

Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan"	Vol. 46 (2015)	pp. 3-14	Trieste 2016
---	----------------	----------	--------------

BARBARA GRILLO*, CARLA BRAITENBERG**

MONITORAGGIO DELLE ACQUE DI FONDO DEL BUS DE LA GENZIANA (PIAN CANSIGLIO, NORD-EST ITALIA)

RIASSUNTO

Vengono presentati i risultati del monitoraggio delle acque di fondo del Bus de la Genziana (1000VTV) eseguito da marzo 2013 a dicembre 2014. Si tratta di un sifone ubicato a 587 m di profondità, a carattere tendenzialmente pensile. Il livello delle acque si è alzato con un andamento di tipo impulsivo mediamente di 4-5 metri con pochi millimetri di pioggia: ha raggiunto in una occasione i 27 metri e altre due volte ha superato i 50 metri con precipitazioni abbondanti di durata di alcuni giorni. Vi è inoltre una relazione diretta tra i segnali impulsivi registrati dai pendoli geodetici installati a 25 m di profondità e gli innalzamenti di acqua nel sifone. Misurando conducibilità e temperatura si nota come localmente può essere interessato da mescolamenti di acque di neoinfiltrazione, che sono comunque molto veloci come innesco, meno come deflusso, per ragioni prevalentemente riconducibili al gradiente idraulico. Questo tipo di dinamica permette di comprendere come i circuiti idrici ipogei siano altamente conduttivi, come già ipotizzato dalle registrazioni clinometriche, e di ampliare la conoscenza della complessa idrogeologia del Cansiglio.

ABSTRACT

In this paper we present the results of groundwater monitoring of the Bus de la Genziana (Cansiglio, North-Eastern Italy). It is a cave 587 m deep and about 7 km long with a siphon hanging in the bottom. For the first time a diver instrument was installed here from March 2013 to December 2014 to discover the underground hydrodynamics.

The level has been raised with a pattern of impulsive average of 4-5 meters with a few millimeters of rain: it has reached 27 meters in one event and twice it has exceeded 50 meters with heavy rainfall lasting for several days. A direct relationship is between tiltmeters recording (installed here at 25 m deep) and water level in the siphon.

Observing the conductivity and the temperature, before the events of flood, the conductivity values (EC, at 25°C) were an average of 215 and 260 $\mu\text{S}/\text{cm}$, while the parameter fell between 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 190 $\mu\text{S}/\text{cm}$ when the karstic system fills. On the contrary the temperature changes a little bit: the variations are sometimes near the error measurement of the instrument with 0.04 to 0.3° C, minimum values 7.48° C and maximum value 8.34° C. These parameters show that the place can be affected by mixing of new infiltration water, which is

* Dipartimento di Matematica e Geoscienze - Università di Trieste, Unione Speleologica Pordenonese CAI PN - grillo.barbara@gmail.com

** Dipartimento di Matematica e Geoscienze - Università degli studi di Trieste – berg@units.it

however very fast as a trigger, as less outflow. This type of dynamic helps us to understand that the underground water circuits are highly conductive, as confirmed by tiltmeters signal, and enrich the knowledge of the Cansiglio complex hydrogeology.

Prospects for the future are to continue monitoring by installing a diver instrument also in the Abisso del Col della Rizza, a cave near Genziana, 800 m deep, in order to understand better the underground hydrodynamics, which are much more complex than they look.

INTRODUZIONE

Nel marzo 2013 è stata installata nelle parti più profonde dell'altopiano una sonda multiparametrica per il monitoraggio della falda mediante la misura dei principali parametri fisico - chimici dell'acqua (livello, temperatura e conducibilità) con lo scopo di comprendere la dinamica dell'acquifero del Cansiglio e di integrare le conoscenze sulla falda. E' la prima volta che viene svolto questo tipo di monitoraggio in una grotta in Cansiglio e per poterlo fare è stato estremamente importante il contributo degli speleologi.

L'installazione è avvenuta a 587 metri di profondità grazie alla collaborazione tra l'Unione Speleologica Pordenonese CAI - PN e l'Università di Trieste (Dipartimento di Matematica e Geoscienze), che ha messo a disposizione la sonda CTD, ed è stata possibile grazie all'aiuto di alcuni speleologi dei gruppi locali (U.S.P., G. S. Sacile e G.S.V.V.) impegnati nella ripresa delle esplorazioni nella zona del sifone. Le parti più basse di questa grotta sono caratterizzate da ambienti epifreatici, che possono allargarsi anche completamente e presentano condotte a sifone, dove è sempre presente l'acqua.

Questo tipo di ricerca va ad integrare gli studi idrogeologici in atto in Cansiglio da più di 10 anni per la comprensione dei rapporti tra la falda e le sorgenti del Livenza (GRILLO ET AL., 2010). Nel 2007 un tracciamento ha dimostrato che vi è una comunicazione diretta tra le acque della conca e quelle della sorgente Santissima e Molinetto (VINCENZI ET AL., 2010). Inoltre gli studi geofisici in atto hanno dimostrato che vi è netta relazione tra il carico idraulico e le registrazioni degli strumenti che misurano gli spostamenti crostali (GPS e clinometri in grotta): il massiccio del Cansiglio si deforma in seguito ad abbondanti eventi piovosi e si comporta in modo elastico proprio come una spugna (DEVOTI ET AL., 2015).

Inquadramento generale

L'Altopiano del Cansiglio è situato nelle Prealpi Carniche a cavallo tra il Veneto e il Friuli Venezia Giulia (Fig. 1) ed è compreso tra le province di Belluno, Treviso e Pordenone. E' delimitato ad Ovest dalla Val Lapisina e dal Fiume Meschio, a Nord dai monti dell'Alpago, a Sud e Sud Est dalla pianura veneto - friulana e ad Est si raccorda al Massiccio del Monte Cavallo.

La parte studiata interessa la Conca dell'Altopiano del Cansiglio, che si presenta con un fondo relativamente pianeggiante ad una altitudine media di 1000 metri racchiusa da dorsali che arrivano a quota tra i 1300 e i 1500 metri circa. Tutta la zona è caratterizzata da esemplari fenomeni carsici sia superficiali che ipogei.

Le formazioni geologiche che riguardano il Massiccio del Cansiglio - Cavallo hanno un'età compresa tra il Norico (Triassico superiore) e la fine del Miocene (Cenozoico). Per quanto riguarda la sola zona del Cansiglio le rocce interessate dal fenomeno carsico sono la Scaglia e la Formazione del Calcere di Monte Cavallo (CANCIAN ET AL., 1985).

L'Altopiano del Cansiglio è attualmente privo di idrografia superficiale e presenta un sistema di canalizzazioni ipogee che, almeno in parte, alimentano le imponenti sorgenti (Gorgazzo, la Santissima, il Molinetto) del Fiume Livenza nel versante Sud - orientale del massiccio carbonatico. Questa fascia di emergenza deve la sua origine allo sbarramento operato dal sistema di faglie inverse della Linea di Caneva - Maniago (CAVALLIN A., 1980). Le acque attraversano i calcari cretaci secondo una circolazione idrica complessa, lunga e approfondita. Il bacino di alimentazione è molto ampio e le sorgenti hanno portate medie dell'ordine di $5 \text{ m}^3/\text{s}$, con picchi

di $10 \text{ m}^3/\text{s}$ (GIACONI M., 1996; CUCCHI ET AL., 1999). Recenti prove di tracciamento dall'Abisso del Col della Rizza hanno dimostrato la comunicazione idrologica tra l'Altopiano del Cansiglio e due delle tre sorgenti friulane principali, Santissima e Molinetto (VINCENZI ET AL., 2010).

La sonda è stata installata nel Bus de la Genziana. E' una cavità che si apre in Pian Cansiglio a quota 1020 m a monte del margine della Strada Statale n° 422. Si trova in Veneto a pochi metri dal confine regionale con il Friuli Venezia Giulia. E' stata decretata Riserva Naturale Ipogea con il D. M. 12 luglio 1987 per la presenza di una endemica microfauna ipogea e per questo motivo è gestita dal Corpo Forestale dello Stato. E' una stazione geofisica ipogea dal dicembre del 2005 perché a 25 metri di profondità ospita due pendoli geodetici gestiti dall'Università degli Studi di Trieste (BRAITENBERG ET AL., 2007).

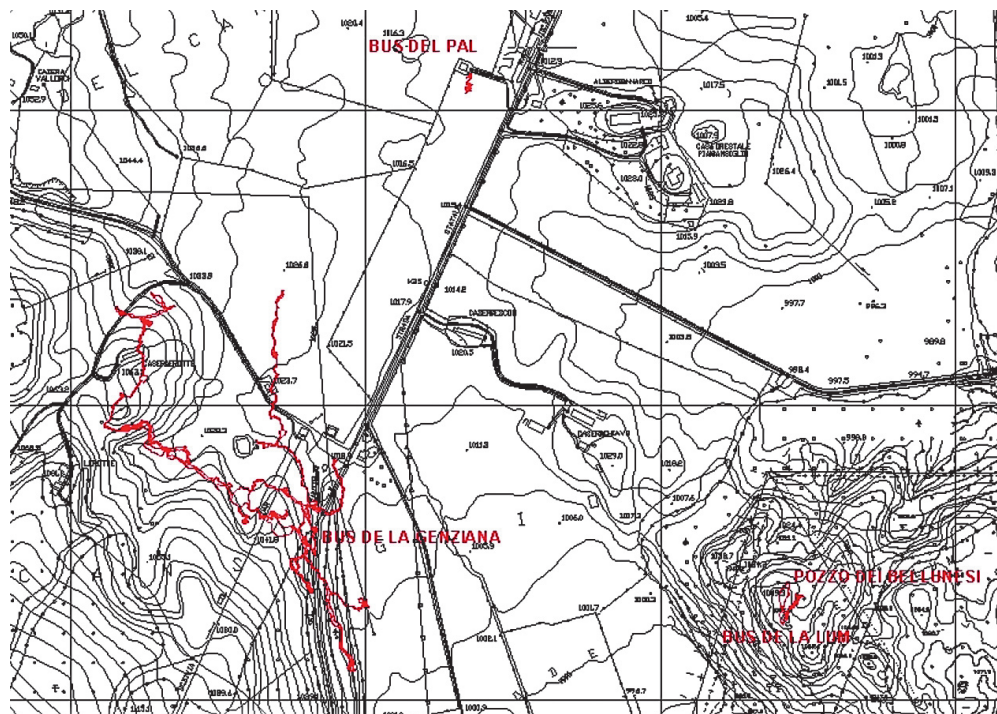


Fig. 1 - Inquadramento geografico del Cansiglio (in alto a destra) e localizzazione delle grotte considerate su CTR del Pian Cansiglio. Il Bus de la Genziana si trova sul lato sinistro della Strada Statale N° 422.

Il Bus de la Genziana, cavità rappresentativa del carsismo ipogeo del Cansiglio, è un complesso carsico caratterizzato dall'alternarsi di forre, gallerie, pozzi e caverne per più di due chilometri complessivi di sviluppo ed una profondità di 587 metri. Si apre inizialmente nella Scaglia e si sviluppa quasi interamente nei calcari della Formazione di Monte Cavallo.

Inquadramento climatico

Secondo il Piano di Tutela delle Acque della Regione Friuli e Veneto (ARPA 2004, 2006, 2009), in generale il clima di queste zone può essere considerato come continentale moderato

con connotazione umida, che è dettata dall'elevata piovosità dell'alta pianura e della zona prealpina. Questa componente è il risultato sia dell'effetto che i rilievi hanno sui flussi di aria umida provenienti da sud, che sono forzati a moti verticali i quali si traducono in piogge copiose, sia dell'elevata frequenza di temporali primaverili ed estivi.

Considerando il regime pluviometrico degli ultimi 30 anni del bacino del Livenza, la piovosità media annua è compresa tra 1700 e 2300 mm. Il mese mediamente meno piovoso è febbraio, con 100-140 mm circa; i mesi più piovosi sono di solito giugno e novembre con 180-280 mm circa.

La morfologia a conca del Cansiglio è all'origine del fenomeno dell'inversione termica per cui la temperatura aumenta con l'aumentare della quota. In particolare l'altopiano risulta avere un proprio topoclima caratteristico che risente degli influssi della sottostante pianura, mentre è riparato dai venti settentrionali dalla catena alpina. Si tratta di un clima temperato freddo con estati fresche, con una spiccata impronta oceanica per la vicinanza del mare Adriatico. Contemporaneamente dai versanti interni scende un flusso di aria fredda che va a depositarsi nella zona centrale della conca, nelle tre grandi doline, e lì rimane imprigionata, determinando localmente condizioni di maggiore continentalità.

Discussione dei dati

La sonda è stata installata nel marzo del 2013 sul sifone terminale. Le evidenze di oscillazione della falda date dal fango sulle pareti si presentano già lungo il ramo alla base del P36 fino a circa 40 metri sopra.

Per questa ricerca sono stati considerati 7 eventi di piena con oscillazioni che vanno da 8 metri a 50 metri. In quattro mesi di registrazione con campionamento orario il sifone si è alzato mediamente di 4-5 metri con pochi millimetri di pioggia all'ora (Fig. 2). I dati di precipitazione sono stati forniti da ARPA Veneto e i dati idrometrici dal Servizio Idrologico della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

In una occasione ha raggiunto i 27 metri il 16 maggio ore 12.00, quando nelle 5 ore precedenti sono caduti 31 mm. In questo evento durato tre giorni sono caduti 155 mm di pioggia. Il livello si è alzato di 4 metri in una ora. Poi è passato da 6 metri a 13 in metri in una ora e da 13 a 21 metri in una altra ora. Da 21 a 27 metri in due ore. Si è scaricato in 25 ore con una media quindi di circa 1 m/ora. Una piena data da 21 mm di pioggia in 9 ore ha provocato un innalzamento di 6 metri.

Il 31 gennaio 2014 ed il 26 dicembre 2014 sono stati registrati due altri records: la falda è salita di oltre 50 metri, range di registrazione massimo della sonda, con una permanenza oltre questo livello di 43 ore nel primo caso e 79 ore nel secondo caso.

Ogni volta che piove più di 12 mm/ora il sifone supera i 5 metri. La forma della curva del livello è ad angolo retto in carica. Nella fase di scarico superati i 4 m è altrettanto veloce, ma al di sotto dei 4-5 m presenta un lento deflusso: si innesca in pochissimo tempo e defluisce completamente in media in 7 - 10 giorni, se non piove di nuovo, altrimenti tende a rimanere intorno ai 4 metri per tutta la durata della precipitazione e scaricare lentamente. Questo tipo di dinamica ci permette di confermare precedenti ipotesi, che affermavano dalle analisi chimico - fisiche l'esistenza di circuiti idrici ipogei altamente conduttivi (GRILLO, 2001; GRILLO ET AL., 2010).

Mettendo in relazione il livello del sifone con quello idrometrico del Livenza (Fig. 3) si può notare come ad un livello di 25 metri del sifone corrispondano i quasi 5 metri di quello del fiume. E' ovvio che in condizioni di piena il sistema risponda così, considerando anche il fatto che i tempi di deflusso sui due luoghi sono diversi, ma risulta interessante rilevare le altezze corrispondenti a livelli inferiori e osservare la loro relazione diretta.

**SERIE COMPLETA DELLA MISURA DEL LIVELLO SUL FONDO DELLA GENZIANA
(marzo 2013 - giugno 2013 / agosto 2013 - novembre 2014)**

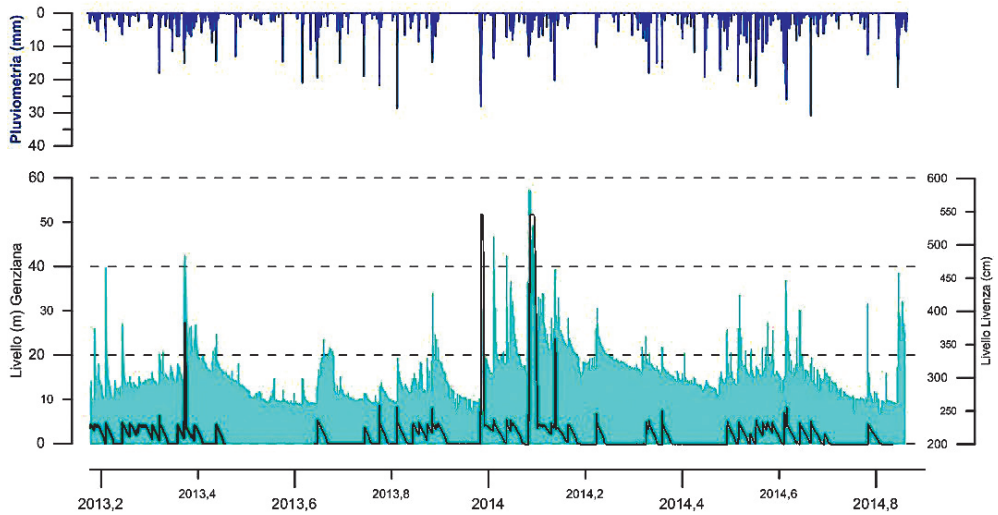


Fig. 2 - Confronto fra il livello del Livenza e quello del sifone Genziana in relazione alle precipitazioni (Dati di precipitazione forniti da ARPA Veneto e dati idrometrici forniti da Servizio Idrologico della Regione Autonoma FVG).

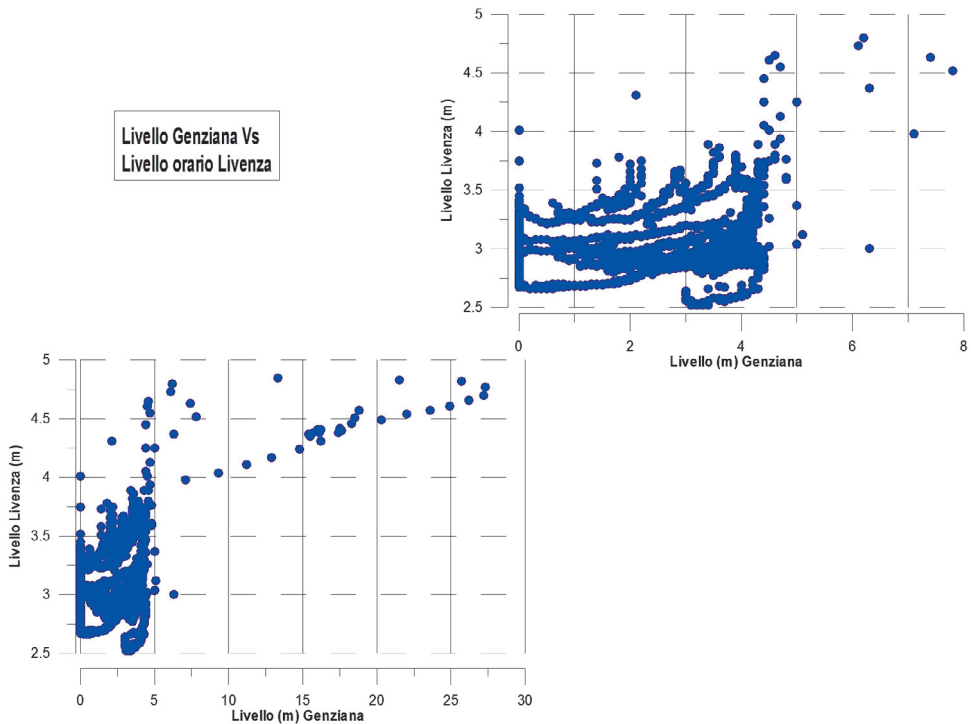


Fig. 3 - Confronto fra il livello del Livenza e quello del sifone Genziana, le cui acque sono solo uno dei tanti dreni del Cansiglio.

Considerando il parametro di conducibilità (EC a 25°C) e temperatura si tratta di acqua di circolazione veloce (Fig. 4, 5). Nella prima serie di dati si nota un distacco nei valori rispetto la seconda serie imputabile a dei problemi di calibrazione dello strumento. I valori di conducibilità e temperatura mostrano che il sifone localmente può essere interessato da mescolamenti di acque di neoinfiltrazione, che sono comunque molto veloci come innesco, meno come deflusso. La conducibilità ha un andamento annuale, varia da un minimo di 150 a 330 $\mu\text{S}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$ (Fig. 4). La variazione durante le piene è veloce con un netto abbassamento iniziale dei valori, anche se spesso si nota un cenno di “effetto pistone”. Presenta un lento recupero a medio - lungo periodo che segue il deflusso del livello. Il sistema idrico rientra in equilibrio nell’arco della settimana se non riceve altri apporti.

La temperatura media è di 7,90°C. I valori minimi sono 7,42°C (prima serie di dati) e massimi 8,34°C (seconda serie di dati). Pur essendo minime, le curve di variazione della temperatura prossime a volte all’errore di misura dello strumento mostrano un calo della durata di una settimana corrispondenti ai picchi del livello (Fig. 5). Quando arriva l’acqua di neoinfiltrazione, si smuove prima l’acqua più calda, quindi la temperatura invece di abbassarsi subisce una sorta di fenomeno di pistonaggio.

Sono state considerate poi le conducibilità e le temperature di 7 eventi nella fase precedente la piena e durante la fase di massimo impingamento per caratterizzare nel dettaglio l’idro-dinamica (Fig. 6 a, 6 b). Nel primo caso la conducibilità è mediamente compresa tra 215 e 260 $\mu\text{S}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$, mentre quando è in piena scende tra 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 190 $\mu\text{S}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$. Nel caso della temperatura come già si era detto nei precedenti grafici cambia poco. Probabilmente il fatto che la sonda sia immersa in un lago-sifone senza acqua corrente fa sì che l’acqua assuma una temperatura omogenea con la roccia.

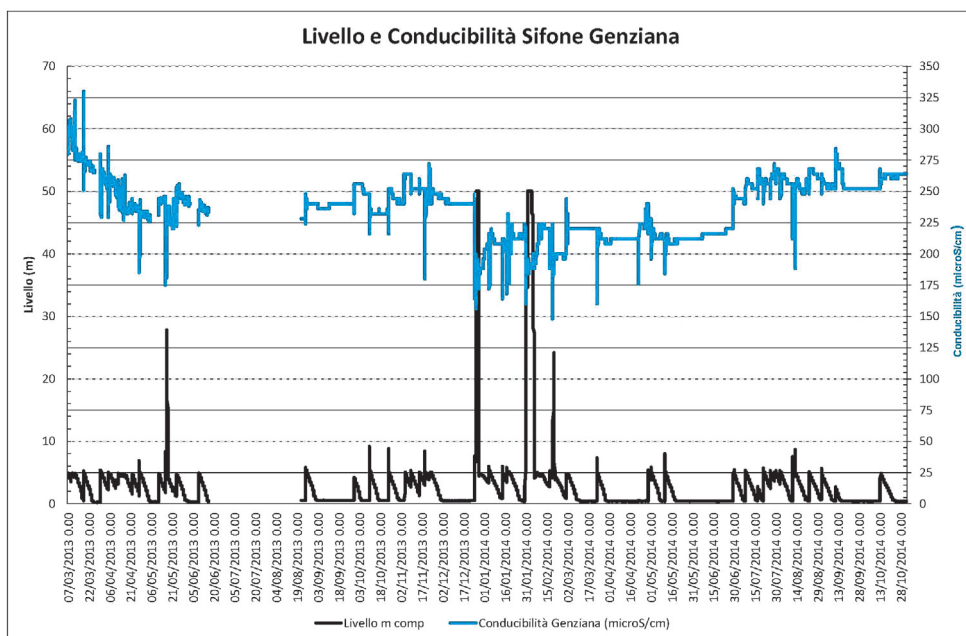


Fig. 4 - Confronto fra il livello del sifone Genziana e la sua conducibilità. Il valore minimo è 150 $\text{mS}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$ in corrispondenza dei livelli maggiori e massimo 325 $\text{mS}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$. Sono evidenti nei picchi gli arrivi di acqua di neoinfiltrazione.

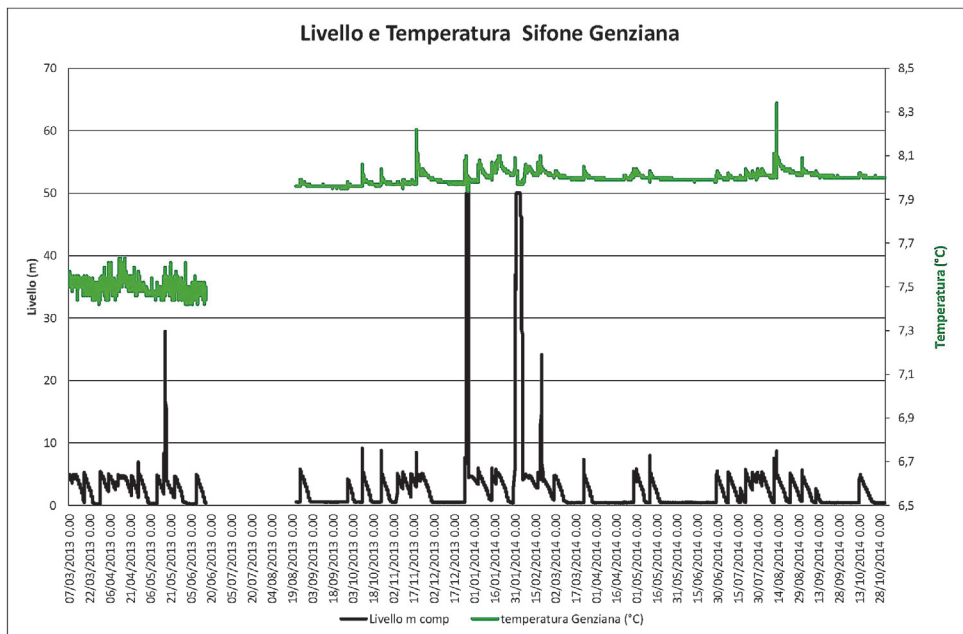


Fig. 5 - Confronto fra il livello del sifone Genziana con la sua temperatura. Le variazioni sono dell'ordine di 0,04 - 0,3° C corrispondenti agli arrivi di acqua di neoinfiltrazione. La differenza nei valori tra la prima serie di dati e la seconda è imputabile alla calibrazione dello strumento.

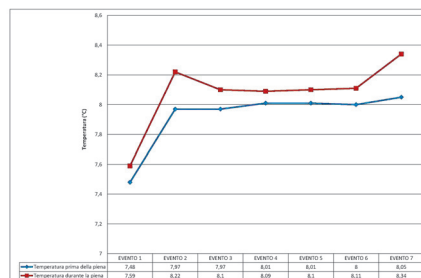
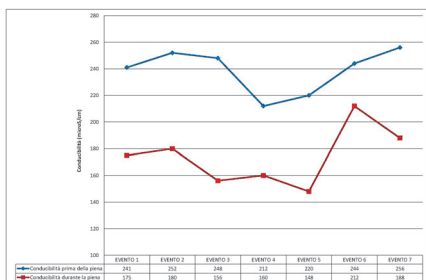


Fig. 6 a, 6 b - Confronto tra i valori di conducibilità (EC a 25°C) e temperatura prima della piena e durante la piena. La conducibilità varia da un minimo di 150 a un massimo di 252 mS/cm/25°C. La temperatura ha variazioni dell'ordine di 0,04 - 0,3° C. I valori minimi sono 7,48°C e massimi 8,34°C. Il minimo però non è in corrispondenza della piena.

Si è poi provato a calcolare le velocità sui picchi di livello, considerando che le tempistiche di variazione sono molto simili a quelle della conducibilità. Si nota come siano piuttosto elevati i valori di salita del livello (da 1 a 7 m/h) rispetto al deflusso, ridotto anche a pochi dm/h (Fig. 7). Le diversità ovviamente sono da ricondurre alle differenti condizioni di carico idraulico e alla quantità di precipitazione. Evidentemente la condotta di uscita è di dimensioni ridotte con un gradiente idraulico molto basso e non permette uno scarico veloce tanto quanto il carico.

Il sifone viene interessato dagli innalzamenti della falda quando l'idrostruttura del Cansiglio va in piena, ma considerate le caratteristiche dei tre parametri non sembra trovarsi a un livello base, bensì in prossimità della zona saturata. Questa parte di grotta è ricca di ambienti epifreatici e rappresenta ancora la zona di oscillazione del sistema.

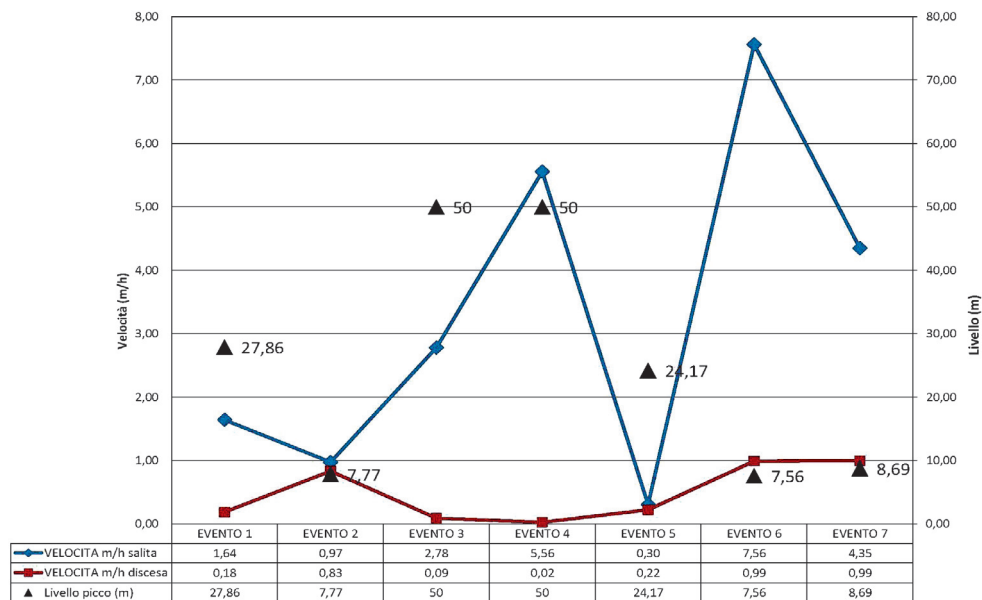


Fig. 7 - Confronto tra i valori di velocità di innesco e di deflusso di 7 eventi di piena, i cui livelli in metri sono indicati coi triangoli. Si nota come lo scarico sia molto lento diversamente dalla salita dove si ha maggiore variabilità dovuta alle condizioni di carico idraulico pregresse.

Confronto tra le registrazioni del livello di falda e quelle dei clinometri

L'obiettivo del monitoraggio dell'acqua nel sifone è integrare le conoscenze dell'idrogeologia locale ma anche capire la relazione tra i segnali geodetici registrati dai clinometri in Genziana e le piene di questa grotta. Come si sa questi strumenti registrano le maree terrestri, i trend di deformazione tettonica, ma anche segnali ben definiti che ci danno informazioni sulla deformazione indotta dal carico idraulico (GRILLO ET AL., 2010).

Mettendo insieme i dati di misura del livello di acqua nel sifone e quello dei pendoli geodetici (Fig. 8) installati a 25 metri di profondità nel Bus de la Genziana (BRAITENBERG ET AL., 2007), si rileva che gli impulsi idrologici rilevati sono connessi con gli innalzamenti della falda nel sifone, nel caso particolare dell'evento del 16 maggio (dove il livello ha raggiunto i 27 metri) con valori in microrad più elevati per la componente NS (16 microrad) rispetto alla EW (3 microrad). Da un primo sguardo sui dati è risultato che a ogni piena del sifone corrisponde un segnale di tipo impulsivo nei clinometri, confermando l'ipotesi di un sistema a canalizzazioni dirette. Il fatto che i segnali dei clinometri abbiano picchi in alto o in basso indica che ci sono alimentazioni o inneschi di acqua da direzioni diverse, in relazione quindi al differente carico idraulico del sistema o apporto idrologico. Il deflusso principale è comunque sempre verso la fascia delle sorgenti, cioè SE.

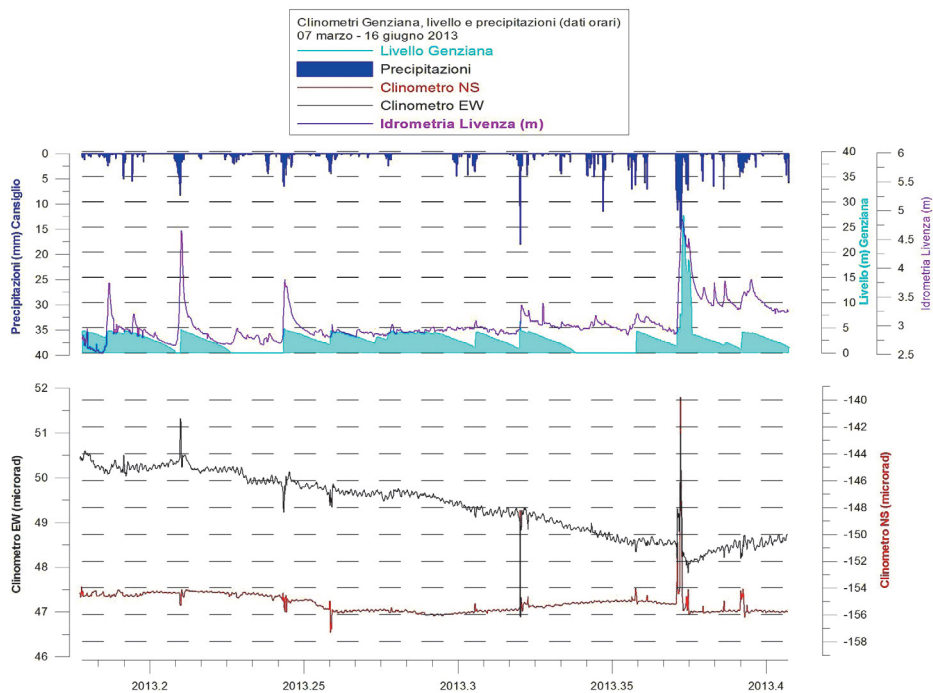


Fig. 8 - Confronto tra le registrazioni clinometriche e idrologiche (precipitazioni piovose in dati orari ARPA, altezze idrometriche del Livorno da dati Regione FVG e livello dell'acqua nel sifone della grotta Genziana): oltre alle maree terrestri si evidenzia la relazione diretta tra i segnali impulsivi dei pendoli geodetici e gli innalzamenti della falda.

Conclusioni

L'altopiano del Cansiglio fa parte di una notevole idrostruttura non omogenea: si tratta infatti di un acquifero carsico caratterizzato da medio e alto sviluppo del carsismo profondo, con conseguente alta permeabilità e con deflusso rapido nei condotti e nelle macrofratture, sebbene attenuato dall'esistenza di un flusso di base. In tutte le cavità è oggi presente acqua di circolazione o di stillicidio con portate differenti.

I dati dimostrano che si tratta di un sifone pensile, non terminale. Il livello ha un comportamento di tipo impulsivo con poca precipitazione piovosa: ha raggiunto in una occasione i 27 metri e due volte è andato a fondo scala superando i 50 metri con una velocità di salita massima di 7 m/h. Il deflusso ha graficamente una forma a ginocchio ed è molto più lento, probabilmente perché la condotta di uscita è di dimensioni ridotte con un gradiente idraulico molto basso.

I valori di conducibilità prima degli eventi di piena sono mediamente compresi tra i 215 e 260 $\mu\text{S}/\text{cm}/_{25^{\circ}\text{C}}$, mentre quando il sistema si riempie il parametro scende tra i 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 190 $\mu\text{S}/\text{cm}/_{25^{\circ}\text{C}}$. Nel caso della temperatura cambia poco: le variazioni sono dell'ordine di un volta dell'errore di misura dello strumento con 0,04 - 0,3° C, valori minimi pari a 7,48°C e massimi 8,34°C con piccoli fenomeni di pistonaggio.

Il sifone viene interessato dagli innalzamenti della falda quando la falda del Cansiglio si alza andando a riempire le condotte e la matrice rocciosa. Localmente può essere interessato

da miscelazioni di acque di neoinfiltrazione, che sono comunque molto veloci come innesco, meno come deflusso probabilmente anche per ragioni di permeabilità della matrice rocciosa di quel livello oltre che a causa del gradiente. Questo tipo di dinamica, convalidata anche dalle registrazioni clinometriche, ci permette di confermare che quando piove in poche ore la grotta va in piena ed i circuiti idrici ipogei sono altamente conduttivi. L'acqua che circola nel Bus de la Genziana però costituisce solo la minima parte di quello che esce nelle sorgenti e gli inneschi non sempre vengono dalle stesse direzioni, quindi significa che il sistema è a canalizzazioni dirette e articolato in più dreni.

Le prospettive per il futuro sono quelle di continuare il monitoraggio installando una sonda anche nell'Abisso del Col della Rizza per poter capire meglio l'idrodinamica sotterranea, molto più complessa di quanto sembri.

A prescindere dai risultati scientifici queste informazioni rivestono importanza anche per gli esploratori per la consapevolezza delle dinamiche che si possono innescare.

RINGRAZIAMENTI

L'autrice ringrazia tutti gli speleologi che hanno partecipato alle spedizioni ipogee e i gruppi speleologici che hanno prestato il loro materiale (U.S. Pordenonese, G.S. Sacile, G.S. Vittorio Veneto, G.S. Padova), gli Enti (A.R.P.A. Veneto e O.S.M.E.R. Friuli, Corpo Forestale dello Stato Ufficio di Vittorio Veneto, Servizio Idraulica della Regione Autonoma FVG) e gli amici che hanno contribuito in modo diretto e indiretto alla realizzazione di questa ricerca scientifica, soprattutto Enrico Merlak della C.G.E.B. per la revisione tecnica e Alberto Riva per la revisione critica.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., (2009) - *Piano di Tutela delle Acque del Friuli Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. Scaricabile on-line dal sito della Regione.
- AA.VV., (2004) - *Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto*. Regione Veneto. Scaricabile on-line dal sito della Regione.
- ARPA FVG, (2006) - *Rilevamento dello stato dei corpi idrici sotterranei della Regione Friuli Venezia Giulia* - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Final Report, pp. 68-71, http://www.regione.fvg.it/rafv/export/sites/default/RAFVG/AT9/ARG1/FOGLIA5/modulistica/relazione_totale.pdf
- BRAITENBERG C., GRILLO B., NAGY I., ZIDARICH S., (2007) - *La stazione geodetica - geofisica ipogea del Bus de la Genziana – Pian Cansiglio*. – Atti e Memorie della Commissione Grotte “E. Boegan”, Vol. 41: 105-120.
- CANCIAN G., GHETTI S., SEMENZA, (1985) - *Aspetti geologici dell'altopiano del Cansiglio*. Lav. Soc. Venez. Sc. Nat., Venezia, suppl.vol.10: 79-90.
- CAVALLIN A., (1980) - *Assetto strutturale del Massiccio Cansiglio - Cavallo, Prealpi Carniche Occidentali*. Atti del 2° Convegno di Studi sul Territorio della provincia di Pordenone, Piancavallo, 19-2 ottobre 1979.
- 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*.
- DEVOTI R., ZULIANI D., BRAITENBERG C., FABRIS P., GRILLO B., (2015) - *Hydrologically induced slope deformations detected by GPS and clinometric surveys in the Cansiglio Plateau, southern Alps*. - Earth and Planetary Science Letters, 419 (2015) pp 134–142.

- GIACONI M., (1995-1996) - *Studio idrogeologico delle sorgenti del fiume Livenza (Pn)*. Tesi di Laurea in Prospezioni Geofisiche. Facoltà Sc. MM. FF. NN. Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine Università degli Studi di Trieste A.A.1995-1996.
- GRILLO B., (2000 – 2001) - *Carsismo e idrogeologia dell'Altopiano del Cansiglio*. Tesi di Laurea in Geologia Applicata. Facoltà di SS. MM. FF. NN. Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine. Università degli Studi di Trieste A.A. 2000 – 2001.
- GRILLO B., (2007) - *Contributo alle conoscenze idrogeologiche dell'Altopiano del Cansiglio*. Atti e Memorie della Commissione Grotte “E. Boegan”, Vol. 41: 5-15.
- GRILLO B., (2010) - *Applicazioni geodetiche allo studio dell'idrogeologia del Cansiglio*. Tesi di Master di secondo livello, ISBN 978-3-639-66321-1, Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze AA. 2009 - 2010.
- GRILLO B., BRAITENBERG C., DEVOTI R., NAGY I., (2010) - *The study of karstic aquifers by geodetic measurements in Bus de la Genziana station - Cansiglio plateau (North - Eastern Italy)*. Acta Carsologica 2010 special issue, Postojna (Slo).
- VINCENZI V., RIVA A., ROSSETTI S., (2010) - *Towards a better knowledge of Pian Cansiglio karst system: results of the first successful tracer test in groundwater*. Acta Carsologica, special issue vol. 40/1.

