

BOSSEA MMXIII

CONGRESSO NAZIONALE

LA RICERCA CARSOLOGICA IN ITALIA

Frabosa Soprana (Cn) – Grotte di Bossea
22-23 giugno 2013

ATTI

LABORATORIO CARSOLOGICO SOTTERRANEO DI BOSSEA
STAZIONE SCIENTIFICA DI BOSSEA CAI CUNEO – COMITATO SCIENTIFICO CENTRALE DEL CAI

I sistemi idrocarsici del Finalese (prov. Savona) Aspetti chimico-fisici

GILBERTO CALANDRI(*)

ABSTRACT

The Pietra di Finale (Bioclastic limestones: Lower-Middle Miocene) is transgressive on a Mesozoic Briançonnais folded basement. The Finalese is divided in three sectors: Capo Noli-Manie-Val Ponci; S. Bernardino-Orco; Rocca di Perti-R. Carpanea. After the hydrogeological characteristic, the hydrogeochemical characteristic, the idrogeochemical investigation show a typical calcium-bicarbonatival waters, with different concentration of Magnesium.

KEY WORDS: *Western Liguria, Pietra di Finale Limestone, Hydrogeology, Hydrochemistry.*

INTRODUZIONE

Il Finalese è uno dei principali settori carsici della Liguria per numero ed estensione dei fenomeni carsici ipogei e dei relativi sistemi idrogeologici (oltre che per eccezionali peculiarità preistoriche, paesaggistiche, botaniche, ecc.). L'esame dei sistemi idrocarsici è diviso attraverso le principali aree carsiche (di primario interesse regionale: perimetrare e protette dalla L. R. 14/90), descrivendo gli scorrimenti idrici nei maggiori complessi sotterranei ed i loro caratteri chimico-fisici.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO

Il paesaggio finalese è caratterizzato da alcuni altopiani (in prossimità del Mar Ligure), a quote inferiori ai 400 m, costituiti da superfici tabulari (in gran parte ereditate), separate, con alte falesie, dai fondovalli, che compartimentano le zolle carbonatiche.

Il disegno degli altopiani è legato principalmente ai calcari bioclastici vacuolari del Miocene inf.-medio, denominati "Pietra di Finale" (Calcere di Finale), depositati in un golfo con acque calde ricchissime di vita. La formazione, a giacitura suborizzontale, durante il sollevamento plio-pleistocenico è stata divisa per fratture e successivi insolcamenti vallivi nei diversi altopiani.

La Pietra di Finale riposa in discordanza sui depositi mesozoici deformati dall'orogenesi alpina. Questi sono principalmente rappresentati dalla Formazione delle Dolomie di S. Pietro dei Monti (Dominio paleogeografico Brianzonese Ligure) dell'Anisico-Ladinico, potente alcune centinaia di metri, costituita da calcari dolomitici e dolomie (a zone fortemente fratturate).

La geometria dei rapporti e degli affioramenti tra Pietra di Finale (a forte porosità primaria) depositi calcareo-dolomitici (permeabili per fratturazione e carsismo) ha determinato lo sviluppo dei grandi complessi idrocarsici ipogei e le caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

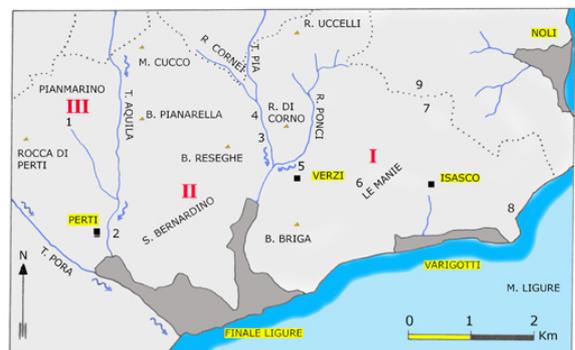


Fig. 1 – Carta di posizionamento delle aree carsiche e delle sorgenti esaminate. I: Capo Noli-Manie-Val Ponci. II: S. Bernardino-Orco. III: Rocca di Perti-Rocca Carpanea. 1: Risorgenza Buio. 2: Scogli Rotti. 3: Martinetto. 4: Acquaviva. 5: Verzi. 6: Gall. S. Giacomo Ovest. 7: Gall. S. Giacomo Est (Fortunella). 8: Cremasca. 9: Luminella. (dis. Calandri, Grippa, Pastor).

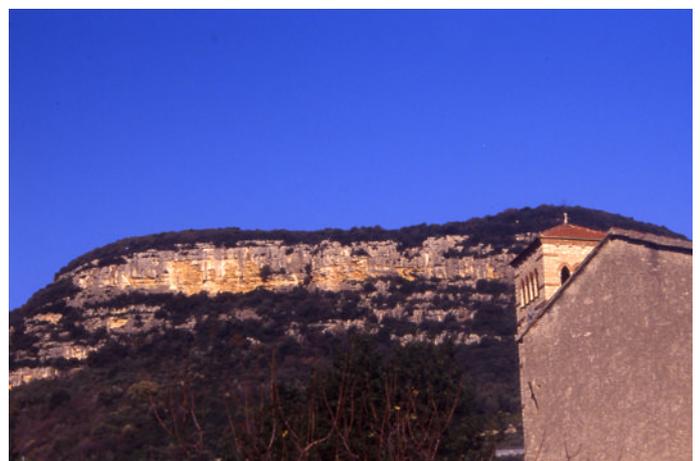


Fig. 2 – Altopiani finalese: falesie di calcari bioclastici (foto G. Calandri).

(*) Gruppo Speleologico Imperiese C.A.I.



Fig. 3 - L'Arma delle Manie, presso la verticale della galleria (foto D. Gobis).

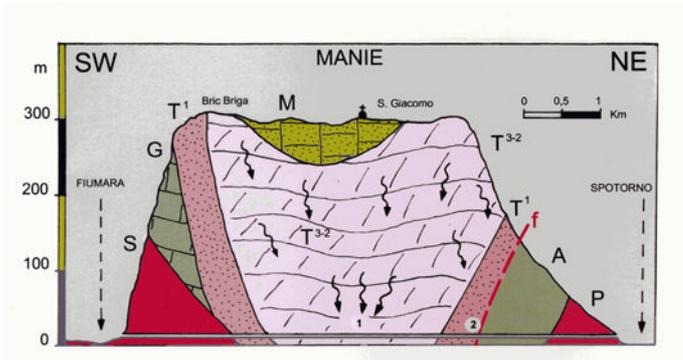


Fig. 4 - Sezione geologica schematica lungo il tracciato della Galleria S. Giacomo. 1) venute d'acqua lato Finale. 2) venute d'acqua (Fortunella) lato Spotorno. S: Scisti di Gorra (Carbonifero-Permico). P: Porfiroidi del Melogno (Carbonifero sup.-Permico?). A: Formazione di Eze (Carbonifero-Permico?). T1: Quarziti di Ponte di Nava (Scitico). T3.2: Dolomie di S. Pietro dei Monti (Anisico-Ladinico). G: Calcari di Val Tanarello (Malm). M: Pietra di Finale (Miocene). (dis. Calandri, Grippa, Pastor).

Le ricerche idrogeologiche e carsiche sono state portate avanti tra la fine degli anni '60 ed i primi anni '70 del secolo scorso dal G. S. Ligure "A. Issel" (Maifredi e coll.); dagli anni '80 il G. S. Imperiese CAI iniziò (accanto ad importanti esplorazioni speleologiche) uno studio sistematico delle acque carsiche

AREA CAPO NOLI-MANIE-VAL PONCI (SV-31)

Con 1361 ha di superficie (L. R. 14/90) è la più vasta ed articolata (oltre che la più orientale) area carsica del Finalese: vengono esaminati tre principali sistemi idrocarsici.

Le Manie ed il traforo ferroviario. L'altopiano delle Manie s.s., paleo superficie plio-pleistocenica (morfologie chiuse, uvale e doline, depositi di terra rossa), si estende per ca. 5-6 kmq, (quote 250-300 m), nei calcari vacuolari

estremamente permeabili (la copertura vegetale, fortemente antropizzata, è in buona parte arborea). La struttura dei substrati, in particolare la disposizione sinclinale del basamento impermeabile aveva permesso la formazione di una potente (oltre 200 m) falda freatica: una serie di pozzi e sorgentelle sulle Manie erano completamente legate a questa falda. Dalla fine degli anni '60 fu scavata una galleria ferroviaria (lung. 6500 m, a quote di 20-26 m) esattamente sotto l'altopiano delle Manie: dal lato Ovest dopo ca. 3200 m si intercettarono forti venute di acqua; da Est dopo 1900 m sgorgò un importante apporto idrico (Sorg. Fortunella). Nel giro di pochissimi anni le sorgenti (es. Luminella) ed i pozzi delle Manie si esaurirono: in pratica fu completamente svuotata la grande falda freatica nei litotipi dolomitico-calcarei estremamente fratturati.

Il chimismo delle acque S, Giacomo Ovest indica (conducibilità specifica tra 500 e 700 microSiemens/cm a 20 °C) facies bicarbonato alcalino-terrosa, acque dure (media 34,2 °francesi): il catione calcio oscilla tra 65 e 100 parti per milione, il magnesio tra 34,1 e 45,6 ppm (rapporto Mg/Ca 0,8, il maggiore delle sorgenti carsiche del Ponente Ligure). Tra gli anioni i solfati risultano mediamente 18 ppm, i cloruri tra 14,7 e 21 ppm (i più alti delle acque carsiche finali). La sorgente est (Fortunella) presenta facies del tutto simile: conducibilità sp. 600 microS/cm, rapporto Mg/Ca 0,75 (anche un confronto con la sorg. M. Mao, galleria ferroviaria nel Trias tra Spotorno e Bergeggi, evidenzia valori simili). Il chimismo di queste acque è strettamente condizionato dal Trias medio, dolomitico, a zone con piccole mineralizzazioni solfatiche, soprattutto estremamente fratturato, brecciato, con marcata interfaccia acqua-roccia.

Il sistema Piano della Noce-Priamara. Il Piano della Noce è la maggiore depressione carsica dell'altopiano delle Manie (asse maggiore 1100 m) con bacino di alimentazione nei calcari dolomitici, un tempo caratterizzato da periodici allagamenti. Una colorazione (G.S.L.) dimostrò il collegamento con la sorgente Priamara (quasi 800 m ad Ovest, Val Ponci): con la scomparsa (v. traforo ferroviario) della sorgente fu possibile iniziare lo svuotamento del troppo pieno (Grotta Priamara) percorso (G.S. L.) per ca. 700 m. Le esplorazioni furono proseguite (dal G.S.I. 1989-90-91) portando lo sviluppo (ormai in prossimità del Piano della Noce) a 1500 m, disl. + 80 m. La grotta è un complesso sistema freatico-vadoso nei calcari dolomitici dell'Anisico, percorso di norma da un ridottissimo ruscello, ma con grandi, improvvise piene legate, con estrema rapidità, ad eccezionali precipitazioni esterne. Il chimismo indica acque bicarbonato-calciche (calcio 60 mg/l), modesto il tasso di magnesio (2,5 ppm): evidenza di rapidi deflussi nei condotti carsici.

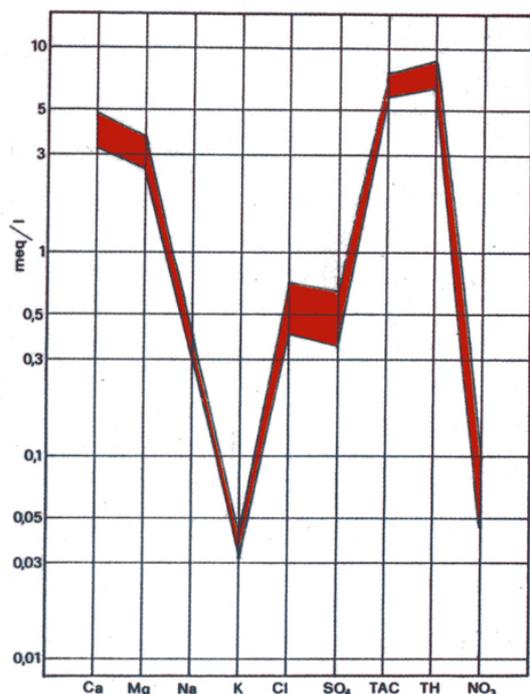


Fig. 5 - Diagramma di Schoeller delle acque gall. S. Giacomo Ovest: campo di variazione dei caratteri ionici dal 1993 al 2010 (dis. Calandri, Pastor).

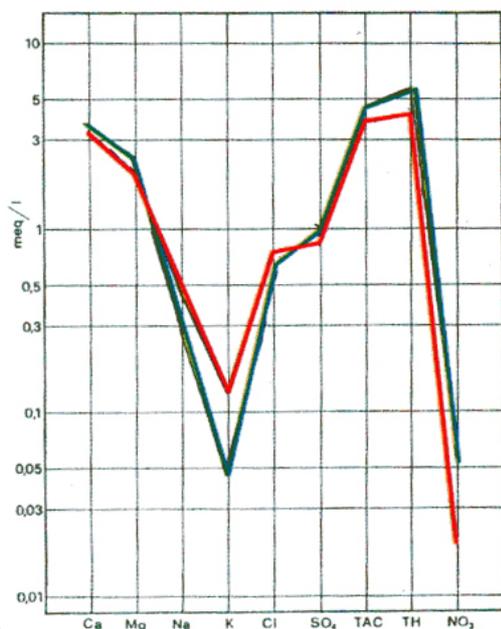


Fig. 6 - Diagramma di Schoeller delle sorgenti: galleria Est (Fortunella) (verde) e galleria M, Mao (rosso) (dis. G. Calandri).

Il settore Andrassa-Ponci-Acquaviva. La parte NW dell'area ha come risorgenza la Sorgente Acquaviva (quota 70 m), in riva sinistra (idr.) del Torrente Sciusa, al contatto tra i calcari bioclastici miocenici ed i calcari dolomitici triassici. La sorgente drena, con un traforo idrogeologico, gran parte delle acque assorbite nel bacino imbrifero del Rio dei Ponci e quelle del bacino Piano della Landrassa (nei calcari dolomitici) inghiottite (q. 220 m, contatto con calcari bioclastici) dalla Grotta Andrassa, collegata, con traccianti (G.S.L.) alla risorgenza dell'Acquaviva. L'area di assorbimento dovrebbe estendersi per ca. 8 kmq (in buona parte nei calcari miocenici fortemente carsificati: Grotta Mala, svil. 1200 m, Gr. Andrassa, svil. 250 m, Gr. Ingrid, ecc.).

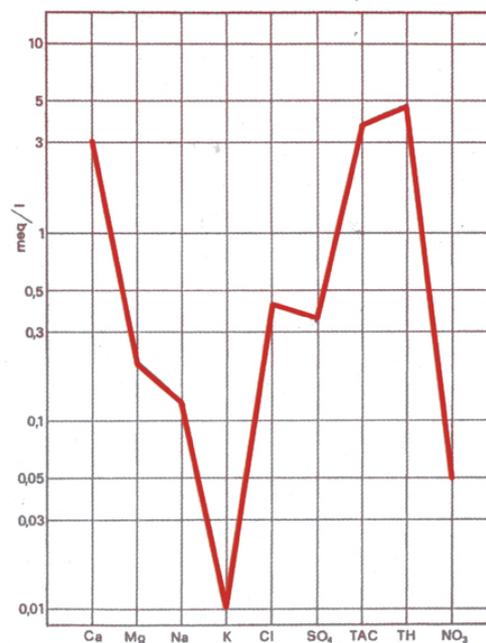


Fig. 7 - Diagramma di Schoeller della Sorgente Priamara (dis. G. Calandri).

Le acque (portate da pochi l/s a diverse centinaia in massima) sono bicarbonato-calciche (conducibilità sp. media 280 mS/cm), semidure (TH tra 24 e 26 °francesi). I tassi di magnesio variano tra 11,6 e 18,4 ppm, i solfati da 10,8 a 18,2 ppm, valori simili ad altre sorgenti del Finalese (ma divergenti dalla vicina, importante, sorgente del Martinetto), che indicano una netta impronta calcareo-dolomitica (dipendente dal settore dei Piani di Landrassa nelle dolomie fortemente fratturate e, forse, dal substrato dolomitico-calcareo mesotriassico).

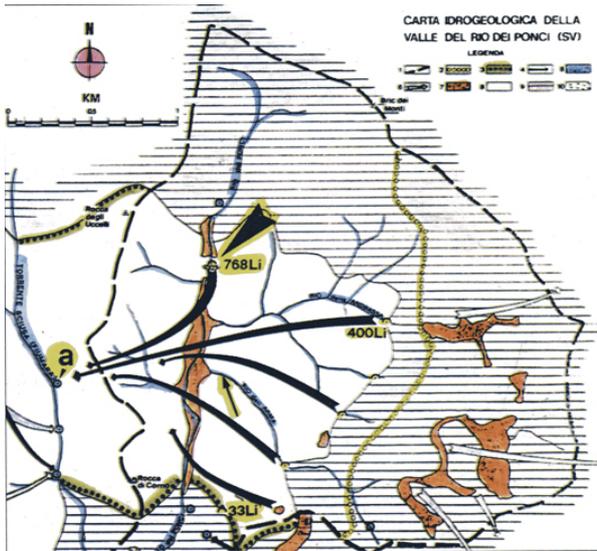


Fig. 8 – Pianta idrogeologica schematica del bacino della Sorgente Acquaviva (a) (da Maifredi *et al*, 1974, modif.). Legenda: 1) spartiacque superficiale. 2) spartiacque sotterraneo presunto. 3) spartiacque sotterraneo accertato. 4) vie di deflusso sotterranee ipotizzate. 5) laghi carsici temporanei. 6) vie sotterranee di deflusso ipotizzate. 7) depositi colluviali a "terra rossa". 8) calcari bioclastici miocenici. 9) substrato preterziario. 10) calcari travertinosi. 11) grotte inghiottitoi. 12) punti di perdita localizzati. 13) cavità principali. 14) sorgenti. La freccia indica la Grotta Mala (768 Li/SV). La freccia piccola la Grotta Ingrid (Ingriv). L'asterisco indica la Sorgente Martinetto.

AREA S. BERNARDINO-ORCO (SV-32)

Il settore tra i torrenti Sciusa (Est) e Aquila (Ovest), superficie 740 ha, è costituito dal grande altopiano di S. Bernardino nei calcari bioclastici della Pietra di Finale: la superficie tabulare (con depressioni carsiche svasate), ad assorbimento diffuso, è priva di qualsiasi circolazione idrica superficiale. La circolazione sotterranea è principalmente (lato W e N) indirizzata alla Sorgente Martinetto, la più importante del Finalese,

Sorgente Martinetto. Sgorge (quota 60 m ca.) in riva destra (idr.) del Torrente Sciusa. Il bacino di assorbimento arriva agli estremi settentrionali dell'altopiano: un limite dovrebbe essere rappresentato dall'inghiottitoio presso Orco, che, dagli Scisti di Gorra, al contatto viene drenato dai calcari bioclastici.

Lunghi cicli di monitoraggi ribadiscono lo spiccato carattere bicarbonato-calcico (conducibilità sp. media 378 mS/cm): acque semidure (TH medio 18,75 °fr.) con dominanza tra i cationi del calcio (media 70 mg/l), con bassissimi tassi di magnesio (valore medio 4,2 mg/l) sottolineando l'alimentazione, quasi esclusiva, dai calcari bioclastici miocenici. Da segnalare tassi di sodio (valore medio superiore ai 10 mg/l), simile ai cloruri, che, unitamente ai solfati (tra 4 e 14 ppm), sembra indicare modeste contaminazioni da cloruro di sodio ed, in genere, da evaporiti.

Il diagramma semilogaritmico di Schoeller, nell'arco di misure ventennali, stagionali, evidenzia la sostanziale stabilità degli elementi maggiori.

Un confronto con la Sorgente Acquaviva (cfr. diagramma di Schoeller) sottolinea (oltre al differente tasso di solfati) la netta differenziazione delle concentrazioni di magnesio: infatti il rapporto Mg/Ca è 0,2 all'Acquaviva e solo 0,06 al Martinetto, confermando come l'alimentazione della sorg. Martinetto è essenzialmente legata ai calcari miocenici, mentre netta è l'impronta delle sequenze dolomitiche-calcaree triassiche all'Acquaviva.



Fig. 9 – Sorgente Acquaviva (foto D. Gobis).



Fig. 10 – Altopiano di S. Bernardino (foto G. Calandri).

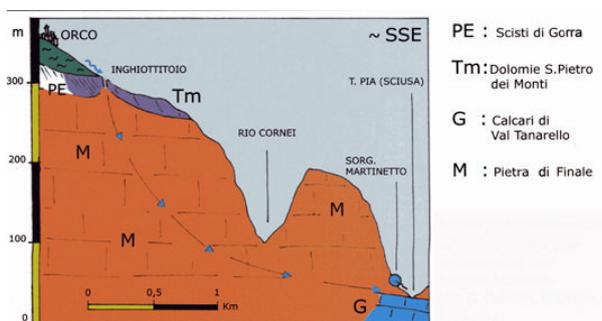


Fig. 11 - Sezione idrogeologica schematica del sistema inghiottitoio di Orco- Sorgente Martinetto (dis. Calandri, Grippa, Pastor).

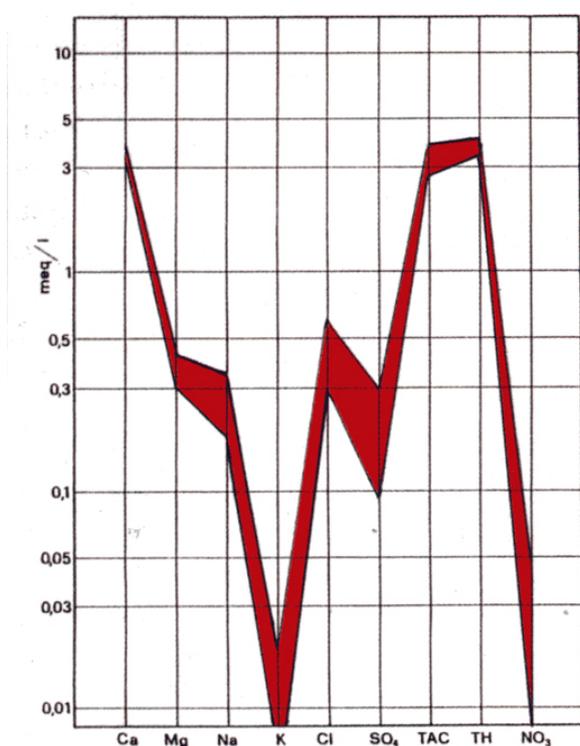


Fig. 12 - Diagramma di Schoeller della Sorgente Martinetto: campo di variazione dei caratteri ionici nell'arco di 16 anni di monitoraggi (dis. Calandri, Pastor).

Sorgente Scogli Rotti. Sgorga in riva sinistra (idr.) del Torrente Aquila. Non ancora precisata l'area di assorbimento che dovrebbe comprendere i settori SW dell'altopiano, cioè la zona del Bric Pianarella sino ai pendii detritici verso il fondovalle. La conducibilità sp. 290 microS/cm è nettamente inferiore a quelle dei principali esutori degli altipiani: confermata dal modesto tasso del catione calcio, 48 ppm (73 all'Acquaviva, 68 al Martinetto), basso il magnesio (4,3 ppm) che sembra sottolineare l'alimentazione dai calcari bioclastici ed anche dai pendii detritici. Relativamente alta la componente solfatica: 29,6 ppm.

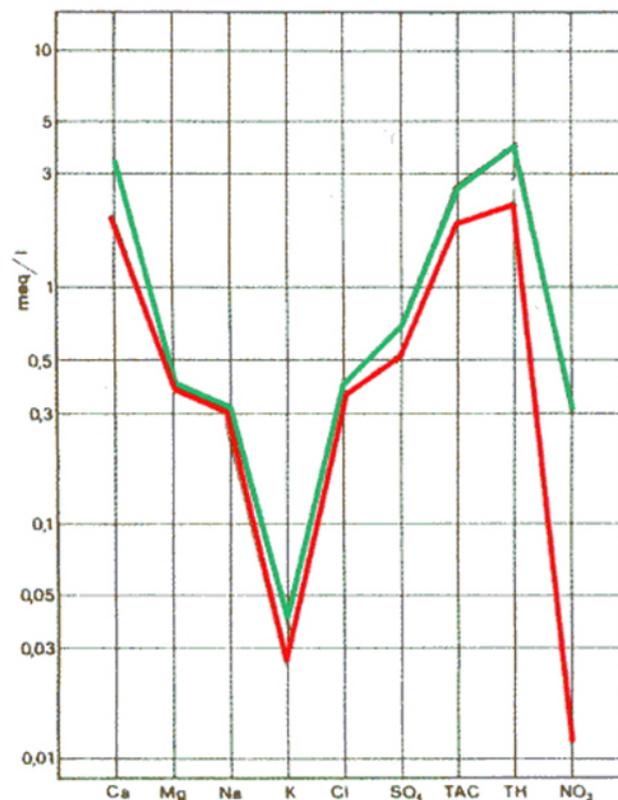


Fig. 13 - Diagramma di Schoeller della sorg. Scogli Rotti (rosso) e della sorgente Martinetto (verde): monitoraggi dell' 8.12.1993 (dis. G. Calandri).

AREA ROCCA DI PERTI-ROCCA CARPANEA (SV-30)

Il settore, superficie 297 ha. è marcatamente carsificato con decine di cavità tra cui spicca il Complesso Pollera-Buio. Mancano grandi sorgenti: modesti esutori verso il Torrente Aquila e, probabilmente, sotto i thalweg.



Fig. 14 - Paleovalle di Pian Marino (foto G. Calandri).

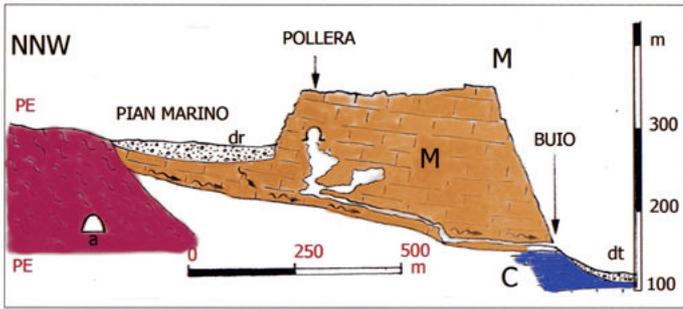


Fig. 15 - Sezione idrogeologica schematica lungo il Complesso Pollera-Buio. PE: Scisti di Gorra: quarzo scisti, scisti quarzo-sericitici, micascisti, ecc. (Permico medio?-Carbonifero sup.). C: substrato carbonatico mesozoico. M: "Pietra di Finale" (Miocene). dt: depositi alluvionali e detritici quaternari. a: galleria autostradale (dis. Calandri, Grippa, Morchio).

Sistema Pollera-Buio. Il Complesso Pollera-Buio (sviluppo 1535 m, il maggiore e più conosciuto del Finalese) è attualmente percorso da un ruscello con modestissimi deflussi, che solo con forti precipitazioni raggiunge portate ragguardevoli (anche sopra i 100 l/s). Il bacino di assorbimento comprende sicuramente l'area, nei calcari bioclastici eocenici, da Montesordo a Rocca Carpanea, con al centro la paleovalle di Pian Marino (inghiottitoi e sprofondamenti), ma è probabile si estenda, a Nord, dove affiorano in superficie gli Scisti di Gorra (Permico- Carbonifero?). I deflussi del sistema erano molto più elevati sino alla perforazione per le gallerie dell'Autostrada dei Fiori (cfr. sez. geologica).

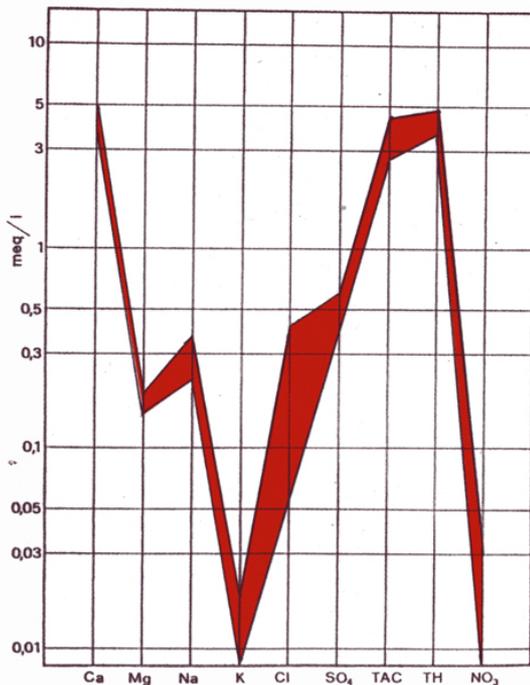


Fig. 16 - Diagramma di Schoeller delle acque del Buio: campo di variazione dei caratteri ionici con deflussi ridotti (dis. Calandri, Gobis).



Fig. 17 - Ingresso dell'Arma Pollera (foto G. Calandri)

Pollera-Buio, complesso freatico-vadoso, con forti modificazioni clastiche, sgorga al contatto con il substrato mesozoico. L'irregolarità delle portate determina una maggiore variabilità dei parametri. Le acque, di norma, sono semidure (tasso idrotimetrico ca. 20 °francesi), con catione calcio predominante (tra 70 e 106 ppm), minimo (2 ppm) il tasso di magnesio (rapporto Mg/Ca 0,035) indicando il controllo sul chimismo della "Pietra di Finale". Tuttavia analisi in periodo di piena, pur mantenendo la facies bicarbonato-calcica, indicavano acque molto dolci (durezza totale 5,5 °fr.), suggerendo apporti pluviali molto rapidi, attraverso ampie canalizzazioni ipogee (e/o infiltrazioni contigue al Complesso, es. da Pian Marino).

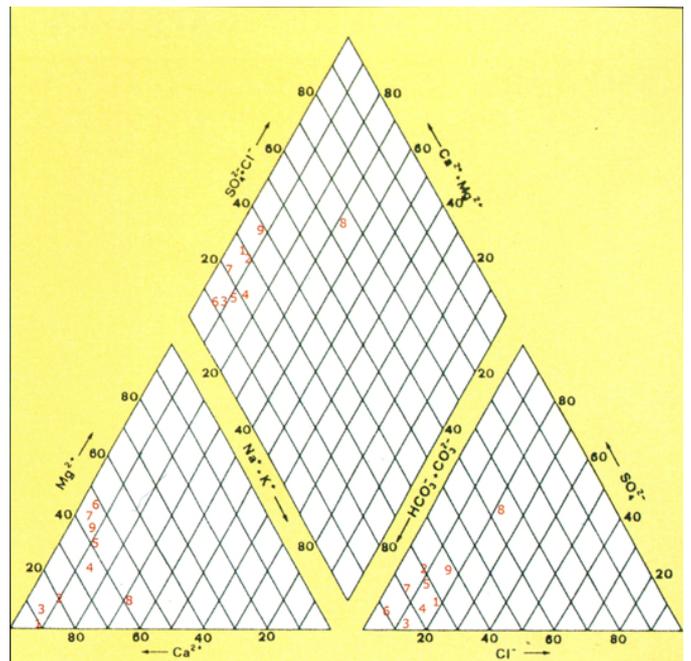


Fig. 18 - Diagramma di Piper (in milliequivalenti percentuali). Numerazioni sorgenti come nella prima cartina (dis. Calandri, Pastor)

In generale il diagramma di Piper evidenzia come tutte le acque (esclusa la sorgente Cremasca, alimentata da rocce non carsificabili, ed, in parte, la sorg. Luminella) presentino facies chimiche molto simili, risultanti da alimentazione carsica semplice. Il diagramma ternario dei cationi permette di distinguere tra le sorgenti (Martinetto, Scogli Rotti, Buio) alimentate quasi esclusivamente dai calcari bioclastici miocenici, da quelle (Acquaviva, Verzi, S. Giacomo Ovest, Fortunella, Luminella) con prioritari apporti da rocce dolomitico-calcaree (Dolomie di S. Pietro dei Monti).



Fig. 19 – “Gours” nel Buio Nuovo (foto G. Calandri).

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- BONI P., MOSNA S., VANOSSI M., 1968 - *La “Pietra di Finale” (Liguria occidentale)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, Pavia 18: 102-150.
- CALANDRI G., 2003 - *Caratteri chimico-fisici della sorgente Acquaviva (Finale Ligure, Prov. Savona). Nota preliminare*. Boll. G. S. Imperiese CAI, 33 (55): 3-9.
- CALANDRI G., 2006 - *La sorgente Martinetto (Finale Ligure, SV): caratteri chimico-fisici*. Boll. G. S. Imperiese CAI, 36 (58): 3-7.
- CALANDRI G., 2011 - *Le acque carsiche del Finalese e della Val Maremola: caratteri idrogeologici e chimico-fisici (Provincia di Savona)*. G. S. Imperiese CAI-Regione Liguria: 1-128.
- MAIFREDI P., CACHIA M., DE MARINIS R., PASTORINO M. V., 1974 - *Contributi allo studio dei rapporti tra carsismo ed idrogeologia nel Finalese: “La Valle del Rio dei Ponci” (Finale Ligure, SV)*. Atti XI Congr. Naz. Speleol., Genova 1972, 2: 251-280.
- MAIFREDI P., FRAGOMENO F., 1978 - *Effetti dello scavo di una galleria ferroviaria sulla circolazione idrica sotterranea dell’altopiano carsico della Manie (Finale Ligure)*. Atti XII Congr. Naz. Speleol., S. Pellegrino Terme 1974, Rass. Speleol. Ital., Mem. 12. 331-334.

