

CNR CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

*GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE
CATASTOFI IDROGEOLOGICHE*

LINEA 4

IL RESPONSABILE
Prof. Dott. Massimo Civita

Valutazione della vulnerabilita' degli acquiferi

Rapporto annuale 1998

1. Premessa

Questa relazione rende conto del lavoro di ricerca effettuato nel corso del 1998 dalla L.R. 4 del GNDCI.

Come dimostrano i rapporti delle UU.OO. appresso riportati, le ricerche previste sono state svolte in misura più che ragguardevole da tutte le UU.OO. comprese quelle che, avendo esposta una programmazione pluriennale, hanno completato la parte prestabilita delle loro ricerche.

Per comodità di lettura di questo rapporto, è stato riportato in fig.1 l'organigramma dei Progetti di Ricerca e relativi Moduli che la Linea 4 ha in atto.

Alcune iniziative di ricerca nuove sono state varate al livello di Linea:

Si tratta essenzialmente di idee ed indirizzi, a volte ancora non formalizzabili in Programmi Speciali e Moduli, ma che comunque hanno iniziato un loro iter in diverse UU.OO. Essi sono:

- la ricerca di metodologie per la valutazione del rischio di degrado delle risorse idriche sotterranee, dei rischi coniugati e dei rischi globali derivati (Modulo VAZAR 2 - P.S. RIAS);
- la sperimentazione di tecniche Remote Sensing nel campo dell'individuazione di aree inquinate e discariche abusive;
- la redazione di Rapporti Regionali nell'ambito dei Moduli VAZAR, QUAS, BIAS.

Si ricorda che su esplicita richiesta del DPC, è stato presentato nel 1997 un nuovo Progetto, definito Progetto integrato IRIS (Interventi Sui Rischi Idrogeologici In Sicilia), che prevedeva uno studio interlinea delle diverse problematiche che travagliano il territorio siciliano. La problematica coinvolge le Linee di Ricerca che operano sulle acque superficiali (Linee 1 e 3 GNDCI), la Linea 2 (Frane) e la Linea 4, per quanto attiene la valutazione del rischio di degrado delle risorse idriche sotterranee. Il Progetto è stato preparato dalla direzione della Linea con la stretta collaborazione delle UU.OO. siciliane (4.16 e 4.17) alle quali verrà assegnata la parte operativa delle ricerche esposte mentre, per quanto riguarda il coordinamento metodologico e l'impiego di metodologie GIS, interverrà l'U.O. 4.1.

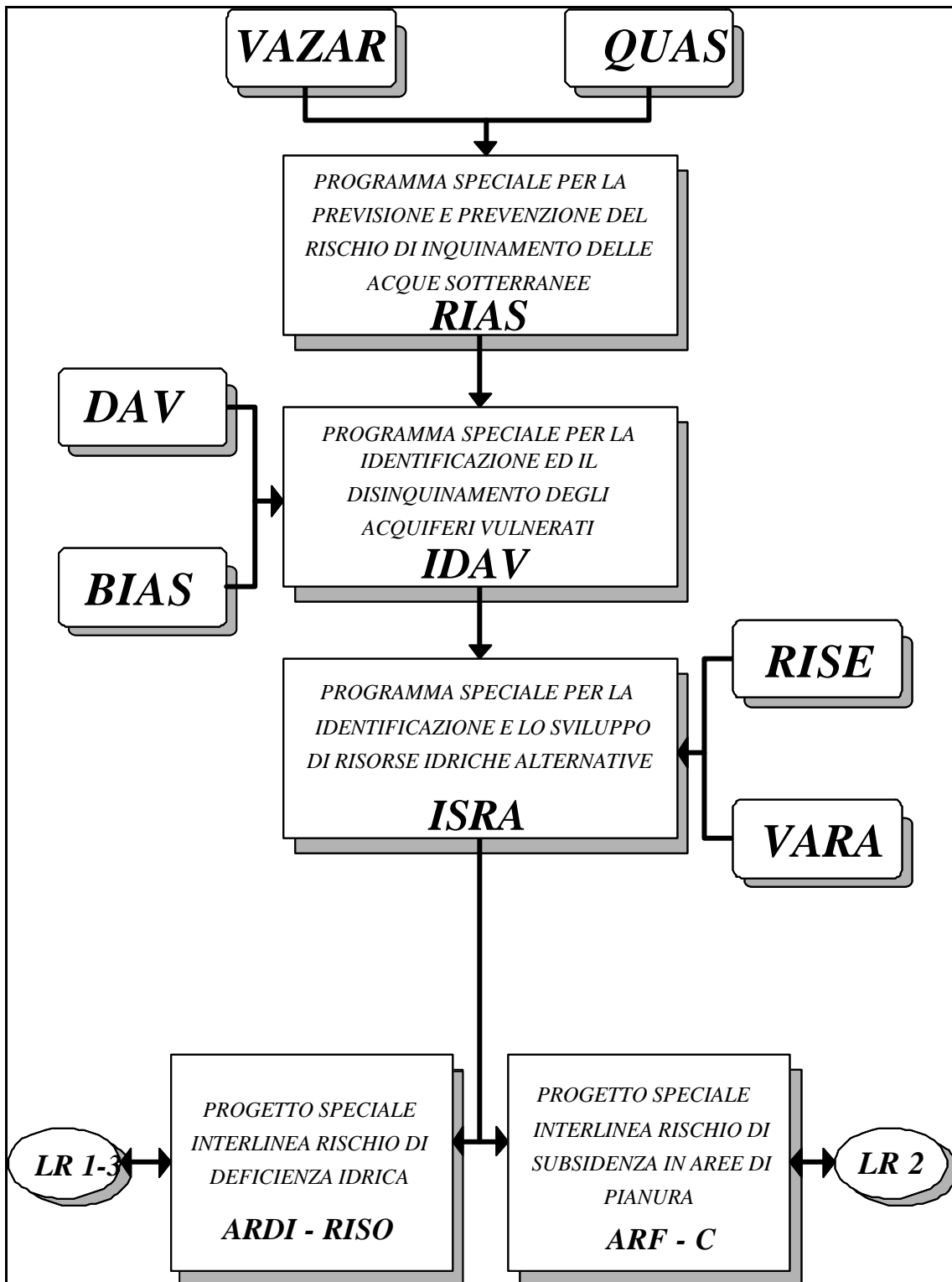


Fig. 1 - Struttura dei programmi della L. R. 4 del GNDCI-CNR

Si attende ancora la decisione di dare inizio a questo progetto, decisione che spetta al Responsabile del DPC di concerto con la Presidenza GNDCI. Il finanziamento è per altro previsto ed incluso nel budget 1999.

Si deve, infine, ricordare che alcune UU.OO. della Linea si sono ampiamente e proficuamente prodigate nel post-evento della catastrofe di Sarno (05/05/98), accollandosi gravosissimi compiti di rilevamento, coordinamento e consulenza scientifica e tecnica, pur continuando a portare avanti i programmi "istituzionali" di competenza.

RAPPORTO DI ATTIVITÀ DELLE UU.OO.

U.O. 4.1

RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE DEL CUNEESE: CONSISTENZA E VULNERABILITÀ. RISCHIO DI INQUINAMENTO DELLE DISCARICHE ABUSIVE DELL'ALESSANDRINO.

Prof. Massimo Civita¹

1. SOMMARIO

L'Unità Operativa è impegnata nei seguenti progetti di ricerca:

- ⇒ RIAS (Moduli VAZAR e QUAS)
- ⇒ IDAV (Modulo DAV)
- ⇒ IDAV (Modulo RISE)

2. INTRODUZIONE

L'Unità Operativa svolge ricerche che possono essere sintetizzate nel modo seguente:

- Studio della consistenza e della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi ubicati nella pianura cuneese e nelle valli delle Alpi. Nel corso dello studio l'area di ricerca è stata progressivamente ingrandita ed allo stesso tempo sono state perfezionate ed ampliate le metodologie sinergiche di indagine. Dalla pianura cuneese lo studio degli acquiferi è stato esteso alle zone di Asti ed Alessandria, dove sono iniziate le operazioni di raccolta e catalogazione dei dati di base;
- studio delle discariche abusive, spesso occultate, presenti nell'alessandrino. Dopo l'identificazione delle discariche stesse, si è proceduto col valutarne la

¹ Dipartimento di Georisorse e Territorio Politecnico di Torino, C.so Duca degli Abruzzi, 24 10129 Torino

pericolosità ed il loro potenziale impatto sugli acquiferi presenti nell'area, valutando le modificazioni geochimiche osservabili lungo una serie di direzioni di flusso sotterraneo;

- ricostruzione geo-stratigrafica dell'assetto della pianura cuneese alla luce dei nuovi dati ottenuti dalla geofisica profonda e dai rilievi appositamente effettuati dal personale dell'U.O.;
- censimento dei centri di pericolo relativi ad alcuni settori delle pianure cuneese, astigiana ed alessandrina, finalizzato alla stesura della carta della vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee;
- valutazione di primo livello della tipologia e dello spessore dei suoli nella medesima area finalizzati al tracciamento di una carta della vulnerabilità;
- preparazione della banca-dati relativa alla qualità di base dei territori cuneesi, astigiani e alessandrini, con l'allestimento di appositi diagrammi per la valutazione rapida ed il confronto della qualità delle acque sotterranee per gli utilizzi potabili e irrigui.

3. CONCLUSIONI

Durante l'intero 1998 si è proceduto nelle ricerche effettuate nell'ambito della convenzione stipulata tra il Politecnico di Torino e la Regione Piemonte che sta tuttora impegnando l'U.O. Lo studio dei possibili fenomeni di inquinamento conseguenti ad un evento alluvionale, come quello del Tanaro del 1994, sugli acquiferi superficiali, per le problematiche sviluppate, ricade entro i moduli RISE, VAZAR e QUAS, riguarda tutta la Valle del Tanaro e quindi buona parte delle pianure di Cuneo, Asti ed Alessandria. In particolare è stato terminato il censimento dei centri di pericolo della pianura cuneese, astigiana ed alessandrina che ha condotto alla realizzazione di un database relativo alle maggiori concentrazioni industriali, alla tipologia ed alle modalità di utilizzo di vari tipi di concimi e diserbanti a supporto chimico, alla litologia, spessore, capacità di attenuazione ed all'utilizzo dei suoli e, non ultimo, alla stratigrafia rilevata ed alla tipologia costruttiva dei pozzi per scopi idropotabile od irriguo presenti nella zona.

Nell'ambito del Modulo RISE, è stato terminato uno studio relativo ad una porzione ristretta della pianura cuneese (zona dei cosiddetti Sagnassi di Centallo) la quale è stata individuata come zona di reperimento di risorse idriche integrative e di emergenza. In questo studio è stato anche progettato e dimensionato un ipotetico impianto di prelievo delle acque.

Lo studio idrogeologico della pianura cuneese ha subito un notevole impulso dallo studio sedimentologico e stratigrafico-granulometrico condotto sulle varie unità deposizionali individuate nell'area. In particolare sono stati evidenziati i rapporti fra acquiferi potenzialmente molto produttivi presenti nei livelli ghiaiosi dilavati, e fra acquicludes costituiti da serie ghiaiose intensamente alterate e ferrettizzate. Utilizzando questa impostazione si sta ora estendendo tale studio anche agli acquiferi presenti nell'intervallo Pliocene inferiore - Olocene delle pianure di Alessandria ed Asti le quali costituiscono il prolungamento verso nord della pianura cuneese.

La ricerca relativa al modulo VAZAR è stata condotta terminando lo studio relativo al censimento ed all'identificazione di una parte delle discariche abusive presenti in Provincia di Alessandria. In particolare sono state studiate con metodi di Site Analysis e Site Evaluation le discariche abusive presenti nelle zone di Sezzadio, Alessandria, Serravalle Scrivia e Castellazzo Bormida, tutte messe in sicurezza ad opera del Dipartimento Protezione Civile in collaborazione con la Regione Piemonte negli ultimi anni. Le metodologie impiegate, tra le quali il Metodo HRS (Hazard Ranking System) che è stato inserito nella legge americana CERCLA dall'EPA, hanno permesso di comparare le diverse possibilità di valutazione a seconda dei dati disponibili in fase di

emergenza e, successivamente, nella fase decisionale per la messa in sicurezza e la bonifica definitiva dei siti. I risultati sono stati sintetizzati in un lavoro di tipo metodologico e operativo che ha comportato la valutazione e la cartografia del rischio d'inquinamento potenziale e relativo delle principali discariche, permettendo di validare la metodologia che sarà al più presto trasmessa agli utilizzatori istituzionali, prima tra tutte la Provincia di Livorno che ne ha fatto esplicita richiesta.

Sempre nell'ambito del modulo QUAS, è stata redatta la carta della qualità di base della bassa val Scrivia e di parte della pianura alessandrina. Lo studio ha fornito interessanti dati preliminari sul chimismo delle acque sotterranee che, in questa zona, alimentano i corsi d'acqua presenti (il T. Scrivia e il T. Orba), ricevendo apporti differenziati in cloruri e solfati dal dilavamento delle formazioni oligo-mio-plioceniche circostanti, ed apporti variabili di nitrati legati all'impiego stagionale di fertilizzanti a base azotata.

4. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Civita Massimo
- Vigna Bartolomeo
- Olivero Gianfranco
- Miè Roberta
- De Maio Marina
- Castellana Giovanni
- Borgogno Walter
- Tabasso Sabina
- Algarotti Paolo
- David Jean Pierre
- Machiorlatti Margherita
- Pizzo Salvatore
- Fiorucci Adriano.

5. BIBLIOGRAFIA

Civita M. (1995) - Sul rischio di inquinamento delle risorse idriche sotterranee - Atti 2° Conv. Naz. "Protezione e Gestione Acque Sotterranee, Metodologie, Tecnologie, Obiettivi", Nonantola (Modena) 17-19 Maggio 1995 (Pubbl. GNDICI n. 1282)

Civita M., De Maio M. - 1997 - SINTACS: un sistema parametrico per la valutazione e la cartografia della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento. Metodologie ed automatizzazione. - Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale - Pitagora Editrice Bologna. (Pubbl. GNDICI n. 1636).

Civita M., De Maio M. - 1997 - Assessing groundwater contamination risk using ARC/INFO via GRID function - International ESRI USER Conference S. Diego, California, USA 8/11 luglio 1997 - Testo fornito su CD-ROM. (Pubbl. GNDICI n. 1797).

Civita M., De Maio G. Olivero B. Vigna (1998) - Previsione e prevenzione dell'inquinamento delle acque sotterranee: metodologie e interventi di ricerca operativa in Italia nordoccidentale In: GNDICI-CNR - Linea di Ricerca n. 4 - Rapporto 1986/1995 (a cura di G. Barrocu), Cagliari

- Civita M., Scarato P. (1998) - La linea di ricerca n. 4, in cifre. In: GNDICI-CNR – Linea di Ricerca n. 4 – Rapporto 1986/1995 (a cura di G. Barrocu), Cagliari
- Civita M. (1998) - La Linea di Ricerca "Valutazione della Vulnerabilità degli Acquiferi": obiettivi e sviluppi nel decennio 1986 - 1995. In: GNDICI-CNR – Linea di Ricerca n. 4 – Rapporto 1986/1995 (a cura di G. Barrocu), Cagliari
- Civita M., Olivero G., Vigna B. (1997) - Le risorse idriche sotterranee del territorio cuneese (Piemonte Meridionale). In: Volume a cura di V. Francani, Edizioni Geo-Graph, Segrate, Milano (in stampa).
- Civita M., De Maio M. (1998) - Mapping groundwater vulnerability in areas impacted by flash flood disaster. Proc. ESRI European User Conference, Firenze 7-9 ottobre 1998. (da CD-ROM).
- Civita M., De Maio M. (1998) – Il rischio composto ed il rischio derivato dell'impatto delle catastrofi naturali sulle acque sotterranee destinate al consumo umano. Giornata Mondiale dell'Acqua, Conv. ICID, Roma (in stampa).
- Civita M., De Maio M. (1998) – Mapping groundwater vulnerability by the point count system model SINTACS. In "Managing Hydrogeological Disasters in a Vulnerable Environment" (Vol. a cura di Andah Kogiu – cosponsorized by IHP-UNESCO), Pubbl. GNDICI 1900, p. 243-273.
- Civita M. (1998) – Evaluation of Aquifer Vulnerability: Objectives and developments in the decade 1986-1995. In "Managing Hydrogeological Disasters in a Vulnerable Environment" (Vol. a cura di Andah Kogiu – cosponsorized by IHP-UNESCO), Pubbl. GNDICI 1900, p. 233-242.
- Civita M., Musto C., Poggio P. (1998) – Uno strumento operativo per i piani di bonifica di aree inquinate: l'analisi di sito. GEAM, 35, 2-3, p. 153-170.
- Civita M., De Maio M. (1998) – Nuove vedute e nuove metodologie per la valutazione del rischio d'inquinamento delle risorse idriche sotterranee. Atti 6° Ciclo Conf. Mec. e Ing. Rocce, Torino 25-26 novembre 1998 (in stampa).
- Barla G., Civita M., Schiavinato L. (1998) – Approccio interdisciplinare per lo studio e la salvaguardia di un acquifero fratturato in presenza di uno scavo in sotterraneo. Atti 6° Ciclo Conf. Mec. e Ing. Rocce, Torino 25-26 novembre 1998 (in stampa).
- Civita M., Fiorucci A., Olivero G. (1988) – I diagrammi di qualità per l'utilizzazione delle acque sotterranee destinate al consumo umano e all'agricoltura. GEAM, 35, 4, (in stampa).
- Civita M. (1988) - Le realizzazioni della linea di ricerca "valutazione della vulnerabilità degli acquiferi" del GNDICI – CNR. Atti Convegno di Gubbio, a cura della Regione Umbria (in stampa)

U.O. 4.2

STUDIO DELLA EVOLUZIONE DELLA FALDA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI DEGRADO DELLE ACQUE SOTTERRANEE NELL'AREA MILANESE

Prof. Angelo CAVALLIN²

1. PREMESSA

Il grande sfruttamento della risorsa idrica sotterranea avvenuto nei decenni scorsi, ad uso potabile ed industriale, ha contribuito ad una evoluzione negativa della qualità delle acque sotterranee nell'area milanese con conseguente degrado della risorsa idrica per uso potabile ed un forte depauperamento della sua disponibilità. Contemporaneamente si è assistito ad una utilizzazione della zona non satura a profondità sempre maggiori per lo sviluppo di sistemi di trasporto, parcheggi ed anche attività sociali e commerciali, senza la previsione progettuale di adeguate opere di protezione. Le recenti evoluzioni socioeconomiche dell'area hanno prodotto una inversione di tendenza del trend della falda che ha comportato effetti positivi sulla ricostruzione della risorsa, ma effetti negativi sulle infrastrutture ormai presenti, anche legate a servizi primari, quali la metropolitana o gli ospedali.

2. OBIETTIVI

L'obiettivo dell'unità di ricerca è la messa a punto di metodologie e tecnologie, mediante l'uso dei Sistemi Informativi Territoriali, per la applicazione di modelli distribuiti per la valutazione del bilancio di massa delle acque sotterranee. Sono inoltre utilizzati programmi originali per la elaborazione di dati georeferenziati, precedentemente archiviati in data base di pozzi (TANGRAM), al fine di ricostruire le geometrie dei corpi idrici e di valutare, con metodi statistici, la parametrizzazione dei sistemi idrogeologici, input per il modello

3. ATTIVITA' DEL 1998

L'attività del 1998 è stata dedicata a due diversi ambiti di elaborazione dati.

Da un lato si è proceduto alla realizzazione di alcune analisi relative all'evoluzione della falda, nel territorio comunale di Milano, in rapporto alle variazioni di natura antropica e socio-economica. In particolare l'oscillazione della falda è stata studiata come distribuzione ed entità in rapporto alla variazione dei fattori di bilancio connessi all'evoluzione socioeconomica dell'area, a partire dal 1900 ad oggi.

Il secondo ambito trattato è stato l'applicazione di un modello distribuito su due diverse scale, provinciale e comunale, per la valutazione del bilancio di massa e la simulazione della superficie piezometrica. La raccolta dati e le elaborazioni effettuate negli anni precedenti hanno permesso di definire la parametrizzazione idrogeologica e le

² Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, via Emanuelli 15, 20126 Milano

geometrie dell'acquifero in modo molto dettagliato, con densità diversa di informazioni tra le due differenti scale.

4. ANALISI DELL'EVOLUZIONE PIEZOMETRICA

A tal fine, nel corso del 1997 erano stati raccolti ed elaborati tutti quei dati che avrebbero consentito di caratterizzare l'area in funzione degli elementi (variazione del numero di abitanti, dismissione delle aree industriali, diminuzione del numero di aziende attive) e dei fattori (strutture del sistema, aree di infiltrazione, precipitazioni, irrigazioni, prelievi pubblici e privati) che agiscono direttamente sul bilancio di massa, valutando il grado di correlazione fra gli uni e gli altri ed il loro rapporto con l'evoluzione della falda.

E' stata completata la fase di raccolta dati relativa ai pozzi per acqua che ha portato al censimento ed archiviazione di 1102 pozzi di cui 691 pubblici e 411 privati, per un totale di 745 stratigrafie, per quanto riguarda il solo comune di Milano.

Nell'ambito provinciale, in precedenti ricerche della unità operativa, erano stati archiviati e codificati circa 1300 pozzi pubblici e 3000 privati, sull'intera area provinciale.

I pozzi codificati e georeferenziati, sia del comune che della provincia, ed i relativi dati sono stati archiviati in un'apposita banca dati idrogeologica per pozzi (TANGRAM) messa a punto presso il Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del CNR. Dalla banca dati le informazioni relative a ciascun modulo possono essere estratte in file Ascii ed esportate in qualsiasi altro software presente all'interno di un SIT. L'estrazione dei dati avviene con criteri diversi in funzione delle finalità di studio.

La dinamica piezometrica analizzata si riferisce al comune di Milano e l'attenzione è stata posta sui fattori antropici legati all'evoluzione socioeconomica dell'ultimo ventennio che hanno determinato oscillazioni molto marcate nei prelievi idrici sotterranei.

In un punto campione del centro della città (Centrale Armi) si osserva che da una soggiacenza pari a circa -2 m da piano campagna nel 1930, si passa a -17 m nel 1961 e a -36 m nel 1975; nelle zone periferiche in particolare a sud della città invece, la soggiacenza varia, nello stesso arco di tempo, da - 3 m circa ad un massimo di -8 ÷ - 10 m.

Già dai primi anni '60 al centro della città di Milano cominciava ad impostarsi quello che nei primi anni '70 diventò un vero e proprio grande cono di depressione che portò nel 1975 al raggiungimento della condizione di minimo livello piezometrico storico (massima soggiacenza). Si osserva inoltre che la forte oscillazione piezometrica interessa la parte nord orientale.

Tra il 1975 ed il 1980 si verificò un'improvvisa risalita del livello piezometrico che toccò punte di 10 m nel centro della città. Nel 1980 il grande cono di depressione persisteva anche se rispetto al 1975, le sue dimensioni si erano ridotte così come il gradiente. Per tutti gli anni '80 il livello piezometrico rimase stabile salvo oscillazioni legate alla variazione delle precipitazioni.

Questo equilibrio si spezzò nei primi anni '90 quando anche Milano subì una forte trasformazione economica. Il livello piezometrico risalì ad un ritmo differente secondo le zone fino a trovarsi nel 1997, in quasi tutto il territorio comunale, alla medesima quota alla quale si trovava nel 1961 ed in alcuni casi, soprattutto a sud, ad una quota superiore.

In particolare l'innalzamento fu più accentuato nella parte settentrionale dell'area rispetto a quella meridionale tuttavia a nord le conseguenze (danni alle infrastrutture) dei circa 10 m di innalzamento sono state attenuate dalla presenza di uno spessore del terreno insaturo soprastante la falda pari a circa 20 m, mentre a sud i danni alle

infrastrutture, quali metropolitana o strutture interrato, sono state notevoli perché lo spessore dell'insaturo nel 1997 si era ridotto a circa 4-5 m.

Nel 1997 la superficie piezometrica non è più interessata dal grande cono di depressione bensì da due assi di drenaggio (artificiali) che vanno scemando verso sud.

La presenza industriale sul territorio, molto forte negli anni '70, in seguito alla dismissione o trasferimento di molte attività, ha ora lasciato spazio ad altri settori economici in particolare quelli legati al terziario, provocando una diminuzione dei consumi conturati, pari a circa 70 milioni di mc dal 1990 al 1996.

Questo aspetto probabilmente è solo una delle componenti che hanno contribuito alla risalita delle acque di prima falda negli ultimi anni, stimata in circa 140 milioni di mc.

La diminuzione dei consumi totali conturati è, infatti, attenuata dall'aumento del consumo derivante dal secondo acquifero; verosimilmente il valore di 70 milioni di mc può considerarsi ben inferiore alla reale diminuzione degli effettivi prelievi relativi al primo acquifero. A questo contributo dell'innalzamento si aggiunge un incremento della ricarica naturale dovuto al mancato prelievo delle acque appartenenti al primo acquifero da parte dei pozzi posti a nord di Milano.

Gli effetti socio-economici connessi con questo innalzamento possono essere distinti in effetti diretti sulle infrastrutture presenti sul territorio ed effetti indiretti, legati agli interventi attuati dagli enti pubblici preposti alla salvaguardia delle strutture a rischio. La prima tipologia di effetti può essere identificata nei problemi di esercizio delle linee metropolitane oltre a gravi problemi legati all'infiltrazione d'acqua e alla staticità delle strutture costruite nei periodi in cui il trend della piezometria era in fase di discesa. La seconda tipologia di effetti è legata agli interventi attuati o attuabili per contrastare la risalita.

5. APPLICAZIONI MODELLISTICHE

La raccolta dati e le elaborazioni precedenti hanno costituito l'input per il modello numerico di flusso delle acque sotterranee a differenze finite tridimensionale (MODFLOW, McDonald e Harbaugh, 1988) applicato per la valutazione del bilancio di massa e la simulazione della superficie piezometrica.

Il modello è stato applicato su due scale differenti. La prima provinciale su un'area di 1989 km², che interessa il territorio di 189 comuni compreso quello di Milano, ed una comunale, riferita alla città di Milano e ad una porzione dell'hinterland, per un totale di 323 km².

Modello a scala provinciale

Per l'inserimento dei dati nel modello, sono state messe a punto diverse tecniche informatiche che permettono di interfacciare tra loro i numerosi sistemi utilizzati. I dati reali sono stati georeferenziati ed interpolati per tutta l'area previa discretizzazione con una griglia a maglie quadrate di 500 m di lato, costituita da 136 colonne e 104 righe pari a 14144 celle, per poterli importare direttamente nel modello. I limiti del modello applicato al sistema sono stati così definiti: a potenziale controllato rappresentato dai Fiumi Ticino ed Adda, ad Ovest e ad Est; a potenziale controllato nella zona meridionale lungo la linea dei fontanili; di ricarica nella zona settentrionale.

Per tutti gli elementi che caratterizzano le geometrie, i parametri e le voci del bilancio del sistema idrogeologico sono state elaborate le matrici relative alla loro distribuzione spaziale e temporale. Il modello è stato tarato, in regime stazionario, per il 1990. Le voci di bilancio sono complessivamente costituite da poco meno di un miliardo di m³/a in entrate, di cui un 30% dovuto alle precipitazioni ed il rimanente alle irrigazioni, e poco più di un miliardo di m³/a in uscita, legati essenzialmente a prelievi pubblici e privati. La distribuzione delle quantità relative alle varie voci è stata differenziata all'interno dell'area in base: alle diverse quantità di erogazioni effettuate dai consorzi irrigui sia arealmente che mensilmente; alle percentuali di territorio effettivamente irrigato, valutando cella per cella la percentuale di aree urbanizzata e quella agricola; al regime dei prelievi durante l'intero arco dell'anno.

In base alle elaborazioni effettuate ed alla conseguente calibratura del modello, sono state simulate le piezometrie nell'arco di tempo del 1990, con passi di tempo mensili. Le piezometrie così ottenute sono risultate essere analoghe con quelle reali, sia per le oscillazioni mensili che per la loro distribuzione areale. Il modello ha simulato le direzioni di flusso, il gradiente piezometrico e le quote della falda con una variazione complessiva, dopo un intero anno, riferita alle differenze tra piezometrie reali e quelle simulate del mese di dicembre sull'ordine di 2 m al massimo per l'80% dell'area.

Successivamente, visti i buoni risultati ottenuti, è stata effettuata una simulazione su 2 anni consecutivi, il '90 e il '91 con passi di tempo mensili, ipotizzando i dati non disponibili relativi ad alcuni fattori di bilancio.

La piezometria così simulata alla fine dei 2 anni, dicembre 1991, è risultata essere analoga come distribuzione territoriale ed oscillazioni mensili con quella reale, mentre sono risultate essere più marcate, in senso negativo, le differenze tra quella reale e quella simulata, comunque sull'ordine di 2 m sul 70% dell'intera area considerata.

Modello a scala comunale

A scala comunale il modello è stato riferito al territorio comunale di Milano e all'hinterland adiacente, per un totale di 323 km².

Il modello è stato applicato utilizzando una interfaccia grafica che permette una migliore visualizzazione delle distribuzioni matriciale dei singoli parametri ed anche una visione contemporanea di pianta e sezione, per meglio valutare le geometrie dell'acquifero considerato.

La discretizzazione spaziale è stata di 190 colonne e 170 righe, con celle di 100 m di lato (Fig. 9).

I limiti impostati sono generici, del tipo General Head Boundary sui quattro lati; questo tipo di limite è una forma generica di limite condizionato dall'altezza piezometrica. Non esistono infatti a quella scala elementi idrogeologici significativi tali da poter condizionare il sistema. Questo tipo di limite consente al modello di variare il carico idraulico in funzione del bilancio di massa.

Alla scala comunale, i parametri idrogeologici quali permeabilità e porosità sono stati ricalcolati in funzione dei nuovi dati acquisiti con densità maggiore.

Allo stesso modo, in base alle 745 stratigrafie archiviate e codificate nel database, sono state rielaborate: la distribuzione delle tessiture all'interno della zona satura e le geometrie dell'acquifero, intese come base e tetto dell'acquifero freatico, captato dalla maggior parte dei pozzi presenti nel territorio comunale.

Le simulazioni di taratura del modello sono state riferite al 1990, per analogia con il modello a scala provinciale, in regime stazionario.

Per quanto riguarda le voci di bilancio, i prelievi relativi al 1990 in base a tutti i dati raccolti sono pari a 280.707.948 m³/a dai pozzi pubblici e 50.453.692 m³/a dai pozzi privati. Nel modello sono stati inseriti anche numerosi pozzi dell'hinterland, per un totale di poco superiore ai 432.000.000 m³/a. I prelievi sono stati attribuiti ad ogni singolo pozzo ed espressi in mc/g. I pozzi pubblici e privati inseriti sono 1127.

Numerose simulazioni sono state prodotte per tarare le voci del bilancio in entrata. Stimare la ricarica risulta infatti difficile, non avendo misure dirette sul campo ed essendo in aree quasi totalmente urbane. Diversamente dal modello provinciale, il contributo connesso alle irrigazioni è inferiore perché il territorio analizzato è interessato da questa pratica in minor misura, ma esisterà certamente una notevole aliquota di ricarica connessa alle precipitazioni. Queste ultime incidono sia in maniera diretta che indiretta; la voce indiretta è connessa alle elevate perdite legate alle reti di distribuzioni sia fognarie che acquedottistiche.

La taratura in regime stazionario, relativa la 1990, ha permesso di stimare la ricarica in circa 300.000 m³/a.

Completata la fase di taratura il modello può essere applicato, in base ai dati storici relativi agli ultimi anni. Possono essere simulati eventuali effetti legati a situazioni meteorologiche estreme, sia positive che negative, alle variazioni nell'uso del territorio e delle attività umane.

6. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Angelo Cavallin
- Pompeo Casati
- Bruno Floris
- Mattia De Amicis
- Tullia Bonomi
- Federica Facchino
- Salvatore Mazzarella
- Giuseppe Rotondaro

7. BIBLIOGRAFIA

Giuliano G. (ED) (1996): Vulnerabilità naturale e rischio di inquinamento delle acque sotterranee nella pianura padana. Esempi di cartografia sperimentale a scala regionale. IRSA, Rapporti tecnici 145, 14 Tavv., Roma.

U.O.4.3

CRISI IDRICA E PROTEZIONE DALL'INQUINAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN LOMBARDIA

Prof. Vincenzo FRANCANI³

1. PREMESSA

L'U.O. è impegnata nei seguenti progetti della linea 4 diretta dal Prof. Massimo Civita:

- Difesa dall'inquinamento e recupero delle acque sotterranee (progetto DAV);
- Ricerca di fonti di approvvigionamento alternative;
- Analisi e cartografia del rischio di inquinamento.

2. FINALITÀ DEL PROGRAMMA

L'U.O. 4.3 si proponeva per il 1998 i seguenti obiettivi:

- studio del comportamento degli inquinanti diffusi;
- studio degli inquinamenti industriali e della loro bonifica;
- cartografia del rischio di inquinamento;
- prevenzione degli inquinamenti;
- studi per la gestione delle acque sotterranee, anche con l'introduzione di vincoli normativi (zone di salvaguardia);
- diffusione dei risultati della ricerca.

a) Comportamento degli inquinamenti diffusi

Si è iniziata, una cartografia dello stato di inquinamento dell'area compresa fra Ticino e Adda, dove le concentrazioni dei nitrati sono livelli quasi sempre molto prossime ai limiti consentiti dalle normative..

Dal lavoro finora svolto, in collaborazione con la Provincia di Milano, si deduce che risulta possibile evidenziare una ripartizione piuttosto netta dei contaminanti in ragione della profondità e della distanza dalle fonti di alimentazione delle falde e dai corsi d'acqua.

³ Sezione di Geologia Applicata del Dipartimento di Sistemi di Trasporto e Movimentazione del Politecnico, P.za L. da Vinci 32, 20133 Milano

Si è completato nel 1998 il quadro della parte centrooccidentale della Provincia di Milano (oggetto di una pubblicazione di L.Alberti,1998) compresa fra il F. Ticino e il F.Olona, mentre sono in corso di stampa gli studi sulla Provincia di Lecco (L.Comi, A.Galigani). Sull'area regionale lombarda è stato completato uno studio con Monica Avanzini e Giovanni Pietro Beretta, che ha permesso di identificare la disponibilità idrica dei settori nei quali può essere suddivisa la pianura, evidenziando in base al bilancio idrico e alle caratteristiche qualitative delle acque, le aree di crisi. L'indagine ha portato alla predisposizione di un archivio informatizzato dei dati idrogeologici per permettere, sulla base di un programma di calcolo, di valutare la conseguenza degli eventi naturali e degli interventi antropici sulla falda sulla disponibilità di acque sfruttabili. qualitativa e quantitativa delle acque sotterranee (Francani 1998).

b) Studi per il disinquinamento e il risk assessment di aree industriali contaminate

Un secondo gruppo di ricerche, anch'esse afferenti al progetto DAV, concerne il disinquinamento degli acquiferi.

Grazie al finanziamento precedente sono stati portati a termine e pubblicati alcuni studi (ad esempio Francani e Guzzi,1997) per valutare con sufficiente approssimazione le modalità di sviluppo delle contaminazioni esistenti e il rischio connesso.

In particolare si è posto in evidenza come la velocità di trasporto del contaminante possa venire definita tramite prove di iniezione in pozzo e l'applicazione di relazioni più semplici di quella di Sauty tradizionalmente utilizzata.

Si è inoltre constatato che la determinazione dei principali parametri dell'inquinamento può essere resa possibile dal confronto fra cartografie idrochimiche rilevate in tempi successivi, con modalità ed elaborazioni di impiego poco costoso; uno studio sull'argomento è in corso di stampa (Francani V.) .

Un altro studio ha permesso di identificare i criteri per risalire alle aree di provenienza dei contaminanti nelle aree industriali dismesse (Francani V.,1998).

c) Delimitazione delle zone di salvaguardia

Nel corso del 1998 si è affrontato il problema della delimitazione di zone di salvaguardia all'interno di aree urbane che presentano particolari problemi derivanti dal grande sviluppo delle captazioni e dal numero e continuità dei centri di pericolo, scegliendo come area di indagine quelle del Comune di Brescia.

Lo studio si basa su un archivio informatizzato contenente i dati idrochimici di ogni pozzo per un periodo di tempo più che decennale, la disposizione dei pozzi e le loro caratteristiche fondamentali, nonché la distribuzione dei parametri idrogeologici.

La delimitazione delle zone di sicurezza è stata eseguita tramite un programma di calcolo in buona parte fondato su metodi originali, che consente di valutare i tempi di percorrenza delle particelle anche in falde libere a piezometria complessa. La ricerca è attualmente in via di completamento, ed un primo rapporto (M.Casale) è in fase di stampa.

3. DIFFUSIONE DELLE INFORMAZIONI SULLE RICERCHE

Ai fini di porre a conoscenza tecnici e amministratori degli elementi di loro interesse emersi dalle ricerche eseguite sono stato organizzati due Convegni: uno a Racenza nell’Ambito del Geofluid intitolato “ Protezione e recupero delle acque sotterranee”, e uno presso la sede di Lecco del Politecnico di Milano dal titolo “ Prevenzione del rischio geologico”. Delle due manifestazioni sono stati posti a disposizione gli atti.

4. PRODOTTI DELLA RICERCA

V. Francani -L'archivio informatizzato dei dati idrogeologici della pianura lombarda. atti del convegno IAGM di Ischia, ottobre 1998.

V. Francani, G. Bardazza -Sstudi geologici per la prevenzione del pericolo di inquinamento nelle aree industriali dismesse. Atti del convegno IAGM di Ischia, ottobre 1998.

L.Guadagnini - Applicability of multivariate statistical data analysis techniques to investigate ground water pollutant sources. Atti del convegno IAGM di Ischia, ottobre 1998.

S. Morandi (1998) – Teoria della percolazione e calcolo della conducibilita' idraulica in ammassi rocciosi fratturati. Quaderni di geologia applicata, vol.1, Pitagora Ed., Bologna.

V. Francani (1998) - Studi idrogeologici per la delimitazione delle aree di provenienza di inquinamenti nelle zone industriali dismesse.

V.Francani (1999) – Risultati sperimentali della cartografia del rischio derivante da inquinamenti esistenti. Le acque sotterranee, Milano (in corso di stampa).

5. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Vincenzo Francani
- Scesi Laura
- Monica Maria Chiara Avanzini
- Mirella Nardo
- Giovanni Pietro Beretta
- Monica Papini
- Maria Letizia Fumagalli
- Laura Guadagnini
- Marco Masetti
- Claudia Sorlini
- Domenico De Luca
- Fabio Colombo
- Anna Lucia Grignetti
- Daniele Daffonchio
- Guido Rosti
- Luca Raffaelli
- Emilio Annibale Denti
- Luigi Saibene

- Paolo Sala

U.O. 4.4

TELERILEVAMENTO E RISORSE IDRICHE IN AREE DI MEDIA PIANURA ALLUVIONALE. INDIVIDUAZIONE DEI "FUOCHI" DI INQUINAMENTO CON L'USO INTEGRATO DI TELERILEVAMENTO E G.I.S.

Dott. Bruno Marcolongo⁴

1. SOMMARIO

Le attività di ricerca espletate dall'U.O. 4.4 ricadono nell'ambito dell'alta-media pianura alluvionale dell'Adige a sud di Verona.

2. INTRODUZIONE

L'attività di ricerca durante l'intero anno 1998 ha riguardato dapprima l'acquisizione, congiuntamente al Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Fisica Terrestre/Università di Padova, di dati sperimentali di natura geofisica, idrodinamica e idrochimica nell'area interessata dallo studio di dettaglio tra Corte Vigasio e Fracazzole, località poste qualche chilometro a Sud di Verona poco a monte del limite settentrionale della fascia delle risorgive. Successivamente questi dati, inseriti in un Sistema Informativo Geografico (GIS Idrisi), opportunamente elaborati e filtrati, hanno portato a concludere la prima fase di indagine interdisciplinare realizzata attraverso l'applicazione congiunta di telerilevamento e metodi classici, volta a valutare diversità di comportamento idrodispersivo da parte di strutture paleofluviali nei confronti di sostanze inquinanti, quali i solventi organo-clorurati.

Su invito dell'Accademia Nazionale dei Lincei, i relativi risultati sono stati esposti in ottobre '98 al convegno di Roma "Il Rischio Idrogeologico e la Difesa del Suolo" (Antonelli R., Marcolongo B., Pilli A., Zaja A., Zambrano R. – Diffusione dell'inquinamento e rischio di contaminazione della falda nella pianura alluvionale a sud di Verona.) Vale qui la pena di riportare sinteticamente i passi conclusivi del lavoro stesso.

Nella fascia centro-meridionale della pianura immediatamente a sud di Verona si evidenzia una particolare distribuzione delle sostanze contaminanti nelle acque sotterranee. La peculiarità di tale distribuzione consiste da un lato nella continuità areale e permanenza dell'inquinamento, sia pure generalmente contenuto entro i limiti di tollerabilità, lungo una ristretta fascia a ridosso del limite settentrionale delle risorgive, dall'altro nella tendenza della contaminazione ad articolarsi lungo distinte direttrici a valle di tale limite. I risultati della ricerca inducono a presupporre una stretta e precisa interazione tra assetto litostratigrafico delle coperture alluvionali e l'idroveicolazione delle sostanze inquinanti. E' anche opportuno ricordare le numerose problematiche ambientali che caratterizzano l'area presa in considerazione, tra cui l'elevata dispersione

⁴C.N.R. I.R.P.I., C.so Stati Uniti, 4, 35020 Padova

di insediamenti industriali, agricoli e residenziali, l'elevata vulnerabilità della risorsa sotterranea e l'elevato numero di utenze idropotabili.

Un tale quadro idrogeologico-ambientale ha sollecitato l'individuazione di una metodologia integrata tra più competenze disciplinari idonea a riconoscere l'entità e il tipo di influenza prodotto da cause naturali sulla distribuzione della contaminazione nel sottosuolo. La complessa situazione litostratigrafica derivante da altrettanto complesse fasi di erosione e deposizione, che hanno ampiamente coinvolto la porzione di pianura considerata, ha consigliato dapprima l'utilizzo del telerilevamento per il riconoscimento della paleoidrografia e dell'attuale uso del suolo. L'applicazione di tale metodo si integra in modo ottimale con le competenze delle altre discipline coinvolte in quanto riesce a fornire un quadro unitario ed esaustivo, a scala di sintesi, dei principali elementi naturali ed antropici che determinano l'assetto del territorio indagato. Successivamente si è proceduto ad un riscontro sul terreno mediante l'impiego del metodo geoelettrico della resistività, indagando nel dettaglio uno dei principali paleoalvei individuati.

L'ottima coincidenza tra forme di superficie e strutture sepolte ha condotto infine ad una prima valutazione dell'incidenza di tale strutture paleofluviali sulle caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche della falda libera.

Per quanto attiene al secondo filone di ricerca della scrivente Unità Operativa, portato avanti in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Terra/Università di Pisa, nel primo arco dell'anno '98 è proseguita la raccolta, l'elaborazione e la classificazione di dati sulle condizioni idrodinamiche e chimiche delle principali falde, sfruttate a vari livelli con pozzi profondi nella piana del Fiume Cornia. L'intersezione di tali informazioni con gli elementi dedotti dall'interpretazione di varie immagini telerilevate ha quindi permesso di realizzare una serie di carte tematiche sulle condizioni dell'uso del suolo e in particolare sulla vulnerabilità delle risorse idriche della zona.

I risultati dello studio sono stati pubblicati sulla rivista "Quaderni di Geologia Applicata" (Marcolongo B., Spandre R., Caratto L. – Vulnerabilità della pianura del fiume Cornia. Integrazione di dati telerilevati e rilievi diretti. "Quaderni di Geologia Applicata", 5/1, 1998). La ricerca, condotta con metodi tradizionali di rilievo in campagna (censimento pozzi, misure piezometriche, prelievo di campioni, rilevamento geologico, ecc..) inseriti in un contesto di uso avanzato del telerilevamento (immagini multispettrali e multitemporali Landsat), ha messo in luce la situazione delicata e l'equilibrio instabile del sistema idrogeologico in generale e delle risorse idropotabili in particolare. I risultati finora conseguiti permettono un'analisi più dettagliata del territorio e una individuazione ponderata dei "nodi" più significativi di gravitazione del sistema geo-idrologico.

Durante la restante parte dell'anno '98, al fine di valutare in pieno le possibilità di definizione della vulnerabilità di un acquifero sedimentario come quello del F. Cornia attraverso metodologie GIS ed immagini satellitari, si è provveduto alla realizzazione di un modello di vulnerabilità dello stesso bacino applicando il metodo SINTACS, ma integrandolo con un nuovo modello (denominato PRIS), relativo agli acquiferi più profondi. I nuovi parametri di PRIS risultano essere: numero pozzi (P), numero di orizzonti captati (R), gradiente idraulico (I), spessore di copertura argillosa (S). Le variazioni dei parametri, o meglio dei dati di base, sono state valutate per la stessa griglia (maglie di 125m × 125m) adottata nell'applicazione del metodo SINTACS.

Ciò allo scopo di pervenire ad una più puntuale stima della vulnerabilità, che partendo dal modello DRASTIC possa tenere anche in conto la presenza dei diversi orizzonti acquiferi e la possibilità di una loro contaminazione lungo il rivestimento dei pozzi medesimi.

3. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Marcolongo Bruno
- Antonelli Renzo
- Dal Prà Antonio
- Zambrano Rodolfo
- Vangelista Fabio
- Spandre Roberto

4. BIBLIOGRAFIA

Antonelli R., Campagnoni A., Marcolongo B., Surian N., Zambrano R., Una ricerca integrata tra l'alta pianura veronese e l'anfiteatro morenico del Garda per il riconoscimento di risorse idriche alternative e della loro vulnerabilità, Quaderni di Geologia Applicata, 2, Pitagora Ed., Bologna (in stampa).

Altissimo L., Arca F., Dal Prà A., Ferronato A., Fumagalli F., Marangoni L., Mussato A., Zangheri P., Processi di inquinamento chimico-industriale delle acque sotterranee nella media e alta pianura veneta, Memorie dell'Istituto di Geologia, Università di Padova (in stampa).

U.O. 4.6

**RISCHIO DI DEFICIENZA IDRICA, PREVISIONE E
PREVENZIONE DALL'INQUINAMENTO DELLE ACQUE
SOTTERRANEE (MODULO VAZAR).
RIFLESSI NEGATIVI SULL'AMBIENTE DERIVANTI
DALL'ESTRAZIONE DI IDROCARBURI GASSOSI DALL'ALTO
ADRIATICO**

Dott. Giuseppe Mozzi⁵

1. LE INDAGINI CONDOTTE

Come programmato, nel 1998 si è provveduto a ricostruire la situazione strutturale, litostratigrafica e idrogeologica del bacino del Piave e a individuare le aree maggiormente esposte al rischio di inquinamento.

Su incarico dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Brenta-Bacchiglione, Piave, Livenza e Tagliamento, tale indagine è stata estesa all'intero sistema idrico sotterraneo del Veneto, verificando le modalità di alimentazione delle riserve idriche sotterranee, mettendo in luce la tendenza evolutiva della qualità delle acque e suggerendo gli interventi più opportuni da adottare per la salvaguardia dell'importante patrimonio idrico. In previsione di situazioni di emergenza e per le necessità delle future generazioni si è provveduto, inoltre, a monitorare la produttività e la qualità delle acque di due importanti riserve idriche sotterranee (Altipiano di Asiago e Massiccio del Grappa) poste in posizioni ottimali prossime alla pianura, e ad individuare le iniziative da adottare per la loro difesa. Sono stati, infine, estesi i controlli idrogeologici ed altimetrici lungo le coste venete, in modo da predisporre una base informativa tale da segnalare immediatamente ogni riflesso negativo collegabile alla programmate estrazioni di idrocarburi dai fondali dell'Alto Adriatico.

2. RISULTATI CONSEGUITI

Indagini a carattere idrogeologico

1) Depauperamento del sistema idrico sotterraneo del Veneto

E' stata avviata un'indagine finalizzata ad individuare le cause del depauperamento in atto nelle falde sotterranee del Veneto e gli interventi più opportuni da attuare per proteggere tale patrimonio. Per quanto riguarda l'aspetto qualitativo, sono stati elaborati i dati analitici della campagna idrochimica condotta nel 1997 e individuato un nuovo caso di inquinamento puntuale da organo-clorurati la cui evoluzione, durante tutto il 1998, è stata attentamente monitorata.

2) Sistemi idrici da preservare per le future generazioni

⁵ C.N.R. Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, CàPapadopoli, S.Polo 1364, 30125 Venezia

L'orientamento prioritario di salvaguardare gli acquiferi ancora integri quale riserva per le future generazioni ha spinto a realizzare uno studio specifico sui sistemi idrici racchiusi entro i rilievi carsici dell'Altopiano di Asiago e del Massiccio del Grappa, quest'ultimo sottoposto da tempo a stretto vincolo ambientale. Una stazione per il rilevamento in continuo di alcuni parametri chimico-fisici è stata attivata in corrispondenza della sorgente "Oliero", mentre sulla cima del Monte Grappa è stata installata una stazione pluviometrica. Si è provveduto, inoltre, a seguire i controlli chimici delle acque relativi alle sorgenti Cismon e Tergola, da tempo utilizzate da importanti acquedotti locali.

[3\) Rimpinguamento artificiale degli acquiferi sotterranei](#)

In collaborazione con il Consorzio Pedemontano Brenta è stato, presentato al Programma "LIFE", un progetto esecutivo finalizzato a rimpinguare il sistema idrico sotterraneo nell'Alta Pianura Veneta e a contrastare, in questo modo, i depauperamenti in atto.

[4\) Intrusione salina negli acquiferi artesiani sottostanti i litorali veneziani](#)

L'indagine, che ha tratto inizio nel 1970, ha evidenziato il richiamo salino sotto i litorali provocato dagli emungimenti praticati soprattutto nella Zona Industriale di Porto Marghera. Tale richiamo, oltre a spingere all'abbandono di alcuni importanti acquedotti (Pellestrina e S. Pietro in Volta), con l'aumento di salinità nelle acque interstiziali delle argille presenti ha contribuito ad aggravare la subsidenza. L'indagine ha pure messo in luce i tempi lunghissimi richiesti dal sistema idrogeologico lagunare per respingere nel loro dominio le citate acque saline.

Rischio di subsidenza in aree di pianura

[a\) Progetto "Alto Adriatico" redatto dall'AGIP S.p.A](#)

Con riferimento al "Progetto Alto Adriatico - Studio di Impatto Ambientale", l'Unità Speciale Interlinea per il Rischio di Subsidenza in Aree di Pianura ha analizzato le controdeduzioni formulate dai Tecnici dell'AGIP sul parere espresso dalle Autorità locali. Tale analisi ha portato a riconfermare la grave carenza di informazioni basate su misure in campo, carenza che non permette la formulazione di una previsione seria ed attendibile.

[b\) Salvaguardia dei litorali veneziani](#)

Su incarico della Regione del Veneto, l'U.O. è stata impegnata a definire, tramite livellazioni di alta precisione, eventuali scompensi altimetrici del suolo verificatisi lungo i litorali veneziani a seguito degli emungimenti autorizzati dalla Legge 31-5-1995, n. 206. E' stata, inoltre, istituita una rete di monitoraggio, con registratori in continuo, delle variazioni piezometriche che intervengono nelle principali falde sotterranee.

Gestione delle emergenze

Su invito della Prefettura e della Provincia di Vicenza e del Dipartimento Prevenzione dell'ULSS n. 3 di Bassano del Grappa, sono stati effettuati i seguenti interventi:

[a\) Sversamento accidentale, da una autocisterna, di gasolio lungo la Statale 47 della Valsugana, in territorio del Comune di San Nazario \(VI\)](#)

Un grave incidente occorso, a metà dicembre del 1997, ad un'autocisterna lungo la Statale 47 della Valsugana ha impegnato, anche nel gennaio 1998, l'Unità Operativa in ripetuti interventi in campo. In collaborazione con i tecnici del Servizio per la Protezione Civile della Provincia di Vicenza, si è provveduto ad impedire l'inquinamento del Brenta e dei suoi canali di derivazione e a suggerire gli interventi più opportuni per la bonifica del luogo accidentato.

[b\) Episodio di inquinamento da organoclorurati nell'Alta Pianura Veneta](#)

Nel 1998 sono continuate le indagini finalizzate ad individuare la sorgente dell'inquinamento da organoclorurati che ha, tra l'altro, costretto la chiusura dell'Acquedotto del Comune di Rossano Veneto. Con ripetute campagne di controllo è stata delimitata la zona inquinata e seguito l'inquinamento nel suo rapido evolversi verso situazioni normali. E' stata individuata la zona da cui lo stesso ha tratto origine, ma non è stato possibile individuarne la sorgente, trattandosi presumibilmente di uno sversamento abusivo in aperta campagna o in pozzo perdente.

[c\) Inquinamento da gas tossici proveniente da una discarica di materiali "inerti"](#)

L'abbondante presenza di gas metano nel sottosuolo e negli scantinati delle abitazioni prossime ad una discarica di materiali "inerti" ha costretto l'abbandono degli edifici per un lungo periodo di tempo. Stabilito che tale persistente presenza era sicuramente dovuta alla rottura del manto di impermeabilizzazione della discarica stessa, è stato verificato l'eventuale inquinamento delle acque sotterranee. Con rilievi tradizionali e tramite una "sonda termica" si è provveduto a definire la locale direzione di propagazione delle acque sotterranee; realizzati tre pozzi muniti di filtro esteso all'intera colonna, i controlli chimici hanno escluso eventuali perdite inquinanti dalla discarica in oggetto che, peraltro, è risultata riempita da rifiuti tossico-nocivi neutralizzati.

3. ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

Si è provveduto ad inserire nell'attività del Gruppo due neo-laureati e quattro laureandi in Scienze Ambientali che hanno adottato, quale argomento per la tesi di laurea, alcune delle tematiche trattate dall'U.O.

4. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Dazzi Renzo
- Mozzi Giuseppe
- Dametto Loris
- Gatto Gino
- Zambon Giuseppe
- Dal Missier Giancarlo
- Fumagalli Flaminio

5. BIBLIOGRAFIA

Dazzi R., Gatto G., Mozzi G., Zambon G. "Sversamento, a seguito di incidente stradale, di un'autocisterna di gasolio sulla Statale 47 della Valsugana". TN n. 187 - CNR, I.S.D.G.M., Venezia, 1998

Dazzi R., Gatto G., Mozzi G., Zambon G.: "Progetto Alto Adriatico - Studio d Impatto Ambientale. Sulle Osservazioni Tecniche formulate dall'Agip S.p.A."

Dazzi R., Gatto G., Mazzoldi A., Mozzi G., Zambon G., Fumagalli F., Guaraglia D.: "Prevenzione dall'inquinamento del sistema idrico sotterraneo del Veneto (Italia nord-orientale)". C.N.R. - G.N.D.C.I., Pubbl. n. 1851, Venezia, 1998

Dazzi R., Gatto G., Mozzi G., Zambon G., Bortoli A., Dell'Andrea E., Martini G., Menegus L., Conchetto E., Genovese, M.: "Effetti negativi determinati dall'intrusione salina negli acquiferi artesiani sottostanti i litorali veneziani". G. N.D.C.I. Pubbl. n. 1898, Venezia, 1998

U.O. 4.7

VALUTAZIONE DELLA POTENZIALITÀ', DELLA VULNERABILITÀ E DELLA POSSIBILITÀ DI SFRUTTAMENTO QUALI RISERVE ALTERNATIVE, DELLE RISORSE IDRICHE ESISTENTI IN UN'AREA A NORD DI PORDENONE.

Prof. Franco Cucchi⁶

1. PREMESSA

Nel 1998 l'attività dell'Unità Operativa 4.7 si è focalizzata sulle seguenti tematiche:

1. ricerche sulle caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi della Pianura friulana in generale e dell'Alta pianura friulana in particolare;
2. ricerche sulle caratteristiche idrogeologiche di acquiferi carsici regionali (Carso classico, M. Canin, Pian del Cansiglio);
3. elaborazione di Carte della vulnerabilità intrinseca secondo il metodo SINTACS.

2. ATTIVITÀ DI RICERCA

Per quanto riguarda il primo punto in particolare si stanno raccogliendo in via informatica, grazie alla collaborazione dei Presidi Multizonali di Gorizia, Pordenone, Udine e Trieste, le analisi chimiche eseguite in numerosi pozzi per acqua sotto controllo e si stanno elaborando i dati sulle fluttuazioni della falda freatica. Sulla base del chimismo relativo a 125 pozzi campione, si sono definite le aree di alimentazione e le "province" idrogeologiche in cui si può suddividere il complesso sistema falda freatica-falde artesiane nel sottosuolo della Pianura friulana.

L'analisi dell'andamento della falda freatica nel tempo (sono stati presi in considerazione 52 pozzi sotto osservazione dal 1967) porta ad individuare un generale progressivo abbassamento, con valori che giungono a 35-40cm/anno in corrispondenza dell'Alta pianura centrale (con abbassamenti dal 1967 ad oggi quindi anche di 10-12 metri).

Per quanto riguarda il secondo punto, si è continuato con assiduità il monitoraggio delle tre sorgenti principali del F. Livenza, risorgive di parte delle acque contenute nell'acquifero carsico del Piancavallo, e il monitoraggio delle acque del F. Timavo ipogeo in corrispondenza dell'inghiottitoio (Skcianske Jame, in Slovenia), di metà percorso ipogeo (Abisso di Trebiciano, Italia) e delle sorgenti Pozzo dei Colombi e Risorgive di San Giovanni di Duino, Italia).

Inoltre sono state effettuate prove con traccianti nel massiccio del M.Canin, tenendo sotto controllo le principali sorgenti in Italia ed in Slovenia.

Risulta che le sorgenti del Livenza sono alimentate da tre bacini semi-indipendenti in quanto hanno regime e chimismo differenti. Le portate medie complessive, misurate per la prima volta in continuo e nell'arco di tre anni risultano essere per la sorgente di

⁶ Istituto di Geologia e Paleontologia, P.za Europa 1, 34127 Trieste

Gorgazzo 2.13 m³/s, per la sorgente Santissima 6.35 m³/s, per la sorgente Molinetto 3.04 m³/s.

La complessità dell'acquifero carsico triestino ha trovato conferma nei risultati di una prova di movimento delle paratie che preservano l'acquifero dalle intrusioni saline: pochi decimetri di variazione di livello alle sorgenti trovano quasi immediate ripercussioni non solamente in cavità poste ad alcune centinaia di metri ma anche nel Lago di Doberdò, situato alcuni chilometri a monte e teoricamente alimentato da acque dell'Isonzo e non dal Timavo. Le misure in continuo di temperatura, conducibilità e altezza della falda misurate nei diversi siti sono in corso di analisi.

Per quanto riguarda l'elaborazione di cartografia tematica, è stata predisposta la "Carta della vulnerabilità intrinseca secondo il Metodo SINTACS dell'acquifero carsico isontino". Sarà ora possibile redarre la carta della vulnerabilità intrinseca di tutta la regione carsica triestino-monfalconese unendo i risultati di questo studio con quelli di studi precedenti.

Nell'ambito di una ricerca sulle acque profonde dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento e Livenza che l'unità triestina sta effettuando per l'Autorità di Bacino dei tre fiumi, si è redatta una "Carta della vulnerabilità intrinseca secondo il Metodo SINTACS dell'intera Pianura friulana" sulla base dei dati stratigrafici e idrogeologici editi finora. La carta è georeferenziata su base informatica 1:25.000 ed è, per il momento, relativa a unità areali di 1 km². È iniziata un'opera di raffittimento, con nuove ricerche in campagna, che porterà a definire la vulnerabilità di elementi areali di 250 metri di lato.

Si è inoltre avviata una collaborazione con l'U.O. 4.9 (Bologna, resp. il prof. P. Forti) per la redazione della carta della vulnerabilità intrinseca e dei punti di pressione antropica di un settore delle prealpi bresciane da cui si alimentano alcune importanti sorgenti carsiche.

3. DIFFUSIONE DEI DATI RACCOLTI

I dati raccolti e i risultati degli studi sono stati in parte presentati a Congressi, in parte illustrati in articoli proposti a varie Riviste. Nel dettaglio,

- alla "Giornata Mondiale dell'Acqua" (Roma, 23 marzo 1998) sono stati presentati i primi risultati delle ricerche sul chimismo delle falde della pianura friulana (pubbl. n° 1831 del GNDICI) e sulle risorgive del Livenza (pubbl. n° 1832 del GNDICI). I lavori, in attesa di essere pubblicati in appositi atti, sono stati riportati nel sito Internet: www.opereti.regione.lazio.it

- durante il convegno "Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo" (Accademia dei Lincei, Roma, 1-2 ottobre 1998) sono stati presentati due poster, uno relativo agli studi sulla vulnerabilità dell'acquifero carsico triestino ed uno agli studi della vulnerabilità all'inquinamento di due grandi sorgenti carsiche delle Pre-Alpi Bresciane. L'Accademia dei Lincei ha in corso di stampa gli Atti del convegno, in cui compariranno due articoli illustranti i risultati dei due studi.

- alla rivista Gortania, edita a Udine è stato presentato un articolo con i risultati dell'analisi delle fluttuazioni della falda freatica nell'Alta pianura friulana, alla rivista Mondo sotterraneo, edita a Udine, un articolo sulla strumentazione utilizzata per le misure in continuo della qualità delle acque.

- altri articoli sui risultati degli studi sono in preparazione e si prevede proporli durante alcuni importanti congressi nel 1999 o a riviste.

- dopo lunga gestazione è comparso su Environmental geology, l'articolo sui risultati di studi sul chimismo delle acque di percolazione in cavità del Carso classico (pubbl. n° 1666 del GNDICI).

4. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Giorgetti Francesco
- Cucchi Franco
- Bensi Sara
- Berlasso Guglielmo
- Cargnel Angelo
- Gemitì Fabio
- Gubertini Pierpaolo
- Kranic Andrej
- Massari Giancarlo
- Marinetti Enrico
- Mattioni Renzo
- Oberti Sara
- Potleca Michele
- Zini Luca

5. BIBLIOGRAFIA

CUCCHI F., GEMITI F., MANCA P., SEMERARO R. (1998): Underground water tracing in the east part of the karst of Canin massif (Western Julian Alps). *Ipogea*, n.2 (1997), 141-150.

VASCOTTO M., CUCCHI F., GIACOMICHI R., GIACOMICHI P. (1998): Radioattività naturale sul Carso triestino. *Alpi Giulie*, 92/1, 39-54.

CUCCHI F., FINOCCHIARO F., FORTI F. (1998): Gypsum degradation in Italy with respect to climatic, textural and erosional condition. *Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, suppl. III - t. 4, 41-49, 7 figg, 3 tabb.

COVELLI S., CUCCHI F., MOSCA R. (1998): Monitoring of percolation water to discriminate surficial inputs in a karst aquifer. *Environmental Geology* 36, (3-4) December 1988, 296-304. Pubbl. n°1666 del GNDICI, LR4.

CREVATIN G., CUCCHI F., MARINETTI E., ZUPPIN C. (1998). Strumentazione per il monitoraggio in continuo di acque carsiche. *Mondo sotterraneo.*, n.s. anno XXI, n. 1-2, 1997), 13-23. Pubbl. n°1878 del GNDICI, LR4.

U.O. 4.8

VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI NELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA

Dott.. Adriano Zavatti⁷

1. SOMMARIO

L'U.O. 4.8 è impegnata nei Moduli DAV, RISE e VAZAR

2. ATTIVITA' E RISULTATI

1. Carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento della pianura romagnola a scala 1:100.000

Prosegue e si avvia a conclusione l'informatizzazione dei dati utilizzando le banche dati disponibili presso vari Enti. Si sono peraltro acquisite le nuove informazioni sugli acquiferi, rese disponibili dall'Ufficio Cartografico della Regione Emilia Romagna, che hanno consentito di meglio precisare le aree di alimentazione dei vari orizzonti sovrapposti, soprattutto nella delicata fascia collinare-pedecollinare.

Il primo elaborato in bozza sarà pronto entro fine estate e la carta disponibile entro l'anno 1999.

2. Carta del rischio di inquinamento degli acquiferi

E' in corso di predisposizione lo schema di valutazione di rischio delle varie sorgenti inquinanti potenziali che potrà essere utilizzato nella metodologia messa a punto dall'U.O.4.1. Sarà quindi possibile provare la validità su aree già studiate in precedenza.

3. Nitrati negli acquiferi emiliani

E' stato organizzato un workshop interno per l'approfondimento del problema, raccogliendo le più recenti acquisizioni prodotte da vari Enti. Il confronto tra vari esperti operanti in diversi settori ha permesso di avviare un circuito informativo che produrrà un incremento delle conoscenze complessive, consentendo di mettere a sistema le varie esperienze in corso.

4. Carta della vulnerabilità degli acquiferi emiliano-romagnoli all'inquinamento - Scala 1:250.000

E' iniziata l'attività di raccolta delle informazioni e la sistemazione e georeferenziazione dei dati per la redazione della carta, utilizzando il metodo SINTACS, così come indicato nella bozza di Testo Unico di tutela delle acque all'inquinamento, allegato 7.

5. Testo Unico di tutela delle acque all'inquinamento (c.d.)

Durante l'anno 1998 l'unità operativa è stata coinvolta nella elaborazione dell'allegato 1 al Testo Unico con la messa a punto della metodologia di classificazione delle quali-quantitative delle acque sotterranee. Sono state operate anche alcune simulazioni operative, in via di pubblicazione, che hanno consentito di confermare la coerenza della metodologia.

6. 3° convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee.

E' stata avviata l'organizzazione del convegno che si terrà il 13-15 Ottobre 1999.

⁷ Agenzia Regionale Protezione e Ambiente (ARPA), Via Po 5, 40139 Bologna

3. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Zavatti Adriano
- Pellegrini Maurizio
- Tagliavini Sergio
- Tacconi Enzo
- Baraldi Fulvio
- Scialoja Maria Grazia
- Baraldi Vittorio
- Bertoni Daniele
- Pagotto Adelio
- Zanini Annalisa
- Vitali Maurizio
- Paltrinieri Nadia
- Grana Marco
- Grana Marco
- Piacentini Daniele
- Alifracco Gabriele
- Donatelli Marcello
- Spallacci Pasquale
- Barazzuoli Piero
- Salleolini Massimo

4. BIBLIOGRAFIA

D.Bertoni, V. Boraldi, S.Righi, N.Paltrinieri, E.Tacconi, A.Zavatti. Evoluzione idrochimica degli acquiferi dell'alta e media pianura di Modena: nuove evidenze del monitoraggio. (Pubbl. n.1233)

Zavatti A., Attramini P., Bonazzi A., Boraldi V., Malagò R., Martinelli G., Naldi S., Patrizi G., Pezzera G., Vandini N., Venturini L., Zuppi G.M. La presenza di Arsenico nelle acque sotterranee della Pianura Padana: evidenze ambientali e ipotesi geochimiche. (Pubbl. n.1234)

Barbieri L., Boraldi V., Carta G.P., Curti G.M., Giovanardi G.L., Mozzanica E., Pelosio A., Pizzarotti A., Sorghia G., Tagliavini S., Zavatti A., Zilioli F. Ipotesi di bonifica di un sito industriale con terreni inquinati da solventi aromatici (Fidenza-Parma). (Pubbl. n.1235)

Boraldi V., Pollacci G., Righi S., Tacconi E., Zavatti A. Presenza di 1,1,1 tricloroetano nelle acque sotterranee a Castelvetro (Modena). (Pubbl. n.1236)

L.Barbieri, D.Bartoni, G.L.Fogliani, E.Passaglia, A.Pirondini, C.Santini, E.Tacconi, A.Zavatti. L'infiltrazione dei liquami zootecnici nel suolo: primi risultati di prove preliminari in pieno campo su terreni corretti con rocce zeolitiche. (Pubbl. n.1237)

L.Barbieri, P.Corsinotti, A.Zavatti. Il monitoraggio qualitativo dei suoli nella pianura della provincia di Modena. (Pubbl. n.1238)

G.Alifraco, A.Pelosio, S.Tagliavini, A.Zavatti. La carta di vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi della pianura di Fidenza (PR), come primo esempio di cartografia informatizzata a scala provinciale.(Pubbl. n.1239)

Baraldi F., Campana G., Castaldini D., Paltrinieri N., Spallacci P., Zavatti A.. La capacità di attenuazione del suolo tra i fattori di valutazione della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi. Due esempi: area morenica mantovana e alta pianura modenese (Italia Settentrionale).(Pubbl. n.1240)

M. Civita, G. Filippini, G. Marchetti, N. Paltrinieri, A. Zavatti. Uso della carte di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento nella pianificazione e gestione del territorio.(Pubbl. n.1241)

E.Coltelli, F.Canavese, C.Maltoni, A.Antoniazzi, B.Spalla, A.Valentini, C.Valentini, A.Zavatti. Un caso di inquinamento del suolo e delle acque sotterranee da solventi organoalogenati: monitoraggio e programma di bonifica (S.Giovanni in Marignano-Rimini).(Pubbl. n.1242)

L.Barbieri, G.L.Fogliani, A.Lambertini, G.Rossi, A.Zavatti. Bonifica del suolo contaminato da rifiuti ceramici eterogenei, mediante processo di inertizzazione in situ.(Pubbl. n.1243)

F.Baraldi, G.Barzoni, E.Camerlenghi, G.Schivardi, A.Zavatti. Campi acquiferi in zone rurali e urbane in provincia di Mantova: problematiche inerenti la definizione delle zone di protezione e aspetti economici collegati. (Pubbl. n.1244)

U.O. 4.9

VALUTAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE SOSTITUTIVE E DI EMERGENZA NELLE PREALPI BRESCIANE, MONTAGNOLA SENESE E BACINO DEL FRIGIDO

Prof. Paolo FORTI⁸

1. PREMESSA

Iniziato nel 1996, e' proseguito per tutto il 1997 e continuato nel primo semestre del 1998 lo studio per l'individuazione delle Risorse Idriche Alternative e di Emergenza del Comprensorio della Montagnola Senese, una vasta area della Provincia di Siena ove gli acquedotti pubblici hanno risorse idriche a rischio, sia per la stretta dipendenza dalla ricarica stagionale (con deficienze in caso di siccità) sia per la qualità dell'acqua (acque di cattive caratteristiche chimiche e rischio di inquinamento antropico).

Nel 1997 ha avuto inizio praticamente lo studio delle due grandi sorgenti carsiche del Bresciano, con il supporto logistico e tecnico dell'Azienda Municipalizzata di Brescia. Tale studio sarà completato nell'arco di 3 anni. Nel 1997 sono state installate due centraline meteorologiche nel bacino di alimentazione delle due sorgenti e le stesse sono state anche per il rilevamento in continuo dei dati di conducibilità, temperatura e portata. Nel secondo semestre del 1997 si è effettuata una prova di tracciamento dal fondo di una nuova cavità che ha dato esito positivo a livello della sorgente del Fontanone di Paitone e si sono iniziati gli studi sugli isotopi stabili e sul contenuto in radon di tutta l'area al fine di meglio caratterizzarne le caratteristiche di ricarica e di idrodinamica.

Nel 1998 si è anche ripreso lo studio della principale sorgente carsica delle Alpi Apuane al fine di redigere una carta del rischio di degrado delle sue risorse idriche con il metodo messo a punto dal Prof. Civita.

Sempre nel 1998 si è iniziata una collaborazione con l'U.O. di Trieste al fine di ottimizzare gli studi sugli acquiferi carsici delle due rispettive zone di lavoro.

2. OBIETTIVI

Nel Comprensorio della Montagnola Senese obiettivo della ricerca è di quantificare la potenzialità di questi acquiferi, di verificarne l'idoneità qualitativa all'uso potabile, e di individuare i punti favorevoli per la perforazione di pozzi e le modalità di sfruttamento.

Nelle Prealpi Bresciane la ricerca iniziata riguarda una area carsica limitrofa a Brescia. L'approvvigionamento idrico per la città di Brescia è attualmente garantito per oltre il 70% da pozzi di pianura il cui inquinamento tende ad aumentare in maniera critica.

L'U.O.4.9 ha individuato due grandi sorgenti carsiche (Botticino e Fontanone) che, con le loro portate, potrebbero agevolmente sopperire a eventuali deficit idrici. La ricerca verterà specificatamente sulla definizione puntuale del bacino di alimentazione e del

⁸ Università degli Studi di Bologna Dip. di Scienze Geologiche, via Zamboni 67, 40127 Bologna

regime di queste due sorgenti. Al termine della ricerca si prevede di realizzare una carta di vulnerabilità intrinseca e una carta di rischio di degrado qualitativo. Nelle Alpi Apuane l'U.O. 4.9 intende completare gli studi che la hanno vista impegnata in tale area per oltre un decennio realizzando una carta di rischio di degrado qualitativo per la sorgente carsica più importante ed attualmente utilizzata come parte integrante del complesso acquedottistico dell'area.

3. RISULTATI CONSEGUITI

Per quel che concerne le Prealpi Bresciane, nel 1998 i dati sperimentali delle centraline meteorologiche e quelli dei datalogger posti nelle due sorgenti hanno permesso di definire in via preliminare l'idrochimica e l'idrodinamica delle due sorgenti, che sono caratterizzate da tempi di corruzione assai bassi. I dati disponibili hanno anche mostrato come pur essendo posizionate in località limitrofe e in litotipi analoghi le due sorgenti hanno risposte differenti agli impulsi meteorici.

Nel 1998 sono poi state effettuate due differenti prove con traccianti per meglio definire i limiti idrogeologici delle due sorgenti e identificare i rapporti esistenti tra queste e le altre sorgenti minori dell'area.

Si è anche completata la carta dei fenomeni carsici e quella dei produttori e riduttori di inquinamento, quella dell'uso del suolo, dell'insaturo, oltre a quella idrogeologica e geolitologica, preparata l'anno precedente.

I primi risultati di questa ricerca sono già stati presentati a Convegni e Simposi sia in Italia che all'estero (v. Bibliografia).

La collaborazione con l'U.O. di Trieste ha già permesso di ottenere alcuni risultati pratici: è stato infatti effettuato un primo studio delle caratteristiche idrochimiche e idrodinamiche delle sorgenti del Fiume Livenza (v. Bibliografia), nonché impostata la carta di Vulnerabilità delle sorgenti delle Prealpi Bresciane, che verrà pubblicata nel 1999.

Dal punto di vista didattico il Prof. Forti ha partecipato in qualità di docente al Seminario "Magreb's Water Resources Management", organizzato a Bertinoro il 7-12 Dicembre 1998 dall'Università di Bologna e dal College des Hautes Etudes Europeennes di Parigi, cui hanno partecipato 20 persone dell'area del Magreb: in tale ambito il Prof. Forti ha fatto due lezioni dal titolo:

- 1- Evaluation of risk of pollution and protective measures for the karst aquifer
- 2- Vulnerability of the Aquifers: the SINTACS model

4. PROGRAMMI A BREVE SCADENZA

Per quello che concerne le Alpi Apuane si conta di completare, limitatamente al bacino del Frigido, una valutazione del rischio di degrado delle risorse idriche, secondo lo schema recentemente approntato dal Prof. Civita.

Per quel che concerne il Comprensorio della Montagnola Senese gli studi preliminari iniziati permettono di sperare che, ai primi del 1999 saremo in grado di fornire un primo quadro di RISE.

Infine per quel che concerne le Prealpi Bresciane, non appena i dati che vengono raccolti in continuo copriranno almeno un anno idrologico, le prove con traccianti saranno ultimate come la raccolta dei dati isotopici, si passerà, assieme all'U.O. di

Trieste all'applicazione del metodo SINTACS alle sorgenti medesime per ottenere una carta di vulnerabilità intrinseca.

Si intende anche effettuare su tali aree uno studio sulla valutazione del rischio di degrado delle risorse idriche, secondo lo schema recentemente approntato del Prof. Civita.

Infine, la collaborazione con l'U.O. di Trieste continuerà e verrà per il possibile espansa già da questo anno integrando le reciproche ricerche nei due territori di competenza.

5. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Forti Paolo
- Rabbi Ernesto
- Francavilla Franco
- Pranzini Giovanni
- Civita Massimo
- Piccini Leonardo

6. BIBLIOGRAFIA

PICCINI L., PRANZINI G., TEDICI G., FORTI P. 1997 Le risorse idriche degli acquiferi carbonatici del comprensorio apuo-versigliese. Carta 1:50.000. Arca Firenze. Pubbl. GNDICI n. 1584

CUCCHI F., FORTI P., GIACONI M., GIORGETTI F. 1998 Note idrogeologiche sulle sorgenti del fiume Livenza Atti Giornata Mondiale dell'Acqua, Roma. Pubbl. GNDICI n.***. In stampa

FORTI P. 1998 Study of the Intrinsic Vulnerability for the Catchment Areas of two Large Springs in the Brescia Pre-Alps (Italy). Book of Abstract, 2nd Int. Symp. On Karst Water Resources, Theran, p. 2

FORTI P., CUCCHI F. 1998 Study of the intrinsic vulnerability for the catchment areas of two large karst springs in the Brescia pre-Alps (Italy) Proceedings 2nd International Symposium on Karst Water Resources, Theran Publ. GNDICI n. 1882. In stampa

GALDENZI S., FORTI P., MENICHETTI M. 1998 L'acquifero sulfureo di Frasassi. aspetti idrogeologici e naturalistici padova 26-27/9/98. in stampa

FORTI P. 1998 Gli acquiferi carsici: problematiche per il loro studio ed utilizzo. Convegno Padova 26-27/09/98. Pubbl. GNDICI n. 1908. In stampa

FORTI P., CUCCHI F., MARINETTI E., MASSARI G. 1998 Studio di due grandi sorgenti carsiche del bresciano da utilizzarsi ad uso idropotabile. Accademia dei Lincei, Roma 1-2/10/98 in stampa

U.O. 4.10N

VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI DELLE MARCHE ED INDIVIDUAZIONE DI RISORSE IDRICHE INTEGRATIVE, SOSTITUTIVE E DI EMERGENZA PRESENTI NELLA REGIONE

Prof. Torquato Nanni⁹

1. SOMMARIO

L'attività di ricerca durante il 1998 è stata finalizzata al completamento delle ricerche idrogeologiche e alla stesura dei risultati ottenuti con le ricerche condotte nei differenti acquiferi presenti nella regione adriatica:

In particolare sono state completate le seguenti ricerche:

- cartografia idrogeologica del bacino del fiume Esino (marche) tra la dorsale carbonatica marchigiana e la costa mediante l'uso di un GIS;
- idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero della pianura del fiume Pescara (Abruzzo);
- Idrogeologia di dorsali carbonatiche campione dell'Appennino umbro-marchigiano e abruzzese;
- analisi della vulnerabilità di sorgenti campione.

1. Cartografia idrogeologica del bacino del fiume esino (marche) tra la dorsale carbonatica marchigiana e la costa mediante l'uso di un G.I.S.

Lo studio è stato finalizzato all'analisi dell'idrogeologia del bacino del fiume Esino, tra la dorsale carbonatica marchigiana e la costa, nonché alla creazione di un Sistema Informativo Geografico di tipo vettoriale, collegato ad una banca dati alfanumerica relazionale delle informazioni raccolte, destinato a costituire uno strumento di analisi, gestione e pianificazione delle risorse idriche sotterranee. Tale sistema consente inoltre di poter integrare progressivamente i dati raccolti con nuove informazioni provenienti da successive campagne di indagini, rilievi, prospezioni ed altro, con i conseguenti vantaggi in termini di capacità gestionali ed analitiche del GIS.

Sulla base dei risultati ottenuti dall'elaborazione delle informazioni raccolte ne è derivata una cartografia tematica di tipo idrogeologico con elementi di vulnerabilità, pericolosità e rischio potenziali.

⁹ Dipartimento di Scienze dei Materiali e della Terra Università di Ancona Facoltà di Ingegneria, via Breccie Bianche 24, 60131 Ancona

La ricerca si è svolta attraverso le seguenti fasi:
progettazione generale della struttura del Sistema Informativo;
individuazione delle informazioni cartografiche necessarie e progettazione della banca dati cartografica;
individuazione delle informazioni alfanumeriche da associare ai dati cartografici e progettazione della banca dati relazionale; predisposizione della tipologia di dati sperimentali da ricercare;
rilevamento geologico e geomorfologico del bacino del fiume Esino nel tratto compreso tra la dorsale marchigiana e la costa;
ricostruzione della geometria dell'acquifero mediante indagini geognostiche;
ricostruzione delle piezometrie stagionali a partire da più campagne di raccolta dati;
analisi della qualità delle acque di falda e relativa variabilità nel tempo;
individuazione ed analisi degli elementi di attività produttiva correlata alla produzione di prodotti potenzialmente inquinanti;
introduzione ed editing dei dati idrogeologici, cartografici ed alfanumerici nel GIS;
analisi dei dati e produzione di cartografie tematiche.
L'uso del GIS ha consentito di gestire i dati idrogeologici nella loro totalità e di integrarli con quelli antropici, con particolare riferimento ai produttori di inquinanti, permettendo in tal modo la realizzazione di cartografie della vulnerabilità e pericolosità potenziale di inquinamento delle acque.
Il Sistema proposto, caratterizzato da notevoli potenzialità analitiche, aggiornabilità ed integrabilità dei dati, costituisce un utile strumento nello studio, nella gestione, nella pianificazione, nel controllo delle risorse idriche e nella produzione di scenari di rischio potenziale di inquinamento delle acque.
Il lavoro è attualmente in corso di stampa.

[2. La pianura alluvionale del fiume Pescara \(Abruzzo\): idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero.](#)

I risultati delle ricerche condotte nella pianura alluvionale del fiume Pescara, finalizzate alla caratterizzazione idrogeologica del subalveo ed alla creazione di una banca dati cartografica ed alfanumerica in ambito GIS rivolta alla gestione, pianificazione e tutela delle risorse idriche. L'analisi tramite il sistema informativo dei parametri geologici, geomorfologici, idrogeologici, chimici ed antropici ha portato all'elaborazione di una carta idrogeologica della pianura con gli elementi utili per l'analisi della vulnerabilità e pericolosità potenziale dell'acquifero alluvionale.

L'indagine idrogeologica ha permesso di evidenziare che:

- l'acquifero di subalveo è contenuto nei depositi terrazzati del III e IV ordine;
- la parte alta, dalle Gole di Popoli a Chieti Scalo, della pianura è caratterizzata da un acquifero monostrato costituito da depositi prevalentemente ghiaiosi di spessore variabile attorno ai 25 m;
- la parte medio bassa, da Chieti Scalo alla foce, presenta caratteristiche di multistrato costituito da un livello ghiaioso di spessore variabile tra cinque e dieci m con sovrastante una potente copertura limoso argilloso torbosa con lenti sabbiose spessa da 40 a 50 m;
- la facies idrochimica principale è di tipo bicarbonato calcico con tenore salino variabile da 0.08 g/l a 2.2 g/l. Sono inoltre presenti, in prossimità della costa, acque a facies cloruro-sodica dovute ad intrusione marina causate dai forti emungimenti a cui l'acquifero è sottoposto in tale area, e nella zona di Scafa,

- acque senza ioni dominanti con forte incremento di Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- ed SO_4^{--} in connessione di un alto strutturale al cui nucleo sono presenti depositi messiniani;
- l'alimentazione dell'acquifero, come evidenziato dalla piezometria e confermato dal chimismo e dalla distribuzione della conducibilità e della temperatura delle acque sotterranee, è dovuta essenzialmente alle acque del fiume Pescara e dei suoi affluenti principali. Il drenaggio sotterraneo risulta fortemente condizionata dai principali paleovalvei del fiume Pescara e dei suoi affluenti principali.

L'analisi del sistema antropico è stata finalizzata all'individuazione degli elementi presenti nel bacino idrografico tra le Gole di Popoli e la foce che, direttamente o indirettamente, possono costituire fonte di inquinamento per le acque sotterranee (reti infrastrutturali, insediamenti e attività produttrici di inquinanti).

Il lavoro è attualmente in corso di stampa.

3. Idrogeologia di dorsali carbonatiche campione dell'Appennino umbro-marchigiano. Le ricerche in tale settore sono state finalizzate allo studio di acquiferi carbonatici campione delle dorsali umbro-marchigiana (del M.te Catria - M.te Nerone), di quelle presenti nel dominio esterno (Montagna dei Fiori) e delle dorsali Abruzzesi (Montagna del Morrone).

Lo studio idrogeologico delle dorsali è stato condotto su basi sperimentali mediante ricostruzione degli idrogrammi fluviali nei fiumi e torrenti che attraversano le strutture, in corrispondenza delle sezioni di ingresso e uscita di ciascun complesso idrogeologico. Sono state inoltre analizzate sorgenti campione selezionate in base alle caratteristiche dell'emergenza e degli acquiferi di alimentazione. Nelle sorgenti campione sono stati ricostruiti gli idrogrammi delle portate, analizzati i parametri chimico-fisici e la loro variabilità durante l'anno idrologico.

L'analisi dei dati idrogeologici e dell'assetto strutturale delle dorsali campione ha permesso di delineare le modalità dell'alimentazione e circolazione idrica nelle idrostrutture, di elaborare un realistico bilancio idrogeologico e di analizzare la vulnerabilità degli acquiferi e delle sorgenti carbonatiche.

4. Idrogeologia della Montagna dei Fiori (Appennino centrale). La dorsale risulta tamponata, per fattori stratigrafici e tettonici, ad oriente dalle marne e marne argillose mio-plioceniche e negli altri versanti dalle Marne con Cerrognana e dalle Marne della Scaglia Cinerea che fungono da acquiclude per l'acquifero della dorsale.

L'analisi delle portate fluviali dei torrenti che attraversano e bordano la dorsale ha evidenziato che il torrente Salinello e il fosso Grande rappresentano delle aree d'alimentazione; il torrente Tordino, che chiude a sud la dorsale, non subisce invece incrementi di portata, pertanto non risulta idraulicamente in contatto con l'idrostruttura della Montagna dei Fiori. Elevati incrementi di portata si registrano invece per il torrente Castellano, nell'area prossima a Castel Trosino. In tale zona, infatti, emergono, nell'alveo del torrente, sorgenti con acque a facies solfato-calcica, elevata salinità e temperature costanti durante tutto l'anno idrologico. Tali sorgenti risultano l'unica zona di recapito delle acque dell'idrostruttura. In tutta la dorsale non si hanno, infatti,

sorgenti alimentate dagli acquiferi della Scaglia e della Maiolica. Ciò è dovuto oltre che al particolare assetto strutturale, soprattutto alla presenza di un carsismo più sviluppato di quanto non appaia in superficie, che permette la rapida veicolazione delle acque di pioggia all'acquifero di base.

L'analisi idrogeologica e l'elaborazione del bilancio hanno evidenziato come la dorsale della Montagna dei Fiori sia un'idrostruttura drenata dal torrente Castellano e alimentata dalle piogge e dalle acque superficiali del torrente Salinello. Il flusso di base della dorsale è diretto dal torrente Salinello verso Castel Trosino.

Il lavoro è attualmente in corso di stampa.

[5. Idrogeologia della dorsale carbonatica del M.te Catria-M.te Nerone \(Marche settentrionali\).](#)

Nella struttura del M.te Catria - M. te Nerone, appartenente alla porzione settentrionale della dorsale umbro-marchigiana, sono stati individuati i complessi idrogeologici della Scaglia, della Maiolica e del Massiccio. Gli acquiferi della Scaglia e della Maiolica sono caratterizzati da una circolazione che si attua principalmente per fessurazione e carsismo e che consente il rapido trasferimento delle acque meteoriche ad emergenze puntuali e lineari. Tale circolazione è individuabile anche negli acquiferi del Massiccio; essa alimenta alcune sorgenti, ubicate in aree di alto morfologico o lungo le incisioni fluviali, sospese sul livello di base rappresentato dai corsi d'acqua trasversali. Questi circuiti si sovrappongono ad una circolazione più profonda testimoniata dall'emergenza di acque mineralizzate a facies solfato-calcica lungo gli alvei dei principali corsi d'acqua; questi sono spesso caratterizzati da cospicui incrementi di portata, segnalati da arricchimenti in solfati e magnesio e da variazioni di temperatura e conducibilità elettrica delle acque. Il bilancio idrogeologico evidenzia che i deflussi dal Massiccio sono sensibilmente superiori all'infiltrazione efficace sulle relative aree di affioramento; dalla Scaglia e dalla Maiolica emergono volumi idrici nettamente inferiori alle piogge efficaci, indicando che le acque meteoriche vanno in prevalenza ad alimentare l'acquifero di base. Per l'intera dorsale il deficit idrico è di circa il 50%. Viene pertanto ipotizzato un flusso di base diretto verso il settore meridionale della dorsale, l'unico nel quale è plausibile un contatto idraulico con la struttura, più esterna, di M. della Strega. L'assetto strutturale ereditato dalla tettonica giurassica ha creato le condizioni favorevoli allo sviluppo di tale continuità idraulica nonché, a più piccola scala, dei contatti tra i complessi superficiali e quello di base.

Il lavoro è attualmente in corso di stampa.

[6. Idrogeologia della struttura della Montagna del Morrone \(appennino abruzzese\)](#)

Lo studio della struttura morrone-roccatagliata è stato condotto, attraverso un approccio multidisciplinare, sia attraverso una rilettura critica del materiale bibliografico esistente, in merito agli aspetti più squisitamente stratigrafici e geologico-strutturali, sia attraverso la realizzazione di campagne idrogeologiche. queste hanno coperto un intero anno idrologico e sono state finalizzate al rilevamento delle portate di sorgenti e corsi d'acqua, per un totale di oltre venti sezioni di misura in alveo e trenta sorgenti, ed al campionamento a fini idrochimici.

Dalla analisi dei dati raccolti l'Unità Morrone-Roccatagliata si presenta come un'unità idrogeologica separata idraulicamente dal contesto con dei limiti a flusso nullo ben

identificati, dovuti a contatti di natura tettonica o stratigrafica, che giustappongono le litologie carbonatiche della struttura, altamente permeabili per fessurazione, ai depositi terrigeni e fluvio-lacustri che fungono da acquiclude. Le acque d'infiltrazione vanno ad alimentare, nella loro quasi totalità, una falda profonda i cui punti di recapito sono ubicati nelle zone più depresse della dorsale. La circolazione idrica sotterranea, sia di base che superficiale, risulta fortemente condizionata dall'assetto tettonico, sia per quanto riguarda le linee idrauliche, che per quel che concerne l'ubicazione e la geometria dei limiti a flusso nullo e a potenziale imposto.

Un importante ruolo idrogeologico, soprattutto in relazione all'assetto della Piana di Sulmona viene svolto dai corpi detritici occidentali che in minima parte risultano alimentare piccole sorgenti, mentre in massima parte contribuiscono agli incrementi in alveo registrati nel fiume Sagittario.

La caratterizzazione idrochimica evidenzia una netta similitudine tra i diversi punti di recapito della falda di base che ha permesso di individuare una chiara continuità idraulica tra la struttura di Monte Roccatagliata e quella del Morrone. Per quel che riguarda le sorgenti minori, punti di recapito delle falde sospese, quelle del versante orientale risultano avere notevoli affinità con le acque della falda profonda; in particolare, però, le portate modeste, i regimi variabili, e la maggiore diluizione degli ioni testimoniano per esse una minor lunghezza dei percorsi e dei tempi di residenza. Per le sorgenti ubicate sul lato occidentale e sud-occidentale, invece, la sostanziale differenza di facies idrochimica e dei regimi idraulici rispetto a quelle alimentate dall'acquifero carbonatico, consente di interpretarle come drenaggi dei potenti corpi detritici addossati alla struttura.

Il lavoro è attualmente in corso di stampa.

[7. Analisi della vulnerabilità di sorgenti campione.](#)

La sorgente di Gorgovivo: analisi idrogeologica finalizzata all'individuazione delle zone di tutela, rispetto e protezione: dati preliminari. La sorgente di Gorgovivo, ubicata nel bacino del fiume Esino nel tratto più depresso della dorsale marchigiana dove il fiume incide profondamente la struttura (Gola della Rossa), è la più importante emergenza idrica della regione marchigiana. Le acque di tale sorgente sono state recentemente captate a scopi acquedottistici per soddisfare le esigenze idropotabili della popolazione, circa 300.000 abitanti, residente nella parte medio-bassa del bacino del fiume Esino e nella zona costiera.

Le indagini ,condotte nell'arco di circa due anni, hanno permesso di individuare i tratti dell'alveo del F. Esino caratterizzati da decrementi e da incrementi di portata; di evidenziare la correlazione tra variazione dei livelli idrici del F. Esino e delle quote piezometriche nei pozzi dell'acquedotto consortile; di verificare la dipendenza tra precipitazioni, variazione piezometriche in alcuni pozzi dell'impianto di captazione e idrogrammi sorgivi delle sorgenti alimentate dagli acquiferi della Scaglia e della Maiolica soprastanti quello del Massiccio, che alimenta la sorgente di Gorgovivo; di definire il ruolo dei fenomeni carsici nella ricarica dei bacini idrogeologici che alimentano le sorgenti della Scaglia e della Maiolica e del Massiccio e in particolare nella rapida trasmissione delle acque di pioggia, attraverso la zona insatura, agli acquiferi e alle sorgenti. Sulla base dei risultati raggiunti viene proposta una delimitazione delle zone di tutela, rispetto e protezione della sorgente.

Il lavoro è attualmente in corso di stampa.

2. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Principi Libero
- Mantica Ignazio
- Polonara Leonardo
- Marcellini Mirco
- Principi Marcello
- Vivalda Paola
- Caprari Maurizio
- Cinti Renzo
- Diotallevi Luigi
- Palpacelli Stefano
- Smargiasso Mario
- Giacchetta Daniele
- Folchi Vici D'Arcevia Clemente Stefano.

3. BIBLIOGRAFIA

- Caprari M., Nanni T. & Vivalda P. (1993) Idrogeologia dell'area tra i fiumi Cesano e Potenza (Marche). 3° Conv. Naz. Giovani Ricercatori, Potenza 28-30 ottobre.
- Ciancetti G.F. & Nanni T. (1988) Note sulla geologia dell'anticlinale di Monte Acuto di Cingoli. Boll.Soc.Geol.It., 108, 553-564, 6 ff., 1 tav. n. t., Roma.
- Coltorti M. & Nanni T. (1987) La bassa Vallesina: geomorfologia, idrogeologia, neotettonica. Boll.Soc.Geol.It. 106, 35-51, 7 fig., 1 tav.f.t.. Roma.
- Coltorti M., Nanni T. & Vivalda P. (1992) La bassa valle del fiume Musone (Marche): geomorfologia e fattori antropici nell'evoluzione della pianura alluvionale. Geogr. Fis. Din. Quat., 101-111, 8 ff., Torino .
- Garzonio C.A. & Nanni T. (1989) La pianura alluvionale del fiume Musone: idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero di subalveo. Congr. Int. di Geoingegneria, Vol.1, pp. 501-508, 27-30 settembre, Torino.
- Garzonio C.A., Nanni T. & Vivalda P. (1990) Le pianure alluvionali dei fiumi Esino, Musone e Potenza: idrogeologia e vulnerabilità degli acquiferi. 1° Conv. Naz. Protezione e Gestione delle Acque sotterranee: Metodologie, Tecnologie ed Obiettivi, 20-22 settembre, Modena.
- Garzonio C.A. & Nanni T. (1992) Idrogeologia della pianura alluvionale del Fiume Musone. Boll.Soc.Geol.It., 13, 5-22 (in stampa).
- Nanni T. (1985) Le falde di subalveo delle Marche: inquadramento geologico, qualità delle acque ed elementi di neotettonica. Ed. Regione Marche, 122pp.
- Nanni T. & Vivalda P. (1986) Caratteri idrogeologici schematici della successione plio-pleistocenica e delle pianure alluvionali delle Marche. Mem. Soc. Geol. It., Vol.35, pp. 12 fig., 3 tabb., Roma.
- Nanni T., Pennacchioni E., Rainone M.L. (1986) Il bacino pleistocenico marchigiano. Estratto da "Atti Riun. Est. Grup. Sed. C.N.R. sul Pleistocene marchigiano. Ancona 5-7 giugno 1986.

- Nanni T. & Vivalda P. (1987) Influenza della tettonica trasversale sulla morfogenesi delle pianure alluvionali marchigiane. *Geogr.Fis.Din.Quat.*, 10, 180-192.
- Nanni T.(1991) Caratteri idrogeologici delle Marche. In "L'Ambiente fisico delle Marche". Ed. da Regione Marche S.E.L.C.A., Firenze, pp.177-206.
- Nanni T. & Vivalda P. (1993) Le sorgenti delle dorsali carbonatiche umbro-marchigiane. *Conv. Naz. sull'Idrogeologia del Fratturato*. Brescia , ottobre, 1991
- Nanni T. & Sciarra N. (1994) Modello matematico per la simulazione del flusso nell'acquifero delle pianura del fiume Esino. *Atti 77° Congr. Soc. Geol. It.*, Bari 23-28 settembre 1994.
- Nanni T. & Vivalda P.(1994) Idrogeologia delle pianure alluvionali dei fiumi Cesano e Potenza. *Atti 77° Congr. Soc. Geol. It.*, Bari 23-28 settembre 1994.
- Nanni T. (1994) Gli acquiferi carbonatici della dorsale carbonatica di Cingoli: idrogeologia, qualità delle acque e bilancio idrogeologico. Estr. da "il bacino del fiume Musone" (in stampa).
- Nagli L., Nanni T., Siciliani M. & Vivalda P. (1995) La vulnerabilità delle sorgenti emergenti dagli acquiferi dei complessi idrogeologici delle dorsali carbonatiche umbro-marchigiane. *Quaderni di Geologia Applicata*, 2° Conv. Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: Metodologie, Tecnologie e Obiettivi, 17-19 maggio 1995, Modena, 3, 3.81-3.102.
- Ciancetti G.F. & Nanni T. (1995)-Idrogeologia della dorsale carbonatica di monte Acuto di Cingoli. *Boll. Soc. Geol. It. Quaderni di Geologia Applicata*, Ed. Pitagora, Bologna (in bozze)
- Nanni T. (1996) Caratteri geologici del bacino idrografico del fiume Musone. In " Il bacino idrografico del fiume Musone" (in bozze).
- Nanni T. (1996) Gli acquiferi della dorsale carbonatica di Cingoli: idrogeologia, qualità delle acque e bilancio idrogeologico (in bozze).
- Nanni T. (1996) Le sorgenti minerali nel bacino del fiume Musone. In " Il bacino idrografico del fiume Musone" (in bozze).
- Nanni T., Coltorti M., Garzonio C. A. (1996) Il bacino idrografico del fiume Musone: Geologia, Geomorfologia E Idrogeologia. Carta alla scala 1:50.000, S.E.L.C.A., Firenze.

U.O. 4.11

POTENZIALITÀ IDROGEOLOGICHE E VULNERABILITÀ DELLE ACQUE NEI MASSICCI CARBONATICI PERUGINI

Dott. Giancarlo Marchetti¹⁰

1. OBIETTIVI

1. Carta della vulnerabilità all'inquinamento della media valle del Tevere: elaborazione dati della fase preliminare

L'utilizzo di nuove schede monografiche doveva servire da test di verifica della quantità e qualità di informazioni raccolte per un loro uso finalizzato alla carta di vulnerabilità.

I dati di terreno e le analisi di laboratorio relativi all'indagine idrogeologica nell'area della Media Valle del Tevere nel tratto compreso tra Umbertide e Todi (dati anagrafici dei pozzi, livello di falda, conducibilità el., nitrati, nitriti, ammoniaca, solfati, fosfati, cbruri ed alcalinità) sono stati elaborati nel corso del '98 e sono serviti ad evidenziare le relazioni falde - corsi d'acqua - acquiferi contigui, i caratteri idrogeochimici delle acque di falda e le distribuzioni areali dei parametri significativi.

2. Realizzazione di pozzi di prova nelle strutture carbonatiche e vulcaniche umbre(RISE)

Al fine di riorganizzare il sistema gestione delle risorse idriche regionali e valutare la disponibilità di fonti sostitutive ed integrative di quelle attualmente precarie, sono stati realizzati 12 pozzi di prova, 7 nelle strutture carbonatiche e 3 nel complesso vulcanico vulsino.

Obiettivo principale la definizione delle caratteristiche idrogeologiche delle strutture carbonatiche e del complesso vulcanico Vulsino.

Le aree originariamente individuate riguardavano le principali strutture idrogeologiche (Valle del Topino, Valle del Menotre, Monti di Amelia, Valnerina, Monte Cucco, Area Vulcanica di Orvieto)

A seguito di manifestazioni contrarie della popolazione della Valle del Topino tale area è stata sostituita con quelle delle strutture carbonatiche dei Monti di Gubbio e di Calvi dell'Umbria.

Con i dati raccolti si vuole pervenire, in funzione della progettazione con l'analisi dei costi-benefici relativi alle reti di distribuzione ottimali, alla realizzazione, successivamente anche a valutazioni di impatto ambientale, dei sistemi di captazione più idonei per il prelievo delle risorse individuate.

¹⁰ Regione Umbria Area Ambiente ed Infrastrutture, P.za Partigiani 1 06100 Perugia

[3. Editing del lavoro sulla vulnerabilità della Conca Eugubina e realizzazione di un convegno a Gubbio](#)

Nella prima parte del 1998 era previsto il lavoro di editing della Carta di vulnerabilità della Conca Eugubina a cui si associavano delle Note illustrative ed approfondimenti tematici, risultato del lavoro svolto, redatti con la collaborazione di tutto lo staff di studio e dei rappresentanti degli enti locali.

In data 26 giugno è stato programmato un convegno a Gubbio per la presentazione del lavoro alla cittadinanza e l'approfondimento delle realtà scientifiche italiane nel settore.

Il convegno, dal titolo CARTE DI VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO DEGLI ACQUIFERI: STRUMENTI DI SALVAGUARDIA E GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE, ha previsto la partecipazione di autorità locali, tecnici del settore e opinione pubblica e alle relazioni hanno contribuito vari responsabili ed operatori della Linea 4 del GNDCI.

[4. Revisione delle cartografie regionali di vulnerabilità e realizzazione di una legenda omogenea](#)

Tra il 1989 ed il 1998 sono state pubblicate in Umbria 5 carte di Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi alluvionali in scala 1:25.000.

Nel corso del tempo lo sviluppo delle metodologie ed il differente impegno tecnico-economico hanno portato ad una evoluzione delle elaborazioni e dei prodotti finali pur mantenendo lo stesso sistema di riferimento facente capo alle linee guida redatte dalla Linea 4 del GNDCI.

Ogni ambito territoriale ha visto sviluppare in modo differente le attività conoscitive e di completamento del quadro idrogeologico ed antropico: si è passati da una conoscenza quasi solo bibliografica dell'acquifero delle Valle Umbra Nord (primo acquifero studiato) alla progettazione di un piano organico di indagini conoscitive esteso anche alla parte suolo e non saturo nell'area della Conca Ternana, passando per tutte le situazioni intermedie secondo la disponibilità di finanziamenti ed il coinvolgimento di enti e strutture locali.

I risultati finali rispecchiano quindi analisi basate su informazioni di qualità e livello differente che hanno prodotto zonazioni di maggior o minor dettaglio, sempre comunque ricondotte alle classi e sottoclassi della Legenda Unificata del GNDCI.

Non è quindi paraticabile in automatico l'informatizzazione e uniformizzazione delle legende e della cartografia dei singoli acquiferi, con la sola semplificazione delle classi e dei riferimenti descrittivi, in quanto a livello globale si notano alcune evidenti anomalie di interpretazione.

Il lavoro attivato nella seconda parte del '98 intende sviluppare una fase di analisi della costruzione di ogni carta realizzata per passare poi alla definizione della zonazione omogenea ed alla stesura delle note descrittive di ciascuna classe di vulnerabilità.

2. RISULTATI CONSEGUITI

[1. Carta della vulnerabilità all'inquinamento della media valle del Tevere: elaborazione dati della fase preliminare](#)

L'area esaminata (oltre 200 km² per) si caratterizza per la ridotta estensione laterale dei depositi alluvionali, contraddistinti in recenti e terrazzati.

Nel settore nord sono stati censiti 87 pozzi, in quello sud 170 pozzi: la distribuzione è omogenea sul territorio, eccezion fatta per la zona delle alluvioni recenti prossime all'alveo del Tevere (le acque di irrigazione sono quelle superficiali). Di fatto viene a mancare un supporto di dettaglio per l'analisi dell'interazione Fiume Tevere - falda.

La distribuzione e tipologia dei pozzi è più articolata nel settore sud della valle.

Gran parte di pozzi censiti ha un utilizzo di tipo domestico (71%), che associato a quello idropotabile (18,5%) porta ad avere una caratterizzazione di tipo preminentemente potabile dei punti d'acqua selezionati.

I pozzi ad uso irriguo rappresentano solo il 7% del totale, quelli ad uso industriale il 2,5%.

Se si va a vedere la tipologia del rivestimento dei pozzi la situazione appare poco positiva: ad un rivestimento in acciaio (4%, solo pozzi pubblici) ed in PVC (12%) di ridotta frequenza si contrappongono tipologie tradizionali messe in opera in tempi passati (rivestimento in muratura, 34%, pozzi di grande diametro) o ancora attualmente utilizzate nonostante il divieto normativo (rivestimento in cemento, 50% dei pozzi, diametro medio).

I pozzi ottimali per caratteristiche costruttive risultano essere quindi una percentuale ridotta degli oltre 250 censiti.

Poco numerose sono risultate le informazioni stratigrafiche raccolte sul terreno, meno ancora quelle redatte con buona attendibilità e dettaglio, per una consuetudine diffusa di mancata assistenza tecnica in corso di perforazione se non per una attività capillare ed abusiva delle imprese di perforazione che non attendono né autorizzazioni né tantomeno i progetti preliminari.

Anche per i pozzi idropotabili le informazioni stratigrafiche si limitano a quelli di più recente costruzione.

Il rilevamento dei livelli di falda è avvenuto in un periodo di magra: si è visto che le falde e gli orizzonti acquiferi più superficiali si vengono a trovarsi spesso in condizioni di secca e non è visibile l'interscambio possibile con il Tevere.

La ricostruzione delle curve isopiezometriche mette infatti in evidenza un generale deflusso dai lati della valle verso il Fiume, evidenza già nota dalle indagini pregresse. E' chiaro che le alluvioni terrazzate non possono interagire con il fiume, ma quelle recenti dovrebbero avere un comportamento variabile in funzione del regime idrologico del fiume.

Da prove di portata effettuate sui pozzi di Pierantonio risultava evidente l'influsso delle piene del fiume sul livello della falda e sugli emungimenti.

La limitata disponibilità di parametri chimici analizzati permette comunque l'elaborazione di un'analisi geochimica di dettaglio e la conseguente definizione dei processi genetico-evolutivi delle acque di falda in quanto si ripetono le situazioni geolitologiche già studiate approfonditamente negli altri acquiferi alluvionali regionali.

Gli studi pregressi sugli altri acquiferi avevano messo in evidenza che gli idrotipi circolanti nei sistemi alluvionali umbri sono abbastanza ben marcati dallo ione cloro (falde collegate ai circuiti fluvio-lacustri a ridotta circolazione, o da input inquinante esterno), dalla conducibilità elettrica (cioè dalla salinità; effetti di diluizione operati da acque superficiali, aree di maggior ricarica verticale o dalle caratteristiche idrodinamiche migliori; al contrario i valori elevati si relazionano a circuiti lenti con maggiori tenori di specie carbonatiche e/o di elementi di origine esterna quali nitrati e cloro), dalle condizioni riducenti del sistema (falde confinate o inquinamenti in atto, con ammoniaca invece di nitrati associata a ferro e manganese).

Il problema principale chimico rilevato nell'area è relativo ai nitrati di origine agricola e zootecnica in particolare.

Studi pregressi, imputano il fenomeno nitrati alla presenza di allevamenti suinicoli della zona, frequentemente posti sui contigui terreni collinari fluvio-lacustri.

La forma del pennacchio principale dell'inquinamento conferma questo tipo di ipotesi.

Come quadro globale della situazione possiamo trarre le seguenti conclusioni generali:

- la profondità della falda dal piano campagna è generalmente compresa tra 2 e 10 metri, con un valore medio di 5-6 metri, in genere si tratta di suoli e non saturo da mediamente permeabile a permeabile;
- la falda principale è quella superficiale collegata a depositi grossolani sia recenti che terrazzati del Tevere, con spessori produttivi dell'ordine dei 10 metri. I pozzi raggiungono generalmente il substrato a bassa permeabilità di questa falda (profondità media 15 metri);
- falde differenziate in condizioni riducenti si hanno già a partire dai 15- 20 metri di profondità, in alcuni casi sono state rinvenute a profondità maggiori (40-50 m.) e sono plausibilmente associabili per chimismo al ciclo fluvio-lacustre. Il pozzo Torgiano 1 ne individua almeno 4 fino ad oltre i 100 metri di profondità con una chiara stratificazione del chimismo (e presumibilmente di permeabilità e capacità di rinnovamento);
- l'influenza del Tevere sulla falda delle alluvioni recenti è sicuramente limitata nel tempo in quanto in condizioni di magra gli effetti di diluizione scompaiono o addirittura si assiste all'esaurimento della stessa falda che viene drenata dal fiume.

[2.Realizzazione di pozzi di prova nelle strutture carbonatiche e vulcaniche umbre \(RISE\)](#)

Allo stato attuale sono disponibili i dati dei 10 pozzi di prova produzione completati, sui quali sono stati eseguiti i tests idraulici ed i seguenti logs geofisici: potenziale spontaneo, resistività 16"-64" e laterale, radiazioni gamma naturale, resistività e temperatura del fluido, caliper.

Per le ultime due perforazioni i risultati sono ancora in fase di valutazione per passare alla progettazione delle opere di captazione definitive.

n° Pozzo	Acquifero	Profondità (m)	Liv. falda (m da p.c.)	Portata esercizio (l/s)	di Portata specifica (l/s x m)	Trasmissività (m ² /g)	Coeff. Di immagine S (adim.)	
1	ORVIET O (OV1)	vulcanico	215	61	25	2,6	370	1 x10-3
2	ORVIET O (OV6)	vulcanico	260	120	13	1	2750	1 x 10-3
3	ORVIET O (OV4)	vulcanico	270	121	30	3	500	0,35
4	VALNER INA (VN2)	calcari	140	9	50	12	2350	-
5	VALNER INA (VN3)	calcari	150	3	>100	27	2700	-
6	M.TI AMELIA (AC1)	calcari	318	198	>30	70	3000	1 x10-3
7	M. CUCCO (CU1)	calcari	200	0	-	-	-	-
8	M. CUCCO (CU2)	calcari	200	0	7	0,1	5	-
9	M. CUCCO (CU3)	calcari	250	8	2	0,015	-	-
10	MONTI DI CALVI	calcari	280	212	15	1	-	-
11	M.TI GUBBIO	calcari	200	-	-	-	-	-
12	M.TI AMELIA	calcari	300	-	-	-	-	-

3. Editing del lavoro sulla vulnerabilità della Conca eugubina e realizzazione di un convegno a Gubbio

Il volume contenente la carta di vulnerabilità e le note illustrative con approfondimenti tematici è stato stampato nel mese di aprile 1998 con il n. 1814 del GNDCI.

Si compone di 48 pagine con tabelle e figure ed un allegato cartografico (carta di vulnerabilità in scala 1:25.000 e 3 carte tematiche al margine in scala 1:100.000).

Il lavoro è stato presentato al convegno di giugno a Gubbio ed inviato a tutti gli enti locali della regione.

Il convegno realizzato il 26 giugno presso il Centro servizi S. Spirito a Gubbio ha visto la partecipazione di oltre 150 invitati e ha proposto il seguente programma di molteplici e interessanti relazioni.

Agli autori delle presentazioni sono state richieste copie dei contributi proposti per la pubblicazione, ad opera dell'Unità Operativa 4.11, degli Atti del convegno.

Il lavoro è in corso di redazione finale e si prevede uscirà nella prima metà del '99.

4. Revisione delle cartografie regionali di vulnerabilità e realizzazione di una legenda omogenea

Il lavoro, ancora in corso, prevede un lavoro di revisione dei dati ed elaborati pregressi, la loro natura ed utilizzo in ciascuna carta, per stabilire poi i limiti interpretativi e la conseguente riorganizzazione delle categorie di vulnerabilità, evitando per quanto possibile di modificare le classi di vulnerabilità assegnate in origine.

La stesura delle note comprende una parte generale valevole per tutti gli acquiferi ed una parte specifica in cui si sintetizzano gli aspetti particolari di questo o quel acquifero o i limiti delle informazioni utilizzate.

I risultati di questa fase stanno valutando la soluzione di output tra una scelta che prevede un supporto unico con legenda estesa per le carte ed una legenda sintetica collegata alle carte con note esplicative delle diverse situazioni a parte.

Questa secondo opzione é più pratica nel caso dell'utilizzo informatizzato delle cartografie perché permette di richiamare a richiesta solo ciò che serve utilizzando sistemi interattivi.

I riferimenti cartografici sono per il momento riprodotti in formato cartaceo. E' già stato previsto che la seconda fase del lavoro (nel corso del '99) realizzi la digitalizzazione dei temi generali già esistenti in un contesto georeferenziato.

I prodotti finali della fase attuale del lavoro sono i seguenti:

1. Rapporto di analisi delle informazioni e dei metodi valutativi delle diverse carte di vulnerabilità dei singoli acquiferi, con definizione dei criteri comuni e delle anomalie riscontrate.

2. Legenda di vulnerabilità unificata, contenente gli elementi fondamentali di differenziazione delle varie classi di vulnerabilità, e con note specifiche di ciascun acquifero associate (le note possono essere utilizzate come parte integrante della legenda od essere inserite in un contesto informativo relazionale proprio di ciascun acquifero - ossia, sono richiamabili quando si entra nella cartografia di dettaglio di ogni singola area).

3. Carte di vulnerabilità su supporto cartaceo con definizione dei limiti delle classi di vulnerabilità e loro collegamento alla legenda.

3. COLLABORATORI ALLA RICERCA

- Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:
- Marchetti Giancarlo
- Giaquinto Stefano
- Martini Endro
- Boscherini Arnaldo
- Vacca Gaetano
- Passeri Sara
- Terenzi Angela
- Guidobaldi Filippo

4. BIBLIOGRAFIA

Giuliano G., Marchetti G., La contaminazione da nitrati del campo pozzi di Petignano di Assisi: dagli studi conoscitivi ad un sistema integrato di interventi, presentato al 2° Convegno Naz. Protezione e Gestione Acque Sotterranee, Metodologie, Tecnologie, Obiettivi, Modena, 17-19 Maggio, 1995 (Pubbl. n. 1216 GNDICI)

U.O. 4.12

VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI DI ORISTANO E DEL CAMPIDANO SUD-OCCIDENTALE DI CAGLIARI

Prof. Giovanni Barrocu¹¹

1. SOMMARIO

Le attività di ricerca svolte dalla U.O. riguardano i seguenti programmi di ricerca della Linea 4:

- Progetto Speciale Vulnerabilità degli Acquiferi in Zone ad Alto Rischio (VAZAR)
- Progetto Speciale Risorse Idriche Integrative (RISE)
- Valutazione della attuabilità della ricarica artificiale degli acquiferi (VARA)

2. INTRODUZIONE

L'U.O. 4.12 è da tempo impegnata in programmi di ricerca afferenti ai diversi progetti di ricerca avviati dalla L.R. 4. Nel corso del secondo semestre 1998 l'attenzione è stata particolarmente rivolta al proseguimento dei programmi relativi alla valutazione della vulnerabilità degli acquiferi del Campidano sud-occidentale di Cagliari, all'identificazione di risorse idriche integrative e alla sperimentazione di metodologie di ricarica artificiale di un acquifero costiero interessato da fenomeni di intrusione marina ed all'attività di consulenza per la predisposizione del Piano per la Protezione Civile per la Regione Autonoma della Sardegna.

3. CONCLUSIONI

- Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi del Campidano sud-occidentale di Oristano e di Cagliari

La ricerca, avviata da diversi anni nella piana settentrionale di Oristano, e poi concentrata sul Campidano sud-occidentale di Cagliari, è stata estesa al resto della Sardegna, per la quale si è predisposta la cartografia automatica della vulnerabilità intrinseca alla scala 1:200.000.

- Riserve idriche strategiche nei sistemi carsici del supramonte di Urzulei, Orgosolo ed Oliena (Nuoro).

¹¹ Università degli Studi di Cagliari Dipartimento di Ingegneria del Territorio - Sezione Geologia Applicata e Geofisica Applicata, P.za d'Armi 16, 09123 Cagliari

Si sta completando la valutazione dei dati per la definizione dei rapporti con i domini idrogeologici adiacenti ed il mare e si è avviata la predisposizione di un elaborato progettuale con l'indicazione delle modalità e delle tipologie delle opere di captazione da realizzare per la salvaguardia delle sorgenti e del sistema acquifero, esposto al pericolo di essere parzialmente sommerso dalle acque di massimo invaso del lago artificiale di recente costruito sul Fiume Cedrino..

- Riserve idriche strategiche nel sistema acquifero della formazione arenacea miocenica del Parteolla, nel Campidano sud-orientale di Cagliari

Su richiesta dell'Amministrazione comunale di Dolianova si è iniziato a raccogliere dati per la definizione delle caratteristiche del sistema acquifero e la valutazione delle risorse idriche sotterranee.

- Sperimentazione di ricarica di un acquifero costiero per mitigare gli effetti dell'intrusione salina

Nell'area della piana deltizia di Capoterra, nel Campidano meridionale, scelta per effettuare esperimenti di ricarica concentrata nell'acquifero superficiale e nel sottostante acquifero imprigionato, si sono ripetute delle prove di ricarica in entrambi gli acquiferi, con il fine di sperimentare un modulo di barriera idrodinamica atto a contenere l'intrusione dell'acqua di mare nell'acquifero superficiale freatico e nel sottostante acquifero confinato. Le prove preliminari hanno dato esito positivo.

Sono poi continuate le prove per la raccolta dei dati finalizzati alla validazione del codice di calcolo utilizzato. Fra l'altro si è proceduto ad eseguire un nuovo campionamento sistematico nei pozzi della rete di monitoraggio e si sono ripetute le analisi idrochimiche per una migliore definizione dei diversi orizzonti del sistema acquifero e si è altresì effettuato il rilievo di diverse sezioni con applicazione del metodo TDEM (Time Domain Electromagnetic Method).

- Attività di consulenza per la Regione Autonoma della Sardegna

Si è continuato ad operare nell'ambito della convenzione stipulata alla fine del 1997 fra l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente e il Dipartimento di Ingegneria del Territorio per la preparazione di uno schema di piano regionale pluriennale di protezione civile. Il programma di lavoro riguarda, per quanto di particolare competenza dell'U.O.4.12, la definizione dei rischi di degrado delle risorse idriche sotterranee, e concerne altresì i rischi di frane, i rischi di inondazione e rischi connessi a opere di ritenuta, i rischi di tempeste e mareggiate, e i rischi connessi al sistema dei trasporti. L'U.O.4.12 sta svolgendo il ruolo di coordinamento per le attività svolte dalle Sezioni di Geologia Applicata, di Idraulica e Costruzioni Idrauliche e di Ingegneria dei Trasporti, in particolare per quanto riguarda la creazione di un apposito sistema GIS per la rappresentazione di tutte le informazioni di settore.

I rischi di degrado delle Risorse Idriche Sotterranee (RIS) che vengono considerati sono i seguenti:

1. Rischio di impoverimento per mancati apporti (siccità);
2. Rischio di degrado quantitativo (sovrasfruttamento) delle RIS;
3. Rischio di degrado qualitativo (inquinamento) delle RIS;

4. Rischio composto (combinazione di alcuni o tutti quelli di cui ai punti precedenti);
5. Rischio derivato (ad es. degrado quantitativo e qualitativo come conseguenza di impatti di alluvioni, frane, terremoti, eruzioni vulcaniche, etc.);

Non essendo possibile una valutazione probabilistica degli eventi inquinanti, ipotizzabile solo con la realizzazione di reti di monitoraggio strategico che ancora non viene effettuato nemmeno per la protezione delle captazioni o per il controllo di produttori di rischio (i centri di pericolo - CDP), si sta predisponendo la raccolta dei dati necessari per la prevenzione dell'intero territorio regionale attraverso la conoscenza organizzata, precisa e georeferenziata:

1. del grado di vulnerabilità dell'acquifero/acquiferi soggetti (identificazione delle aree a rischio)
2. delle caratteristiche essenziali che descrivono il moto dell'acqua sotterranea nell'acquifero (limiti, campo di moto, connessioni con le acque di superficie)
3. dei centri di pericolo (CDP), ossia dei produttori reali e potenziali di inquinamento, per tipologia di potenziale inquinante
4. dei soggetti a rischio, opere di presa, punti di accesso all'acquifero
5. delle attività connesse con la prevenzione (o con la riduzione in termini di magnitudo) dell'inquinamento (riduttori e preventori di inquinamento).

Le carte automatiche della vulnerabilità integrata degli acquiferi all'inquinamento rappresentano lo scenario di riferimento dinamico, prodotto in tempo reale con un GIS interfacciato con una banca dati costantemente aggiornata dall'Ente (Regione, Provincia) che deve gestire i programmi.

Per l'analisi dei rischi d'inquinamento delle RIS saranno fornite su base informatica in scala 1:250.000 le seguenti corografie originali:

- corografia generale con i limiti dei territori dei consorzi di bonifica, dei consorzi agrari e dei territori di competenza degli enti pubblici di controllo nonché i limiti accertati o presunti dei diversi acquiferi e le coperture esistenti con reti di monitoraggio delle acque sotterranee;
- basi tematiche per la valutazione della vulnerabilità intrinseca all'inquinamento degli acquiferi secondo il metodo SINTACS, ufficialmente adottate per aree prototipo dalla Linea 4 del GNDICI:

- carta della soggiacenza;
- carta dell'infiltrazione efficace;
- carta dell'effetto autodepurativo dell'insaturo;
- carta della tipologia di copertura;
- carta delle caratteristiche idrogeologiche;
- carta della conducibilità idraulica.

Le cartografie saranno integrate, sulla scorta dei dati reperibili, con le curve isopiezometriche e le direzioni di flusso rappresentanti i campi di moto medio dei singoli acquiferi, la posizione georeferenziata dei Centri di Pericolo puntuali e non puntuali, la posizione georeferenziata dei soggetti a rischio (captazioni e punti d'acqua) con le rispettive aree di salvaguardia previste dal DPR 236/88 e le aree di riserva previste dal medesimo DPR e dalle Leggi 36/94 e 37/94.

Sulla scorta del prodotto fornito sarà possibile elaborare la carta della vulnerabilità integrata degli acquiferi all'inquinamento, contenente i limiti delle aree classificate secondo il grado di vulnerabilità dell'acquifero sottostante (da estremamente elevato Ee ad elevato E, da alto A a medio M, e da basso B a estremamente basso Bb); Tutta la cartografia sarà necessariamente rappresentativa di una fase di accertamento preliminare alla scala 1/250.000 per gli acquiferi più importanti, specie per l'uso idropotabile.

Le azioni di pianificazione e tutela delle RIS riguarderanno:

1. l'identificazione di zone che meglio si prestano per l'insediamento di attività potenzialmente pericolose per l'acquifero sottostante (scala 1/50.000-5.000)
2. un giudizio di compatibilità tra attività esistenti e vincoli da imporre su parti del territorio al fine di prevenire inquinamenti (scala 1/50.000-10.000)
3. indicazione di opere di presa idropotabili a rischio o indifendibili con il sistema di aree di salvaguardia (scala 1/50.000-5.000)
4. identificazione di RIS strategiche, scarsamente soggette a rischio di inquinamento, da vincolare preventivamente (aree di riserva) (scala 1/500.000-50.000)
5. identificazione delle priorità nelle operazioni di disinquinamento degli acquiferi vulnerati (piani di risanamento puntuali e zonali) (scala 1/500.000-50.000)
6. la progettazione di reti di monitoraggio, a qualsiasi livello territoriale, sia per la sorveglianza sia per la previsione di inquinamenti (scala 1/500.000-50.000)

- Cura dell'edizione del volume del decennale 1986-1995 della Linea 4 del GNDICI

E' stata ultimata la stampa in mille esemplari del volume con i contributi ricevuti dalle U.O. della Linea di Ricerca 4.

4. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Barrocu Giovanni
- Vernier Antonio
- Barbieri Giulio
- Balia Roberto
- Sambuelli Luigi
- Uras Gabriele
- Deidda Gianpiero
- Sitzia Avellino Mario
- Lai Antonio
- Contu Giovanna
- Noli Luigi Michele
- Ardaù Federica
- Ghiglieri Giorgio
- Boi Francesca
- Sciabica Maria Grazia
- Sanna Francesco
- Pani Fausto
- Pittau Lucia
- Alemayehu Tamiru

- Sanna Roberta

5. BIBLIOGRAFIA

BARROCU G., GHIGLIERI G., URAS G. (1998) – Rapporto sull’attività scientifica svolta nel decennio 1986-1995. Unità Operativa 4.12. Gruppo Nazionale per la Difesa Dalle Catastrofi Idrogeologiche, Linea di Ricerca n° 4, Valutazione della Vulnerabilità degli Acquiferi, Rapporto 1986-1995. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, pp. 1-26, Grafiche Ghiani, Monastir (CA).

U.O. 4.13

RISCHIO DI CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE E MODALITÀ DI INTERVENTO

Dott. Giuseppe Giuliano¹²

1. PREMESSA

Le attività della U.O. 4/13 ricadono nei progetti di ricerca BIAS e QUAS.

2. OBIETTIVI

Le attività nel settore del progetto BIAS riguardano la riqualificazione e l'aggiornamento della Banca Dati dei casi di inquinamento delle acque sotterranee predisposta nel passato dall'IRSA e l'implementazione del collegamento in rete con il Dipartimento della Protezione Civile.

Le attività nel settore del progetto QUAS hanno come obiettivo la predisposizione di carte sperimentali a media scala della qualità di base delle acque sotterranee in differenti situazioni idrogeologiche rappresentative e con particolare riferimento alla Pianura Padana.

3. RISULTATI CONSEGUITI

Nel 2° semestre è stata finalizzata la preparazione della monografia descrittiva, che apparirà edita come Quaderno IRSA, della cartografia sinottica a larga diffusione sui casi di inquinamento delle acque sotterranee.

E' in corso l'adeguamento del codice di calcolo RISFA, in ambiente informatico WINDOWS 95, per l'avvio delle iniziative di disseminazione del prodotto presso gli utenti istituzionali.

E' in corso la programmazione, in collaborazione col DPC, di una Giornata di studio nella quale verranno presentati agli utenti della Protezione Civile i prodotti sviluppati dalla U.O. Per quanto riguarda il progetto QUAS è stato completato lo studio di dettaglio della qualità di base delle acque sotterranee della area modenese, utilizzando tecniche geostatistiche avanzate, con particolare riferimento alla variabilità spazio temporale della classificazione idrochimica in un arco temporale decennale. I risultati saranno inseriti in un Quaderno IRSA dedicato all'applicazione della geostatistica alle acque sotterranee.

¹² CNR Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA), via Reno 1, 00198 Roma

4. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Giuliano Giuseppe
- Cicioni Giovanbattista
- Carone Giuseppe
- Caggiati Giuseppe
- Cavallin Angelo
- Piazza Domenico
- Zinelli Domenico
- Prestininzi Alberto

5. BIBLIOGRAFIA

Giuliano G., G. Carone, A. Corazza: Carta dei casi di inquinamento delle acque sotterranee utilizzate a scopo potabile. Progetto BIAS (scala 1:1.2.000.000) System Cart, Roma.

Giuliano G., Cicioni Gb., M. De Amicis, A. Cavallin: La criticità della qualità delle acque sotterranee. Sperimentazione di valutazione a scala sinottica in un grande sistema idrogeologico. IGEA-GEAM (in corso di stampa)

G. Giuliano, A. Corazza. Lo stato di inquinamento delle acque sotterranee destinate ad uso potabile in Italia. Atti del Convegno di Gubbio sulla vulnerabilità degli acquiferi, 26.6.98

U.O. 4.14

PROTEZIONE DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE, PROBLEMATICHE DI INQUINAMENTO, VALUTAZIONE DI RISERVE STRATEGICHE

Prof. Vincenzo Cotecchia¹³

1. DESCRIZIONE DELLE RICERCHE

Nell'ambito della gestione e della protezione delle risorse idriche sotterranee, ospitate negli acquiferi carbonatici mesozoici, rinvenibili in Puglia e nell'Appennino meridionale, generalmente interessati da fessurazione e carsismo, specie per quelle di maggiore pregio, utilizzabili anche nel comparto potabile, sono stati affrontati studi e ricerche volti ad individuare e definire i criteri ottimali di utilizzazione e per attuare la protezione attiva e passiva delle fonti idriche pregiate.

Sono state sviluppate attività di campo in talune aree campione di peculiare interesse, consistenti nell'individuazione dei principali centri di pericolo produttori o possibili promotori di inquinamento e sono stati eseguiti accertamenti dettagliati, prevalentemente in pozzi esistenti. Sono stati condotti carotaggi verticali multiparametrici e determinazioni della velocità di filtrazione delle acque di falda intercettate. La raccolta di dati storici stratigrafici, sulla fratturazione sugli effetti del carsismo sui caratteri idrogeologici degli acquiferi, nonché sulla natura e spessore del suolo è stata integrata e “validata” mediante dati direttamente rilevati, al fine della stesura di carte di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi per due aree campione della Murgia e del Salento. Gli studi particolareggiati sviluppati su 4 aree campione, e ci si riferisce a quelle di: Valenzano – Casamassima, Monopoli – Fasano, Corigliano, Galatone-Gallipoli, hanno confermato la fragilità globale del sistema idrogeologico murgiano-salentino che reagisce rapidamente alle varie sollecitazioni provocanti modificazioni idrogeologiche delle falde e chimiche delle acque tanto che la definizione delle caratteristiche di vulnerabilità di tale sistema va fatta con il più rigoroso dettaglio.

Dalle aree studiate, si è ottenuta un'ulteriore conferma circa la predisposizione del sistema acquifero carbonatico, apparentemente omogeneo ma fortemente complesso, ad essere aggredito da corpi inquinanti e si è accertato anche come diventa indispensabile definire i criteri metodologici ed applicativi per l'imposizione di vincoli e limitazioni d'uso del territorio miranti a tutelare le acque di falda da eventuali inquinamenti.

Per quanto sopra, in questi ultimi mesi, dall'analisi dei dati acquisiti nelle predette aree campione, si è definita, a grandi linee, una metodica per la delimitazione delle aree di salvaguardia delle opere di captazione di acque ad uso potabile sotto il duplice aspetto, statico e dinamico, correlando gli elementi geoidrologici di base con le esigenze dell'uso del territorio, onde contemperare le problematiche tecniche con quelle socio-economiche; in ciò ben consci che le aree di salvaguardia vanno considerate come un sistema flessibile ovvero vanno sottoposte a verifiche periodiche, in quanto le situazioni al contorno che le hanno determinate possono modificarsi.

¹³ CNR CE.R.I.S.T. Centro di Studio sulle Risorse Idriche e la Salvaguardia del Territorio Istituto di Geologia Applicata e Geotecnica Politecnico di Bari, via E. Orabona 4, 70125 Bari

Il ricorso sistematico in tutte le unità idrogeologiche pugliesi ai carotaggi multiparametrici, eseguiti in più di cento pozzi, ha permesso di riconoscere sia carotaggi "tipo" delle diverse e naturali situazioni idrogeologiche, sia, di conseguenza, di individuare le alterazioni delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque di falda dovute a processi di inquinamento in atto.

Le determinazioni del Rn^{222} presente nelle acque sotterranee sono state finalizzate a individuare i livelli idrici preferenziali e definire le caratteristiche di permeabilità locali dell'acquifero, in funzione anche del suo grado di fessurazione, incarsimento e in relazione anche alla presenza di " terra rossa". L'analisi della concentrazione in Rn^{222} nelle acque di falda ha fornito chiare indicazioni sullo stato di fessurazione e di incarsimento delle rocce carbonatiche e sulla presenza della "terra rossa". Si sta provvedendo a verificare se i dati così acquisiti permettono di valutare il rischio che risorse idriche sotterranee di pregio possano essere interessate da fenomeni di inquinamento.

Tutti questi elementi contribuiranno alla definizione del tipo e del grado di rischio di un'aggressione da parte degli inquinanti alla falda e come questi possano interagire con le acque di pregio individuate. Infine, i dati scaturenti dalle elaborazioni condotte saranno utili ed indispensabili per una possibile successiva simulazione numerica dei processi di inquinamento e degrado.

Essendo ben noto che la qualità delle acque sotterranee degli acquiferi costieri della Murgia e del Salento è fortemente condizionata dal rischio di inquinamento salino per il richiamo di acqua salata d'intrusione marina, è stato svolto uno studio storico sulla salinità delle acque sotterranee. Allo scopo di valutare l'evoluzione del fenomeno dell'intrusione marina e del conseguente inquinamento salino, sono stati confrontati gli andamenti dell'isoalina 0,5 g/l in tre orizzonti temporali, 1981, 1989 e 1997. Assunto che, in prima approssimazione, le acque con salinità pari o inferiore a tale valore non hanno subito inquinamento salino, è emerso così che, in ampie porzioni di territorio, lungo la fascia costiera adriatica e ionica la contaminazione salina delle acque di falda idrica è oramai un fenomeno duraturo. Solo le aree più interne della Murgia ed una ristretta fascia nella porzione centrale del Salento non risentono, almeno per ora, di tale rischiosa fenomenologia. Un'ulteriore conferma della progressione della contaminazione salina, soprattutto nella penisola salentina, si ottiene osservando l'evoluzione della concentrazione del ione cloro, parametro indice della presenza d'inquinamento di natura marina, rilevato, per circa un trentennio, in diciotto pozzi. Dall'analisi dei dati rilevati emerge come l'evoluzione del fenomeno di contaminazione marina delle acque di falda, soprattutto per il Salento, deve necessariamente essere messo in relazione al sovrasfruttamento. In tutti i pozzi comunque si registra un trend lineare positivo, in altre parole una più o meno spiccata tendenza all'incremento della salinità negli ultimi 30 anni.

Venendo all'argomento modellistica, nell'ambito della attività di ricerca sui modelli del flusso, applicata agli acquiferi fessurati e relativo sviluppo di soluzioni numeriche innovative, si è implementato un codice di calcolo basato sugli elementi di contorno, in grado di fornire una soluzione speditiva e con minore dispendio di energia computazionale per la previsione del flusso in reti a fratture discrete, omologando le singole fratture delle rete ad un sistema di elementi monodimensionali (pipes) di opportuna impedenza al flusso. Nell'ambito della medesima attività, si è proseguito il lavoro per una migliore definizione delle caratteristiche idrologiche di un mezzo poroso equivalente di un sistema di fratture, perfezionando i codici già implementati e sviluppando nuove applicazioni della equivalenza. Un nuovo ambito di studio riguarderà il problema della previsione del regime di flusso e deformazione in acquiferi fessurati

sotto particolari impulsi, considerando la deformabilità congiunta delle fratture e dei blocchi porosi o porosi equivalenti.

2. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Cotecchia Vincenzo
- Trizzino Rosamaria
- Daurù Marcellino
- Tadolini Tiziano
- Pagliarulo Rosa
- Spizzico Michele
- Dragone Mario
- Sciannamblo Donato
- Di Prima Antonio
- Tulipano Luigi
- Polemio Maurizio
- Cursoli Annabella
- Fidelibus Maria Dolores
- Amantonico Natale
- Corposanto Anna

3. BIBLIOGRAFIA

Polemio M., L. Romanazzi (1998). Numerical simulation of groundwater protection works against industrial waste dump. In stampa su Bulletin of Engineering Geology, IAEG.

Cotecchia V., Polemio M. (1998). The hydrogeological survey of Apulian groundwater (Southern Italy): salinization, pollution and over-abstraction. Proc. Int. Conf. on «Hydrology in a changing environment», British Hydrological Society, Exeter, 6-10 July, 1998 United Kingdom, John Wiley & Sons, II, 129-136.

Polemio M., G. D'Ecclesiis, Sdao F. (1998). Le sorgenti dell'alta valle del F. Agri (Italia meridionale): caratteri idrogeologici e idrochimici. Pubbl. GNDCI n. 1838, Acque sotterranee, GEO-GRAPH, Segrate (MI), 1998, XV, Settembre, 9-16.

Cotecchia V., Daurù M., Limoni P., Polemio M., Spizzico M., Tadolini T. (1998). Il controllo idro-chimico-fisico della falda idrica carbonatica murgiano-salentina (Puglia). Pubbl. GNDCI n. 1861, Conv. "Acque sotterranee, risorsa invisibile", Giornata mondiale dell'acqua, ICID, CNR, Roma, 23 marzo 1998.

Cotecchia V., Polemio M. (1998). Apulian groundwater (Southern Italy) salt pollution monitoring network. 15th Salt Water Intrusion Meeting, Ghent, Belgium, 1998.

Polemio M., Mitolo D. (1998). L'uso dei traccianti nello studio delle acque sotterranee ed esperienze relative alla Puglia. Acque Sotterranee, GEO-GRAPH, Segrate (MI), 1998, XV, Dicembre, 9-25.

Polemio M., Limoni P.P. (1998). L'evoluzione dell'inquinamento salino delle acque sotterranee della Murgia e del Salento. Atti del VI Conv. Naz. dei Giovani Ricercatori in Geologia Applicata, Ottobre 1998, Chieti, in stampa su Mem. della Società Geologica.

Polemio M., Mitolo D. (1998). La vulnerabilità dell'acquifero della piana costiera di Metaponto. Conv. «Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo», Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, 1998.

Polemio M., Mitolo D. (1998). Metodologie di studio delle acque sotterranee ed esperienze scientifiche maturate in Puglia. Rapp. Tecn. Int., CNR CERIST n. 57, 1-68, 1998.

Polemio M. (1998). Degradation risk owing to contamination and overdraft for Apulian groundwater resources (southern Italy). UNESCO-IHP scientific meeting "Water resources management in a vulnerable environment for sustainable development", Commissione Italiana per il Programma Idrologico Internazionale, Perugia, Nov. 23-25, 1998.

Daurù M., Spizzico M. Tadolini T.(1999) Criteri per la definizione delle aree di salvaguardia delle opere di captazione di acque ad uso potabile in ambienti carbonatici fessurati e carsici. (in corso di stampa)

U.O. 4.15N

VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI DA AGROCHIMICI

Prof. Attilio A.M. Del Re¹⁴

1. OBIETTIVI

Sviluppo di indici parametrici valutativi per differenziare l'impatto ambientale derivante dal diverso uso del suolo al fine di ottenere strumenti da implementare nel modello SINTACS.

2. RISULTATI CONSEGUITI

Definizione di indici di pericolo delle attività agricole

E' stata messa a punto una metodologia per la valutazione del pericolo di contaminazione delle acque sotterranee da attività agricole utilizzando un approccio di tipo parametrico basato sulla definizione degli indici di pericolo potenziale (IPA). Vengono distinte due categorie di fattori che concorrono alla definizione degli IPA: i fattori di pericolo (FP) ed i fattori di controllo (FC). I fattori di pericolo rappresentano tutte le attività agricole che generano o possono generare un impatto sulle acque sotterranee (utilizzo di fertilizzanti organici e minerali, pesticidi e fitofarmaci, spargimento di liquami zootecnici, di letame, reflui di industria alimentare e fanghi di origine urbana). Ad ogni classe di uso del suolo viene attribuito un valore di FP tenendo conto delle modalità di inquinamento, dell'intensità dell'inquinamento sia per quantità immessa, sia per durata temporale, infine della probabilità che avvenga il fenomeno di inquinamento per fertilizzanti e/o ammendanti e pesticidi. La soggettività di queste misure ed eventuali errori di stima sono attenuati dalla successiva suddivisione in ampie classi di punteggio, in una scala da 0 a 5. I fattori di controllo (FC) sono legati essenzialmente alle caratteristiche del sito: localizzazione geografica, pendenza, pratiche agronomiche adottate e irrigazione. Gli FC possono aumentare o diminuire il pericolo rispetto alle condizioni normali di riferimento e devono essere calcolati di volta in volta dall'operatore. Moltiplicando tra loro i fattori di pericolosità e di controllo si calcolano, infine, gli indici di pericolosità ambientale, i quali vengono a loro volta parametrizzati in una scala da 1 a 10. L'attività di organizzazione, elaborazione e sovrapposizione dei diversi tematismi territoriali è stata realizzata mediante Arc View GIS. L'approccio presentato è stato applicato alla provincia di Cremona, per la quale è stata costruita una mappa di pericolo di contaminazione delle acque sotterranee da attività agricole; dai risultati è emerso che il pericolo nella pianura cremonese è in quasi tutto il territorio molto basso.

Gli indici di pericolosità sono quindi calcolabili per tutte le classi di suolo presenti in una area e quando sovrapposti alla mappa di vulnerabilità permettono di costruire la mappa

¹⁴ Istituto di Chimica Agraria ed Ambientale Università Cattolica del Sacro Cuore, via Emilia Parmense 84, 29100 Piacenza

di rischio potenziale dell'area stessa.

3. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Del Re Attilio Amerigo Maria
- Capri Ettore
- Trevisan Marco
- Boccelli Raffaella

4. BIBLIOGRAFIA

Marco Trevisan, Laura Padovani, Giuseppe Errera, Ettore Capri, Attilio A.M. Del Re (1998). Indici di pericolosità delle attività agricole per il calcolo del rischio di inquinamento delle acque sotterranee a scala regionale. Giornata Mondiale dell'acqua, Roma 23/3/98. Pubb.n° 1869 GNDICI-CNR.

Marco Trevisan, Laura Padovani, Ettore Capri (1998). Valutazione del pericolo potenziale d'inquinamento delle falde da attività agricole nella Provincia di Cremona. In: Impatto Ambientale di metalli pesanti ed elementi in tracce. Quaderni di tecniche di protezione ambientale, Suolo e Rifiuti n° 65. Pitagora Editrice, Bologna. In stampa.

Marco Trevisan, Laura Padovani, Ettore Capri (1999). Pericolo di contaminazione delle acque sotterranee da attività agricole: definizione degli indici di pericolo ambientale. Pubb.n° 1937 GNDICI-CNR.

U.O. 4.16

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO DEGLI ACQUIFERI NELLA SICILIA CENTRALE

Prof. Vincenzo Ferrara¹⁵

1. PREMESSA

L'attività di ricerca condotta nell'anno 1998 è consistita nel completamento degli studi per la definizione delle caratteristiche idrogeologiche e di vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi del settore centrale della Sicilia, rappresentato in massima parte dal territorio della provincia di Enna, utilizzando criteri e metodologie coerenti con le linee del P.S. RIAS - Modulo VAZAR.

Sono state inoltre proseguite le ricerche in alcuni settori dell'Etna e dei M. Peloritani, già analizzati relativamente agli aspetti idrogeologici e di vulnerabilità all'inquinamento, al fine di individuare situazioni favorevoli per la captazione e gestione, mediante metodologie innovative, di risorse idriche da utilizzare nei casi di emergenza, secondo le linee del P.S. ISRA - Modulo RISE.

Si è anche iniziata l'elaborazione degli elementi disponibili per l'area vulcanica dell'Etna al fine di valutare il rischio di inquinamento delle RIS, secondo i criteri e le metodologie indicati al riguardo da CIVITA, come test su un'area campione di notevole importanza per la salvaguardia di queste risorse, nel quadro delle attività di previsione e prevenzione.

2. OBIETTIVI

1) P.S. RIAS - Modulo VAZAR

L'attività di ricerca ha avuto come obiettivo l'acquisizione, mediante rilievi di campagna e consultazione di documentazione varia, di dati inerenti le caratteristiche idrogeologiche e ambientali delle aree della Sicilia centrale in cui affiorano sedimenti sabbioso-calcarenitici, sotto forma di placche più o meno estese e di consistente spessore poggianti su terreni argillosi, i quali costituiscono acquiferi di interesse per l'economia di queste zone. Dette aree si estendono tra le località di Capodarso e Pergusa e la città di Enna, nonché più a nord tra Leonforte, Agira, Assoro e Nissoria.

Scopo finale era quello di definire le condizioni di vulnerabilità degli acquiferi di maggiore interesse presenti in questo esteso territorio, da cui vengono tratte risorse utilizzate per uso idropotabile e agricolo.

¹⁵ CSEI-CATANIA, via Cifali 27, 95123 Catania

Veniva così completato il quadro delle conoscenze su tali problematiche, avendo in precedenza analizzato le analoghe aree più meridionali in cui si è sviluppata maggiormente la sedimentazione sabbioso-calcarenitica inframedioptiocenica.

2) P.S. ISRA - Modulo RISE

Questo aspetto della ricerca ha avuto come obiettivo l'individuazione e la caratterizzazione di aree favorevoli per la captazione di risorse idriche sotterranee, da utilizzare in casi di emergenza, nell'ambito del complesso vulcanico etneo e dei principali bacini idrografici della catena peloritana.

Utilizzando le conoscenze sull'idrogeologia di tali settori e sulla vulnerabilità delle falde ivi presenti sono state selezionate alcune aree su cui approfondire gli studi di fattibilità di opere idonee per la razionalizzazione dei prelievi e la regolazione dei deflussi sotterranei, evitando in tal modo fenomeni di sovrasfruttamento, avvertiti in diversi tratti delle fasce costiere. Nella scelta delle aree si è tenuto conto degli aspetti connessi alla qualità delle acque, anche per l'esistenza di vincoli sul territorio, già operanti o di possibile istituzione, che possono garantire la persistenza nel tempo dei requisiti qualitativi delle risorse.

I risultati di tale attività rivestono particolare importanza nel caso dell'area etnea, dove si verificano ricorrenti crisi idriche per effetto sia della siccità che dell'irrazionale sfruttamento delle risorse idriche sotterranee, ed in cui l'elevata densità degli insediamenti antropici lungo la fascia pedemontana comporta un alto rischio di deterioramento della qualità delle risorse. Di contro, l'esistenza alle quote più elevate di vaste aree vincolate a parco assicurano condizioni di sicura protezione da fenomeni di inquinamento di origine antropica.

3. RISULTATI CONSEGUITI

Gli elementi acquisiti per quanto riguarda l'attività afferente al modulo VAZAR hanno permesso di delineare per l'intero territorio considerato un quadro abbastanza completo delle condizioni idrogeologiche, sulla base del quale sono state valutate la vulnerabilità degli acquiferi sabbioso-calcarenitici e il pericolo di inquinamento a cui sono esposte le risorse idriche in essi contenute.

In particolare, attraverso la ricostruzione della morfologia del substrato impermeabile di tali acquiferi, effettuata utilizzando dati di rilievi geofisici tarati con stratigrafie di pozzi e sondaggi, né è stato definito l'assetto strutturale profondo. Dal censimento delle manifestazioni acquifere (pozzi e sorgenti), alcune delle quali utilizzate per l'approvvigionamento idropotabile dei centri urbani della zona, sono stati ottenuti dati utili per la ricostruzione della piezometria e quindi delle direzioni di deflusso sotterraneo delle falde verso i margini delle placche permeabili.

Attraverso i dati ottenuti da prove di emungimento su alcuni pozzi sono state inoltre definite le caratteristiche idrodinamiche ed in particolare i valori della trasmissività, la cui distribuzione è stata oggetto di rappresentazione cartografica.

Contemporaneamente si è proceduto al censimento ed alla valutazione delle attività costituenti potenziali centri di pericolo di inquinamento, nonché delle modalità di smaltimento dei reflui urbani.

E' stata inoltre definita la qualità di base delle acque sotterranee utilizzando dati analitici esistenti e di nuova acquisizione, secondo la metodologia proposta da CIVITA et alii (1993). Anche i risultati di questa elaborazione sono stati utilizzati per la stesura di una carta a scala adeguata, da cui si può dedurre l'idoneità all'uso delle risorse disponibili e riferirle alle esigenze della zona.

Relativamente al modulo RISE è stato ulteriormente sviluppato lo studio sulla struttura idrogeologica rappresentata dal versante nord-orientale dell'Etna, scelta fra le cinque in precedenza selezionate in quanto ospitanti falde di significativa potenzialità. Infatti, questa struttura, comprendente una estesa area di ricarica che si sviluppa sugli alti versanti del vulcano, interessa un territorio quasi del tutto privo di insediamenti antropici e vincolato dall'esistenza del Parco dell'Etna. Essa sottende una fascia pedemontana in cui ad una elevata vulnerabilità dell'acquifero si associa un'alta frequenza di centri di pericolo, rappresentati da attività produttive e da nuclei abitati privi di adeguati sistemi di smaltimento dei rifiuti. Pertanto, il rischio di inquinamento delle importanti risorse idriche sotterranee ivi captate ed utilizzate da diversi centri abitati della fascia costiera ionica, tra cui la città di Messina, risulta elevato.

Gli elementi acquisiti hanno permesso di elaborare uno studio di fattibilità di opere di presa, a cui fare riferimento quali fonti di approvvigionamento idropotabile nei casi di emergenza dovuti a calamità naturali, siccità o inquinamento delle fonti in atto utilizzate.

4. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Ferrara Vincenzo
- Amantia Andrea
- Barbagallo Matteo
- Bivona Carmelo
- Cubito Antonino
- Sciacca Anna Stefania

5. BIBLIOGRAFIA

FERRARA V., PENNISI A. e SCIACCA S. (1995) - Valutazione del rischio di inquinamento delle acque sotterranee da discariche non controllate di RSU: i casi delle discariche di Catania e di Acireale. 2° Conv. Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: metodologie, tecnologie e obiettivi, Nonantola (Modena) 17-19 maggio 1995, - Quaderni di Geologia Applicata, 1, (2), 479-488, Suppl. 1 dei Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale, Pitagora Ed., Bologna.

AMANTIA A., BARBAGALLO M., BIVONA C., FERRARA V., PENNISI A. (1995) - Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'area peloritana (Sicilia NE). 2° Conv. Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: metodologie, tecnologie e obiettivi, Nonantola (Modena) 17-19 maggio 1995, - Quaderni di Geologia Applicata, 1, (3), 217-220, Suppl. 1 dei Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale, Pitagora Ed., Bologna.

FERRARA V. (1996) - Carta della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi dell'area peloritana (Sicilia NE) alla scala 1:50.000 . C.N.R. - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, S.EL.CA. - Firenze.

FERRARA V. (1998) - Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero alluvionale della Piana di Catania (Sicilia NE) alla scala 1:50.000. C.N.R. - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, S.EL.CA. - Firenze.

U.O. 4.17

VULNERABILITÀ DEL SETTORE NORD-OCCIDENTALE IBLEO

Prof. Aurelio Aureli¹⁶

1. SOMMARIO

Durante l'anno 1998, pur essendo pervenute le somme del finanziamento con grande ritardo per questioni di rendicontazione precedente, l'Unità Operativa ha potuto conseguire i seguenti risultati:

Ha provveduto a completare i rilevamenti sull'unità idrogeologica dei Sicani pervenendo alla individuazione dei singoli bacini idrogeologici presenti e collegando gli stessi con le sorgenti alimentate e i pozzi di sfruttamento.

A questo proposito è da segnalare la particolare importanza che l'unità idrogeologica dei Sicani riveste per tutta la Sicilia centro-meridionale. Si tratta infatti della sola fonte per l'approvvigionamento idropotabile.

Trattasi di rilievi essenzialmente carbonatici, di età dal Trias all'Oligocene, che una tettonica compressiva ha portato a luce in strutture a scaglie, a duplex, a falda di ricoprimento, mantenendo, spesso, sul loro dorso il ricoprimento argilloso originario.

Ciò limita drasticamente la superficie di alimentazione e maschera, a volte con spessori notevoli, l'estensione dell'acquifero in sottterraneo.

Per ognuno di questi bacini è stato impiantato il bilancio pluriennale basato sulla metodologia "AURELI, 1983".

La scarsità di perforazioni profonde, in questo settore della Sicilia, condiziona non poco le possibilità di valutare le risorse idriche immagazzinate a lenta o lentissima circolazione. Si sta tentando, comunque, di ottenere questo risultato.

Si è anche completato il censimento delle discariche sul lato settentrionale dei Sicani (Provincia di Palermo).

Il problema dell'inquinamento prodotto dalle discariche incontrollate si è rivelato tragico per la assoluta mancanza di controlli, che solo ora iniziano a essere praticati.

Particolare interesse ha rivestito il censimento delle discariche dismesse la cui esistenza è spesso negata, nell'evidente tentativo di scarico di responsabilità.

Per quanto riguarda i pozzi, il rilievo eseguito in loco ne ha evidenziato oltre 6000. Il riscontrato abusivismo fa però presumere che molti altri siano sfuggiti al censimento. Anche le autodenunce previste dalla legge Galli non coprono che in parte l'entità reale del fenomeno.

Per l'insieme dei bacini che interessano il versante meridionale dei Sicani si sono realizzate, su base cartacea e su GIS, la carta litologica, la carta idrogeologica, la carta dei bacini, la carta idrografica, la carta dei pozzi e delle sorgenti, la carta degli acquedotti e degli invasi e si sta compilando la carta dei potenziali inquinatori.

E' da ricordare che questo lavoro riguarda la superficie di n.16 fogli a scala 1:50.000 della Carta d'Italia, e che per essere affrontato, ha richiesto il diverso rilevamento, per ogni tematismo, di ben 47 tavolette a scala 1:25.000.

¹⁶ Università di Catania Istituto di Geologia e Geofisica, P.za Università, 95125 Catania

Oltre quanto sopra descritto, a continuazione del lavoro svolto negli anni precedenti, l'Unità Operativa ha completato due indagini, in collaborazione con i dottorandi del Dottorato di Ricerca, che fanno parte dello staff.

Le due ricerche vertono sulla regione Iblea, quella stessa che l'Unità Operativa ha fatto oggetto delle quattro carte di vulnerabilità dalla stessa pubblicate.

La prima ricerca ha portato alla ricostruzione tridimensionale dell'intera unità idrogeologica, individuandone i singoli bacini idrogeologici e consentendo di valutare di questi il cubaggio e i volumi di immagazzinamento.

Circa 1700 stratigrafie sono state raccolte, interpretate, armonizzate, georeferenziate e collegate tramite GIS.

Un particolare aspetto dell'indagine è stato quello dell'interpretazione dell'entità dei rigetti del complesso sistema di faglie che interessa la regione, e la valutazione dell'influenza che dette faglie hanno nei rapporti tra gli acquiferi posti ai vari livelli.

La seconda ricerca ha avuto come oggetto il fenomeno carsogenico.

E' stato possibile valutare, con sufficiente attendibilità, l'entità e lo sviluppo della carsogenesi nei diversi termini calcarei presenti nell'area, risalire a datazioni approssimative dell'origine del fenomeno e prevederne l'evoluzione.

Resta evidente che si ignorano le caratteristiche climatiche verificatesi dal Pliocene ad oggi ma si è iniziato a intravedere un metodo di indagine che forse aiuterà ad ottenere risultati anche su questo aspetto.

2. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Aureli Aurelio
- Adorni Grazia
- Sciuto Lanfranco
- Pistorio Giuseppe
- Fazio Franco
- Silluzio Carmela
- Di Cara Antonino
- Cusimano Gioacchino
- Romano Michele
- Algeri Mario
- Caruso Carmelo

3. BIBLIOGRAFIA

Adorni G., Esempio di rappresentazione cartografica degli elementi geologici e geomorfologici cui possono essere associate condizioni di pericolosità nel corso dei terremoti (versante tirrenico dei M.ti Peloritani compreso tra C. Calavà e S.P. Patti Siciliano) (Pubbl. n. 1138 GNDCI)

Aureli A., Alcuni esempi di variazioni di livello piezometrico come precursori di fenomeni sismici, Atti 2° Convegno di Geoidrologia, 1993 (Pubbl. n. 1139 GNDCI)

Adorni G., Valutazione dell'infiltrazione efficace nell'alimentazione degli acquiferi del settore nord orientale Ibleo, Atti 2° Convegno Int. di Geoidrologia, 1993 (Pubbl. n. 1140 GNDCI)

U.O. 4.18

VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI DELLA PIANURA DI PISA

Prof. Costanzo Panichi ¹⁷

1. ZONA DI STUDIO

La pianura di Pisa, cioè l'area compresa tra il fiume Era ad Est, le colline pisane-livornesi (direttrice Ponsacco-Collesalveti-Livorno) a Sud ed il fiume Serchio a Nord.

2. PREMESSA

Durante gli anni 1996-1997, sono stati effettuati nell'ambito di un Progetto Coordinato del Comitato 05, campionamenti ed analisi ripetute delle acque dell'Arno, dei principali affluenti e di alcuni pozzi presenti nella parte centrale della pianura pisana. Queste hanno portato ad una prima valutazione delle caratteristiche idrodinamiche della zona e alla individuazione della presenza di elementi inquinanti trasportati dalle acque superficiali.

3. OBIETTIVI

L'obiettivo della ricerca è quello di perseguire il completamento del quadro descrittivo delle acque superficiali con lo studio del Bacino del fiume Serchio, attiguo a quello dell'Arno, e la valutazione dei meccanismi di interazione tra le acque superficiali e quelle degli acquiferi limitrofi, allo scopo di i) individuare e distinguere i differenti contributi idrici a questi ultimi, ii) valutare i potenziali apporti antropici ed iii) individuare e descrivere le principali fonti puntuali ed areali di inquinamento.

4. ATTIVITA' SVOLTA

Durante il 1998 sono stati effettuati:

1) una indagine conoscitiva mirata all'ampliamento della rete di monitoraggio dei pozzi della pianura di Pisa, allo scopo di completare l'area in studio, che nelle campagne precedenti era limitata ai pozzi freatici presenti nelle zone immediatamente adiacenti all'Arno nell'area urbana di Pisa. È stato eseguito il campionamento di 15 pozzi situati fra il Monte Pisano a Nord, le Colline pisano-livornesi a Sud, la via Emilia a Ovest e la direttrice Cascina-Cenaia a Est. Questi pozzi hanno profondità comprese fra 40 e 60 m ed erogano da acquiferi prevalentemente clastici costituiti da ghiaie, che possono ricevere contributi sia dai margini Nord e Sud dell'area, sia da circolazioni sotterranee provenienti dalla pianura dell'Arno.

La composizione isotopica delle acque di questi pozzi risulta compresa tra quella delle piogge che cadono a Pisa, l'acqua dell'Arno e l'acqua termale dei Monti Pisani (terme di

¹⁷ IIRG – CNR, P.zza Solferino, 2 - 56100Pisa.

San Giuliano). Le interazioni che possono intercorrere tra le tre potenziali alimentazioni non sono facilmente distinguibili nel diagramma di Figura 1, che riporta i dati del campionamento di settembre 98. Successivi campionamenti saranno d'estrema utilità per la definizione, oltre che per la riconferma, dell'entità del mescolamento.

Anche la composizione chimica degli elementi maggiori disciolti nelle acque dei pozzi mostrano correlazioni positive tra TDS e soluti, come il Cl, Na, Mg Ca e HCO₃, che sembrano indicare l'esistenza di fenomeni di mescolamento che sono responsabili di diluizioni e di aumenti di salinità delle acque dei pozzi a seguito del prevalere degli apporti meteorici (acque dolci) o di quelli delle acque termali e/o delle acque dell'Arno interessate dal cuneo salino (acque salate).

2) E' stata valutata l'entità e la forma del cuneo salino alla foce dell'Arno utilizzando una serie di campioni di acqua raccolti su numerosi profili verticali che hanno interessato gli ultimi 25 km del fiume.

Poiché l'acqua del mare è caratterizzata da elevate concentrazioni di Cl e da elevati contenuti in ¹⁸O ed in ²H rispetto a quella del fiume, l'utilizzazione di questi parametri geochimici (a carattere essenzialmente conservativo) si sono rivelati molto utili nella descrizione dell'interazione che esisteva nel fiume nel mese di settembre.

Nel mese di settembre le acque marine sono penetrate fino a 30 Km a monte della foce. Gli effetti sono molto evidenti sulla composizione chimica ed isotopica delle acque di fondo, mentre tende ad attenuarsi fino ad annullarsi nelle acque di superficie ad una distanza inferiore ai 20 km dal mare.

La conoscenza delle forme del cuneo, della sua capacità di penetrazione nelle varie stagioni, e quindi delle variazioni delle caratteristiche chimiche ed isotopiche che queste impartiscono alle acque dell'Arno rappresenta un fatto determinante per lo studio delle interazioni tra fiume e falda con metodologie geochimiche basate sulla misura di opportuni parametri chimico-isotopici.

Infatti le acque dell'Arno risultano fortemente "tracciate" dall'acqua di mare sia in termini di contenuto in Cl che in isotopi pesanti, al punto che eventuali infiltrazioni verso la falda possono essere più facilmente evidenziate nelle vicinanze della città di Pisa piuttosto che nelle zone più a monte. Analogamente, eventuali anomalie riscontrate negli andamenti regolari del cuneo salino, come quelli mostrati in Figg. 2 e 3, possono essere attribuite a fenomeni di diluizione verificatisi nelle acque dell'Arno a causa di apporti locali di acque dolci di falda.

3) E' stato inoltre effettuato un primo campionamento, in condizioni di magra, del fiume Serchio e dei suoi principali affluenti; sono stati raccolti 15 campioni (11 lungo l'asta fluviale principale e 4 lungo gli affluenti, subito prima della loro confluenza nel Serchio), dei quali sono state eseguite le analisi chimiche degli elementi maggiori e la determinazione della composizione isotopica dell'idrogeno e dell'ossigeno.

5. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Giorgia La Ruffa
- Silvia Rossi
- Liu' Bellucci
- Enrico Calvi
- Claudio Corsi
- Enrica Gherardi

6. BIBLIOGRAFIA

Adorni Braccesi A., Bellucci L., Panichi C., La Ruffa G., Podda F., Conecci G., Dinelli E., Bencini A. & Gimenez Forcada E. (1998). The Arno River catchment Basin, Italy: chemical and isotopic composition of waters. In: Proceedings del WRI-9, New Zealand, 1998.

Cortecci G., Dinelli E., Lucchini F., Fanfani L., La Ruffa G., Podda F., Bencini A., Gimenez Forcada & Adorni Braccesi A. (1998). Geochemistry of the Arno River, Italy: natural and anthropogenic contributions. In: Proceedings del WRI-9, New Zealand, 1998.

Grassi S. & Rossi S. (1997). Il cloro delle acque sotterranee della pianura di Pisa. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A. 103: 1-8.

La Ruffa G. and Panichi C. (1998) Hydrological Regime and Water Resources Assessment in the Arno River Basin (Italy). UNESCO-IHP Scientific Meeting. Perugia 23-25 Nov

U.O. 4.20U

RICERCA E DINAMICA DELL'INQUINAMENTO NELL'ACQUIFERO ALLUVIONALE DEL VALDARNO SUPERIORE E MEDIO, ED INDAGINE SULLE RISORSE IDRICHE SOSTITUTIVE E DI EMERGENZA

Prof. Paolo Canuti¹⁸

1. PREMESSA

L'unità operativa svolge attualmente la propria attività nei programmi speciali di ricerca: ISRA, RIAS.

2. OBIETTIVI

[Programma speciale ISRA](#)

ATTIVITA' DI RICERCA 1: valutazione della vulnerabilità e del rischio di inquinamento degli acquiferi nell'area del Valdarno Medio (bacino di Firenze-Prato-Pistoia);

ATTIVITA' DI RICERCA 2: valutazione della vulnerabilità intrinseca dell'isola d'Elba;

ATTIVITA' DI RICERCA 3: sperimentazione sul flusso di inquinanti tipo NAPL e di percolati da discarica attraverso mezzi porosi a bassa permeabilità;

ATTIVITA' DI RICERCA 4: studio della contaminazione da diserbanti in aree vivaistiche.

ATTIVITA' DI RICERCA 5: risorse idriche e loro vulnerabilità nel Mugello.

[Programma speciale RIAS](#)

ATTIVITA' DI RICERCA 6: valutazione e monitoraggio di sorgenti nel valdarno medio e nella Toscana appenninica, in funzione delle relazioni tra portata e chimismo, e, in alcuni casi (Porretta T.) tra portata ed attività sismica.

3. RISULTATI CONSEGUITI

[Programma speciale ISRA:](#)

ATTIVITA' DI RICERCA 1: è stato completato ed integrato con recenti dati geognostici il data-base di archiviazione dei log stratigrafici della pianura del Medio Valdarno, con il fine di aumentare il grado di risoluzione nella ricostruzione dell'idrostruttura degli acquiferi per la valutazione della vulnerabilità. Il data-base geologico, integrato da quello relativo al censimento dei centri di pericolo, si può dire così completato.

Relativamente al territorio comunale di Carmignano, come area test-site, è stata ideata una metodologia, in collaborazione con il Dipartimento provinciale ARPAT di Prato, per la valutazione della sensibilità all'inquinamento delle acque, sia superficiali che

¹⁸ Dipartimento di Scienze della Terra, via G. La Pira 4, 50121 Firenze

sotterranee, ai fini della ubicazione di impianti di fito-depurazione. La sensibilità, la cui valutazione diviene un'esigenza ambientale alla luce del recepimento della Direttiva UE in tema di protezione delle risorse idriche, rappresenta un superamento del concetto di vulnerabilità, in quanto tiene conto anche del valore della risorsa (idrogeologico, socio-economico, di qualità) e del pregio ambientale dell'area oltre che delle sue capacità naturali di depurazione. L'area è di particolare pregio ambientale nell'area collinare, per la presenza di numerose sorgenti sgorganti dalla formazione arenacea torbiditica del Macigno lungo la dorsale del Monte Albano. La valutazione, di tipo idrogeologico, ha tenuto conto della allocazione delle effettive aree di alimentazione delle sorgenti e dell'uso del suolo nell'area di alimentazione.

ATTIVITA' DI RICERCA 2: è stata realizzata la carta della vulnerabilità integrata dell'Isola d'Elba.

Le carte della vulnerabilità integrata generalmente realizzate hanno due limiti ai fini della loro utilizzazione freatica. Il primo è che tengono conto solo della possibilità che un inquinante raggiunga l'acquifero per infiltrazione verticale dalla superficie e non per trasferimento laterale, sia in superficie che nel sottosuolo. Come conseguenza, un'area a bassa vulnerabilità può essere assunta come adatta per una attività pericolosa, anche se l'eventuale inquinante disperso può raggiungere, per ruscellamento superficiale, una zona contigua ad elevata vulnerabilità.

La seconda è che non tengono conto dell'importanza dell'acquifero, ma solo della maggiore o minore attitudine di questo ad essere inquinato. Ciò porta l'utilizzatore delle carte della vulnerabilità a salvaguardare con le stesse limitazioni d'uso aree di uguale vulnerabilità, anche se l'acquifero presente ha importanza molto diversa.

Per cercare di superare questi due limiti, alla carta della vulnerabilità intrinseca dell'Isola d'Elba, realizzata applicando il metodo SINTACS, sono stati aggiunti due elaborati: la carta dei bacini idrogeologici, e la carta dell'importanza degli acquiferi. La combinazione delle tre carte ha portato alla redazione della vulnerabilità integrata, che, sia pure con i difetti di una carta sperimentale, rappresenta un documento di maggiore utilità nella programmazione territoriale.

ATTIVITA' DI RICERCA 3: è stata completata la ricerca sperimentale sul flusso di tetracloroetilene e di percolato da discarica attraverso mezzi porosi a bassa permeabilità.

Su 2 siti individuati nella pianura del Medio Valdarno, corrispondenti a 2 differenziate situazioni di vulnerabilità (depositi di alta conoide nella zona di Pistoia, depositi fini di bassa pianura presso la discarica di Case Passerini) sono state prelevate un totale di 30 fustelle di terreno indisturbato, di cui la metà sul top soil e la metà sul bottom-soil. Su ciascuna è stato sversato un totale di 100 cc di tetracloroetilene (PCE) e, successivamente, è stata simulata una precipitazione con un totale di 200 cc di acqua. L'insieme delle misure effettuate (velocità d'infiltrazione del PCE, quantità di percolato raccolta al fondo della fustella e tempo di prima percolazione, concentrazione del percolato acquoso raccolto dopo la precipitazione simulata) hanno permesso di ottenere informazioni sulla differente attitudine all'infiltrabilità dei suoli; l'integrazione con le analisi al gas-cromatografo di 7 campioni di terreno prelevati da ogni parcella su vari punti, da cui è stato possibile determinare la capacità di ritenzione dei vari terreni nei confronti dell'inquinante, ha evidenziato l'influenza di varie proprietà dei suoli nel determinare il loro grado di vulnerabilità (contenuto di argilla e sostanza organica, grado di strutturazione idraulica e densità apparente).

Per quanto concerne il percolato da discarica, è stata completata la ricerca avente per oggetto lo sversamento controllato entro vasconi contenenti terra costipata. La sperimentazione, avvenuta in collaborazione con il consorzio QUADRIFOGLIO di Firenze e l'Acquedotto di Firenze, aveva per oggetto sia la misura della velocità di infiltrazione di un percolato reale (prelevato dalla vicina discarica per RSU di Case Passerini) sia la ricostruzione dei tempi di transito attraverso il liner ricostruito. Le velocità di infiltrazione sono risultate comparabili con quelle dell'acqua mentre i tempi di transito appaiono in accordo con l'applicazione della legge di Darcy per un flusso verticale in condizioni sature con limitata dispersione idrodinamica.

ATTIVITA' DI RICERCA 4: è stata completata e sono stati pubblicati i primi risultati della ricerca avente per oggetto l'applicazione di principi attivi diserbanti in una parcella sperimentale posta entro un'area vivaistica della zona Pistoiese.

Fra i risultati principali ottenuti si segnala:

- validazione del modello di flusso-trasporto alle differenze finite CHEMFLO per l'applicazione alla zona non-satura della pianura Pistoiese;
- grande influenza degli eventi idrologici estremi, in particolare di piogge intense al seguito di periodi già piovosi, per determinare il transfert di soluti inquinanti dalla zona non-satura verso la falda;
- scarsa importanza di flussi verticali verso l'alto dei principi attivi in conseguenza del richiamo evapotraspirativo; il processo di trasporto è diretto sistematicamente verso il basso con alternanza di momenti di stasi e di avanzamento;
- grande variabilità del potenziale di inquinamento della prima falda in relazione alla tipologia del principio attivo impiegato;
- totale inadeguatezza della valutazione di un tempo d'arrivo in condizioni sature nel rappresentare il reale processo di flusso nella zona non satura;
- efficacia di una batteria tensiometrica multi-profondità nel determinare l'entità dei flussi idrici nel non saturo, nel ricostruire la dinamica temporale del piano di zero-flusso e lo spessore della zona di evapotraspirazione

Come prosecuzione, e sulla scorta, della ricerca di cui sopra, è stata messa a punto, allargandola ad un'area di circa 16 kmq della zona pistoiese ad alta attività vivaistica, una metodologia di valutazione del rischio d'inquinamento della prima falda da principi attivi diserbanti basata sull'accoppiamento di un modello di flusso-trasporto per la ricostruzione dei processi di flusso-trasporto nell'insaturo (CHEMFLO) e di una "aquifer-transfer function" parametrica per quantificare il grado di diluizione operato dalla falda sull'inquinante in arrivo alla base dell'insaturo (sulla base della trasmissività, distanza dall'area di ricarica espressa dalla distribuzione di conducibilità e temperatura, direzione delle linee di flusso). In tal modo la carta del rischio prevede, per vari scenari idrologici e di modalità di applicazione, la concentrazione attesa in arrivo in falda di p.a.. Si realizza così compiutamente la procedura di valutazione del rischio, associando il concetto di probabilità (legata a quella di ritorno degli eventi idrologici) al superamento di una soglia indesiderata (CMA in falda). L'applicazione del metodo ha dimostrato, tramite validazione sulla base di una campagna di monitoraggio dei p.a. in falda e nell'insaturo condotta su un totale di 20 pozzi e 7 parcelle, che una stessa area può essere a rischio per un p.a. e totalmente protetta per un altro; la vulnerabilità specifica varia quindi moltissimo, a parità di quella intrinseca.

ATTIVITA' DI RICERCA 5: è stata completata la raccolta dei dati sul campo e l'elaborazione geostatistica per la realizzazione della carta di vulnerabilità del fondovalle del Mugello (pianura alluvionale del fiume Sieve) nel tratto di fondovalle compreso fra

S.Piero a Sieve e Vicchio; è terminata la raccolta dei dati che dovranno essere elaborati successivamente, del tratto adiacente cioè quello tra S.Piero a Sieve e Borgo San Lorenzo.

[Programma speciale RIAS :](#)

ATTIVITA' DI RICERCA 6: MONITORAGGIO SORGENTI IN AREA APPENNINICA

I dati di portata e relativi ai parametri in situ (T, conducibilità, Eh, pH), raccolti periodicamente su circa 40 sorgenti lungo un transetto su direzione trasversale alle principali strutture appenniniche (nell'ambito di un progetto di monitoraggio ambientale collegato ai lavori della tratta A.V. Firenze-Bologna), e relativi ai principali acquiferi fratturati della zona del Medio Valdarno (flysch arenacei tipo “Macigno”, calcari marnosi della Formazione di Monte Morello), testimoniano di un generale riscaldamento delle acque durante l'anno idrologico 1997-1998 (in media di circa 1 grado). Il dato è in accordo con i dati climatici dello stesso periodo a scala globale.

L'osservazione, inoltre, del regime delle portate, realizzata attraverso misure sperimentali, indica, nelle differenti situazioni, variabili condizioni di connessione idrogeologica che appaiono di interesse in ordine alla valutazione delle modalità ed entità della ricarica degli acquiferi fratturati alimentanti. In alcuni casi (Porretta T.) sono prese in considerazione anche il regime delle sorgenti in relazione all'attività sismica del sito.

4. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Pranzini Giovanni
- Canuti Paolo
- Casagli Nicola
- Bonciani Silvano
- Vannocci Pietro
- Agati Lario
- Brugioni Marcello
- Rinaldi Massimo
- Gargini Alessandro
- Ballerini Piero
- Masotti Luigi
- Lubello Claudio
- Landini Filippo
- Preti Federico
- Gabbani Giuliano

5. BIBLIOGRAFIA

Canuti P., Gabbani G., Gargini A., Pranzini G., Vannocci P. - Vulnerabilità ed inquinamento degli acquiferi delle pianure dell'Arno. Risorse idriche sostitutive e di emergenza del Valdarno Medio.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE Linea di ricerca N.4, Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi Rapporto 1986/1995

Focardi P., Gabbani G., Gargini A., Isolani R., Vannocci P. (1998) - Effectiveness of aquicludes media as hydraulic barriers in respect to DNAPLs: an experimental study. «Groundwater Quality 1998: Remediation and Protection, Tübingen (GER), Settembre 1998, Posters, pp.7-9. pubbl. CNR-GNDCI n.1834.

Affuso A.M.G., Gabbani G., Gargini A. - Indagini sperimentali nel bacino dell'Arno sui processi di ricarica e trasporto di soluti attraverso la zona non satura. VI Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori di Geologia Applicata, Chieti, Ottobre 1998.

Affuso A.M.G., Boni F., Gabbani G., Gargini A. - Herbicides Transport Experimentation And Modelling In The Unsaturated Zone For Groundwater Risk Assessment. Presentato al XI SYMPOSIUM PESTICIDE CHEMISTRY, Cremona, Settembre 1999.

U.O. 4.21N

VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO DI ALCUNI ACQUIFERI DELL'ITALIA CENTRO-MERIDIONALE.

Prof. Pietro Bruno Celico¹⁹

Nel corso del 1998 l'Unità Operativa 4.21N ha proceduto:

1. all'adattamento delle metodologie attualmente disponibili, finalizzate alla valutazione della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi, con particolare riferimento a quelli calcareo-silico-marnosi del Molise; più in dettaglio, è in fase di completamento lo studio dell'idrostruttura di Monte Totila s.l., la quale viene utilizzata quale area campione; in questo stesso contesto idrogeologico ci si sta soffermando anche sull'approfondimento dell'approccio al parametro “suolo”, sulla base di quanto suggerito da Civita e Persicani (1996);
2. alla redazione di carte della vulnerabilità all'inquinamento di alcuni acquiferi di particolare interesse idrogeologico; più in dettaglio, sono state completate la “Carta della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi della Comunità Montana del Partenio (Campania; scala 1:50.000)” e la “Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero carbonatico del M. Porrara (Abruzzo; scala 1:50.000)”; inoltre, sono in fase di completamento le carte inerenti all'acquifero vulcanico del Somma-Vesuvio ed a quello alluvionale dell'alta Piana del Sele, nonché la Carta della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi della Provincia di Salerno (scala 1:200.000);
3. alla definizione dei criteri di salvaguardia dall'inquinamento di alcuni acquiferi di particolare interesse; più in dettaglio, sono stati delineati i criteri di protezione dell'acquifero che alimenta la sorgente S. Martino (Isernia), sia alla scala di bacino, sia all'intorno dell'opera di captazione.

1. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Celico Pietro Bruno
- Valletta Mario
- Casale Marrico
- Celico Fulvio
- Di Gennaro Antonio
- Esposito Libera
- Habetswallner Federica
- Piscopo Vincenzo

2. BIBLIOGRAFIA

Esposito L., Piscopo V. (1997), “Groundwater flow evolution in the circumVesuvian plain (Italy)”. IAH, British Committée XXVII Congress. Nottingham, 21-27 September. In

¹⁹ Università degli Studi di Napoli Federico II Dip. di Geofisica e Vulcanologia, C.so Umberto I, 80138 Napoli

- "Groundwater in the Urban Environment", Volume I, pp.309-315. Edited by John Chilton et al..
- Celico F. (1997), "La protezione degli acquiferi dall'inquinamento: aree di salvaguardia, vincoli territoriali, soluzioni complesse e interventi in scenari dinamici". Quaderni di Geologia Applicata (in corso di stampa).
- Celico F., Celico P., Fienga C., Piscopo V. (1997), "La conoscenza dell'idrodinamica sotterranea e della vulnerabilità all'inquinamento delle pianure del T. Solofrana (Campania) quale presupposto per una corretta programmazione degli interventi sul territorio". Atti del Simposio Internazionale di Ingegneria Sanitaria Ambientale (SIDISA), Ravello (SA), 7 giugno (in corso di stampa)
- Esposito L. (1997), "Nuove conoscenze sulle caratteristiche idrogeochimiche della falda ad Oriente della città di Napoli (Campania)". Quaderni di Geologia Applicata (in corso di stampa).
- Celico P., Esposito L., Francani V. (1997), "Le carte di flusso dei nitrati nello studio della contaminazione chimica delle acque sotterranee: l'esempio dell'acquifero di Lufrano (Campania)". Quaderni di Geologia Applicata (in corso di stampa).
- Celico F., Esposito L., Piscopo V. (1997), "Le carte della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi nella previsione dello stato di contaminazione antropica delle acque sotterranee". Geologica Romana (in corso di stampa).
- Celico P., Esposito L., Guadagno F.M. (1997), "Sulla qualità delle acque sotterranee nell'acquifero del settore orientale della Piana Campana". Geologia Tecnica ed Ambientale.
- Celico F. (1997), "Criteri di salvaguardia qualitativa e quantitativa, delle risorse idriche sotterranee". Atti del Simposio "La Georisorsa Acqua nel Bacino del Mediterraneo", Erice (TP), 2-4 ottobre (in corso di stampa).
- Celico F. (1997), "Criteri di prevenzione dei fenomeni di inquinamento nei principali acquiferi dell'Abruzzo". Atti del Workshop Nazionale sulle Acque "Il ciclo dell'acqua: problemi e prospettive", Teramo, 24 ottobre (in corso di stampa).

U.O. 4.22

INDIVIDUAZIONE DI AREE CON RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE SOSTITUTIVE, INTEGRATIVE E DI EMERGENZA E DEFINIZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.

Prof. Roberto de Riso²⁰

1. OBIETTIVI

- 1) Realizzare una Carta della vulnerabilità all'inquinamento della falda del settore nord-occidentale del massiccio carbonatico del Matese.
- 2) Individuare aree con risorse idriche sotterranee da sottoporre a tutela e da utilizzare in casi di emergenza s.l.


2. RISULTATI

Per quanto riguarda il Matese è stato ultimato lo studio idrogeologico della Piana di Venafro e dei rilievi carbonatici che la bordano. La Nota che compendia i risultati è stata inviata per il vaglio dei Referees alla Società Geologica Italiana.

Nel frattempo è stata elaborata la Carta della vulnerabilità all'inquinamento della Piana di Venafro ed i risultati sono contenuti in una Nota (Pubbl. n° 1886 del CNR-GNDICI Linea 4) presentata al Convegno Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo promosso dall'Accademia dei Lincei (ottobre, 1998) e di seguito riassunta.

La piana di Venafro accoglie una sequenza sedimentaria detritico-alluvionale potente, a luoghi, diverse centinaia di metri (CORNIELLO et alii, 1998). La base di tale successione, ove nota, è rappresentata da terreni carbonatici mesozoici, affioranti nei rilievi limitrofi, e/o da flysch argilloso-arenacei miocenici.

La potente coltre clastica sopra descritta costituisce un acquifero di notevole spessore e sede di una falda unica accolta nei materiali più grossolani. Tale falda è in prevalenza a carattere freatico anche se non mancano settori ove essa è confinata. L'acquifero è ben delimitato verso est dal flysch miocenico di scarsa permeabilità. Da nord-ovest e nord-est l'assetto piezometrico (marzo 1996) rivela invece l'esistenza di un flusso entrante a potenziale imposto con origine nei rilievi carbonatici che bordano la piana verso ed al cui piede sono importanti sorgenti perenni. Lungo il margine sud-occidentale della piana i dati stratigrafici fanno invece ritenere scarsamente significativi i legami idrogeologici tra la stessa ed i rilievi.

La Carta della vulnerabilità (Fig. 1)  stata realizzata utilizzando il metodo parametrico SINTACS. Per la realizzazione delle 7 Carte di base i dati non geografici sono stati gestiti mediante un foglio di calcolo mentre i dati georeferenziati sono stati direttamente inseriti in un GIS.

La Carta della vulnerabilità evidenzia la prevalenza delle classi media ed alta. Tale situazione è da ricondurre in primo luogo al carattere freatico della falda ed ai valori

²⁰ Facoltà di Ingegneria Istituto di Geologia Applicata, P.le Tecchio, 80125 Napoli

assai contenuti della soggiacenza. In corrispondenza delle conoidi pedemontane ad ovest della piana la falda è ancora freatica ma i valori di soggiacenza sono decisamente più elevati. Il grado vulnerabilità medio che qui si registra è da ricondurre pertanto, non già alla soggiacenza, ma ai materiali che occupano la zona satura e l'insaturo, le caratteristiche dei quali (clasti carbonatici di varia pezzatura talora cementati o in matrice piroclatica con episodi alluvionali) sono tali da comportare un'elevata infiltrazione e la riduzione del fenomeno dell'autodepurazione.

Infine, nei settori nord-occidentale e nord-orientale della piana, il grado di vulnerabilità prevalente è quello medio e diverse aree (pur se poco estese) presentano vulnerabilità bassa. Uno dei fattori influenti su tali situazioni è l'esistenza di travasi sotterranei dai rilievi verso la piana: questi apporti, sommandosi alle aliquote di infiltrazione, determinano infatti, al di là di un certo valore, un positivo effetto di diluizione nei riguardi di eventuali, locali contaminazioni della falda.

Per quanto attiene al secondo obiettivo è stato portato a termine la ricostruzione del modello geologico dell'area sorgentizia dell'alto F. Tusciano che a breve sarà riassunta in una Nota scientifica unitamente alla caratterizzazione chimica delle scaturigini.

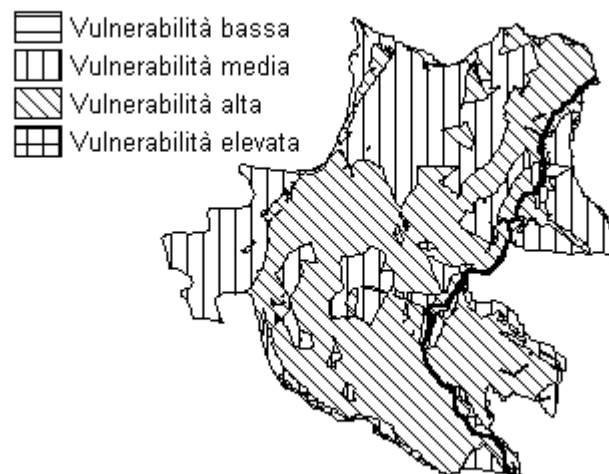


Fig. 1: Carta della vulnerabilità all'inquinamento della piana di Venafro (Molise).

3. COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- De Riso Roberto
- Corniello Alfonso
- Carravetta Roberto
- Ducci Daniela
- Santo Antonio
- Calcaterra Domenico
- Guarino Paolo Maria
- Napolitano Paola
- Alvino Roberta
- Iovinelli Roberto
- Budetta Paolo

4. BIBLIOGRAFIA

ALVINO R., CORNIELLO A. & DUCCI D. (1998) - Aquifer pollution vulnerability in the "Roccamonfina Volcano" area (southern Italy). Convegno GQ 98 Tubingen.

BELLUCCI F., CORNIELLO A. & DE RISO R. (1993) - Geology and hydrogeology of Somma-Vesuvio volcano (southern Italy). Atti XXIV Congr. Intern. AIH, Oslo.

BELLUCCI F., CORNIELLO A., DE RISO R. & RUSSO D. (1990) - Idrogeologia della Piana a nord-est di Napoli. Mem. Soc. Geol. It., 45.

CORNIELLO A. & DUCCI D. (1996) - La Carta del rischio di inquinamento delle risorse idriche sotterranee. Un esempio in Piana Campana. Quaderni di Geologia Applicata, Pitagora Ed., Bologna.

CORNIELLO A. & RUSSO D. (1991)- La piana del medio corso del fiume Volturno: idrogeologia e vulnerabilità all'inquinamento delle falde. Atti I Conv. Naz. sulla "Protezione e gestione delle acque sotterranee", Marano sul Panaro (20-22/9), Modena.

CORNIELLO A. (1994) - Lineamenti idrogeochimici delle sorgenti dei principali massicci carbonatici della Campania. Atti 77 Congresso della S.G.I., Bari 1994.

CORNIELLO A., DE RISO R., DUCCI D. & NAPOLITANO P. (1994) - Problematiche idrogeologiche relative alla realizzazione mediante GIS di Carte della vulnerabilità degli acquiferi: un esempio relativo alla Piana Campana. Atti 77 Congresso della S.G.I., Bari, 1994.

CORNIELLO A., DE RISO R., DUCCI D. & NAPOLITANO P. (1994) - Salt water intrusion in the Ischia Island (Southern Italy). Atti 13 SWIM, 5-10/6, Cagliari.

CORNIELLO A., DE RISO R., DUCCI D., NAPOLITANO P., GUARINO P. & BELLUCCI F. (1995) - Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero della zona orientale della Piana Campana. 2° Conv. Naz. Sulla Protezione E Gestione Delle Acque Sotterranee: Metodologie, Tecnologie e Obiettivi. Quaderni di Geologia Applicata suppl. n. 3, n. 1, 1995.

CORNIELLO A., DUCCI D. & NAPOLITANO P. (1995) - Piana del medio Corso del F. Volturno: Carta della qualità delle acque sotterranee. 2° Conv. Naz. Sulla Protezione E Gestione Delle Acque Sotterranee: Metodologie, Tecnologie e Obiettivi. Quaderni di Geologia Applicata suppl. n. 3, n. 1, 1995.

- CORNIELLO A., DUCCI D. & NAPOLITANO P. (1996) - Comparison between parametric methods to evaluate aquifer pollution vulnerability using a GIS. An example in the "Piana Campana" (southern Italy). Symposium IAEG, Atene, giugno 1997.
- CORNIELLO A., DUCCI D. & GUARINO P. (1998) – I rilievi carbonatici del Matese occidentale e la piana di Venafro: idrogeologia ed idrogeochimica. in stampa.
- CORNIELLO A., DUCCI D. & MONTI G.M. (1998) – Piana di Venafro (Molise): Carta della Vulnerabilità all'inquinamento. Atti Convegno Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo promosso dall'Accademia dei Lincei (ottobre, 1998).
- DE FALCO M., DE RISO R. & DUCCI D. (1997) - La piovosità della Penisola sorrentina e dei M.ti Lattari in relazione all'evento del gennaio 1997. Atti IX Congr. Naz. Geologi, Roma.
- DUCCI D., IOVINELLI R. & SGAMBATI D. (1993) - L'uso di un G.I.S. nella redazione della carta della vulnerabilità all'inquinamento delle falde della bassa piana del f. Sangro (Abruzzo). 3° Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori di Geologia Applicata. Potenza 28-30 Ottobre.

U.O. 4.23

VALUTAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE DI EMERGENZA E DELLA VULNERABILITÀ DI ALCUNI ACQUIFERI DELLE VALLI DEL F. AGRI E DEL F. NOCE

Prof. Damiano Grassi²¹

1. SOMMARIO

L'attività di ricerca dell'U.O. 4.23 è inerente al Modulo RISE e al Modulo VAZAR

2. CONCLUSIONI

L'attività di ricerca condotta dai componenti dell' U.O 4.23 è inserita nei Progetti Speciali R.I.S.E. e V.A.Z.A.R.. Tale attività di studio ha avuto come principali obiettivi la definizione dei caratteri idrogeologici e la valutazione della vulnerabilità intrinseca di alcuni importanti acquiferi della Basilicata. In particolare sono stati investigate le significative morfostrutture dei monti di Maratea, di Lauria e del gruppo montuoso del Monte Sirino, tutti imponenti acquiferi ricadenti lungo il confine calabro - lucano. Per ogni acquifero studiato si è provveduto alla realizzazione dello schema idrogeologico e di una serie di carte tematiche riguardanti tutti i singoli parametri utilizzati nella valutazione della Vulnerabilità. Quest'ultima, schematizzata su un'apposita carta a scala operativa, è stata valutata utilizzando la metodologia SINTACS. Inoltre, si è proceduto alla costituzione di una banca-dati riguardanti i caratteri idrogeologici e chimico-fisici delle sorgenti censite in ogni singolo acquifero esaminato.

Per quanto riguarda il Monte Sirino, è stato ultimato lo studio idrogeologico al versante meridionale, ospitante il lago omonimo.

Altri importanti acquiferi studiati nel corso del 1998 sono quelli detritico-alluvionali ricadente nelle basse valli dei Fiumi Bradano, Basento e Cavone (Basilicata sud-orientale). I primi risultati sono stati pubblicati nella collana degli atti del Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria dell'Università degli Studi della Basilicata.

Altri studi condotti hanno riguardato i caratteri idrogeologici, idrochimici ed isotopici dei gruppi sorgentizi che drenano le cospicue acque sotterranee presenti nell'acquifero carbonatico del Monte Volturino, in Alta valle del Fiume Agri.

I risultati degli studi sono stati pubblicizzati in sede di Convegni nazionali ed internazionali, hanno costituito oggetto di note e memorie su Riviste nazionali ed internazionali oppure sono stati schematizzati su carte tematiche a varia scala.

3. COLLABORATORI ALLA RICERCA

²¹ Università della Basilicata Facoltà di Ingegneria Dip. di Strutture, Geotecnica e Geologia Applicata, v.le della Tecnica 3, 85100 Potenza

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Grassi Damiano
- Spilotro Giuseppe
- Sdao Francesco
- Grimaldi Salvatore
- D'Ecclesiis Giampiero

4. BIBLIOGRAFIA

D'ecclesiis G., Grassi D., Grimaldi S., Polemio M., Sdao F. (1995): Carta della vulnerabilità potenziale degli acquiferi dei M.ti Volturino e Serra di Calvelluzzo (Alta Val D'Agri BASILICATA). Arti grafiche Paternoster Matera.

D'ecclesiis G., Grassi D., Grimaldi S., Polemio M., Sdao F. (1995): Potenzialità e vulnerabilità delle risorse idriche dei monti Volturino e Serra di Calvelluzzo (Alta Val d'Agri Basilicata) 2° Conv. Naz. sulla Protezione e gestione delle acque sotterranee. Modena, 17-19 maggio 1995

D'ecclesiis G. & Polemio M. (1995): Vulnerabilità degli acquiferi dei Monti di Maratea. Convegno Nazionale "Grandi Fenomeni Gravitativi Lenti nei Centri Abitati delle Regioni Alpine ed Appenniniche: Maratea, un approccio interdisciplinare per la convivenza con una secolare instabilità". Maratea, 1995

D'ecclesiis G. & Sdao F. (1995): Vulnerabilità dell'acquifero del M.te Sirino. In via di ultimazione.

3. CONCLUSIONI GENERALI

La ricerca finalizzata della Linea di Ricerca n.4 del GNDCI è proceduta regolarmente secondo quanto previsto dal Modulo Esecutivo a suo tempo stilato. Per alcune UU.OO, gli obiettivi già raggiunti ed i prodotti relativi anticipano i risultati attesi dai programmi. Sembra utile, sottolineare quanto segue:

- Alcune U.O. hanno praticamente concluso una ricerca di base della massima utilità pratica che fornisce i protocolli descrittivi dei diversi CDP in funzione di una loro classificazione parametrica (IPI = Indice di Pericolo di Inquinamento). Questa classificazione su base ISTAT permetterà alle Amministrazioni pubbliche una prima valutazione della pericolosità delle attività presenti sul loro territorio di competenza.
- Altre U.O. hanno presentato i risultati di un'analogia ricerca per le FDP (Fonti Diffuse di Inquinamento), ricerca molto più complessa e che chiama in causa competenze degli Agronomi, dei Pedologi e dei Chimici agrari.
- L'U.O. che ha la responsabilità del P.S. BIAS (4.13. IRSA Roma) ha terminato il Progetto stesso presentando una Carta degli inquinamenti su base regionale alla scala 1:1.200.000.
- Non si può non notare una discrepanza tra i risultati attesi e quelli effettivamente realizzati da alcune delle UU.OO. afferenti alla Linea, a fronte di finanziamenti non piccoli, sia sulla base annua che su quella pluriennale.
- È stato completato e distribuito il volume dedicato ai primi 10 anni di operatività della Linea 4, con un consuntivo dei risultati conseguiti in generale ed, in particolare, da ciascuna U.O.

Ancora una volta, l'estensore di questo rapporto raccomanda alla Presidenza del GNDCI-CNR di intraprendere una seria azione di deburocratizzazione della Ricerca ed una precisa regolamentazione (doveri - diritti -competenze - compensi - rendicontazione - rapporti tecnici) per quel che concerne le consulenze al DPC in caso di emergenza.

Torino, 30/04/1999