

CAVITÀ DI COLLASSO RECENTI E ANTICHE NEL BACINO LACUSTRE DI POSTA FIBRENO (FROSINONE)

AGRILLO EMILIANO**, **BONO PAOLO***, **CASELLA LAURA****,
D'ANDREA LEONARDO**, **CARAMANNA GIORGIO*****

* Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Roma "La Sapienza"

** Collaboratori scientifici, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Roma "La Sapienza"

*** Apat - Dipartimento Difesa del Suolo.

Il Lago di Posta Fibreno (290 m s.l.m.) è situato al piede delle pendici occidentali della Marsica (Monte Morrone). L'area che sostiene la portata del lago Fibreno appartiene al Sistema Idrogeologico della Marsica Occidentale con superficie di circa 840 Km² (Boni, Bono & Capelli, 1986).

Tale sistema è costituito prevalentemente da calcari e calcari dolomitici mesozoici, ad altissima permeabilità per fratturazione e carsismo. Il rilevante carsismo epigeo, rappresentato da enormi doline (Campoli Appennino, Fossa Majura) e dalla diffusa presenza di campi carsici (es. Campo di Grano), unitamente allo sviluppo del carsismo ipogeo con pozzi e grotte (Ovito, Luppa, Oltre di Verrecchie, Cola etc.), facilita l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo. Lo sviluppo del carsismo si manifesta anche con la diffusa presenza di un reticolo fluviale poco evoluto.

Il Lago Fibreno riceve dall'idrostruttura regionale di riferimento una portata media prossima a 10 m³•s⁻¹ sotto forma di numerose sorgenti perilacuali sub lacuali o sommerse.



Foto 1 - Il Lago Fibreno. Sullo sfondo è visibile la Val Roveto, elemento tettonico-strutturale che separa i contrafforti carbonatici della Marsica Occidentale (a destra nella foto) da quelli Simbruino-Ernici (sulla sinistra).

L'esistenza di una estesa area subsidente ha favorito la formazione del lago, su cui l'uomo è ripetutamente intervenuto sin da epoca storica, con opere di bonifica, per recuperare terre da coltivare.

Il lago, largamente ridimensionato nella geometria originaria, oggi si presenta con un contorno a forma di falce. Il ramo meridionale, orientato S-SE, lambisce la base del rilievo carbonatico mesozoico dove si localizza gran parte delle emergenze della falda carsica regionale.

Il bacino imbrifero del Lago Fibreno (24 Km²) presenta una forma stretta ed allungata che si estende alle colline che delimitano la sponda nord-orientale del sistema lacustre. Il lago dopo aver ricevuto il contributo delle sorgenti Carpello, alimenta la portata del Fiume Fibreno. L'analisi del regime sorgentizio del sistema "Fibreno – Carpello" con misure periodiche di portata, ha consentito di valutare nel periodo 1999 – 2001 le risorse erogate dall'acquifero carsico regionale.

Il protrarsi di un lungo periodo di aridità (1983-2002) caratterizzato da scarse precipitazioni, ha provocato una sensibile diminuzione del flusso naturale delle sorgenti. La portata media nel triennio 1999-2001 risulta di 7,7 m³•s⁻¹, inferiore di circa il 30 % rispetto al valore annuo medio riferito alla serie storica della stazione idrometrica "Ponte Tapino" (periodo: 1923 – 2002).

Il calcolo dell'indice di variabilità della portata (Meinzer) e del coefficiente di esaurimento (Maillet), consente di differenziare il gruppo sorgentizio del Fibreno da quello del Carpello nonostante la comune alimentazione da parte della falda carsica della Marsica Occidentale. Le sorgenti del Carpello, più alte in quota rispetto a quelle del Fibreno di circa 15 m sono caratterizzate da un regime idrodinamico più variabile.

Come accennato, il settore appenninico della Marsica Occidentale, è interessato da un rilevante sviluppo di forme carsiche sia epigee che ipogee, spesso rappresentate da doline di considerevoli dimensioni.

Di particolare interesse sono i fenomeni di collasso con ricorrenti doline da crollo che ancora oggi si formano sia all'interno del lago, sia alla periferia del sistema fluvio-lacustre. Numerose voragini di recente formazione sono presenti sul fondo del lago, spesso in corrispondenza di sorgenti della falda regionale. Fenomeni di crollo sono diffusi anche nella fascia pedemontana della catena carbonatica, di raccordo all'area sorgentizia del sistema lacustre del Fibreno.



Foto 2 - Settore sudorientale del Lago Fibreno: particolare delle sorgenti carsiche sublacuali nell'area interessata da sinkholes in formazione.

I morfotipi carsici dominanti sono rappresentati da forme sia epigee (doline, uvala e polje) sia ipogee (grotte e inghiottitoi).

In particolare nell'area investigata sono presenti numerose doline considerate tra le maggiori cavità carsiche dell'Italia Centrale ("Il Tomolo" di Campoli Appennino, Fossa "Majura", Pozzo "La Pescura", "La Prece"). Si aprono su termini del substrato carbonatico meso-cenozoico tra le località di Campoli Appennino ed Alvito, a tergo del lago di Posta Fibreno.

1. LA DOLINA DI CAMPOLI APPENNINO "IL TOMOLO" E "LA PRECE" DI POSTA FIBRENO

La dolina di Campoli Appennino apre i suoi versanti nelle sequenze calcaree di età cretacea – miocenica su cui giacciono in discordanza depositi conglomeratici ad elementi calcarei.

Il borgo medievale di Campoli Appennino e gli edifici di epoca recente, coronano il margine della dolina soprattutto nel settore esposto ai quadranti meridionali.

La dolina è di forma ovoidale, con asse maggiore allineato secondo direzione meridiana. Gli assi della dolina, sono rispettivamente di 630 m e di 400 m, mentre la profondità è compresa tra 125 e 130 metri dall'orlo della depressione. La quota del fondo è di 530 m mentre la quota maggiore dell'orlo risulta di circa 630 m. L'inclinazione media dei versanti, è compresa tra 19° e 25° (ZUCCARI, 1963).

L'origine di questa imponente morfostruttura carsica risale indicativamente al Pleistocene. Si ritiene che la persistenza ai margini orientali della Conca di Sora di importanti livelli di base di acquiferi regionali (Carpello – Fibreno e Melfa), abbia svolto un ruolo decisivo nello sviluppo di numerose cavità epigee come quella campolese. La convergenza delle direttrici di flusso di un esteso acquifero carsico in un'area di emergenza sufficientemente stabile nel tempo e nello spazio, unitamente ad una intensa attività tettonica locale e ad una accentuata capacità aggressiva delle acque sotterranee

nell'area di emergenza, avrebbero determinato nella roccia serbatoio lo sviluppo di cavità carsiche con fenomeni di collasso sia all'interno sia alla periferia del sistema fluvio lacustre (Bono inedito, 2001).

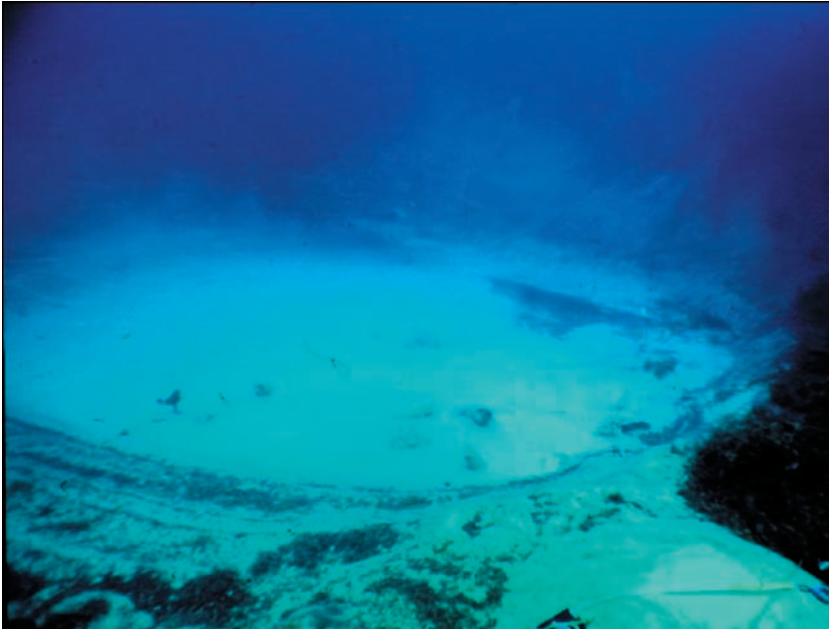


Foto 3 - Settore sudorientale del Lago Fibreno: particolare di sorgenti sublacuali, alla base di una voragine (sinkhole).

Secondo un modello evolutivo proposto da uno degli autori, nell'area invasa dalle acque fluviali e lacustri (Piana del Fibreno), i collassi del substrato calcareo meso-cenozoico trascinano nelle depressioni neoformate i depositi di copertura abbandonati dai fiumi (sabbie e ciottoli) e quelli più tipici dell'ambiente lacustre (limi e torba). I depositi clastici, con diverso spessore nei due ambienti deposizionali livellano periodicamente gli alvei dei tributari e il fondale del lago, con apporti ciclici dovuti al regime torrentizio dei corsi d'acqua soprattutto nel settore montano del bacino imbrifero.

Movimenti isostatici accompagnati da ripetute crisi sismiche modificano l'assetto morfo-strutturale dell'area, sollevando per "strappi" successivi anche il settore di catena in cui si colloca l'area di emergenza della falda carsica regionale. Essa è segnata dal sistema fluvio-lacustre cribrato da numerose cavità di collasso tra cui la dolina di Campoli Appennino.

Questa condizione idrostrutturale e morfologica, è analoga a quanto si osserva nelle neoformazioni attuali, nel sistema "lago-sorgenti" di Posta Fibreno.

Le cavità carsiche sub-lacuali e sub-aree della fascia pedemontana, vengono quindi sollevate dalla tettonica a quote progressivamente crescenti rispetto al livello della falda carsica regionale segnata dalle sorgenti. È qui che si concentra maggiormente l'attività carsica che genererà nel bacino lacustre e a i suoi margini nuove forme di collasso che vengono via via colmate da sedimenti recenti (BONO, 2001 inedito).

La dolina "La Prece" si trova nelle immediate vicinanze del Lago Fibreno sul versante esposto a occidente della collina occupata dal paese di Posta Fibreno. Si ritiene che la cavità abbia assunto la forma odierna dopo il 1600. Infatti in un altorilievo del 1600

(situato nella villa Mazzenga) che raffigura il paese di Posta, è appena accennato un avvallamento in corrispondenza della Prece mentre oggi è ben visibile una depressione a forma di dolina di considerevoli dimensioni.

2. IL BACINO IDROGEOLOGICO DEL LAGO DI POSTA FIBRENO

Lungo il limite di permeabilità rappresentato dal contatto tra flysch silico-clastici e rocce mesozoiche, lungo il versante sinistro della Val Roveto da quota 1000 m a quota 305 m “Molino Carpello”, non si trovano sorgenti significative in termini di portata. Le principali sorgenti carsiche sono concentrate su un fronte di circa 3 Km in una fascia che si estende da Molino Carpello (305 m) al Lago Fibreno (290 m).

Il fronte sorgentizio si colloca alla convergenza di linee di drenaggio delle acque sotterranee provenienti dai settori nordoccidentale e sudorientale del sistema carsico marsicano. Uno studio geofisico, eseguito dalla Compagnia Mediterranea di Prospezioni (1978), evidenzia come la linea di contatto tra le formazioni carbonatiche permeabili e le formazioni flyschiodi impermeabili, salga rapidamente di quota a Nord e a Sud della zona di maggior afflusso d'acqua. Questa zona corrisponde al settore meridionale del Lago Fibreno dove sembra concentrarsi la maggior portata delle emergenze del sistema (La Sorgentina, il Lago Chiaro). Per le sorgenti sub-lacuali invece si identificano due zone di emergenza localizzate in aree piuttosto ristrette: la prima meridionale, la seconda settentrionale. Entrambe sono associate ad un rilevante sviluppo del carsismo con formazione di doline da collasso, in rapida evoluzione, soprattutto nel settore meridionale del bacino lacustre.

L'accelerato dinamismo del fondale lacustre potrebbe essere favorito dalla risalita di fluidi gassosi molto ricchi di CO₂ che rendono l'acqua fortemente aggressiva nei confronti della roccia serbatoio. Questa condizione, accelerando la dissoluzione chimica del carbonato di calcio determinerebbe la formazione di cavità di crescente volume sino al collasso del substrato roccioso (sinkhole). La presenza di queste morfologie di neoformazione trova riscontro più in generale nel processo carsico che si manifesta con grandiose depressioni subacquee come La Rota profonda circa 10 m e la dolina sommersa del Crocifisso profonda circa 15,5 m.

Le cavità di neoformazione riconosciute nel fondale del Lago Fibreno, si ricollegano verosimilmente ad un sistema carsico epigeo localmente rappresentato da macrodoline con diametri e profondità superiori ad alcune centinaia di metri, così come si rileva nelle colline del settore orientale sovrastante il lago.

Inoltre la presenza di alcuni pozzi caratterizzati da artesianismo (acquedotto di Frosinone), potrebbe indicare l'intercettazione di un condotto carsico allagato “in pressione” con potenziale idraulico ben oltre la quota di emergenza delle sorgenti del lago. Infatti, la quota del lago è 290 m mentre la risalita dell'acqua nei pozzi si equilibra con la pressione atmosferica alla quota di 307 m (MANFREDINI, 1980).

A tutt'oggi sono ancora insufficienti le conoscenze sulle condizioni idrauliche del sistema, sulla circolazione ipogea e, in particolare, sulla geometria del bacino idrogeologico a cui fanno riferimento le sorgenti carsiche del Fibreno.

Dal punto di vista idrochimico, le sorgenti del Fibreno ricadono nel campo delle acque bicarbonato – calciche alcalino – terrose.

Nell'ambito del gruppo sorgentizio del Fibreno, nonostante una sostanziale omogeneità chimica dalle acque, è possibile differenziare alcune sorgenti caratterizzate da maggiori acidità e valori di durezza. Ciò viene messo in relazione con la risalita di fluidi gassosi di origine profonda. I gas rendono le acque sotterranee più aggressive nei confronti delle rocce carbonatiche, favorendo di riflesso un incremento dei tenori dei sali disciolti nella soluzione acquosa.

Manifestazioni legate alla risalita di gas profondi, sono note da tempo nell'area investigata Nella Valle di Comino (territorio interessato da sismi di notevole intensità anche in tempi recenti, come il terremoto del Maggio 1984 di magnitudo 5.8), sono presenti e oggetto di studio due siti con forti emissioni gassose: Monticchio e Fosso di S.Ianni. In questi siti i gas gorgogliano in piccoli ristagni d'acqua, rendendosi così palesemente manifesti. Le citate sorgenti gassose (gas leak) hanno valori di pCO_2 molto alti. Alla CO_2 (prevalente nel convoglio gassoso) si associano altri gas in concentrazioni minori come H_2S , Elio, Radon, etc.

La degassazione dalle riserve di gas in pressione generano anomalie della pCO_2 nei sovrastanti acquiferi. La formazione di emissioni gassose in superficie può aver luogo in aree caratterizzate da sequenze carbonatiche affioranti che ospitano acquiferi regionali. In queste condizioni il gas si dissolve miscelandosi alle acque di falda. In altri casi le emissioni di gas sono localizzate, prevalendo nelle aree dove sono presenti depositi argillosi o acquiferi vulcanici (CHIODINI et alii, 1999).

Gli acquiferi regionali possono trasportare e diluire enormi quantità di CO_2 , con evidenze geochimiche dei processi profondi di degassazione che avvengono su scala regionale. La CO_2 di origine profonda presente nella falda viene rilasciata nella atmosfera quando le acque sotterranee riemergono in superficie. Nel momento in cui l'acqua raggiunge la superficie e tende a rilasciare la CO_2 disciolta si determinano nuovi equilibri che caratterizzano il chimismo della sorgente (CHIODINI et alii, 1999).

I valori di pCO_2 delle sorgenti carsiche della falda basale dell'idrostruttura marsicana, evidenziano un ampio campo di variabilità e di discontinuità. Questo carattere potrebbe trovare spiegazione nel fenomeno di diluizione del gas. Per Monticchio e S. Ianni si tratta di fughe localizzate in litoformazioni argilloso-arenacee, caratterizzate nell'insieme da bassi valori di permeabilità.

Si ritiene che la presenza di fenomeni di collasso all'interno e alla periferia del sistema fluvio-lacustre come nella fascia pedemontana della catena carbonatica di raccordo all'area sorgentizia, rappresenti il risultato dell'azione sinergica di diversi fattori. Le oscillazioni naturali della superficie piezometrica della falda regionale (modulate dall'inerzia della grande idrostruttura marsicana), l'intensa attività tettonica e l'accentuata capacità aggressiva delle acque sotterranee (esaltata da apporti gassosi di origine profonda), determinerebbero nella roccia serbatoio lo sviluppo di cavità carsiche in rapida evoluzione.

3. ATTIVITÀ DI RICERCA

Dal 1999 è in atto una intensa attività di censimento delle doline da sprofondo antiche e recenti. Nella prima fase si è svolta un' accurata localizzazione topografica dei blue-holes e un rilevamento morfologico. Nella fase successiva si è avviata una stretta collaborazione con l'ente gestore della Riserva Naturale Regionale "Lago di Posta Fibreno" per svolgere un periodico monitoraggio delle forme carsiche di vecchia e nuova formazione. Questo tipo di attività, ripetute nel tempo, permettono di valutare l'elevato dinamismo morfologico di queste forme di origine carsica e di poter intervenire tempestivamente su eventuali rischi alle popolazioni locali e alle loro attività lavorative (turismo, agricoltura e pesca). Queste, infatti, sono strettamente associate alla risorsa rappresentata dal grande valore in termini di Biodiversità e Geodiversità presenti nell'area del bacino del Lago Fibreno.

BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI B., AVENA G.C., LUPIA PALMIERI E., PAROTTO M., BRUNO F., et alii (1969) - Idrogeologia dell'alto bacino del Liri Appennino centrale, Ricerche geologiche, climatiche, idrologiche, vegetazionali, geomorfologiche e sistematorie. Estratto da Geol. Rom. **8**.
- AGRILLO E. (2003) - Le sorgenti carsiche del Lago Fibreno e del Fosso Carpello: regime e caratterizzazione idrologica, idrochimica e isotopica. Tesi di laurea inedita. D.S.T., Università "La Sapienza".
- ALMAGIÀ R. (1911) - La Val di Comino o Cominese. Bollettino della Società Geografica Italiana, **48**.
- BONI C., BONO P., CAPELLI G. (1986) - Schema idrogeologico dell'Italia centrale. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 991-1012.
- BONO P. - La dolina di Campoli Appennino: elementi conoscitivi preliminari ad indagini specifiche geologiche, idrogeologiche, vegetazionali e climatiche. Inedito 2001
- CARAMANNA G. (2000) - Idrogeologia, idrologia e morfologia di sinkholes rappresentativi della regione Lazio. Tesi di laurea inedita. D.S.T., Università "La Sapienza".
- CASELLA L. (2003) - Rapporti causali tra la vegetazione ed il sistema sorgentizio della Riserva Naturale Regionale "Lago di Posta Fibreno". Tesi di laurea inedita. D.S.T., Università "La Sapienza".
- CASSA PER IL MEZZOGIORNO (CPM). - Progetto speciale 29
- CELICO P., BARTOLOMEI C. & PECORARO A. (1980) - Rapporti tra struttura idrogeologica in alcuni massicci carsici dell'Abruzzo: risultati di alcune indagini geognostiche. Boll. Soc. dei Naturalisti, **89**, Napoli.
- CIOTOLI G., ETIOPE G., LOMBARDI S. et alii (1993) - Geological and soil-gas investigation for tectonic prospecting: preliminary results over the val roveto fault. Geologica Romana, **29**, Roma.
- D'ANDREA L. (2002) - Caratterizzazione idrologica ed idrochimica delle sorgenti del Fiume Fibreno e del Fiume Melfa. Tesi di laurea inedita. D.S.T., Università "La Sapienza".
- DOGLIONI C. et alii (1999) - On the origin of west-directed subduction zones and applications to the western Mediterranean. Geological Society London Special Publications. E.R.S.A.L. (IDROGEOCOOP) (1982) - Indagini idrogeologiche nell'area interna della Val di Comino. Relazione
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HYDROLOGICAL SCIENCE (1990) - Karst Water Resource. IAHS Publications.
- KLIMCHOUK A. (1995) - Karst morphogenesis in the epikarstic zone. Cave and Karst Science, **21**, 45-50.
- SEGRE A.G. (1948) - I fenomeni carsici e la speleologia del Lazio. Pubblicazioni dell'Ist. di Geogr. Università di Roma "La Sapienza".
- SERAFINI S. & VITTORI E. (1988) - Caratteri tettonici desunti da dati mesostrutturali nell'area compresa tra Sora e le Gola di Atina. Mem. Soc. Geol. It., **41**.
- ZUCCARI A. (1963) - Fenomeni carsici nei conglomerati di Campoli Appennino. Provincia di Frosinone. Atti V Congr. degli Speleologi dell'Italia Centrale.