

CONDIZIONI DI EMERGENZA DI ALCUNE TRA LE PRINCIPALI SCATURIGINI DELLA BASILICATA

Mediante uno studio a carattere regionale, si è pervenuti ad un inquadramento delle caratteristiche di emergenza di alcune tra le più importanti sorgenti della regione Basilicata. Gli acquiferi più rilevanti risultano essere costituiti da formazioni prevalentemente carbonatiche, generalmente riferibili ad unità stratigrafico-strutturali derivanti dalla Piattaforma Campano-lucana o dal Bacino di Lagonegro. L'analisi delle diverse condizioni di affioramento ha portato ad una classificazione delle scaturigini in base ai caratteri strutturali, litologici e idrologici degli acquiferi e alle caratteristiche delle diverse unità stratigrafico-strutturali cui i complessi litologici afferiscono.

PAROLE CHIAVE: *Idrogeologia, geologia strutturale, classificazione sorgenti, indice di variabilità.*

KEY WORDS: *Hydrogeology, structural geology, spring classification, variability index.*

Premessa

Da alcuni anni gli autori hanno contribuito alla caratterizzazione delle modalità della circolazione idrica sotterranea di alcuni acquiferi carbonatici posti nell'Appennino Calabro-Lucano, nei bacini dei fiumi Sinni, Noce-Castrocucco e Mercure-Lao (Cotecchia *et alii*, 1990 e 1993; D'Ecclesiis *et alii*, 1990; D'Ecclesiis & Polemio, 1992). Il contributo che segue cerca di fondere le conoscenze ad oggi emerse in relazione ai suddetti ambienti idrogeologici in un quadro unitario in cui si evidenziano le relazioni tra le vicende tettoniche e le caratteristiche idrogeologiche dei corpi idrici.

Caratteri geologico-strutturali

Il territorio considerato è caratterizzato dalla presenza di unità stratigrafico-strutturali disposte, dall'alto verso il basso, come segue (Fig. 1): Unità Post-orogene ed attuali; Unità Irpina; Unità Liguride; Unità Sicilide; Unità della Piattaforma Campano-Lucana; Unità Lagonegresi; Unità del Monte Alpi (D'Argenio *et alii*, 1986).

Le Unità Post-orogene ed attuali sono costituite da successioni clastiche di origine marina, depositatesi durante il ciclo plio-pleistocenico nei bacini intrappenninici, da successioni recenti fluviolacustri e da depositi attuali (Fig. 2). Svolgono un ruolo idrogeologico molteplice, essendo sede di falde idriche anche co-

spicue, nel caso dei materassi alluvionali, e fungendo da acquiclude con i livelli argilloso-limosi (Tab. 1).

All'Unità Irpina afferiscono successioni fliscioidi, con facies arenaceo-conglomeratiche, arenaceo-argillose e calcareo-marnose che si ritrovano, rispetto alle altre unità, talvolta in posizione di "neoautoctono" e talvolta in contatto tettonico. Il ruolo idrogeologico svolto da tali successioni, al di là di modesti acquiferi calcareo-marnosi o arenacei fessurati delimitati da intervalli argillosi, è quasi sempre quello di impermeabile.

L'Unità Liguride, riferibile a domini oceanici "interni", comprende successioni argillitico-marnose, calcarenitico-marnose e arenaceo-marnoso-conglomeratiche. Affiora diffusamente al confine calabro-lucano con litotipi essenzialmente argillitico-marnosi. Geometricamente si ritrova in sovrascorrimento sulle unità Lagonegresi e di Piattaforma e, solo localmente, in connessione all'attività di alcune lineazioni trascorrenti, si ritrova sottoposta alle unità di piattaforma "retrocarreggiate" (Cotecchia *et alii*, 1990). Dal punto di vista idrogeologico rappresenta uno dei più frequenti acquiclude.

L'Unità Sicilide, costituitasi in un dominio "interno", è caratterizzata, prevalentemente, da litotipi argilloso-marnosi e, nell'ambito dell'area in esame, risulta tettonicamente sovrapposta alle Unità di Piattaforma. È in corso una revisione delle conoscenze sulle aree di deposizione di tale unità che, in talune aree, risulta stratigraficamente in continuità con l'Unità Lagonegrese (Pescatore *et alii*, 1988).

Le Unità di Piattaforma derivano dalla deformazione della piattaforma carbonatica Campano-Lucana; procedendo dall'alto verso il basso e dai domini più interni della piattaforma verso i più esterni, si distinguono tre unità stratigrafico-strutturali: l'Unità

* U.O. 4.23, Potenza - Resp. Prof. D. Grassi; ** U.O. 4.14, Bari - Resp. Prof. V. Cotecchia
Pubbl. n. 683 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche - CNR.

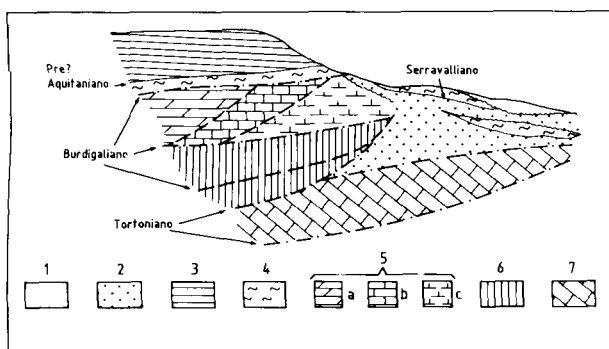


FIG. 1 — Rapporti geometrici tra le principali unità stratigrafico-strutturali dell'Appennino meridionale: 1) Unità Post-Orogene ed attuali; 2) Unità Irpina, 3) Unità Liguride; 4) Unità Sicilide, 5) Unità della Piattaforma Campano-Lucana: Unità del Monte Bulgheria-Verbicaro (a), Unità Alburno-Cervati-Pollino (b), Unità dei M.ti della Maddalena (c); 6) Unità Lagonegresi; 7) Unità del Monte Alpi (da D'Argenio *et alii*, 1986, mod.).

— Geometric relationships of the main stratigraphic and structural units of the southern Apennines : 1) Post-Orogenic Unit; 2) Irpin Unit; 3) Ligurid Unit; 4) Sicilid Unit; 5) Campanian-Lucanian Platform Unit: Bulgheria-Verbicaro Mt. Unit (a), Alburno-Cervati-Pollino Unit (b), Maddalena Mts Unit (c); 6) Lagonegro Unit; 7) Alpi Mt. Unit (modified after D'Argenio *et alii*, 1986).

del M. Bulgheria-Verbicaro, corrispondente alla facies di soglia interna, l'Unità Alburno-Cervati-Pollino, corrispondente alle facies assiali della piattaforma, e l'Unità dei Monti della Maddalena, corrispondente alla facies di soglia esterna (D'Argenio *et alii*, 1986). Le Unità di piattaforma, a letto, sovrascorrono sulle Unità Lagonegresi e, localmente, in connessione a fasi tettoniche traslative recenti, si ritrovano, in sovrascorrimento, sull'Unità Liguride (Cotecchia *et alii*, 1990). Al tetto le Unità di Piattaforma sono in contatto tettonico con le unità Liguride e Sicilide, che le sovrascorrono, e con i terreni dell'Unità Postorogena. Nell'ambito delle Unità di Piattaforma, che, a partire dal Paleogene, evolvono verso successioni fliscoidi e che, nel Miocene, risultano a lito-

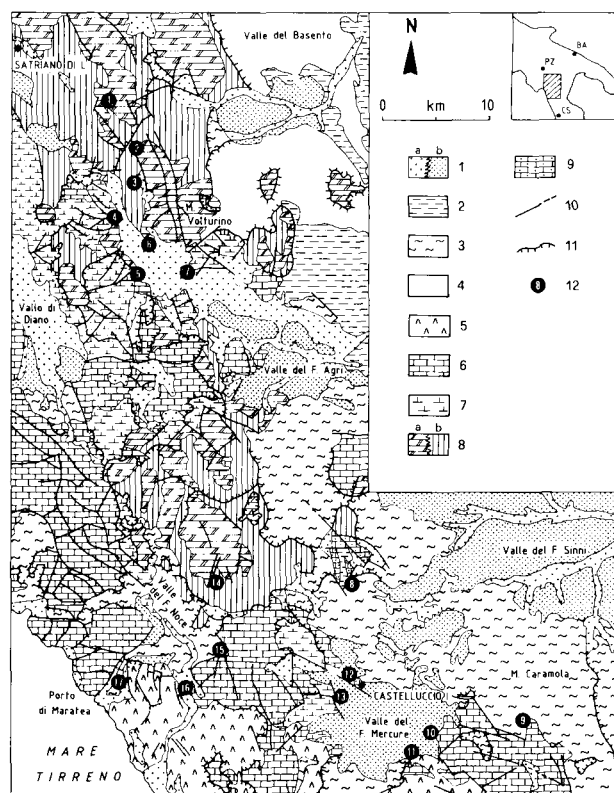


FIG. 2 — Schema geologico: 1) (a) Depositi alluvionali e detriti, (b) Unità Post-orogene; 2) Unità Irpina; 3) Unità Liguride; 4) Unità Sicilide; 5) Unità del M. Bulgheria-Verbicaro; 6) Unità Alburno-Cervati-Pollino; 7) Unità dei M.ti della Maddalena; 8) Unità Lagonegresi: (a) facies carbonatiche; (b) facies siliceo-marnoso-argillose; 9) Unità del M. Alpi; 10) Faglie e loro probabile prolungamento; 11) Sovrascorrimenti; 12) Sorgenti studiate (dalla Carta Geologica dell'Italia meridionale, 1988, modificata).

— Geological schematic: 1) (a) Alluvial and detrital deposits, (b) Post-Orogenic Unit; 2) Irpin Unit; 3) Ligurid Unit; 4) Sicilid Unit; 5) Bulgheria-Verbicaro Mt. Unit; 6) Alburno-Cervati-Pollino Unit; 7) Maddalena Mts. Unit; 8) Lagonegro Unit: (a) carbonate facies; (b) siliceous-marly-clayey facies; 9) Alpi Mt. Unit; 10) Faults and probable extension; 11) Overthrusts; 12) Springs considered (modified after Carta Geologica dell'Italia meridionale, 1988).

logia prevalentemente argillosa, si determinano le condizioni per il verificarsi di fenomeni sorgivi legati a soglie di permeabilità sovrainposte (Civita, 1972).

Le Unità Lagonegresi, in facies di bacino, sono in gran parte caratterizzate da depositi argilloso-marnosi e silicei e includono una formazione a litologia calcareo-silicea nota come Calcari con Selce. Tale formazione costituisce, frequentemente, potenti ed estesi acquiferi tamponati dai livelli argilloso-marnosi e silicei, che rappresentano la prosecuzione verso l'alto della successione. Non di rado l'aquiclude degli acquiferi rappresentati dai Calcari con Selce è costituito dal basamento di questa formazione, a litologia argilloso-marnosa (Scandone, 1972). In connessione a tali assetti geometrici, gli acquiferi con sede nelle Unità Lagonegresi danno luogo a classi sorgentizie sia per soglia di permeabilità che per limite di permeabilità.

UNITÀ STRATIGRAFICO-STRUTTURALI N. DENOMINAZIONE	PERMEABILITÀ			RUOLO IDROGEOLOGICO		
	TIPO	GRADO	ACQUI-CLUDE	ACQUI-CLUDE	AMBIVA	LENTE
	P	F	C	A	M	B
1 DEPOSITI POSTOROGENI ED ATTUALI	*	*	*	*	*	*
2 IRPINE	*	*	*	*	*	*
3 LIGURIDE	*	*	*	*	*	*
4 SICILIDE	*	*	*	*	*	*
5 M. BULGHERIA-VERBICARO	*	*	*	*	*	*
6 M. ALBERNO-CERVATI	*	*	*	*	*	*
7 M.TI DELLA MADDALENA	*	*	*	*	*	*
8 LAGONEGRESI	*	*	*	*	*	*
9 M. ALPI	*	*	*	*	*	*

TAB. 1 — Caratteristiche idrogeologiche delle unità stratigrafico-strutturali. Tipo di permeabilità: (P) per porosità; (F) per fessurazione; (C) per carsismo. Grado di permeabilità: (A) alta; (M) media; (B) bassa.

— Hydrogeological characteristics of the stratigraphic-structural units. Type of permeability: (P) for porosity; (F) for fissuring; (C) for karst. Degree of permeability: (A) high; (M) middle; (B) low.

L'assetto tettonico di tale unità, caratterizzato da uno stile essenzialmente a pieghe, determina anche casi particolari, quale quello della Sorgente Torbido, condizionati da specifici motivi tettonici che sfuggono a qualsiasi tentativo di semplice ed efficace schematizzazione (Civita, 1972).

L'Unità del M. Alpi, caratterizzata da facies carbonatiche per alcuni aspetti analoghe a quelle della Piattaforma Campano-Lucana, rappresenta, per alcuni autori (Ortolani & Torre, 1971), un frammento della Piattaforma esterna, affiorante al confine calabro-lucano. I rapporti di tale unità con quelle precedentemente descritte non sono ben chiari perché condizionati da faglie e/o obliterati da unità tettoniche di provenienza "interna".

Caratteri idrogeologici delle unità e tipologie sorgentizie

L'inquadramento a scala regionale delle unità stratigrafico-strutturali (Fig. 1 e 2) permette di determinare la natura dei possibili rapporti idrogeologici tra le unità stesse. È utile considerare che, a seconda dell'unità e delle particolari condizioni locali, il ruolo idrogeologico svolto da un'unità strutturale può essere di tre tipi (Tab. 1). L'unità con ruolo acquicludè è generalmente impermeabile, senza significative eccezioni; un ruolo tipico da acquifero è svolto dalle unità costituite da litotipi ad elevata permeabilità, infine, le unità che svolgono ora l'uno ora l'altro ruolo sono definibili ambivalenti.

Trascurati gli acquiferi alluvionali, che sono stati accorpatis con le unità post-orogene, non trattate in questo ambito, le restanti unità si presentano in varie condizioni idrogeologiche. La grande variabilità delle condizioni naturali di venuta a giorno delle acque sotterranee può essere semplicemente rappresentata sulla base dei possibili rapporti tra le singole unità (Fig. 1). Emerge così che le sorgenti afferenti alle unità considerate sono caratterizzate da un numero determinato

di possibili rapporti idrogeologici, rappresentabili in modo schematico (Fig. 3); tale approccio consente di riconoscere le condizioni di venuta a giorno delle acque sorgive secondo le classi e sottoclassi distinte da Civita (1972). In tal modo è possibile definire preventivamente, conoscendo le unità strutturali a contatto, la classe della scaturigine geologica. L'efficacia di tale approccio, per un rapido inquadramento idrogeologico degli ambienti in cui si collocano le sorgenti, è stata verificata e approfondita mediante alcune sorgenti principali.

Le sorgenti

Le sorgenti considerate sono state selezionate sia per le particolari condizioni geologico-strutturali che le determinano che per la disponibilità di misure di portata prolungate nel tempo ed affidabili (Tab. 2). Purtroppo, la seconda condizione riduce di molto le sorgenti considerabili, vista l'assenza di istituzioni preposte al monitoraggio sistematico. Ad eccezione della sorgente Mangosa, di cui si dispone di una misura, sono state considerate sorgenti la cui portata sia stata misurata per almeno un ciclo idrologico; il numero medio di valori utilizzati della portata mensile, per le 17 sorgenti, è di 86 (Tab. 2). Le misure considerate utili sono state effettuate tra il 1903 ed il 1991, da vari enti pubblici nonché dagli autori (Ministero Lavori Pubblici, 1937; 1941) (Perrone, 1906).

Descrizione delle sorgenti

La Sorgente Fosso Cupa (1) è caratterizzata da un fronte sorgentizio lineare, avente uno sviluppo di circa 2 km, posto lungo il fosso Cupa, tra le quote 1200 e 1360 m s.l.m.. La portata complessiva è dovuta a circa 20 punti di venuta a giorno, captati e asserviti, mediante isolate e semplici opere di presa, a un acquedotto potabile. L'acquifero è rappresentato dalla Formazione dei Calcari con selce, afferente all'Unità Lagonegrese, che costituisce il Monte Arioso. In corrispondenza dell'alveo la superficie piezometrica affiora e determina il vasto fronte sorgivo.

Il nome della Sorgente Capo D'Agri (2) spiega che da tale punto il Fiume Agri acquista il suo primo tributo perenne. In questo tratto l'alveo è inciso nel contatto tra la Formazione del Galestrino, argilloso-marnosa, e la Formazione degli Scisti Silicei, diasprigna, dalla quale, lungo la sponda sinistra, vengono a giorno le acque. Sottoposti stratigraficamente agli Scisti Silicei, i Calcari con selce della Serra di Calvello costituiscono il vero acquifero. Attraversati gli Scisti silicei fratturati, le acque sotterranee emergono in corrispondenza della soglia di permeabilità sovrainposta, rappresentata dal contatto stratigrafico di questi ultimi con la Formazione del Galestrino. Attualmente la sor-

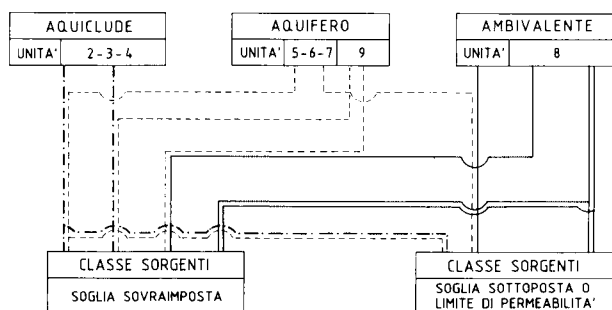


FIG. 3 — Schema dei possibili rapporti idrogeologici tra le unità stratigrafico-strutturali (Tab. 1) e classi delle relative sorgenti.

— Schematic of possible hydrogeological relationships among the stratigraphic-structural units (Tab. 1) and relative spring classes.

N.	SORGENTE DENOMINAZIONE	BACINO IDROGRA FICO	QUOTA m slm	PORTATA			Rvt T °C	UNITA' ACQUI FERO	LITOLOGIA		CLASSE SORGENTI			
				MIN l/s	MEDIA l/s	MAX l/s			ACQUI FERO	ACQUI CLUDE				
1	FOSSO CUPA	BASENTO	1200	40	107	190	7	139,9	8b	--	c-s	--	"3"	"E"
2	CAPO D'AGRI	AGRI	1000	101	147	250	8	---	8b	8a	c-s	a-m	"2"	"C"
3	CURVINO	AGRI	838	10	94	207	9	210,2	8b	8a	c-s	a-m	"2"	"C"
4	SCURO	AGRI	942	23	43	61	9	---	7	8a	c-d	a-m	"2"	"D"
5	AGGIA	AGRI	601	100	268	561	10	172,3	7	1	c-d	a-st	"2"	"C"
6	CAPANO	AGRI	631	40	99	170	12	131,5	8	1	c-s	a-st	"2"	"C"
7	PESCHIERA DI PEDALE	AGRI	599	40	243	645	12	249,2	6	1	c	a-st	"2"	"C"
8	LA CALDA	SINNI	738	205	265	368	22	---	9	3	c	a-m	"2"	"C"
9	FRIDA	SINNI	1050	294	417	749	7	109,0	6	3	c	a-m	"2"	"C"
10	MERCURE	LAO	420	1530	1966	2910	10	---	6	1	c	a-st	"2"	"C"
11	ACQUA NERA	LAO	815	106	147	208	7	---	5	3	c	a-m	"2"	"C"
12	S.GIOVANNI	LAO	510	509	638	823	10	---	7	1	d	a-st	"2"	"C"
13	MANGOSA	LAO	410	188	188	188	7	---	6	1	c-d	a-st	"2"	"C"
14	TORBIDO	NOCE	905	216	315	443	6	---	8b	8a	c-s	a-m	"2"	"C"
15	FIUMICELLO PESCE	NOCE	445	85	146	185	11	---	6	3	c	a-m	"2"	"C"
16	PARRUTTA	NOCE	235	10	51	95	12	166,4	5	3	c-d	a-m	"2"	"D"
17	S. BASILE	NOCE	247	8	99	205	12	199,0	5	3	c-d	a-m	"1"	"A"

TAB. 2 — Sorgenti studiate. Le unità stratigrafico-strutturali sono riferite alla Fig. 2; litologia: a = argilloso; c = calcareo/a; d = dolomitico/a; m = marnosa; s = silicea; st = silto-sa (distinzione delle sorgenti secondo la classificazione di Civita, 1972).

— Studied springs. The stratigraphic-structural units are referred to Fig. 2; lithology: a = clayey; c = calcareous, d = dolomitic; m = marly; s = siliceous; st = silty (distinction of springs according to the classification of Civita, 1972).

gente è captata tramite due brevi gallerie drenanti ed è asservita a usi vari.

La Sorgente Curvino (3), posta a valle della Sorgente Capo d'Agri, affiora, mediante due polle, dagli Scisti Silicei, anche qui sovrastanti i Calcari con selce dell'Unità di Lagonegro. I caratteri dell'emergenza sono molto simili a quelli già visti per la sorgente Capo d'Agri. La scaturigine è captata tramite due brevi gallerie, costruite a quote ed in epoche diverse; attualmente la captazione più antica mostra di subire un calo delle portate, molto probabilmente a causa del secondo e più basso cunicolo.

La Sorgente Scuro (4) è collocata al piede del rilievo carbonatico del M. Amoruso. La sorgente si origina al contatto per sovrascorrimento dell'Unità dei M.ti della Maddalena, carbonatica, sull'Unità Lagonegrese, rappresentata da livelli argilloso-marnosi. L'andamento a reggipoggio del contatto tettonico determina una soglia di permeabilità sottoimposta, dalla quale "traboccano" le acque che alimentano la sorgente. La scaturigine, captata tramite un bottino di presa, alimenta l'acquedotto comunale di Paterno (Pz).

Sulla destra del Fiume Agri si colloca la Sorgente Aggia (5), le cui polle animavano un piccolo laghetto (Perrone, 1906), posto al piede del massiccio carbonatico. La scaturigine si determina al contatto tra i depositi fluviolacustri della valle del F. Agri e le rocce carbonatiche dell'Unità dei Monti della Maddalena, verso la valle ribassati per faglia. Tali condizioni determinano una soglia di permeabilità sovrainposta che causa la sorgente, modesti travasi sotterranei si producono attraverso i livelli più permeabili della successione fluviolacustre. Da tempo utilizzata, nei primi anni ottanta la sorgente è stata ricaptata posizionando opportunamente un diaframma plastico impermeabile che ha posto fine alle fughe attraverso i terreni fluviolacustri. Il diaframma induce le acque a rigurgitare in una vasca di raccolta realizzata al posto della vecchia scaturigine (Cotecchia *et alii*, 1982).

La Sorgente Capano (6) si manifesta in terreni detritici, alluvionali, abbastanza grossolani, dove un piccolo rilievo in tali terreni è appena inciso da una specie di trincea. L'acquifero è costituito dalla For-

mazione dei Calcari con selce dell'Unità Lagonegrese, la scaturigine si individua poco a valle del contatto tra le rocce carbonatiche e i depositi fluviolacustri della Val d'Agri, si determina così una soglia di permeabilità sovrainposta. Attualmente la sorgente è utilizzata sfruttando una modesta briglia in calcestruzzo che alimenta alcuni canali di irrigazione.

La Sorgente Peschiera di Pedale (7) si manifestava al di sotto di una rupe calcarea. I punti di emergenza non sono mai stati osservati direttamente nel corso del corrente secolo poiché una modesta opera di invaso, realizzata per permettere l'irrigazione con un maggior carico idrostatico, le sommerse. L'acquifero ha sede nelle rocce carbonatiche dell'Unità Alburno-Cervati; in corrispondenza della scaturigine le rocce carbonatiche sono in contatto con i depositi fluviolacustri della Val d'Agri, che determinano una soglia di permeabilità sovrainposta (Cotecchia *et alii*, 1988).

La Sorgente la Calda (8), posta al contatto tra i calcari del Monte Alpi e le argille liguridi, presentava un'area sorgiva costituita da una decina di polle di cui alcune dalla spiccata natura sulfurea (Lacava, 1891). L'acqua emergente dalle varie polle varia sia per la temperatura, compresa tra 21,7 e 23,5° C, che per la natura sulfurea. Si può ipotizzare che in passato la circolazione idrica sotterranea avvenisse a quote maggiori di quelle attuali, come suggerito da affioramenti di travertino e da grotte tappezzate da concrezioni, poste a ovest della sorgente stessa. L'acquifero ha sede nella potente successione carbonatica costituente il Monte Alpi ed è circoscritto, da tutti i lati, dall'Unità Liguride (Ortolani & Torre, 1971). Alla scala dell'episodio sorgivo l'assetto strutturale è caratterizzato dal contatto tettonico, per faglia diretta, tra l'Unità del Monte Alpi e l'Unità Liguride, che determina una soglia di permeabilità sovrainposta. L'ipotesi più attendibile e che le acque termali risalgano da un circuito profondo lungo la zona fratturata associata alla suddetta faglia diretta. Le sorgenti devono la loro natura "sulfurea" alla esistenza di ioni solfuro che potrebbero derivare dalla decomposizione di aggregati di pirite, piuttosto abbondanti nell'ambito dei calcari. Attualmente le sorgenti sono captate mediante una semplice opera di derivazione in calcestruzzo e un pozzo

drenante; tutte le opere sono asservite allo stabilimento termale.

La Sorgente del Frida (9) si manifesta in prossimità dell'alveo del torrente Frida, sotto una spettacolare balza nella roccia calcarea, dove questa è lambita da rocce scistose e argillose. Alcune delle numerose polle scaturivano direttamente da fratture nella roccia calcarea giacenti in piani subverticali, normali alla direzione dell'alveo, altre affioravano nell'alveo. La scaturigine si determina in conseguenza di una soglia di permeabilità sovrainposta, costituita dall'Unità Liguride, in contatto tettonico sull'Unità Alburno-Cervati. Attualmente la sorgente è utilizzata per l'alimentazione di un acquedotto potabile ed è captata mediante una galleria drenante lunga oltre 500 m.

La Sorgente Mercure (10) è la più copiosa dell'intero Appennino calabro-lucano. La sua generosa emergenza si manifesta al piede del M. Grattaculo, caratterizzato da rocce calcaree afferenti all'Unità Alburno-Cervati-Pollino, in corrispondenza del contatto con i terreni di origine fluviolacustre che colmano la valle del F. Mercure. Le acque sorgive emergono per una soglia di permeabilità sovrainposta, rappresentata dai depositi fluviolacustri. La sorgente dava vita in passato a numerose polle distribuite in una modesta conca delimitata da sponde acclivi e in cui affioravano entrambi i litotipi suddetti. Oggigiorno, un modesto invaso artificiale ha sommerso buona parte delle scaturigini, definendo una quota del pelo libero variabile, regolabile in funzione delle esigenze della centrale idroelettrica a cui è asservita la sorgente.

La Sorgente Acqua Nera (11) è posta su un versante della Coppola di Paola, costituita da rocce di natura calcareo-dolomitica, afferenti all'Unità di Verbicaro. La scaturigine è rappresentativa di un gruppo di tre sorgenti, distanti non più di alcune centinaia di metri. Il gruppo sorgivo si individua in corrispondenza del contatto delle rocce carbonatiche con i litotipi argilloso-marnosi dell'Unità Liguride, anche se apparentemente il meccanismo di affioramento sembra collegarsi ad una soglia di permeabilità sovrainposta, l'andamento del contatto tra le due unità induce a ritenere che, localmente, siano possibili sovrapposizioni "anomale" dell'unità carbonatica sull'unità Liguride. È l'unica tra quelle esaminate che non ha visto modificate dall'uomo le condizioni di emergenza. Tutt'ora l'acqua affiora sotto una modesta rupe calcarea, dando vita a numerosi canali, quasi naturali, che la convogliano verso un suggestivo mulino. Poco a valle, una recente opera di captazione, meglio sarebbe dire di derivazione, preleva l'acqua sorgiva effluente dall'inoperoso mulino.

La Sorgente San Giovanni (12) è collocata sotto una limitata parete in calcare compatto, all'interno del territorio urbano di Castelluccio Inferiore. L'acquifero, rappresentato dalle rocce calcareo-dolomitiche affioranti a nord dell'abitato, riferibili per posizione strutturale e litologia all'Unità dei M. della

Maddalena, è tamponato, verso valle, dai depositi fluviolacustri del Mercure, che determinano una soglia di permeabilità sovrainposta. Il particolare ambiente geologico, caratterizzato da una profonda e rapida erosione legata all'evoluzione geomorfica dell'area, determina un continuo abbassamento della soglia e della scaturigine. Le acque sorgive si raccolgono in vasche realizzate mediante muri, costituenti una insicura captazione.

La Sorgente Mangosa (13), nota in passato come Sorgente Santoianni, era caratterizzata da numerose vene acquifere emergenti da enormi blocchi calcarei. L'acquifero, rappresentato dalla struttura idrogeologica M. Fossino - M. Rossino (D'Ecclesiis & Polemio, presente volume), è tamponato dai depositi fluviolacustri del Mercure che, anche in questo caso, determinano una soglia di permeabilità sovrainposta. Di recente la sorgente è stata captata mediante alcune brevi gallerie drenanti, realizzate in modo da raggiungere e seguire le principali fratture acquifere.

La Sorgente Torbido (14) è rinvenibile al termine della profonda forra omonima, che lacera per oltre 20 m di profondità gli Scisti Silicei dell'Unità Lagonegrese, costituente l'intero massiccio alimentatore, rappresentato dal M. Sirino (D'Ecclesiis *et alii*, 1990). Presso la sorgente si verifica, in superficie, il passaggio litologico dagli Scisti silicei al Flysch Galestrino, che ha spesso tratto in errore. La sorgente Torbido, in realtà, è alimentata direttamente da un acquifero profondo, in forte pressione, rappresentato dai Calcari con selce, sottoposti stratigraficamente agli Scisti silicei, di per sé impermeabili. La scaturigine si determina in corrispondenza di una culminazione assiale di una piega anticlinale asimmetrica. L'intensa fratturazione che i rigidi litotipi diasprigni costituenti gli Scisti silicei ivi subiscono, consente la risalita delle acque in forte pressione in corrispondenza della sorgente. Quest'ultima è stata captata alcuni decenni or sono con una galleria drenante poco efficace, realizzata coerentemente con l'ipotesi di sorgente per soglia di permeabilità sovrainposta; di recente ha trovato un efficace, razionale e sicuro utilizzo con un sistema di captazione e monitoraggio, basato su pozzi artesiani (Cotecchia *et alii*, 1993).

Sotto un'irta rupe calcarea facente parte della Serra la Nocara, in corrispondenza dell'affioramento di litotipi argilloso-marnosi, si incontra la puntiforme sorgente nota come Fiumicello Pesce (15). La sorgente scaturiva mediante una veloce vena idrica dall'interno di una grotta formatasi nella rupe calcarea. Attualmente la sorgente è priva di una vera e propria captazione, pur se l'intervento umano ha alterato lo stato naturale dei luoghi. L'acquifero carbonatico è costituito da litotipi riferibili all'Unità Alburno-Cervati, costituenti la struttura idrogeologica M. Rossino-Serra Nocara-M. Fossino (D'Ecclesiis & Polemio, presente volume). Alla base della Serra Nocara, i litotipi argilloso-marnosi dell'Unità Liguride so-

vrascorrono sull'unità carbonatica, determinando una soglia di permeabilità sovrainposta.

L'originale nome della Sorgente Parrutta (16) era, probabilmente, Maimone. La scaturigine si verificava sotto l'irto versante calcareo della Serra del Pollino, caratterizzata da rocce riferibili all'Unità di Verbicaro, al contatto con i litotipi argillosi dell'Unità Liguride, in una località, Parrutta, interessata da diffusi fenomeni sorgivi secondari. In conseguenza di fenomeni tettonici trascorrenti (Cotecchia *et alii*, 1990), l'Unità di Verbicaro si è sovrapposta all'Unità Liguride, determinando una soglia di permeabilità sottoimposta dalla quale effluiscono le acque della sorgente. L'opera di captazione, eseguita alcuni decenni or sono, costituita da una galleria drenante di piccola sezione, ha alterato le condizioni di emergenza originaria, raccogliendo le acque provenienti da più fenomeni sorgivi contermini.

La Sorgente S. Basile (17) fa parte di un gruppo di ricche e simili scaturigini disposte lungo la Valle di Maratea, al piede del versante del M. Crivo. Simile alla sorgente Parrutta, differisce da questa perché il contatto tettonico tra l'unità acquifera e l'unità acquicluda è caratterizzato da un andamento a franapoggio e determina, quindi, un limite di permeabilità definito. La realizzazione nel 1964 di una galleria drenante ha alterato le condizioni di efflusso, provocando la scomparsa di alcuni fenomeni sorgivi contermini.

Caratterizzazione idrometrica delle sorgenti

In Tab. 2 sono riportate le portate minime, medie e massime per tutte le sorgenti nonché l'indice di variabilità di Meinzer R_{vt} , per i soli casi in cui sono disponibili almeno cinque anni di osservazioni. Infatti, la Fig. 4, realizzata considerando tutte le sorgenti tranne la Mangosa, mostra chiaramente che l'indice di Meinzer, calcolato considerando tutto il periodo di osservazione, cresce al crescere del numero dei mesi di osservazione, tendendo a un limite, probabilmente finito, sufficientemente approssimabile con non meno di 60 mesi di osservazione. Le portate relative alle sorgenti Torbido (Cotecchia *et alii*, 1993), Parrutta e S. Basile (Cotecchia *et alii*, 1990) sono congruenti con quanto noto in bibliografia, quelle relative alle sorgenti Peschiera di Pedale (Cotecchia *et alii*, 1988) e Aggia (Cotecchia *et alii*, 1982) sono state determinate mediante misure estese in un periodo, dal 1903 al 1991, più ampio di quanto fatto in precedenza.

Nei casi esaminati, in verità non numerosi, l'indice di variabilità si è dimostrato indipendente dalla portata media; considerando la litologia dell'acquifero è emerso che gli acquiferi calcareo-dolomitici manifestano modeste variabilità dell'indice, pur considerando sorgenti delle portate medie molto diverse. I valori estremi dell'indice R_{vt} sono relativi alla sorgente Frida, per il minimo, e alla sorgente Peschiera di Pedale,

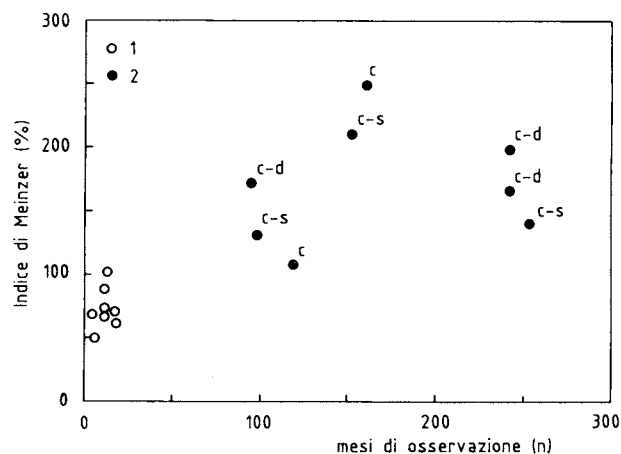


FIG. 4 — Indice di variabilità di Meinzer R_{vt} e numero di mesi di osservazione. 1) Sorgenti con $n < 60$; 2) sorgenti con $n > 60$ e litologia abbreviata dell'acquifero secondo la Tab. 2.

— Effect of number of month's of observations on Meinzer's Variability Index R_{vt} . 1) Springs with $n < 60$; 2) springs with $n > 60$ and abbreviated aquifer lithology as per Tab. 2.

per il massimo, entrambe alimentate da acquiferi calcarei. Il regime idrologico è stato caratterizzato per le otto sorgenti con più di 5 anni di osservazione. Al fine di annullare l'effetto delle differenze tra le portate delle singole sorgenti, le portate mensili sono state adimensionalizzate definendo q_i (Fig. 5):

$$q_i = \frac{\text{(portata mensile)}}{\text{(portata annua)}} \% \text{ con } i = 1, 2, \dots, 12$$

La portata di magra nelle sorgenti appenniniche si verifica tra ottobre e dicembre, più frequentemente a dicembre. Più ampio è l'intervallo di tempo definito dalle portate di piena: è esteso da febbraio a giugno

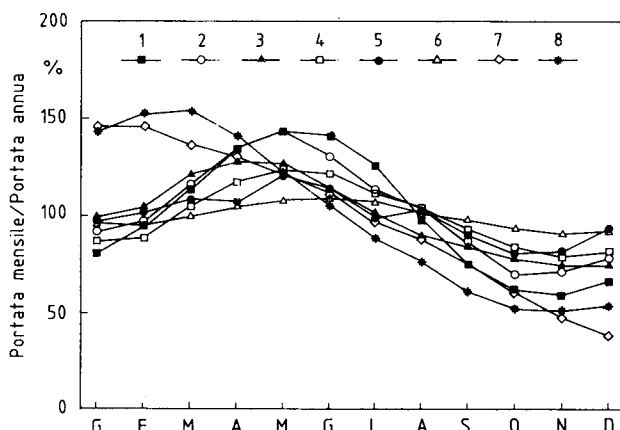


FIG. 5 — Regime delle sorgenti. Sorgenti: 1) Fossa Cupa; 2) Curvino; 3) Aggia; 4) Capano; 5) Peschiera; 6) Frida; 7) Parrutta; 8) S. Basile.

— Spring regimens. Springs: 1) Fossa Cupa; 2) Curvino; 3) Aggia; 4) Capano; 5) Peschiera; 6) Frida; 7) Parrutta; 8) San Basile.

e coincide più frequentemente, nei casi esaminati, con maggio. La piena si verifica tanto più tardi quanto più esteso e più elevato è il bacino idrogeologico. Nel caso della sorg. Frida, il cui acquifero impegna una rilevante parte del M. Pollino, il più alto rilievo dell'Appennino calabro-lucano, il massimo della portata si verifica generalmente a giugno.

Le curve dei regimi idrologici non sono simmetriche rispetto alla portata media in quanto le portate massime mensili generalmente eccedono di più di quanto le portate minime difettano rispetto alle medie. Tale circostanza si spiega con la maggiore rapidità del fenomeno della ricarica, per gli acquiferi appenninici generalmente concentrata in 4 mesi, rispetto a quello dell'esaurimento delle falde. Tale effetto è nullo per la sola sorgente Frida, la cui curva è simmetrica rispetto al valore medio della portata. Il coefficiente di Meinzer R_{va} , calcolato relativamente all'anno medio, sempre più piccolo di quello calcolato per tutto il periodo di osservazione, è risultato compreso, nei casi esaminati, tra il 20 e il 106%; il rapporto tra R_{va} e R_{vt} è risultato compreso tra il 16 e il 64%. Nessuna significativa relazione è emersa tra le due variabili R_{va} e R_{vt} se non distinguendo i casi disponibili in base

alla litologia degli acquiferi; la scarsa disponibilità di casi limita però la valenza di tali considerazioni.

Conclusioni

Per le unità stratigrafico-strutturali considerate, rinvenibili nell'appennino calabro-lucano, sono state schematizzate le possibili condizioni idrogeologiche. Distinte tali unità in base al ruolo idrogeologico svolto, acquifero, aquiclude e ambivalente, sono state individuate le classi delle sorgenti in funzione delle unità a contatto, rinvenibili nell'area.

Le conclusioni di carattere generale sono state verificate e approfondite mediante l'esame di 17 sorgenti. In particolare, è stato studiato il regime idrologico di tali sorgenti e la variabilità degli efflussi. Si è verificato che l'indice di variabilità cresce al crescere della durata del periodo di osservazione, tale effetto diviene trascurabile solo per periodi di osservazione superiori ai 5 anni.

Ringraziamenti. Si ringrazia il Prof. V. Cotecchia per la revisione critica del manoscritto e per gli utili consigli; si ringrazia inoltre per l'attenta collaborazione la Sig.ra M. R. Paiano, che ha contribuito alla realizzazione delle illustrazioni.

SUMMARY

A regional study has provided a preliminary outline of the resurgence characteristics of the most important springs in the Basilicata Region.

The major aquifers occur in mainly carbonate formations, generally stratigraphic-structural units deriving from the Campanian-Lucanian Platform or the Lagonero Basin. The aquicludes and local impervious plugs are of a limited variety; in most cases they consist of complex flysch formations of an essentially clayey-marly nature. Within the context of the sample of

springs examined, the commonest causes of resurgence are permeability thresholds, followed by the outcropping of the piezometric surface or given permeability limits. After having classified the resurgences on the basis of the structural and lithological characteristics of the parent aquifers, the regime of the Apennine carbonate springs was reviewed and their potential was ascertained, as was the variability of flows over the observation period.

Manoscritto presentato il 28 ottobre 1992.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1988) - Carta Geologica dell'Appennino Meridionale. *Atti 74° Congr. Soc. Geol. It., Sorrento, 13-17 settembre 1988.*
- CIVITA M. (1972) - Schematizzazione idrogeologica delle sorgenti normali e delle relative opere di captazione. *Mem. e Note Ist. Geol. Appl.*, **12**, Napoli.
- COTECCHIA V., D'ECCLESIS G. & POLEMIO M. (1990) - Studio geologico e idrogeologico dei monti di Maratea. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **25**, Bari.
- COTECCHIA V., D'ECCLESIS G. & POLEMIO M. (1993) - High pressure artesian wells to tap Torbido spring (Italy). *Int. Conf. on Environmental Management, Geo-water and Engineering aspects, February 1993, Wollongong, Australia.*
- COTECCHIA V., MICHELETTI A., MONTERISI L. & SALVEMINI A. (1982) - Caratteristiche tecniche delle opere per l'incremento della portata della sorgente dell'Aggia in relazione alle sue condizioni idrogeologiche. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **17**, Bari.
- COTECCHIA V., NUZZO G., SALVEMINI A. & VENTRELLA N.A. (1988) - Studi idrogeologici sulla sorgente "la Peschiera di Pedale" di Marsico Vetere nell'alta val d'Agri. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **23**, Bari.
- D'ARGENIO B., PESCATORE T. & ORTOLANI F. (1986) - Geology of the Southern Apennines. A brief outline. International Symposium on Engineering geology problems in seismic areas. I.A.E.G. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **21**, Bari.
- D'ECCLESIS G., GRASSI D., SDAO F. & TADOLINI T. (1990) - Potenzialità e vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee del monte Sirino (Basilicata). *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **25**, Bari.
- D'ECCLESIS G. & POLEMIO M. (1994) - Caratteri idrogeologici del

- M. Fossino e della piana tettonico-carsica del Galdo. *Geologica Romana*, presente volume.
- LACAVA M. (1891) - I bagni di Latronico. *Editice Garramone e Marchesiello*, Potenza.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1937 e 1941) Servizio Idrografico Sezione Idrografica di Catanzaro - Le sorgenti italiane. Calabria e Lucania. **14** (5 e 6), Roma.
- ORTOLANI F. & TORRE M. (1971) - Il monte Alpi (Lucania) nella paleogeografia dell'Appennino meridionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, **90**, 213-248, Roma.
- PERRONE E. (1906) - Carta Idrogeologica d'Italia. *Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio*, Roma.
- PESCATORE T., RENDE P. & TRAMUTOLI M. (1988) - I rapporti tra le Unità Lagonegresi e le Unità Sicilidi nella media valle del F. Basento. *Atti 74° Congr. Soc. Geol. It., Sorrento, 13-14 settembre 1988*.
- SCANDONE P. (1972) - Studi di geologia lucana: carta dei terreni della serie calcareo-silico-marnosa e note illustrative. *Boll. Soc. dei Nat.*, **81**, Roma.