

LE PORTATE DELLE SORGENTI DI CASSANO IRPINO E CAPOSELE (CAMPANIA) DURANTE PERIODI SICCI TOSI

Francesco Fiorillo* - Gerardo Ventafridda**

*Dipartimento di Studi Geologici e Ambientali - Università degli Studi del Sannio - Benevento - francesco.fiorillo@unisannio.it

**Direzione Operativa - RIFOP - ATGIF - Acquedotto Pugliese S.p.A. - Bari - g.ventafridda@aqp.it

RIASSUNTO

Le portate sorgive di un vasto sistema carsico della Campania sono state analizzate al fine di trovare la relazione con il regime delle piogge durante i periodi di siccità. A causa del clima tipicamente Mediterraneo e delle condizioni idrogeologiche degli acquiferi, gli idrogrammi sorgivi sono caratterizzati generalmente da uno (sorgente di Caposele) o più (sorgenti di Cassano Irpino) colmi durante il periodo gennaio-maggio, con trascurabile componente del flusso veloce (*quick flow*). Una ricarica insufficiente causata da scarse piogge determina idrogrammi privi di colmo alle sorgenti, con continuo decremento di portata fino alla ricarica dell'anno idrologico successivo. Questi idrogrammi marcano tipicamente un periodo siccitoso e inducono una riduzione delle portate anche per l'anno idrologico successivo. Tali idrogrammi appaiono essere indotti anche da più anni consecutivi con piogge sotto la media.

I dati storici indicano come ciascun anno idrologico appare dipendere dal precedente; in particolare, a causa del carattere ciclico che presenta la serie dei totali di pioggia annua e ad un "effetto memoria" presentato dagli acquiferi, le portate sorgive amplificano gli effetti delle scarse piogge e si caratterizzano per essere un indicatore climatico molto importante.

Grazie alla lunghezza delle serie di dati disponibili ed al regime specifico delle sorgenti, un idrogramma privo di colmo può essere previsto fin dall'inverno, fornendo utili informazioni alla gestione della risorsa idrica. Il metodo utilizzato a tal fine consente di valutare la pioggia necessaria, in termini probabilistici, per evitare un periodo siccitoso.

Termini chiave: sorgenti carsiche, siccità, Campania

INTRODUZIONE

Sono descritti i recenti studi in corso sulle serie storiche di portata sorgiva di alcune importanti sorgenti carsiche dei M.ti Picentini, Campania (Fig.1), per le quali esistono misure da lungo tempo. La lunghezza delle serie storiche consente di indagare in modo dettagliato su molti aspetti idrogeologici, idrologici e climatici in generale.

Ricerche sulle serie storiche, come in altre aree nel mondo, hanno evidenziato una diminuzione dei totali di pioggia annua di circa il 18% nel settore centro-me-

ridionale dell'Italia e del 7% nel settore settentrionale (Buffoni *et al.*, 2003). Inoltre, il numero dei giorni piovosi mostra un trend negativo, mentre l'intensità della pioggia mostra trend positivo (Brunetti *et al.*, 2004). A ciò si somma l'effetto dei trend positivi delle temperature, soprattutto degli ultimi anni, con conseguente incremento delle perdite per evapotraspirazione, riducendo ulteriormente le aliquote d'infiltrazione.

Casi ben documentati di riduzione della portata o di abbassamento dei livelli piezometrici sono stati descritti per altre aree dell'Italia meridionale (Simeone, 2001) e centrale (Cambi and Dragoni, 2000), per l'Europa sud-occidentale (Kertesz & Mika, 1999), in Texas (Loaiciga *et al.*, 2000), in Canada (Chen *et al.*, 2004) ed in Cina (Ma *et al.*, 2004). Una recente *review* sulla relazione acque sotterranee-climate change è stata redatta da Dragoni and Sukhija (2008) ed uno studio per l'Italia meridionale da Polemio & Casarano (2008).

A differenza di molti centri diffusi sul territorio di previsione di piene e per l'allerta /allarme frane, mancano procedure per la previsione della siccità delle acque sotterranee. Gli studi ad oggi condotti, grazie anche alla disponibilità di lunghe serie di dati idrologici, piogge, temperature e portata sorgiva, consentono di effettuare una previsione dei periodi siccitosi in largo anticipo e possono essere di grande aiuto alla gestione generale della risorsa acqua.

La presente nota analizza i periodi siccitosi presenti all'interno delle serie storiche di portate di alcuni sorgenti carsiche dei M.ti Picentini (Campania), uno dei serbatoi idrici naturali strategici per quanto attiene l'approvvigionamento idrico potabile del mezzogiorno d'Italia, con particolare riferimento ai gruppi sorgentizi alimentanti l'Acquedotto Pugliese.

CARATTERI IDROGEOLOGICI E DATI IDROLOGICI

I monti Picentini costituiscono un vasto sistema carsico della Campania interna, ricoprente un'area di oltre 600 Km² (Fig.1).

Il settore nord-orientale è caratterizzato da quote medie maggiori, con il 70% oltre 1000 m s.l.m., fino al M. Cervialto (1809 m s.l.m.), mentre nel settore nord-occidentale, solo il 30% ha quota maggiore di 1000 m s.l.m., fino alla sommità del M.Terminio (1806 m a.s.l.).

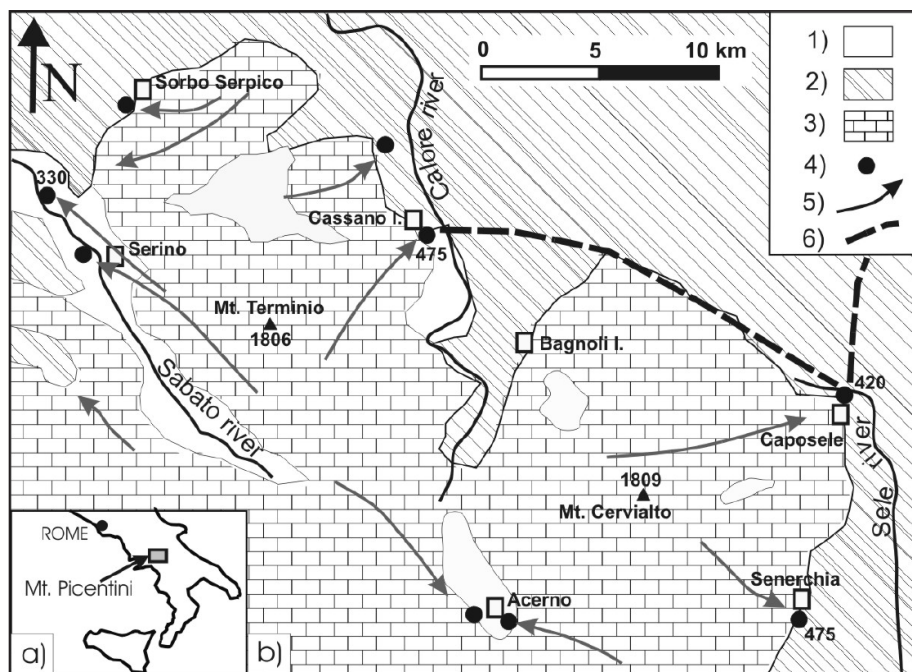


Figura 1 - a) Inquadramento generale dell'area. b) Schema idrogeologico del settore settentrionale dei Monti Picentini (modificato da CELICO, 1978). 1) depositi detritici, breccie di pendio, piroclastiti, alluvioni e depositi lacustri (Quaternario); 2) complesso argilloso e depositi flyscioidi (Paleogene-Miocene); 3) serie calcareo-dolomitica (Giurassico-Miocene); 4) gruppi sorgentizi principali; 5) direzione del flusso della falda; 6) Acquedotto Pugliese

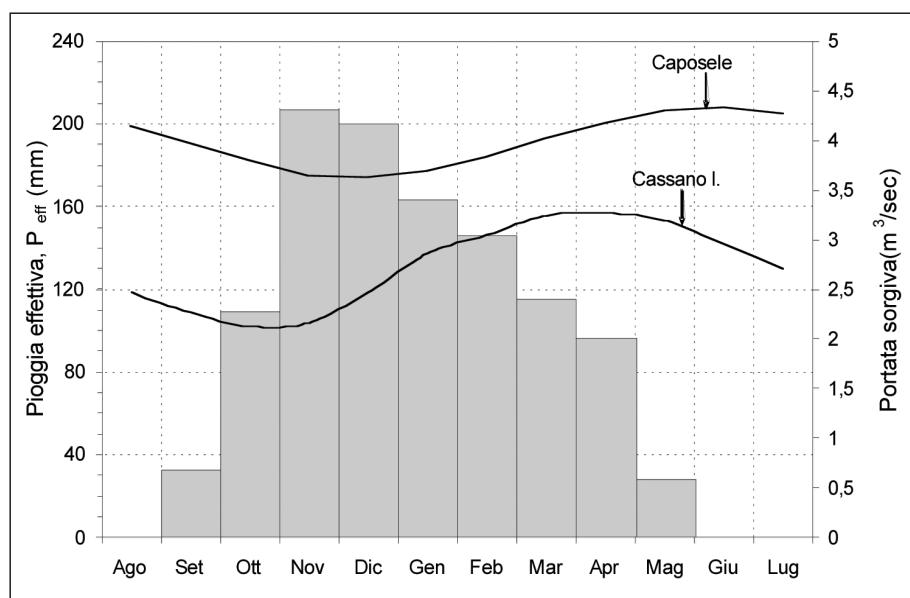


Figura 2 - Piogge medie mensili al netto dell'evapotraspirazione (media delle stazioni di Serino, 351 m s.l.m. e di Montevergine, 1270 m s.l.m.). E' riportata anche la media mensile storica delle portate sorgive di Cassano (periodo 1965-2006) e Caposele (periodo 1921-2006)

Le rocce affioranti appartengono ad una successione calcareo-dolomitica del Trias-Miocene, con spessore di oltre 2500 m, molto fratturata e fagliata, frequentemente ridotte a breccia.

Queste rocce sono coperte da depositi piroclastici dell'attività del Somma-Vesuvio, con spessori di alcuni metri lungo i pendii poco inclinati del settore del M.te Terminio e di alcuni decimetri lungo i pendii dell'intera area del M.te Cervialto. La loro presenza condiziona i processi d'infiltrazione nel substrato carsico.

La serie calcareo-dolomitica è tettonicamente bordata da successioni terrigene, molto meno permeabili, costituite da un complesso argilloso e da sequenze flyscioidi (Fig. 1). Depositii Quaternari, inclusi detriti

e breccie di pendio, depositi alluvionali e lacustri, ricoprono il substrato marino.

Dettagli sui caratteri geologici dell'area possono essere trovati in Ietto (1965), Civita (1969), Coppola & Pescatore (1989) e ISPRA (2009).

Alcune principali faglie limitano la circolazione idrica sotterranea, suddividendo l'intero sistema carsico dei monti Picentini in varie sottounità (Celico & Civita, 1976; Celico, 1978; Coppola *et al.* 1989; Calcaterra *et al.* 1994).

Nella presente nota sono presi in considerazione due tra i più importanti gruppi sorgentizi e noti col nome del vicino centro urbano: Cassano Irpino e Caposele (Figg. 1-2).

Gruppo sorgentizio	Portata, Q (m ³ /s)				Superficie di ricarica (km ²)
	μ	σ	Q ₉₀	Q ₁₀	
Cassano I.	2,65	0,68	3,55	1,79	78
Caposele	3,96	0,59	4,69	3,15	110

Tabella 1 - Principali caratteristiche dei gruppi sorgentizi: μ, media; σ, deviazione standard; Q₁₀, 10th percentile; Q₉₀, 90th percentile.

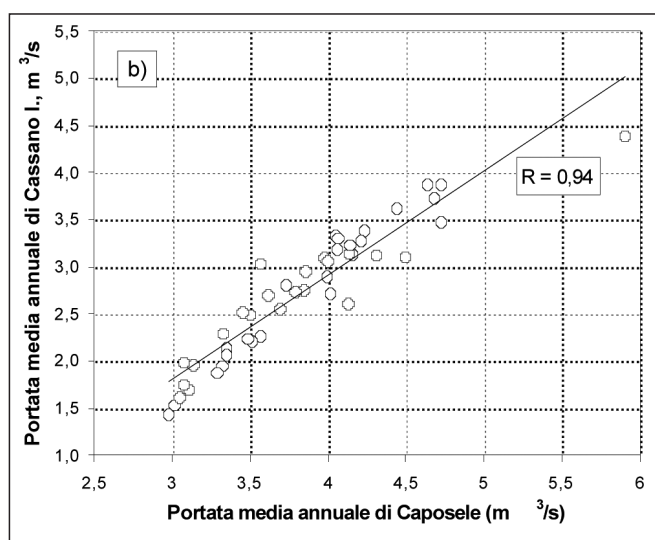
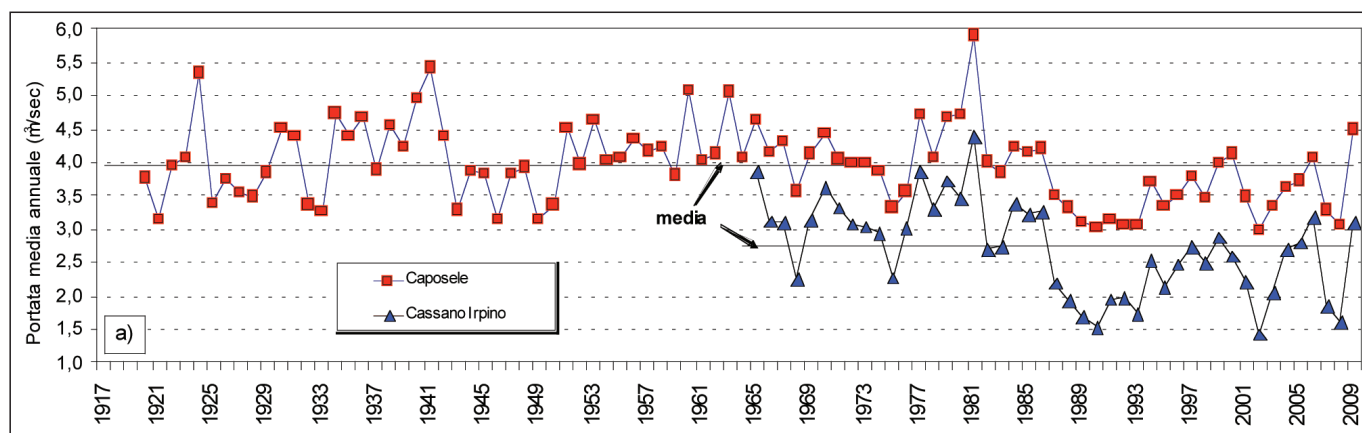


Figura 3 - a) Serie delle portate sorgive medie annuali (novembre-ottobre) di Caposele e di Cassano Irpino; b) correlazione tra le portate sorgive medie annue

Il gruppo sorgivo di Caposele consta di un'unica potente scaturigine, la sorgente Sanità ubicata verso la sommità del bacino del fiume Sele (420 m s.l.s.), lungo il bordo nord-orientale dei monti Picentini. Questa sorgente è alimentata dall'unità del M. Cervialto, con media annua di 3.95 m³/s. Per supplire alle gravi carenze idriche della regione Puglia, questa sorgente fu captata nel 1906 e, attraverso la Grande Galleria Pavoncelli, lunga Km 15,2 che attraversa lo spartiacque Sele-Ofanto, ha inizio il Canale Principale dell'Acquedotto Pugliese da cui vengono convogliate in Puglia le acque captate.

Il gruppo di Cassano Irpino, ubicato lungo il fiume Calore al bordo settentrionale dei monti Picentini, è formato dalle sorgenti Bagno della Regina, Peschiera, Pollentina e Prete (473-476 m s.l.m.). Queste sorgenti

sono alimentate soprattutto dall'unità Terminio-Tuoro, con media annua di 2.65 m³/s. Nel 1964 anche queste sorgenti furono captate per alimentare la regione Puglia e condotte all'incile del "Canale Adduttore Principale dell'Acquedotto del Sele" di Caposele attraverso la "Galleria di Valico Calore-Ofanto-Sele", da cui parte l'approvvigionamento idrico per la Puglia con il tributo delle Sorgenti di Cassano Irpino e di Caposele.

Altre sorgenti minori sono alimentate dal sistema carsico dei Picentini (Fig.1) ed i loro dettagli possono essere trovati in Budetta *et al.* (1994) ed Aquino *et al.* (2006) e nella recente carta idrogeologica del parco dei M.ti Picentini (Corniello & Ducci, 2009).

Nell'area è presente un tipico clima mediterraneo, con estate calda e secca e periodo umido dall'autunno alla primavera inclusa. La pioggia mensile ha il massimo in Novembre e minimo in Luglio. L'evapotraspirazione potenziale è quasi opposta a quella delle piogge, raggiungendo il minimo in Dicembre-Gennaio e massimo in Luglio. Le piogge effettive, intese come la differenza tra la pioggia mensile ed evapotraspirazione potenziale, sono in genere nulle nel periodo Maggio-Settembre, anche se alle quote elevate l'evapotraspirazione potenziale eccede le piogge in un più breve periodo, in genere ridotto a Giugno-Agosto. La Fig.2 riporta le piogge medie mensili al netto dell'evapotraspirazione potenziale, calcolata mediando i valori di una stazione di alta e bassa quota. Inoltre, le aliquote di ruscellamento possono considerarsi quasi nulle nell'area carsica in esame; di conseguenza, la differenza tra le aliquote di pioggia e l'evapotraspirazione (a scala mensile) può considerarsi come l'aliquota delle acque d'infiltrazione. Durante l'inverno le precipitazioni possono essere a carattere nevoso, specialmente sopra i 1000 m s.l.m., costituendo una differente variante dei processi di ricarica.

I dati di portata sorgiva sono disponibili a partire dal 1920 e 1966, rispettivamente per la sorgente Sanità di Caposele ed il gruppo di Cassano Irpino (Tab.1). Alcune brevi interruzioni delle misure limitano per alcuni mesi la continuità delle serie. La Fig. 2 mostra la media mensile storica di ciascun gruppo sorgivo, con massimo di portata (colmo) che si verifica alcuni mesi dopo i massimi di piovosità e minimi di portata durante il periodo più piovoso.

Le portate sono caratterizzate da assenza o piccola componente di flusso veloce, a causa dello scarso sviluppo/interconnessione della rete carsica dei condotti e riflettono la lunga antecedente ricarica del periodo autunno-invernale (Fiorillo, 2009). Gli idrogrammi presentano una forma smussata e possono essere associati ad una circolazione di tipo diffuso (Bonacci, 1993) o dispersivo (Civita, 2005). Durante i periodi siccitosi le portate presentano un trend decrescente e nell'idrogramma sorgivo manca il tipico colmo primaverile.

SERIE IDROLOGICHE E PERIODI SICCIOSI

La serie storica delle portate delle sorgenti di Caposele e Cassano Irpino sono riportate in Fig. 3a, ove è possibile osservare il simile andamento, con anni secchi e umidi ben correlati tra loro (Fig. 3b).

I valori più bassi corrispondono in genere ad idrogrammi sorgivi privi di colmo, connessi con una insufficiente ricarica per scarse piogge. Questi idrogrammi, caratterizzati da costante decremento, causano complessivamente un deflusso superiore all'afflusso, con depauperamento delle risorse idriche all'interno del sistema. Questi idrogrammi sono stati presi come riferi-

mento per definire un periodo siccitoso in aree carsiche (Fiorillo, 2009). Basandosi su questo criterio idrogeologico, un periodo siccitoso, in termini di portata sorgiva, ha una durata di un anno, iniziando in autunno e finendo nel successivo autunno. Alcuni anni possono essere caratterizzati da idrogrammi privi di colmo consecutivi, indicando una tipica siccità pluriennale (*multiyear droughts*). Sulla base di questo criterio le annate di magra sono quelle del 1921, 1931-32, 1943, 1946, 1949, 1968, 1975. Poi a partire dal 1987, la frequenza delle annate di magra aumenta, con la siccità pluriennale del 1987-1993, il 2002 e le recenti annate 2007-2008. Con la recente annata 2009 le portate hanno raggiunto valori ben sopra la media, mai raggiunti dagli anni '70, con eccezione del periodo 1980-1981, fortemente influenzato dal terremoto irpino del 23 novembre 1980 ($M_s = 6,9$), che causò un anomalo incremento della portata (Celico, 1981; Cotecchia e Salvemini, 1981), con massimo fino a $7,32 \text{ m}^3/\text{s}$ (19 gennaio 1981) e $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (10 dicembre 1980), rispettivamente per la sorgente di Caposele e quelle di Cassano.

La relazione tra le piogge e la portata sorgiva è stata descritta da Fiorillo (2009), con particolare riferimento ai periodi siccitosi. Inoltre, Fiorillo & Guadagno (2010) hanno evidenziato la relazione tra la siccità meteorologica (*meteorological drought*) definita attraverso l'indice SPI (McKee *et al.*, 1993) e la siccità delle acque sotterranee (*groundwater drought*) definita con gli idrogrammi sorgivi.

Analisi a scala annuale

Sulla serie di valori annuali sono state effettuate analisi di autocorrelazione al fine di verificare l'eventuale legame tra annate consecutive (Fig.4). Per valori di $k=1$, il coefficiente di autocorrelazione, $r(k)$, è 0.68 e 0.62 rispettivamente per Cassano e Caposele. Per questi gruppi sorgentizi, l'autocorrelazione suggerisce che la portata media annuale dipende anche dalla portata media annuale dell'annata precedente. Per la serie delle piogge annuali il valore è invece più basso ($r=0.23$).

In Fig. 5 sono mostrate le riduzioni di portata durante le annate successive a quella siccitosa del 2002; la dipendenza tra le annate si verifica soprattutto dopo periodi siccitosi.

L'impovertimento della risorsa acqua causato da una annata siccitosa appare essere indotto anche da annate consecutive con piogge sotto la media, come accaduto nel periodo 1987-1993. Ciò indica che il sistema carsico può accumulare un progressivo deficit di ricarica, che determina una siccità pluriennale.

Analisi a scala mensile

Di seguito si analizza la relazione piogge-portate all'interno di ciascun anno idrologico.

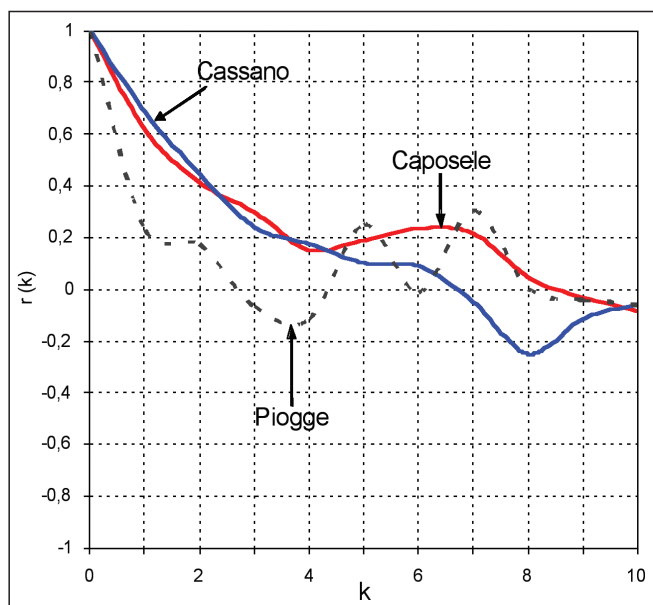


Figura 4 - Autocorrelazione dei valori di portata sorgiva media annuale (Caposele, Cassano I. e Serino) e della pioggia annuale (pluviometro di Serino); periodo delle serie 1965-2006 (Fiorillo, 2009)

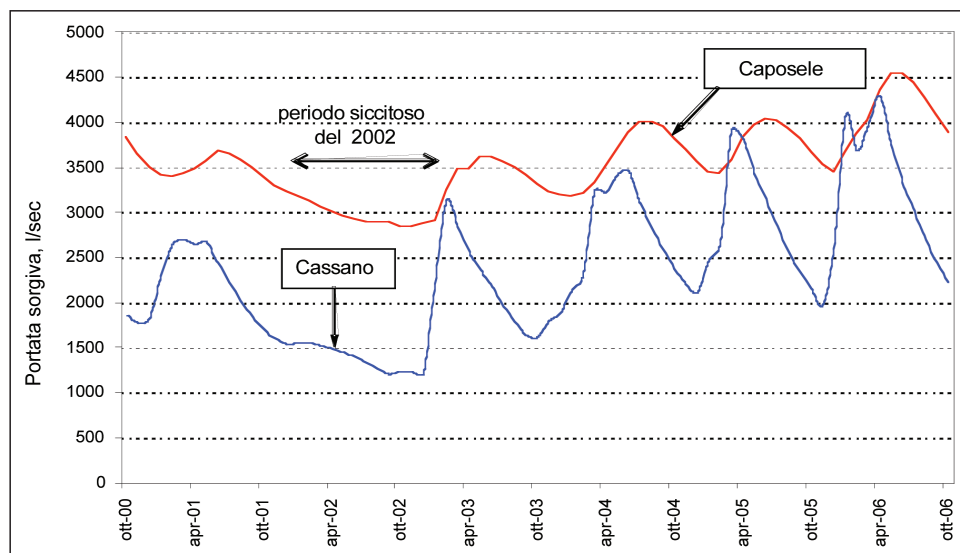


Figura 5 - Portata sorgiva del periodo ottobre 2000 – ottobre 2006. Gli idrogrammi sorgivi di Cassano Irpino e Caposele presentano un effetto memoria della magra del 2002

A causa dell'incremento dell'evapotraspirazione e del decremento delle piogge verso la stagione estiva, le piogge effettive dopo il mese di Aprile sono in genere trascurabili nel processo di ricarica. Pertanto, le piogge capaci di ricaricare il sistema carsico si verificano principalmente fino a Marzo-Aprile, mentre le piogge successive, fino a settembre-ottobre, generalmente non ricaricano l'acquifero.

Per esaltare il carattere mediterraneo dell'area, Fiorillo *et al.* (2007) hanno introdotto il seguente indice di pioggia effettiva cumulata:

$$\Delta_i = (P_i - E_p) - (P_m - E_p) + \Delta_{(i-1)}$$

con P_i , pioggia mensile; E_p , evapotraspirazione potenziale mensile calcolata con il metodo di Thornthwaite & Mather (1957). La differenza $(P_m - E_p)$ è la pioggia effettiva media mensile e $\Delta_{(i-1)}$ è il valore assunto dall'indice nel mese precedente. Per pioggia minore dell'evapotraspirazione potenziale, le differenze nell'equazione assumono il valore zero. In pratica, il computo inizia con il mese di agosto e termina con il mese di luglio. Pertanto, l'indice viene determinato per ciascun anno idrologico, durante il quale assume un carattere cumulativo e variabile: se la pioggia effettiva cumulata è minore della media, l'indice Δ_i è negativo e costituisce il deficit di pioggia effettiva rispetto al valore medio. Se la pioggia effettiva cumulata è maggiore della media, l'indice Δ_i è positivo e costituisce il surplus di pioggia rispetto alla media. A partire dalla primavera (marzo-aprile), per effetto del generale calo delle precipitazioni ed aumento delle temperature, l'indice tende a rimanere costante.

La Fig. 6a mostra l'andamento dell'indice Δ_i per alcune annate umide e siccitose della serie storica. In Fig. 6b, sono state riportate le piogge effettive cumulate per le stesse annate della fig. 6a. Bassi valori di pioggia cumulata determinano un blando picco di portata alle sorgenti o l'assenza dello stesso, con continuo decre-

mento delle portate per tutto l'anno idrologico. Durante queste annate di magra la ricarica risulta insufficiente ed il sistema carsico fornisce nel complesso volumi in uscita (scarico) superiori alle entrate (ricarica). Per la sorgente di Caposele, gli idrogrammi sorgivi di magra sono stati individuati da una soglia (soglia 1, Fig. 6), al di sotto della quale le scarse piogge cumulate causano idrogrammi decrescenti. Viceversa, gli idrogrammi con colmo sono stati individuati dalla soglia 2 (Fig. 6), al di sopra della quale le piogge cumulate sono capaci di causare un colmo di portata nella stagione primaverile.

Valori compresi tra la soglia 1 e 2 producono idrogrammi dall'andamento incerto. Tuttavia, è stato osservato che se la pioggia dell'anno antecedente è stata sotto la media, il sistema carsico tende a produrre idrogrammi con portate decrescenti, mentre se la pioggia dell'anno antecedente è stata sopra la media le sorgenti mostreranno un colmo di portata.

Un idrogramma piatto alla sorgente Sanità di Caposele può essere considerato un indicatore di siccità per l'intero sistema carsico dei M.ti Picentini (Fiorillo, 2009). Pertanto, al fine di evitare un periodo siccitoso, la pioggia deve raggiungere/superare i valori di soglia (soglia 1 o soglia 2 in funzione dell'annata antecedente). In particolare, per una prefissata probabilità, questa quantità di pioggia cumulata necessaria diminuisce a partire dall'inizio dell'anno idrologico (da settembre a giugno) e può essere determinata con l'analisi statistica dei dati (Fiorillo *et al.*, 2007; Fiorillo *et al.*, 2008; Fiorillo, 2009). In Fig.6b si osserva come l'idrogramma privo di colmo del 2002 poteva essere previsto fin da gennaio.

CONCLUSIONI

La lunga serie di dati a disposizione consente di indagare su molti aspetti idrologici ed idrogeologici dell'area considerata. Inoltre, va sottolineato che, almeno

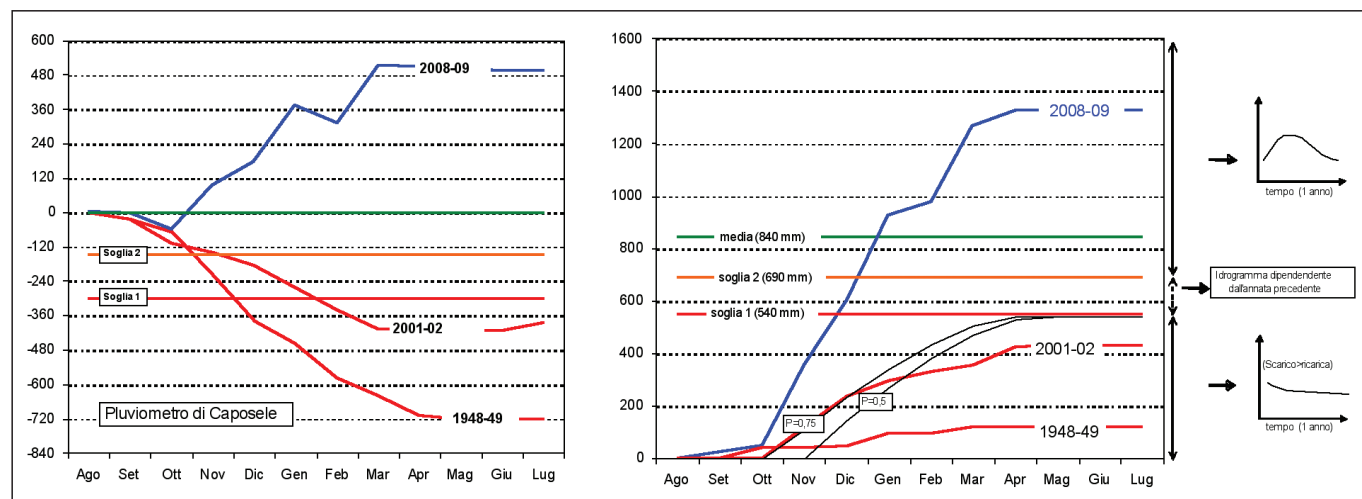


Figura 6 - a) Andamento dell'indice Δ_i per gli anni siccitosi 1948/49 e 2001-02 e per la recente annata umida 2008-09. Gli andamenti sotto le soglie danno luogo a idrogrammi privi di colmo. b) Andamento della pioggia cumulata per gli anni mostrati in Fig. 6a e pioggia effettiva cumulata necessaria per superare le soglie fissate in 6a alla sorgente di Caposele per probabilità di 0.5 e 0.75. Alla fine di ciascun anno, $P_{eff} = \Delta_i + 840$ mm.

per il bacino di alimentazione dell'area della sorgente di Caposele, esistono sufficienti condizioni di integrità dell'area, con assenza di sostanziali modifiche antropiche del regime delle acque (estrazioni od immissioni di acque nel sottosuolo, alterazioni del deflusso superficiale, etc.) per cui, la serie storica di portate sorgive ha anche uno straordinario valore come indicatore climatico.

I recenti studi hanno evidenziato come il regime delle sorgenti carsiche analizzate sia strettamente connesso con quello climatico e controllato dalle condizioni idrogeologiche dell'acquifero. In particolare, gli idrogrammi sorgivi riflettono principalmente la pioggia cumulata dall'inizio dell'anno idrologico, con una stretta relazione tra le piogge annue e la portata sorgiva media annua.

Durante le annate siccitose, caratterizzate da piogge cumulate sotto prefissati quantitativi (Fig.6), l'incremento caratteristico delle portate sorgive, atteso generalmente in autunno-inverno fino al colmo della primavera, non si verifica. Durante tali annate, quindi, la portata diminuisce per l'intero anno fino al successivo autunno, determinando uno scarico complessivo dall'acquifero superiore alla sua ricarica. Il deficit di immagazzinamento riduce sensibilmente la portata durante il successivo anno idrologico. Pertanto, questo comportamento dell'acquifero indica un "effetto memoria" della antecedente annata siccitosa.

A causa del continuo adattamento del volume immagazzinato nell'acquifero carsico ai trend climatici, due o più annate consecutive di piogge sotto i valori medi possono causare un progressivo svuotamento dell'acquifero; in questi casi, nonostante la pioggia annuale possa essere poco sotto i valori medi, l'idrogramma sorgivo potrà non presentare un colmo, proprio come verificatosi nel periodo 1987-1993.

A partire dal 1987 si osserva un generale calo delle

portate sorgive (Fig.3), indotto sia dal calo delle precipitazioni (Fiorillo *et al.* 2007) sia dall'aumento della temperatura (Fiorillo & Guadagno 2010).

Quest'ultimo trend, registrato oramai in quasi tutte le regioni del mondo, è alla base di molte alterazioni del ciclo idrologico generale, e quindi molto probabilmente anche di quello delle sorgenti carsiche qui analizzate.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il Direttore Operativo Ing. Antonio de Leo e il Responsabile dell'area Rete Idrica e Fognante Ing. Marcello Miraglia dell'Aquedotto Pugliese S.p.A. per aver supportato il presente studio, nonché il Settore Programmazione Interventi di Protezione Civile sul Territorio-Regione Campania per i dati termo-pluviometrici forniti.

ABSTRACT

Spring discharges of a large karst system (Campania, Southern Italy) have been analysed, to determine the relation with rainfall during periods of poor recharge. Due to the Mediterranean climate and hydrogeological conditions of the aquifers, the spring hydrographs are generally characterised by one annual smoothed peak during spring season and a negligible quick flow component. Insufficient recharge due to poor annual rainfall results in flat spring hydrographs (with no peak) that indicate a continuously decreasing discharge. Flat spring hydrographs reveal a drought, which is characterised by a prolonged shortage of water that induces a reduction in discharge during the following year as well. Droughts also appear to be induced by consecutive years with lower than average rainfall. The historical data have shown that aquifers have a "memory effect", which results in spring discharges amplifying the

effect of poor rainfall. Due to a long historical series and the specific karst spring regime, a flat hydrograph can be forecast as early as winter, thereby providing a useful tool for water management.

The spring discharges show a negative trend, which has caused an increasing of droughts frequency during last decades.

BIBLIOGRAFIA

AQUINO S., ALLOCCA V., ESPOSITO L., CELICO P. (2006) - *Risorse Idriche della provincia di Avellino*. Arti Grafiche Cinque s.r.l., Avellino. 120 pp.

BONACCI O. (1993). *Karst spring hydrographs as indicators of karst aquifers*. Hydrological Sciences Journal; 38:51-62.

BRUNETTI M., BUFFONI L., MANGIANTI F., MAUGERI M., NANNI T., (2004) - *Temperature, precipitation and extreme events during last century in Italy*. Global and Planetary Change, 40, 141-149.

BUDETTA P., CELICO P., CORNIELLO A., DE RISO R., DUCCI D., NICOTERA P. (1994) - *Carta Idrogeologica della Campania 1:200.000*. Proc. of IV Geoengineering Int. Congress "Soil and Groundwater Protection", 10-11 March, Torino-Italy, 565-585.

BUFFONI L., BRUNETTI M., MANGIANTI F., MAUGERI M., MONTI F., NANNI T. (2003) - *Ricostruzione del Clima Italiano negli ultimi 130 anni e scenari per il XXI secolo*. Workshop "CLIMAGRI - Cambiamenti Climatici e Agricoltura", January, 16th-17th 2003, Cagliari (Italy), pp. 7-14.

CALCATERRA D., DE RISO R., DUCCI D., SANTO A., AQUINO S. (1994) - *Analisi dell'idrodinamica di massicci carsici mediante uso integrato di dati: un esempio nel settore SE del M.Terminio (Appennino Meridionale)*. Atti IV Geoengineering International Congress: Soil and Groundwater Protection, 2, 587-596, Geda, Torino.

CAMBI C., DRAGONI W. (2000) - *Groundwater, recharge variability and climatic changes: some consideration out of the modelling of an apenninic spring*. Hydrogeology; 4, 11 - 25.

CELICO P. (1978) - *Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale*. Memorie e Note Istituto di Geologia Applicata, Napoli; 14, 1-43.

CELICO P. (1981). *Relazioni tra l'idrodinamica sotterranea e terremoti in Irpinia (Campania)*. Rend. Soc. Geol. It., 4; 103-108.

CELICO P., CIVITA M. (1976) - *Sulla tettonica del massiccio del Cervialto (Campania) e le implicazioni idrogeologiche ad essa connesse*. Boll. Soc. Natur., 85, Naples.

CHEN Z., GRASBY S.E., OSADETZ K.G. (2004) - *Relation between climate variability and groundwater levels in the upper carbonate aquifer, southern Manitoba, Canada*. J. Hydrology; 290; 43-62.

CIVITA M. (1969) - *Idrogeologia del massiccio del Terminio-Tuoro (Campania)*. Memorie e Note Istituto di Geologia Applicata, Università di Napoli, Italy.

CIVITA M. (2005) - *Idrogeologia applicata e ambientale*. Casa Editrice Ambrosiana, Milano. 794 pp.

COPPOLA L., COTECCHIA V., LATTANZIO M., SALVEMINI A., TADOLINI T., VENTRELLA N.A. (1989) - *Il gruppo di sorgenti di Cassano Irpino: regime idrologico ed analisi strutturale del bacino di alimentazione*. Geologia Applicata e Idrogeologia, XXIV: 227-260.

COPPOLA L., Pescatore T. (1989) - *Lineamenti di neotettonica dei Monti Terminio-Tuoro, Cervialto, e Marzano (Appennino meridionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 108, Rome.

CORNIELLO A., DUCCI D. (2009) - *Carta Idrogeologica del Parco dei M.ti Picentini* - <http://www.parcoregionalemontipicentini.it/web/monti/cartografiapdf>

COTECCHIA V., SALVEMINI A. (1981) - *Correlazione tra eventi sismici e variazioni di portate alle sorgenti di Caposele e Cassano Irpino, con particolare riferimento al sisma del 23 novembre 1980*. Geologia Applicata e Idrogeologia, XVI:167-192.

DRAGONI W, SUKHIJA BS (2008) - *Climate Change and Groundwater: a short review*. Geological Society, London, Special Publications 2008. 288:1-12.

FIORILLO F. (2009) - *Spring hydrographs as indicators of droughts in karst environment*. J. Hydrology, 373: 290-301.

FIORILLO F., ESPOSITO L., GUADAGNO F.M. (2007) - *Analyses and forecast of water resources in an ultra-centenarian spring discharge series from Serino (Southern Italy)*. J. Hydrology; 336: 125- 138.

FIORILLO F., ESPOSITO L., VENTAFRIDA G. (2008) - *La previsione delle magre della sorgente Sanità di Caposele (AV), alimentante l'Acquedotto Pugliese*. Atti del convegno VII Giornata Mondiale dell'Acqua "La crisi dei sistemi idrici: approvvigionamento agro-industriale e civile", 22 marzo 2007, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.

FIORILLO F., GUADAGNO F.M. (2010) - *Karst spring discharges analysis in relation to drought periods, using the SPI - Water Resource Management* (In press). DOI 10.1007/s11269-009-9528-9.

IETTO A. (1965) - *Su alcune particolari strutture connesse alla tettonica di sovrascorrimento nei M. Picentini (Appennino meridionale)*. Boll Soc Nat Napoli 74:65-85.

ISPRA (2009) - *Geological map of Italy, 1:50.000 scale, Foglio n. 450 "S. Angelo dei Lombardi"* - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Rome. <http://www.apat.gov.it/Media/carg/>.

KERTESZ A., MIKA J. (1999) - *Aridification-Climate Change in South-Eastern Europe*. Phys.Chem.Earth (A); 24 (10), 913-920.

LOAICIGA H.A., MAIDMENT D.R., VALDES J.B. (2000)

- *Climate-change impacts in a regional karst aquifer, Texas, USA*. J. Hydrology; 227, 173-194.

MA T., WANG Y., GUO Q. (2004) - *Response of carbonate aquifer to climate change in northern China: a case study at the Shentou karst springs*. J. Hydrology; 297, 274-284.

McKEE T.B., DOESKEN N.J., KLEIST J. (1993) - *The relationship of drought frequency and duration to time scales*. 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA. American Meteorological Society, Boston; 179-184.

POLEMIO M., CASARANO D. (2008) - *Climate Change,*

Drought And Groundwater Availability in Southern Italy. Geological Society, London, Special Publications 2008; 288: 39-51.

SIMEONE V. (2001) - *Variazioni climatiche e rischi di depauperamento delle falde e di desertificazione in provincia di Taranto*. Geologia Tecnica ed Ambientale, 2, 23-32.

THORNTHWAITE C.W., MATHER J.R. (1957) - *Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance*. Publication in climatology 10, Drexel Institute of Technology, Centerton, New Jersey.

GUIDA AGLI AUTORI: INDICAZIONI PER LA STESURA DEI TESTI

Nell'intento di agevolare gli Autori nella stesura degli articoli per "Geologi e Territorio" si forniscono alcuni orientamenti da seguire nella preparazione dei lavori a stampa. La Segreteria di Redazione è comunque a disposizione di tutti gli interessati per fornire ulteriori chiarimenti ed indicazioni su aspetti e casi particolari non previsti in questa breve nota.

I TESTI devono essere inviati mediante posta elettronica a info@geologipuglia.it completi di allegati (figure, mappe, profili, foto) altrimenti con floppy disk o CD Rom. Il formato deve essere WinWord non formattato. Il carattere deve essere Arial 12, interlinea singola, senza rientri o spaziature a capo dei paragrafi. I testi devono essere continui, e non devono contenere automatismi (ad es. le numerazioni dei paragrafi vanno impostate manualmente), le pagine vanno numerate. Possibilmente le note, se non possono essere eliminate, devono essere a fine testo e non a piè di pagina.

Le IMMAGINI informatizzate vanno inviate in file separati dal testo, preferibilmente nei formati Tif, Jpg o Bmp con risoluzione minima di 300 dpi; per formati diversi contattare prima la Segreteria di Redazione. Diversamente, anche al fine di evitare problemi di risoluzione, foto e immagini possono essere spedite a:

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA PUGLIA via Amendola 168/5 - 70126 Bari.

Le TABELLE, costruite con Word o con Excel, devono essere riportate in file separati dal testo.

Le indicazioni delle FIGURE (per figure si intendono fotografie, diapositive, disegni, profili, grafici, tavole, etc.) inserite nel testo dovranno essere numerate progressivamente.

Le qualifiche dell'Autore o degli Autori, l'Ente di appartenenza verranno indicati in apertura dell'articolo.

La Redazione inserirà come primo autore quello iscritto all'Albo dei geologi della Puglia in ordine alfabetico o secondo indicazioni impartite dagli Autori.

SIMBOLI ed ABBREVIAZIONI poco usati dovranno essere chiaramente definiti nel testo.

Le CITAZIONI BIBLIOGRAFICHE saranno tra parentesi tonde, accompagnate dall'anno di pubblicazione e verranno riportate in Bibliografia alla fine dell'articolo, con il titolo dei lavori citati.

La BIBLIOGRAFIA sarà preparata come illustrata nel seguito, con i vari elementi nell'ordine.

Autore: in maiuscolo, cognome per esteso e per il nome solo la lettera iniziale seguita da un punto. Per più autori intercalare con una virgola. Data di pubblicazione: fra parentesi tonda. Titolo: in corsivo. Nome della pubblicazione.

Numero del fascicolo. Oppure, per una monografia: Editore, luogo dell'edizione.

La Segreteria di Redazione riterrà accettabile per la stampa solo il materiale iconografico di alta qualità.

La Segreteria di Redazione