

MAURO MIGONE, PAOLO NICCHIA

CARATTERISTICHE IDROGEOMORFOLOGICHE E CHIMICHE DELLE SORGENTI SANTA RITA NELL'ALTO BACINO DELLA VAL GRAVEGLIA (LIGURIA ORIENTALE)

Inquadramento geografico, geomorfologico, geologico

La Val Graveglia è situata al centro dell'area appenninica ligure nell'entroterra di Chiavari ed il suo bacino imbrifero ha un'estensione di circa 65 km². Il corso d'acqua che nasce dal versante meridionale del Monte Zatta col nome di torrente Reppia e poi torrente Graveglia, nel tratto medio-basso ha un andamento molto articolato con una direzione nella parte più alta da N a S, nella parte intermedia da NE verso SW e nella parte bassa da SE a NW, parallelamente alla linea di costa; più a valle il torrente si immette nel torrente Entella, che sfocia in mare circa 5 km dopo la confluenza.

Il crinale spartiacque che delimita il bacino è costituito, procedendo da W verso E, dai monti Carnella (714 m), Zatta (1405 m), Chiappozzo (1127 m), Porcile (1249 m), Roccagrande (971 m), Domenico (527 m), Capenardo (693 m) e San Giacomo (547 m); la morfologia del territorio risulta alquanto articolata, essendo caratterizzata da vallecole di breve estensione ma con versanti ad acclività spesso elevata a causa del forte dislivello esistente tra i crinali montuosi (600 m - 1400 m) ed il fondovalle (50 m - 100 m) (fig. 1).

Sulla base dell'ultimo censimento ISTAT (1991), la popolazione residente nel comune di Ne, il cui territorio coincide con l'area del bacino, è di 2446 abitanti, distribuiti in 13 centri (il principale è Conscenti) e 19 nuclei, per una densità di 38 ab/km².

* Specificare i paragrafi degli autori.

Il primo paragrafo e le conclusioni sono stati redatti da M. Migone; i rimanenti paragrafi sono da attribuirsi a P. Nicchia.

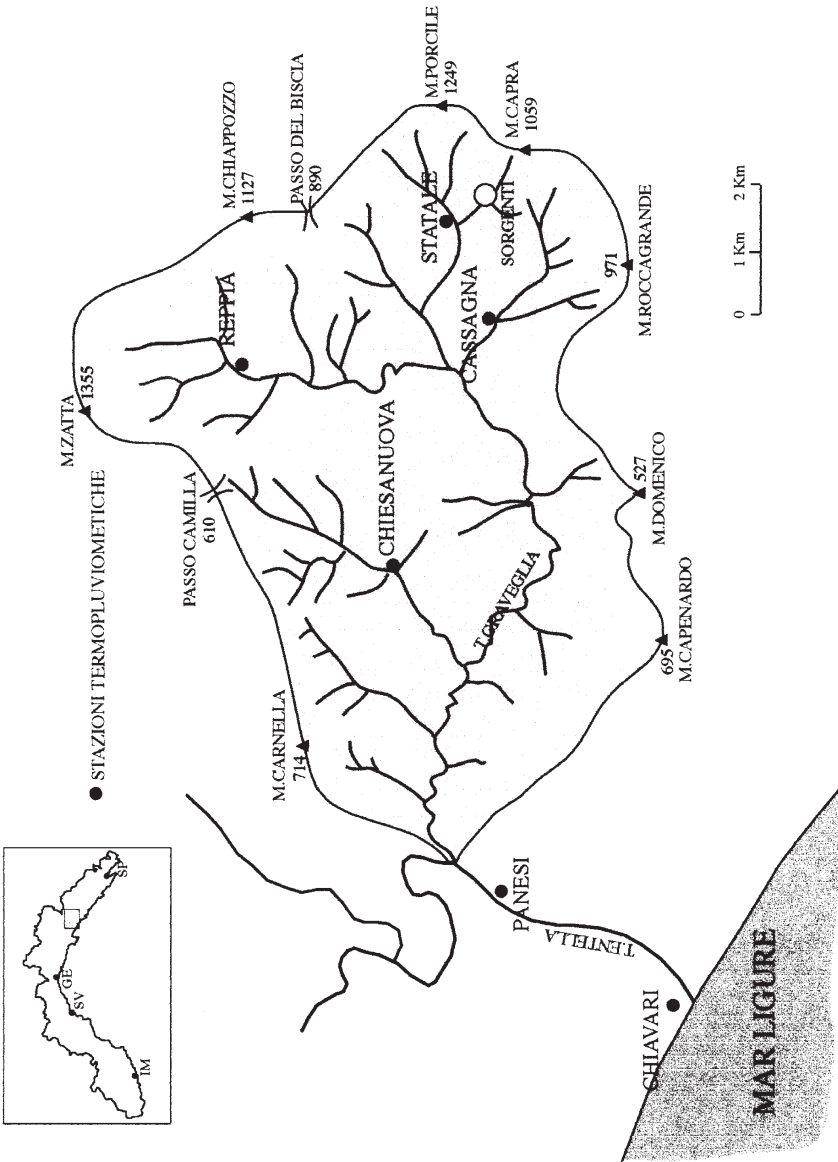


Fig. 1 - Inquadramento della Val Graveglia e ubicazione delle stazioni pluviometriche.

È stata condotta un'indagine sulla geomorfologia e sull'idrogeologia dell'area che circonda le sorgenti dette di Santa Rita in vicinanza del centro abitato di Statale, nell'alto bacino della Valle del Rio Foppo, affluente di sinistra del Rio Statale, a quote comprese tra i 650 e i 1000 m. Nella parte inferiore la Valle del Rio Statale risulta molto incisa, mentre nella parte più a monte si estende notevolmente a ventaglio e riceve una serie di affluenti di primo ordine, tra i quali il Rio Foppo.

Sono state anche esaminate le analisi chimiche delle acque captate dalle sorgenti e destinate ad uso potabile, ed i dati termopluviometrici delle stazioni esistenti sia nella Val Graveglia che nell'area costiera.

L'incrocio della morfologia dei versanti con una struttura geologica alquanto complessa genera un mosaico di affioramenti di litologie diverse a brevissima distanza, senza che siano mantenuti, tranne in rari casi, gli originali rapporti stratigrafici.

Le caratteristiche idrogeomorfologiche della valle sono fortemente influenzate dalla complessità delle strutture a piccola e grande scala, a causa di una tormentata evoluzione geologica e a spinte orogenetiche particolarmente intense.

Il territorio risulta interessato dalle formazioni dell'Unità ofiolitica del Bargonasco-Val Graveglia e da quelle dell'Unità del Gottero; della prima unità fanno parte, seguendo l'ordine cronologico, serpentiniti, oficalciti, gabbri, basalti, breccie poligeniche, diaspri, calcari a calpionelle, argille a calcari palombini; mentre appartengono all'Unità del Gottero le formazioni degli argilloscisti della Val Lavagna, delle ardesie e delle arenarie del Monte Gottero, affioranti nella parte nord occidentale e nel settore meridionale del territorio comunale di Ne (ROVERETO, 1939; TERRANOVA, 1966; DECANDIA, ELTER, 1972; ABBATE *et Al.*, 1980).

In particolare, nell'area delle sorgenti Santa Rita affiorano le seguenti formazioni, le cui caratteristiche litologiche sono molto differenti (fig. 2):

Serpentiniti - Sono le rocce più antiche della sequenza ofiolitica; una caratteristica costante dei lembi serpentinitici affioranti nell'area è quella di essere localizzati in prossimità di faglie o contatti tettonici; questa tettonizzazione si manifesta spesso con un'estrema scagliatura della roccia, con conseguente friabilità.

Il tipico aspetto degli affioramenti di rocce serpentinitiche è brullo e privo di vegetazione ad eccezione dell'erica arborea, del brugo e del lentisco, arbusti xerofili che crescono stentatamente su un substrato così povero.

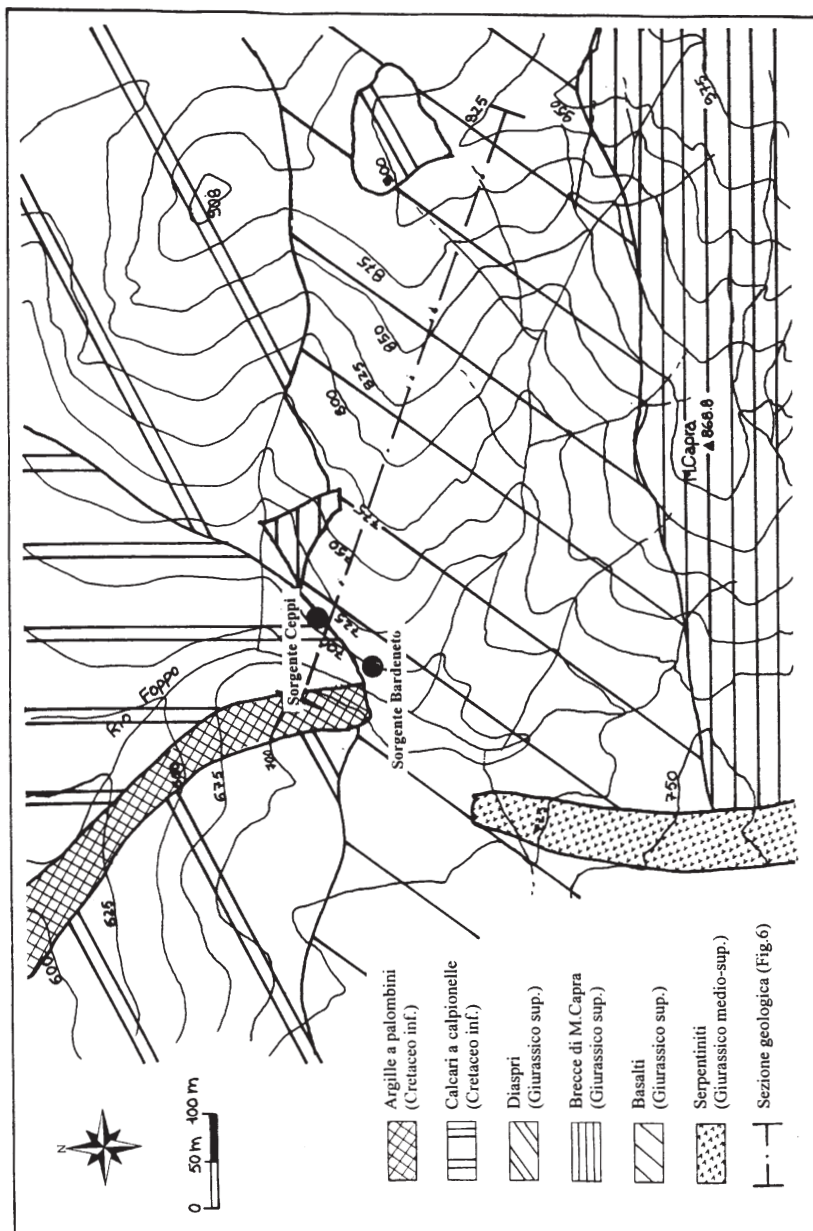


Fig. 2 - Carta geologica dell'area limitrofa alle sorgenti dette di S. Rita nel bacino del Rio Foppo in alta Val Graveglia. Le sorgenti, indicate in planimetria con piccoli cerchi neri, sorgono in corrispondenza del contatto tra i basalti ed i calcari a calpionelle.

Basalti - Sono rocce ignee effusive che affiorano principalmente in due litofacies differenti: basalti massicci e basalti a *pillows*, mineralogicamente equivalenti, ma di origine ed aspetto diversi. I basalti massicci giacciono, qualora sia presente la facies a *pillows*, in posizione geometricamente sottostante a questi ultimi.

I *pillows* sono basalti particolari, la cui origine è dovuta all'estrusione della lava a diretto contatto con l'acqua di mare, a profondità di 1.000-2.000 metri. Essi consistono in un ammasso di corpi allungati aventi forma circa ellissoidale, la cui lunghezza può superare i due metri, mentre il diametro è in genere inferiore al metro.

Brecce di M. Capra - Le brecce di Monte Capra, nella parte alta del versante del Rio Foppo, sono caratterizzate dall'assenza o quasi di copertura vegetale e di coltre detritica e sono costituite da blocchi per lo più arrotondati di natura poligenica (prevalentemente basalti, serpentiniti, gabbri). L. Cortesogno *et Al.* (1978) propongono di distinguere le brecce ofiolitiche della Liguria orientale in due formazioni: *Breccia di Levante*, comprendente le oficalciti, e *Breccia di Bonassola*, comprendente tutte le brecce sedimentarie (Brecce di M. Capra, Brecce di M. Zenone, Brecce di M. Rossola e Brecce di Case Boeno). Tali brecce sono quasi sempre associate al basalto, a cui possono essere sovrapposte o variamente interdigitate.

Tra le varie ipotesi sull'origine delle brecce affioranti nel settore indagato, gli scriventi ritengono più probabile quella sedimentaria, attraverso la seguente successione di eventi:

- deformazione e metamorfismo di alcune rocce dello strato della crosta oceanica;
- messa a giorno di tale materiale attraverso specchi di faglia (normali o trasformati);
- rimaneggiamento ed accumulo di tale materiale nelle depressioni morfologiche attigue, dove già si sono depositate le colate basaltiche.

Diaspri - Dal Calloviano medio-superiore (Giurassico superiore) inizia la sedimentazione di questa roccia direttamente sopra il pavimento basaltico del Paleoceano ligure, con il quale talvolta mantiene i rapporti originari.

Il diaspro, generalmente di color rosso, presenta grana molto fine, grande compattezza, durezza e tenacità notevoli. La composizione è data da quarzo microcristallino e da ematite finemente dispersa, che conferisce il caratteristico colore rossastro o verde. Tale formazione è costituita da una successione di straterelli di spessore medio intorno ai 5-7 centimetri.

Molto spesso, inoltre, i sottili strati diasprigni appaiono fittamente pieghettati e contorti, con pieghe estremamente piccole e con andamento variabile.

Calcari a calpionelle - Sedimentatisi durante il Berriasiano (Cretaceo inferiore) sopra ai diaspri, si presentano in strati che, nella zona in esame, variano da 15 a 120 centimetri, con intercalazioni frequenti ma non costanti di livelli argillitici da centimetrici a decimetrici, di color tabacco o nerastri.

Gli strati calcarei hanno color bianco-grigiastro o bianco-verdastro cerroide e presentano nell'area in esame strutture diagenetiche di tipo stilolitico e un'alta percentuale di ossidi di manganese in strutture dendritiche.

La notevole percentuale silicea è una costante dei calcari a calpionelle. La silice è presente in proporzioni variabili da poche unità per cento a oltre il 20%, e costituisce una frazione quarzosa criptocristallina, omogeneamente diffusa, con elementi di dimensioni simili a quelle dei granuli micritici calcarei.

L'alta percentuale silicea è responsabile di alcune importanti caratteristiche macroscopiche dei calcari a calpionelle, quali l'elevata durezza, la sonorità alla percussione, la tipica frattura concoide e l'alta scheggiabilità.

Argille a palombini - Questa formazione rappresenta la continuazione litostratigrafica di quella dei calcari a calpionelle: il graduale aumento di spessore e frequenza dei livelli argillosi, che li porta a diventare predominanti su quelli calcarei, è la caratteristica più evidente.

La formazione è costituita litologicamente da un'alternanza di strati calcarei grigio-scuri, con colore di alterazione biancastro, e di strati argillo-scistosi prevalenti, anch'essi grigio-scuri. Lo spessore degli strati calcarei varia in genere fra i 15 ed i 50 centimetri, mentre quelli argillo-scistosi hanno potenza media intorno ai 50-60 centimetri, con punte massime di alcuni metri.

Caratteristiche idrogeologiche del settore

Le sorgenti di Santa Rita si trovano alla quota di 700 m nella Valle del Rio Foppo; il loro bacino di alimentazione è di soli 0,188 km² ed è costituito quasi interamente dalla formazione dei basalti, ad esclusione della parte alta, dove affiorano le brecce di Monte Capra, e della parte inferiore, dove si trovano i calcari a calpionelle.

La quantità di acqua di precipitazione che si infila nel suolo e nel sottosuolo per alimentare le falde sotterranee è funzione di vari fattori di natura meteorologica, biologica, morfologica e geologica.

I fattori meteorologici sono stati analizzati eseguendo uno studio statistico delle quantità di precipitazioni negli anni dal 1971 al 1980 (decennio in cui si possiedono dati più completi) nella stazione pluviometrica di Statale, frazione del comune di Ne assai prossima all'area di studio. Nella [fig. 3](#) si possono confrontare i valori medi dei totali annui di pioggia nel periodo 1971-1980 per le stazioni di Chiavari, Panesi, Chiesanuova, Cassagna, Reppia, Statale (l'ubicazione delle stazioni è nella [fig. 1](#)). Si può notare come i valori aumentino in maniera piuttosto regolare con la quota; a Chiavari, sulla fascia costiera, si registrano 1.212,3 mm di pioggia annui e a Panesi, sulla piana alluvionale del torrente Entella, 1.167,4 mm, mentre, risalendo nella Val Graveglia, si arriva ai 2.168,6 mm annui a Statale (570 m s.l.m.), quantità notevole, che presumibilmente aumenta ulteriormente nel bacino del Rio Foppo, compreso, come si è detto, fra 650 e 1000 m.

Oltre ad un naturale gradiente pluviometrico, l'aumento delle precipitazioni è legato anche alla disposizione della valle, che con un ampio anfi-

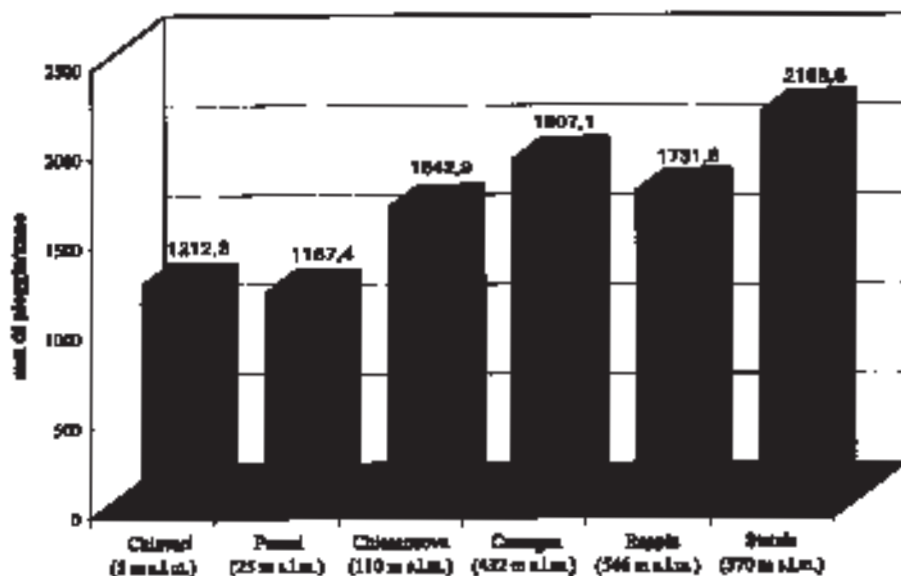


Fig. 3 - Valori medi annui delle precipitazioni nelle stazioni della Val Graveglia ed in aree limitrofe nel decennio 1971-1980.

teatro montuoso, facendo capo al Monte Zatta, ostacola il passaggio delle frequenti perturbazioni provenienti da W.

Nella **fig. 4A** sono riportati in dettaglio, sempre per il decennio 1971-1980, i valori pluviometrici medi mensili della stazione di Statale; nella **fig. 4B** le medie annuali del decennio 1971-1980, variabili fra i 1.140,8 mm del 1980 ed i 3.139,2 mm del 1977, per una media di 2.168,6 mm/anno.

I fattori biologici corrispondono sostanzialmente all'influenza della vegetazione. Essi svolgono un ruolo piuttosto complesso e difficilmente interpretabile: se infatti da un lato la presenza di una copertura vegetale tende a favorire l'infiltrazione dell'acqua nel suolo, rallentando la velocità di ruscellamento, dall'altro ne determina una diminuzione a causa del consumo fisiologico. Nel caso in esame, il settore medio-alto del bacino del Rio Foppo è caratterizzato dall'assenza di copertura vegetale o dalla presenza di una copertura solo erbacea o arbustiva, che, svolgendo il ruolo di rallentamento, sottrae però per le proprie esigenze una quantità di acqua assai limitata.

I fattori morfologici (soprattutto l'acclività del pendio) non sono tali da influenzare in maniera sensibile il comportamento delle acque, essendo la pendenza del versante media e non soggetta a variazioni particolari. Un ruolo fondamentale è svolto dai fattori geologici, in quanto una notevole differenziazione geolitologica dell'area in esame condiziona, come è ovvio, il comportamento delle acque meteoriche.

Infatti i basalti e le brecce di Monte Capra, che costituiscono quasi completamente il substrato roccioso su cui è impostato il bacino del Rio Foppo, sono di per sé poco o nulla permeabili, ma nel settore in esame risultano permeabili per il loro alto grado di **fratturazione**¹. Nella parte alta del bacino la roccia affiora denudata o con una scarsa copertura detritica, favorendo l'infiltrazione dell'acqua.

Sono quindi presenti le condizioni ideali per avere un notevole immagazzinamento di acqua e di diffuse restituzioni sotto forma di sorgenti.

Un altro fattore geologico che influenza notevolmente il comportamento delle acque, ma che spesso risulta di difficile interpretazione, è quello strutturale, che può convogliare in un settore grandi quantità di acque infiltratesi anche a grandi distanze per la presenza di pieghe o faglie;

¹ La permeabilità per fratturazione, detta anche «permeabilità in grande», è dovuta alla presenza di fessure e/o fratture che formano un sistema continuo in cui l'acqua può circolare più o meno velocemente a seconda dell'apertura, della giacitura e dell'intensità della fratturazione stessa.

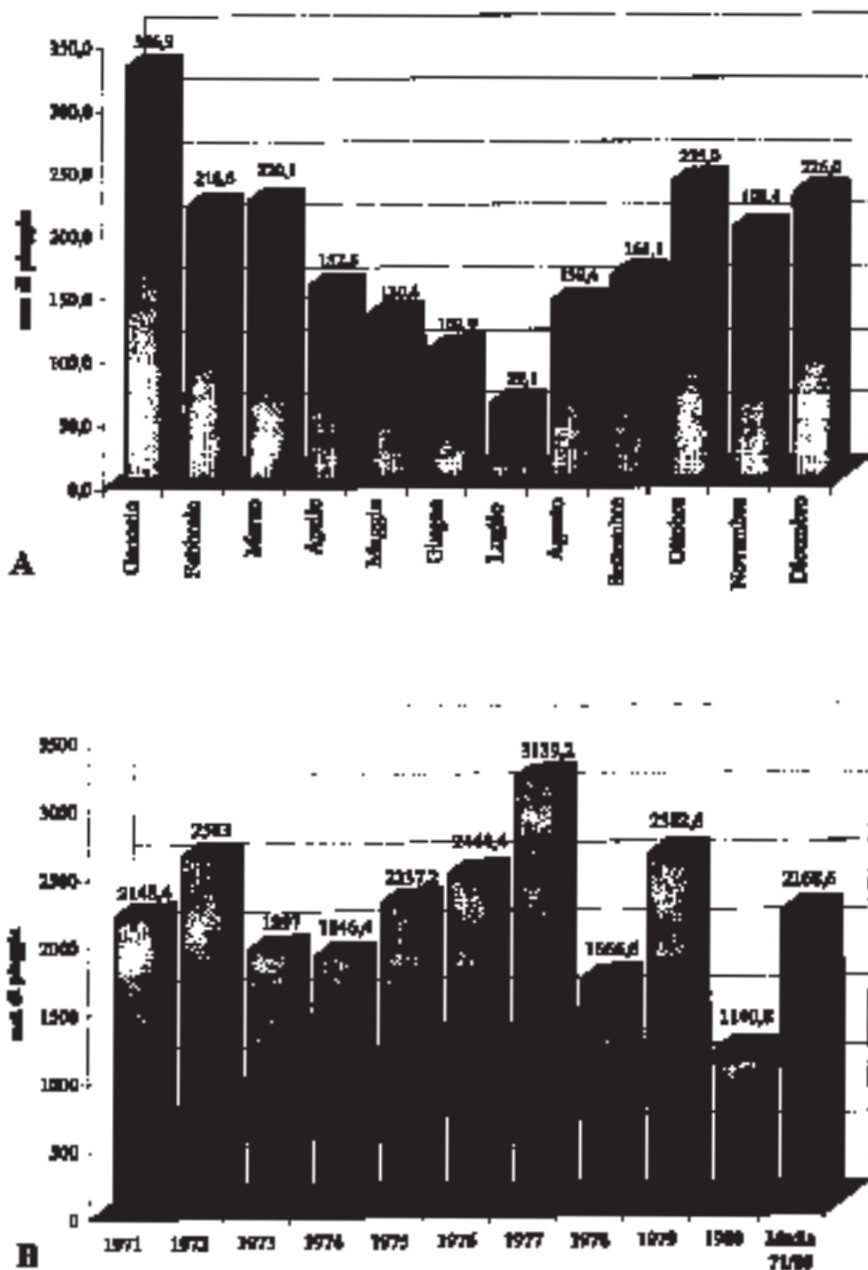


Fig. 4 - Valori medi mensili (A) ed annuali (B) di precipitazioni registrati nel periodo 1971-1980 nella stazione di Statale, situata in prossimità delle sorgenti di Santa Rita.

nell'area in esame non si hanno dati che permettano di ricostruire l'andamento sotterraneo delle formazioni rilevate in superficie anche se, trattandosi a monte di formazioni non sedimentarie, si può escludere la presenza nel loro ambito di strutture a piega.

Le sorgenti di Santa Rita

In questo contesto, nella parte bassa del versante che degrada dal Monte Capra (868 m), sono effettivamente presenti varie sorgenti, note e sfruttate da tempo, due delle quali (sorgente Ceppi e Bardeneto) sono oggi soggette ad imbottigliamento per uso potabile, con una produzione che negli ultimi anni è variabile tra i 20 ed i 30 milioni di litri l'anno.

La sorgente più antica è quella inferiore detta *Ceppi*, mentre quella più a monte, detta *Bardeneto*, raccoglie anche le acque più profonde, grazie a quattro drenaggi che si spingono nella roccia 10 m ciascuno (fig. 2).

Le emergenze idriche presenti in questo settore si trovano in corrispondenza della fascia di contatto fra la formazione dei basalti e quella sottostante dei calcari a calpionelle. In base alla classificazione di Civita (1972), la tipologia delle sorgenti in analisi può essere definita «per soglia di permeabilità sovrainposta»; ci troviamo infatti in presenza di una formazione maggiormente permeabile per fratturazione (basalti), che costituisce l'acquifero, ed una roccia molto meno permeabile sottostante (calcari), con una soglia di permeabilità tra le due litologie che coincide con il loro contatto tettonico (fig. 5).

La temperatura alla sorgente è di 10,5° C e si mantiene quasi costante durante tutto l'anno, con valori prossimi alla media annuale di 12,3° C delle temperature esterne registrate nella stazione di Statale (decennio 1971-1980).

I dati delle analisi chimiche del 18 ottobre 1999, condotte dal Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Genova, indicano che l'acqua delle sorgenti Santa Rita è da classificarsi come oligominerale², in quanto il residuo fisso a 180° C è di 61 mg/l.

² La classificazione delle acque segue infatti la direttiva CEE 80-777 del 15/07/80 e il D.L. 25/01/92 n. 10, secondo cui le acque oligominerali devono avere un residuo fisso di sali a 180° C compreso fra 50 e 500 mg/l. Tali acque sono caratterizzate da una scarsa presenza di metalli pesanti, di oligoelementi e da una quantità più o meno grande di gas disciolti. Le oligominerali rappresentano il 56% delle acque minerali italiane in bottiglia.

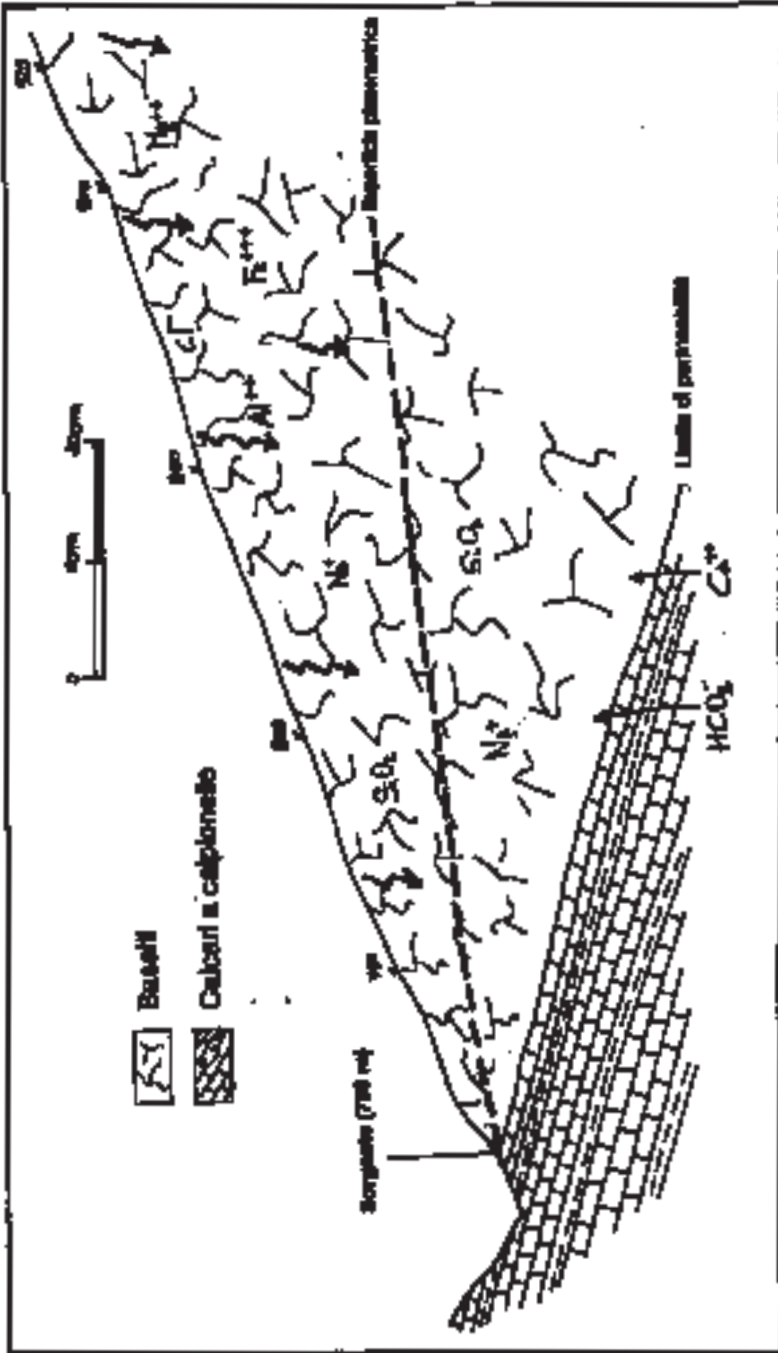


Fig. 5 - Sezione geologica in corrispondenza della sorgente Ceppi, la più antica di quelle di S. Rita. L'emergenza idrica si trova sulla soglia di permeabilità dovuta al contatto tra i basalti, soprastanti e più permeabili, e i calcari a calpionello. Oltre alla superficie piezometrica sono evidenziati i sali contenuti nelle acque della sorgente, indicati nella roccia dove sono stati disciolti.

La durezza totale in gradi francesi, pari a 4,6, indica un valore medio-basso di sali di Ca e di Mg, mentre il pH a 18° C è 8,19, caratteristico di un'acqua leggermente basica.

Il quadro completo delle analisi chimiche è riassunto nella [tabella 1](#), compresi i valori delle sostanze chimiche disciolte in 1 litro di acqua; di

TABELLA 1

**Principali caratteristiche chimico-fisiche delle acque delle sorgenti S. Rita
sulla base delle analisi del Laboratorio del Dipartimento di Chimica e
Chimica industriale dell'Università di Genova**

Valutazioni chimiche	
Residuo fisso a 180° C (gr/l)	0,06
Azoto ammoniacale	Assente
Azoto nitroso	Assente
Idrogeno solforato	Assente
Ossidabilità (gr/l)	0,0002
Durezza totale °F	4,63
Determinazioni Chimico-fisiche	
Cond. Elettr. a 18° C (mhos/cm)	$9,43 \cdot 10^{-5}$
Ioni idrogeno a 18° C (m/l)	$6,47 \cdot 10^{-9}$
Ph a 18° C	8,19
Sostanze disciolte in 1 litro d'acqua	
Ione sodio (Na^+) (gr/l)	0,0034
Ione potassio (K^+) (gr/l)	0,0004
Ione magnesio (Mg^{++}) (gr/l)	0,0025
Ione calcio (Ca^{++}) (gr/l)	0,0128
Ione alluminio (Al^{+++}) (gr/l)	0,00001
Ione ferro (Fe^{+++}) (gr/l)	0,00001
Ione cloro (Cl^-) (gr/l)	0,00497
Ione nitrato (NO_3^-) (gr/l)	0,0003
Ione idrocarbonico (HCO_3^-) (gr/l)	0,0467
Ione solfato (SO_4^{--}) (gr/l)	0,0045
Silice (SiO_2) (gr/l)	0,0075

queste ben 46,7 mg sono di ione idrocarbonico (HCO_3^-) e 12,8 di ione calcio (Ca^{++}), entrambi provenienti dalla dissoluzione del carbonato di calcio presente nei calcari a calpionelle situati al di sotto della soglia di permeabilità dell'acquifero.

Seguono con valori inferiori ai 10 mg/l la silice (SiO_2) e gli ioni cloro (Cl^-), solfato (SO_4^{--}), sodio (Na^+), magnesio (Mg^{++}), ferro (Fe^{+++}) e alluminio (Al^{+++}), tutti derivanti dalla dissoluzione dei minerali presenti nella formazione dei basalti e delle breccie di Monte Capra (fig. 5). La roccia basaltica, pur costituendo gran parte dell'acquifero, porta in soluzione una minima quantità di sali, essendo i suoi minerali costituenti (plagioclasti, augiti, orneblende) poco solubili; va inoltre considerato che il percorso delle acque di percolazione nel sottosuolo è breve e pertanto l'acquisizione di sali dalla roccia risulta ridotta anche a causa della bassa temperatura dell'acqua.

Considerazioni conclusive

L'analisi eseguita ha permesso di osservare, tra le altre cose, che un microclima piuttosto piovoso e la contemporanea presenza di rocce permeabili affioranti sono sufficienti ad originare varie sorgenti di portata notevole anche in presenza di un bacino assai ridotto, come nel caso delle sorgenti di Santa Rita.

D'altra parte un rilevamento di campagna mirante ad accertare soprattutto le condizioni di permeabilità del substrato roccioso e la conoscenza dei valori medi di precipitazione di un determinato settore può essere sufficiente a individuare le aree in cui ricercare sorgenti o eseguire opere di captazione profonde. Le litologie affioranti possono inoltre dare buone indicazioni sulla qualità delle acque d'infiltrazione e sui principali tipi di sali in esse disciolti.

Considerando che le sorgenti sono di tipo perenne, appare insufficiente l'ipotesi che si tratti di acque infiltratesi nella parte alta del modesto bacino del Rio Foppo, che fuoriescono dopo un breve tragitto negli ammassi rocciosi; in questo caso, nonostante le elevate precipitazioni annuali dell'area nei mesi estivi, si avrebbe infatti un periodo in cui le sorgenti risulterebbero asciutte. Vista la complessità geologica della zona, è invece da supporre una provenienza più profonda delle acque, che probabilmente convergono verso le sorgenti a seguito di risalite lungo faglie o strutture tettoniche che separano rocce a differente grado di permeabilità.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., *Le brecce ofiolitiche della Liguria orientale. Nuovi dati e discussione sui modelli paleogeografici*, in «Ofioliti», 1978, 2, pp. 99-160.
- E. ABBATE, V. BORTOLOTTI, B. GALBIATI, G. PRINCIPI, *Carta geologica delle ofioliti del Bargonasco e dell'alta Val Graveglia*, Firenze, L.A.C., 1980.
- E. ANDRI, F. FANUCCI, *Osservazioni sulla litologia e stratigrafia dei calcari a calpionelle liguri (Val Graveglia, Val di Vara)*, 1973, pp. 161-192.
- E. ANDRI, F. FANUCCI, *La risedimentazione dei calcari a calpionelle liguri*, Ibid., 1975, pp. 915-925.
- M. CIVITA, *Schematizzazione idrogeologica delle sorgenti normali e delle relative opere di presa*, in «Memorie e Note dell'Istituto di Geologia Applicata», XII (1972-73), Napoli.
- G.C. CORTEMIGLIA, A. DE STEFANIS, M. MARINI, R. TERRANOVA, *L'idrogeologia del bacino del torrente Entella nel quadro di un programma di gestione delle falde acquifere nella provincia di Genova*, in «Atti 3° Convegno Internazionale Le acque sotterranee», Genova, s.e. 1980, pp. 537-557.
- L. CORTESOGNO, A. PALENZONA, *Le nostre rocce*, Genova, Sagep, 1986.
- F.A. DECANDIA, P. ELTER, *Carta geologica della zona del Bracco tra Levante e M. Zatta*, Firenze, L.A.C., 1972.
- S. GIAMMARINO, P. MAIFREDI, *Osservazioni idrogeologiche sulle risorgenti del Rivo Orti nell'alta Val Graveglia (Provincia di Genova)*, in «Atti dell'Istituto di Geologia dell'Univ. di Genova», 1968, n. 6.
- ISTAT, *XIII Censimento generale della Popolazione*, Roma, 1991.
- G. ROVERETO, *Liguria geologica*, in «Memorie della Soc. Geol. It.», 1939, vol. II.
- D. RUOCCO, *La popolazione della Liguria dal 1971 al 1991*, Genova, Istituto di Geografia dell'Università di Genova, 1997.
- SERVIZIO IDROGRAFICO DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, *Annali idrologici degli anni dal 1971 al 1980*, Roma.
- R. TERRANOVA, *La serie cretacea degli argilloscisti fra le valli dei torrenti Entella e Petronio (Appennino ligure)*, in «Atti dell'Istituto di Geologia dell'Univ. di Genova», Genova, 1966, n. 4, pp. 109-174.