieguo di tempo (1903), che il bacino alimentatore dovesse essere ben maggiore e si estendesse fuori della linea disliviale Possette-Valgrande, sino al bacino di Alpien, quindi con estensione assiale di

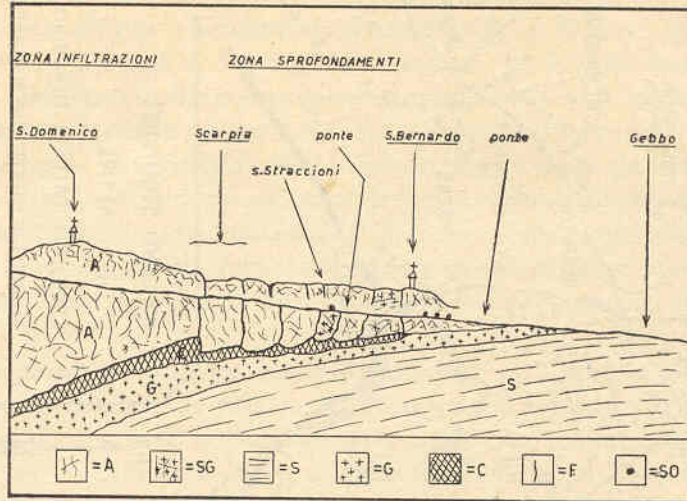


Fig. 30. - Sezione longitudinale della media val Cairasca, con le zone di sprofondamento, secondo SCHARDT (1903): scala 1:60.000 circa. A=gneiss d'Antigorio; SG=scisti gessosi; S=scisti lucidi; G=gessi; C=cavità ipogee supposte; F=fratture; SO=sorgenti.

2,5 km. a NE e 5 km. a SW dell'asse del tunnel e complessivamente, perciò, la sua superficie debba risultare di 10-12 kmq. (figura 29).

Con lo stesso afflusso si avrebbe così un deflusso di 34.400 lit/min. di cui  $\frac{2}{3}$  si effettuano alle sorgenti ipogee (22.866 lit/min. = 381 lit/sec.): siccome però tale cifra è appena la metà del valore minimo, occorre ammettere che ancora altri afflussi si abbiano attraverso le permeazioni carsiche dall'opposta sponda del Cairasca verso il Cistella. Indubbiamente un'ispezione ai grandi campi di spaccature carsiche del Tèggiolo o dal versante sinistro della Val Cairasca non lascia pensare facilmente ad una circolazione così estesa ed attiva. Però alcune osservazioni morfologiche, già in parte indicate dallo Schardt, possono illuminarci in proposito.

A nostro giudizio la conca di Nembro, ora colma di alluvioni,

dà l'impressione, specialmente verso Campo, di un'area sovrascavata anormalmente in corrispondenza di banchi di calcare saccharoide con gessi ed anidridi che sono ben visibili nel suo lato sud : questa conca potrebbe essere messa in rapporto alla solubilizza-

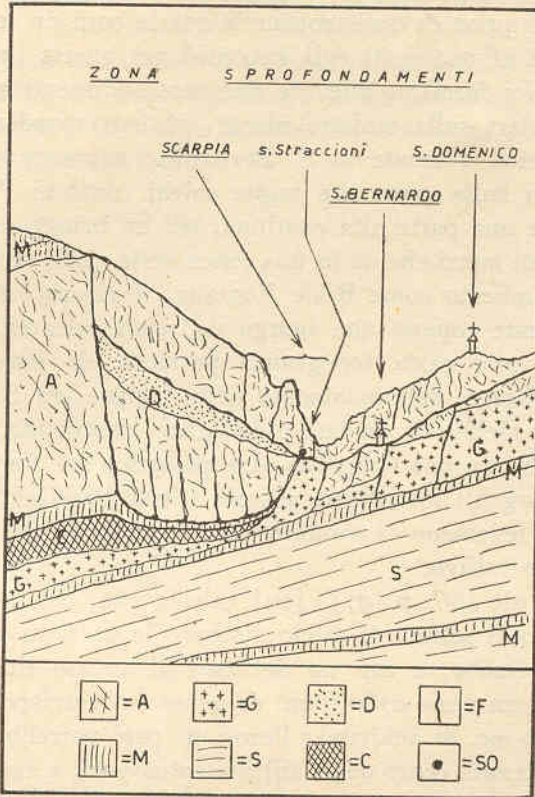


Fig. 31. - Sezione trasversale della media val Cairasca, con le zone di sprofondamento, secondo SCHARDT (1903): scala 1:50.000. A=gneiss d'Antigorio; M=marmo; G=gessi; S=scisti lucidi; D=detriti; C=cavità sotterranee supposte; F=fratture; SO=sorgenti.

zione di tali banchi. Lungo i due fianchi vallivi sotto S. Domenico, lo Schardt [66, p. 96] riscontrò forme di disfacimento anormali che mise in relazione a solubilizzazione carsica di gessi in profondità, « ... sur le rive droite d'immenses talus d'éboulement, en entassement chaotique, viennent border la rivière sur pres de 1500 m. de longueur. Sur la rive gauche... le gneiss est fissuré et décomposé par une caolinisation fort avancée. On voit manife-

stement, par exemple, que le rocher qui supporte la chapelle de S. Bernardo n'est qu'un masse affaissée. À partir de Gebbo, les mêmes amas de blocs de gneiss d'Antigorio forment les deux rives du torrent qui... coule sur cet entassement de blocs, ou du moins sur des rochers affaissés, alors que ce serait de rochers de gypse ou d'anidrite qu'on devrait trouver là sur le bord du torrent ».

Analoghi affossamenti egli riscontrò nei gneiss presso Piano del Bosco. Noi facciamo rilevare due scoscendimenti a conca del tutto particolari sulla sinistra idrogr. in corrispondenza di due solchi torrentizi a monte di S. Bernardo: entrambi sono molto male indicati sulla carta che segna solchi continui. Tali solchi hanno invece una parte alta continua, poi un brusco salto di una cinquantina di metri che dà in una conca nella quale scorre acqua: nel primo, indicato come Riale Fontana, il rio proviene da una fredda sorgente copiosa che sgorga da scisti calcarei. Del resto un'ispezione alla carta topografica permette di riscontrare un brusco modificarsi dell'andamento della isoipse tra S. Bernardo ed il riale di Gebbo da un lato e dall'altro (destra idr.) alle falde orientali della Corona Tèggiolo. La presenza sul fondovalle del gruppo di sorgenti fortemente gessose (Straccioni-Gebbo) è indice evidente del fenomeno di solubilizzazione profonda che avviene in questo tronco vallivo.

Lo Schardt [66, p. 97], [69] calcola che, con l'aliquota di g. 1 per litro di solfato di calcio disciolto in un litro d'acqua alle sorgenti di Gebbo, e con un deflusso di 12.900 lit/min., esse asportano in un anno 6780 tonn. di gesso cui corrispondono 2950 cc. (cioè 2200 mc. di anidrite): l'erosione però potrebbe essere anche doppia, tenuto conto degli afflussi subalveari, e raggiungere il valore di 13.000 tonn/annue, cioè 7000 mc. di solfato di calcio. Egli calcolò inoltre che col deflusso di 1000 lit/sec. le sorgenti del tunnel portano in soluzione in un anno 35.536 tonn. di anidrite (cioè 10.874 mc.). Tali quantitativi di materiale così velocemente asportati possono perciò agevolmente spiegare gli scoscendimenti osservati.

Poichè il deflusso è indipendente dal totale mensile delle precipitazioni e il suo valore massimo è il 40% del minimo, non si rileva in queste sorgenti un regime valchiusano poichè in quelle di questo tipo meno variabili, come si sa, i massimi raggiungono tre o quattro volte i valori dei minimi.

\* \* \*

Giunti al termine di questa lunga dettagliata analisi delle condizioni del carsismo nei vari settori alpini sarebbe opportuno fissare, in un capitolo, uno sguardo comparativo generale d'insieme, come è stato fatto per i precedenti volumi. Siccome però queste osservazioni comporterebbero un'analisi differenziale che prolungherebbe tale memoria oltre i limiti concessi, esse vengono rinviate al quarto ed ultimo volume che abbraccia anche il carsismo delle regioni collinari.

---



## BIBLIOGRAFIA

- [1] ARALDO - *La caverna di Rio Martino*. Saluzzo (tip. Lobetti), 1878.
- [2] ARGENTIER A. - *D'Aoste à Pré St. Didier et Courmayeur*. Boll. del C.A.I., 1° (1866), n. 4, 68.
- [3] BADIN A. - *Grotte e caverne*. Milano (ed. Bibl. Utile), 1868, 244-338.
- [3 bis] BARETTI M. - *Una caverna ghiacciata*. Riv. « L'Alpinista », 1874, 92.
- [4] BAZZETTA N. - *La caverna di Sambughetto in Valle Strona. Ricordi di una esplorazione speleologica*. Riv. Mensile del C.A.I., 25° (1906), 470-474 [contiene una planimetria].
- [5] — — *Guida del lago d'Orta e valle Strona*. Milano (tip. Preda), 1930.
- [6] BERTARELLI L. V. - *Guida l'Italia del T.C.I. Vol.: Piemonte, Lombardia, Canton Ticino*. Milano, 1925.
- [7] BEZZI M. - *A proposito della grotta del Pugno*. Riv. Mensile del C.A.I., 1926, n. 1, pag. 3 del Notiziario.
- [8] BIANCO E. - *Esplorazione di due grotte nei dintorni di Crissolo (Cuneo)*. Riv. « Le grotte d'Italia », 5° (1931), n. 2, 67-70.
- [9] BOBBA C., VACCARONE L. - *Guida delle Alpi Occidentali*. Torino: 2ª ediz. (la 1ª è del Martelli). Vol. 1° e 2° (1ª parte) 1889, vol. 2° (2ª parte) 1893.
- [10] CANZIO E., MONDINI F., VIGNA N. - *In Valpellina*. Boll. del C.A.I., 32° (1899), n. 65, 68-70 [accenna alla Borna delle Fate che dice essere lunga n. 26].
- [11] CAPELLO C. F. - *Osservazioni su alcune caverne dei dintorni di Oulx (Valle Doria Riparia)*. Boll. Soc. Geol. Ital., 56° (1937), n. 1, 159-174.
- [12] — — *Revisione speleologica piemontese. 1ª nota: Dalle valli del Toce alle valli del Corsaglia*. Atti Soc. It. Sc. Nat., 76° (1937), 307-317.
- [13] — — *Il fenomeno carsico nelle valli del Courmayeur (Valle d'Aosta)*. Boll. Soc. Geogr. Ital., 2° (1937) n. 2-3.
- [14] — — *Le caverne del M. Pramand (Valle Dora Riparia)*. Boll. Soc. Geol. Ital., 57° (1938) n. 1, 17-32.
- [15] — — *Introduzione allo studio sistematico delle plaghe carsiche del Piemonte*. Boll. Soc. Geogr. Ital., 3° (1938), n. 4.
- [16] — — *Sui terrazzi fluvio-glaciali e sulla morfologia carsica delle valli di Pré St. Didier (Valle d'Aosta)*. Boll. Comit. Glac. Ital., n. 19 (1939), 135-178.
- [17] — — *Grotte e caverne delle valli delle Dore Baltea e Riparia*. Boll. Soc. Geol. Ital., 58° (1939) n. 1, 14-28.
- [18] — — *Il carso del M. Seguret (Piemonte)*. Riv. « L'Universo », 20° (1939) n. 8, 621-642.
- [19] — — *Rilevamento speleo-carsico del bacino idrografico della Doria Riparia*. Riv. « L'Universo », 22° (1941) n. 1, 25-50.

- [20] CAPRA F. - *Sulla fauna della grotta del Pugnetto in Val di Lanzo*. Atti Acc. Scienze Torino, 56° (1924), 153-161.
- [21] CARREL G. - *Sur une grotte de glace dans le Duché D'Aoste*. Bibliothèque Universal de Genève, 34° (1841), 196. [Descrive la grotta di Chabaudey a Plan Agex].
- [22] CASALIS G. - *Dizionario geografico storico-statistico-commerciale degli Stati di S. M. il Re di Sardegna*. Torino (tip. Marzorati), 1839-1840. [Nel vol. 5° (1839), pag. 647 describe la grotta di rio Martino].
- [23] CASTIGLIONE V. (abate) - *Relatione di Monviso et dell'origine del fiume Po*. Cuneo, 1627, p. 22 (cit. BUTTINI G.: *Un alpinista del 1600*. Riv. Mens. del C.A.I., 21° (1902), 49-51).
- [24] CLAVARINO L. - *Le valli di Lanzo*. Memorie. Torino (tip. Boeuf), 1874.
- [25] CURLO G. - *Sopra alcune concrezioni stalattitiformi silicee delle Grotte del Pugnetto (Valle di Lanzo)*. Ann. Museo Civ. Genova, 53° (1930), 461-464.
- [26] DAINELLI G. - *Cavità di erosione nei gessi del Moncenisio*. Riv. « Mondo sotterraneo », 3° (1908) n. 3-4, 55-68; n. 5, 92-103; n. 6, 113-119.
- [27] DELEBEQUE A. - *Le lac du Mont Cenis*. Archives Sciences Phys. Genève, 30° (1893) n. 12.
- [28] DELLA CHIESA A. - *Relatione dello stato presente del Piemonte del sig. D. F. A. Della Chiesa...* Torino (ed. Zavatta), 1635.
- [29] DE SAUSSURE H. B. - *Voyages dans les Alpes*. Neuchâtel, 1796, vol. 3°, 60.
- [30] DESIO A. - *Appunti morfologici sui dintorni di Courmayeur*. Riv. « Natura » (Milano), 17° (1926).
- [31] EANDI G. - *Statistica della provincia di Saluzzo (1833-35)*. Saluzzo (tip. Lobetti Bodoni) 1835. Vol. 1°, parte 1ª, 31-33 [tratta della grotta di rio Martino].
- [32] ELTER F. - *Geomorfologia dell'alta val Maira*. Dissertazione di laurea 18 dic. 1917 inedita (cit. C. F. PARONA [54]).
- [33] ERRERA C. - *Per una società speleologica piemontese*. Riv. « Mondo sotterraneo », 2° (1905) n. 2-3, 34-36.
- [34] FRANCHI S. - *Nuove località con fossili mesozoici nella zona delle pietre verdi presso il Colle del Piccolo S. Bernardo (Valle d'Aosta)*. Boll. Comit. Geologico, 1899, 315.
- [35] GORRET A. - *Lettre à M. R. H. Budden, excursion sur le glacier de Rhutor le 21 juillet 1868*. Boll. del C.A.I., 1869, n. 1, 7-9.
- [36] ISAIA C. - *Al Monviso per val di Po e val di Varaita. Reminiscenze alpine*. Torino (tip. Casanova), 1874.
- [37] — — *La caverna del Rio Martino presso Crissolo e la sorgente del Po in Piano del Re*. Boll. del C.A.I., 13° (1879) n. 38, 276-286.
- [38] — — *Di alcune caverne nelle Alpi Marittime*. Boll. del C.A.I., 14° (1880) n. 44, 625-628. [Tratta delle grotte di Val Maira, Rossana, Crissolo].
- [39] MADER F. - *Die höchsten Teile der Seealpen und der Ligurischen Alpen physiographischer Beziehung*. Lipsia (ed. Fock), 1897.
- [40] MALACARNE V. - *Ragguaglio istorico d'una antica miniera d'oro in val di Po*. In « Ozi letterari », Torino (st. Reale), 1° (1787), 167-203. Fa pure parte della pubbl. « Lettere sul Monviso al sig. S. Giorna » (1772), non meglio identificate. [Parla della grotta di Rio Martino].

- [41] MALLADRA A. - *L'acqua nel traforo del Sempione* (conferenza). Milano (ed. Cogliati) 1902.
- [42] MARINELLI O. - *Sulla diffusione e sul carattere prevalente dei fenomeni carsici nei gessi delle Alpi Italiane*. Riv. « Mondo sotterraneo », 1° (1904) n. 3, 59-61; n. 4, 72-78.
- [43] — — *Fenomeni carsici nei gessi e nei calcari della Val Toggia*. Riv. « Mondo sotterraneo », 3° (1906) n. 1-2, p. 1-5.
- [44] MARTELLI C., VACCARONE L. - *Guida delle Alpi Occidentali*. Torino, 1ª ediz. 1880, p. 420.
- [45] MAVIGLIA C. - *Le cosiddette « fibbie » del Musteriano alpino rinvenute a Sambughetto Valstrona (Novara)*. Atti 1° Congr. Inter. Studi Liguri (1950). Bordighera, 1952.
- [46] M. G. A. BATT. - (Articolo sulla grotta di Rio Martino). « Journal des Alpes ». Saluzzo, 1868 (citato da E. A. MARTEL in: *Les Abimes*. Paris, 1894).
- [47] MONTERIN U. - *Fenomeni carsici nei calcemicascisti della zona delle pietre verdi (alta valle di Gressoney)*. Atti Acc. Scienze Torino, 58° (1923), 63-74.
- [48] MURATORE G. - *Brevi cenni sulla grotta del Pugno*. Boll. Mensile dell'UGET, 1923, n. 6.
- [49] — — *Le grotte Giaset*. Riv. Mens. del C.A.I., 44° (1925) n. 11-12, 225.
- [50] — — *Grotte del Pugno*. Riv. Mens. del C.A.I., 44° (1925) n. 8, 192-197.
- [51] — — *Le grotte del Pugno*. Riv. Mens. della Giovane Montagna, 1926, n. 4, 79-81.
- [52] — — *Le caverne del Rocciamelone*. Riv. « Le Alpi » (del C.A.I.), 60° (1940), 29-35.
- [53] — — *Grotte del Pugno: Valli di Lanzo, Stura di Ala*. Riv. Mensile del C.A.I., 65° (1946), n. 1-2, 21-29.
- [54] PARONA C. F. - *Il Piemonte ed i suoi paesaggi*. Torino (ed. Paravia), 1935.
- [55] PIOLTI G. - *Il piano del Moncenisio*. Boll. del C.A.I., 22° (1880), 117-119.
- [56] PREVER P. L. - *Il fenomeno glaciale nella valle del Pellice*. Boll. Soc. Geol. Ital., 30° (1911), 769.
- [56 bis] PUGNO A. - *La grotta del Rio Martino*. Saluzzo (tip. Richard), 1915.
- [57] RATTI C. - *Escursioni nelle valli di Pellice e del Po*. Boll. del C.A.I., 1887, n. 3.
- [58] REYNAUDI - *Aosta e le sue valli*. (Guida illustrata), 1922-23.
- [59] RICHARD C. - *La caverna di Rio Martino e la regione di Crissolo in relazione alla preistoria*. Boll. Soc. Piemontese di Archeologia (Torino), 16° (1932) n. 1-2, 74-79.
- [60] ROVERETO G. - *La conca di Courmayeur*. Riv. Mens. del C.A.I., 1925, n. 8.
- [61] RUSCONI A. - *Il lago d'Orta....* Torino, 1880, p. 246.
- [62] SACCO F. - *Le caverne delle Alpi Piemontesi*. Riv. « Le Grotte d'Italia », 2° (1928), n. 3, 97-121.
- [63] — — *Le Alpi*. Milano (ediz. Touring), 1934, 660-661.
- [64] SCHARDT H. - *Rapport sur les venues d'eau rencontrées dans le tunnel du Simplon du côté d'Iselle*. Lausanne (ed. Corbaz), 1902. [Domodossola, Bibl. Collegio Rosmini].

- [65] — — *Venues d'eaux au tunnel du Simplon*. Bull. Soc. Vaud. Sciences Nat., 38° (1902), 143-144. Rec. in « Spelunca », 4°, 340.
- [66] — — *Note sur le profil géologique et la tectonique du massif du Simplon suivi d'un rapport supplémentaire sur les venues d'eau rencontrées dans le tunnel du Simplon du côté d'Iselle*. Lausanne (ed. Corbaz), 1903, pp.33-139 [Domodossola, Bibl. Collegio Rosmini; Berna, Schweiz. Landesbibliothek, coll. V 9 Bahnen.]
- [67] — — *Les résultats scientifiques du percement du tunnel du Simplon*. Bull. Technique de la Suisse Romande (Lausanne), 1905. Rec. « Spelunca », 6°, 349.
- [68] — — *Les eaux souterraines du tunnel du Simplon*. Riv. « La Géographie » (Paris), 1905; Bull. Soc. Neuchâteloise des Sc. Nat., 32° (1903-04), 353-356.
- [69] — — *Sur la valeur de l'érosion souterraine par l'action des sources*. Bull. Soc. Neuchâteloise des Sc. Nat., 32° (1904-05), 168-177; Bull. Soc. Belge de Géol. (Bruxelles), 20° (1906), 86-94.
- [70] SESTINI A. - *Osservazioni e ricerche sulle valli di Courmayeur*. Mem. Geol. Geogr. di Dainelli, Firenze, 1° (1930), 239-240.
- [71] SISMONDA A. - *Osservazioni geologiche sulla valle di Susa e sul Moncenisio*. Mem. Accad. Scienze Torino, 28° (1835), 150.
- [72] VENZO S. - *Osservazioni sulla fauna delle grotticelle di Sambughetto Valstrona e sugli stadi würmiani del lago d'Orta (Novara)*. Atti. Soc. Ital. Scienze, Milano, 93° (1954) n. 3-4, 409-431.
- [73] VESCOZ P. L. - *Une grotte de 115 mètres à Valsavaranche*. Bull. Soc. Flore Valdôtaine (Aosta), 1910, n. 6.
- [74] VIGLIO A. - *La caverna delle Streghe in valle Strona*. Novara (tip. Cattaneo), 1913. Riv. « Cusiana » della Colonia ciclo-alpina Cusiana, Omegna (tip. Casini), 1923.
- [75] VIOLA P. L. - *La « Borna de la Faje » (Grotta della fata)*. Riv. della Sez. di Milano del C.A.I., agosto 1929, 343.

# INDICE

INTRODUZIONE . . . . .	Pag. 7
------------------------	--------

## PARTE I.

### FENOMENI CARSIICI DEI CONTRAFFORTI TRA LA STURA DI CUNEO E LA MAIRA

<i>Limiti e caratteri fisici e geologici della regione</i> . . . . .	Pag. 11
<i>I fenomeni carsici</i> . . . . .	» 14
A) I fenomeni esterni e la circolazione carsica . . . . .	» 15
1° - Versante meridionale (Valle Stura) . . . . .	» 15
2° - Versante settentrionale (Val Maira) . . . . .	» 20
B) Le caverne . . . . .	» 31
1° - Valle Stura di Demonte . . . . .	» 31
2° - Valle Maira . . . . .	» 32

## PARTE II

### FENOMENI CARSIICI DEL SETTORE DEL MONVISO

<i>Limiti e caratteri fisici e geologici della regione</i> . . . . .	Pag. 35
<i>I fenomeni carsici</i> . . . . .	» 35
A) I fenomeni esterni e la circolazione ipogea . . . . .	» 35
B) Le caverne . . . . .	» 37

## PARTE III

### FENOMENI CARSIICI DEI CONTRAFFORTI TRA IL PELLICE E LA DORA RIPARIA

<i>Limiti e caratteri fisici e geologici della regione</i> . . . . .	Pag. 41
<i>I fenomeni carsici</i> . . . . .	» 42
Cap. 1° : <i>Settore di Val di Ripa</i> . . . . .	» 42
Cap. 2° : <i>Settore Monginevro - Ambin</i> . . . . .	» 43
I fenomeni esterni . . . . .	» 43
Le caverne . . . . .	» 49
Cap. 3° : <i>Settore del Moncenisio</i> . . . . .	» 53
I fenomeni esterni . . . . .	» 53
Pozzi e caverne . . . . .	» 56
Cap. 4° : <i>Contrafforte spartiacque Chisone-Dora</i> . . . . .	» 58

## PARTE IV

### FENOMENI CARSIICI DEI CONTRAFFORTI TRA LA DORA RIPARIA E L'ORCO

<i>Limiti e caratteri della regione</i> . . . . .	Pag. 65
<i>I fenomeni carsici</i> . . . . .	» 65
Valle di Susa . . . . .	» 65
Valli di Lanzo . . . . .	» 66

## PARTE V

FENOMENI CARSICI DEI CONTRAFFORTI TRA LA DORA BALTEA  
ED IL CERVO

Cap. 1°: <i>Settore: Testa d'Arpi-Thuille-Piccolo S. Bernardo</i> . . . . .	Pag.	70
Caratteri generali del settore . . . . .	»	70
I fenomeni carsici . . . . .	»	71
A) I fenomeni esterni . . . . .	»	71
B) Pozzi e caverne . . . . .	»	78
Cap. 2°: <i>Settore: Contrafforte delle valli di Courmayeur</i> . . . . .	»	79
Caratteri generali del settore . . . . .	»	79
I fenomeni carsici . . . . .	»	79
A) I fenomeni esterni . . . . .	»	79
B) Le caverne . . . . .	»	88
Cap. 3°: <i>Le zone minori</i> . . . . .	»	89
Contrafforti della Valpelline . . . . .	»	89
Contrafforte tra il Marmore e l'Evançon . . . . .	»	89
Contrafforte tra il Lys ed il Sesia . . . . .	»	92
Appendice . . . . .	»	93

## PARTE VI

FENOMENI CARSICI DEI CONTRAFFORTI TRA L'ALTA SESIA  
ED IL TOCE

(Parte unica) . . . . .	Pag.	95
-------------------------	------	----

## PARTE VII

## FENOMENI CARSICI DELL'OSSOLA

<i>Limiti e caratteri fisici e geologici generali</i> . . . . .	Pag.	97
<i>I fenomeni carsici</i> . . . . .	»	99
Cap. 1°: <i>Zona della val Toggia</i> . . . . .	»	99
Limiti e caratteri fisici e geologici della regione . . . . .	»	99
I fenomeni carsici . . . . .	»	100
Cap. 2°: <i>Zona della val Devero</i> . . . . .	»	110
Limiti e caratteri fisici e geologici della regione . . . . .	»	110
I fenomeni carsici . . . . .	»	112
Vallone di Agaro - Vallone di Codelago - Vallone di Buscagna - Valloni di Bondolero e Brumei . . . . .	»	112
Cap. 3°: <i>Zona della val Cairasca</i> . . . . .	»	122
Limiti e caratteri fisici e geologici della regione . . . . .	»	122
Fenomeni carsici e circolazione ipogea . . . . .	»	123
BIBLIOGRAFIA . . . . .	»	135
INDICE . . . . .	»	139

## Publicazioni presso il Centro di Studi per la Geografia fisica in Bologna

### Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane (in collaborazione col Comitato Nazionale per l'Ingegneria).

1. *Indagine preventiva sulle recenti variazioni della linea di spiaggia delle coste italiane* a cura di D. ALBANI, con *Guida Questionario per le ricerche locali* di A. R. TONIOLO, vol. di pagg. 96, con 4 tavole di cartogrammi e carte. Roma, 1933, presso il Comitato Nazionale per la Geografia . . . (esaurito)
2. *Ricerche sul regime dei litorali nel Mediterraneo* a cura di A. d'ARRIGO, con Prefazione di A. R. TONIOLO, vol. di pagg. 172 con fig. e 8 tavole, Roma, 1936, presso il Comitato Nazionale per la Geografia . . . (esaurito)
3. *Le spiagge della Riviera Ligure*, con 3 monografie a cura di M. ASCARI, L. BACCINO, G. SANGUINETI, vol. di pagg. 330 con figg. e 8 tavole, Roma, 1937, presso il Comitato Nazionale per la Geografia . . . L. 1000,—
4. *Le spiagge Padane*, con 2 monografie a cura di M. VISENTINI e G. BORGHI, vol. di pag. 137, con figg. e 6 tav. Bologna, 1938, presso il Comitato Nazionale per la Geografia . . . » 1000,—
5. *Le spiagge Toscane*, a cura di D. ALBANI, A. GRISELLI e A. MORI, vol. di pagg. 158, con 68 figg. e tav. Roma, 1940, presso il Comitato Nazionale per la Geografia . . . » 1000,—
6. *Le spiagge Marchigiane*, a cura di M. ORTOLANI e U. BULI, vol. in 4° di pagg. VIII-150, con 59 figg. e 4 tav. fuori testo . . . » 1000,—
7. *Le spiagge venete* (in preparazione).
8. *Le spiagge sarde* (in preparazione).

### Ricerche sulle variazioni storiche del clima italiano.

1. *Notizie meteorologiche e climatologiche della Venezia Giulia (Trieste, Istria e Friuli Orientale)*, a cura di G. BRAUN, vol. di pagg. 80, Roma, 1934, presso il Comitato Nazionale per la Geografia . . . » 800,—
2. *Il clima sulle Alpi ha mutato in epoca storica?* a cura di U. MONTERRIN, op. di pagg. 56, Bologna, 1937, presso il Comitato Nazionale per la Geografia » 200,—
3. *Le variazioni del regime del Po, come indice di variazioni di clima*, a cura di M. VISENTINI, op. di pagg. 10 con grafico, Bologna, Zanichelli, 1939 . (esaurito)
4. *Notizie meteorologiche e climatologiche della Campania*, a cura di G. MASTROCINQUE, vol. di pagg. 178, Bologna, Zanichelli, 1938 . . . L. 300,—
5. *Contributi allo studio di variazioni della pressione atmosferica 1881-1930*, a cura di C. FABRIS, vol. di pagg. 92 con diagrammi, tabelle e tavole, Bologna, Zanichelli, 1938 . . . » 400,—
6. *Variazioni periodiche della temperatura media a Bologna dal 1814 al 1933*, a cura di A. CAPRA, op. di pagg. 15-VII, Bologna, Zanichelli, 1939 . . . » 200,—
7. *Variazioni climatiche nella Pianura Padana e loro rapporti col regime del Po*, a cura di A. MELICCHIA, vol. di pagg. 142, con diagrammi, tabelle e tavole, Bologna, Zanichelli, 1939 . . . » 400,—
8. *Variazioni climatiche e variazioni interdiurne della pressione a Venezia (1881-1930)*, a cura di A. MELICCHIA, op. di pagg. 27, con diagrammi, tabelle e tavole, Bologna, Comitato Nazionale per la Geografia, 1940 . . . » 200,—
9. *Variazioni climatiche nell'Italia centrale e loro rapporto col regime del Tevere*, a cura di A. MELICCHIA, vol. di pagg. 200, 48 tabelle, 58 figg. e 7 tav. e 1 carta dell'idrografia del Tevere, Bologna, Zanichelli, 1942 . . . » 1000,—

(segue retro)

10. U. BULLI, *Ricerche climatiche sulle Pinete di Ravenna*, vol. di pagg. VIII-80, con 27 figure. Bologna, Centro di Studi per la Geografia fisica, 1949 . . . L. 600,—
11. A. CAPRA, *Andamento delle precipitazioni a Bologna dal 1813 al 1942*, vol. di pagg. 24, con tabelle e grafici . . . » 400,—
12. M. BIANCHINI, *Il clima di Foggia*, vol. di pagg. 84, con tabelle e grafici . . . » 1500,—

#### Ricerche sui terrazzi fluviali e marini d'Italia.

1. M. GORTANI, *I terrazzi del bacino montano del Tagliamento e nelle valli contigue*; T. LIPPARINI, *I terrazzi fluviali dell'Emilia*; T. LIPPARINI, *Il Paleolitico inferiore sui terrazzi fluviali del torrente Tarugo presso Isola di Fano (Marche)*; T. LIPPARINI, *I terrazzi fluviali e marini nella Valle inferiore del Tevere*; vol. di pagg. 120 con 15 tav., Bologna, 1934, presso l'Istituto Geologico . . . . . (esaurito)
2. T. LIPPARINI, *I terrazzi fluviali delle Marche*, op. di pagg. 22, con 7 figure, Bologna, 1939, presso il Comitato Nazionale per la Geografia . . . . . (esaurito)
3. G. RUGGIERI, *Terrazzi quaternari e faune siciliane nel Golfo di Squillace*; G. M. VILLA, *Nuove ricerche sui terrazzi fluviali delle Marche*, op. di pagg. 82 con figg., Bologna, 1942, presso il Comitato Nazionale per la Geografia L. 700,—

#### Ricerche sulla distribuzione altimetrica della vegetazione in Italia.

1. G. NEGRI, *Introduzione*; S. ZENARI, *Associazioni e limiti della vegetazione nel Gruppo di M. Schiara-M. Pelf (Belluno)*; O. GAVIOLI, *Ricerche sui limiti altimetrici delle formazioni vegetali di alcuni gruppi dell'Appennino Lucano*; vol. di pagg. 226, Pisa, 1934, presso il Comitato Nazionale per la Geografia . . . . . (esaurito)
2. O. GAVIOLI, *Limiti altimetrici delle formazioni vegetali del Gruppo del Pollino (Appennino Calabro-Lucano)*, op. di pagg. 80 con 1 carta, Bologna, 1937, presso il Comitato Nazionale per la Geografia . . . . . (esaurito)
3. A. DE PHILIPPIS, *Classificazioni ed indici del clima, in rapporto alla vegetazione forestale italiana*, vol. di pagg. 170, con 4 carte a colori e 18 diagrammi nel testo, Bologna, 1937, presso il Comitato Nazionale per la Geografia (esaurito)
4. A. GIACOBBE, *Schema di una teoria ecologica per la classificazione della vegetazione italiana*, op. di pagg. 87, con 3 grafici e una carta, Bologna, 1938, presso il Comitato Nazionale per la Geografia . . . . . (esaurito)
5. S. ZENARI, *La vegetazione nel Comelico (Alto Adore). Ricerche sulla distribuzione altimetrica*, vol. di pagg. 388, 2 tav., Bologna, Comitato Nazionale per la Geografia, 1942. . . . . L. 1000,—

#### Ricerche sulla morfologia e idrografia carsica.

1. CESARE LIPPI-BONCAMPANI, *I Monti Sibillini*, vol. di pagg. VIII-80, figg. 21, Bologna, Centro di Studi per la Geografia fisica, 1948 . . . . . » 500,—
2. MARIO ORTOLANI e ATTILIO MORETTI, *Il Gran Sasso d'Italia (versante meridionale)*, vol. di pagg. VIII-120, figg. 16, Bologna, Centro di Studi per la Geografia Fisica, 1950 . . . . . » 700,—
3. CARLO FELICE CAPELLO, *Il fenomeno carsico in Piemonte (Le zone marginali al riltevo alpino)*, vol. di pagg. IV-90 figg. 24, Bologna, Centro di Studi per la Geografia Fisica, 1950 . . . . . » 600,—
4. CARLO FELICE CAPELLO, *Il fenomeno carsico in Piemonte. (Le Alpi Liguri)*, vol. di pagg. IV-114 fig. 15, Bologna, Centro di Studi per la Geografia Fisica, 1952. . . . . » 1000,—
5. ANGELO PASA, *Carsismo e idrografia carsica nel gruppo del M. Baldo*, vol. di pagg. IV-128 fig. 15, Bologna, Centro di Studi per la Geografia Fisica, 1954 » 2000,—
6. CARLO FELICE CAPELLO, *Il fenomeno carsico in Piemonte. (Le zone interne del sistema alpino)*, vol. di pagg. 140, Bologna, Centro di Studi per la Geografia Fisica, 1955 . . . . . » 2000,—

#### Ricerche limnologiche (in collaborazione col Centro di Studi Alpini)

1. *I laghi di Léxico e di Caldonazzo* - Vol. 1° di pagg. 206 figg. 56, Bologna, Centro di Studi per la Geografia Fisica, 1952 . . . . . » 1500,—
2. *I laghi di Léxico e di Caldonazzo* - Vol. 2° di pagg. 266 figg. 51, Bologna, Centro di Studi per la Geografia Fisica, 1952 . . . . . » 1500,—