

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

Confronto tra i sistemi Vene-Fuse, Pesio e Soma

CINZIA BANZATO (*)

ABSTRACT

Tra i numerosi sistemi carbonatici presenti nella Provincia di Cuneo (Piemonte), alcuni sono ampiamente conosciuti grazie alle esplorazioni speleologiche o allo studio idrogeochimico che da anni viene condotto in queste zone. Quando lo studio diventa interdisciplinare, la conoscenza del sistema risulta più approfondita e più precisa. Non sempre, però, per i diversi sistemi acquiferi è disponibile lo stesso numero o tipo di informazioni.

Lo scopo del lavoro è quello di verificare se è possibile arrivare a definire una tipologia di acquifero mediante alcuni dati di monitoraggio, quando questi ultimi non sono avallati da altri tipi di prove, studi o informazioni.

In questo lavoro vengono confrontati i dati disponibili di tre sistemi carbonatici ubicati in Provincia di Cuneo in un'area abbastanza ristretta che ricade all'interno delle Alpi liguri: sistemi Vene-Fuse, Pesio e Soma. Nei primi due casi si è in presenza di acquiferi ampiamente carsificati, conosciuti anche dal punto di vista speleologico, che alimentano due distinte sorgenti per ogni sistema, nel terzo caso si tratta invece di un sistema non conosciuto dal punto di vista speleologico, che alimenta una serie di polle distribuite lungo una zona limitata all'interno di depositi di versante.

I dati di monitoraggio dei parametri sorgivi, anche collegati ai dati di precipitazione, danno informazioni sul tipo di acquifero che alimenta la sorgente, un grado di permeabilità e un tipo di risposta alla sorgente agli eventi infiltrativi, per cui, mediante l'analisi dei dati, i diversi sistemi possono essere classificati come a dreno dominante, a dreni interconnessi e a rete dispersiva, con il corrispondente comportamento.

KEY WORDS: *sorgenti, monitoraggio, portata, temperatura, conducibilità elettrica specifica*

METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

Il confronto dei dati di monitoraggio dei tre sistemi elencati in precedenza, caratterizza il punto chiave di questo lavoro. Per ogni sorgente è quindi stato realizzato un piano di monitoraggio, mediante l'installazione di un data-logger in grado di registrare ogni ora i parametri livello, temperatura e conducibilità elettrica specifica.

I valori di livello misurati automaticamente vengono successivamente convertiti in portata mediante l'applicazione delle formule relative agli stramazzi o delle curve di taratura.

La taratura periodica dei parametri misurati dall'acquisitore automatico, permette di ottenere dei risultati affidabili e sicuri. Periodicamente sono state anche realizzate delle analisi chimiche per ogni punto sorgivo.

In particolare per ogni sorgente esaminata vengono confrontati gli eventi di piena, sia nel suo tratto ascendente, sia in quello decrescente (Amit 2002, Hershey 2010, Linan 2009, Vigna 2002). Per ognuna di esse esiste un monitoraggio relativo ad un periodo superiore all'anno idrologico, in modo da escludere eventuali situazioni anomale del sistema stesso.

Oltre ai dati di monitoraggio, per i sistemi Vene-Fuse e Pesio sono disponibili anche informazioni relative a test con traccianti artificiali ed esplorazioni speleologiche.

SISTEMI ANALIZZATI

Il sistema Vene-Fuse

Il sistema Vene-Fuse alimenta le due sorgenti omonime ubicate nel Comune di Ormea (CN), sul versante sinistro della Val Tanaro a quota, rispettivamente, 1525 m s.l.m.m. e 1475 m s.l.m.m.. Non vengono captate, ma alimentano un corso d'acqua tributario del Torrente Tanaro.

La Sorgente Vene si manifesta attraverso alcune polle presenti all'interno dei depositi di versante, mentre la Sorgente Fuse (foto 1) emerge da una cavità carsica completamente allagata, che viene classificata come sorgente per limite di permeabilità indefinito.

Le sorgenti vengono alimentate da un'area che si estende oltre lo spartiacque della Val Tanaro (foto 2) interessando un vasto settore carsico ubicato alla testata delle valli Ellero e Corsaglia. L'area, di circa 6 km², è compresa tra le quote 2630 m s.l.m.m. del *Monte Mongioie* e quella della Sorgente Fuse ed è caratterizzata da un carso di alta quota, con scarsa copertura vegetale e suolo quasi inesistente, ampie superfici di carso scoperto, doline, pozzi e crepacci di varie dimensioni.

L'area di alimentazione comprende i complessi idrogeologici basale, calcare-dolomitico e flyschoidi. In realtà il complesso basale, formato principalmente da quarziti di età permiana, è quello che delimita la struttura del sistema acquifero, sia verso monte sia verso valle. La Sorgente Fuse si trova infatti a qualche decina di metri al di sopra del contatto tra i complessi basale e calcare-dolomitico. Il complesso presenta una bassissima permeabilità per fratturazione.

(*) Politecnico di Torino – Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture



Foto 1 – Sorgente Fuse



Foto 2 – Porzione dell'area di alimentazione delle due sorgenti: alta Valle Pesio

Il complesso calcareo-dolomitico occupa invece buona parte dell'area di alimentazione delle due sorgenti. È formato da dolomie triassiche (alla base della successione carbonatica) e da calcari massicci e scistosi di età compresa tra il Giurassico e il Cretaceo entrambi altamente carsificati e relativamente fratturati. All'interno del complesso si riscontrano numerose forme carsiche sia in superficie sia in profondità con numerosi abissi e cavità con sviluppo chilometrico. Il complesso quindi presenta nell'insieme un'elevata permeabilità per carsismo e fratturazione. Tale complesso ospita l'acquifero principale che alimenta le sorgenti del sistema.

Il Complesso flyschoidale occupa piccole porzioni dell'area di alimentazione del Sistema Vene-Fuse ed è costituito da un'alternanza di arenarie, scisti argillosi, marne, e talvolta calcari massicci e brecciati di età eocenica. La permeabilità nell'insieme può essere considerata bassa. Su tali litotipi sono impostati piccoli rii che vanno ad alimentare, attraverso diversi inghiottitoi, l'acquifero carbonatico.

L'alimentazione del sistema è pluvio-nivale, principalmente per infiltrazione diffusa attraverso la superficie carsica e secondariamente per infiltrazione diretta attraverso inghiottitoi.

Diversi test con traccianti hanno permesso di definire con una buona approssimazione i limiti dell'area di alimentazione delle due sorgenti e di stimare i tempi di percorrenza delle acque all'interno dell'acquifero.

Dalle diverse colorazioni si ricava che le due sorgenti sono legate a due porzioni di acquifero differenti. In magra in effetti, le colorazioni che danno esito positivo alla Sorgente Vene non arrivano invece ad interessare la Sorgente Fuse (posta a quota leggermente inferiore) e viceversa. Nei periodi di piena invece alcune colorazioni effettuate hanno fornito esito positivo presso le due sorgenti, con un piccolo ritardo per quanto riguarda l'arrivo del tracciante alla Sorgente Fuse. Lo spartiacque che divide le aree di alimentazione delle due sorgenti, non è ancora stato ben definito ed è probabilmente legato a faglie e relative dislocazioni. Le analisi chimiche hanno fornito leggere differenze nei parametri principali avvalorando così l'ipotesi di due percorsi differenti per le acque che raggiungono le sorgenti del sistema.

Test con traccianti artificiali, realizzati mediante l'installazione di un fluorimetro in grado di registrare la concentrazione del colorante ogni 4 minuti, ha permesso di valutare la velocità di flusso sotterraneo, che corrisponde a circa 100 m/h.

Complessivamente quindi vista la presenza di numerose grotte percorribili e delle curve di restituzione delle prove con traccianti artificiali l'intero corpo acquifero corrisponde a un sistema a dreno dominante con una zona saturata abbastanza limitata. Ad avvalorare tale ipotesi contribuiscono i dati di monitoraggio (figure 1 e 2) che mostrano come le portate subiscano incrementi impulsivi in seguito alle precipitazioni, mentre i valori di temperatura e conducibilità elettrica decrescano altrettanto rapidamente e tempestivamente (risposte veloci in seguito agli eventi infiltrativi).

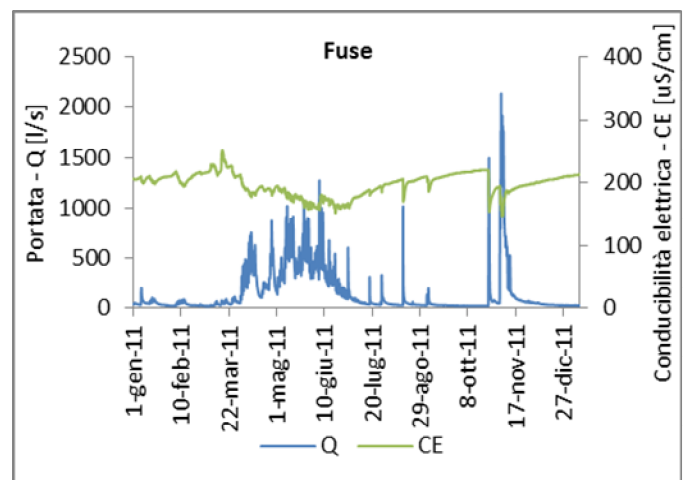


Fig. 1 – Andamento annuale nel tempo dei parametri portata e conducibilità elettrica specifica

Inoltre l'indice di variabilità della portata, ben superiore all'unità, indica che la sorgente è caratterizzata da un regime estremamente variabile e l'escursione massima annuale della temperatura è maggiore di 1°C.

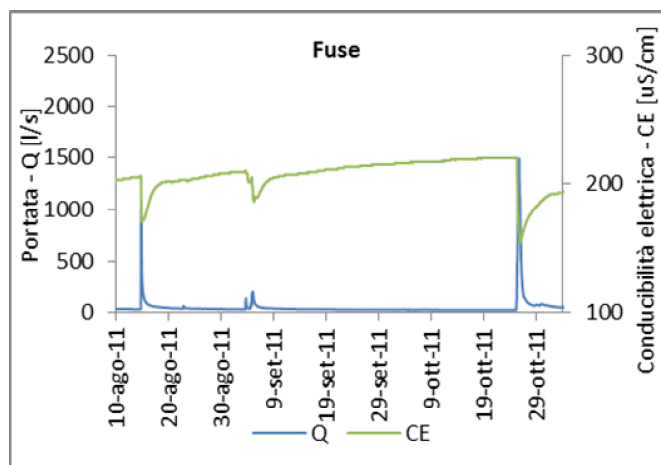


Fig. 2 – Particolari di piene

Il sistema Pesio

Il sistema Pesio alimenta due sorgenti perenni denominate Pesio e Pesio 18 ubicate rispettivamente a quota 1380 m s.l.m.m. e 1340 m s.l.m.m. nel Comune di Chiusa Pesio, all'interno del Parco del Marguareis. Alimenta anche la sorgente temporanea del Pis del Pesio (quota 1460 m s.l.m.m. – foto 3), ossia il troppo pieno del sistema, attivo solamente durante i periodi di piena. Le due sorgenti perenni scaturiscono da depositi di versante ubicati alla base delle pareti rocciose su cui si trova la cavità del Pis del Pesio e sono determinate da un limite di permeabilità, sepolto dai depositi quaternari. Le acque delle due sorgenti generano il torrente omonimo.

La zona di alimentazione delle sorgenti Pesio e Pesio 18 comprende un'area di circa 18 km², in parte in territorio italiano ed in parte in territorio francese: la Conca delle Carsene (testata della Valle Pesio – foto 4), situata interamente in territorio italiano, occupa buona parte dell'area di ricarica, mentre il settore francese compreso tra Pian Ambrogio e Pian Scivolai (testata della Valle Roja), interessa una superficie minore. L'area è compresa tra la quota di oltre 2400 m s.l.m.m. dei Monti delle Carsene e le quote delle sorgenti del Pesio. Nell'area sono conosciute numerosissime grotte prevalentemente a sviluppo verticale, che in caso di piena vedono aumentare il proprio livello idrico di diverse decine di metri.

La Conca delle Carsene è costituita da due ampi valloni glacio-carsici caratterizzati da carso di alta quota, in cui abbondano rocce affioranti attraversate da campi solcati, doline e pozzi. In prossimità della zona sorgiva, sono presenti ripide pareti alla base delle quali si trovano depositi di versante e coni di detrito. La zona di Pian Ambrogio e Pian Scivolai, invece, è caratterizzata da un carso con una maggiore copertura e numerose doline, anche di grandi dimensioni. Dove affiorano rocce poco permeabili sono presenti acque di ruscellamento che confluiscono in alcuni inghiottitoi che alimentano direttamente l'acquifero carbonatico sottostante.

L'area di alimentazione è caratterizzata da diversi complessi, tra i quali quelli basale, calcareo-dolomitico, flyschoidi e detritico-morenico.



Foto 3 – Pis del Pesio attivo

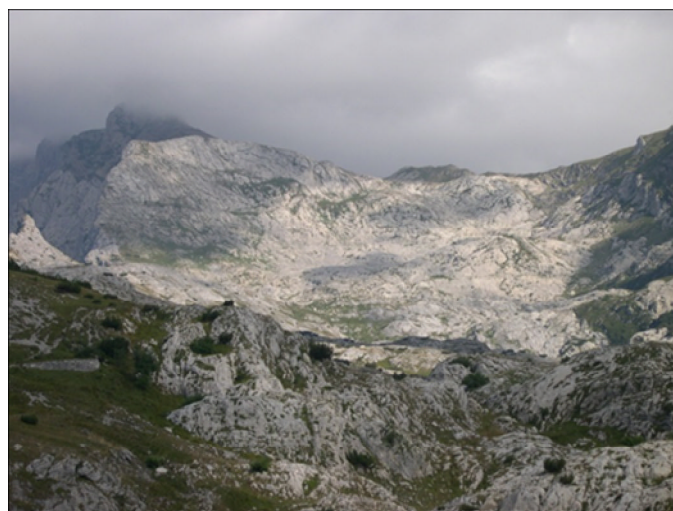


Foto 4 – Area di alimentazione delle sorgenti Pesio e Pesio 18. Conca delle Carsene – settore italiano

Il complesso basale è costituito da “porfiroidi” e quarziti di età permiana e costituisce un importante limite di permeabilità che condiziona la circolazione idrica profonda del sistema del Pesio. Presenta una permeabilità molto ridotta.

Il complesso calcareo-dolomitico è formato da dolomie triassiche e calcari massicci e scistosi di età giurassica e cretacea, entrambi altamente carsificati e abbondantemente fratturati. L'elevato grado di carsificazione della zona in oggetto ha dato origine a forme carsiche molto estese sia in superficie sia in profondità. Alle morfologie esterne classiche degli ambienti carsici, che permettono una rapida infiltrazione delle acque di precipitazione, si affiancano condotti carsici nei quali vengono convogliate le acque sotterranee con conseguente deflusso molto rapido all'interno dell'ammasso roccioso. Complessivamente quindi si è in presenza di una permeabilità molto elevata per carsismo e fratturazione. Tale complesso ospita l'acquifero che alimenta le sorgenti del Pesio.

Il complesso flyschoidale è costituito da un'alternanza di arenarie, scisti argillosi, marne calcaree. La permeabilità, per fratturazione, nell'insieme può essere considerata bassa. L'acquifero, quando presente, influisce minimamente su quello carbonatico.

Il complesso detritico-morenico occupa limitati settori nella Conca delle Carsene e zone più estese alla base delle pareti presso la zona sorgiva. È costituito in parte da depositi di tipo glaciale (a granulometria estremamente variabile) e da accumuli di versante e conì di detrito, generalmente con granulometria grossolana con poca matrice fine. La permeabilità del complesso è estremamente variabile, ma nell'insieme può essere considerata medio-alta. Ospita un acquifero in parte alimentato dall'acquifero carbonatico.

L'alimentazione del sistema è prevalentemente pluvio-nivale con infiltrazione diffusa in tutta l'area e concentrata nel settore di Pian Ambrogio per la presenza di inghiottitoi attivi.

Anche presso questo sistema sono stati effettuati diversi test con traccianti artificiali che hanno permesso di delimitare con buona approssimazione l'area di alimentazione delle sorgenti del Pesio. La colorazione effettuata mediante fluorimetro ha permesso di calcolare le velocità di flusso all'interno del sistema che sono risultate comprese tra 260 m/h e 150 m/h. Le differenti velocità corrispondono ai due differenti arrivi di colorante: il primo corrisponde all'arrivo del colorante alla Sorgente Pesio, il secondo alla Sorgente Pesio 18.

Le analisi chimiche forniscono risultati del tutto simili per i parametri principali (facies geochimiche), per cui a differenza del sistema Vene-Fuse, quello del Pesio sembra alimentare indistintamente le due sorgenti perenni del sistema. La Sorgente Pesio 18, mostrando un andamento annuale con variazioni più contenute rispetto a quelle della Sorgente Pesio, sembra rappresentare il flusso di base del sistema, mentre la Sorgente Pesio, poiché collegata anche al troppo pieno del Pis del Pesio, presenta variazioni di portata decisamente superiori.

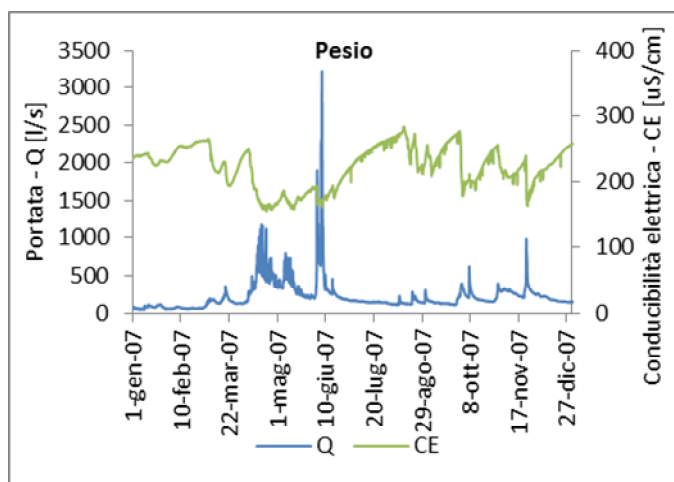


Fig. 3 - Andamento annuale nel tempo dei parametri portata e conducibilità elettrica specifica

Anche in questo caso, la curva di restituzione del test con tracciante artificiale unita alle esplorazioni speleologiche permette di definire come un dreno dominante il sistema del Pesio, associato ad una zona satura poco estesa. I dati di monitoraggio (figure 3 e 4) avvalorano questa ipotesi.

Nel grafico infatti si vede come le risposte della portata, della conducibilità elettrica specifica e della temperatura alle precipitazioni siano generalmente repentine rispetto agli eventi infiltrativi. In corrispondenza degli incrementi di portata si verificano sempre abbassamenti nei valori di temperatura e conducibilità elettrica (comportamento a sostituzione). L'indice di variabilità della portata della Sorgente Pesio, indica un regime estremamente variabile.

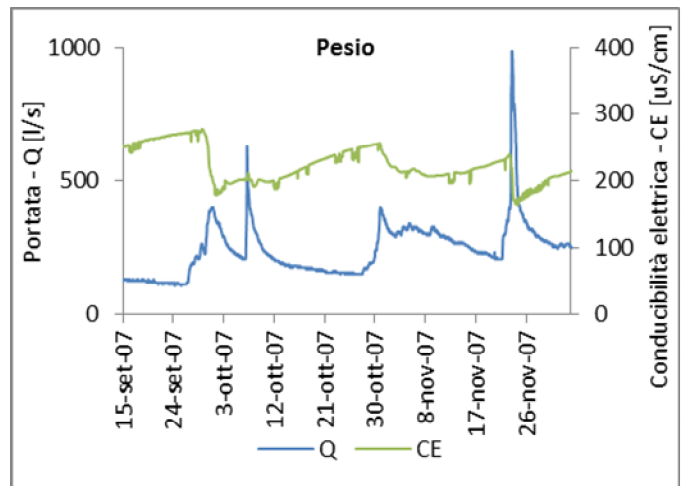


Fig. 4 - Particolari di piene

Il sistema Soma

Con il termine Sorgente Soma si intende una serie di polle emergenti da depositi detritici a quota 1580 m s.l.m.m., ubicate in alta Val Tanaro nel comune di Briga Alta (CN) a monte della Frazione di Carnino Superiore. Le emergenze, non essendo captate, alimentano un corso d'acqua che confluisce nel Rio di Carnino (foto 5). Scuriscono in prossimità di una soglia di permeabilità sub-verticale impostata lungo il contatto tettonico tra il complesso calcareo-dolomitico e quello basale sottostante. La sorgente vera e propria risulta quindi sepolta dal complesso detritico-morenico sovrastante.

L'area di alimentazione della sorgente si trova in sinistra orografica dell'alto Vallone di Carnino compresa tra le quote 2250 m s.l.m.m. circa del versante al di sotto di Cima Pian Ballaur e 1580 m s.l.m.m. della zona sorgiva (foto 6).

L'area comprende buona parte del versante a monte della sorgente spingendosi verso il settore sud-orientale di Pian Ballaur caratterizzato dalla presenza di alcuni impluvi percorsi da acqua solamente in caso di precipitazioni abbondanti. Non sono presenti inghiottitoi attivi.

La zona, che ricopre una superficie di circa 3 km², è caratterizzata in quota da affioramenti rocciosi con scarsa copertura vegetale e suolo quasi assente, con morfologie carsiche superficiali quasi inesistenti. Nel settore inferiore l'ammasso carbonatico è coperto da una spessa coltre detritica.



Foto 5 – Zona sorgiva



Foto 6 – Area di alimentazione delle Sorgenti della Soma

L'area di alimentazione comprende i complessi basale, calcareo-dolomitico e detritico-morenico.

Il complesso basale è costituito da “quarziti” di età Permiana con permeabilità per fratturazione piuttosto bassa e delimita, mediante un contatto tettonico, i litotipi carbonatici sede di acquifero.

Il complesso calcareo-dolomitico è formato prevalentemente dalle dolomie di età Triassica, il cui limite verso nord e verso ovest non è facilmente definibile in quanto impostato in corrispondenza di uno spartiacque sotterraneo con un sistema carsico adiacente. Presenta nell'insieme una permeabilità medio-alta per fratturazione e limitato carsismo e ospita l'acquifero principale che alimenta la sorgente in questione.

Il complesso detritico-morenico è costituito in parte da depositi glaciali e in parte da depositi di versante e coni di detrito, il tutto caratterizzato da sedimenti a diversa granulometria. La sua permeabilità è estremamente variabile, ma nell'insieme può essere considerata medio-alta. Tale complesso può ospitare un acquifero, anche se di spessore ridotto, che può alimentare l'acquifero carbonatico sottostante, mediante travasi.

L'alimentazione del sistema è prevalentemente nivopluviale con infiltrazione diffusa in tutta l'area.

Non sono stati effettuati test con traccianti per la mancanza di inghiottitoi nell'area di alimentazione e non si conoscono cavità carsiche percorribili.

L'analisi chimica delle acque permette di associare la sorgente Soma ad un acquifero carbonatico, in quanto il contenuto di ioni bicarbonato e calcio, somiglia a quello delle altre sorgenti carbonatiche presenti in zona, comprese quelle descritte in precedenza. A differenza delle sorgenti legate ai sistemi Vene-Fuse e Pesio, la Sorgente Soma presenta un contenuto di ioni magnesio e solfati maggiore rispetto alle prime.

Il monitoraggio dei tre parametri sorgivi, descrive per questa sorgente, situazioni leggermente differenti. Le figure 5 e 6 mostrano infatti come per ogni evento di piena, la conducibilità elettrica subisca dei rapidi incrementi seguiti da una fase decrescente, durante la quale vengono raggiunti valori inferiori rispetto a quelli registrati prima degli aumenti di portata.

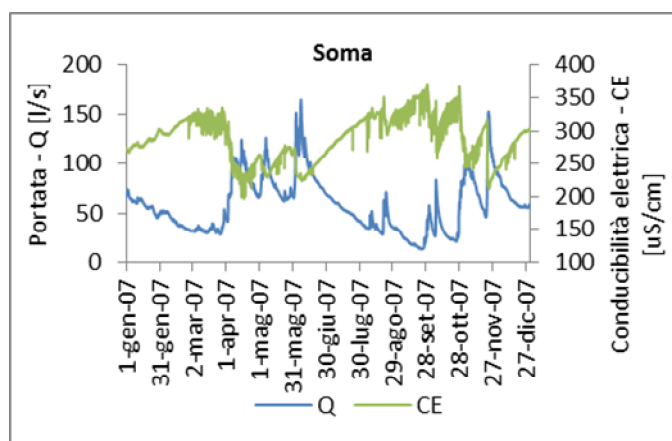


Fig. 5 – Andamento annuale nel tempo dei parametri portata e conducibilità elettrica specifica

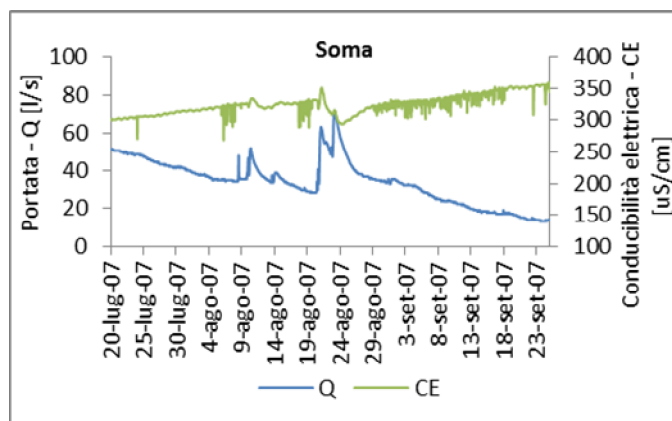


Fig. 6 – Particolari di piene

Con l'esaurirsi dell'effetto della piena, la conducibilità elettrica riprende il suo trend crescente, recuperando i valori pre-piena. La risposta del sistema Soma può quindi essere descritta come un brevissimo pistonaggio seguito da una fase di sostituzione molto prolungata nel tempo. Questo fenomeno

si verifica quasi sempre, ma non mancano situazioni in cui a valori massimi di portata corrisponde un rapido decremento della mineralizzazione, senza la fase di pistonaggio.

ANALISI DEI RISULTATI

Come descritto in precedenza, tutte le informazioni relative ai sistemi Vene-Fuse e Pesio permettono di definirli come sistemi a dreno dominante. I diagrammi presenti nelle figure 2 e 4 descrivono chiaramente il comportamento a sostituzione dei due diversi sistemi durante le piene estive e autunnali. È preferibile tralasciare le piene di fusione nivale, causa la forma complessa e prolungata nel tempo della curva di piena. Durante questa fase infatti si sommano gli effetti della fusione (oscillazioni diurne della portata a causa dell'effetto dell'irraggiamento sul manto nevoso, infiltrazione prolungata nel tempo che fornisce risposte ritardate alla sorgente) a quelli delle precipitazioni liquide, che provocano accelerazioni al processo di fusione. La difficile interpretazione di tale evento può portare a conclusioni errate e quindi suggerisce di analizzare unicamente le piene estive ed autunnali, che sono invece dovute ad un solo tipo di infiltrazione.

Le figure mostrano alcuni chiari esempi di piena dei due sistemi: a ogni aumento di portata corrisponde una diminuzione della conducibilità elettrica. Gli aumenti repentini delle portate sono dovuti alle acque di neo-infiltrazione (meno mineralizzate rispetto a quelle che risiedono nell'acquifero) che arrivano velocemente alla sorgente, provocando un forte calo dei valori di conducibilità elettrica. Le risposte del sistema Vene-Fuse sono istantanee e veloci con aumenti di portata quasi verticali seguiti da altrettanto rapide diminuzioni della conducibilità elettrica. Peraltro, mentre le portate tornano a valori pre-piena molto rapidamente, la conducibilità elettrica impiega tempi maggiori. Anche la Sorgente Pesio mostra notevoli variazioni di portata in seguito alle piogge, con conseguenti cali dei valori di conducibilità elettrica. Se si esclude quella di inizio ottobre (decisamente istantanea), le altre piene mostrano risalite più lente rispetto al sistema Vene-Fuse, con conseguente rallentamento nelle diminuzioni dei valori di conducibilità elettrica.

Come per quello della conducibilità elettrica, il grafico delle temperature (figure 7 – 8) mostra come per ogni incremento di portata si verifichi un abbassamento di valori di temperatura (comportamento a sostituzione), situazione che si riscontra anche per i più piccoli incrementi del flusso idrico.

Le figure 9 e 10 mostrano l'andamento delle portate delle tre sorgenti in esame durante alcuni eventi di piena registrati durante l'anno 2006. Per meglio analizzare l'evoluzione delle portate, i valori di Fuse e Pesio sono stati riportati sull'asse verticale principale, mentre quelli della Soma sono resi sull'asse secondario con scala differente rispetto al primo.

Nonostante i valori massimi raggiunti in questo periodo siano minori rispetto alle altre due sorgenti (la Sorgente Soma arriva al massimo a 150 l/s e 120 l/s, mentre le altre due

sorgenti arrivano anche a superare 1500 l/s – i picchi di piena sono stati tagliati per meglio evidenziare gli andamenti), la Sorgente Soma presenta, durante le piene, delle curve decisamente più ampie, soprattutto nei tratti decrescenti quando le portate impiegano molto tempo a raggiungere i valori registrati in periodi indisturbati.

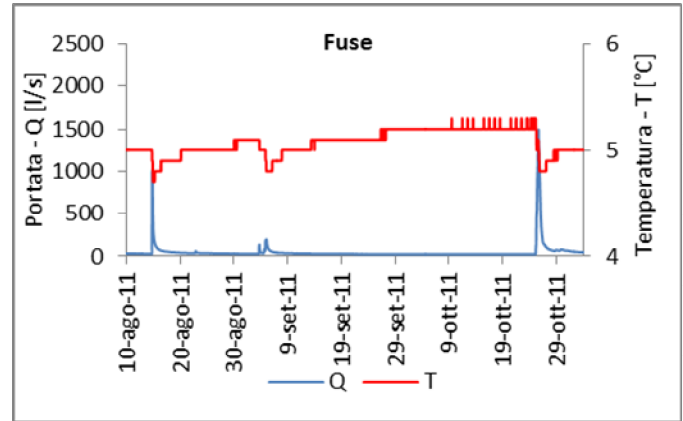


Fig. 7 – Particolari di eventi di piena della portata e della temperatura delle acque della Sorgente Fuse

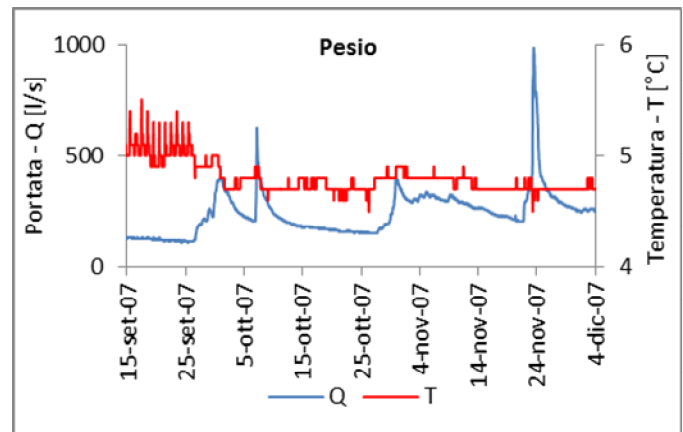


Fig. 8 – Particolari di eventi di piena della portata e della temperatura delle acque della Sorgente Pesio

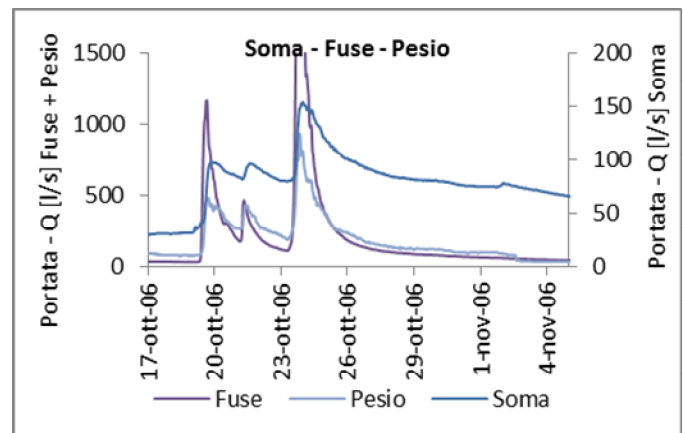


Fig. 9 – Particolari di eventi di piena della portata delle sorgenti Soma, Fuse e Pesio

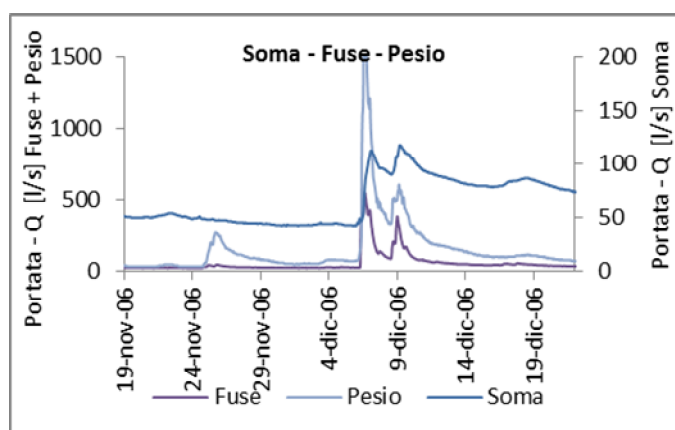


Fig. 10 – Particolari di eventi di piena della portata delle sorgenti Soma, Fuse e Pesio

Il confronto del parametro conducibilità elettrica delle tre sorgenti (figure 11-12), mostra dei picchi positivi seguiti da un'immediata diminuzione dei valori di conducibilità per la Sorgente Soma, mentre per la Sorgente Fuse in corrispondenza degli eventi di piena, si registrano sempre delle fasi di decrescita. La mineralizzazione del Pesio può subire, durante le piene, sia aumenti che diminuzioni. All'inizio delle piene di fusione nivale i valori di conducibilità elettrica cominciano a decrescere in modo abbastanza rapido per la Sorgente Pesio, mentre per Soma e Fuse si registra solo una lieve e lenta diminuzione.

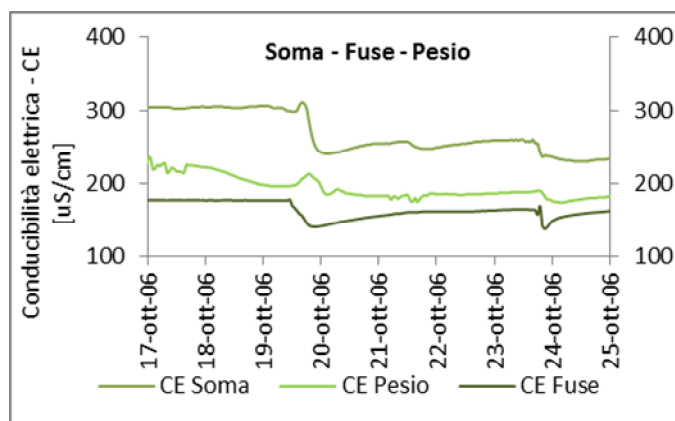


Fig. 11 – Particolari dei valori della conducibilità elettrica durante alcuni eventi di piena delle sorgenti Soma, Fuse e Pesio

Il confronto dei dati e delle informazioni idrogeologiche permette di stabilire che la Sorgente Soma, delimitata da una soglia di permeabilità tra il complesso basale e quello carbonatico, risponde più lentamente agli eventi infiltrativi rispetto alle altre due sorgenti alimentate da un sistema a dreno dominante (con zona satura praticamente assente), sia in fase crescente, sia decrescente della piena. Inoltre i valori di conducibilità elettrica, sempre durante le fasi di piena, descrivono quasi sempre un breve pistonaggio iniziale seguito da un abbassamento abbastanza rapido dei valori. Questo pistonaggio istantaneo, assente per la Sorgente Fuse, talvolta può essere presente per la Sorgente Pesio.

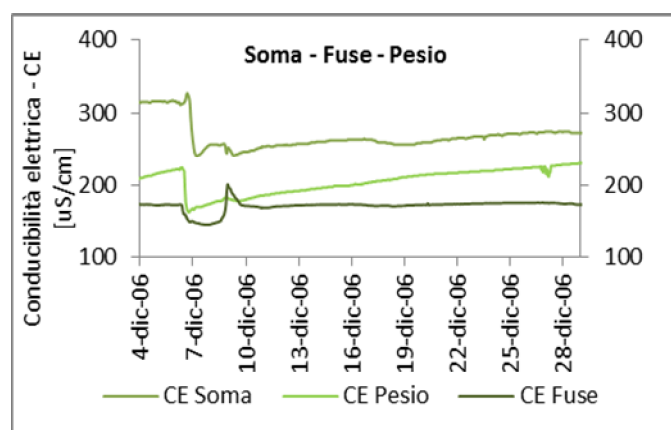


Fig. 12 – Particolari dei valori della conducibilità elettrica durante alcuni eventi di piena delle sorgenti Soma, Fuse e Pesio

L'esistenza di una soglia di permeabilità in corrispondenza del contatto tra complesso basale e calcareo-dolomitico, che determina l'emergenza della Sorgente Soma, permette di ipotizzare la presenza di una zona satura di una certa importanza in prossimità della zona sorgiva. La risposta particolare delle portate e della conducibilità elettrica delle acque sorgive (pistonaggio seguito da sostituzione durante gli eventi infiltrativi) potrebbe avvalorare questa ipotesi. La presenza di una diminuzione della mineralizzazione in seguito alle fasi di infiltrazione, indica che la zona sorgiva viene raggiunta abbastanza velocemente dalle acque di neo-infiltrazione poco mineralizzate, anche se inizialmente vengono messe in circolo le acque già residenti nell'acquifero (acque più mineralizzate: fenomeno di pistonaggio). Il sistema Soma non è quindi caratterizzato da un dreno dominante classico, ma piuttosto da un acquifero più complesso definito probabilmente da una rete in parte scarsamente carsificata e in parte fratturata.

CONCLUSIONI

Il monitoraggio dei tre parametri sorgivi portata, temperatura e conducibilità elettrica risulta il mezzo che permette di condurre un'analisi più completa sul sistema acquifero, in quanto analizza i parametri all'uscita dell'intero sistema idrico e quindi i dati relativi all'intero sistema stesso, mentre altre tecniche, quali i test con traccianti analizzano un settore limitato dell'acquifero. Permette inoltre, nel caso in cui si fosse in possesso di dati relativi a più anni, di evidenziare eventuali anomalie annuali o stagionali.

Le relazioni esistenti tra i tre parametri descritti, permettono di definire il tipo di acquifero che alimenta una sorgente, ma soprattutto il confronto degli stessi parametri tra acquiferi noti e meno noti permette di riconoscere eventuali similitudini, o viceversa di evidenziare possibili differenze significative al fine di caratterizzare il sistema acquifero meno noto.

RINGRAZIAMENTI

Il lavoro è stato svolto nell'ambito del Progetto ALIRHYS – ALCOTRA.

Tutti i dati di monitoraggio derivano da strumentazioni installate dal Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI) del Politecnico di Torino.

OPERE CITATE

- AMIT H., LYAKHOVSKY V., KATZ A., STARINSKY A., & BURG A., 2002 - *Interpretation of spring recession curves*. Ground Water, 40: 543-551.
- HERSHEY R.L., MIZELL S.A., & EARMAN S., 2010 - *Chemical and physical characteristics of springs discharging from regional flow systems of carbonate-rock province of the Great Basin, western United States*. Hydrogeology Journal, 18: 1007-1026.
- LINAN BAENA C., ANDREO B., & MUDRY J., 2009 - *Groundwater temperature and electrical conductivity as tools to characterize flow patterns in carbonate aquifers: The Sierra de las Nieves karst aquifer, southern Spain*. Hydrogeology Journal, 17: 843-853.
- VIGNA B., 2002 - *Monitoring and evaluation of the vulnerability of karst aquifers*. Conference proceedings "Le risorse idriche sotterranee delle Alpi Apuane: conoscenze attuali e prospettive di utilizzo". Forno di Massa, Italy - 22 giugno 2002: 23-35.

