

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI CUNEO

**INVENTARIO
DELLE RISORSE IDRICHE
DELLA
PROVINCIA DI CUNEO**

PARTE V^a

**LE SORGENTI DELLE VALLI
GESSO E VERMENAGNA**

dott. giovanni ansaldi
istituto di geologia
universita' di torino

Cuneo, Luglio 1979
Quaderno N°27

A CURA DELL'UFFICIO STUDI E PROGRAMMAZIONE

AMMINISTRAZIONE DELLA PROVINCIA DI CUNEO

INVENTARIO DELLE RISORSE IDRICHE

DELLA PROVINCIA DI CUNEO

PARTE V^

LE SORGENTI DELLE VALLI GESSO E VERMENAGNA

Dott. Giovanni ANSALDI

Istituto di Geologia
dell'Università di Torino

Cuneo, luglio 1979
Quaderno N° 27

A cura dell'Ufficio
Studi e Programmazione

La serie degli studi sulle risorse idriche della Provincia di Cuneo continua col presente studio sulle sorgenti esistenti nelle valli del Gesso e Vermentagna.

La ricerca rientra nel programma generale di studi approvato dal Consiglio Provinciale l' 11.10.1971 e di cui sono già stati pubblicati ben 4 Quaderni e precisamente:

- novembre 1973 - Quaderno N° 8: "Le sorgenti della Valle Stura di De monte"
- novembre 1975 - Quaderno N° 15: "Le sorgenti della Valle Corsaglia"
- novembre 1978 - Quaderno N° 25: "Le sorgenti del Massiccio del Marguareis"
- marzo 1979 - Quaderno N° 26: "Carta idrogeologica della Provincia di Cuneo".

La collana di ricerche avrà termine entro il corrente anno con la pubblicazione dell'ultimo studio che avrà per oggetto l'inventario dei pozzi nella pianura di sinistra Stura.

Tali ricerche hanno un rilievo di particolare interesse, oltre che dal punto di vista della gestione del patrimonio idrico provinciale, soprattutto ai fini dello sviluppo della nostra agricoltura.

E' quindi con vivo apprezzamento della Amministrazione Provinciale che viene pubblicato questo ulteriore Quaderno, frutto delle ricerche del geologo Dott. Giovanni ANSALDI dell'Istituto di Geologia dell'Università di Torino.

Cuneo, luglio 1979

IL PRESIDENTE DELLA
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE


Dott. Giovanni FALCO -

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame comprende i bacini idrografici del Torrente Gesso e del Torrente Vermenagna, a monte della loro confluenza (Fig. 1.1).

Nella cartografia ufficiale, edita dall'Istituto Geografico Militare, essa ha il suo corrispondente topografico nelle tavolette alla scala 1:25.000 (Boves, Limone P., Certosa di Pesio, Colle di Tenda, Tenda, Madonna delle Finestre, Entraque, Ciriegia, S. Anna di Valdieri, S. Anna di Vinadio, Demonte, Valdieri) comprese nel Foglio 90 (Demonte) e 91 (Boves).

E' situata nella porzione meridionale delle Alpi Marittime e "pro parte" in quella settentrionale delle Alpi Liguri; il Colle di Tenda fa da separazione. Le maggiori elevazioni sono date dalle cime del Massiccio dell'Argentera che, nell'alta Valle Gesso, raggiunge le quote più alte con i 3297 m della Serra dell'Argentera e i 3143 m del Gruppo dei Gelas. In Val Vermenagna le quote sono decisamente più basse; su tutte spicca con i suoi 2755 m la Rocca dell'Abisso.

Sarà presa in considerazione nel presente lavoro la regione delimitata ad Est e Nord-Est dalla dorsale Cima del Becco-Testa Ciaudon - Cima Fascia - Monte Jurin - Punta Mirauda - Monte Piane - Cima Francia - Bric Berciassa, a Sud dalla linea di cresta Cima Pepino, Colle di Tenda, Rocca dell'Abisso, Cima Clapier, Cima dei Gelas, Cima Ghiglié e Colle di Ciriegia, a Sud-Ovest dal dislivello Cima Fremamorta - Testa del Claus - Monte Malinvern, a Nord-Ovest dalle testate dei valloni laterali destri della cresta spartiacque Giorgia Cagna - Colle dell'Arpione - Monte Piastra - Cima delle Piastre - Monte Croce.

L'altitudine media del territorio in esame può essere stimata intorno ai 1650 m s.l.m., con i 3297 della Cima dell'Argentera, che rappresentano la quota più elevata, e i 603 m della confluenza del Vermenagna nel Gesso (presso Borgo S.Dalmazzo), dove si ha la minima elevazione.

Il reticolato idrografico è costituito dai due corsi d'acqua principali Gesso e Vermenagna con le loro varie diramazioni.

Il primo a monte di Valdieri si suddivide nel Gesso di Entraque e nel Gesso della Valletta che a Terme di Valdieri si divide a sua volta nel Gesso della Valletta propriamente detto e nel Gesso del Valasco; i principali affluenti sono il Torrente Meris in sponda sinistra, il Rio di Lourusa e il Rio della Vagliotta in sponda destra. Il ramo di Entraque nei pressi del paese omonimo riceve il Torrente Bousset e, subito a monte del lago artificiale della Piastra, il Torrente Bucera che scende dal Vallone della Rovina; a S. Giacomo di Entraque si biforca nei due rami del Gesso della Barra e del Torrente di Monte Colombo. A valle della confluenza del Gesso di Entraque e del Gesso della Valletta, ad eccezione del Torrente Biale di Roaschia, gli affluenti sono di scarsa importanza. I tributari del Torrente Vermenagna, in ordine di importanza, sono rappresentati dal Torrente della Val Grande, dal Rio S. Giovanni, dal Rio Prati della Chiesa, dal Rio Alpellina, dal Rio S. Bernardo, dal Rio di Ceresole, dal Rio Bralungia e dal Rio Agnelli. L'estensione dei due bacini (Gesso e Vermenagna), alla confluenza di Borgo S.Dalmazzo, è di 523 kmq.

Fig. 1.1 - Inquadramento geografico dell'area studiata

2. CONDIZIONI CLIMATICHE

2.1 Temperature

A causa dell'assenza di stazioni termometriche sia in Valle Gesso che in Val Vermenagna si sono presi in considerazione i valori della temperatura dell'aria relativi alle stazioni di S.Bernolfo (1702 m s.l.m.) e Cuneo (536 m s.l.m.), situate nelle immediate vicinanze dei due bacini studiati. S.Bernolfo presenta caratteristiche simili anche per quanto concerne l'altitudine.

Per le due stazioni esaminate vengono qui di seguito riportati i valori medi mensili ed annui delle temperature massime, minime e medie per il periodo 1936-55:

Mese	max	min.	media	Escursione termica
G	2,8	-5,5	-1,4	8,3
F	4,2	-4,5	-0,1	8,7
M	6,3	-2,8	1,7	9,1
A	9,5	0,5	5,0	9,0
M	12,3	3,5	7,9	8,8
G	17,4	7,7	12,6	9,7
L	20,0	9,7	14,8	10,3
A	19,3	9,4	14,4	9,9
S	16,1	7,0	11,6	9,1
O	10,2	2,8	6,5	7,4
N	6,8	-0,9	2,9	7,7
D	3,7	-4,7	-0,5	8,4
Anno	10,7	1,9	6,3	8,8

Tab. 2.1.1 - Valori medi mensili delle temperature massime, minime, medie e dell'escursione termica alla stazione di S.Bernolfo per il periodo 1936-55

Mese	max	min.	media	Escursione termica
G	4,4	-3,2	0,6	7,6
F	7,0	-1,8	2,6	8,8
M	11,4	2,4	6,9	9,0
A	16,1	6,5	11,3	9,6
M	19,4	9,9	14,7	9,5
G	24,5	14,0	19,2	10,5
L	26,9	16,5	21,7	10,4
A	25,3	16,1	20,7	9,2
S	21,6	13,1	17,4	8,5
O	15,0	7,7	11,3	7,3
N	9,4	2,1	5,8	7,3
D	5,4	-1,3	2,1	6,7
Anno	15,5	6,9	11,2	8,6

Tab. 2.1.2 - Valori medi mensili delle temperature massime, minime, medie e dell'escursione termica alla stazione di Cuneo per il periodo 1936-55

L'esame dei dati termometrici sopra riportati indica come le temperature minime si abbiano in gennaio, mentre le massime si tocchino nel mese di luglio. Le temperature medie mensili variano da -1,4 (in gennaio a S.Bernolfo) a 21,7 (in luglio a Cuneo). Per quanto riguarda le escursioni termiche i valori più bassi si registrano nel mese di ottobre a S.Bernolfo (7,4) e nel mese di dicembre a Cuneo (6,7); i più elevati sono invece caratteristici del mese di luglio (10,3 a S.Bernolfo) e del mese di giugno (10,5 a Cuneo). In entrambe le stazioni le escursioni sono basse nei mesi autunnali (ottobre e novembre) e invernali (dicembre e febbraio), mentre sono più alte nei mesi estivi (giugno e luglio).

L'escursione diurna media annua non presenta differenze sensibili nelle due stazioni considerate, passando dagli 8,6° di Cuneo agli 8,8° di S.Bernolfo dove, a causa della favorevole esposizione verso Sud, invece di diminuire presenta addirittura un piccolo incremento. Si potrà pertanto stimare per la regione in esame un valore medio annuo dell'escursione diurna compreso tra gli 8° e i 9°C.

E' parso inoltre interessante esaminare i dati della temperatura registrati nel 1945 alla stazione di Les Mesches, a monte di San Dalmazzo di Tenda (non è stato possibile reperire altri dati poichè nel 1946 è passata sotto amministrazione francese e l'Ufficio Idrografico non ha più pubblicato le misurazioni effettuate in precedenza fin dal 1925), data la sua altitudine (1350 m s.l.m.) e la sua posizione geografica particolare, 7-8 km a Sud del Colle di Tenda.

Dal confronto con i valori misurati nel medesimo anno a S.Bernolfo e a Cuneo si nota per Les Mesches una situazione termica intermedia (Fig. 2.1). Per la vicinanza del mare e per la notevole apertura della valle verso di esso, le temperature sono tuttavia

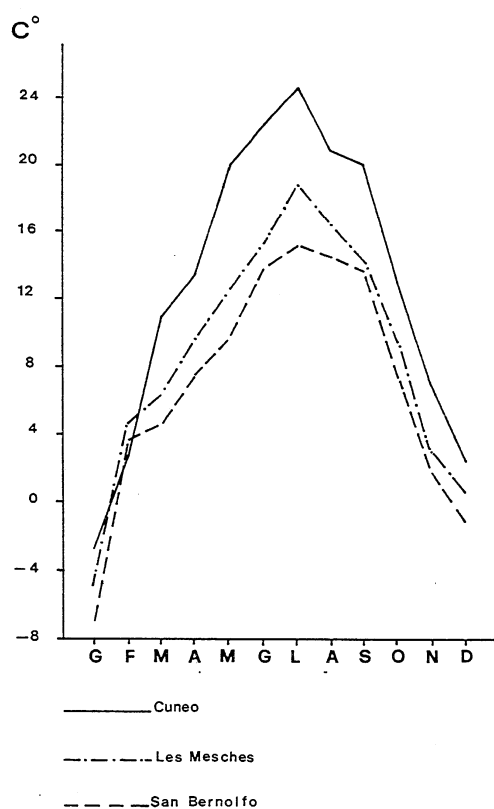


Fig. 2.1 - Temperature medie mensili a S. Bernolfo, Les Mesches e Cuneo nell'anno 1945

certamente più elevate di quelle rilevate alla medesima quota sul versante settentrionale delle Alpi Marittime.

Allo scopo di definire con maggior precisione il regime termometrico della regione vengono riportati i valori medi relativi ai massimi e minimi termici mensili delle seguenti stazioni (pubblicati sulle Note Illustrative della "Carta Ecologica della Provincia di Cuneo" a cura di G. BONO e M. BARBERO, 1976):

Stazione	min. [°]	max. [°]
Les Mesches (1400 m)	-3,5	25,1
Valdieri (780 m)	-2,1	26,5
Certosa di P. (859 m)	-5,3	21,5
Entraque (900 m)	-2,4	26,1
Limone P. (1010 m)	-5	22,4
Terme di Valdieri	-5,3	24
Cuneo (536 m)	-2,6	26,9
S. Bernolfo (1702 m)	-5,5	20

Tab. 2.1.3 - Valori estremi (massimi e minimi termici mensili) di alcune stazioni situate all'interno o nelle immediate vicinanze dei due bacini

Questi valori estremi ricavati dagli Annali Idrologici e dall'Office Météorologique Français devono essere considerati con cautela poichè non sono sempre relativi a periodi equivalenti; per lo meno singolare risulta il fatto che le temperature di Cuneo siano durante l'inverno addirittura inferiori a quelle di Valdieri ed Entraque, nonostante la notevole differenza di quota.

In conclusione se si ritengono sufficientemente rispondenti alle caratteristiche delle due valli, che hanno una quota media di 1650 m circa, i dati forniti dalla stazione di S. Bernolfo si potrebbe, data la somiglianza di quota, assumere una temperatura media di 6,3°C (Tab. 2.1.1). Tale valore deve tuttavia essere abbassato di qualche frazione di grado a causa della esposizione verso Sud di S. Bernolfo.

Una temperatura media annua attorno a 6°C dovrebbe essere abbastanza aderente alla realtà, per la parte media e alta delle due valli.

Nel complesso il clima è abbastanza temperato, con escursioni termiche non molto accentuate; molto bassa è a S. Bernolfo la differenza tra l'escursione termica mensile minore (7,4 in ottobre) e la maggiore (10,3 in luglio).

Considerando anche il particolare regime pluviometrico, dato da estati piuttosto secche e inverni umidi, il clima della regione in esame sembra essere di tipo mediterraneo montano ("regime mediterraneo piemontese" di G. BONO e M. BARBERO, 1976), caratteristico della parte bassa delle valli cuneesi meridionali (fino alla Valle Maira compresa).

La conferma di ciò è data dalla presenza nella parte bassa delle due vallate di una vegetazione che presenta talora caratteri di spiccata mediterraneità, mentre nella parte alta, ad esempio a Terme di Valdieri, essa è del tutto simile a quella delle valli piemontesi settentrionali.

Non bisogna dimenticare infatti che gli alti bacini del Gesso e del Vermentagna distano una quarantina di chilometri in linea d'aria dal mare e risentono di conseguenza della sua azione mitigatrice che determina condizioni climatiche intermedie (tra un clima temperato e uno continentale) e molto variabile anche nell'ambito di una singola valle.

2.2 Precipitazioni

Al fine di individuare il regime pluviometrico delle valli Gesso e Vermentagna sono stati considerati i dati forniti da nove stazioni di misura situate all'interno dei due bacini o nelle zone immediatamente adiacenti. Sono qui di seguito riportati i valori massimi, medi e minimi relativi a periodi abbastanza equivalenti, sempre superiori a 35 anni di osservazioni (fa eccezione solo Certosa di Pesio), ricavati dall'elaborazione dei dati registrati nelle seguenti stazioni:

Stazione	Quota	Periodo	Precipitazioni annue (mm)		
			max.	med.	min.
Borgo S. Dalmazzo	641 m	1931 - 68	1839	1110	385
Perdioni	754 m	1926 - 61	1536	1030	589
Valdieri	780 m	1921 - 68	2105	1203	430
Certosa di Pesio	859 m	1952 - 68	2176	1451	752
Vinadio	900 m	1921 - 68	1630	993	576
Entraque	900 m	1921 - 68	2252	1313	673
Limone	1010 m	1921 - 68	2107	1323	559
Colle di Tenda	1321 m	1924 - 68	2250	1414	734
Terme di Valdieri	1346 m	1921 - 62	2469	1506	887

Tab. 2.2.1 - Valori massimi, medi e minimi delle precipitazioni annue

Le precipitazioni medie annue (comprese quelle solide) variano da un minimo di 993 mm a Vinadio e 1030 a Perdioni (entrambe le stazioni si trovano però in Valle Stura e quindi al di fuori dell'area in esame) a un massimo di 1506 mm a Terme di Valdieri.

Dal calcolo della media aritmetica dei valori medi di precipitazione, relativi alle stazioni situate all'interno dei due bacini, si ottiene un afflusso meteorico medio annuo pari a 1312 mm.

Una valutazione più precisa è data dal metodo dei topoieti, assegnando ad ogni stazione una zona di influenza (topoieto) per la quale è ritenuto valido il dato della stazione stessa:

Topoieto	Quota stazione pluviom. (m s.l.m.)	Precipitazioni medie annue (mm)	Aree topoieti in kmq
Borgo S. Dalmazzo	651	1110	51
Valdieri	780	1203	47
Entraque	900	1313	119,5
Limone	1010	1323	91
Colle di Tenda	1321	1414	66,5
Terme di Valdieri	1346	1506	148

Tab. 2.2.2 - Caratteristiche dei topoieti delle valli Gesso e Vermentagna

Il valore ricercato sarà pertanto il risultato di una media ponderata; nel nostro caso è di 1353 mm (leggermente superiore al precedente poichè si è tenuto conto, anche se solo in minima parte, dell'incremento delle precipitazioni con la quota).

Constatata la totale mancanza di stazioni in quota e in considerazione del fatto che

l'altitudine media dell'area in esame è di circa 1650 m s.l.m., tale valore deve essere notevolmente incrementato, risultando evidente il progressivo e nel complesso abbastanza regolare aumento degli afflussi meteorici con l'altitudine. Anche i 1506 m di Terme di Valdieri sono pertanto ritenuti insufficienti.

Se si osserva infatti la Fig. 2.2, che visualizza l'andamento del gradiente pluviometrico al variare della quota, si può stimare per l'intera regione in esame un totale medio annuo di precipitazione di circa 1600 mm. Questo valore risulta peraltro troppo elevato per l'adiacente Valle Stura di Demonte, caratterizzata nella parte media della valle da una zona a bassa piovosità (alla stazione di Vinadio non si raggiungono in media i 1000 mm annui).

Il regime pluviometrico è dato da un massimo primaverile, in cui gli afflussi meteorici rappresentano circa il 30% del totale annuo (il valore più alto viene registrato in maggio) e da un massimo autunnale con punte di precipitazione addirittura superiori (nei mesi di ottobre e di novembre si raggiungono i massimi assoluti). I minimi sono invece caratteristici dell'estate e dell'inverno con il minimo assoluto in luglio e il minimo relativo in gennaio (Fig. 2.3).

Le precipitazioni solide, peraltro già comprese nei dati di piovosità sopra riportati, rivestono una notevole importanza ai fini della regolazione dei regimi idrici dei corsi d'acqua superficiali e sotterranei, contribuendo alla loro alimentazione soprattutto durante il periodo primaverile ed estivo; d'estate infatti, quando le piogge sono scarse, i deflussi sono principalmente sostenuti dalle acque derivanti dallo scioglimento delle nevi persistenti.

Mediamente a Terme di Valdieri e al Colle di Tenda il totale annuo delle nevicate supera abbondantemente i 4-5 m di altezza, con permanenza della neve al suolo di almeno 150 gg. (da dicembre ad aprile compresi).

Un simile regime pluviometrico, con massimi primaverili ed autunnali e minimi estivi ed invernali ma con precipitazioni invernali discrete, denota un'influenza climatica di tipo mediterraneo abbastanza sentita nell'ambito dei due bacini. La conferma di ciò è data dalla progressiva diminuzione degli afflussi meteorici invernali che si registra procedendo dalle Alpi Liguri verso le Alpi Cozie (le piogge estive mostrano invece un andamento contrario).

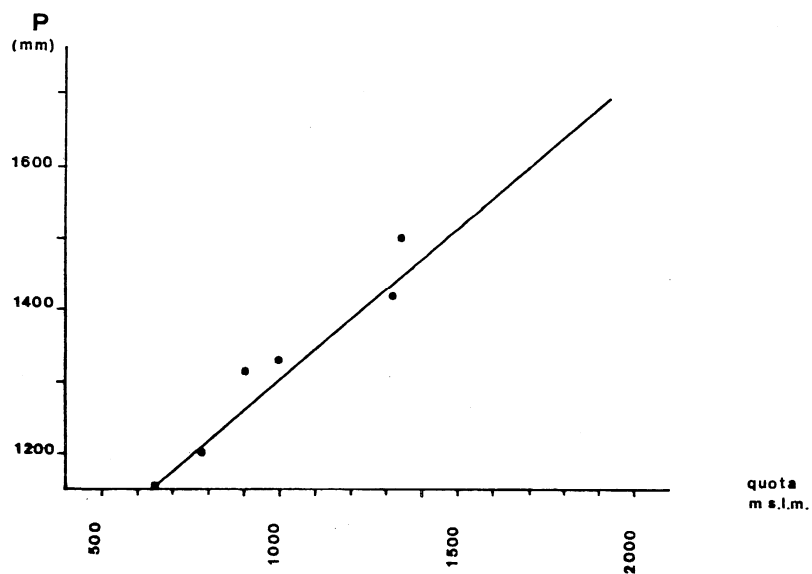


Fig. 2.2 - Grafico delle precipitazioni in funzione dell'altitudine delle stazioni pluviometriche delle Valli Gesso e Vermenagna

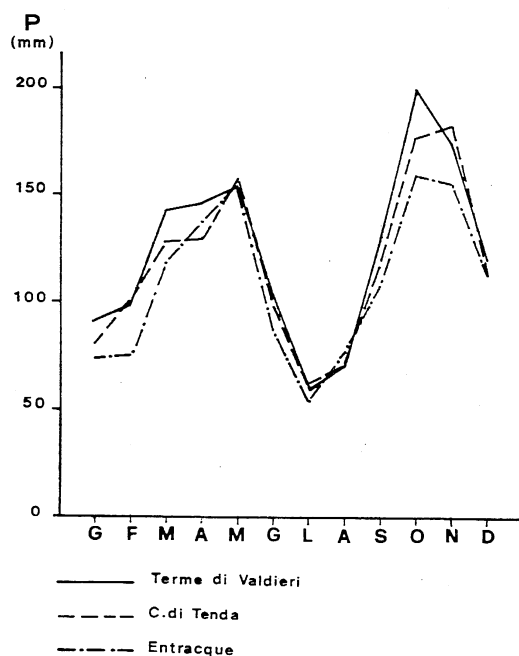


Fig. 2.3 - Precipitazioni medie mensili a Entracque (1921 - 68), al Colle di Tenda (1924 - 68) e a Terme di Valdieri (1921 - 62)

3. REGIME IDROLOGICO

Il reticolato idrografico della Valle Gesso è molto sviluppato, essendo costituito da numerosi corsi d'acqua con portata elevata, quali il Gesso di Monte Colombo, il Gesso della Barra, il Torrente Bousset, il Gesso della Valletta, il Gesso del Valasco e il Torrente Meris. In Val Vermenagna invece, a parte il corso d'acqua principale, è notevole soltanto il Torrente della Val Grande.

Il Torrente Gesso fa capo ai massicci cristallini dell'Argentera e del Gelas, importanti nodi idrografici con bacini molto estesi ed elevati che ospitano numerosi nevai e alcuni piccoli ghiacciai in grado di sostenere i deflussi durante la stagione estiva.

Il Vermenagna, con un bacino più piccolo e situato a quote meno elevate, ha portate decisamente inferiori rispetto al precedente. Si fa presente inoltre che, mentre i tipi litologici affioranti in Valle Gesso sono in gran parte impermeabili, in Val Vermenagna le rocce permeabili (calcarei e calcari dolomitici), attraverso le quali per infiltrazione viene sottratta una notevole parte dei deflussi, sono più abbondanti.

3.1 Deflussi

Lungo i corsi dei tre torrenti principali (Gesso di Entraque, Gesso della Valletta e Vermenagna) hanno funzionato per periodi non molto lunghi e non sempre equivalenti due idrometrografi (sui due rami del Gesso) e un idrometro (Vermenagna). Vengono pertanto trattati separatamente, anche per le notevoli differenze di carattere idrogeologico esistenti all'interno dei rispettivi bacini, i corsi d'acqua delle due valli.

3.1.1 Valle Gesso

Per i deflussi dei due rami del Gesso sono disponibili i dati registrati a Entraque (quota stazione 820 m, bacino di dominio kmq 157, altitudine media 1883 m) e a S. Lorenzo di Valdieri (quota stazione 880 m, bacino di dominio kmq 110,3, altitudine media 2082 m) per un periodo di funzionamento quasi comune.

Nelle tabelle seguenti sono riportati alcuni elementi caratteristici del Gesso di Entraque e del Gesso della Valletta calcolati in base ai dati pubblicati sugli Annali Idrologici.

La portata media annua del Gesso di Entraque (relativa a dodici anni di osservazioni) è di 6,97 mc/s, a cui corrisponde un deflusso annuo di 219×10^6 mc. Il valore massimo è stato raggiunto il 13.6.1957 con la portata eccezionale di 270 mc/s, il minimo il 31.1.1952 con 0,99 mc/s.

Il deflusso medio annuo del Gesso della Valletta (ricavato da dieci anni di registrazioni) è di 4,82 mc/s, che equivale a una portata annua di 152×10^6 mc. La massima è stata toccata (come a Entraque) il 13.6.1957 in occasione della disastrosa piena del giugno 1957 (225 mc/s); nello stesso giorno a Terme di Valdieri caddero ben 284 mm di pioggia. Il 27.2.1963 si ebbe invece la portata minima con 0,61 mc/s.

Essendo le due stazioni idrometriche molto prossime alla confluenza dei due rami del Gesso, appare corretto sommare i singoli deflussi e considerare tutta l'alta Valle Gesso come un unico grande bacino. Nei brevi tratti non considerati, compresi tra le stazioni e la confluenza, i corsi d'acqua sono di scarsa portata e/o addirittura non perenni.

	Anno	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Deflusso max. mc/s	174	8,67	8,71	26,9	20	87	174	30,9	28,9	51,9	61,9	33,1	10
Deflusso med. mc/s	6,97	2,33	2,35	3,78	9,30	15,6	16,6	8,21	4,68	5	6,75	5,57	3,45
Deflusso min. mc/s	0,99	0,99	0,99	1,30	2,16	4,35	6,33	2,70	1,84	1,60	1,16	1,50	1,41

Tab. 3.1.1.a - Deflussi massimi, medi e minimi del Torrente Gesso di Entraque a Entraque nel periodo 1952-59; 1961-64

	Anno	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Deflusso max. mc/s	64	8,60	5,56	15,8	19,6	30	41,5	21,3	32,5	64	50,4	42	5,86
Deflusso med. mc/s	4,82	1,65	1,50	2,23	5,88	10,5	10,9	6,34	3,59	3,85	5,09	4,07	2,19
Deflusso min. mc/s	0,61	0,74	0,61	0,74	2,26	3,70	3,90	3,04	1,76	0,89	1,20	1,27	1,21

Tab. 3.1.1.b - Deflussi massimi, medi e minimi del Torrente Gesso della Valletta a S.Lorenzo nel periodo 1952-56; 1958; 1961-64

Vengono qui di seguito riportate in grafico le portate medie mensili in mc/s (Fig. 3.1) ottenute sommando i deflussi del Gesso di Entraque e del Gesso della Valletta per il periodo di funzionamento comune (1952-56; 1958; 1961-64).

E' necessario notare però come tale periodo sia troppo breve per dare a questi valori caratteristiche di grande precisione.

Il modulo del Gesso alla confluenza dei due rami è pari a 11,24 mc/s, a cui corrisponde un deflusso medio annuo di circa 354×10^6 mc che, distribuito su tutta la superficie del bacino, equivale ad una lama d'acqua di 1326 mm di altezza.

Ad analoghe conclusioni giunge anche S. SELLERI (1975) nei "Sentieri del Re - Le acque" pubblicato a cura della Riserva di Caccia Valdieri-Entraque.

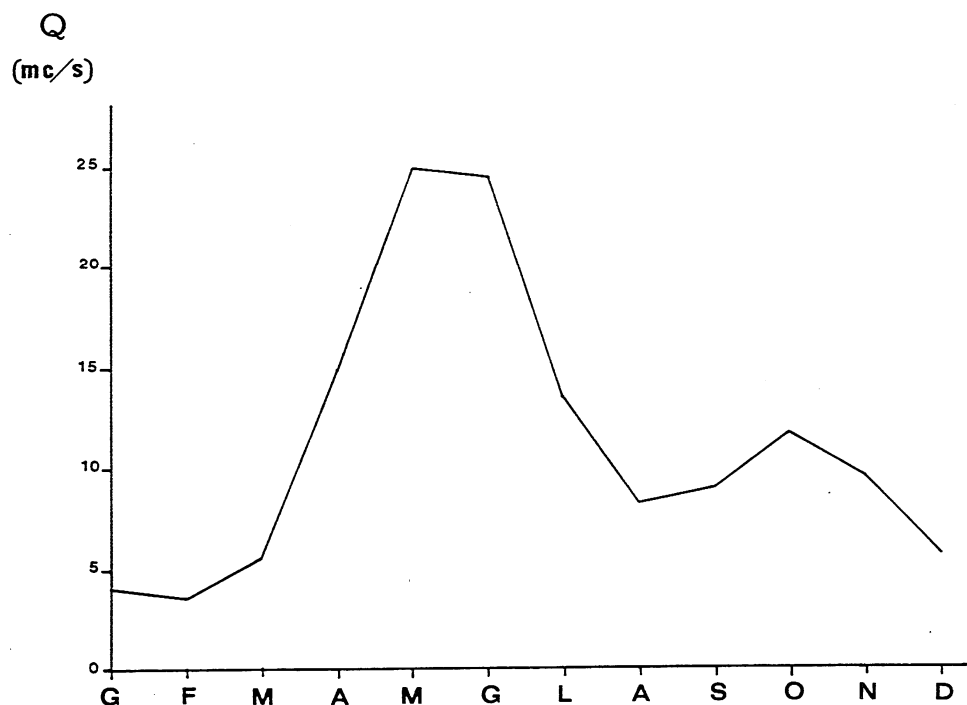


Fig. 3.1 - Deflussi medi mensili (in mc/s) dei due rami del Gesso ottenuti sommando i valori misurati agli idrometrografi di Entraque e S. Lorenzo, per il periodo di funzionamento comune (1952-56; 1958; 1961-64)

Se si esamina il regime delle portate si nota come esse vadano diminuendo durante i mesi invernali (quando le precipitazioni sono quasi esclusivamente solide) per toccare i minimi assoluti in gennaio e febbraio.

Lo scioglimento delle nevi e le copiose piogge primaverili determinano un rapido incremento dei deflussi che raggiungono il massimo assoluto nel mese di maggio. Durante l'estate si ritorna verso condizioni di magra (minimo relativo in agosto), con portate però ancora sostenute dalle acque di fusione dei numerosi nevai e piccoli ghiacciai presenti ad alta quota. Alla fine di agosto, con l'aumento delle precipitazioni, si inizia a salire verso il massimo relativo autunnale (mese di ottobre).

Tale regime pertanto, caratterizzato da una doppia oscillazione con due massimi e due minimi diseguali tra loro, può essere considerato di tipo pluvio-nivale.

Poichè la quota media dell'alto Bacino del Gesso è di circa 2000 m, il valore di precipitazione assunto per l'intera area in esame dovrà essere ulteriormente incrementato e portato a 1750 mm annui che comportano, se raffrontati con i deflussi, un deficit idrologico annuo superiore ai 400 mm. Il coefficiente di deflusso sarà pertanto pari a 0,76, valore che ben si adatta alle buone caratteristiche di impermeabilità del bacino.

3.1.2 Valle Vermenagna

Il Servizio Idrografico ha pubblicato per il Bacino del Vermenagna i dati idrometrici relativi alla stazione di Limone (quota 950 m, bacino di dominio kmq 57,2, altitudine media 1679 m) per il periodo 1941-1956, durante il quale ha funzionato l'idrometro. Sono pertanto disponibili 16 anni di osservazioni da cui è possibile ricavare i seguenti elementi caratteristici del Vermenagna, riportati nella Tab. 3.1.2.

Il modulo del Vermenagna (relativo a 16 anni di misurazioni) è di 2,05 mc/s che equivale a un deflusso medio annuo di circa 65×10^6 mc corrispondente, se distribuito sulla superficie di tutto il bacino, a una lama d'acqua di 1136 mm di altezza. La portata massima è stata registrata il 14.5.1948 e il 21.10.1955 con 56,3 mc/s, la minima nell'agosto e nel settembre 1945 con 0,31 mc/s.

Se si esamina il regime dei deflussi, si nota come essi diminuiscano durante i mesi invernali (il minimo assoluto si tocca in gennaio), quando gli afflussi sono prevalentemente solidi, e raggiungano il valore più elevato in primavera (nel mese di maggio), quando alle abbondanti piogge si sommano le acque di scioglimento delle nevi. Durante l'estate le portate scemano rapidamente verso il minimo relativo, molto prossimo a quello assoluto, di agosto. Con le piogge autunnali si verifica un nuovo incremento dei deflussi (massimo relativo in novembre), che poi iniziano a decrescere con il sopraggiungere dell'inverno (Fig. 3.2).

	Anno	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Deflusso max. mc/s	56,3	2,52	1,74	6,82	17,9	56,3	17,8	14,5	4,39	22,1	31,6	25,6	17,8
Deflusso med. mc/s	2,05	0,82	0,83	1,49	3,98	5,56	2,86	1,20	0,90	1,12	2,21	2,41	1,16
Deflusso min. mc/s	0,31	0,36	0,44	0,44	1,13	1	0,45	0,33	0,31	0,33	0,31	0,48	0,44

Tab. 3.1.2 - Deflussi massimi, medi e minimi del Torrente Vermenagna nel periodo 1941-56 a Limone

Un simile andamento, con due massimi e due minimi di ampiezza diversa, sta ad indicare un regime pluvio-nivale analogo a quello riscontrato per la Valle Gesso, anche se la mancanza di ghiacciai e/o nevai perenni determina un notevole ulteriore abbassamento delle portate estive che sono quasi esclusivamente sostenute dalle sorgenti.

L'afflusso meteorico medio annuo di 1600 mm, stimato in precedenza per entrambi i bacini (cfr. Par. 2.2), sembra bene adattarsi a quello del Vermenagna che ha una quota media di 1679 m s.l.m. Il deficit idrologico sarà pertanto superiore a 450 mm annui, con un coefficiente di deflusso pari a 0,71 adeguato alle caratteristiche litologiche del bacino costituito per il 30-40% da rocce carbonatiche permeabili.

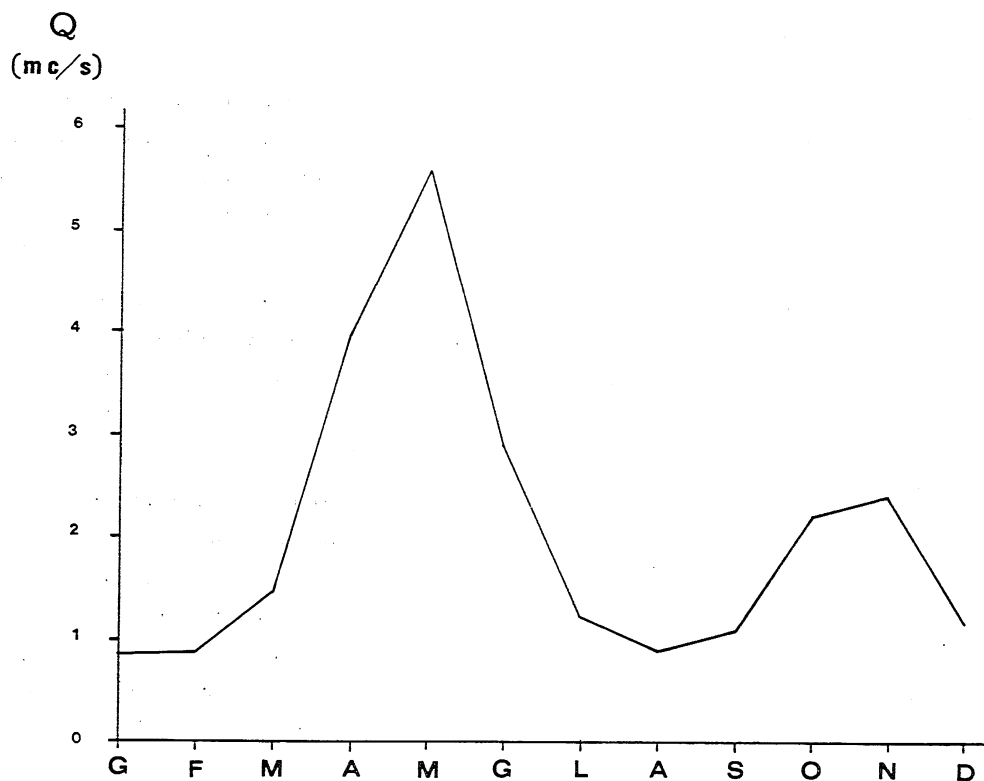


Fig. 3.2 - Deflussi medi mensili (in mc/s) del Torrente Vermenagna all'idrometro di Limone nel periodo 1941-56

3.2 Bilancio idrologico

Allo scopo di definire il bilancio idrologico dei due bacini, con la maggiore precisione possibile, è necessario stimare il volume di acqua perduto per evapotraspirazione.

E' noto infatti che i vegetali, soprattutto durante la stagione estiva quando sono al massimo della vita vegetativa, assumono acqua dall'ambiente esterno per la loro attività fisiologica.

Per calcolare l'entità di tali perdite, che di norma non possono essere misurate direttamente, dovute da un lato all'evaporazione del terreno e dall'altro alla traspirazione delle piante, esistono numerosi metodi proposti da vari studiosi.

Essi si basano in genere sui dati di precipitazione e temperatura, assumendo delle condizioni medie per l'atmosfera e i terreni affioranti nel bacino (risulta elevato di conseguenza il loro grado di approssimazione).

La formula più attendibile per bacini montani, con caratteristiche climatiche del tipo sopra descritto, sembra essere quella di TURC (1954).

$$E = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

P = precipitazione media annua in mm

$L = 300 + 25T + 0,05T^3$ (T = temperatura media annua dell'atmosfera espressa in °C)

L'evaporazione media annua dell'alto Bacino del Gesso così calcolata è di 407 mm. Tale valore deve essere leggermente abbassato in considerazione del fatto che il fianco destro del Vallone del Bousset e la conca di Entraque sono costituite in prevalenza da rocce permeabili; nelle zone più elevate del bacino (dove manca la vegetazione) si ha inoltre solamente evaporazione.

Si pensa che un valore di 380 mm dovrebbe essere abbastanza vicino alla realtà.

Il bilancio idrologico, tenendo presente l'alto grado di approssimazione del metodo adottato, può essere così definito:

$$P = Q + E \pm q$$

dove P rappresenta le precipitazioni, Q i deflussi, E l'evapotraspirazione e q gli apporti o le perdite verso altri bacini idrologici; da cui si ricava:

	P	Q	E	Q + E
mm	1750	1326	380	1706

Il valore di q non può essere definito quantitativamente, perchè non si hanno dati sufficienti per stimare le perdite, che dovrebbero risultare importanti soprattutto lungo la dorsale che separa le conche di Entraque e di S. Lucia dalla Valle di Roaschia.

Sempre applicando la formula di L. TURC si trova, per l'alto Bacino del Vermenagna, un valore di evapotraspirazione pari a 445 mm che deve essere considerevolmente abbassato a causa della notevole estensione dei terreni carbonatici (molto permeabili) e per la presenza di vaste aree in quota prive di vegetazione; si pensa che un valore di 400 mm sia abbastanza rispondente alla realtà. Il bilancio idrologico è quindi il seguente:

	P	Q	E	Q + E
mm	1600	1136	400	1536

da cui risulta evidente la maggiore entità delle perdite rispetto al Bacino del Gesso che presenta caratteristiche di elevata impermeabilità. Il Torrente Vermenagna infatti, nei pressi di Limone, è soggetto a numerose perdite alveari, con conseguente riduzione dei deflussi misurati alla stazione (ora non più funzionante) situata immediatamente a valle dell'abitato (cfr. par. 5.3).

4. GEOLOGIA

4.1 Studi geologici precedenti

Alla fine del secolo scorso risalgono le prime importanti pubblicazioni sulla geologia delle Alpi Marittime, con le monografie di D. ZACCAGNA (1887) e S. FRANCHI (1898).

Mediante l'intensa attività di rilevamento dei suddetti ricercatori, durante il primo trentennio del nostro secolo, vengono tracciati i lineamenti geologici della regione.

Per quanto riguarda il territorio in esame meritano una particolare menzione i lavori di L. BALDACCI & S. FRANCHI (1900) e F. SACCO (1905) che trattano in dettaglio la geologia e l'idrogeologia della zona del Colle di Tenda.

L'assetto geologico-strutturale del Massiccio dell'Argentera è stato messo a punto nel dopoguerra con i moderni studi effettuati da P. FALLOT, A. FAURE-MURET, R. MALARODA, M. LANTEAUME, C. STURANI e A. GUILLAUME.

Nel 1970 viene pubblicata la Carta Geologica del Massiccio dell'Argentera alla scala 1: 50.000 e relative Note Illustrative a cura di R. MALARODA, compilata sulla base dei rilevamenti eseguiti dai ricercatori dell'Istituto di Geologia dell'Università di Torino e con la collaborazione dell'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Milano.

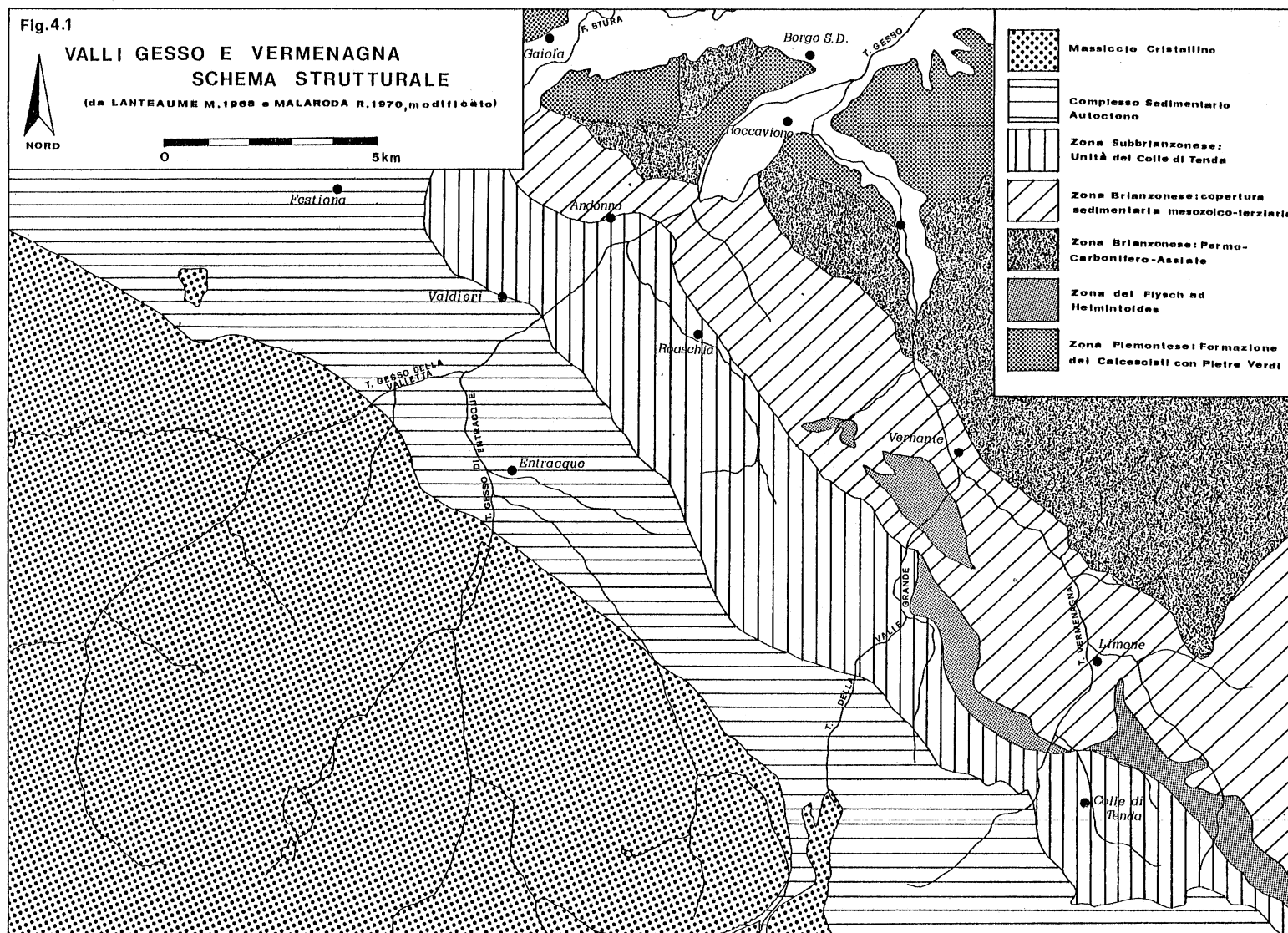
Devono infine essere menzionati i contributi di M. VANOSSI che, anche se limitati al settore orientale del Massiccio del Marguareis, risultano molto utili per la comprensione delle serie brianzonesi ("Brianzonese ligure") affioranti in alta Valle Vermenagna.

4.2 Stratigrafia e Litologia

Nelle valli Gesso e Vermenagna si ritrovano le unità strutturali più esterne delle Alpi Occidentali; disposte secondo un caratteristico allungamento NW-SE, sono rappresentate sia le Elvetidi che le Pennidi. Risalendo la Valle Gesso da Borgo S. Dalmazzo a Terme di Valdieri si attraversano le seguenti unità (Fig. 4.1):

- Zona Piemontese o Formazione dei Calcescisti con Pietre Verdi;
- Zona Brianzonese (Permo-Carbonifero Assiale e relativa copertura sedimentaria mesozoica e terziaria);
- Zona Subbrianzonese (qui affiora solo l'unità del Colle di Tenda);
- Zona Elvetica che comprende il Massiccio Cristallino dell'Argentera con la rispettiva copertura sedimentaria (Complesso Sedimentario Autoctono).

In Val Vermenagna compare anche la Zona del Flysch ad Helminthoides, strettamente implicata tra il Subbrianzonese e la fronte del Brianzonese (in Valle Gesso è limitata ad alcuni lembi affioranti nella parte bassa della valle).



La carta idrogeologica (Fig. 5.1) è stata ricavata in parte dai rilevamenti geologici di dettaglio eseguiti dallo scrivente in alta Val Vermenagna; per la Valle Gesso e la media e bassa Valle Vermenagna è stata invece utilizzata la Carta Geologica del Massiccio dell'Argentera alla scala 1:50.000 (R. MALARODA et al., 1970).

4.2.1 Massiccio Cristallino

Nel Complesso Cristallino, (esteso a tutta l'alta Valle Gesso) si possono distinguere i seguenti tipi litologici:

Graniti, presentano generalmente una grana media, con passaggi a granito aplitico microgranulare (possono esservi entrambe le miche).

Gneiss granitoidi (Anatessiti), la scistosità è spesso evanescente (tessitura nebulitica); la composizione mineralogica è molto simile al granito. Costituiscono il litotipo prevalente del complesso.

Gneiss listati (Embrechiti), la tessitura scistosa è quasi sempre ben evidente (talora può passare ad occhiadina), con fenoblasti di feldspato potassico. Il colore decisamente più scuro è dovuto all'abbondanza dei minerali femici.

Gneiss minuti, sono rappresentati da rocce a grana fine con frequenti intercalazioni di anfiboliti. Un tipo particolare è dato dalle leptiniti (gneiss di colore grigio molto ricchi in quarzo).

Rocce premetasomatiche, il processo metasomatico non si è esplicato completamente, determinando la conservazione dei litotipi originari che possono affiorare indipendentemente o sotto forma di "resisters" all'interno delle migmatiti. Vengono denominate "agmatiti" delle brecce a cemento granitico con blocchi, per lo più anfibolitici, premetasomatici.

Miloniti e Paleomiloniti, si tratta di rocce molto laminate, di colore variabile dal nero al verde, a grana finissima; i singoli componenti mineralogici non sono in genere più riconoscibili (compaiono soltanto sotto forma di relitti). Mentre le miloniti sono facilmente erodibili, le paleomiloniti, in seguito ad intensi processi metamorfici e/o di granitizzazione, hanno acquistato caratteristiche di notevole resistenza meccanica. Costituiscono delle fasce che sottolineano le superfici lungo le quali sono avvenuti importanti movimenti tettonici.

4.2.2 Complesso Sedimentario Autoctono

Nel Complesso Sedimentario Autoctono, che rappresenta la copertura sedimentaria del Massiccio Cristallino dell'Argentera, si distinguono i seguenti tipi litologici:

Quarziti arenacee e arenarie, sono rocce di colore biancastro a grana fine con livelli conglomeratici a ciottoli quarziticci; arenarie arcosiche e conglomeratiche affiorano sulla Rocca dell'Abisso e al Lago del Vei del Bouc.

Carniole, (e Gessi), presentano una tessitura vacuolare (i vuoti possono in parte essere ancora occupati da frammenti di dolomia); sono spesso associate a gessi e anidriti che talvolta costituiscono delle grandi masse (gallerie ferroviaria e stradale del Colle di Tenda).

Calcari e calcari dolomitici, la stratificazione può risultare più o meno netta (si passa da una tessitura massiccia a calcari lastroidi); il colore varia dal bianco al grigio scuro. La zona di affioramento è molto estesa, occupando insieme ad analoghi calcari brianzonesi e subbrianzonesi vaste aree delle due valli.

Marne e calcari marnosi, hanno una grana fine e sono in genere fittamente straterellati; possono passare a vere e proprie ardesie calcaree. Formano un'ampia fascia che affiora sul fianco destro delle conche di Entraque e S. Lucia di Entraque.

Arenarie e calcari arenacei, con subordinate alternanze di livelli conglomeratici e ardesiaci, si trovano, insieme ad analoghi litotipi brianzonesi e subbrianzonesi, sia in Val Vermenagna che in Val Gesso.

Flysch, con questo termine si intende una caratteristica facies sedimentaria costituita da ritmiche alternanze di argilloscisti, arenarie e subordinati livelli calcarei. Si tratta di rocce fittamente stratificate, molto plastiche e pertanto facilmente deformabili. Danno luogo ad estesi affioramenti in entrambe le valli.

Per la descrizione dei litotipi della Zona Subbrianzonese e della Zona del Flysch ad Helminthoides, che formano un'ampia fascia posta a NE rispetto al Complesso Sedimentario Autoctono, si ritiene valido, date le notevoli analogie esistenti, quanto sopra esposto per le serie tipo "Flysch".

4.2.3 Zona Brianzonese

La Zona Brianzonese che segue a NE i terreni subbrianzonesi, con o senza l'interposizione del Flysch ad Helminthoides, merita invece un discorso a parte. Nell'ambito di tale unità si deve infatti operare la seguente distinzione:

- "Permo-Carbonifero Assiale", costituisce il substrato paleozoico ed è la parte più antica dell'intero complesso;
- "Copertura sedimentaria mesozoica-eocenica", scollata dallo zoccolo permo-carbonifero, presenta in corrispondenza del contatto frequenti livelli di carniole e gessi.

Nel Permo-Carbonifero incontriamo alcuni tipi litologici non ancora trattati e precisamente:

Filladi e filladi carboniose, sono rocce molto scistose, talora conglomeratiche, che affiorano principalmente in Val Vermenagna.

Rioliti, andesiti e tufi, si tratta di materiali di origine vulcanica di colore variabile dal grigio, al verde, al violaceo; associate ad essi troviamo delle rocce molto scistose e laminate, quali porfiroidi e scisti sericitici. Occupano vaste aree, soprattutto della media e bassa Val Vermenagna.

4.2.4 Zona Piemontese

La formazione dei Calcescisti con Pietre Verdi affiora esclusivamente nell'estremo settore nord-orientale della regione studiata. E' costituita da rocce metamorfiche prevalentemente calcaree (calcescisti), con sottili intercalazioni di "Pietre Verdi" (serpentiniti

e serpentinoscisti).

4.2.5 Quaternario

I terreni quaternari sono rappresentati principalmente da depositi fluvioglaciali ed alluvionali, di frequente terrazzati, che ricoprono i fondovalli. Risultano particolarmente potenti nella parte media e bassa delle due valli.

I depositi morenici abbondano nei settori più elevati; nel Bacino del Gesso, dove il glacialismo è stato molto intenso, si trovano anche nella parte media della valle (a Entraque e a S. Lorenzo di Valdieri).

I terreni detritici, i coni detritici e il detrito di falda sono presenti in tutta l'area studiata; raggiungono le maggiori estensioni alla base delle pareti calcaree sub-brianzonesi e brianzonesi.

4.3 Tettonica

Le unità strutturali che affiorano nel settore esaminato presentano un caratteristico andamento secondo NW-SE e sono separate da superfici tettoniche molto evidenti (Fig. 4.1).

La meccanica della deformazione dei terreni cristallini deve essere distinta da quella dei terreni sedimentari, a causa del diverso tipo di risposta che essi danno alle sollecitazioni. Nei materiali cristallini si è esplicata principalmente una tettonica di tipo clastico, con movimenti lungo piani di faglia, che ha condotto alla formazione di strutture a grandi blocchi e non già a una struttura a pieghe come si ha in genere nei terreni sedimentari. Nel nostro caso però l'assetto strutturale di questi ultimi è dato da una serie di pieghe disarmoniche complicate dalla presenza di importanti sistemi di faglie che, intersecando e dislocando le superfici di scorrimento, hanno originato numerose scaglie tettoniche.

Nelle formazioni carbonatiche dei bacini del Gesso e del Vermentagna si sono pertanto avuti entrambi i tipi di deformazione (plastica e clastica insieme), determinando spesso delle condizioni molto favorevoli all'instaurazione di serbatoi naturali sotterranei di raccolta delle acque infiltratesi attraverso le fenditure della roccia.

5. IDROGEOLOGIA

Le caratteristiche idrogeologiche delle valli Gesso e Vermenagna sono molto variabili all'interno dei due bacini e dipendono da tutta una serie di fattori litologici, tettonici e morfologici.

I complessi sopra descritti non si comportano tutti alla stessa maniera dal punto di vista idrogeologico. Le sorgenti più significative si trovano nelle aree dove le formazioni carbonatiche, per lo più molto permeabili, sono assai potenti ed estese (Complesso Sedimentario Autoctono, Subbrianzone e Brianzone).

La zona di emergenza è di norma situata allo sbocco di circuiti carsici sotterranei, che sboccano nei punti topograficamente più depressi del contatto tra le rocce permeabili con le rocce del substrato o con livelli praticamente impermeabili (porfiroidi, quarziti, arenarie, conglomerati, argillo-scisti, marne).

Il particolare assetto litologico-strutturale ha determinato la formazione di grandi blocchi separati, corrispondenti a bacini idrogeologici indipendenti, con sviluppo di fenomeni carsici talora ragguardevoli (sistemi delle Grotte del Bandito e della Dragone in Valle Gesso).

5.1 Permeabilità delle rocce

Le rocce che affiorano in Valle Gesso e in Val Vermenagna possono essere così suddivise in base alle loro caratteristiche di permeabilità (Fig. 5.1):

- Rocce permeabili per porosità, sono rappresentate da materiali non cementati quali i depositi quaternari (terreni detritici, morenici e alluvionali), dove l'acqua si infiltra con grande facilità negli interstizi esistenti tra i granuli e tra i ciottoli. Nel complesso la permeabilità è elevata, anche se può diminuire notevolmente all'interno dei depositi morenici (o in corrispondenza di bacini lacustri colmati) per la presenza di alternanze di materiali fini come limi e argille. La circolazione idrica sotterranea assume una certa importanza soltanto nei tratti medi e bassi delle due valli principali, dove il materasso alluvionale (ghiaie e sabbie con grossi ciottoli) è sufficientemente potente.
- Rocce permeabili per carsismo e/o fessurazione, si tratta delle rocce carbonatiche e solfatiche che, essendo solubili in acqua, risultano molto permeabili (con permeabilità che tende ad aumentare nel tempo). I carbonati e i solfati possono infatti essere disciolti dalle acque di infiltrazione, con conseguente progressivo allargamento delle fessure, e originare delle vere e proprie cavità sotterranee (Par. 5.2).

In questi terreni si formano talora notevoli riserve di acque sotterranee (all'interno di tali materiali che fungono da serbatoi) in grado di sostenere le portate delle sorgenti durante i periodi di magra. Data la notevole estensione dei terreni carbonatici affioranti nei bacini del Gesso e del Vermenagna, è evidente l'importanza che rivestono nell'ambito del presente studio.

- Rocce permeabili per fessurazione, appartengono a questo tipo le serie tipo "Flysch",

i calcescisti e le rocce silicee cristalline più o meno metamorfiche fratturate. Le sorgenti, anche se numerose, hanno sempre portate limitate (pochi l/s) e sono poste in corrispondenza delle zone di frattura. Le acque di infiltrazione si insinuano attraverso le fessure e, circolando in esse, provocano il loro progressivo intasamento, con il deposito del materiale solido trasportato (la permeabilità quindi decresce nel tempo). Il grado di permeabilità dipende esclusivamente dallo stato di fratturazione e fogliazione (scisti molto fogliettati) della roccia.

- Rocce impermeabili, sono le rocce silicee cristalline più o meno metamorfiche, le quarziti, i livelli argillosi e arenacei del "Flysch", le arenarie e i conglomerati compatti, non fratturati. Esiste una limitatissima circolazione sotterranea; le sorgenti sono molto rare ed hanno portate decisamente scarse.

5.2 Fenomeni carsici

I fenomeni carsici ipogei assumono particolare rilevanza sul fianco nord-orientale della dorsale Monte Bussaia - Punta del Van - Rocca Vanciarampi, che separa le valli di Entraque e di Roaschia, dove le caratteristiche litologiche hanno permesso lo sviluppo di tali processi.

Nei terreni carbonatici subbrianzonesi della dorsale sono tuttora in atto, lungo i giunti di stratificazione e le fratture della roccia, numerosi fenomeni di dissoluzione carsica, con relativi sistemi idrici sotterranei anche imponenti, come le grotte del Bandito e della Dragonera. A questo proposito si ricorda l'esistenza di una letteratura specialistica, a cui si rimanda il lettore; nel presente lavoro viene fatto costante riferimento a C.F. CAPELLO (1952) "Il Fenomeno carsico in Piemonte", che tratta dettagliatamente le grotte e le sorgenti suddette.

In Val Vermenagna (alta Valle Almellina) deve essere ricordata la Grotta della Balmaccia, che si trova nei pressi dello sbocco di un circuito carsico sviluppantesi nei contrafforti occidentali della dorsale Monte Jurin - Punta Melasso (Par. 5.4).

Decisamente meno importanti sono le Grotte dell'Infernetto nel vallone omonimo di fronte a Valdieri, le Grotte di Tetti Rey (nei pressi di Roaschia) e alcune piccole cavità sul fianco destro del Vallone del Bousset e a Pallanfrè.

Le grotte sopra elencate (ad eccezione di quelle della Sorgente del Bandito e della Dragonera) non costituiscono più le normali vie di drenaggio delle acque sotterranee; tali collettori sono infatti stati abbandonati in seguito all'approfondimento del carso.

I fenomeni carsici superficiali assumono una certa rilevanza in alta Valle Vermenagna (valloni del Cros e di S. Giovanni), con erosioni canaliformi e doline; la mancanza di vegetazione ne favorisce lo sviluppo.

5.3 Circolazione idrica sotterranea

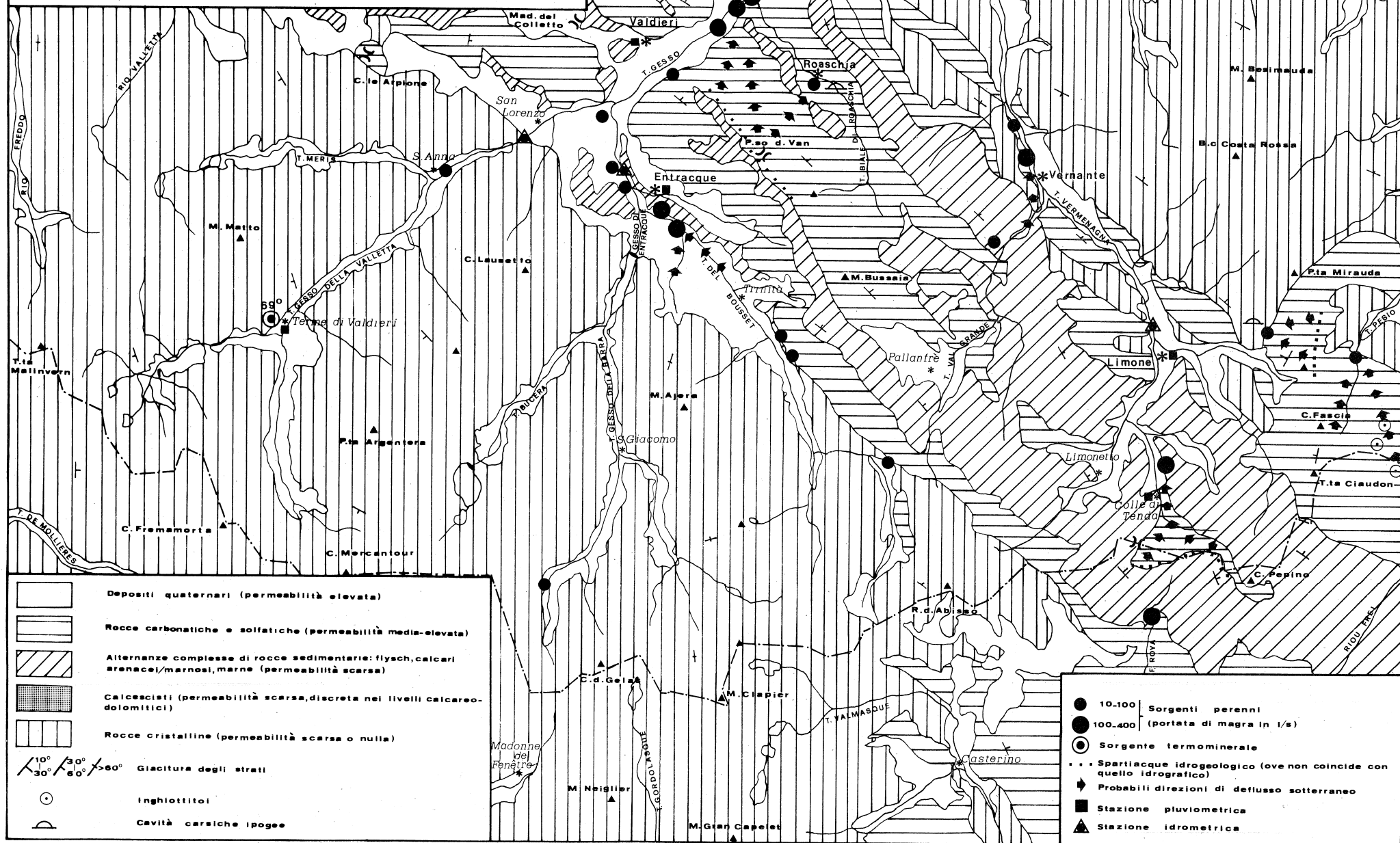
L'assetto tettonico della dorsale Monte Bussaia - Punta del Van - Rocca Vanciarampi, dove hanno sede le manifestazioni carsiche più imponenti, è dato, se si considera il profilo

VALLI GESSO E VERMENAGNA

(Geologia dei FF. "Demonte" e "Boves" della Carta Geologica
d'Italia, modificata)



NORD



ideale compreso tra Entraque e Roaschia, dalla successione di una anticlinale retroflessa e di una sinclinale, disposte secondo un'orientazione NW-SE. Costituita per lo più da calcari giuresi, è separata in due elementi strutturali distinti da una superficie di dislocazione in corrispondenza del solco vallivo dell'alto Vallone di S. Bernardo (R. MALARODA et al., 1970). Essendo queste pieghe molto compresse, la pendenza degli strati è costantemente rivolta verso NE (l'inclinazione varia da 30° a 50°), con conseguente deflusso delle acque sotterranee verso questa direzione (Fig. 5.7).

Le emergenze sono situate nei fondovalli, in corrispondenza degli alvei del Torrente Gesso e del Torrente di Roaschia, che rappresentano il livello di base di tutti i circuiti carsici sviluppantesi nell'ambito delle strutture suddette. Spesso al fattore morfologico si accompagna quello litologico; precisi limiti di permeabilità (alternanze di materiali praticamente impermeabili, quali conglomerati arenarie, quarziti, argilloscisti) impediscono l'ulteriore drenaggio delle acque, come nel caso delle sorgenti del Sistema del Bandito (Par. 5.4.5).

Sia in Valle Gesso che in Val Vermenagna i bacini di alimentazione sono costituiti da vaste aree carbonatiche in cui i fenomeni carsici superficiali possono essere particolarmente sviluppati e limitare di molto lo scorrimento delle acque superficiali. Non sempre lo spartiacque idrogeologico coincide con quello idrografico; sul dislivello Monte Busaia-Rocca Vanciarampi il primo è nettamente spostato verso la valle di Entraque (Fig. 5.1).

Per quanto concerne la circolazione subalveare, si constata la venuta a giorno di acque lungo il letto del Gesso nel tratto compreso tra Tatti Bandito e il Vallone dell'Infernetto. La loro emergenza testimonia l'esistenza di un carsismo profondo di cui non si ha però alcun dato speleologico sicuro, risultando gli sbocchi dei collettori costantemente allagati. Numerose infiltrazioni alveari si verificano a valle di Roaschia, nelle rocce carbonatiche che formano il letto del torrente omonimo; molto probabilmente vengono completamente restituite, dopo la confluenza col Gesso, sotto forma di acque di subalveo. Un'analogia situazione si riscontra in Val Vermenagna, dove l'alveo del corso d'acqua principale risulta molto assorbente nel tratto compreso tra il Vallone Sottana di Limone e il Ponte Nuovo di Robilante.

Secondo E. PERRONE (1916), che effettuò numerose misurazioni di portata nel periodo 1912-1915, le perdite alveari del Torrente Biale di Roaschia variano tra 179 e 509 l/s, mentre quelle del Vermenagna (tratto Vernante-Limone) tra 750 e 2200 l/s.

5.4 Le sorgenti

Come detto al paragrafo precedente, i bacini del Gesso e del Vermenagna sono sedi di importanti sistemi di circolazione idrica sotterranea che presentano, come terminali di grandi collettori interni, alcune notevoli sorgenti poste o in corrispondenza di precisi limiti di permeabilità o nei punti meno rilevati delle serie permeabili carbonatiche.

Per quanto riguarda la Valle Gesso, verranno esaminate in dettaglio le sorgenti del Sistema del Bandito, la Sorgente Dragonera, la Sorgente Bousset e qualche altra emergenza particolarmente cospicua. In Val Vermenagna l'attenzione sarà principalmente rivolta al

la Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda, senza peraltro tralasciare le altre scaturigini non ancora, o solo in parte, captate.

Per ogni singola sorgente saranno ricercate le aree di ricarica, i limiti di permeabilità e i dati relativi alle portate. Quando disponibili, si riporteranno anche i dati relativi alla temperatura, mentre le caratteristiche chimico-fisiche verranno esaminate al Cap. 7 (Caratteri chimico-fisici delle acque sorgive).

5.4.1 Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda

Durante l'escavazione della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda (negli anni 1889-1898) fu incontrata, tra la progressiva 2489 e 3058 m dall'imbocco Nord, una potente serie carbonatica molto permeabile costituita da calcari giuresi e calcari nummulitici. Il suo attraversamento fu caratterizzato dall'incontro di una vastissima zona acquifera che determinò, in corrispondenza delle principali fratture che solcano la roccia, la fuoriuscita di moltissima acqua da numerose polle (la portata supera mediamente i 400 l/s).

L'irrompere di queste acque, in seguito raccolte nelle cunette laterali della massicciata e convogliate all'uscita della galleria in un canale che più a valle si scarica nel Vermenagna, arrecò gravi danni e ritardi all'esecuzione dei lavori di perforazione della galleria. A causa dell'enorme quantità d'acqua, lanciata in pressione sotto forma di getti da una frattura della roccia, i lavori restarono fermi alla progressiva 2489 per quasi tre anni; per attenuare la violenza di tale sorgiva (oltre 100 l/s) si rese necessario lo scavo di due cunicoli scaricatori laterali.

La situazione geologica dell'area in questione è ben schematizzata nel profilo allegato (Fig. 5.2) ricavato, con alcune modificazioni, da L. BALDACCIO & S. FRANCHI (1900) e da A. FAURE-MURET & P. FALLOT (1957). L'emergenza è situata al contatto tra l'Unità del Colle di Tenda e il Complesso Sedimentario Autoctono, disposti secondo un allineamento NW-SE e con pendenza verso NE. Si nota infatti l'anomala sovrapposizione della prima, sovrascorsa sui terreni geologicamente più giovani del secondo (scollato a livello del Trias dai terreni sedimentari aderenti al Massiccio Cristallino dell'Argentera). Tali complessi sono separati da due potenti orizzonti evaporitici triassici (gessi e anidriti della Formazione delle Carniole Inferiori e Superiori).

Mentre l'Unità del Colle di Tenda comprende in normale successione stratigrafica una serie calcarea e fliscioide che, partendo dal Trias giunge fino all'Eocene (manca solo il Cretaceo), il Complesso Sedimentario Autoctono è qui rappresentato unicamente dal Trias (gessi e anidriti) e dall'Oligocene-Eocene superiore (Flysch di Annot).

Entrambe le unità sono dislocate da un imponente sistema di faglie, a direzione e inclinazione variabili (subverticali o pendenti generalmente verso Nord con inclinazioni molto forti) che costituisce la via di drenaggio naturale delle acque infiltratesi nel sottosuolo.

Il fattore idrogeologico che determina la fuoriuscita delle acque è dato dal limite di permeabilità esistente tra gli scisti argillosi del Trias superiore (praticamente impermeabili) e i calcari giuresi sovrastanti (molto permeabili per carsismo e/o fessurazione).

Il bacino di alimentazione è limitato alle zone dove affiorano i terreni carbonatici e

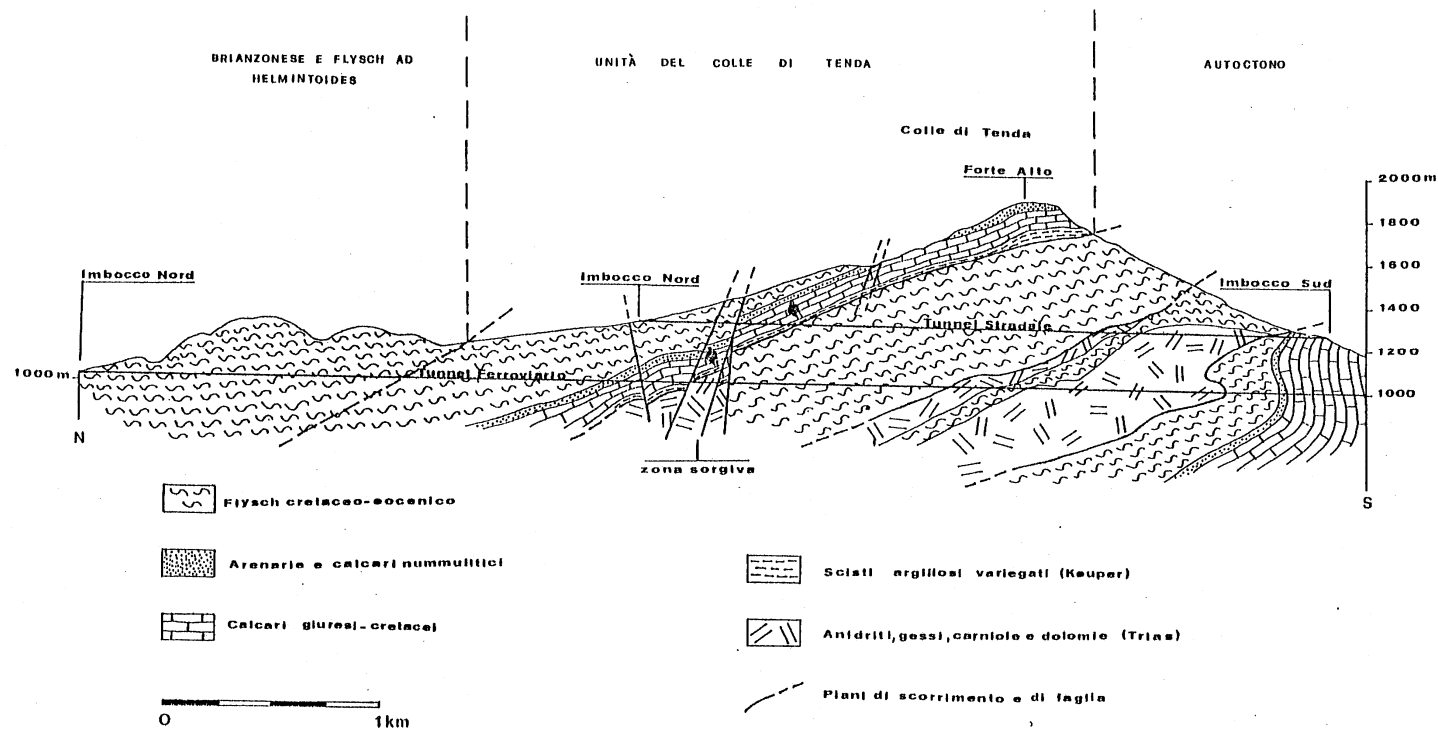


Fig. 5.2 - Profilo geologico del Colle di Tenda (da L. BALDACCI & S. FRANCHI, 1900 e A. FAURE MURET & FALLOT, 1957, modificato)

precisamente alla parte alta del versante settentrionale del Colle di Tenda, al Vallone di Cabanaira e al fianco destro dell'alto Vallone di Limonetto.

L'esigua estensione dell'area di ricarica potrebbe a prima vista sembrare insufficiente a sostenere portate dell'ordine di 400-500 l/s. Se si tiene conto però della natura montuosa del bacino di alimentazione (tra i 1300 e i 2200 m di altitudine), dove le precipitazioni sono molto frequenti ed abbondanti (Par. 2.2) e della particolare morfologia molto incassata del Vallone di Cabanaira, che funge da vero e proprio bacino di raccolta delle acque superficiali, si comprende come la zona di assorbimento possa essere ritenuta più che sufficiente. L'estesa e potente coltre di depositi quaternari (morene, detrito e accumuli di frana), che ricopre la parte alta dei valloni, contribuisce inoltre a trattenerle e a restituire lentamente le acque di infiltrazione alle rocce calcaree sottostanti, funzionando da serbatoio naturale di regolazione.

Le prime misurazioni dei deflussi della Sorgente della Galleria Ferroviaria furono eseguite dal 1895 al 1903 a cura dell'Amministrazione Ferroviaria, mediante un apposito pozzetto con idrometro (installato sul canale di scarico all'uscita del tunnel). I dati rilevati dal 1903 al 1914 sono stati elaborati dall'Ing. E. PERRONE (Ispettore Capo del Servizio Idraulico del Ministero dell'Agricoltura) che riporta per tale periodo un valore medio di portata intorno ai 400 l/s, con un massimo di 840 l/s e un minimo di 210 l/s ("Carta Idrografica d'Italia-Tanaro -" di E. PERRONE, 1916).

Dal febbraio 1929 a tutto il 1931, l'Ufficio Idrografico del Po (Sezione di Torino) effettuò una serie di misurazioni giornaliere. Il valore minimo fu registrato nel gennaio 1931 con 246 l/s (il 1931 è considerato un anno notevolmente siccitoso; 1004 mm annui contro i 1414 mm che mediamente cadono alla stazione del Colle di Tenda), mentre il massimo è stato toccato nel maggio e nel giugno 1929 con 942 l/s; la portata media fu di circa 450 l/s.

Sono state infine eseguite, a cura dell'Ufficio Tecnico dell'Amministrazione Provinciale di Cuneo, misure di portata mediante mulinello "Woltmann", nel periodo compreso tra il 5 agosto 1959 e il 6 dicembre 1960. Il valore medio dei deflussi relativo all'anno 1960 (di cui si hanno osservazioni settimanali pressochè complete) si aggira intorno ai 550 l/s, con un massimo di 950 l/s il 31 maggio e un minimo di 315 l/s il 31 marzo.

I dati sopra riportati, anche se non continui nel tempo, si riferiscono a quasi 25 anni di osservazioni ed abbracciano un arco di tempo molto ampio (dal 1895 al 1960). La buona concordanza tra questi valori, nonostante i diversi sistemi di misurazione usati nei vari periodi, permette di trarre delle utili conclusioni circa il regime dei deflussi della sorgente che segue direttamente quello delle precipitazioni (particolarmente abbondanti in primavera e autunno).

Alle portate primaverili danno inoltre un notevole contributo le acque derivanti dalla fusione del manto nevoso; il massimo primario, caratteristico dei mesi di maggio e giugno, si aggira intorno a 800 l/s. I deflussi autunnali, sostenuti dalle sole piogge, risultano nettamente inferiori (talvolta il massimo secondario autunnale addirittura non esiste, essendo i deflussi inferiori al minimo estivo). I periodi di magra sono pertanto due: quello invernale che va da dicembre a marzo (minimo primario con un valore medio di 300 l/s) e quello estivo-autunnale (minimo secondario che raramente scende sotto i 400 l/s). Se le portate continuano a decrescere durante tutto l'autunno, fino al minimo asso

luto invernale, non si ha, come abbiamo detto, alcun accenno di massimo autunnale (Figg. 5.3; 5.4; 5.5).

Il non immediato incremento dei deflussi in occasione di forti piogge (occorrono infatti almeno tre o quattro giorni prima che la sorgente cominci a risentirne) e la temperatura dell'acqua che si mantiene costante per quasi tutto l'anno (7°C circa), stanno ad indicare una prolungata filtrazione delle acque (^o). La circolazione avviene lentamente attraverso le fratture e i giunti di stratificazione della roccia e non in grandi collettori sotterranei, come nei classici circuiti carsici. Nel nostro caso si tratterà quindi di un corso allo stadio molto giovanile, senza fenomeni carsici superficiali e/o ipogei evidenti.

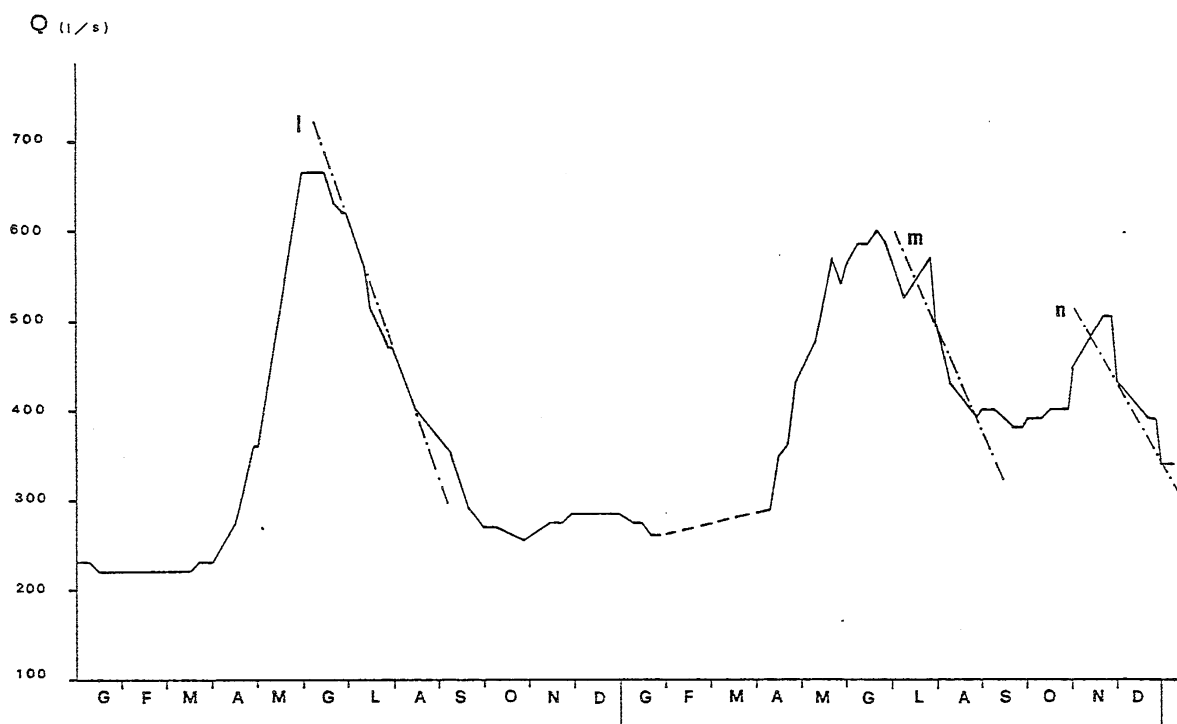
Se a ciò si aggiunge il fatto che i settori più prossimi dell'area di ricarica si trovano ad almeno 1 km di distanza dalla zona di emergenza, in ambiente alpestre non coltivato e completamente disabitato, si deve concludere che non esiste alcuna possibilità d'inquinamento delle acque della sorgente.

Allo scopo di valutare il volume d'acqua immagazzinabile nel bacino di alimentazione, vengono riportate le rette di esaurimento relative agli anni per cui si dispone di osservazioni complete (Figg. 5.3; 5.4; 5.5) e calcolati, mediante la formula di Maillet, i coefficienti di esaurimento e i rispettivi volumi a una certa data (inizio fase di esaurimento). I valori trovati sono riportati nella Tab. 5.1.

retta	data inizio	Q_0	Q_t	t	α	V
l	1.7.1905	620	400	45	0,009739	5,50
m	1.8.1906	500	390	28	0,008874	4,87
n	1.12.1906	430	340	31	0,007575	4,90
o	8.6.1907	515	370	22	0,015030	2,96
p	28.6.1908	485	310	56	0,007992	5,24
q	1.7.1910	560	310	68	0,008696	5,56
r	8.8.1911	505	300	52	0,010015	4,36
s	8.7.1912	675	370	82	0,007332	7,95
t	15.6.1913	720	390	43	0,014258	4,36
u	10.7.1929	820	405	21	0,033591	2,11
v	23.6.1930	820	520	70	0,006507	10,89
z	7.6.1960	930	670	29	0,011307	7,11

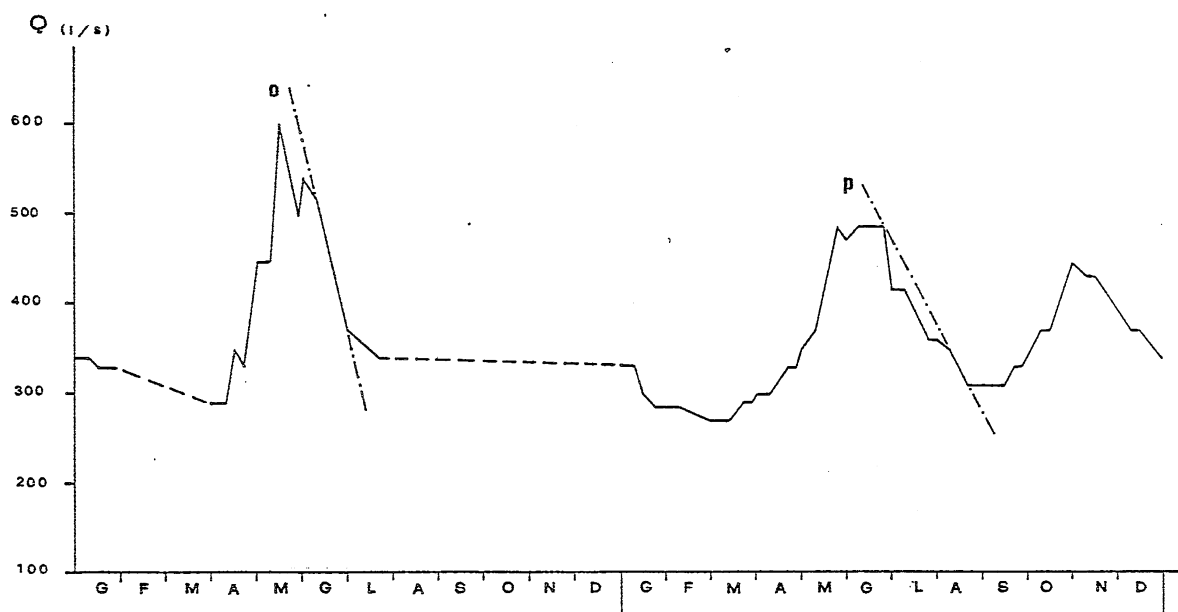
Tab. 5.1 - Rette di esaurimento e rispettivi volumi d'acqua immagazzinati nel bacino della Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda (Q_0 = portata iniziale, Q_t = portata finale, t = tempo di esaurimento in giorni, α = coefficiente di esaurimento, V = volume immagazzinato in milioni di metri cubi)

(^o) E. PERRONE (1916) ha rilevato temperature variabili tra 6° e 9° , molto probabilmente dovute al fatto che le misurazioni furono effettuate all'uscita della galleria e risentirono pertanto dell'ambiente del traforo.



1905

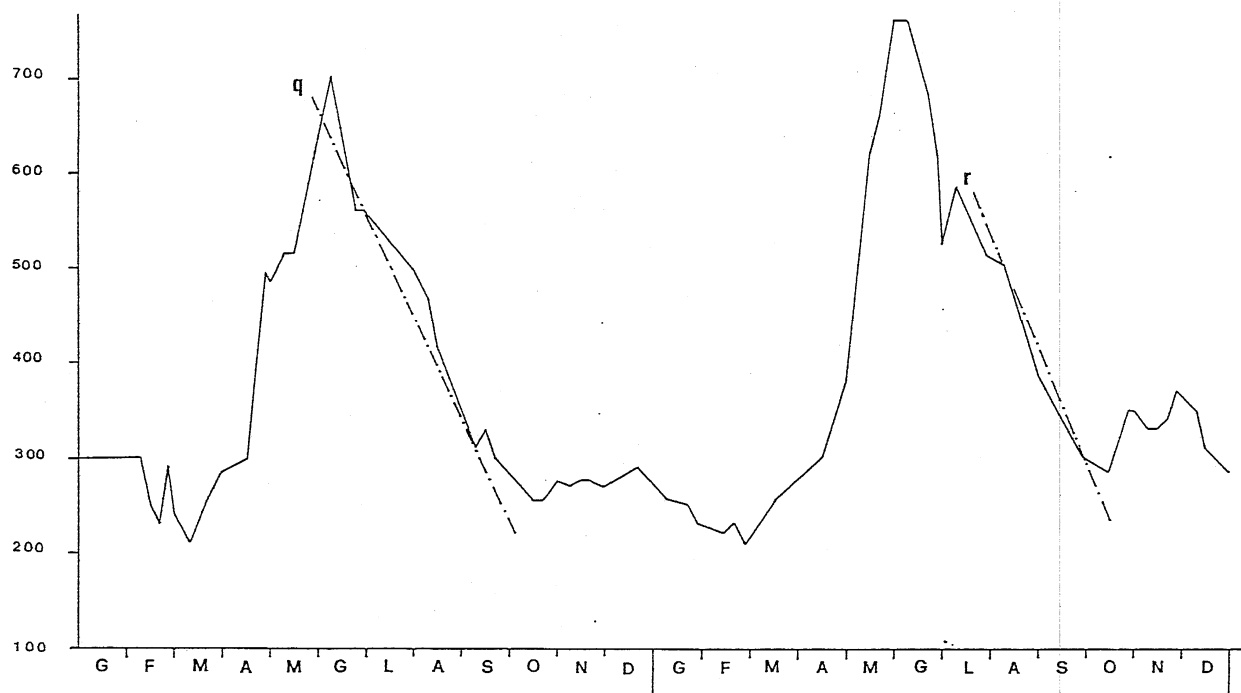
1906



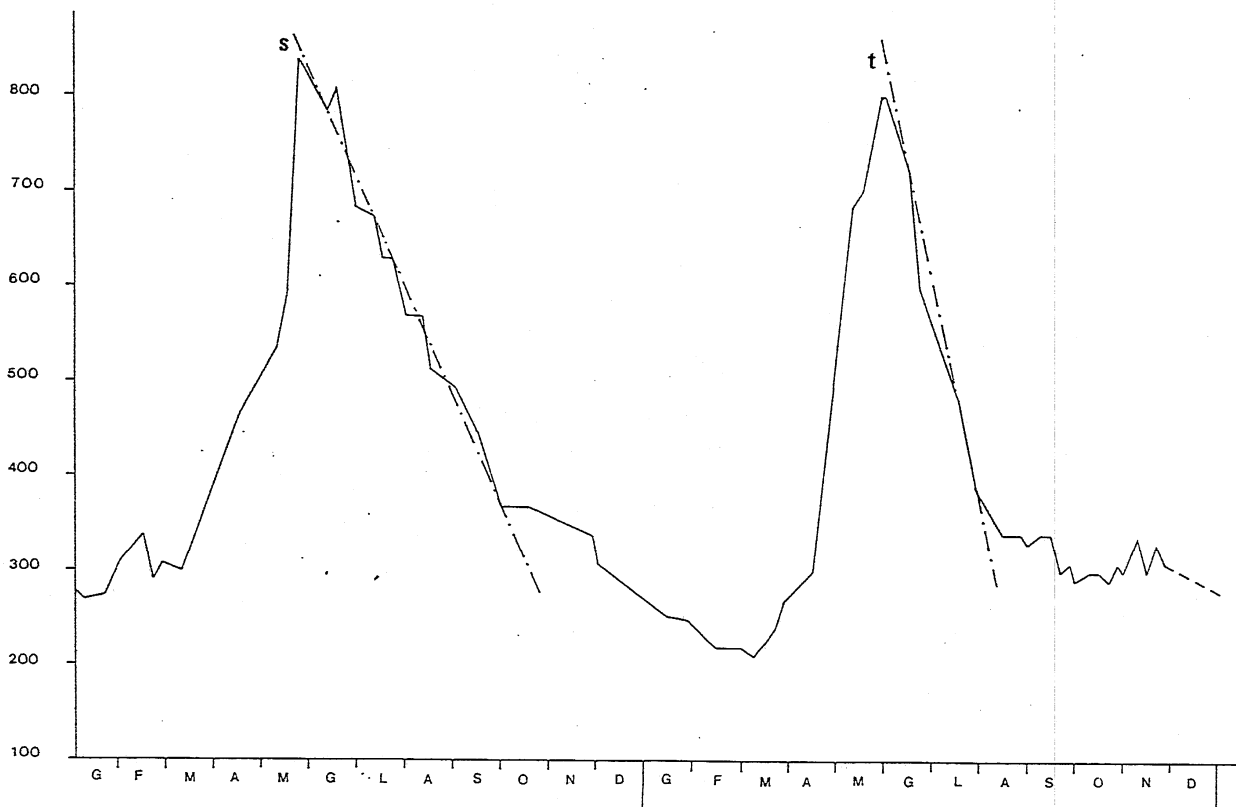
1907

1908

Fig. 5.3 - Portate della Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda negli anni 1905, 1906, 1907 e 1908 e rette di esaurimento l, m, n, o p.

$Q \text{ (l/s)}$ 

1911

 $Q \text{ (l/s)}$ 

1913

Fig. 5.4 - Portate della Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda negli anni 1910, 1911, 1912 e 1913 e rette di esaurimento q, r, s, t.

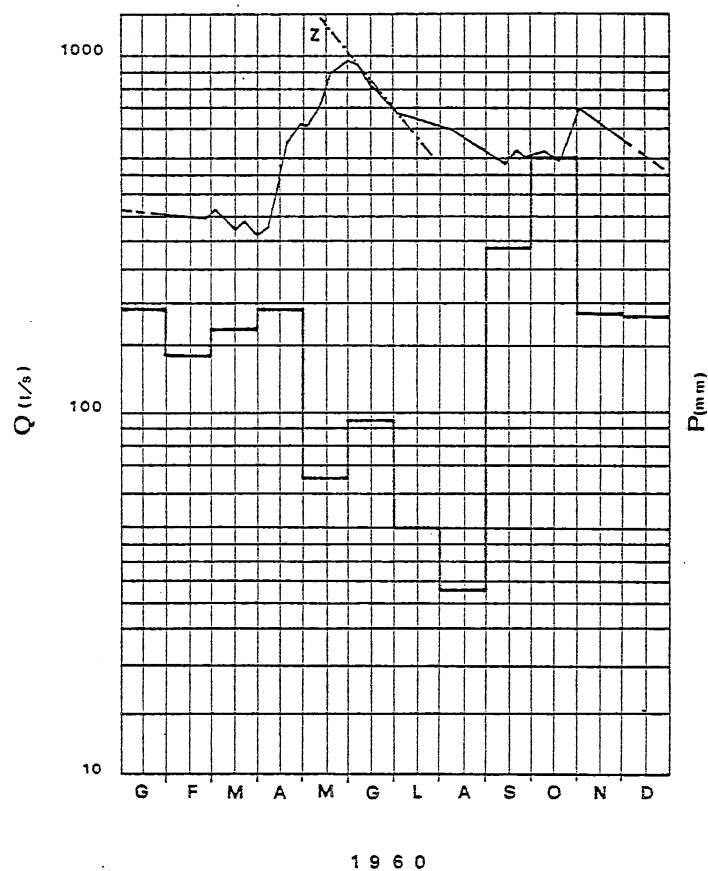
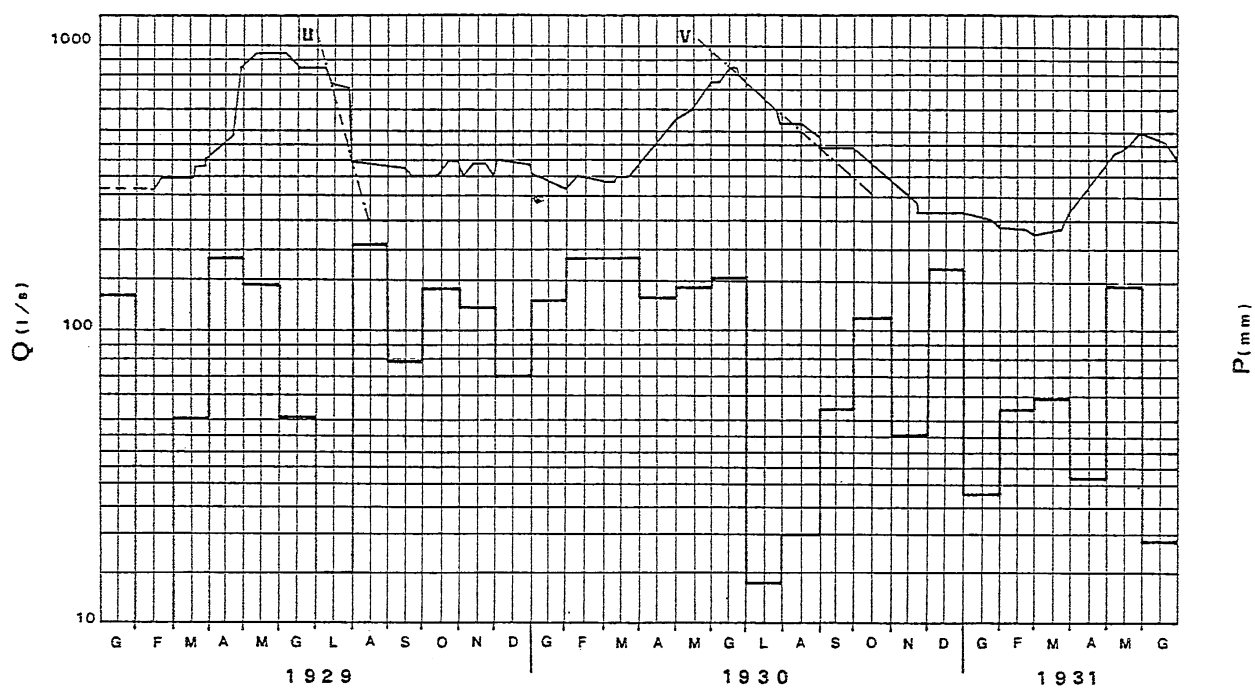


Fig. 5.5 - Portate della Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda nel periodo 14 febbraio-1929 - 30 giugno 1931 e nel 1960; precipitazioni mensili alla stazione pluviometrica del Colle di Tenda negli stessi periodi e rette di esaurimento u, v, z. I valori in ordinata sono in scala logaritmica

Si deve tener presente però che il calcolo della retta di esaurimento è esatto soltanto nel caso di un bacino non rialimentato durante la fase di esaurimento (assenza di afflussi meteorici). Nonostante una simile condizione non si verifichi praticamente mai negli anni di cui si dispone di dati di precipitazione, può risultare tuttavia interessante stimare, seppur con grande approssimazione, il volume di acqua immagazzinato. In tal modo è possibile valutare le risorse idriche disponibili e prevedere con largo anticipo la portata minima della sorgente. Tale operazione è particolarmente interessante negli anni siccitosi quando, non essendo il regime influenzato, il calcolo risulta particolarmente preciso.

La sorgente non è attualmente utilizzata (una minima parte viene captata per l'approvvigionamento dell'attigua colonia delle F.S.). Le istanze di concessione, presentate in passato dall'Amministrazione Provinciale di Cuneo (1929 e 1959) e da parte di un consorzio di 22 comuni costituitosi in Sinio nel 1959, non portarono infatti alla realizzazione dei rispettivi progetti di captazione.

5.4.2 Sorgente Balmaccia

Sgorga sul fianco sinistro dell'alta Valle dell'Almellina (Vallone Gorgiassa), ad un'altitudine di 1450 m circa, una quindicina di metri al di sotto dell'ingresso della Grotta omonima.

L'acqua fuoriesce da una serie di fessure nei calcari dolomitici triassici (vi è una pol- la principale data da una grande fessura parallela ai giunti di stratificazione); in occasione di abbondanti precipitazioni l'acqua scaturisce anche dall'apertura della grotta, che costituisce quindi lo sbocco di eccedenza della sorgente. Tutta la zona di emergenza è contornata da una coltre detritico-travertinosa con grossi blocchi cementati.

Il fattore idrogeologico che determina la venuta a giorno delle acque è da ricercarsi nel netto limite di permeabilità rappresentato dai porfiroidi permiani (Permo-Carbonifero Assiale), praticamente impermeabili, che si incontrano immediatamente a valle della sorgente e costituiscono una soglia di permeabilità sottoposta ai calcari dolomitici triassici della copertura mesozoica brianzonese. Si tratta pertanto di una sorgente carsica con bacino di alimentazione situato sui contrafforti occidentali della dorsale Monte Jurin - Punta Melasso, dove affiorano le suddette rocce carbonatiche. La giacitura degli strati (direzione N-S ed immersione verso W con 15° di inclinazione) ha favorito il drenaggio delle acque, infiltratesi attraverso i giunti di stratificazione e le fratture della roccia, verso questa direzione e la conseguente formazione di un circuito carsico sotterraneo. Molto probabilmente l'area di ricarica si estende anche sul versante orientale della dorsale, dove le rocce sono molto fratturate.

Le portate sono molto irregolari, con risposte quasi immediate agli afflussi meteorici, come avviene in una tipica sorgente carsica. Il regime dei deflussi segue quello delle precipitazioni, con portate massime in primavera avanzata (un notevole contributo è dato dalle acque di fusione delle nevi) e in autunno. Ben difficilmente la portata minima di magra dovrebbe scendere sotto i 30 l/s; una stima effettuata il 6/9/1978, dopo un lungo periodo di siccità e quindi in piena fase di esaurimento, indicava appunto un valore più alto (circa 50 l/s). I deflussi molto irregolari (le portate massime possono superare an-

che dieci volte le portate minime) e la variabilità della temperatura dell'acqua sono caratteristici di un carsismo abbastanza maturo con cavità ben sviluppate (grandi collettori), attraverso le quali le acque vengono rapidamente smaltite.

5.4.3 Sorgente Renetta

Sgorga sul fianco sinistro della Val Grande di Vernante (versante orientale del Monte Sapè), in un piccolo avvallamento a Sud di T. ti Curunel, alla quota di 1020 m circa. Sono visibili due polle emergenti direttamente dalle fratture della roccia; le altre scaturiscono nel detrito e sono nascoste dalle opere di captazione dell'Acquedotto di Vernante.

La sorgente è posta alla base della potente scarpata calcarea subbrianzonese, in corrispondenza del contatto con gli scisti ardesiaci (praticamente impermeabili) del Flysch Nero Brianzonese. Questo limite di permeabilità determina l'emergenza delle acque infiltratesi nelle sovrastanti rocce carbonatiche. Il bacino di alimentazione è situato sul versante nord-orientale della Costa del Sapè (Fig. 5.6).

La portata media dovrebbe aggirarsi intorno ai 150 l/s, con forti variazioni stagionali (in inverno ed in estate normalmente si dimezza); il 19/11/1977, quando è stata visitata dallo scrivente, fuoriuscivano dalle due polle libere e dalle opere di captazione almeno 50 l/s.

La temperatura dell'acqua costante, con un campo di oscillazione molto ristretto (compresso tra 7° e 8°), sta ad indicare un lungo percorso sotterraneo e pertanto un'origine profonda; la filtrazione avviene lentamente attraverso i giunti di stratificazione e le piccole fratture della roccia.

La sorgente è utilizzata in piccola parte dell'Acquedotto di Vernante, mediante un'opera di captazione posta 15 m più in basso rispetto allo sperone roccioso da cui emergono le due polle non captate.

5.4.4 Sorgenti San Macario (I e II)

1) - Sulla sinistra idrografica del Vermenagna, subito a valle di Vernante, nei pressi della Cappella di S. Macario, vi è una notevole zona sorgiva costituita da almeno quattro scaturigini, di cui due sono però del tutto trascurabili.

Nel prato sottostante la cappella, l'acqua sgorga in modo diffuso da una lacerazione della cotica erbosa che ricopre i depositi alluvionali di fondovalle, costituiti da grossi blocchi e ciottoli arrotondati immersi in una matrice ghiaioso-sabbiosa; incanalata in un condotto coperto con muratura a secco si scarica direttamente nel Vermenagna.

Secondo i dati forniti dall'Ufficio Tecnico del Comune di Cuneo - Sezione Acquedotto, la sua portata è circa 1/5 (talora, autunno 1968, può essere completamente secca) rispetto a quella della polla principale emergente una cinquantina di metri più a valle sotto la scarpata della strada, dove è stato scavato un cunicolo che capta una notevole quantità d'acqua.

L'estrema variabilità dei deflussi, E. PERRONE (1916) ha misurato valori di portata mol-

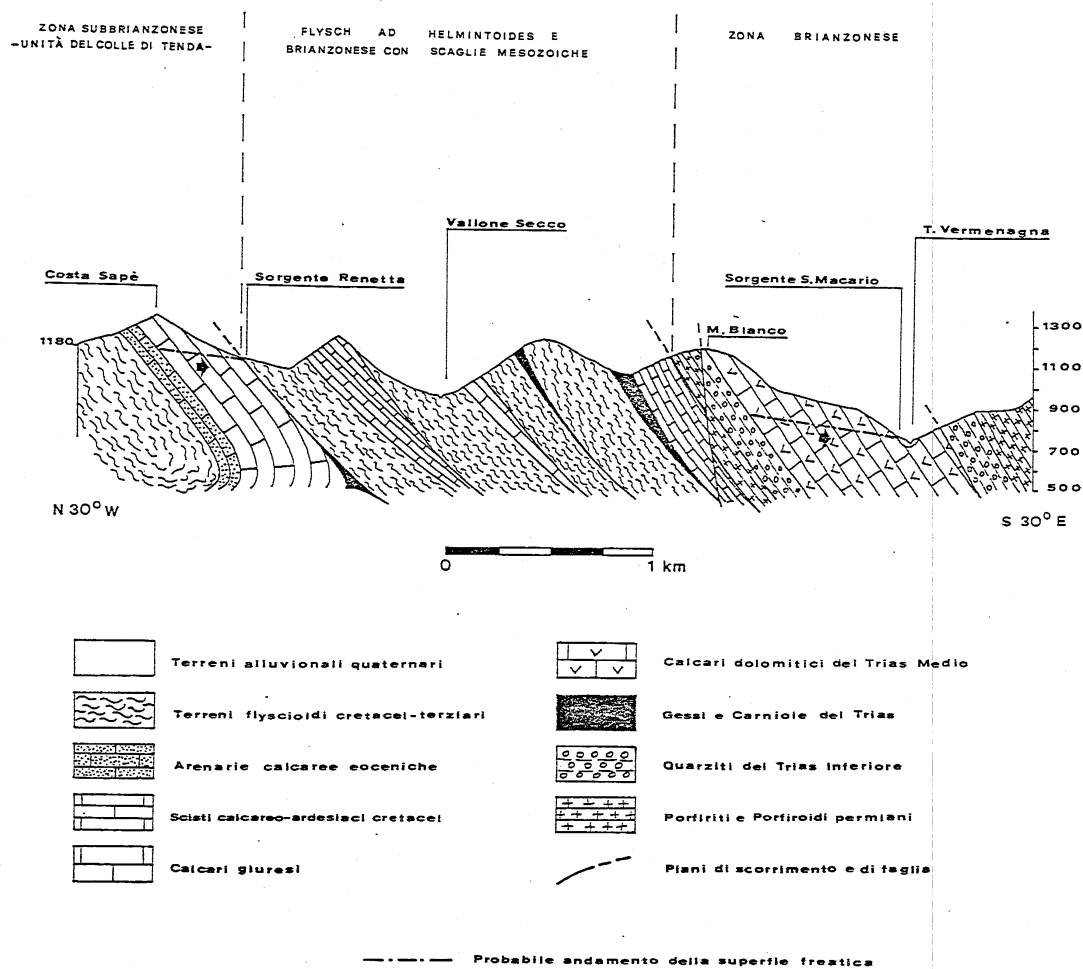


Fig. 5.6 - Profilo geologico Costa del Sapè - Monte Bianco di Vernante

to diversi tra loro (Tab. 5.2), sembrerebbe dipendere dalla presenza di un circuito carsico maturo, con fenditure molto aperte e senza serbatoi di regolazione in grado di sostenere i deflussi nei periodi di bassa piovosità, anche se portate dell'ordine di 2500 l/s non sembrano compatibili con un'area di ricarica inferiore a 5 kmq. Il regime della sorgente segue, mediante risposte immediate, il regime pluviometrico, con deflussi elevatissimi nei mesi primaverili, quando alle precipitazioni si sommano le acque derivanti dalla fusione del manto nevoso. Le portate di magra sono decisamente più scarse, ma si mantengono comunque costantemente sopra i 150 l/s (i 102 l/s riportati dall'Ing. PERRONE sembrano assolutamente eccezionali).

29.11.1912	16-30.1.13	11-14.4.13	11-19.6.13	8-17.8.13	23-26.11.13	17-20.1.15
138	102	2560	1125	245	700	165

Tab. 5.2 - Deflussi della Sorgente S.Macario I misurati in l/s dall'Ing. E. PERRONE nel periodo 1912-1915

29.11.1912	16-30.1.13	11-14.4.13	11-19.6.13	8-17.8.13	23-26.11.13	17-20.1.15
131	174	216	180	83	115	92

Tab. 5.3 - Deflussi della Sorgente S.Macario II misurati in l/s dall'Ing. E. PERRONE nel periodo 1912-1915

Il bacino di alimentazione dovrebbe essere ricercato nelle compagini carbonatiche triasiche brianzonesi del Monte Bianco di Vernante (Fig. 5.6), nei cui contrafforti meridionali si infiltrano anche le acque di scorrimento superficiale del Vallone Secco (quasi totalmente impermeabile). Si tratterebbe quindi di una tipica sorgente carsica con livello di drenaggio naturale corrispondente all'alveo del Torrente Vermenagna; nel nostro caso, a causa dell'effetto tampone esercitato dai depositi alluvionali più fini (limi e argille fluvioglaciali) alla base della scarpata calcarea, le acque sono costrette a risalire di una decina di metri prima di traboccare all'esterno.

Si è notato però nel passato, quando era ancora in funzione la cava situata all'inizio della Val Grande, l'intorbidamento delle acque sorgive, provocato dallo scarico delle acque di lavaggio della silice in un condotto naturale sotterraneo. Venne così definitivamente accertato che non tutte le acque erogate sono di origine profonda ma che, durante i periodi di morbida e di piena, esse provengono in massima parte dal Torrente della Val Grande, infiltrandosi attraverso le fessure dell'alveo inciso nei terreni carbonatici molto permeabili. In teoria sarebbe possibile (è da verificare con prove di colorazione) anche un apporto da parte del Torrente Vermenagna; durante le morbide e le piene primaverili e autunnali potrebbero infatti verificarsi delle infiltrazioni nelle alluvioni

della sponda sinistra che contribuirebbero, insieme alle acque della Val Grande, ad incrementare i deflussi della sorgente.

Può così essere facilmente spiegata l'estrema irregolarità del regime, senza mettere in relazione i notevolissimi incrementi delle portate soltanto con un bacino di alimentazione peraltro decisamente ridotto.

Da questo fatto dipendono anche le notevoli oscillazioni termiche delle acque sorgive. E' stata infatti accertata, mediante numerose misurazioni eseguite dal Comune di Cuneo, la stretta connessione esistente con le variazioni di temperatura delle acque del Torrente della Val Grande. Durante le fasi di piena, con rapidi incrementi dei deflussi, le temperature si adeguano velocemente a quelle del corso d'acqua suddetto, mentre in fase di magra risultano nel complesso abbastanza costanti, anche se a lungo andare la loro corrispondenza è sempre maggiore.

A testimonianza di quanto sopra esposto si riportano alcuni valori termometrici dell'acqua della sorgente rilevati in epoche diverse:

- 14.11.1958	9,6°C
- 5.7.1968	8,0°C
- 22.10.1968	5,0°C

Le analisi chimiche e batteriologiche eseguite dal Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi (Cap. 7), in previsione di una possibile futura utilizzazione della sorgente per uso potabile, non hanno dato risultati soddisfacenti per i motivi sopra esposti.

II) - Un chilometro più a valle, sempre sulla sinistra della valle, al piede dell'antica strada per Cuneo, si incontra una emergenza diffusa costituita da numerose polle che sgorgano dal detrito, per la quale E. PERRONE ha eseguito le misure di portata figuranti in Tab. 5.3.

I deflussi oscillano in maniera diversa e sono molto più regolari rispetto alla sorgente precedente. Ciò sta ad indicare, anche se l'assetto idrogeologico è analogo al precedente, un bacino di alimentazione completamente indipendente e privo di apporti esterni.

Le portate scendono al di sotto dei 100 l/s soltanto nei mesi estivi e invernali, mantenendosi comunque costantemente intorno a valori elevati (80-90 l/s).

La temperatura dell'acqua sembra abbastanza costante intorno a 7°-8°C.

5.4.5 Sorgenti del Bandito

Sul fianco destro orografico della Valle Gesso, subito a monte della confluenza del Torrente Biale di Roaschia, in località Tetti Bandito, vi è un importante sistema di sorgenti; le due principali sono conosciute come Sorgente Balma e Sorgente Rubina (o del Bandito).

"Sorgente Balma"

Si trova nei pressi di una casa diroccata (150 m circa a monte della frazione), in corrispondenza della sponda di un alveo secondario del Torrente Gesso, alla quota di 725 m s.

l.m. . L'emergenza è diffusa, su un fronte di circa dieci metri, nei depositi alluvionali ed è costituita da alcune polle di poco rilevate rispetto al letto di magra del corso d'acqua e numerose polle subalveari i cui deflussi non sono facilmente individuabili e determinabili.

Le portate sono molto variabili; E. PERRONE (1916) mette a confronto i dati rilevati nel periodo 1913-1915 con quelli della Sorgente Rubina (espressi in l/s).

(1913 - 1915)	1.13	4.13	6.13	8.13	11.13	1.14	2.14	4.14	8.14	11.14	1.15
Balma ester.	459	200	300	190	200	82	183	415	260	188	212
Balma subal.	400	100	350	86	100	118	130	520	210	166	122
Rubina	770	659	679	584	572	506	574	687	648	654	686

Tab. 5.4 - Deflussi delle sorgenti Balma (esterna e subalvea) e Rubina, misurati dallo Ing. E. PERRONE nel periodo 1913-1915

I dati riportati sulla tabella indicano un regime molto incostante con massimi (primaverili e autunnali) e minimi (estivi e invernali) non sempre ben definiti. Notare a questo proposito le altissime portate del gennaio 1913, che normalmente dovrebbe corrispondere ad un periodo di magra, imputabili ad un evento eccezionale caratterizzato dalla netta prevalenza, nonostante la stagione, delle piogge sulle precipitazioni solide (deflussi molto elevati si registrarono anche alla Sorgente Rubina).

Un simile regime, con fluttuazioni sincrone e simultanee non solo tra le due serie di polle ma anche con la Sorgente Rubina, avvalorava l'ipotesi di C.F. CAPELLO (1950) secondo la quale esse rappresentano lo sbocco di eccedenza di un'unica grande falda sotterranea che fa capo al circuito carsico del Bandito.

La portata di magra complessiva solo eccezionalmente dovrebbe scendere sotto i 200 l/s. Il fatto che la temperatura dell'acqua sia molto variabile (da 7 a 11°C) può però anche essere imputato ad una circolazione abbastanza superficiale e ad un'origine prossima alla zona di emergenza, con conseguente grave pericolo di inquinamento.

"Sorgente Rubina (o del Bandito)"

Scaturisce un centinaio di metri a valle della Sorgente Balma, da un cunicolo a sezione rettangolare, nelle immediate vicinanze della frazione Tatti Bandito.

L'intercalazione nei calcarei giuresi subbrianzonesi di un potente livello di conglomerati arenacei compatti, che si comporta come una soglia impermeabile, costringe le acque a risalire e a traboccare all'esterno (Fig. 5.7).

Fin dalla fine del secolo scorso furono effettuate, da parte della Compagnie Générale des Conduites d'Eaux di Liegi e dal Comune di Cuneo, alcune osservazioni di carattere idrologico. E' però soltanto con E. PERRONE (1916) che si giunge, mediante un'organica campagna di misurazioni, ad abbozzare, seppure con molta approssimazione, il regime del-

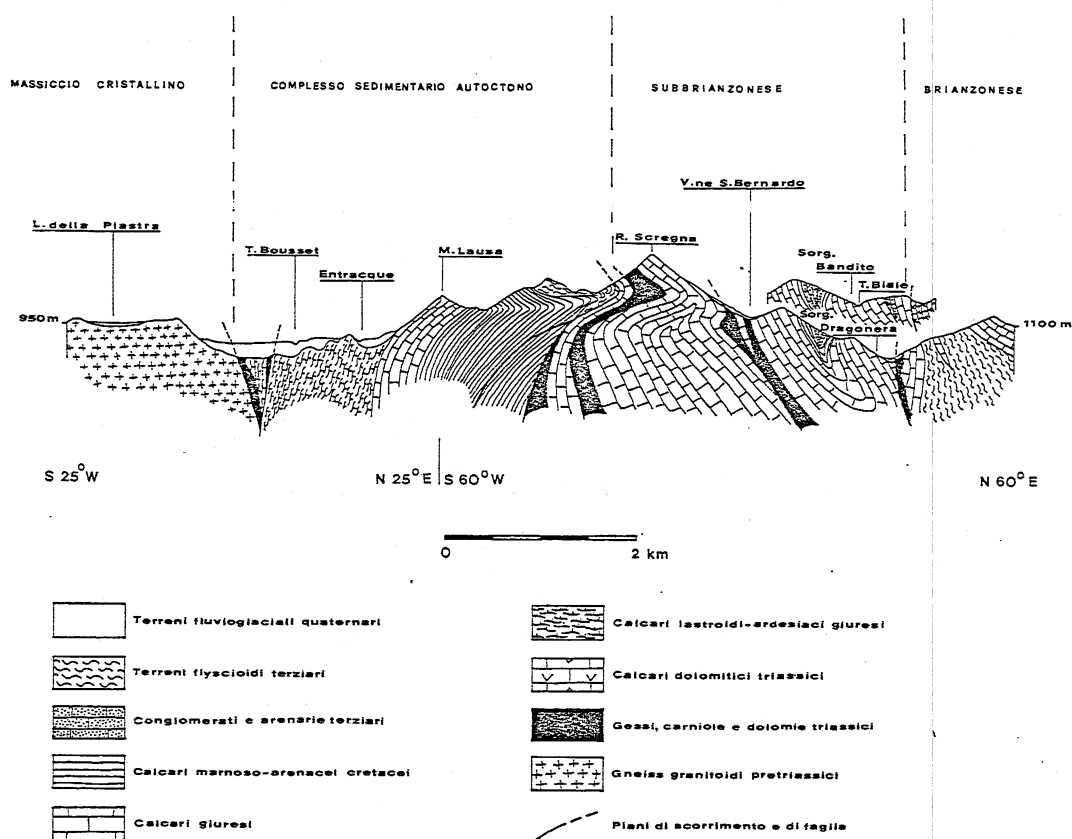


Fig. 5.7 - Profilo geologico tra le valli di Entracque e Roaschia (da R. MALARODA, 1970, semplificato)

la Sorgente Rubina. Le portate oscillarono durante tre anni di sporadiche osservazioni (Tab. 5.4) in maniera alquanto limitata (da 506 a 770 l/s), mentre la temperatura variò sensibilmente tra 6,5° e 11°C.

L'Ufficio Idrografico del Po, in considerazione dei notevoli deflussi della sorgente e in previsione di una possibile futura utilizzazione, impiantò allo sbocco del cunicolo uno stramazzo ed eseguì una serie di misurazioni di portata a frequenza quattordicinale (nel periodo 1931-1944).

Tali dati sono stati elaborati da C.F. CAPELLO (1950), che ha definito con buona precisione il regime della sorgente. Il valore massimo di portata fu toccato nel luglio 1932 con 860 l/s, mentre il minimo (427 l/s) fu registrato nel novembre 1936; la portata media, ricavata da 14 anni di osservazioni, è stata di 545 l/s. Le variazioni rapide dei deflussi medi giornalieri possono talvolta risultare anche molto elevate (l'8-9 luglio 1932 si ebbe un incremento di 310 l/s). Un simile comportamento, con improvvise e repentine oscillazioni delle portate, è tipico di una sorgente carsica.

Vengono qui di seguito riportati i valori medi mensili dei deflussi calcolati nell'arco di 14 anni di osservazioni:

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
529	538	555	560	569	575	557	547	528	532	525	526

Tab. 5.5 - Deflussi medi mensili della Sorgente Rubina nel periodo 1931-1944

Mettendo a confronto gli afflussi meteorici medi mensili misurati alla stazione pluviometrica di Roaschia e i deflussi medi mensili della sorgente per il periodo 1931-1944, si rileva come non esista una stretta relazione tra le precipitazioni e le portate. I deflussi massimi sono caratteristici dei mesi di maggio e giugno quando alle piogge si aggiungono le acque di fusione delle nevi; nei tre mesi successivi si entra nella fase di esaurimento estiva che risulta però molto contenuta. Le portate autunnali ricevono invece un sostegno molto relativo dalle abbondanti precipitazioni caratteristiche della stagione, risultando addirittura inferiori alla media annua (in novembre si registra il minimo assoluto). Durante l'inverno infine i deflussi si mantengono al di sotto del valore medio annuo, ma mostrano una lenta e regolare crescita verso i massimi primaverili (Fig. 5.8).

Il bacino di alimentazione deve essere ricercato nei calcari giuresi subbrianzonesi del fianco sinistro orografico della Valle di Roaschia (inclusa la parte alta del versante sud-occidentale che dà su Entraque) nel tratto compreso tra Roaschia e Tutti del Bandito.

L'assetto tettonico, dato da una struttura a pieghe compresse con asse a direzione N 40° W, è caratterizzato dalla successione di un'anticlinale retroflessa con al nucleo potenti livelli triassici molto permeabili (gessi e carniole) e di una sinclinale che pre-

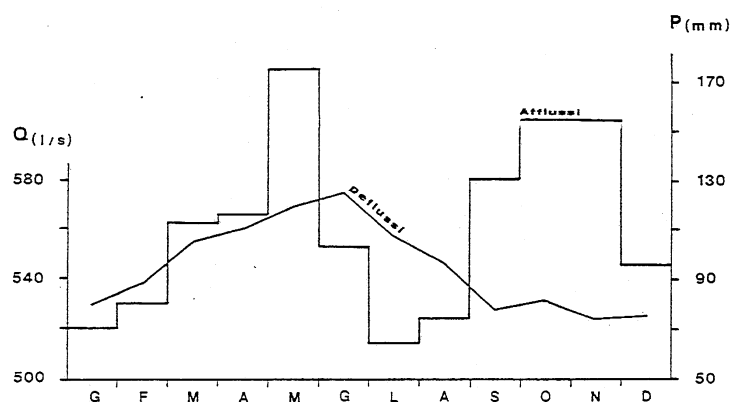


Fig. 5.8 - Portate medie mensili della Sorgente Rubina e precipitazioni medie mensili a Roaschia nel periodo 1931-1944

senta al centro materiali praticamente impermeabili del Cretaceo superiore e dell'Eocene (calcarei arenacei, conglomerati, arenarie, ardesie). Una grande superficie di dislocazione, sottolineata dalla presenza di gessi, carnirole e brecce tettoniche, separa i suddetti elementi strutturali. Durante i lavori di scavo della galleria di derivazione dell'impianto idroelettrico Piastra-Andonno, furono incontrate notevoli difficoltà nell'attraversare questi materiali molto scadenti dal punto di vista meccanico, nel tratto compreso tra Entraque e Roaschia. In seguito alle rilevanti perdite della galleria in pressione (le carnirole sono molto assorbenti e si comportano come delle vere e proprie spugne) si dovette procedere in seguito al completo rivestimento della medesima.

Il drenaggio delle acque, che si infiltrano nelle formazioni carbonatiche sopra descritte, verso le sorgenti del Bandito è favorito dalla particolare disposizione degli strati e dei principali piani di dislocazione (direzione variabile da N 20-60°W con immersione a NE e inclinazione oscillante tra 30 e 50°). La circolazione infatti avviene attraverso le fratture e i giunti di stratificazione o, quando la tessitura è vacuolare (carnirole), direttamente nei vuoti della roccia (Fig. 5.7).

Un'attenta analisi del regime idrologico della Sorgente Rubina risulta determinante al fine di definire il grado di carsismo raggiunto in seguito all'azione delle acque circolanti nel sottosuolo. La mancanza di un carsismo molto evoluto (soprattutto nella parte più elevata della compagine carbonatica) è confermata dal fatto che il regime è privo di uno stretto e immediato legame con quello delle precipitazioni; gli incrementi e i decrementi rapidi giornalieri dei deflussi in precedenza citati sembrano dovuti alla presenza di sifoni e/o ad apporti esterni.

Con l'aumento degli afflussi meteorici non si nota una concomitante variazione delle portate, ma anzi in genere la risposta è lenta e diluita nel tempo. Le abbondanti precipitazioni primaverili, unite al processo di fusione delle nevi, provocano un notevole rialzo dei deflussi che vengono smaltiti lentamente e con regolarità durante l'estate. Come abbiamo visto le piogge autunnali influenzano assai poco le portate (solo in ottobre si ha

un lieve aumento), registrandosi in novembre addirittura il minimo assoluto.

La presenza di un carsismo allo stadio, nel complesso, ancora giovanile (con lenta circolazione delle acque), nonostante l'esistenza presso lo sbocco del circuito di alcune grotte e gallerie che non mostrano tuttavia evidenti collegamenti con la zona di assorbimento (priva di manifestazioni carsiche anche solo superficiali), garantisce alla sorgente un regime elevato e costante durante tutto l'arco dell'anno con deflussi che, anche nel caso di magre eccezionali, non dovrebbero mai scendere sotto i 400 l/s.

E' stato accertato però, mediante analisi chimiche e batteriologiche eseguite dal Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi, che non tutte le acque sono di origine profonda; alcune polle presentano indici di inquinamento e dovrebbero provenire pertanto da zone prossime all'emergenza. Il fatto che la temperatura sia molto variabile (E. PERRONE riporta valori compresi tra 6,5 e 11°) è quasi certamente dovuto ad infiltrazione di acque superficiali.

La sorgente è stata in buona parte captata dagli acquedotti di Cuneo e di Borgo S. Dalmazzo che derivano rispettivamente 212,5 e 37,5 l/s; sono state scartate le polle che non danno sufficienti garanzie di sicurezza per quanto concerne la potabilità.

5.4.6 Sorgente Dragonera

Si trova sulla sinistra della Valle di Roaschia, in un piccolo avvallamento posto di fronte all'abitato, alla quota di 827 m. Scurisce direttamente dai calcari giuresi sub-brianzonesi molto fratturati a direzione N 60° W, immersione verso NE e inclinazione di 60°. Dopo aver attraversato un ampio cunicolo sotterraneo, l'acqua sbocca in una piccola caverna aperta verso l'esterno, dove viene raccolta in una vasca di cemento; una piccola parte dei deflussi è derivata dall'Acquedotto di Roaschia.

Per quanto riguarda la portata vengono qui riportati i valori in l/s misurati da E. PERRONE (1916) con il mulinello:

aprile 1913	agosto 1913	novembre 1913	gennaio 1914	febbraio 1914	agosto 1914	novembre 1914
459	123	112	96	49	80	101

Tab. 5.6 - Deflussi della Sorgente Dragonera nel periodo 1913-1914

Nella ricognizione effettuata il 19.11.77, fu stimata una portata di circa 100 l/s e misurata una temperatura dell'acqua di 6°C. I pochi dati a nostra disposizione non permettono di definirne, anche con larga approssimazione, il regime che dovrebbe comunque essere molto più irregolare rispetto alla Sorgente Rubina.

Le forti variazioni dei deflussi denotano il classico comportamento di una sorgente carsica posta allo sbocco di un circuito di tipo maturo e quindi con fenditure molto aperte.

La stretta correlazione con gli afflussi meteorici è dimostrata dal rapido smaltimento delle acque sotterranee da parte dei grandi collettori interni.

La conferma di ciò è data dal buon sviluppo che sembrano presentare le grotte del Sistema della Dragonera. L'esplorazione è stata effettuata, solo in parte e con estrema difficoltà, dagli speleologi del G.S.P. che hanno rinvenuto, dopo un sifone piuttosto profondo e ramificato, un nuovo ambiente subaereo, da cui potrebbe avere inizio un altro sistema di grotte molto esteso e a tutt'oggi completamente sconosciuto.

L'area di ricarica è situata nelle formazioni carbonatiche del Vallone della Freida e di parte dell'alto Vallone di S. Bernardo (Fig. 5.7).

C.F. CAPELLO (1950) si pone il quesito se esista una relazione tra le acque della Dragonera e quelle del Bandito. Constatata l'impossibilità di definire, allo stato attuale delle conoscenze dei precisi limiti idrogeologici alle due zone di assorbimento, si ritiene che tale possibilità debba essere esclusa, in considerazione soprattutto delle grandi differenze esistenti tra i regimi delle due sorgenti. Una risposta definitiva potrà però venire soltanto dall'esecuzione di una vasta campagna di prove mediante traccianti che dovrà riguardare tutto il versante nord-orientale del crinale Monte Guardiola-Rocca Vanciarampi.

5.4.7 Sorgenti di Andonno (Acquedotto di Cuneo)

Si trovano sul fianco sinistro della Valle Gesso, in località "Stretti di Andonno", nel tratto dove la strada provinciale costeggia il corso d'acqua. Le sorgenti furono captate circa cinquant'anni fa dall'Acquedotto di Cuneo, mediante una galleria drenante scavata nei calcari brianzonesi del Giurese medio-superiore, a breve distanza e parallelamente rispetto al letto del Gesso. Lunga quasi 400 m e pressochè rettilinea, è situata immediatamente a lato della strada provinciale, pochi metri sotto la carreggiata.

In questo modo vennero captate una cinquantina di polle, sgorganti dalle fenditure della roccia (da piccole fratture e dai giunti di stratificazione), con deflussi compresi tra alcuni decilitri e qualche l/s. L'emergenza di tali acque è da imputare alla incisione dei terreni carbonatici, che formano i contrafforti meridionali del Monte Cros, da parte del Torrente Gesso. L'approfondimento del solco erosivo, come testimoniano le aperture dei collettori naturali superiori non più attivi, è stato lento e progressivo. Quando fu realizzata l'opera di captazione, la quota delle sorgenti era rilevata di qualche metro rispetto all'alveo del Gesso (che costituisce il livello di drenaggio naturale delle acque); in seguito alla costruzione della diga dell' "Italcementi", ed al conseguente innalzamento del livello di base, molte polle si trovarono ad un livello inferiore.

Prima della costruzione della diga della Piastra e del relativo bacino di invaso, con successiva notevole riduzione dei deflussi del Torrente Gesso a valle della medesima, si riteneva che l'area di ricarica dovesse essere ricercata esclusivamente nelle formazioni carbonatiche del fianco sinistro della valle (pendici sud-occidentali del Monte Cros e vallone che da Cima delle Piastre scende su Andonno). La forte diminuzione della portata, che si è registrata in seguito, ha però confermato l'ipotesi che anche le acque subaleari del Gesso (il materasso alluvionale è particolarmente potente in questo tratto di valle) contribuiscono ad alimentare in misura notevole le sorgenti, infiltrandosi e ri-

salendo attraverso le fenditure dei calcari affioranti in sponda sinistra.

Sulla base delle misurazioni settimanali effettuate dal Comune di Cuneo nel periodo 1944-1945, da cui si deduce un valore massimo di 262 l/s (fine ottobre 1944) e valori minimi intorno a 80 l/s, è stata calcolata una portata media di circa 150 l/s che attualmente, per i motivi sopra esposti, si è ridotta quasi della metà.

Anche se il periodo esaminato è troppo breve per definire il regime della sorgente, si può tuttavia notare come i deflussi non siano molto irregolari, senza brusche impennate strettamente legate all'aumento delle precipitazioni che starebbero ad indicare uno smaltimento veloce delle acque assorbite.

La variabilità della temperatura (da 7 a 12°C) è probabilmente da imputare al notevole contributo dato alle portate dalle acque di origine meno profonda provenienti dal subalveo del torrente. Le prove di colorazione eseguite dal Comune di Cuneo hanno sempre escluso l'eventualità che le sorgenti possano essere alimentate, anche in minima parte, dalle acque superficiali del Gesso.

5.4.8 Sorgenti di Cialombard

Scaturiscono sulla destra del Torrente Gesso, nei pressi dell'abitato di Cialombard, alla quota di 740 m circa. Sono costituite da una serie di polle emergenti dalle alluvioni che formano la sponda del corso d'acqua e in parte direttamente dall'alveo stesso.

Secondo E. PERRONE (1916), che effettuò una serie di misurazioni nel periodo 1913-1915, le portate globali di magra delle varie polle non dovrebbero di norma scendere sotto i 150 l/s, mentre le massime, soprattutto durante la stagione primaverile, possono anche raggiungere i 500 l/s.

Data la notevole entità dei deflussi delle sorgenti, il bacino di alimentazione deve probabilmente essere ricercato, oltre che nei depositi alluvionali di fondovalle, anche nei contrafforti settentrionali della Rocca Vanciarampi, le cui serie carbonatiche si presume possano essere la sede di una sviluppata circolazione idrica sotterranea di tipo carsico. Si ricorda a questo proposito l'esistenza di una piccola sorgente, denominata "Fontana Ravetta", che sgorga direttamente dai calcari, alla quota di 1060 m circa, sul versante suddetto.

Tale ipotesi sembra inoltre confermata dall'andamento della temperatura dell'acqua che varia secondo la stagione, entro un campo abbastanza ristretto, compreso tra 8° e 10°C.

5.4.9 Sorgenti di Entraque ("Bousset e Paier")

"Sorgente Bousset"

Si trova all'interno di una grotta o galleria naturale ubicata sulla sponda sinistra del basso corso del Torrente Bousset, immediatamente sotto al ponte canale (impianto di derivazione Piastra-Andonno) che in quel punto scavalca l'incisione valliva.

Allo scopo di renderla accessibile è stato scavato in passato un pozzetto, a pochi metri di distanza dal greto del torrente, attualmente non più praticabile per le precarie condi-

zioni di stabilità del manufatto. Il Comune di Cuneo, in previsione di una sua futura captazione, ha effettuato una accurata serie di misurazioni idrometriche a frequenza bi o trisettimanale (per il 1962 addirittura giornaliera), nel periodo 1962-1969. Vengono qui di seguito riportati in tabella i valori dei deflussi medi mensili, relativi al periodo suddetto, espressi in l/s.

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
206	210	343	570	619	597	528	473	388	314	392	246

Tab. 5.7 - Deflussi medi mensili della Sorgente Bousset nel periodo 1962-1969

Il regime è caratterizzato da valori massimi di portata primaverili (con punte di 1052 l/s il 22 aprile 1962) e autunnali (1020 l/s il 5 novembre 1963) e da minimi invernali (156 l/s nel gennaio 1966) quando le precipitazioni sono quasi esclusivamente solide. Durante l'estate invece, nonostante la forte diminuzione degli afflussi meteorici, i deflussi risultano abbastanza sostenuti (in genere superiori ai 300 l/s).

Il bacino di alimentazione deve essere ricercato nei potenti depositi morenici e fluvioglaciali del versante sinistro del Vallone del Bousset e nelle rocce carbonatiche (calcari ardesiaci giuresi del Complesso Sedimentario Autoctono dell'Argentera) affioranti alla base e immediatamente alle loro spalle. Questi materiali presentano dal punto di vista della permeabilità caratteristiche sensibilmente diverse: mentre i terreni fluvioglaciali e morenici sono permeabili per porosità, le rocce calcaree (molto fogliettate e fratturate) risultano permeabili per carsismo e/o fessurazione, ma in modo minore rispetto ai precedenti.

Tale assetto idrogeologico (Figg. 5.7 e 5.9) è all'origine delle notevoli e improvvise oscillazioni dei deflussi, determinate dal rapido riempimento e svuotamento dei materiali sciolti che fungono da vere e proprie aree di ricarica per i calcari sottostanti; in concomitanza di abbondanti precipitazioni e in primavera le acque vengono velocemente smaltite attraverso le ampie fenditure della parte alta della compagine carbonatica. Risultando tuttavia le portate di magra abbastanza elevate anche nel periodo invernale (minimo assoluto mediamente superiore a 200 l/s), si deve pensare ad un'ulteriore importante e lenta circolazione idrica sotterranea nella porzione inferiore, dove evidentemente le fessure della roccia, nonostante il progressivo approfondimento del carso, sono ancora molto chiuse.

Allo scopo di individuare il tragitto delle vene acquifere sotterranee è stata eseguita nel 1960, per conto del Comune di Cuneo, una campagna di sondaggi geoelettrici, nella zona a monte delle sorgenti, in modo da riconoscere la presumibile via percorsa dalle acque. E' stata così individuata una prima serie di terreni permeabili a resistività specifica bassa che si identifica nei depositi morenici superficiali e negli strati calcarei sottostanti fratturati (in profondità sono acquiferi) ed un secondo complesso a resistività specifica elevatissima riferibile agli gneiss impermeabili del

Massiccio Cristallino dell'Argentera. I diagrammi indicano uno spessore di materiali permeabili oscillante tra 23 e 30 m; i calcari risultano acquiferi sotto i 15-25 m di profondità.

Con gli elementi dedotti dall'interpretazione dei dati dei sondaggi sono state ricavate le sezioni del sottosuolo relative alle due direttrici principali (parallelamente e trasversalmente rispetto all'asta del torrente), ricostruendo in tal modo il percorso subalveo del Bousset che rappresenta la principale fonte di alimentazione della sorgente, in quanto raccoglie anche la quasi totalità delle acque infiltratesi nei materiali sciolti dei grandi apparati morenici rissiani e würmiani di Esterate (Fig. 5.9).

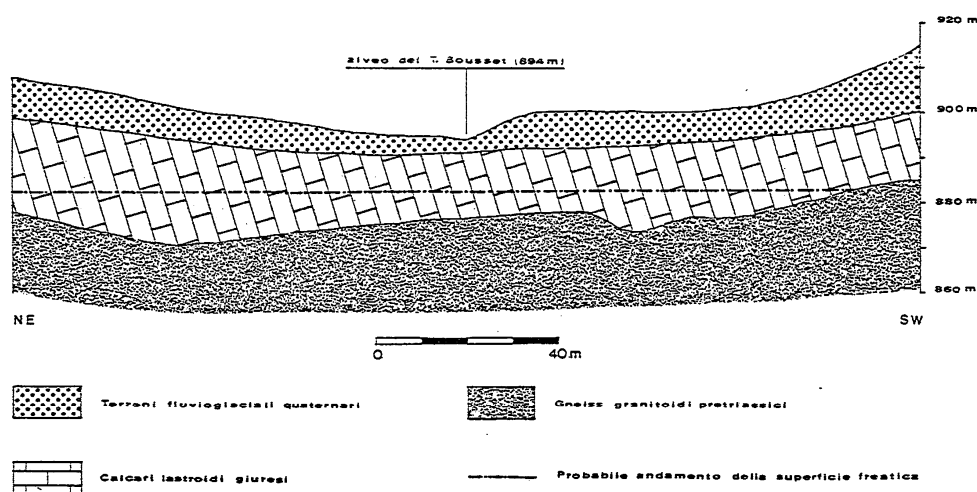


Fig. 5.9 - Profilo geologico attraverso il basso Vallone del Bousset, ricavato dai dati forniti dai sondaggi elettrici

La superficialità di almeno una parte delle acque circolanti nel sottosuolo è inoltre confermata dalle sopracitate improvvise variazioni di portata e dal regime termico della sorgente particolarmente incostante con temperature oscillanti, secondo le stagioni, tra 6,5° e 11°C. Tali caratteristiche indicano che il loro percorso si svolge, almeno nell'ultimo tratto, a scarsa profondità.

Al fine di valutare il volume d'acqua immagazzinabile nel bacino di alimentazione, si riportano le rette di esaurimento relative agli anni più significativi e di cui si dispone di osservazioni complete (Figg. 5.10 e 5.11) e si calcolano con la formula di Maillet i coefficienti di esaurimento e i rispettivi volumi a una certa data che indica l'inizio della fase di esaurimento (Tab. 5.8).

Come detto in precedenza (Par. 5.4.1) il calcolo della retta di esaurimento è tanto più valido quanto meno il regime risulta influenzato da precipitazioni durante la fase di esaurimento. Si fa notare pertanto come il metodo sia particolarmente valido negli anni siccitosi, in quanto permette di prevedere le risorse idriche disponibili.

La sorgente non è attualmente utilizzata; entro breve termine il Comune di Cuneo do-

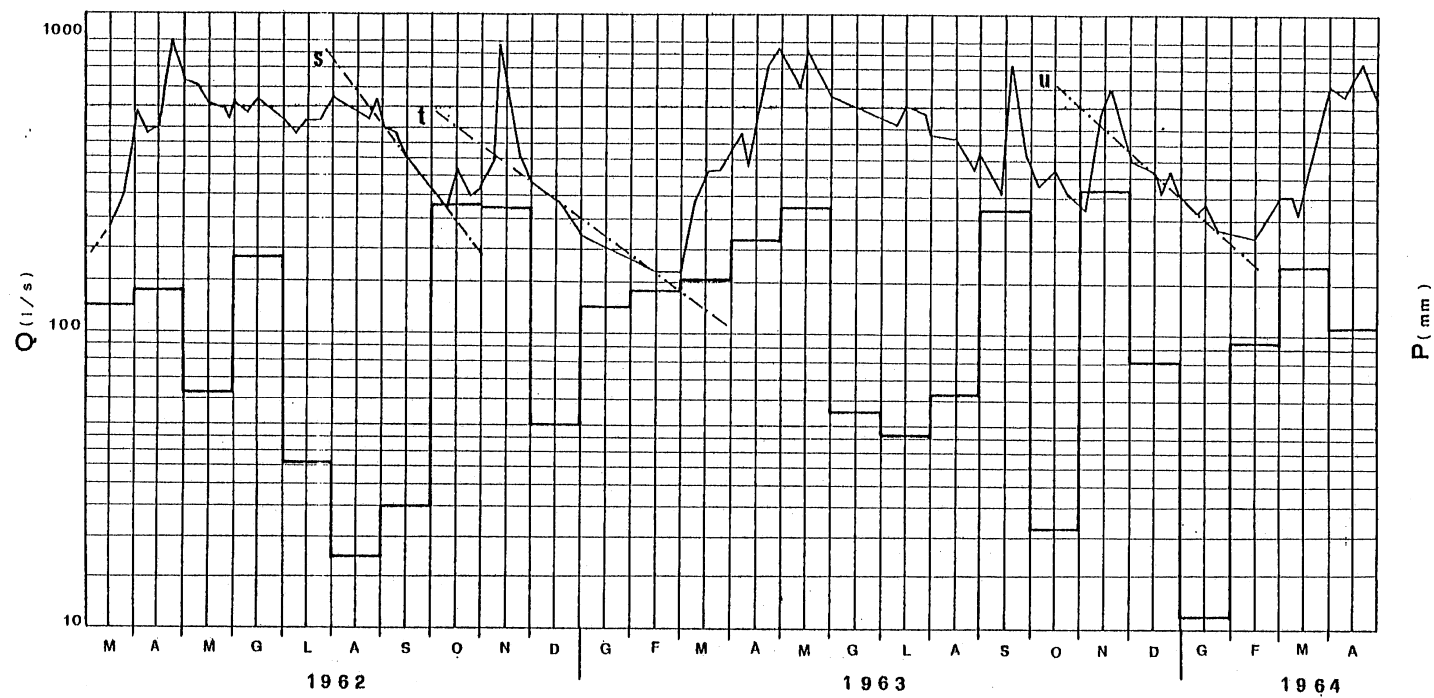


Fig. 5.10 - Portate della Sorgente Bousset, precipitazioni mensili a Entraque nel periodo marzo 1962 - aprile 1964 e rette di esaurimento *s*, *t*, *u*.

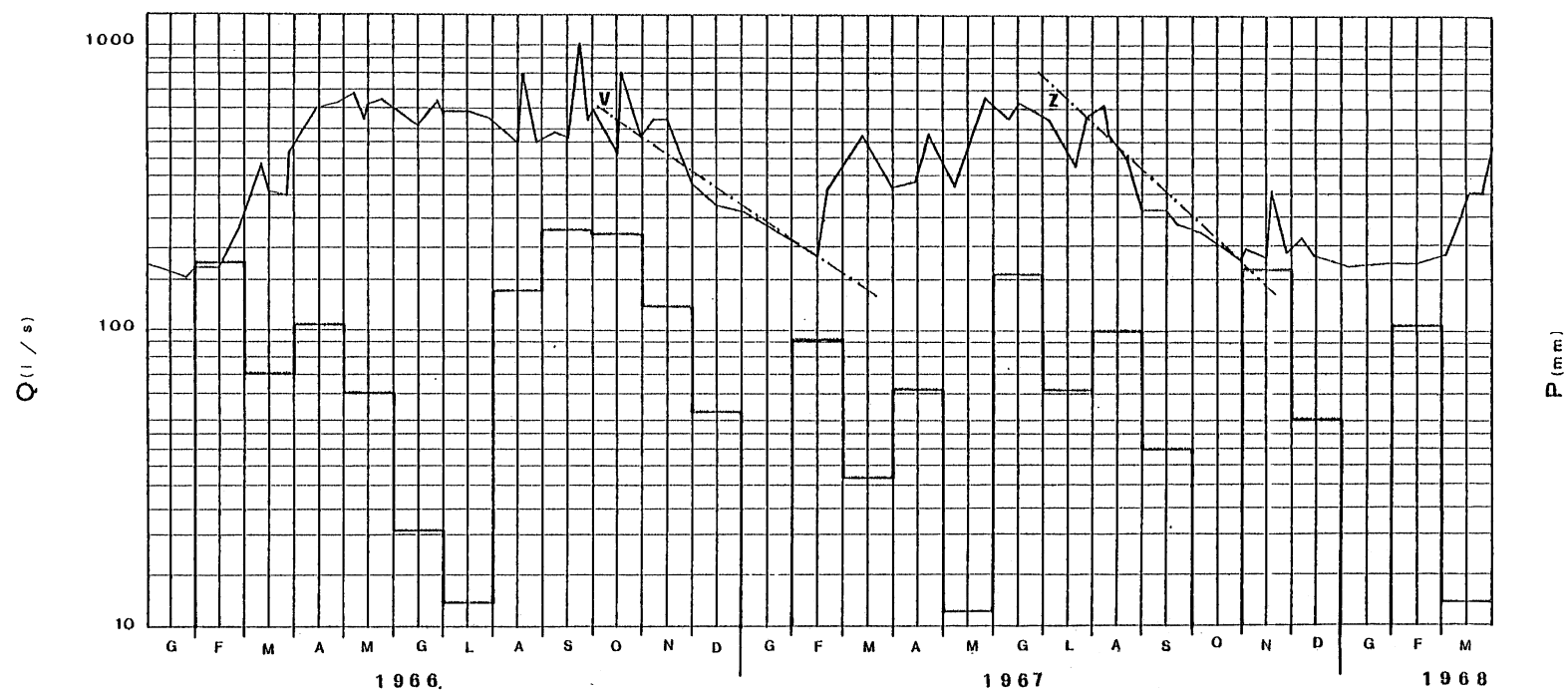


Fig. 5.11 - Portate della Sorgente Bousset, precipitazioni mensili a Entraque nel periodo gennaio 1966 - marzo 1968 e rette di esaurimento v , z .

vrebbe procedere alla sua captazione, rendendo esecutivi i relativi progetti di derivazione.

retta	data inizio	Q_0	Q_t	t	α	V
s	1.09.1962	515	273	36	0,017630	2,52
t	2.12.1962	339	163	76	0,009634	3,04
u	28.11.1963	471	240	56	0,012039	3,38
v	24.11.1966	394	192	85	0,008457	4,03
z	10.08.1967	471	185	83	0,011259	3,61

Tab. 5.8 - Rette di esaurimento e rispettivi volumi d'acqua immagazzinati nel bacino della Sorgente Bousset (Q_0 = portata iniziale, Q_t = portata finale, t = tempo di esaurimento in giorni, α = coefficiente di esaurimento, V = volume immagazzinato in milioni di metri cubi)

"Sorgente Paier"

Immediatamente a valle della confluenza del Torrente Bousset con il Gesso sgorga, al piede del terrazzo di Entraque, dalle alluvioni fluvioglaciali post-wurmiane, una cospicua sorgente con emergenza diffusa su un fronte di una decina di metri.

L'acqua delle numerose polle viene raccolta, mediante una dighetta di calcestruzzo, in un piccolo lago artificiale che si scarica direttamente nel Gesso.

Gli unici dati di portata disponibili sono quelli rilevati da E. PERRONE (1916) che ha trovato, tramite misurazioni indirette e pertanto poco attendibili, valori di deflusso estremamente elevati (1767 l/s in fase di massima piena e 462 l/s in magra) che ben difficilmente rispondono alla realtà; durante la ricognizione effettuata il 30 novembre 1977 la portata era di circa 300 l/s. La sorgente rappresenta con ogni probabilità lo sbocco naturale (di poco rilevato rispetto alla confluenza con il Gesso che costituisce il livello di drenaggio naturale) del sistema acquifero facente capo alla Sorgente Bousset.

Nel nostro caso evidentemente, come confermato dai sondaggi geoelettrici effettuati, la zona di massimo avvallamento del complesso impermeabile gneissico, dove l'acquifero è più potente, è situata lateralmente (sulla destra) rispetto all'alveo del Bousset e pertanto in corrispondenza della zona di emergenza qui considerata. Questa ipotesi è tuttavia da verificare mediante l'esecuzione di prove con traccianti.

Entrambe le sorgenti non sono attualmente utilizzate.

5.4.10 Sorgente Ray-Porcera

Si trova sul versante destro del Vallone del Bousset, 1 km e mezzo circa a monte di Trinità di Entraque, alla quota di 1200 m.

Sgorga direttamente dalla parete rocciosa subverticale che costituisce il fianco destro del tratto vallivo, immediatamente a monte del Ponte di Porcera. L'emergenza è determinata da un netto limite di permeabilità, rappresentato dal contatto tra i calcari giuresi più o meno dolomitici sovrastanti e i calcari marnosi cretacei (poco permeabili) sottostanti.

Il bacino di alimentazione è pertanto ubicato nelle formazioni carbonatiche del Complesso Sedimentario Autoctono molto permeabili per carsismo e/o fessurazione.

La sorgente, in minima parte captata dall'Acquedotto di Trinità, ha una portata che anche in periodo di forte magra non sembra scendere sotto i 30 l/s; durante un sopralluogo effettuato il 20 novembre 1977 essa è stata stimata intorno a 50 l/s, con una temperatura di 7°C. Il regime molto irregolare (in corrispondenza di forti piogge e in primavera avanzata i deflussi possono anche superare i 300 l/s) conferma la presenza di una rete idrica sotterranea ben sviluppata, riferibile ad una tipica sorgente carsica.

5.4.11 Sorgenti di Tetto Gavot

Sono costituite da due polle principali (ad un centinaio di metri di distanza una dall'altra) che scaturiscono nei pressi di T.to Gavot, sul fianco destro orografico del Vallone del Bousset (400 m a monte rispetto alla Sorgente del Ponte di Porcera), ad un'altitudine di circa 1250 m.

L'emergenza è situata nei terreni detritici che festonano la base dei contrafforti calcarei del Monte Cairas.

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico, a causa delle strette analogie esistenti con la Sorgente Ray-Porcera, si rimanda al paragrafo precedente (Par. 5.4.10). In questo caso però i calcari marnosi cretacei, che fungono da livello di base, sono nascosti sotto una potente copertura morenico-detritica.

Non è possibile definirne il regime a causa della totale mancanza di dati di misura.

Nella stima effettuata il 2 novembre 1978, dopo un lungo periodo di siccità e pertanto in fase di forte magra, i deflussi complessivi superavano abbondantemente i 30 l/s.

Gli abitanti del luogo sono concordi nell'affermare che le portate sono sempre sostenute e raggiungono il massimo in primavera (aprile-maggio), in concomitanza delle abbondanti piogge stagionali e dello scioglimento del manto nevoso.

5.4.12 Sorgente Fontana del Marmo

E' ubicata nell'alto Vallone del Sabbione (alla quota di 1600 m circa), 1 km a monte del Gias della Valera, presso la sponda destra del Torrente Bousset.

Si tratta di una sorgente carsica emergente dal materiale detritico-alluvionale che ricopre la base di un ripido versante, costituito da calcari più o meno dolomitizzati e marni giuresi del Complesso Sedimentario Autoctono, entro cui si sviluppa l'area di ricarica.

Si dispone di un solo dato di portata (nel sopralluogo del 10 luglio 1977 sono stati sti

mati circa 30 l/s) e pertanto nulla si può dire sul regime della sorgente. Sembra tuttavia, da notizie raccolte in loco, che essa non scenda, anche in fase di forte magra, molto al di sotto del valore sopra riportato. Quasi certamente si tratta dello sbocco di un circuito carsico allo stadio giovanile.

5.5 Le sorgenti termominerali

Sono rappresentate da una serie di polle che scaturiscono quasi esclusivamente sulla sponda sinistra del Torrente Gesso della Valletta, ad una altitudine compresa tra i 1400 e i 1350 m, in località Terme di Valdieri.

Nel 1857 venne costruito un grandioso stabilimento termale restaurato nel dopoguerra, poichè gli edifici erano rimasti gravemente danneggiati durante l'ultimo conflitto in seguito ad un bombardamento aereo.

Le sorgenti sono ubicate al piede dei contrafforti meridionali del Monte Matto, dove sgorgano 36 polle (solo due non sono termali), direttamente dagli gneiss listati del Massiccio Cristallino dell'Argentera; le temperature oscillano tra 69° e 24°C (il campo di variabilità è però molto ristretto nell'ambito di ciascuna sorgente).

I deflussi sono costanti e nel complesso abbastanza elevati, anche se non è mai stata definita con esattezza la portata delle singole polle.

Secondo l'interpretazione data da R. MALARODA et al. (1970), le sorgenti termali di Valdieri e di Bagni di Vinadio fanno capo a due tipici circuiti geotermali a termosifone nettamente indipendenti tra di loro, come testimoniano il diverso orientamento delle fratture da cui fuoriescono le acque e la differente composizione chimica.

Il bacino di alimentazione non è facilmente riconoscibile sul terreno in quanto le rocce cristalline del Massiccio dell'Argentera risultano praticamente impermeabili; una certa permeabilità in grande per fessurazione è possibile solo nelle zone maggiormente fratturate e in corrispondenza delle fasce milonitiche e cataclastiche. Con ogni probabilità le acque delle Terme di Valdieri, dopo essersi infiltrate nel sottosuolo, penetrano nelle fenditure della roccia e scendono lentamente verso il basso, dove si riscaldano progressivamente all'interno di un grande sistema di fratture. Si immettono infine in una faglia ad orientazione NW-SE, lungo la quale sono costrette a risalire molto velocemente (all'emergenza conservano infatti temperature assai elevate).

Non appare plausibile proporre un'origine "giovanile" o mista poichè non esistono nella regione manifestazioni eruttive alpine (masse granitiche in via di raffreddamento) in grado di avallare una simile ipotesi.

Per quanto concerne la composizione chimica, che conferisce alle acque un carattere nettamente solforoso, si fa notare come esse contengano Mn e Fe, mentre a Bagni di Vinadio (dove è presente il Li) questi due elementi mancano totalmente. Vengono qui di seguito riportati i risultati delle analisi chimiche, eseguite il 4.7.1978 dal Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi, relativi alle sorgenti principali denominate "Muffe" e "Stufe":

	Temp. °C	pH	X	Alcal. tot.	Sostanze organ.	RF a 180°C	NO ₃	Cl	NH ₃	H ₂ S
Muffe	58	8,70	319	60,05	1,26	239,2	1,24	14,18	0,68	7,36
Stufe	57	8,90	359	63,81	1,10	269,2	1,24	13,47	0,34	8,64

Tab. 5.9 - Analisi chimiche delle acque sorgive (polle "Muffe" e "Stufe") delle Terme di Valdieri (i costituenti sono espressi in mg/l; X = conducibilità elettrica specifica a 18°C in umho/cm; RF = residuo fisso a 180°C)

6. RISORSE IDRICHE

Dopo aver ampiamente trattato nei capitoli precedenti delle acque sotterranee e sorgive, si passa ora a considerare l'aspetto squisitamente applicativo dell'indagine e che costituisce lo scopo principale della medesima. Vengono qui di seguito esaminate le attuali condizioni di sfruttamento delle risorse idriche e sulla base dei dati in precedenza elaborati sono indicate le più importanti fonti di approvvigionamento, non ancora utilizzate, delle valli Gesso e Vermenagna.

6.1 Attuali utilizzazioni

Tra le principali sorgenti che emergono in Val Vermenagna, soltanto la Sorgente Renetta risulta attualmente in minima parte captata dall'Acquedotto di Vernante (Fig. 6.1).

In Valle Gesso sono da tempo utilizzate le Sorgenti di Andonno (Acquedotto di Cuneo) e la Sorgente Dragonera (l'Acquedotto di Roaschia ne deriva però soltanto una quantità molto ridotta).

Recentemente i Comuni di Cuneo e Borgo S. Dalmazzo hanno portato a termine i lavori di captazione della Sorgente Rubina (o del Bandito) sfruttando, nel complesso, circa la metà del modulo della sorgente (250 l/s).

6.2 Possibilità future

Nel quadro di un razionale piano programmatico, inteso a sfruttare nuove fonti di approvvigionamento idrico sul territorio provinciale, la priorità deve essere assegnata alle due principali sorgenti non ancora captate, e precisamente alla Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda e alla Sorgente Bousset.

Per quanto riguarda la prima sono state eseguite (Par. 5.4.1) numerose misure di portata, estese a quasi 25 anni di osservazioni, da cui sono emersi valori minimi dei deflussi che solo raramente scendono sotto i 300 l/s. Per la Sorgente Bousset sono invece stati elaborati dati di portata relativi a 8 anni di assidue misurazioni (Par. 5.4.9) che rivelano valori minimi sempre superiori a 150 l/s, nonostante i notevolissimi e repentini incrementi dei deflussi in concomitanza di abbondanti precipitazioni.

Particolarmente copiose sono inoltre le sorgenti di S. Macario, anche se molte riserve devono essere avanzate circa la qualità delle loro acque sia dal punto di vista chimico che batteriologico (Par. 5.4.4). Le portate infatti, nonostante siano molto irregolari, si mantengono pressochè costantemente, anche in fase di forte magra, sopra i 150 l/s.

Molto vulnerabili nei confronti dell'inquinamento risultano pure le sorgenti di Cialombard alimentate, almeno in parte, dalla falda freatica di fondovalle che nell'ultimo tratto scorre sotto l'abitato di Cialombard. Le portate sono sempre notevoli; in magra non sembrano scendere sotto i 150 l/s.

Ampi margini di utilizzazione offrono ancora le sorgenti Renetta e Dragonera che, captate soltanto in minima parte, presentano disponibilità idriche notevoli.

Della Sorgente Rubina (o del Bandito) vengono attualmente derivati circa 250 l/s; anche nei periodi di magra sono mediamente scaricati nel Gesso oltre 200 l/s che però in gran parte fanno capo a polle alimentate da acque poco profonde e pertanto facilmente inquinabili. Una situazione analoga (con numerosi indici di inquinamento) si registra anche per la Sorgente Balma del Bandito.

Delle rimanenti sorgenti con portate di magra superiori ai 30 l/s si ricorda infine la Balmaccia in alta Val Vermenagna (Valle Almelina), e le sorgenti di Ray-Porcera (una minima parte dei deflussi è captata dall'Acquedotto di Trinità d'Entraque), di T. Gavot e la Fontana del Marmo nell'alto Vallone del Bousset.

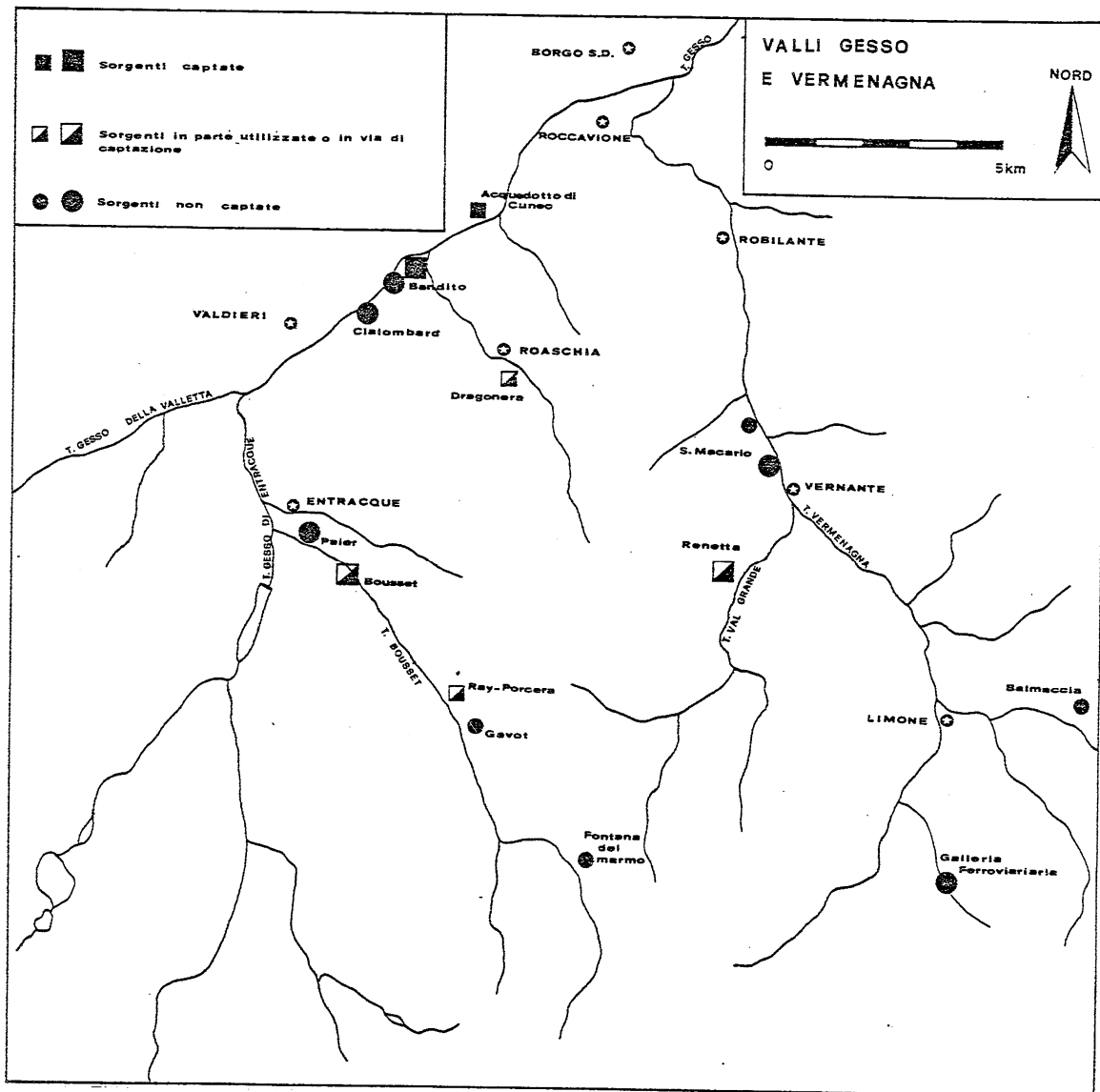


Fig. 6.1 - Stato di utilizzazione delle principali sorgenti

7. CARATTERI CHIMICO-FISICI DELLE ACQUE SORGIVE

Nell'ambito dello studio idrogeologico dei bacini dei torrenti Gesso e Vermenagna, vengono qui riportati i risultati delle analisi chimiche effettuate dal Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi di Cuneo, in previsione od in occasione della captazione di alcune importanti sorgenti.

Per questo motivo sono state eseguite in epoche diverse, in funzione delle richieste dei vari enti (Amministrazione Provinciale, comuni e consorzi) interessati alla loro utilizzazione, ed abbracciano pertanto un periodo di tempo molto ampio.

Mediante l'elaborazione dei risultati si è cercato di mettere in luce i rapporti esistenti tra le acque sorgive e i caratteri geolitologici dei due bacini, onde fornire utili indicazioni sia per quanto riguarda i valori della potabilità, sia per la ricostruzione dell'andamento delle falde sotterranee.

7.1 Rapporti tra composizione chimica e litologia

Nella tabella 7.1 sono indicate le sorgenti di cui furono a suo tempo eseguite le relative analisi. Delle determinazioni effettuate, sono state in questa sede considerate soltanto le principali e precisamente quelle che permettono di caratterizzare i diversi tipi di acque sotterranee, quali:

- la temperatura;
- il pH;
- la conducibilità elettrica specifica misurata a 18°C ed espressa in micromho/cm;
- il residuo fisso (espresso in mg/l) misurato a 180°C;
- la durezza (espressa in gradi francesi);
- la quantità (espressa in mg/l) degli ioni Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{--} , Cl^- ;
- la quantità (espressa in mg/l) di silice disciolta.

Allo scopo di evidenziare le caratteristiche chimiche delle acque sorgive esaminate, sono stati calcolati i valori delle concentrazioni (esprese in milliequivalenti/litro di anioni e cationi e millimoli/litro per la silice in soluzione) e i rapporti Ca/mg, Ca/Na e SiO_2 /Residuo Fisso (Tabb. 7.2 e 7.3).

Dai dati relativi alla temperatura si può osservare come, nel complesso, il campo di variabilità sia compreso tra 6,8 e 11°C, mentre la conducibilità passi da 116 a 410 micromho/cm.

In particolare è possibile notare che in alcune sorgenti (S. Macario, Bandito, Andonno e

Sorgente	Data	Temp. acqua	pH	X	RF	°F	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	SiO ₂
Galleria Ferrovv. del Colle di Tenda	14.11.58	7,8	7,1	266	147	23,2	55,6	2,6	93,8	70,0	6,4	1,4	0,1	14,3
Galleria Ferrovv. del Colle di Tenda	1.07.59	6,8	6,9	273	198	16,2	58,7	1,3	70,1	57,4	4,5	1,5	0,01	4,7
Renetta (polla sup.)	1.07.59	7,7	7,0	336	263	20,5	64,1	0,6	95,1	69,4	5,2	1,9	0,2	2,2
Renetta (polla inf.)	1.07.59	7,7	7,0	354	274	21,1	61,8	0,6	113	68,6	7,8	1,8	0,2	14,6
Renetta (acquedotto)	1.07.59	8,0	6,9	333	259	20,1	63,3	0,9	97,6	70,2	4,3	1,7	0,2	14,8
S. Macario	14.11.58	9,6	7,2	185	157	14,7	79,5	0,9	14,6	39,1	11,4	1,9	0,4	4,3
S. Macario	22.11.65	7,6	6,3	224	148	14,0	64,9	1,0	31,3	41,6	8,6	1,4	1,1	4,0
S. Macario	27.05.69	7,0	6,3	195	153	14,9	75,0	1,1	14,6	39,0	11,1	1,9	0,4	4,3
S. Macario (polla princip.)	27.07.70	9,0	6,7	274	210	18,0	102,0	1,4	21,5	48,7	12,2	7,2	1,7	7,4 (25) ^(*)
S. Macario (polla Capp.)	27.07.70	9,8	6,8	289	212	18,1	102,0	1,4	22,6	48,7	12,2	7,6	1,8	7,5 (627) ^(*)
Dragonera	11.09.73	7,2		181	136	11,0		-						
Bandito (Rubina)	21.08.73		6,5	175	128	11,0	51,0	0,7	26,8	34,0	4,8	5,4	0,5	2,5
Bandito (Rubina)	30.04.74	7,4	6,0	223	167	12,6		1,4						
Bandito (Rubina)	26.08.74	10,6	6,6	286	205	14,5		1,1						
Bandito (Rubina)	24.03.75		6,8	244	145	13,1	49,6	-	48,2	43,8	5,0	1,7	0,7	-
Andonno (Acquedotto Cuneo)	18.09.56	11,0	7,1	210	158	11,9		0,9						
Andonno (Acquedotto Cuneo)	26.08.74	11,0	6,9	410	307	21,5		1,8						
Andonno (Acquedotto Cuneo)	24.03.75	8,4	6,8	368	220	18,0	44,7	tracce	97,4	54,6	9,5	1,8	0,8	-
Cialombard	12.12.63	9,4	6,2	193	109	10,4	67,5	0,5	12,3	38,1	7,3	4,0	0,7	1,0
Bousset	22.04.65	8,0	6,8	116	75	7,3	40,8	0,9	15,0	21,5	4,2	4,6	0,7	1,5
Bousset	22.07.65	10,2	6,7	156	104	8,1	51,3	0,3	14,4	25,6	4,1	6,5	0,8	12,5
Bousset	30.08.65	10,2	6,4	152	102	9,5	53,6	0,7	18,7	29,7	3,9	10,6	0,5	2,0
Bousset	18.11.65	8,0	6,6	142	95	8,2	45,3	0,7	23,6	25,0	3,4	7,4	1,9	2,5
Bousset	24.01.66	7,0	6,6	151	94	9,0	45,4	0,6	14,6	28,1	3,4	6,2	1,0	3,5
Bousset	17.03.66	7,8	6,6	173	109	10,8	58,7	0,4	18,5	34,4	3,0	5,2	6,2	1,5
Ray-Porcera	18.08.69	8,6	6,8	214	146	13,4	77,6	1,1	9,1	41,2	7,5	2,8	0,3	3,0

(*) Valori anomali dovuti ad apporti esterni di silice; dopo filtrazione scende a tenori normali (Par. 5.4.4)

Tab. 7.1 - Analisi chimiche di acque sorgive effettuate dal Laboratorio Chimico Provinciale di Cuneo (X = conducibilità specifica a 18°C in micromho/cm; RF = residuo fisso a 180°C; °F = durezza in gradi francesi; i costituenti sono espressi in milligrammi per litro)

Sorgente	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	SiO ₂
Galleria Ferrovia Colle di Tenda	3,18	0,45	0,06	1,90	1,70	0,05	0,16
Renetta	3,47	0,48	0,09	2,10	2,12	0,02	0,17
S. Macario	2,1	0,89	0,15	2,68	0,43	0,03	0,08
Bandito (Rubina)	1,94	0,40	0,17	1,68	0,78	0,02	0,02
Andonno (Acquedotto di Cuneo)	2,72	0,78	0,10	1,49	2,03	tracce	---
Cialombard	1,90	0,60	0,19	2,25	0,26	0,01	0,02
Ray-Porcera	2,05	0,62	0,13	2,59	0,19	0,03	0,05
Bousset	1,37	0,30	0,35	1,64	0,36	0,02	0,06

Tab. 7.2 - Composizione chimica (millimoli per litro di silice disciolta e milliequivalenti per litro di anioni e cationi) di acque sorgive delle valli Gesso e Vermenagna

Sorgente	meq Ca/meq Mg	meq Ca/meq Na	mg/l SiO ₂ /RF
Galleria Ferrovia Colle di Tenda	7,1	53	0,06
Renetta	7,2	43	0,04
S. Macario	2,4	16	0,03
Bandito (Rubina)	4,8	13	0,009
Andonno (Acquedotto di Cuneo)	3,5	34	0
Cialombard	3,2	11	0,009
Bousset	4,6	3,9	0,04
Ray-Porcera	3,3	17	0,02

Tab. 7.3 - Rapporti Ca/Mg, Ca/Na e SiO₂/RF, ricavati dai dati delle analisi riportate nelle due tabelle precedenti

Bousset) le temperature sono molto variabili, con punte anche molto elevate, fino a 12°C (valore non riportato sulla tabella), come nel caso delle sorgenti di San Macario e di Andonno (Acquedotto di Cuneo); un simile comportamento è da attribuire ad apporti di acque superficiali da parte del Torrente della Val Grande e del Gesso rispettivamente che, soprattutto in fase di morbida e di piena, si infiltrano nel sottosuolo e contribuiscono in larga misura alla loro alimentazione.

La conducibilità, pur oscillando notevolmente (da 116 a oltre 400 micromho/cm), tende verso valori elevati, con massimi nelle sorgenti di Andonno e Renetta. Relativamente bassi valori di conducibilità si riscontrano soltanto nella Sorgente Bousset, dove in media non si superano i 150 micromho/cm, a causa della brevità del percorso sotterraneo e del conseguente scarso arricchimento in sali; l'alimentazione è inoltre di tipo misto, con circolazione esplicantesi sia in rocce carbonatiche che nei potenti depositi sciolti morenici e/o fluvioglaciali di copertura, costituiti per lo più da elementi di rocce cristalline, come testimoniano le elevate concentrazioni di Na e K. Il rapporto Ca/Na (Tab. 7.3) è infatti addirittura inferiore a 4, mentre di norma oscilla tra 11 (Cialombard) e 53 (Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda).

Le acque delle sorgenti esaminate, provenendo in massima parte da rocce carbonatiche, presentano sempre una discreta alcalinità (da 1,64 a 2,68 meq/l) per l'alto tenore in HCO_3 ed una durezza media (7,3 - 23,2 °F).

In relazione al tipo di rocce carbonatiche attraversate emergono alcune differenze nel chimismo delle acque sorgive. Ad esempio le acque circolanti nei calcari dolomitici e nelle dolomie calcaree brianzonesi del Monte Bianco di Vernante (Sorgente S. Macario) sono assai ricche di Mg; il rapporto meq Ca/meq Mg è uguale a 2,4.

I tenori in SO_4 sono estremamente variabili, passando da valori modesti a concentrazioni elevate (2,12 meq/l) imputabili a circolazione in rocce evaporitiche quali gessi e anidriti. Queste acque si distinguono nettamente dalle altre per il residuo fisso e la conducibilità che risultano sempre molto alti (rispettivamente più di 300 mg/l e 400 micromho/cm) e talora, come nel caso delle sorgenti di Andonno e Renetta, i solfati prevalgono addirittura sui bicarbonati. Pur non superando i valori del residuo fisso e dei solfati, generalmente considerati accettabili per adibirle ad uso potabile, sono ovviamente le peggiori dal punto di vista organolettico. Anche la Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda presenta un tenore in SO_4 decisamente elevato, di poco inferiore a quello dei carbonati.

Le concentrazioni della silice sono sempre abbastanza basse (di norma inferiori a 5 mg/l); superano i 10 mg/l nelle sorgenti della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda e Renetta. Nella Sorgente Bousset, a causa del limitato periodo di residenza delle acque nei materiali sciolti della copertura, soltanto in un'analisi vengono superati i 10 mg/l.

Una nota a parte merita la Sorgente di S. Macario, le cui acque furono nel passato caratterizzate da tenori eccezionali di silice (fino a 627 mg/l) dovuti allo scarico delle acque di lavaggio della silice in un orifizio naturale, comunicante con la rete idrica sotterranea che fa capo alla sorgente, da parte della cava ora non più attiva situata all'inizio della Val Grande. Dopo filtrazione si notava un ritorno a valori normali, analoghi a quelli attuali.

Il rapporto $\text{SiO}_2/\text{Residuo Fisso}$ è sempre molto basso; nelle sorgenti di Andonno, Bandito e Cialombard è uguale a 0 o di poco superiore.

Nei diagrammi delle Figg. 7.1, 7.2, 7.3 sono state raggruppate le sorgenti che presentano caratteristiche chimiche omogenee.

In Fig. 7.1 sono rappresentati i rapporti tra i principali ioni delle scaturigini con bacino di alimentazione in rocce carbonatiche. Gli elevati tenori di Ca e Mg sono da mettere in relazione con l'estensione degli affioramenti calcareo-dolomitici attraversati e con la lunghezza del tragitto della falda alimentatrice. Il diagramma mette in evidenza la predominanza del Ca fra i cationi, del bicarbonato fra gli anioni e la grande scarsità di Cl.

Nella Fig. 7.2 vengono considerati i caratteri chimici delle acque delle emergenze con area di ricarica in rocce carbonatiche e solfatiche. Differiscono dalle precedenti esclusivamente per l'alta concentrazione in SO_4 che tuttavia non è mai così abbondante da comprometterne la potabilità.

Data la peculiare composizione chimica delle acque della Sorgente Bousset, derivante da un'alimentazione di tipo misto, si è ritenuto opportuno costruire un apposito grafico (Fig. 7.3) che mette in evidenza le notevoli differenze esistenti rispetto ai due diagrammi precedenti.

7.2 Considerazioni conclusive

Con i valori della Tab. 7.2 è stato disegnato l'istogramma riportato in Fig. 7.4, dove sono rappresentate le composizioni chimiche delle acque delle sorgenti esaminate, da cui si nota come la mineralizzazione sia nel complesso abbastanza elevata, ma non tale da sconsigliare che vengano adibite ad uso potabile; particolarmente ricche in sali disciolti sono le acque della Sorgente Renetta, della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda e di Andonno.

Adottando la classificazione proposta da G. CASTANY (1967), le acque sorgive sopra considerate possono essere incluse nella categoria delle calciche-bicarbonate anche se talune, a causa dell'elevata concentrazione di SO_4 (superiore a quella dei bicarbonati), cadono nel campo delle acque calcio-solfate.

Secondo la classificazione di MAROTTA & SICA (1933), rientrano nel campo delle acque medio-minerali; fanno eccezione quelle della Sorgente Bousset che appartengono alla classe delle acque oligo-minerali.

Le altre caratteristiche chimiche, come la presenza di nitriti o ammoniaca, assumono ovviamente un interesse determinante dal punto di vista della potabilità, essendo degli indici di inquinamento non assolutamente plausibili per una simile utilizzazione. Talvolta, inoltre, sono stati individuati alcuni indici di inquinamento microbiologici (da soli o insieme ai precedenti) nelle acque delle sorgenti di S. Macario e del Bandito.

A questo proposito si deve rilevare però il fatto che tali inquinamenti sembrano essere del tutto occasionali ed eliminabili mediante un'opportuna captazione. Le sorgenti non sono preparate alla misurazione e pertanto l'inquinamento può essere legato a fattori e-

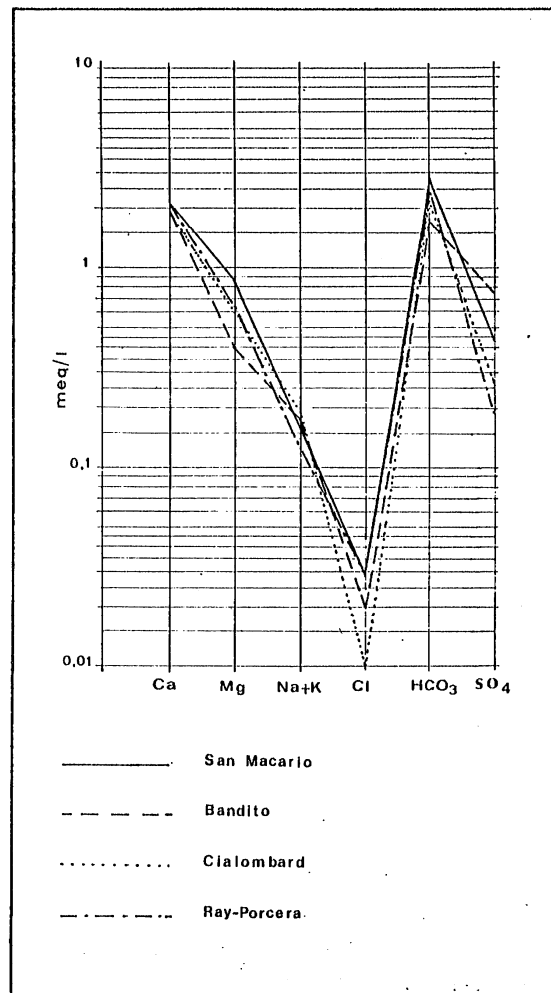


Fig. 7.1 - Rapporti tra i principali ioni contenuti nelle acque delle sorgenti delle rocce carbonatiche

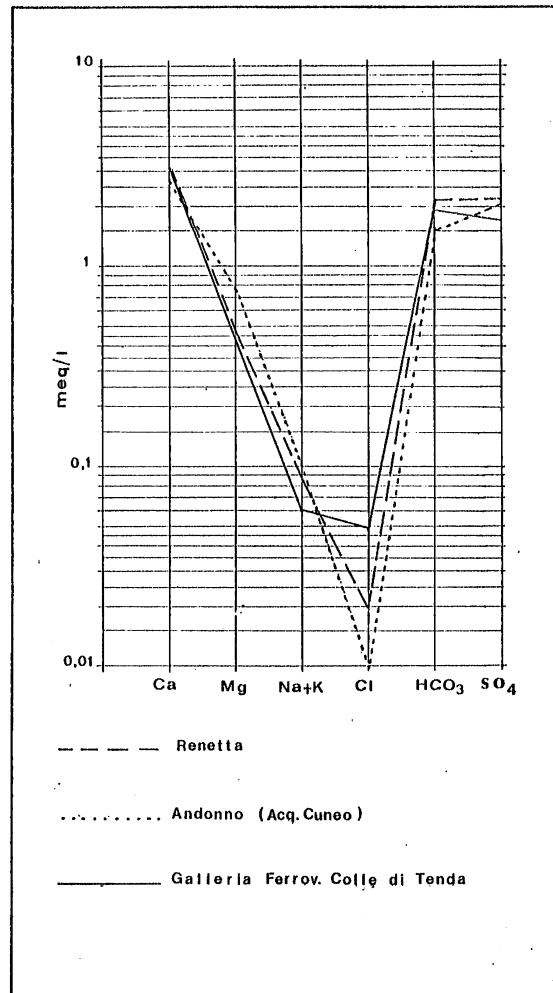


Fig. 7.2 - Rapporti tra i principali ioni contenuti nelle acque delle sorgenti delle rocce carbonatiche e solfatiche

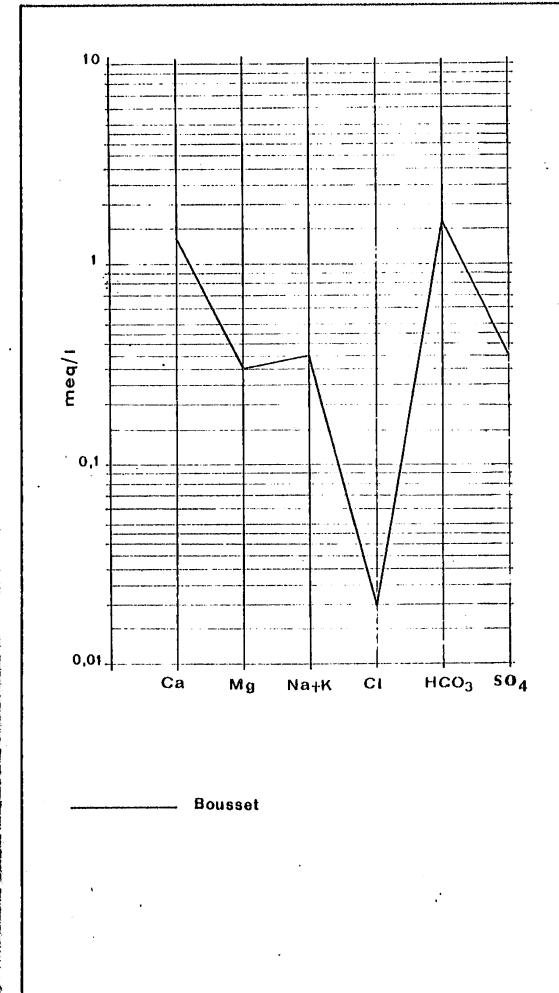


Fig. 7.3 - Rapporti tra i principali ioni contenuti nelle acque delle sorgenti che presentano una alimentazione mista

sterni e provenire dalla zona di emergenza (specialmente quando è diffusa nei materiali sciolti detritico-alluvionali) e non già dalla zona di alimentazione.

^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^

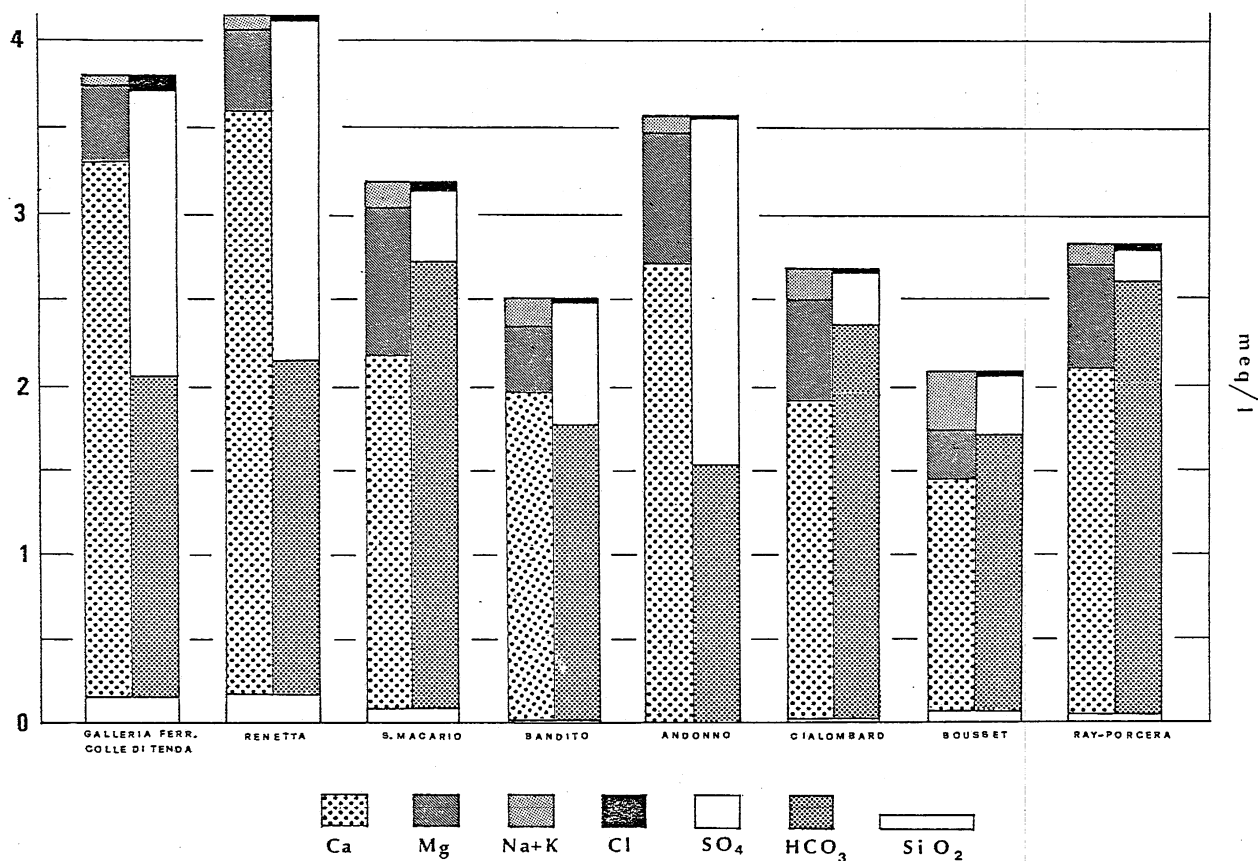


Fig. 7.4 - Composizione chimica di acque sorgive delle valli Gesso e Vermenagna (millimoli per litro di silice disciolta e milliequivalenti per litro di anioni e cationi)

BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI et al. (1969) - "Idrologia dell'alto Bacino del Liri". Geol. Rom., vol. VIII, Roma, pp. 177-559.
- ANSALDI G. & MAFFEO B. (1979) - "Carta Idrogeologica della Provincia di Cuneo alla scala 1:100.000". Amm.ne Prov.le Cuneo, n. 26, 39 pp.
- BALDACCI L. & FRANCHI S. (1900) - "Studio geologico della Galleria del Colle di Tenda". Boll. R. Comit. Geol. It., vol. I, pp. 57.
- BLANCHARD R. (1954) - "Les Alpes occidentales - Le versant piémontais". Tome VI, Arthaud, Grenoble, 377 pp.
- BONO G. & BARBERO M. (1976) - "Carta Ecologica della Provincia di Cuneo - scala 1:100.000". Doc. Cartogr. Ecol., XVIII, Grenoble, pp. 1-48.
- CAPELLO C.F. (1950) - "Il fenomeno carsico in Piemonte - Le zone marginali al rilievo alpino". C.N.R.: Centro studi geogr. fis. Bologna, 90 pp.
- CAPELLO C.F. (1952) - "Il fenomeno carsico in Piemonte - Le Alpi Liguri". C.N.R.: Centro studi geogr. fis. Bologna, 114 pp.
- CASTANY G. (1967) - "Traité pratique des eaux souterraines". Dunod, Parigi, 661 pp.
- CASTANY G. (1968) - "Prospection et exploitation des eaux souterraines". Dunod, Parigi, 717 pp.
- CONTI S. & ROVERETO G. (1951) - "Geologia del gruppo di Monte Besimauda (Alpi Liguri e Marittime) e moderni problemi di tettonica e petrogenesi". Mem. Acc. Naz. Lincei, ser. 8, 3, pp. 43-130.
- CREMA G.C. & al. (1971) - "Note illustrative della Carta Geologica d'Italia". Fogli 78-79 e 90, Argentera-Dronero-Demonte, Serv. Geol. It., 93 pp.
- DEMATTEIS G. & LANZA C. (1961) - "Speleologia del Piemonte - Parte I^a: bibliografia analitica". Rass. Speleo. It., mem. VI, 160 pp.
- DE Wiest R.J.M. (1965) - "Geohydrology". Wiley, New York, 366 pp.
- FALLOT P. & FAURE-MURET A. (1957) - Feuilles Le Boréon Viève, Saint-Martin Vésubie et Tende au 50.000 - Bull. Carte Géol. France, 55, pp. 39-48.
- FAURE-MURET A. (1955) - "Etudes géologiques sur le Massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires". Mém. Carte Géol. France, 336 pp.

- FRANCHI S. (1898) - "Sull'età mesozoica della zona delle pietre verdi nelle Alpi Occidentali". Boll. R. Comit. Geol. It., 29, pp. 173-247 e 325-482.
- FRANCHI S. (1906) - "Sulla tettonica della zona del Piemonte". Boll. R. Comit. Geol. It., 37, pp. 118-144.
- FRANCHI S. (1916) - "Le arenarie di Annot e la Zona ad Helminthoidea nell'Eocene delle Alpi Marittime e dell'Appennino Genovese". Boll. R. Comit. Geol. It., (1915), pp. 233-335.
- GOLTERMAN H.L. (1969) - "Methode for chemical analysis of fresh waters. Blackwell, Oxford, 166 pp.
- GUILLAUME A. (1969) - "Contribution à l'étude géologique des Alpes Maritimes franco-italiennes". Mém. Carte Géol. France, 405 pp.
- HEM J.D. (1970) - "Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water (II ed.)". Geol. Surv. Water-supply, 1473, 363 pp.
- LANTEAUME M. (1968) - "Contribution à l'étude géologique des Alpes Maritimes franco-italiennes". Mém. Carte Géol. France, 405 pp.
- LOMBARDO B. & GOSSO G. (1975) - Montagne Nostre - La Geologia delle Alpi Marittime tra il Colle di Tenda e l'Alta Valle Stura - C.A.I. Cuneo, Ist. Graf. Bertello, Borgo San Dalmazzo (Cuneo).
- MAFFEO B. (1973) - "Inventario delle risorse idriche della Provincia di Cuneo - Le sorgenti della Valle Stura di Demonte". Amm. Prov. Cuneo, n. 8, 97 pp.
- MAFFEO B. (1979) - "Inventario delle risorse idriche della Provincia di Cuneo - Le sorgenti del Marguareis". Amm. Prov. Cuneo, n. 25.
- MAFFEO B. & ANSALDI G. (1975) - "Inventario delle risorse idriche della Provincia di Cuneo - Le sorgenti della Valle Corsaglia". Amm. Prov. Cuneo, n. 15, 62 pp.
- MALARODA R. (1957) - "Studi geologici sulla dorsale montuosa compresa tra le basse valli della Stura di Demonte e del Gesso (Alpi Marittime)". Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 20, 130 pp.
- MALARODA R. et al. (1970) - "Carta Geologica del Massiccio dell'Argentera alla scala 1:50.000 e Note Illustrative". Mem. Soc. Geol. It., 9, pp. 557-663.
- PAVENTA F. (1873) - "Le sorgenti termominerali di Vinadio". Cuneo.
- PEANO G. (1975) - "Montagne Nostre - Il fenomeno carsico nel Cuneese", C.A.I. Cuneo. Ist. Graf. Bertello, Borgo San Dalmazzo (Cuneo).

- PERRONE E. (1916) - "Carta Idrografica d'Italia-Tanaro". Min. Agric. Roma, 370 pp.
- REMIERAS G. (1959) - "Eléments d'hydrologie appliquée". A. Colin, Parigi, 208 pp.
- SELLERI S. (1975) - "Sui sentieri del Re - Le acque". Ed. L'Arciere, Cuneo.
- SACCO F. (1905) - "Le sorgenti della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda". Giorn. Geol. Pratica, anno IV, fasc. I, Torino, pp. 11-36.
- SACCO F. (1924) - "Sorgenti". L'escursionista, 24 (II), Torino, 10 pp.
- SCHOELLER H. (1962) - "Les eaux souterraines". Masson ed., Parigi, 642 pp.
- STURANI C. (1962) - "Il Complesso Sedimentario Autoctono all'estremo nord-occidentale del Massiccio dell'Argentera (Alpi Marittime)". Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 22, 178 pp.
- TURC L. (1954) - "Le bilan d'eau des sols; relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement". Ibid., pp. 36-44.
- VANOSSI M. (1974) - "Analisi stratigrafico strutturale della zona tra le valli del Cassotto e dell'Ellero (Alpi Marittime)". Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, vol. 24, pp. 38-73.
- ZACCAGNA D. (1887) - "Sulla geologia delle Alpi Occidentali". Boll. R. Comit. Geol. It., vol. 18, pp. 346-417.
- ZACCAGNA D. (1937) - "I fogli 91 (Boves) e 92 (Albenga) della Carta Geologica d'Italia al 100.000". Mem. Acc. Lun. Sc., a. 18, pp. 25.

o o o o o o o o o

I N D I C E

	Presentazione del Presidente dell'Amministrazione Provinciale	pag. 3
1.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	
	Fig. 1.1 : Inquadramento geografico dell'area studiata	" 6
2.	CONDIZIONI CLIMATICHE	" 7
2.1	Temperature	" 7
	Tab. 2.1.1 : Valori medi mensili delle temperature massime, minime, medie e dell'escursione termica alla stazione di S.Bernolfo per il periodo 1936-55	" 7
	Tab. 2.1.2 : Valori medi mensili delle temperature massime, minime, medie e dell'escursione termica alla stazione di Cuneo per il periodo 1936-55	" 8
	Fig. 2.1 : Temperature medie mensili a S.Bernolfo, Les Mesches e Cuneo nell'anno 1945	" 9
	Tab. 2.1.3 : Valori estremi (massimi e minimi termici mensili) di alcune stazioni situate all'interno o nelle immediate vicinanze dei due bacini	" 9
2.2	Precipitazioni	" 10
	Tab. 2.2.1 : Valori massimi, medi e minimi delle precipitazioni annue	" 11
	Tab. 2.2.2 : Caratteristiche dei topoi dei delle valli Gesso e Vermenagna	" 11
	Fig. 2.2 : Grafico delle precipitazioni in funzione dell'altitudine delle stazioni pluviometriche delle valli Gesso e Vermenagna	" 13
	Fig. 2.3 : Precipitazioni medie mensili a Entraque(1921 - 68), al Colle di Tenda (1924 - 68) e a Terme di Valdieri (1921 - 62)	" 13
3.	REGIME IDROLOGICO	" 14
3.1	Deflussi	" 14
3.1.1	Valle Gesso	" 14
	Tab. 3.1.1.a-Deflussi massimi, medi e minimi del Torrente Gesso di Entraque a Entraque nel periodo 1952-59; 1961-64	" 15
	Tab. 3.1.1.b-Deflussi massimi, medi e minimi del Torrente Gesso della Valletta a S.Lorenzo nel periodo 1952-56; 1958; 1961-64	" 15
	Fig. 3.1 : Deflussi medi mensili dei due rami del Gesso ottenuti sommando i valori misurati agli idrometrografi di Entraque e S.Lorenzo, per il periodo di funzionamento comune (1952-56; 1958; 1961-64)	" 16
3.1.2	Valle Vermenagna	" 17
	Tab. 3.1.2 : Deflussi massimi, medi e minimi del Torrente Vermenagna nel periodo 1941-56 a Limone	" 17
	Fig. 3.2 : Deflussi medi mensili del Torrente Vermenagna all'idrometro di Limone nel periodo 1941-56	" 18
3.2	Bilancio idrologico	" 18
4.	GEOLOGIA	" 20
4.1	Studi geologici precedenti	" 20
4.2	Stratigrafia e Litologia	" 20

	Fig. 4.1 : Schema strutturale	pag.	21
4.2.1	Massiccio Cristallino	"	22
4.2.2	Complesso Sedimentario Autoctono	"	22
4.2.3	Zona Brianzonese	"	23
4.2.4	Zona Piemontese	"	23
4.2.5	Quaternario	"	24
4.3	Tettonica	"	24
5.	IDROGEOLOGIA	"	25
5.1	Permeabilità delle rocce	"	25
5.2	Fenomeni carsici	"	26
5.3	Circolazione idrica sotterranea	"	26
	Fig. 5.1 : Carta idrogeologica	"	27
5.4	Le sorgenti	"	29
5.4.1	Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda	"	30
	Fig. 5.2 : Profilo geologico del Colle di Tenda	"	31
	Tab. 5.1 : Rette di esaurimento e rispettivi volumi d'acqua immagazzinati nel bacino della Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda	"	33
	Fig. 5.3 : Portate della Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda negli anni 1905, 1906, 1907 e 1908	"	34
	Fig. 5.4 : Portate della Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda negli anni 1910, 1911, 1912 e 1913	"	35
	Fig. 5.5 : Portate della Sorgente della Galleria Ferroviaria del Colle di Tenda nel periodo 14 febbraio 1929 - 30 giugno 1931 e nel 1960; precipitazioni mensili alla stazione pluviometrica del Colle di Tenda negli stessi periodi	"	36
5.4.2	Sorgente Balmaccia	"	37
5.4.3	Sorgente Renetta	"	38
5.4.4	Sorgenti San Macario (I ^a e II ^a)	"	38
	Fig. 5.6 : Profilo geologico Costa del Sapè - Monte Bianco di Vernante	"	39
	Tab. 5.2 : Deflussi della Sorgente S. Macario I ^a misurati in l/s dall'Ing. E. PERRONE nel periodo 1912-1915	"	40
	Tab. 5.3 : Deflussi della Sorgente S. Macario II ^a misurati in l/s dall'Ing. E. PERRONE nel periodo 1912-1915	"	40
5.4.5	Sorgenti del Bandito	"	41
	Tab. 5.4 : Deflussi delle sorgenti Balma (esterna e subalvea) e Rubina misurati dall'Ing. E. PERRONE nel periodo 1913-1915	"	42
	Fig. 5.7 : Profilo geologico tra le valli di Entraque e Roaschia	"	43
	Tab. 5.5 : Deflussi medi mensili della Sorgente Rubina nel periodo 1931-1944	"	44
	Fig. 5.8 : Portate medie mensili della Sorgente Rubina e precipitazioni medie mensili a Roaschia nel periodo 1931-1944	"	45
5.4.6	Sorgente Dragonera	"	46
	Tab. 5.6 : Deflussi della Sorgente Dragonera nel periodo 1913-1914	"	46
5.4.7	Sorgenti di Andonno	"	47
5.4.8	Sorgenti di Cialombard	"	48
5.4.9	Sorgenti di Entraque	"	48

	Tab. 5.7 : Deflussi medi mensili della Sorgente Bousset nel periodo 1962-1969	pag. 49
	Fig. 5.9 : Profilo geologico attraverso il basso Vallone del Bousset	" 50
	Fig. 5.10: Portate della Sorgente bousset, precipitazioni mensili a Entraque nel periodo marzo 1962-aprile 1964 e rette di esaurimento s, t, u	" 51
	Fig. 5.11: Portate della Sorgente Bousset, precipitazioni mensili a Entraque nel periodo gennaio 1966-marzo 1968 e rette di esaurimento v, z	" 52
	Tab. 5.8 : Rette di esaurimento e rispettivi volumi d'acqua immagazzinati nel bacino della Sorgente Bousset	" 53
5.4.10	Sorgente Ray-Porcera	" 53
5.4.11	Sorgenti di Tetto Gavot	" 54
5.4.12	Sorgente Fontana del Marmo	" 54
5.5	Le sorgenti termominerali	" 55
	Tab. 5.9 : Analisi chimiche delle acque sorgive delle Terme di Valdieri	" 56
6.	RISORSE IDRICHE	" 56
6.1	Attuali utilizzazioni	" 56
6.2	Possibilità future	" 56
	Fig. 6.1 : Stato di utilizzazione delle principali sorgenti	" 58
7.	CARATTERI CHIMICO-FISICI DELLE ACQUE SORGIVE	" 59
7.1	Rapporti tra composizione chimica e litologia	" 59
	Tab. 7.1 : Analisi chimiche di acque sorgive effettuate dal Laboratorio Chimico Provinciale di Cuneo	" 60
	Tab. 7.2 : Composizione chimica di acque sorgive delle valli Gesso e Vermenagna	" 61
	Tab. 7.3 Rapporti Ca/Mg, Ca/Na e SiO ₂ /RF, ricavati dai dati delle analisi riportate nelle due tabelle precedenti	" 61
7.2	Considerazioni conclusive	" 63
	Fig. 7.1 : Rapporti tra i principali ioni contenuti nelle acque delle sorgenti delle rocce carbonatiche	" 64
	Fig. 7.2 : Rapporti tra i principali ioni contenuti nelle acque delle sorgenti delle rocce carbonatiche e solfatiche	" 64
	Fig. 7.3 : Rapporti tra i principali ioni contenuti nelle acque delle sorgenti che presentano una alimentazione mista	" 64
	Fig. 7.4 : Composizione chimica di acque sorgive delle valli Gesso e Vermenagna	" 65
	BIBLIOGRAFIA	" 66
	INDICE	" 69

^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^

Finito di stampare il 31.7.1979

A cura della
Sezione Studi e Programmazione
dr. Giuseppe FISSORE
con la collaborazione
della sig.na Margherita AUDISIO

Stampato presso il Centro-Stampa della
Amministrazione Provinciale