

MAURIZIO POLEMIO (*) & GIAMPIERO D'ECCLESIIIS (**)

VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI DEI MONTI DI MARATEA (Basilicata)

ABSTRACT: POLEMIO M. & D'ECCLESIIIS G., *Aquifer vulnerability in Maratea Mountains (Southern Italy)*. (IT ISSN 0391-9838, 1997).

Carbonate rocks outcrop in the area of Maratea mountains. They belong to the Bulgheria-Verbicario and Alburno-Cervati Units and exhibit heavy fracturing and occasional karstification. The structural setting depends on the overthrusting of carbonate rocks of the Bulgheria-Verbicario Unit on a clayey-marly complex made of the plastic soils of the Liguride Unit.

The intrinsic vulnerability of the area at large was assessed by means of a parametric point-and-weight system, whereas the «Sintacs» method was applied on a higher scale to assess a sample area located on the western side, along the valley of Maratea Fiumicello where a number of springs and instability phenomena are reported.

Hence, the area is highly vulnerable. All the more, the urban and suburban area of Maratea because of the high residential development in the vicinity of springs. Severe problems of slope instability have repeatedly damaged the water supply and sewage system, thereby affecting the quality and the quantity of readily available groundwater resources and contributing to the degradation of the built-up area as a result of the impact on slope stability and construction works in place.

KEY WORDS: Groundwater, Vulnerability, Pollution, Water resources, Basilicata (Italy).

RIASSUNTO: POLEMIO M. & D'ECCLESIIIS G., *Vulnerabilità degli acquiferi dei monti di Maratea (Basilicata)*. (IT ISSN 0391-9838, 1997).

Nell'area dei monti di Maratea affiorano diffusamente rocce carbonatiche, appartenenti alle unità litostrografiche Bulgheria-Verbicario e Alburno-Cervati, rocce che sono intensamente fratturate e, non di rado, anche carsificate. L'assetto strutturale è condizionato dal sovrascorrimento delle rocce carbonatiche dell'Unità Bulgheria-Verbicario su un complesso argilloso-marnoso costituito dai terreni plastici dell'Unità Liguride.

La valutazione della vulnerabilità intrinseca è stata effettuata con un metodo parametrico a punteggi e pesi per l'intera area e, a scala maggiore, con il metodo «Sintacs» per un'area campione posta sul versante occidentale, lungo la valle del Fiumicello di Maratea, dove si concentrano numerose sorgenti e fenomeni notevoli d'instabilità.

Si evince che un elevato grado di vulnerabilità caratterizza tutta l'area. Assume eccezionale rilevanza l'alto grado di vulnerabilità di tutta l'area urbana e suburbana di Maratea, non solo in connessione all'elevato

sviluppo residenziale attorno a numerose e pregiate sorgenti. Infatti, gravissimi problemi di instabilità del versante provocano anche e continuamente rotture degli acquedotti e delle fognature, le quali, a loro volta contribuiscono sia al degrado qualitativo e quantitativo delle risorse idriche sotterranee effettivamente utilizzabili sia al degrado del patrimonio abitativo, avendo un effetto non positivo sulla stabilità del suolo e dei manufatti che su esso insiste.

TERMINI CHIAVE: Acque sotterranee, Vulnerabilità, Inquinamento, Risorse idriche, Basilicata.

INTRODUZIONE

La zona studiata (fig. 1) si sviluppa tra gli abitati di Maratea e di Trecchina ed ospita alcuni importanti rilievi montuosi: i monti Crivo, Rotonda e Serra di Castrocucco. Il grande interesse della collettività alla tutela delle risorse idriche sotterranee, molto sentito anche nell'area a vocazione turistica di Maratea, ha incoraggiato una rilevante produzione scientifica sul tema della vulnerabilità degli acquiferi (Civita, 1994; IAH, 1994), nel cui contesto si inserisce questo contributo.

CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA

Nell'area di studio affiorano due distinte successioni carbonatiche mesozoiche, facenti parte della Piattaforma Campano-Lucana, e terreni prevalentemente argilloso-marnosi in facies di flysch, riferibili all'Unità Liguride (fig. 1) (Cotecchia & alii, 1990, 1993 e 1994; D'Ecclesiis & alii, 1993).

Le rocce carbonatiche, che condizionano gran parte della morfostuttura dei monti di Maratea, appartengono all'Unità Bulgheria-Verbicario e all'Unità Alburno-Cervati. La prima è costituita da una potente successione carbonatica sulla quale si rinvengono conglomerati paleogenici in trasgressione. La seconda Unità consiste in calcari oolitici o con rudiste, calcareniti e calciruditi. Tutte le rocce sono intensamente fratturate e, non di rado, anche carsificate. L'Unità Liguride è riferibile alla Formazione delle Crete

(*) Cnr-Cerist, Uo del Gndci 4.14, Bari.

(**) Dipartimento di Strutture, Geotecnica e Geologia Applicata all'Ingegneria, Università della Basilicata, Uo del Gndci 4.23, Potenza.

Publicazione del Cnr, Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, Linea 4, Pubbl. n. 1361.

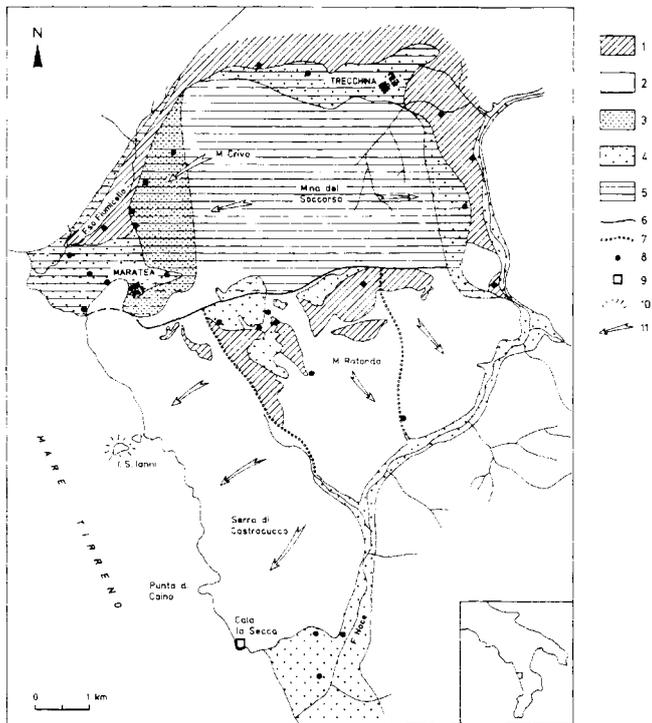


FIG. 1 - Carta idrogeologica dei monti di Maratea. 1) Successioni flyschoidi a componente argillosa, permeabilità da bassa a nulla; 2) successioni carbonatiche di piattaforma, permeabilità da media ad alta per fessurazione e carsismo; 3) ammassi calcarei dislocati da fenomeni gravitativi, permeabilità alta per fessurazione e carsismo; 4) detriti di falda e alluvioni, permeabilità alta per porosità; 5) corpi acquiferi limitati inferiormente da livelli impermeabili, limite incerto dove tratteggiato; 6) limite di unità idrogeologica, limite incerto dove tratteggiato; 7) spartiacque sotterraneo aperto; 8) sorgente; 9) sorgente costiera; 10) probabile sorgente sottomarina; 11) linea principale di flusso sotterraneo.

FIG. 1 - Hydrogeologic map of Maratea Mts. 1) Clayey-flyschoid successions, low to null permeability; 2) platform carbonate successions, medium to high permeability due to fissuring and karst phenomena; 3) calcareous materials dislocated by gravity phenomena, high permeability due to fissuring and karst phenomena; 4) scree and alluvial debris, porosity-related high permeability; 5) aquifers bound at the bottom by impermeable layers, the hatched boundary is uncertain; 6) boundary of the hydrogeologic unit, the hatched boundary is uncertain; 7) open subsurface divides; 8) springs; 9) coastal spring; 10) likely submarine spring; 11) main groundwater fathline.

Nere (Cretaceo-Eocene inferiore); essa è formata da un complesso argilloso-marnoso, intensamente tettonizzato e, non di rado, allo stato caotico, originatosi da depositi pelitici di ambienti oceanici anossici.

Il complesso assetto strutturale è attribuibile ai composti movimenti tettonici prodottisi lungo una zona di taglio, attiva dal Miocene superiore al Pleistocene, nota come Linea del Pollino. Lungo tale linea sono cambiati gli originali assetti delle unità attraversate. L'area in studio è suddivisa in due da una lineazione a direzione Est-Ovest che corre lungo l'allineamento Maratea-Brefaro-Piano dei Peri. Il settore posto a Nord di tale lineazione è caratterizzato dalla parziale alloctonia dell'Unità carbonatica Bulgheria-Verbicario sull'Unità Liguride; il settore posto a Sud si diffe-

renza per il sovrascorrimento della Unità Bulgheria-Verbicario su quella Alburno-Cervati, anch'essa carbonatica.

I versanti dei monti di Maratea, in particolare l'occidentale e l'orientale, si evolvono mediante fenomeni d'instabilità molto simili. Su entrambi i contrapposti versanti si individuano aree interessate da espansioni laterali evolutisi in movimenti di massa di vario tipo.

IDROGEOLOGIA

Nel caso degli acquiferi circostanti Maratea, il complesso delle vicende tettoniche che hanno interessato le locali formazioni carbonatiche condiziona le modalità di circolazione idrica sotterranea. la lineazione Maratea-Brefaro-Piano dei Peri suddivide i monti di Maratea in due unità idrogeologiche le cui condizioni al contorno sono risultate distinte, l'Unità del M. Crivo e l'Unità del M. Rotonda-Serra di Castrocuoco.

L'unità idrogeologica del M. Crivo (23 km²) (Cotecchia & *alii*, 1990 e 1993), costituita da successioni carbonatiche di piattaforma pertinenti all'Unità Bulgheria-Verbicario, presenta un ben definito limite di permeabilità inferiore, dovuto alla sovrapposizione tettonica dell'unità Bulgheria-Verbicario, acquifera, a quella Liguride, praticamente impermeabile (fig. 1).

L'unità idrogeologica del M. Rotonda-Serra di Castrocuoco (30 km²), costituita da rocce carbonatiche dell'Unità Bulgheria-Verbicario ma che poggiano direttamente su litotipi carbonatici dell'Unità Alburno-Cervati, presenta limiti di permeabilità che permettono travasi sia verso le alluvioni del F. Noce-Castrocuoco, lungo il limite orientale e meridionale (valle del Fiume Noce), che verso il mare Tirreno, lungo il limite occidentale (fig. 1).

Lungo la Valle di Maratea il contatto tettonico tra i litotipi flyschoidi, formanti il substrato impermeabile, e le rocce carbonatiche corre intorno alla quota 250-280 m s.l.m., sepolto sotto una potente coltre carbonatica dislocata da fenomeni gravitativi, anche del tipo deformazioni gravitative profonde di versante. La coltre drena il massiccio carbonatico vero e proprio e fa emergere le acque di falda lungo un ampio fronte. Il deflusso e la venuta a giorno delle acque sotterranee si manifestano con le stesse modalità anche nell'opposta valle del F. Noce, in corrispondenza di una più circoscritta area contraddistinta dalla sorgente Parrutta. Nelle due contrapposte valli le principali manifestazioni sorgentizie sono ubicate tra le quote 220-240 m s.l.m., in corrispondenza del contatto tra le rocce carbonatiche e la sottostante formazione argillosomarnosa liguride.

I volumi annui delle precipitazioni efficaci dell'unità idrogeologica del M. Crivo e del M. Rotonda-Serra di Castrocuoco sono rispettivamente pari a 25 e 33 Mm³, corrispondenti a una portata di 0,803 e 1,047 m³/s; mediante il rapporto percentuale tra la portata totale delle sorgenti, pari a 0,562 e 0,173 m³/s, e le precipitazioni efficaci si ha il coefficiente d'infiltrazione efficace, che è almeno pari al 69,9% nel primo caso e non inferiore al 16,5% nel secondo caso.

LA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI DEI MONTI DI MARATEA

La vulnerabilità intrinseca degli acquiferi è stata valutata considerando quei fattori che condizionano la possibile immissione e diffusione di sostanze inquinanti nella falda sotterranea. Il metodo applicato è stato già utilizzato per altri acquiferi carbonatici lucani (D'Eccelesiis & alii, 1995). La morfologia, associata alla complessa configurazione dell'acquifero e alla scarsità d'informazioni dirette, riduce drasticamente la quantità di parametri e/o fattori utilizzabili in fase di valutazione della vulnerabilità intrinseca. I parametri disponibili e utilizzati per caratterizzare la vulnerabilità sono: litologia, acclività della superficie topografica e surplus idrico.

Il metodo adoperato, parametrico a punteggi e pesi (pcsm) (Civita, 1994), consiste nell'attribuzione di un punteggio (Ppar), compreso tra 1 e 10 (da bassa ad alta influenza), ad ogni classe d'appartenenza (intervallo di valori) dei parametri considerati. Il punteggio così aggiudicato è opportunamente amplificato dal prodotto con un fattore moltiplicatore a gamma fissa («peso») in precedenza deciso; ciò al fine d'assicurare la giusta evidenza al parametro nella valutazione della vulnerabilità. La scelta del fattore moltiplicativo dipende dal ruolo che il parametro in questione riveste nei diversi processi che sovrintendono alla protezione o meno dell'acquifero. Il territorio è stato discretizzato in celle quadrate di 500 m di lato (25 ha) formanti una maglia di forma irregolare. La somma dei valori, relativi ai singoli parametri opportunamente pesati, rappresenta la vulnerabilità intrinseca, secondo un indice di vulnerabilità (Iv), dell'unità di territorio rappresentato dalla singola cella. L'indice di vulnerabilità è stato calcolato secondo la relazione:

$$Iv = \sum Ppar \times Peso$$

La valutazione del contributo che ciascuno dei parametri considerati dà alla definizione dell'indice di vulnerabilità intrinseca, è stata compiuta in conformità ad una discretizzazione del campo di variabilità parametrico.

– Per quanto concerne la litologia, si distinguono quattro complessi idrogeologici a comportamento differente, per grado e tipo di permeabilità (tab. 1, fig. 2A). È stato assegnato a ciascuna cella un punteggio dipendente dalla permeabilità, decrescente dalla prima alla quarta classe litologica, e dalla percentuale di affioramento della singola litologia.

– Per l'acclività della superficie topografica, determinata sulla base della cartografia in scala 1:25.000, sono state in-

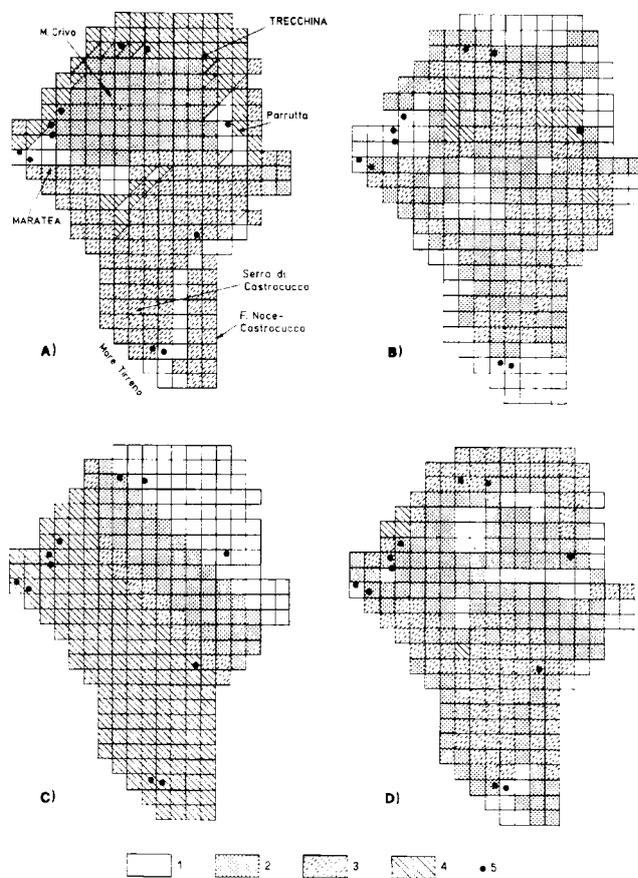


FIG. 2 - Carte per la valutazione parametrica della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi dei monti di Maratea. A) Litologia: 1) Detriti, 2) Calcarei fratturati, 3) Calcarei poco fratturati, 4) Argilliti, 5) sorgente principale. B) Acclività (%): 1) minore di 4, 2) da 4 a 8, 3) da 8 a 12, 4) maggiore di 12, 5) sorgente principale. C) Surplus idrico (mm): 1) maggiore di 1300, 2) da 1100 a 1300, 3) da 900 a 1100, 4) minore di 900, 5) sorgente principale. D) Vulnerabilità: 1) molto elevata, 2) elevata, 3) medio-alta, 4) medio-bassa, 5) sorgente principale.

FIG. 2 - Parametric assessment maps of the intrinsic vulnerability of Mts. Maratea aquifers. A) Lithology: 1) debris; 2) fractured limestones; 3) slightly fractured limestones; 4) argillite; 5) main spring. B) Acclivity (%): 1) lower than 4; 2) between 4 and 8; 3) between 8 and 12; 4) higher than 12; 5) main spring. C) Water surplus (mm): 1) higher than 1,300; 2) between 1,100 and 1,300; 3) between 900 and 1100; 4) lower than 900; 5) main spring. D) Vulnerability: 1) very high; 2) high; 3) medium to high; 4) medium to low; 5) main spring.

dividuate varie classi di pendenza, relativamente ad ogni cella, ed attribuiti i relativi punteggi e peso (tab. 1, fig. 2B).

– L'ultimo parametro considerato è stato il surplus idrico

TABELLA 1 - Pesi (P), descrizioni (D) e punteggi (Ppar) dei parametri utilizzati per valutare la vulnerabilità

TABLE 1 - Weights (P), description (D) and scores (Ppar) of the parameters used to assess the vulnerability

Parametro	P	D-Ppar	D-Ppar	D-Ppar	D-Ppar
LITOLOGIA	8	Detrito grossolano ⇒ 10	calcarei fratturati ⇒ 7	calcarei poco fratturati ⇒ 4	argilliti ⇒ 1
PENDENZA (%)	5	< 4 ⇒ 10	4 ÷ 8 ⇒ 7	8 ÷ 12 ⇒ 4	> 12 ⇒ 1
SURPLUS IDRICI (mm)	6	> 1300 ⇒ 7	1100 ÷ 1300 ⇒ 6	900 ÷ 1100 ⇒ 4	< 900 ⇒ 2

medio annuo per unità di superficie. Si considerano quattro intervalli di surplus idrico, cui sono stati attribuiti i relativi punteggi e peso (tab. 1, fig. 2C). Il surplus idrico è stato determinato con il metodo di Thornthwaite-Mather, grazie ai dati relativi alle stazioni termo-pluviometriche di Maratea e Trecchina (Cotecchia & alii, 1990).

La carta della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero rappresenta la sintesi del contributo alla vulnerabilità di ciascun parametro considerato (fig. 2D). Si evince che un elevato grado di vulnerabilità caratterizza tutta l'area. La vulnerabilità diventa più marcata in corrispondenza di quelle porzioni di territorio in cui affiorano i depositi alluvionali del F. Noce, come ad esempio la foce del fiume presso la Serra di Castrocuoco. La significativa vulnerabilità associata ad alcune aree antropizzate è rilevante, essendo noti casi d'inquinamento di acque sorgive. Si ricorderà il caso della Sorg. Ondavo, posta al di sotto dell'abitato di Maratea, e della sorgente Acquabianca, posta in prossimità di Brefaro e Massa, frazioni di Maratea, entrambi inquinamenti di tipo fecale e dovuti sia all'attività zootecnica sia al pessimo smaltimento delle acque reflue.

L'inquinamento delle acque sotterranee che scaturiscono alla Sorg. Acquabianca ha ad oggi impedito un regolare utilizzo delle captazioni realizzate dall'ente gestore per sfruttare i due punti, denominati Acquabianca I e II, in cui la sorgente si manifesta. L'elevata velocità, con cui, lungo determinati percorsi, l'acqua superficiale s'infiltra e raggiunge le scaturigini naturali, è attestata da alcune prove con traccianti realizzate dall'ente gestore (Ente Autonomo Acquedotto Pugliese). Le prove sono state eseguite immerdendo, per due volte, una soluzione di cloruro di sodio (600 kg e 300 kg a ventiquattro ore di distanza rispettivamente) in due piccole aree endoreiche poste a circa due chilometri a monte della sorgente Acquabianca. Per venti giorni ogni dodici ore sono state campionate le acque delle due captazioni (fig. 3). I picchi nelle misure della conducibilità mostrano che dopo circa cinque-sette giorni l'acqua infiltratasi viene a giorno. La diversità della risposta all'immissione dei due punti sorgivi, che per brevità è rappresentata per una sola captazione, ha dimostrato che, almeno parzialmente, sono distinti i circuiti idrici sotterranei.

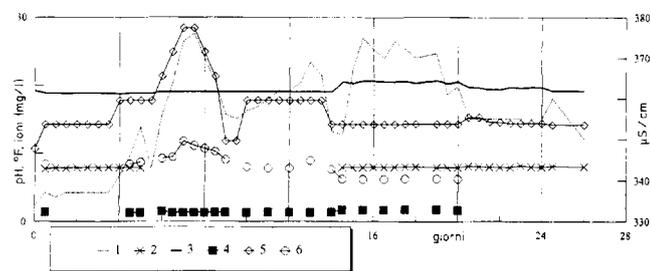


FIG. 3 - Prova con tracciante relativa alla Sorg. Acquabianca II. L'origine del tempo coincide con la prima immissione: 1) conducibilità elettrica; 2) pH; 3) durezza; concentrazioni degli ioni 4) potassio, 5) cloro e 6) sodio.

FIG. 3 - Marker test at Acquabianca II spring. The first measurement corresponds to the first intake: 1) electric conductivity; 2) pH; 3) hardness; ion concentration of 4) potassium, 5) chlorine and 6) sodium.

VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO CIRCOSTANTE L'ABITATO DI MARATEA

In corrispondenza di un'area larga 1.600 e lunga 2.700 m, che comprende gran parte del territorio sub-urbano di Maratea, dalla base del Monte Crivo alle pregevoli e rilevanti sorgenti Sorgimpiano e S. Basile, è stato condotto uno studio di dettaglio. L'analisi dei dati relativi a numerose campagne geognostiche e idrogeologiche ha consentito di definire la vulnerabilità delle risorse idriche con il metodo «Sintacs» (acronimo che individua i parametri di ingresso richiesti dal metodo: Soggiacenza, Infiltrazione, effetto di autodepurazione del Non-saturo, Tipologia della copertura, caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero, Conducibilità idraulica dell'acquifero, acclività della Superficie topografica) (Civita, 1994). Sono state elaborate, su una maglia con celle quadrate di dimensione 100 m, tutte le carte dei parametri previsti dal metodo «Sintacs». Per l'assegnazione di alcuni punteggi e pesi si è fatto riferimento sia a valori di bibliografia (per brevità si rinvia ad alcuni lavori citati (Civita 1994; Iah, 1994 e ai relativi riferimenti) che ai dati raccolti ed elaborati dagli autori (Cotecchia & alii, 1990 e 1993).

– La soggiacenza è risultata variabile da zero a circa 360 m, in virtù della forte acclività del versante del M. Crivo rivolto verso la Valle di Maratea.

– L'infiltrazione ha un duplice effetto: nocivo, in quanto permette al potenziale inquinante di viaggiare verso la falda, e benefico, in quanto diluisce, sia nell'insaturo che nell'acquifero saturo, l'inquinante. L'infiltrazione efficace, intesa come quella porzione dell'infiltrazione che è efficace ai fini dell'alimentazione delle acque sotterranee, dipende dal surplus idrico e dalle condizioni idrogeologiche superficiali; è risultata variare tra 119 e 707 mm.

– L'effetto d'autodepurazione del non saturo rappresenta la capacità depurante che la porzione non satura dell'acquifero, soggetta essenzialmente ad un moto di filtrazione dall'alto verso il basso, possiede in relazione alla natura degli strati di terreno attraversati.

– La tipologia della copertura incide sulla vulnerabilità sia con un effetto filtro, rallentando l'infiltrazione e trattenendo fisicamente alcune sostanze inquinanti, che causando interazioni chimiche tra terreno e sostanze inquinanti.

– Il parametro relativo alla composizione litologica dell'acquifero è valutato per tenere conto dei processi che si verificano nella zona satura, tramite processi di assorbimento, dispersione, diluizione e reazione chimica, che portano all'abbattimento della concentrazione degli inquinanti.

La permeabilità dei litotipi affioranti, calcari poco fratturati, calcari fratturati e argilliti, è stata determinata in sito, con prove di pompaggio, con calcoli basati sulla conoscenza della superficie piezometrica per i litotipi lapidei, e in laboratorio, per quelli coesivi. Schematicamente si può ritenere che la permeabilità sia circa pari a $1 \cdot 10^{-8}$ m/s per le argilliti, $1 \cdot 10^{-6}$ m/s per i calcari poco fratturati e $5 \cdot 10^{-5}$ per i calcari fratturati.

Si è pervenuti alla definizione di una carta operativa della vulnerabilità intrinseca dell'area considerata (fig. 4). Il grado normalizzato di vulnerabilità intrinseca «Sintacs»,

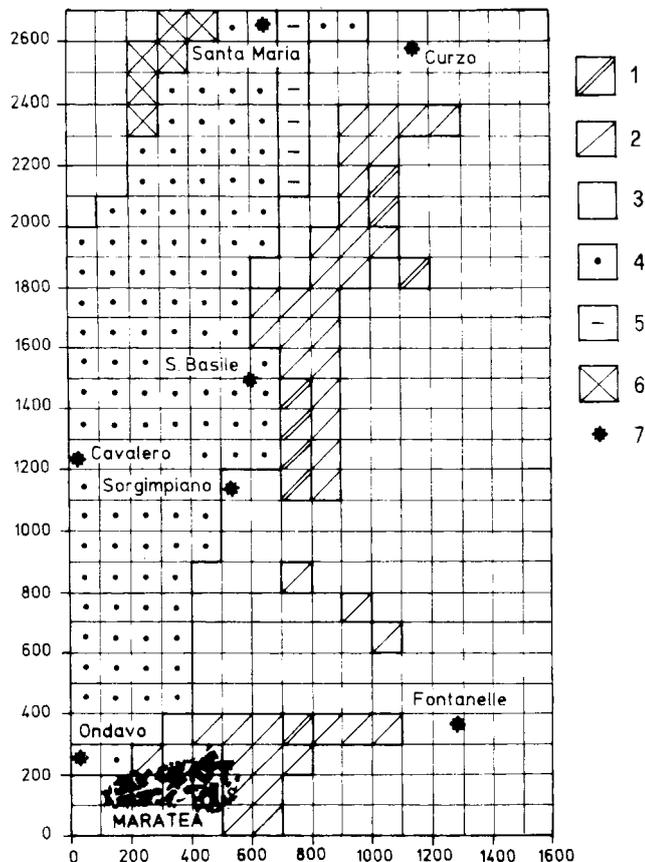


FIG. 4 - Carta della vulnerabilità «Sintacs» dell'acquifero circostante l'abitato di Maratea. Gradi di vulnerabilità intrinseca: 1) elevatissimo; 2) elevato; 3) alto; 4) medio; 5) basso; 6) bassissimo; 7) sorgente principale.

FIG. 4 - «Sintacs» vulnerability map of the aquifer in the vicinity of Maratea built-up area. Degrees of intrinsic vulnerability: 1) extremely high; 2) very high; 3) high; 4) medium; 5) low; 6) very low; 7) main spring.

variabile per definizione dallo 0 al 100%, è risultato compreso nell'intervallo 23÷83%, valori estremi corrispondenti rispettivamente a un grado di vulnerabilità bassissimo ed elevatissimo. In media la vulnerabilità è risultata alta. L'alto grado di vulnerabilità assume eccezionale rilevanza in tutta l'area urbana e suburbana di Maratea, in connessione all'elevato e recente impulso all'edilizia residenziale nonché alla funzionalità della rete di fognatura. A tal proposito occorre sottolineare che l'area presenta gravissimi problemi di instabilità dei versanti, legati sia alla presenza di movimenti di massa di grandi proporzioni, sia a plastici, lenti e profondi movimenti la cui azione sugli acquedotti e le fognature è continua e devastante.

CONCLUSIONI

Lo studio ha evidenziato l'elevata vulnerabilità intrinseca degli acquiferi che hanno sede nei monti di Maratea. La significativa vulnerabilità associata ad alcune aree antropizzate è enfatizzata dall'esistenza di casi d'inquinamento di alcune sorgenti. Le prove effettuate con traccianti hanno confermato che la notevole mobilità delle acque sotterranee, dovuta fondamentalmente alla fratturazione, rende tali risorse idriche particolarmente vulnerabili. Eccezionale rilevanza assume l'alto grado di vulnerabilità dell'acquifero in tutta l'area urbana e suburbana di Maratea, non solo in connessione all'elevato sviluppo residenziale e alla contigua presenza di pregiate sorgenti. Infatti, gravissimi problemi di instabilità del versante, che causano movimenti di massa di grandi proporzioni, plastici, lenti, profondi e/o superficiali, provocano anche e continuamente rotture degli acquedotti e delle fognature, le quali, a loro volta contribuiscono sia al degrado qualitativo e quantitativo delle risorse idriche sotterranee effettivamente utilizzabili sia al degrado del patrimonio abitativo, avendo un effetto non positivo sulla stabilità del suolo e dei manufatti che su esso insiste.

La rilevante importanza socioeconomica delle risorse idriche sotterranee in un'area a forte vocazione turistica deve quindi indurre una particolare cautela nella programmazione di interventi sul territorio che possa aumentare il rischio di inquinamento delle falde idriche sotterranee.

BIBLIOGRAFIA

- CIVITA M. (1994) - *Le carte della vulnerabilità acquiferi all'inquinamento: teoria e pratica*. Quad. tecniche di protezione ambientale, 31, 1-325. Pitagora, Bologna.
- COTECCHIA V., D'ECCELESIS G. & POLEMIO M. (1990) - *Studio geologico e idrogeologico dei Monti di Maratea*. Geol. Appl. Idrogeol., 25, 139-179.
- COTECCHIA V., D'ECCELESIS G. & POLEMIO M. (1993) - *Studio idrogeologico della sorgente Parrutta in agro di Trocchina (Pz)*. Atti del 3° Conv. Naz. Giovani Ricercatori in Geologia Applicata, Geol. Appl. Idrogeol., 28, 305-314.
- COTECCHIA V., D'ECCELESIS G., POLEMIO M. & REINA A. (1994) - *Contributo alla conoscenza della Geologia e stratigrafia del Monte Coccorello (monti di Maratea, Basilicata occidentale)*. Atti del Conv. Naz. Soc. Geol. It., Mem. Soc. Geol., in corso di stampa.
- D'ECCELESIS G., GRASSI D., GRIMALDI S., POLEMIO M. & SDAO F. (1995) - *Potenzialità e vulnerabilità delle risorse idriche dei monti Volturino e Calvelluzzo (Alta Valle del Fiume Agri, Basilicata)*. Atti del 2° Conv. Naz. Sulla protezione e gestione delle acque sotterranee: Metodologie, tecnologie e obiettivi, Quaderni Geol. Appl., 3 (1), 3.50-3.62, Pitagora, Bologna.
- D'ECCELESIS G., GRASSI D. & SDAO F. (1993) - *Espandimenti laterali in corrispondenza di due opposti versanti dei monti di Maratea (Basilicata)*. Atti del 2° Conv. Int. di Geoidrologia, Pitagora, Bologna.
- IAH (1994) - *Guidebook on mapping groundwater vulnerability*. International Association of Hydrogeologists, 16, 1-131, Verlag Heinz Heise, Hannover.