



Le acque sotterranee del Cansiglio

STEFANO ROSSETTI^{1,2}, VALENTINA VINCENTI^{1,3},
ALBERTO RIVA⁴

¹ Gruppo Speleologico Ferrarese

² ISOF-CNR

³ Università di Ferrara

⁴ Gruppo Grotte Solve CAI Belluno

Abstract

Cansiglio is a limestone plateau with an extent of about 100 km² and a mean altitude of 1000 m; it is located on the border between two regions (Veneto and Friuli Venezia Giulia) and three provinces (Treviso, Belluno and Pordenone). The hydrogeology of this important karst system is poorly known, despite it probably feeds three important springs located at its south-eastern border (Molinetto, Santissima and Gorgazzo) that form Livenza River. Gruppo Speleologico Ferrarese, in collaboration with other speleological team, explored the deepest cave of Cansiglio: Abisso Col de la Rizza (904/FR410) (about 800 m deep and with 4 km of extent), which provided the opportunity to perform a tracer test. In collaboration with the Earth Sciences Department of Ferrara University, a multi-tracer test was made with two contemporary injections of fluorescent dyes in groundwaters: uranine in Abisso Col de la Rizza and tinopal CBS-X in Bus de la Genziana (V-TV1000) (600 m deep and 5 km of extent). The monitoring at Molinetto, Santissima and Gorgazzo springs was performed by means of automated samplers (at Gorgazzo and Molinetto springs) and an intense discrete sampling survey, which included water samples, charcoal bags and cotton lints collection. Molinetto and Santissima springs resulted positive to uranine, while any springs was positive to tinopal CBS-X. The breakthrough curves make possible the determination of the mean velocity of uranine: about 250 m day⁻¹, during low flow conditions, and 1100 m day⁻¹, after an intense rainfall event.

Keywords

Tracer Test, Cansiglio, Livenza, Fluorescent Dyes

Riassunto

Il Cansiglio è un altipiano carsico, con un'estensione di circa 100 km² e un'altitudine media di circa 1000 m; esso è situato al confine tra due regioni (Veneto e Friuli Venezia Giulia) e tre province (Treviso, Belluno e Pordenone). Questo importante sistema carsico non è mai stato oggetto di approfonditi studi idrogeologici, nonostante la presenza di rilevanti sorgenti alla sua base (Meschio, Molinetto, Santissima e Gorgazzo). L'occasione si è presentata con l'esplorazione, da parte del Gruppo Speleologico Ferrarese in collaborazione con altri gruppi speleologici, di quella che è tuttora la grotta più profonda della zona: l'Abisso Col de la Rizza (904/FR410) (circa 800 m di profondità per 4 km di sviluppo). Con la collaborazione del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Ferrara, è stato, quindi, progettato e realizzato un multi-tracciamento delle acque sotterranee, con due iniezioni in parallelo: fluoresceina sodica all'Abisso Col de la Rizza e tinopal CBS-X al Bus de la Genziana (V-TV1000) (la cavità più sviluppata della zona, con circa 5 km di sviluppo per 600 m di profondità). Il monitoraggio è stato eseguito alle sorgenti del Molinetto, Santissima e Gorgazzo, mediante campionatori di acqua automatici (alle sorgenti Molinetto e Gorgazzo) e con un impegnativo programma di prelievi manuali di campioni d'acqua e di fluocaptori (carboni attivi e garze di cotone) in 3-4 punti di ogni sorgente monitorata. Al termine del tracciamento risultavano positive alla fluoresceina sodica le sorgenti Molinetto e Santissima, mentre nessuna delle sorgenti monitorate era positiva al tinopal CBS-X. Le curve di arrivo del tracciante, permettevano il calcolo delle velocità medie di transito in entrambe le sorgenti positive alla fluoresceina sodica, pari a circa: 250 m giorno⁻¹, in fase di magra, e 1100 m giorno⁻¹, in fase di piena.

Parole Chiave

Tracciamento, Cansiglio, Livenza, Traccianti Fluorescenti

Introduzione

Il Pian Cansiglio (Figura 1) è un altopiano carbonatico situato al confine tra le regioni Veneto e Friuli-Venezia-Giulia. Il suo settore orientale è caratterizzato da una potente successione di carbonati peritidali del Cretaceo, mentre quello centrale è costituito da depositi di breccia di una scarpata carbonatica. Ospita un importante sistema carsico, le cui caratteristiche idrogeologiche sono ancora poco note.

In letteratura sono disponibili pochi studi geologici dettagliati riguardo Pian Cansiglio e ancora più scarsi sono quelli idrogeologici (i più recenti sono: Cucchi et al., 1999; Vianelli, 2000; Grillo, 2007). Com'è ben noto, Pian Cansiglio è interessato da processi carsici ed è privo di drenaggio superficiale; le forme carsiche epigee sono molto diffuse (doline, polje e altre), ma il tipo e lo sviluppo del carsismo ipogeo sono piuttosto sconosciuti. Tre importanti sorgenti, che formano il fiume Livenza (portata totale media di circa 11 m³ s⁻¹; Meneghel et al. 1986), sono situate ai suoi pie-

di nel versante sud-orientale; esse sono: Santissima (S), Molinetto (M) e Gorgazzo (G) (Figure 2-4). La loro natura carsica è evidente (portate considerevoli che reagiscono rapidamente agli eventi meteorici), ma non esistono dati sperimentali in letteratura e nessuno ha mai dimostrato direttamente il loro collegamento con Pian Cansiglio o Monte Cavallo.

Il Gruppo Speleologico Ferrarese, dopo l'approfondimento dell'Abisso Col de la Rizza in Pian Cansiglio, nell'intento di verificare il collegamento di tale grotta con le famose sorgenti del Livenza, ha organizzato una prova con traccianti, in collaborazione con diversi Gruppi Speleologici locali e con il coordinamento scientifico dell'Università di Ferrara. Il Gruppo Grotte Solve CAI Belluno ha proposto, per l'occasione, un doppio tracciamento, con un secondo tracciante nel Bus de la Genziana. Essendo il progetto auto-finanziato dai singoli Gruppi Speleologici, quindi con limitate risorse economiche, si è reso possibile il solo monitoraggio delle tre principali sorgenti del Livenza.



Fig. 1 Pian Cansiglio (Gruppo Speleologico Ferrarese)

Fig. 1 Pian Cansiglio (Gruppo Speleologico Ferrarese)



Fig. 2 Sorgente Gorgazzo (Gruppo Speleologico Ferrarese)

Fig. 2 Gorgazzo spring (Gruppo Speleologico Ferrarese)



Fig. 3 Sorgente Santissima (Gruppo Speleologico Ferrarese)

Fig. 3 Santissima spring (Gruppo Speleologico Ferrarese)



Fig. 4 Sorgente Molinetto (Gruppo Speleologico Ferrarese)

Fig. 4 Molinetto spring (Gruppo Speleologico Ferrarese)

Abisso Col de la Rizza

L'Abisso Col de la Rizza (A) (Figura 5) (accatastata come 904/FR410) è situato vicino all'omonima collina, all'interno della Foresta del Cansiglio. La grotta fu scoperta nel 1957 dalla Società Alpina delle Giulie, che ne discese il pozzo d'entrata, profondo circa 100 m. Nel 1994, durante un sopralluogo nell'area della Candaglia, il Gruppo Speleologico Ferrarese vi trovò una piccola continuazione (50 m di approfondimento), strategica ai fini delle successive esplorazioni. Dopo un paio d'anni, le esplorazioni s'interruppero a causa di altri obiettivi. Nel 2003 lo stesso Gruppo ha ripreso le esplorazioni, trovando un'importante continuazione, che ha permesso di portare lo sviluppo della grotta a circa 4 km e la sua profondità a circa 800 m. Le esplorazioni sono tuttora in corso, in collaborazione con il Gruppo Speleologico Urbinato e il Gruppo Grotte Treviso.

L'idrologia della cavità, ovviamente della parte conosciuta, è abbastanza complessa, poiché sono numerosi i torrenti che s'incrociano e che subito dopo spariscono in zone franose (questo fin dal Salone SAG 1957 alla base del P100 iniziale). L'unico torrente il cui percorso è ben noto, dalla profondità di circa -150 m fino a circa -350 m rispetto l'ingresso (torrente in cui sarà riversato il tracciante), è quello che arriva al primo fondo; durante tale percorso esso riceve, sicuramente, l'apporto di ulteriori sette piccoli arrivi.

Bus de la Genziana

Il Bus della Genziana (B) (accatastata come V-TV 1000) è una grotta complessa, che si sviluppa ai margini della pia-

na del Cansiglio. Essa è stata scoperta nel 1966 durante l'allargamento della strada statale n° 422; è stata esplorata principalmente dal Gruppo Speleologico Vittorio Veneto (GSVV), sebbene numerosi altri Gruppi abbiano contribuito ad accrescerne lo sviluppo. La grotta si sviluppa nei carbonati cretacei, raggiungendo una profondità di 588 m con uno sviluppo totale di circa 2,5 km su diversi livelli (lo sviluppo, in via ufficiosa, dovrebbe aggirarsi sui 5 km). Le esplorazioni sono ancora in corso. La circolazione idrica attiva è documentata dalla profondità di circa 100 m, rispetto all'ingresso, dove un torrente perenne incrocia diverse gallerie e scompare a circa 150 m di profondità. Esso riappare a circa -220 m e si mantiene attivo fino al fondo, dove scompare in una forra.

Tracciamento

Il 20 settembre 2008, due diversi traccianti fluorescenti sono immessi nelle due più importanti cavità ipogee del Pian Cansiglio: alle ore 17:00 circa, 5 kg di fluoresceina sodica (detta anche uranina), vengono riversati all'Abisso Col de la Rizza (ingresso a 1107 m slm), alla profondità di circa 270 m (quota assoluta di 837 m slm) (Figura 6); mentre alle 15:00 circa dello stesso giorno, 10 kg di Tinopal CBS-X vengono riversati al Bus de la Genziana (ingresso a quota 1000 m slm), alla profondità di circa 120 m (quota assoluta 880 m slm) (Figura 7).

È stato curato un intenso campionamento della durata di tre mesi, con trentatré campagne di prelievo, dal 18/09/2008 al gennaio 2009, con una frequenza progressivamente decrescente. Sono stati prelevati contempora-



Fig. 5 Ingresso dell'Abisso Col de la Rizza (Gruppo Speleologico Ferrarese)

Fig. 5 Abisso Col de la Rizza entrance (Gruppo Speleologico Ferrarese)

neamente campioni d'acqua, carboni attivi (per rilevare la fluoresceina sodica a ridotte concentrazioni) e garze di cotone (per rilevare il tinopal CBS-X a ridotte concentrazioni). Per essere certi di un campionamento rappresentativo, in ogni sorgente sono stati deposti captori in 3-4 punti diversi: nella zona di emergenza delle acque, in corrispondenza della canalizzazione di tutte le acque della sorgente e in altri uno/due punti intermedi. Due campionatori automatici hanno permesso il campionamento ad alta frequenza presso due delle sorgenti (S e M): posti nel punto di canalizzazione di tutte le acque; essi hanno permesso la raccolta di tre campioni al giorno nelle prime cinque settimane di monitoraggio, in caso di arrivi veloci dei traccianti (che non si sono verificati).

Il primo segnale di presenza di fluoresceina sodica è stato rilevato nei campioni d'acqua prelevati alla Santissima (S), 14 giorni dopo l'iniezione; il giorno successivo è stata rilevata anche alla sorgente Molinetto (M). I picchi di concentrazione si sono verificati rispettivamente dopo venti e ventisei giorni (per le diverse distanze dall'Abisso Col de la Rizza), che attestano una velocità media di 250 m giorno⁻¹ (vedere la Tabella); un secondo picco è stato generato da forti eventi piovosi che hanno rimobilizzato il tracciante rimasto in grotta, con un tempo di risposta di tre e di cinque giorni rispettivamente.

Non è stato possibile misurare le portate delle sorgenti, per le loro dimensioni e per le limitate risorse economiche disponibili. Partendo dai valori medi di portata massima, minima e media reperiti in letteratura (Vianelli, 2000), sono stati ricostruiti due scenari di portata contro tempo alle due sorgenti (grafici Q1 e Q2 in Figura 9), utilizzati per una stima della massa di fluoresceina sodica recuperata. Il secondo scenario è più realistico e i valori di recupero corrispondenti sono presentati in Tabella 1.

Tabella 1 Risultati tracciamento

Table 1. Tracer test results

Parametri	Gorgazzo	Santissima	Molinetto
Quota (m slm)	57	36	36
Minima Distanza in Pianta (m)	6170	5315	6180
Minima Distanza 3D (m)	6219	5375	6232
Tempo Primo Arrivo (giorni)	-	14	16
Picco Massimo (giorni)	-	21	26
Velocità Massima (m giorno ⁻¹)	-	384	389
Velocità al Picco (m giorno ⁻¹)	-	256	240
Massa Recuperata (g)	-	997	593
Recupero (%)	-	20	12
Fluoresceina Iniettata (g)	5000		
Recupero Totale (g)	-	1590	
Recupero Totale (%)	-	32	



Fig. 6 Iniezione di fluoresceina sodica all'Abisso Col de la Rizza (Filippo Felici – GSU)

Fig. 6 Injection of uranine at Abisso Col de la Rizza (Filippo Felici – GSU)



Fig. 7 Iniezione di Tinopal al Bus de la Genziana (Sergio Poeta - USP)

Fig. 7 Injection of tinopal CBS-X at Bus de la Genziana (Sergio Poeta – USP)

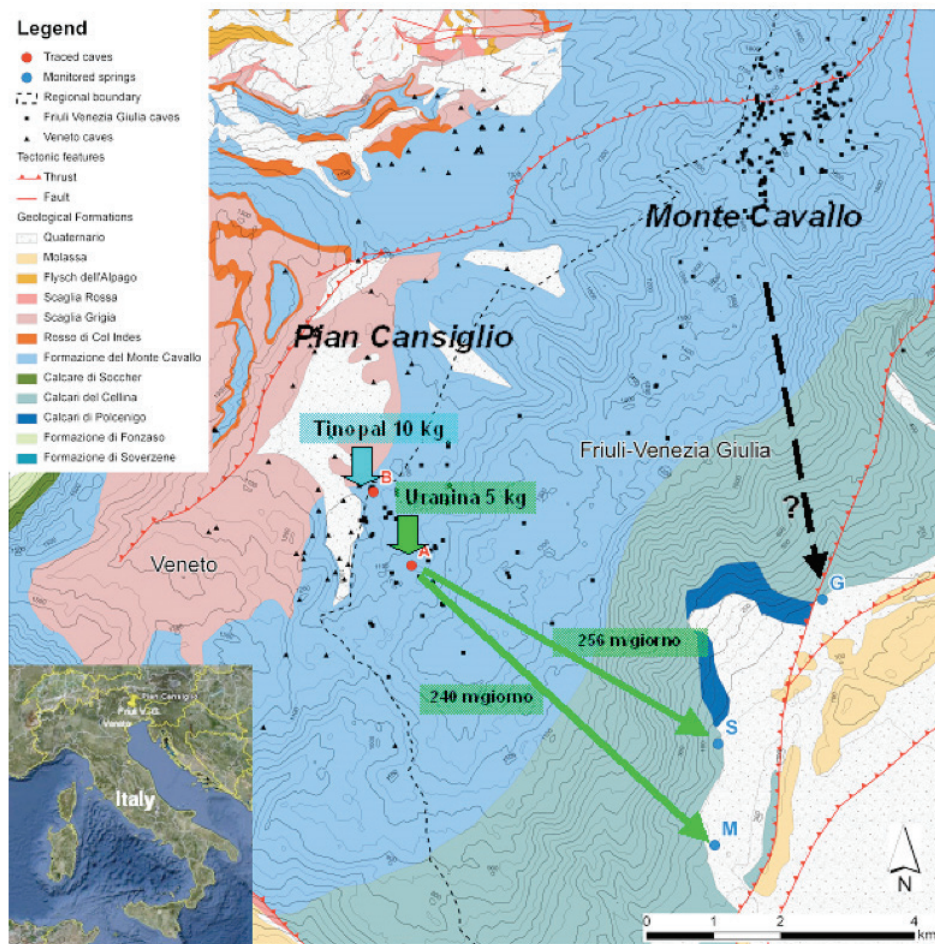


Fig. 8 Carta geologica con riportati i punti d'iniezione e le sorgenti monitorate (Vincenzi et al., 2011)

Fig. 8 Geological sketch with injection point and monitored springs (Vincenzi et al., 2011)

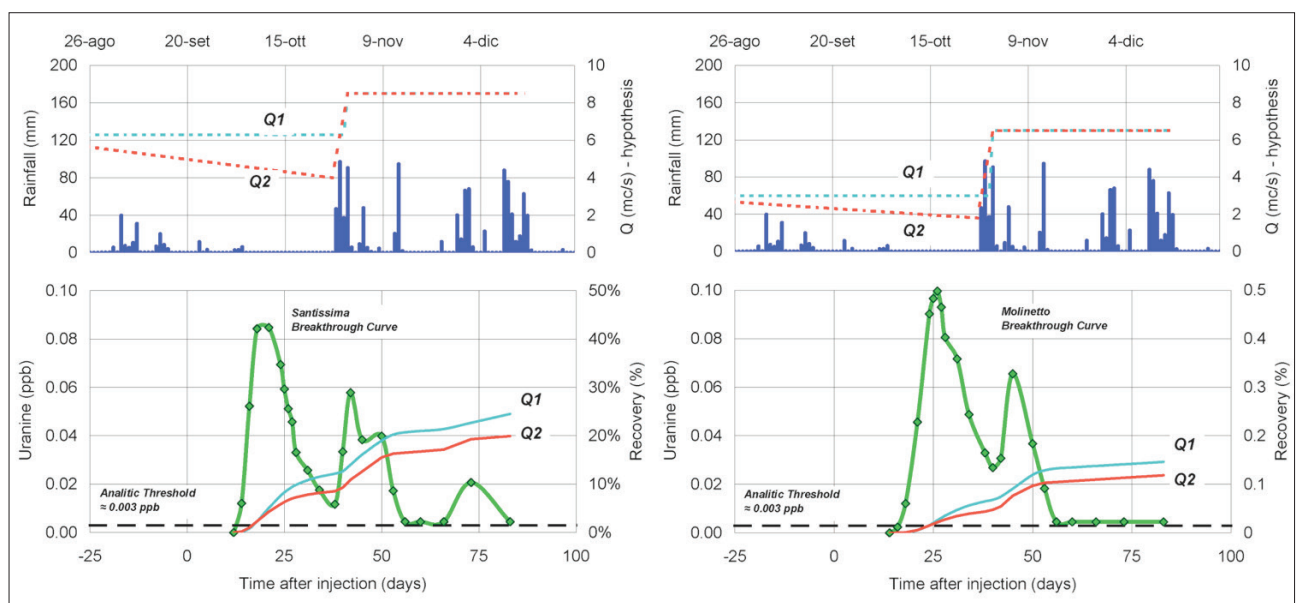


Fig. 9. Grafici delle precipitazioni e della risposta della fluoresceina sodica alle due sorgenti

Fig. 9. Rainfall and breakthrough curves of uranine at Santissima and Molinetto springs



Conclusioni

Il collegamento tra l'Abisso Col de la Rizza e le sorgenti Santissima (S) e Molinetto (M) è stato chiaramente dimostrato. I risultati riflettono anche una buona progettazione della prova con fluoresceina sodica, che è arrivata a concentrazioni molto basse (assenza di colorazione e nessun problema alla sorgente Santissima a uso potabile), ma sufficienti a permetterne la rilevabilità con analisi di laboratorio qualificate; allo stesso tempo si è raggiunta una percentuale di recupero abbastanza buona (32%), nonostante il monitoraggio su tre sorgenti di un solo versante dell'altipiano.

Il collegamento tra il Bus de la Genziana e le sorgenti non è stato dimostrato, per la sua assenza o, più probabilmente, per il comportamento meno conservativo del tino-pal CBS-X, rispetto alla fluoresceina sodica (che è il miglior tracciante fluorescente in quanto a limite di rilevabilità).

Dimostrando il collegamento tra gli eventi piovosi sull'altipiano e due delle sorgenti del Livenza, sorge un dubbio importante riguardo alla terza sorgente (Gorgazzo, G), che probabilmente trae alimentazione dalla zona di Monte Cavallo (un altro altipiano carbonatico sul lato orientale del Pian Cansiglio).

Il collegamento e la rapida risposta agli eventi meteorici evidenziano l'elevata vulnerabilità delle sorgenti del

Livenza e l'importante differenza tra bacino idrografico e bacino idrogeologico del fiume Livenza: gli enti territoriali considerano ancora il primo, ma questa prova di tracciamento dimostra che bisogna cambiare approccio e che uno studio idrogeologico completo sarebbe fondamentale per un'ottimale protezione delle risorse idriche sotterranee e superficiali.

Ringraziamenti

Prima di tutto si ringraziano le persone che hanno contribuito direttamente al tracciamento con il loro grande lavoro di campionamento alle sorgenti del Livenza: Costantino Bottoli (GSS), Flavio Canton e Sonia Dussin (USP). Grazie anche alle altre persone coinvolte nelle attività di campionamento: Vladimiro Toniello e Massimiliano Montanari.

Infine grazie mille ai gruppi che, oltre al Gruppo Speleologico Ferrarese, hanno contribuito, con il loro interesse e le loro risorse economiche, alla realizzazione della prova: Gruppo Speleologico Sacile, Unione Speleologica Pordenonese, Gruppo Grotte Solve CAI Belluno e Gruppo Speleologico CAI Vittorio Veneto.

Ricerca realizzata sotto il patrocinio della Società Speleologica Italiana, Federazione Speleologica Regionale del Friuli-Venezia-Giulia e Federazione Speleologica Veneta.

BIBLIOGRAFIA

CUCCHI F., FORTI P., GIACONI M., GIORGETTI F., 1999 - Note Idrogeologiche sulle Sorgenti del Fiume Livenza. Ricerca eseguita dall'Unità 4.7 e dall'Unità 4.9 del Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R., pubblicazione n° 1831.

GRILLO B., 2007 - Contributo alle Conoscenze Idrogeologiche dell'Altipiano del Cansiglio. Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan", 41: 5-15 Trieste 2007.

MENEGHEL M., SAURO U., BACIGA M.L., FILECCIA A., FRIGO G., TONIELLO V., ZAMPIERI D., 1986 - Sorgenti Carsiche e Erosione Chimica nella Prealpi Venete. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica, 62: 145-172, Trento 1986.

VIANELLI M., 2000 - I Fiumi della Notte, Ed. Bollati Boringhieri, Torino, 2000 pp. 141.

VINCENZI V., RIVA R., ROSSETTI S., 2011 - Towards a Better Knowledge of Cansiglio Karst System (Italy): Results of the First Successful Groundwater Tracer Test - Acta Carsologica, 40: 147-159, Postojna 2011.