

*GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE  
CATASTOFI IDROGEOLOGICHE  
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE*

LINEA 4

Prof. Massimo Civita

**VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITA' DEGLI  
ACQUIFERI**

**PROGETTO ESECUTIVO 1998**

**1. INTRODUZIONE**

Il Progetto Esecutivo 1998 della Linea di Ricerca 4 è stato stilato sulla base di numerose constatazioni e controlli di attività e mutuando tutte le proposte scaturite dal contatto continuativo con l'insieme dei Ricercatori costituenti le UU.OO.

La prima informazione di importanza è che il Progetto '98 rappresenta la fase finale di un triennio di Convenzione tra il Dipartimento della Protezione Civile ed il CNR per quanto attiene l'operatività del Gruppo. Esso deve segnare, dunque, un momento di conclusioni e di presentazione di risultati, piuttosto che l'apertura di nuove iniziative di ricerca, per altro più che auspicabili nel prosieguo che non dovrebbe mancare.

In questa ottica non si può esimersi da un giudizio, non solo e non tanto dell'attività di ricerca svolta dalle singole UU.OO., quanto della conformità ai programmi a suo tempo presentati al Consiglio Scientifico, in base ai quali i finanziamenti furono e verranno erogati.

Mentre si rimanda ai precedenti Rapporti (Progetto Esecutivo 1997 e Allegato Tecnico alla Convenzione tra CNR e Dipartimento per la Protezione Civile per il triennio in corso) per eventuali approfondimenti sul contenuto dei diversi Programmi Speciali e relativi Moduli della Linea 4 (Fig. 1), non sembra superfluo, in questa sede, ricordare e ribadire che:

- la ricerca svolta in ambito del GNDCI e, quindi, della Linea 4 è fortemente applicativa, strettamente finalizzata ad essere trasmessa agli utilizzatori istituzionali e professionali perché se ne servano nella normale gestione delle problematiche territoriali connesse con l'impatto delle calamità naturali, favorite o meno dall'attività antropica;
- i Programmi Speciali ed i relativi Moduli sui quali si articola l'operatività della Linea sono modellati su problematiche strettamente attinenti alla Protezione Civile, cioè tese alla messa a punto ed all'impiego di metodologie di salvaguardia delle risorse idriche in quanto fattore esistenziale a fondamento della salute e della vita dei Cittadini.

Questi principi ispiratori hanno contraddistinto, sin dall'inizio, la Ricerca della Linea che ha raggiunto, in questi anni, un livello tale da porla in posizione di preminenza al massimo livello internazionale.

Sulla base delle molte proposte scaturite dal Convegno di Nonantola del 1995<sup>1</sup> e con il conforto delle realizzazioni enumerabili per il successivo biennio, è possibile stabilire che, per larga parte, le premesse sono state convertite in realtà, sia per quanto riguarda i Programmi di analisi del territorio per aree-campione (RIAS), sia per quelli orientati verso l'analisi di punto e la progettazione degli interventi, da un lato, e dalla raccolta ed analisi della casistica relativa ai casi di inquinamento, dall'altro (IDAV).

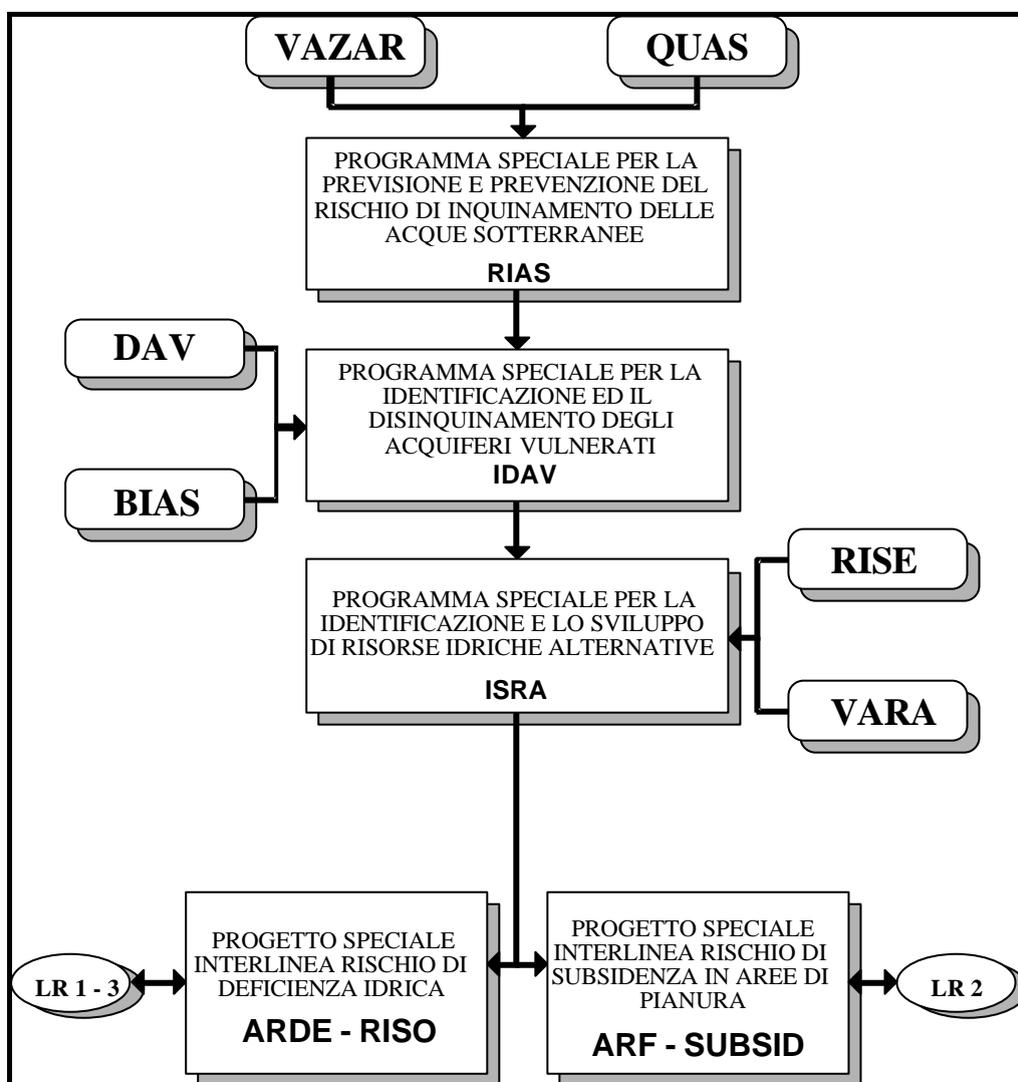
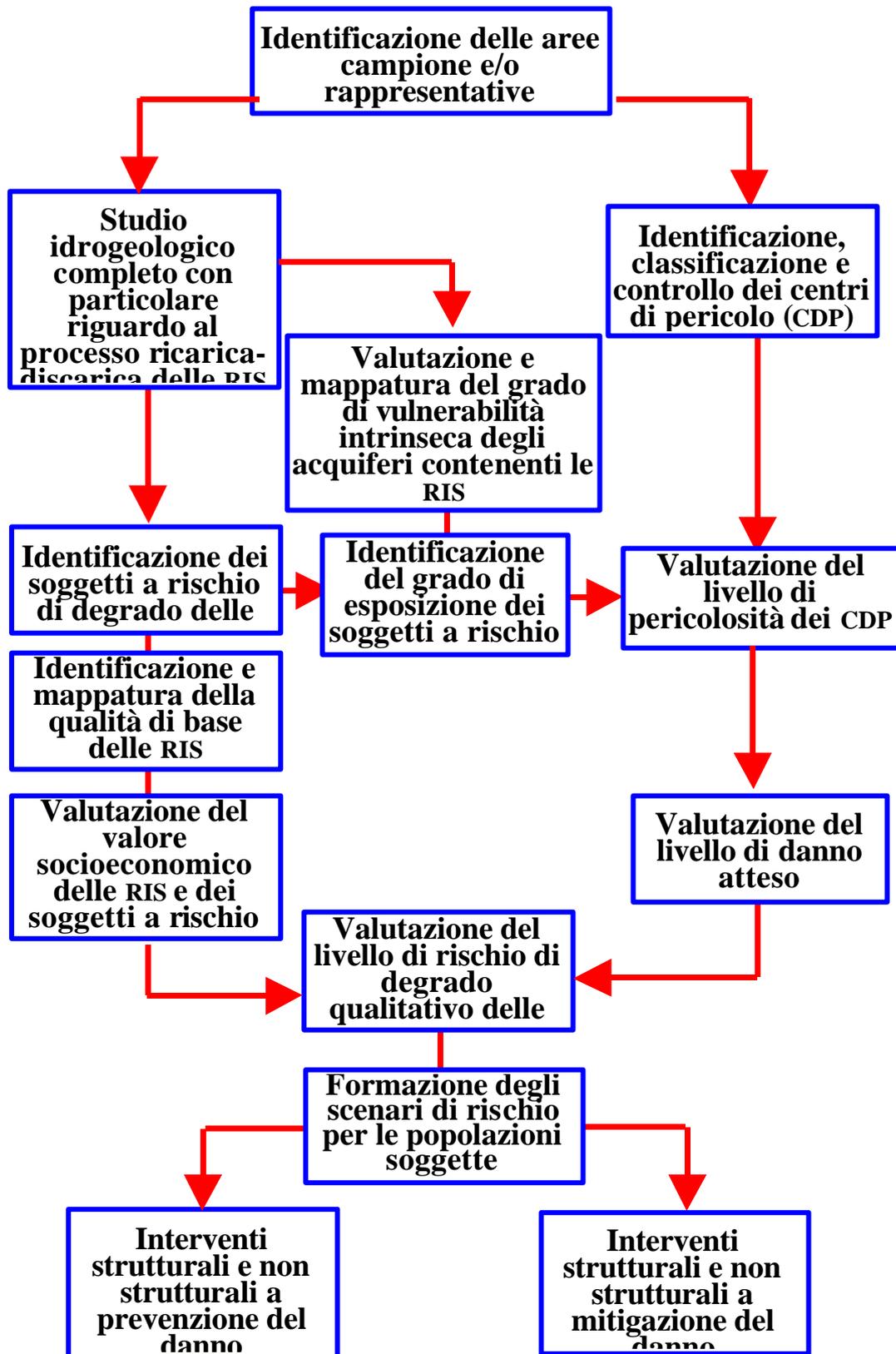


Fig. 1 - Articolazione dei Programmi speciali della Linea 4 e relativi Moduli

<sup>1</sup> Si tratta del 2° Convegno Nazionale sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee : Metodologie, Tecnologie e Obiettivi, organizzato dalla Linea di Ricerca e per essa dall'UU.OO. 4.8. (Modena) ove sono state presentate circa 150 tra memorie e relazioni specialistiche, raccolte e pubblicate in 4 Volumi.

Fig. 2 - Diagramma di flusso del Modulo VAZAR 2



**CNR - GNDICI: Linea di Ricerca "Valutazione della Vulnerabilità degli Acquiferi"**  
*Il Responsabile*

Dal canto suo, il Programma ISRA ha continuato ad incontrare problemi poco gestibili da gruppi di Ricercatori, in particolare quando si tratta di ottenere l'intervento delle amministrazioni per sviluppare progetti di sviluppo di aree di riserva strategica o di ravenamento artificiale degli acquiferi.

L'insieme dei Programmi Speciali della Linea si è ulteriormente arricchito di un nuovo, ambizioso, Modulo (VAZAR 2) che indirizza ad affrontare il problema della valutazione non univoca del *rischio di degrado qualitativo e quantitativo delle acque sotterranee* e affronta le problematiche del *rischio coniugato* e del *rischio derivato* (Fig. 2).

**Tabella 1** - Suddivisione delle UU.OO. nei diversi Programmi Speciali e relativi moduli per il 1998.

U.O.	RIAS		IDAV		ISRA		ARDE	ARF
	VAZAR 2 QUAS	VAZAR 1	DAV BIAS		RISE VARA		RISO	SUBSID
4.1.	●	●	●		●	●		●
4.2.	●	●						
4.3.		●		●		●		
4.4.		●				●		
4.6.	●	●					●	●
4.7.	●	●				●		
4.8.	●	●	●		●			●
4.9.	●					●		
4.10N	●	●				●		
4.11.	●	●				●		
4.12.		●				●	●	
4.13.			●		●			
4.14.		●	●			●	●	
4.15N	●	●						
4.16.	●	●				●		
4.17.		●				●	●	
4.18N			●			●		
4.20U		●				●		
4.21N		●				●		
4.22.	●	●				●		
4.23.		●				●		

In questo modo, l'inquinamento delle acque sotterranee ed il loro depauperamento quali-quantitativo vengono visti non solo nell'ottica specifica (rapporti risorsa - utilizzatore) ma prendendo in considerazione tutte quegli impatti derivanti da altre calamità naturali (terremoti, eruzioni vulcaniche, alluvioni, frane, incidenti industriali,...) che possono mettere in crisi l'intero sistema di approvvigionamento idrico di un'area, dalla risorsa stessa sino alle vie di trasporto e di distribuzione, influenzando pesantemente sulla attività e sulla salute delle popolazioni soggette.

In Tabella 1 sono riportate le UU.OO. delle quali si prevede il finanziamento nel 1998 ed i diversi Programmi e Moduli di Ricerca ai quali esse parteciperanno. Tale partecipazione è programmaticamente descritta, in sintesi, nel seguente paragrafo.

Si rimarca che tutte le attività di ricerca, consulenza al Dipartimento della Protezione Civile, consulenza e collaborazione con gli Enti locali verranno mantenute e favorite, a dispetto di alcune resistenze che si manifestano in molte sedi universitarie e di ricerca. Si ritiene, in fine, necessario prendere atto a malincuore che, in alcuni casi, le Autorità di Bacino dei principali corsi d'acqua italiani tendono a trascurare le competenze di elevato livello offerte dalla Linea 4 GNDCI a favore di altre, extraterritoriali o addirittura estere, spesso prive della necessaria competenza e conoscenza del territorio e delle sue caratteristiche.

## 2. PROGRAMMA SCIENTIFICO DELLE UNITA' OPERATIVE

### 2.1. U.O. 4.1 (DIPARTIMENTO GEORISORSE E TERRITORIO - POLITECNICO DI TORINO)

La ricerca, incentrata sugli acquiferi del Cuneese in s.s., verterà sull'individuazione delle risorse idriche, sfruttate o disperse, più o meno conosciute, della provincia di Cuneo (con l'esclusione della fascia collinare delle Langhe e del Roero).

Verranno studiati dal punto di vista idrodinamico, idrogeochimico ed ambientale, tutti gli acquiferi presenti nel Cuneese, tanto quelli localizzati nelle vallate alpine delle Alpi Occidentali e delle Alpi Marittime e Liguri, quanto quelli più critici della pianura compresa fra l'arco alpino e le propaggini collinari. Saranno proprio questi ultimi acquiferi ad essere oggetto di una ricerca più approfondita, in quanto soggetti ad un forte emungimento locale in certi periodi dell'anno, ad un grande rischio di inquinamento (diffuso e puntuale in caso di catastrofe) e ugualmente molto ambiti nel quadro della futura pianificazione della gestione delle risorse idriche sotterranee.

La quantificazione delle risorse (applicazione del metodo R.I.S.E.) verrà effettuata privilegiando una singola zona della pianura, per la quale verranno forniti tutti i dati relativi alle modalità di ricarica, del turnover time e della qualità di base delle acque sotterranee. Il test-site è stato individuato nella pianura compresa fra le conoidi del Maira, del grana e dello Stura, incentrata sull'abitato di Centallo. In tale zona verrà condotto lo studio di dettaglio con prove di pompaggio articolate in più test, sull'acquifero libero e su uno (o più) acquiferi confinati e semiconfinati presenti nella zona. Analisi chimiche dei costituenti principali, dei metalli pesanti e dell'ammoniaca, verranno eseguite per determinare la facies chimica dei vari acquiferi e per fornire un quadro della qualità di base delle acque.

Allo stesso tempo verrà condotto a termine lo studio su alcune discariche abusive individuate nell'Alessandrino. 14 siti sospetti individuati tramite telerilevamento da satellite sono stati indagati; 7 di essi si sono rivelati centri di pericolo. Lo studio futuro verterà sulla quantificazione del rischio di inquinamento che ogni CDP genera, e quello coniugato della somma di più CDP contigui, nonché della messa in sicurezza e dell'eventuale bonifica dei siti.

Verranno altresì redatti due manuali, aventi lo scopo di mostrare l'applicazione del metodo S.I.N.T.A.C.S. utilizzando i fogli di lavoro elettronici più comuni (Excell per Windows) su Personal Computer e su Workstation. I manuali mostreranno, passo dopo passo, i criteri da seguire nel reperire ed introdurre i vari parametri via via richiesti per la stima della vulnerabilità intrinseca di un determinato acquifero, citando esempi tratti dalla pur scarsa letteratura a riguardo.

### 2.2. U.O. 4.2 (CSGAO-CNR MILANO)

L'evoluzione negativa della falda nell'area milanese ha comportato un degrado della risorsa idrica per uso potabile con diminuzione 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, non sempre con adeguate opere di protezione. Ne consegue che una variazione della falda comporta effetti in ogni caso negativi: il suo abbassamento porterebbe ad una ulteriore diminuzione della disponibilità delle risorse idriche; il suo sollevamento produrrebbe allagamenti anche di strutture legate a servizi primari, quali la metropolitana. In tale contesto uno studio del sistema idrogeologico in

un'area significativa, comune di Milano e comuni limitrofi in scala 1:25.000/1:50.000, permetterà di valutare l'oscillazione della falda, come distribuzione e entità, in rapporto alla variazione dei fattori di bilancio. Tale studio verrà sviluppato con l'applicazione di un modello di flusso distribuito, la cui applicazione necessita della definizione delle caratteristiche tessiturali, idrogeologiche, geometriche ed i fattori di bilancio del sistema.

In base ai dati dei pozzi raccolti ed archiviati nella banca dati TANGRAM, sono state effettuate alcune valutazioni sulle caratteristiche tessiturali dei corpi costituenti il sottosuolo dell'area milanese. Queste variazioni sono valutate nelle porzioni di sottosuolo comprese tra superfici che le delimitano, per es., per la zona non satura, tra la superficie topografica e la superficie freatica o per la zona non satura, tra la superficie freatica e la base dell'acquifero. In base ai dati idraulici disponibili sarà valutata la distribuzione della permeabilità, connessa con le caratteristiche strutturali. Tali elaborazioni sono effettuate mediante opportuni programmi di elaborazione che sono stati messi a punto presso l'unità operativa.

Sono state digitalizzate ed archiviate in GIS la distribuzione delle aree in base all'uso del suolo, distinguendo tra aree urbane e industriali, aree verdi, aree agricole, per la valutazione dell'infiltrazione efficace. Verrà inoltre valutato il contributo e l'influenza al sistema idrogeologico sia della rete idrografica canalizzata sia della rete e dei collettori fognari, digitalizzati da carte 1:5.000. Per quanto concerne le uscite saranno ridistribuite sul territorio in base agli emungimenti, riferiti mensilmente alle varie centrali di pompaggio, ed annualmente ai pozzi privati. Da un punto di vista informatico le elaborazioni saranno effettuate mettendo a punto una procedura metodologica utilizzando come GIS il software ILWIS, che permette di effettuare le elaborazioni sia raster che vettoriali.

Tali elaborazioni costituiranno l'input per il modello di flusso distribuito (MUDFLOW) che verrà applicato su un'area riferita alla città di Milano, con celle di cento metri di lato. In base ai dati storici relativi agli ultimi anni, il modello sarà calibrato e validato. Verranno simulati gli effetti legati a situazioni meteorologiche estreme, sia positive che negative, alle variazioni nell'uso del territorio e delle attività umane, e le loro iterazioni, non come semplice effetto cumulativo, ma nel contesto del sistema idrogeologico.

### [2.3. U.O. 4.3 \(DIPARTIMENTO DI SISTEMI DI TRASPORTO E MOVIMENTAZIONE - POLITECNICO DI MILANO\)](#)

#### **PREMESSA**

L'unità operativa 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

## **FINALITÀ DEL PROGRAMMA**

L'U.O. per il 1998 si propone i seguenti obiettivi, sostanzialmente analoghi a quelli dell'anno precedente:

- studio del contenimento degli inquinamenti diffusi
- studio degli inquinamenti industriali e della loro bonifica
- cartografia del rischio di inquinamento
- studi per il miglioramento della gestione delle acque sotterranee (zone di salvaguardia)
- diffusione dei risultati ottenuti dalla ricerca

## **RISULTATI ATTESI**

Verranno proseguiti i programmi per la cartografia del rischio di inquinamento e per il disinquinamento e la protezione delle acque sotterranee da tempo iniziati anche grazie alla collaborazione con la Provincia di Milano e la Regione.

## **LO STUDIO DEL CONTENIMENTO DEGLI INQUINAMENTI DIFFUSI**

Questa ricerca fa parte del progetto DAV, al fine di indicare i metodi per limitare entro valori accettabili l'inquinamento da nitrati in Lombardia. Dal 1995 è in atto uno studio che, dopo la ricostruzione delle caratteristiche idrochimiche e idrogeologiche della pianura lombarda, ha delineato l'andamento della contaminazione da nitrati, che ora è in rapida espansione, anche a causa dell'innalzamento della falda. Sono oggetto di particolare attenzione le seguenti aree:

- Pianura fra Ticino e Olona Pianura bergamasca fra Adda e Oglio
- Milano e aree circostanti
- Archi morenici del Lecchese e pianura fra Lambro e Adda

I risultati di queste indagini sono sintetizzati in Francani V. e Alberti L. (1997) - Utilità delle carte di flusso per lo studio delle contaminazioni da nitrati in Lombardia. Acque sotterranee, giugno 1997, Edizioni Geograph, Milano.

Lo studio compiuto ha permesso di verificare come in molte aree l'effetto dei corsi d'acqua, sia per la diluizione operata sulla contaminazione delle falde, sia per l'accentuazione dell'inquinamento prodotta dove i corpi idrici superficiali hanno carico inquinante maggiore di quello delle acque sotterranee, è fondamentale per lo sviluppo e la propagazione delle contaminazioni.

I fiumi infatti hanno la possibilità di estendere su fronti molto larghi e per distanze longitudinali di molti chilometri i nitrati e le altre sostanze che vi sono scaricate.

A tal fine è stata condotta una serie di rilevamenti ed elaborazioni, che hanno portato alla pubblicazione (in corso di stampa sui Quaderni di Geologia Applicata) di L. Guadagnini e J. Samper di una sintesi degli effetti rilevati.

## **PROGRAMMA PER IL 1998**

Considerati i promettenti risultati raggiunti sia con l'utilizzo della cartografia del carico inquinante sia con l'analisi dei rapporti fiumi-falda, si è deciso di proseguire nello studio di tali metodi, approfondendo anche per altre parti della Lombardia questa tematica.

E' prevedibile per il 1998 la pubblicazione di due lavori che riassumeranno i risultati delle ricerche sulla pianura varesina e milanese (L. Alberti e V. Francani); verrà posto in evidenza il rapporto tra sollevamento del livello piezometrico della falda e incremento dei nitrati in queste due aree e verranno portate a conclusione le indagini sul rapporto fiumi-falde nella pianura lombarda.

Questi studi, da quanto finora rilevato, permettono di identificare i settori nei quali gli scarichi di reflui urbani e agricoli nei corpi idrici superficiali compromettono maggiormente lo stato sanitario delle falde e di effettuarne una cartografia di idoneo dettaglio.

## **STUDI PER IL DISINQUINAMENTO E PER IL RISK ASSESMENT DI AREE INDUSTRIALI CONTAMINATE**

Un secondo gruppo di ricerche, anch'esse afferenti al Progetto DAV, ha riguardato il disinquinamento degli acquiferi.

E' stato messo a punto un metodo che consente di valutare l'attitudine del biosparging a produrre il disinquinamento di terreni a granulometria fine contenenti idrocarburi anche nella fase satura; il rapporto verrà è prevedibilmente terminato entro il 1997 o nei primi mesi del 1998.

Le tecniche di risk assessment messe a punto e oggetto di pubblicazione (Beretta G.P. e Fumagalli L., 1996) sono state adottate in buona parte da alcuni Enti locali e sono entrate a far parte della legge regionale lombarda che regola la materia.

Nel 1998 si desidera conferire al metodo messo a punto una maggiore praticità per consentirne il confronto con tecniche analoghe oggi in uso, dotate di minore specificità (RBCA).

## **CARTOGRAFIA DEL RISCHIO DI INQUINAMENTO**

In Lombardia il numero e l'estensione delle aree a rischio di inquinamento è molto elevato, per la presenza di aree industriali dismesse nelle quali le lavorazioni di prodotti chimici è stata iniziata negli anni compresi fra il 1920 e il 1950.

Sono stati sviluppati studi (Francani V. e Guzzi G., 1997) - Identificazione dei parametri idrogeologici di inquinamenti in atto. Quaderni di Geologia Applicata, Vol. I allo scopo di valutare con sufficiente approssimazione le modalità di sviluppo delle contaminazioni esistenti e il rischio connesso.

Questa prima analisi ha consentito di evidenziare che la velocità di avvezione dell'inquinante può essere calcolata tramite relazioni semplificate, a partire dalle carte idrochimiche.

Questi rapporti possono essere applicati nelle località dove i rilevamenti delle reti di monitoraggio idrochimiche vengono effettuati regolarmente per uno o più anni, consentendo una prima identificazione delle opere che possono essere colpite dagli inquinamenti e un primo calcolo dei costi di messa in sicurezza.

Si è inoltre constatato che la combinazione di metodi statistici e deterministici consente una soluzione convenientemente approssimata del problema quando la conoscenza delle fonti di inquinamento e della loro stessa localizzazione è scarsa.

Risulta così possibile valutare quantitativamente il rischio di contaminazione, in base ai costi di prevenzione, messa in sicurezza o sostituzione delle captazioni, e alla probabilità che ne avvenga la contaminazione.

Si sono sperimentate diversi tipi di cartografie, prendendo ad esempio alcuni settori delle Province di Como, Milano e Lecco.

In questa procedura l'ostacolo principale è rappresentato dal fatto che non sempre la località di provenienza e il tempo d'inizio del fenomeno sono accertabili direttamente

Si è comunque concluso che questo approccio è di notevole utilità, anche se la mancanza di prove dirette impedisce una precisa valutazione della distribuzione delle concentrazioni nel tempo

## **PROGRAMMA PER IL 1998**

Sono in corso di preparazione le conclusioni di un primo rapporto su alcuni insediamenti industriali dismessi, nel quale sono contenute le osservazioni relative ai seguenti elementi:

- metodologie per lo studio idrogeochimico e l'acquisizione dei dati di contaminazione dei suoli e delle acque
- tecniche per la delimitazione delle aree di provenienza dei contaminanti (in specie quelle non identificabili in superficie, quali nuclei di terreni contaminati, depositi di scorie interrate ecc.)
- metodi di calcolo semplificati per la previsione dell'evoluzione degli inquinanti in strutture costituite da terreni eterogenei o anisotropi
- scelta del metodo di cartografia più idoneo a rappresentare questo tipo di rischio di degrado qualitativo.

Per compiere lo studio sono in atto ricerche su alcuni campi sperimentali di facile accesso in quanto di proprietà pubblica, sull'abitato di Lecco e su alcune aree industriali dismesse in provincia di Milano e Varese, i cui problemi verranno esaminati nella relazione conclusiva.

## **DELIMITAZIONE DELLE ZONE DI SALVAGUARDIA**

Uno degli argomenti che hanno avuto il maggiore sviluppo del 1997 è stata la delimitazione delle zone di salvaguardia in Lombardia, in conseguenza dell'approvazione di una legge regionale che impone tale procedura.

Sono stati redatti due articoli ai fini di indicare le tecniche correnti più appropriate e per suscitare una discussione su questo argomento.

Sono in fase di completamento ulteriori elaborazioni, che nel 1998 porteranno un contributo alla soluzione dei problemi salienti legati all'applicazione della normativa alle strutture idrogeologiche lombarde. E' stato terminato nel 1997 e sarà rivisto e pubblicato nel 1998 uno studio sulla gestione delle acque nella pianura lombarda, che comprenderà i seguenti elaborati:

- revisione della struttura idrogeologica su nuove basi
- piezometria del primo e secondo acquifero
- cartografia della base dell'acquifero
- cartografie del chimismo
- revisione dei dati termopluviometrici, delle portate irrigue, dei prelievi da pozzo
- bilancio idrico e definizione delle zone di crisi
- indagini per l'accertamento dell'evoluzione dello stato qualitativo delle falde a seguito del sollevamento dei livelli piezometrici
- indicazione degli standard di prelievo per le aree di crisi.

## **DIFFUSIONE DELLE INFORMAZIONI SULLE RICERCHE**

Ai fini di porre a conoscenza i tecnici e gli amministratori degli elementi di loro interesse, si sono tenuti alcuni Convegni e seminari.

Nell'ottobre del 1996 è stato tenuto nell'ambito del Geofluid un Convegno sulla protezione e il disinquinamento degli acquiferi, al quale hanno partecipato alcune delle UU.OO. della Linea 4. I risultati sono stati raccolti in un volume che ha ottenuto un'ampia diffusione.

Altre iniziative sono state prese nel 1997, in particolare con seminari sulla cartografia del rischio geologico, fra i quali ha trovato posto una giornata di studio che si è svolta presso il Politecnico nel settembre 1997 con l'attiva partecipazione di rappresentanti delle UU.OO. di Torino, Milano, Napoli, Ancona.

## **PROGRAMMA PER IL 1998**

Per il prossimo anno è in programma un Convegno destinato all'approfondimento del tema della predisposizione delle reti di monitoraggio idrochimico, dell'elaborazione dei segnali di inquinamento e della cartografia del rischio di inquinamento nelle aree a elevata densità urbana e industriale.

### [2.4. U.O. 4.4 \(IRPI - CNR PADOVA\)](#)

Le ricerche per l'anno 1998 porteranno a conclusione alcuni temi di indagine applicata nella zona della media pianura veronese, impostati già da qualche anno, e svilupperanno aspetti specifici collegati all'inquinamento di corpi idrici sotterranei nelle province di Pisa e Lucca.

In particolare a Sud di Verona gli studi dettagliati di carattere geoelettrico (37 S.E.V. e una decina di profili), idrochimico (3 campagne di campionatura e analisi) e idrodinamico (esecuzione di 5 prove di pompaggio con successiva elaborazione dati), condotti nell'ambito della scrivente U.O. 4.4 durante l'ultimo anno, hanno evidenziato che esiste una buona convergenza tra paleovalvei dell'Adige identificati a partire da

immagini telerilevate (satellite e aereo) e anomalie o variazioni delle caratteristiche fisico-idrogeologiche delle fasce di pianura interessate (paleovalvei con elettrostrati più resistivi di quelli dei terreni circostanti nello spessore insaturo e viceversa da una conducibilità più alta della media nello spessore saturo). Si completerà quindi il rilievo geofisico (con verifica del significato dei vari elettrostrati), quello idrochimico (con la valutazione del ruolo dei paleovalvei nella diffusione dell'inquinamento in falda) e la campagna di prove di pompaggio (con la caratterizzazione parametrica delle fasce di paleovalvei).

Nelle province di Pisa e Lucca, in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Pisa, si intende invece approfondire con l'integrazione di tecniche di telerilevamento e indagine idrogeologica classica alcuni aspetti legati al trasporto dei nutrienti e del carico solido provenienti dalle aree di bonifica verso il lago di Massaciuccoli (in via di eutrofizzazione) e all'inquinamento delle acque sotterranee causato dai reflui dei frantoi oleari.

#### [2.5. U.O. 4.6 \(ISTITUTO PER LO STUDIO DELLA DINAMICA DELLE GRANDI MASSE - CNR VENEZIA\)](#)

Nel 1998 saranno verificate le modalità di alimentazione delle riserve idriche sotterranee del bacino del Piave, individuate le aree maggiormente esposte al rischio di inquinamento e verificata la tendenza evolutiva quali-quantitativa delle acque.

Tali informazioni permetteranno di riconfermare gli interventi più opportuni da adottare per la salvaguardia di questo importante patrimonio idrico sotterraneo.

Saranno, inoltre, estesi i controlli idrogeologici ed altimetrici lungo le coste venete, in modo da preparare una rete di controllo in grado di permettere l'individuazione immediata di ogni riflesso negativo collegabile alle programmate estrazioni di idrocarburi.

Saranno, infine, elaborati i dati delle stazioni a registrazione in continuo di recente istituite per definire l'importanza delle due riserve idriche sotterranee localizzate in corrispondenza dell'Altopiano di Asiago e del Massiccio del Grappa.

Si interverrà in tutti i casi di emergenza che si verificheranno in luogo.

#### [2.6. U.O. 4.7 \(DIPARTIMENTO DI SCIENZE GEOLOGICHE, AMBIENTALI E MARINE - UNIVERSITÀ DI TRIESTE\)](#)

L'obiettivo della ricerca è triplice:

- la valutazione della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero carsico triestino e della pianura in sinistra del F. Isonzo;
- la valutazione della vulnerabilità intrinseca del bacino di alimentazione del Fiume Livenza (PN) e della zona delle sue risorgive;
- la definizione dei rapporti di alimentazione fra falda freatica dell'Alta Pianura friulana e le falde artesiane della Bassa Pianura friulana.

I risultati attesi contemplano la redazione delle Carte della vulnerabilità intrinseca delle tre aree studiate, cioè del Carso triestino (alla scala 1:25.000), del bacino di alimentazione delle sorgenti del fiume Livenza (parte dell'area Cansiglio-Cavallo, alla scala 1:50.000) e dell'Alta Pianura friulana (in prima istanza alla scala 1:50.000).

## **CARSO TRIESTINO**

Sufficientemente note sono le caratteristiche geologiche del Carso triestino, così come sufficienti sono i dati chimici e geochimici finora raccolti. Al termine del 1998 sufficienti saranno anche i dati idrologici attualmente raccolti con monitoraggio in continuo.

Sulla base dei dati geologici e idrogeologici si intende proporre una “Carta della vulnerabilità intrinseca del Carso triestino”, elaborata secondo il protocollo SINTACS alla scala 1:25.000 su base cartografica informatizzata e una “Carta della vulnerabilità delle risorgive del F. Timavo” elaborata in scala 1:5.000 (Cartografia Tecnica Regionale Informatizzata) sempre secondo il protocollo SINTACS. Le carte saranno accompagnate da Note illustrative.

In questo caso, va ricordata la collaborazione in atto con l’Institut Za Raziskovanje Krasa di Postumia (Istituto di ricerche carsiche che fa parte dell’Accademia delle Scienze slovena - S.A.Z.U.). Il monitoraggio in continuo del F. Timavo, avviato nell’ambito del progetto di ricerca del G.N.D.C.I. nel 1995, prevede infatti la registrazione in continuo di temperatura, conducibilità, portata e livello delle acque nelle grotte di San Canziano (inghiottitoio in Slovenia del F. Timavo), nell’Abisso di Trebiciano (in Italia, a 325 metri di profondità ed a circa metà percorso ipogeo), presso le sorgenti di Duino ove sono posizionate le opere di presa dell’acquedotto di Trieste.

Alla ricerca ed ai suoi risultati sono interessati tanto l’Azienda Comunale Elettricità, Gas ed Acqua di Trieste, che ha messo a disposizione il suo Laboratorio chimico per l’analisi dell’acqua, quanto il Presidio Multizonale di Prevenzione di Trieste, servizio Medicina del Lavoro, con il quale si è avviata una collaborazione per quanto riguarda le norme da adottare per gli scarichi civili.

## **SORGENTI DEL F. LIVENZA**

Ad una conoscenza abbastanza approfondita delle caratteristiche geologiche del supposto bacino di alimentazione delle sorgenti del fiume Livenza non si accompagna un’altrettanto compiuta conoscenza delle caratteristiche idrogeologiche. Nell’ambito del progetto di ricerca del G.N.D.C.I., nel 1996 è stato avviato un piano di acquisizione di parametri idrologici (livello delle acque di falda, misure di portata, chimica e geochimica delle acque) nelle tre sorgenti principali: Gorgazzo, Molinetto e Santissima, presso la quale sono posizionate le opere di presa dell’acquedotto di Polcenigo, e di limitati rilievi geologici. Si fa al proposito presente che quelli in via di acquisizione sono in assoluto i primi dati di portata in continuo delle tre sorgenti, finora studiate solo parzialmente ed occasionalmente dal Magistrato alle Acque di Venezia.

Sulla base dei dati geologici ed idrogeologici disponibili a tutto il 1998, si intende proporre una “Carta preliminare della vulnerabilità intrinseca del Bacino di alimentazione del F. Livenza”. La scala sarà probabilmente quella 1:50.000, a meno che le osservazioni di campagna non consentano scale maggiori.

Ai risultati della ricerca sono interessati il Comune di Polcenigo e la Direzione scientifica dell’Assessorato alla Protezione Civile della Regione F.-V.G. che vede nelle sorgive del Livenza un’ottima risorsa/fonte alternativa in caso di inutilizzo forzato di altre fonti.

## **FALDE FREATICA E ARTESIANE DELLA PIANURA FRIULANA**

Le conoscenze sulle caratteristiche geologico-stratigrafiche della Pianura friulana non sono ottimali ma sufficienti a definire il quadro generale dell'area. Le conoscenze idrogeologiche non sono invece molto avanzate, poco si sa delle aree di alimentazione e delle modalità di deflusso delle acque, specie di quelle delle almeno 7 falde artesiane presenti nel sottosuolo della Bassa Pianura ed abbondantemente sfruttate.

Già nel 1996 era stato avviato, su sollecitazione dei Presidi Multizonali di Prevenzione di Pordenone e Udine e nell'ambito del G.N.D.C.I., un'esperienza di monitoraggio del chimismo delle acque di falda in circa 150 pozzi per acqua tenuti sotto osservazione dai Presidi. Scopo primario era quello di definire l'entità dell'inquinamento da Atrazina e Nitrati, scopo secondario quello di iniziare a definire, utilizzando il chimismo quale tracciante naturale, le aree di alimentazione delle diverse falde artesiane e le modalità di deflusso ipogeo.

Nel mese di novembre 1997 saranno presentati dai responsabili dei Presidi (cui si sono aggiunti il P.M.P. di Gorizia e l'A.C.E.G.A. di Trieste) i primi risultati della campagna biennale di campionamento (4 prelievi in ognuno dei 150 pozzi scelti). Nella relazione sarà dato ampio spazio all'analisi sulla distribuzione areale e verticale delle caratteristiche chimiche delle acque redatta dai ricercatori del Gruppo 4.7.

Nel corso del 1998 si intende continuare nella collaborazione con gli Enti pubblici, ampliando ed in parte modificando la rete di monitoraggio, al fine di addivenire ad una "Carta della vulnerabilità intrinseca dell'Alta Pianura friulana", sede di una articolata falda freatica che alimenta tanto copiose acque di risorgiva quanto le numerose e molto sfruttate falde artesiane della Bassa Pianura, a valle della Linea delle Risorgive.

I risultati della ricerca, oltre che di utilità e supporto ai compiti istituzionali del P.M.P., è di interesse precipuo della Direzione scientifica dell'Assessorato alla Protezione Civile della Regione F.-V.G., che ha dovuto gestire recentemente l'emergenza "atrazina" e teme l'incremento costante dei nitrati nelle acque freatiche ed artesiane della regione.

### [2.7. U.O. 4.8 \(AGENZIA REGIONALE PER L'AMBIENTE - REGIONE EMILIA ROMAGNA, BOLOGNA\)](#)

Sull'areale modenese, già oggetto di approfonditi studi e ricco di dati e conoscenze di base sarà prodotta una cartografia del rischio, utilizzando l'impostazione teorica già avviata, che dovrà essere sviluppata soprattutto per la parte che attiene la valutazione parametrica degli elementi puntuali e della loro relazione con gli elementi naturali di base per la valutazione della vulnerabilità.

Una importante opportunità offerta dall'areale modenese consiste nella possibilità di trasferire con immediatezza i prodotti della ricerca sia in sede comunale, sia provinciale nei documenti di pianificazione territoriale che le amministrazioni locali stanno elaborando e che già hanno tenuto conto degli studi sulla vulnerabilità. Si tratta pertanto, di produrre una pianta avanzata della ricerca applicata, su un quadro regionale di conoscenze che si sta traducendo nel completamento delle carte di vulnerabilità a varie scale per tutto o per parte del territorio regionale, a vari livelli di affinamento ed evoluzione, secondo il programma degli anni precedenti.

### [2.8. U.O. 4.9 \(DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA E GEOLOGICO AMBIENTALI - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA\)](#)

Per il 1998 l'U.O. 4.9 si propone di operare in tre differenti direttrici, due inquadrabili all'interno della linea di ricerca "Risorse idriche alternative e di Emergenza" (RISE), mentre l'ultima è relativa alla "Valutazione del Rischio di Degrado delle Risorse Idriche".

## **PREALPI BRESCIANE**

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 che già anni addietro ha studiato in generale tutte le aree carsiche delle prealpi bresciane ha individuato due grandi sorgenti carsiche (Botticino e Fontanone) che, con le loro portate, potrebbero agevolmente sopperire a eventuali deficit idrici. La ricerca che avrà la durata di tre anni solari ed è iniziata a Settembre del 1996, verterà specificatamente sulla definizione puntuale del bacino di alimentazione e del regime di queste due sorgenti (che sono state monitorate in continuo per conducibilità, temperature e portata, mentre sul bacino di ricarica sono state installate due cabine meteorologiche): una volta definita l'area di alimentazione delle sorgenti, quest'ultima verrà anche caratterizzata dal punto di vista della sua vulnerabilità specifica. Da ultimo si intende anche produrre una valutazione del rischio di degrado delle risorse idriche di queste due sorgenti basato sul modello predisposto dal Prof. Civita.

## **COMPENSORIO DELLA MONTAGNA SENESE**

In una vasta area della Provincia di Siena gli acquedotti pubblici hanno risorse idriche a rischio, sia per la stretta dipendenza della ricarica sia per la qualità dell'acqua. 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. Si prevede che lo studio completo occuperà un arco di tempo di due anni e quindi, essendo iniziato nei primi mesi del 1996 già per la metà del 1997 si avranno dati preliminari utilizzabili in caso di emergenza.

## **VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI DEGRADO DELLE RISORSE IDRICHE DEL BACINO DEL FRIGIDO**

L'area campione su cui applicare le metodologie per la valutazione dei rischi di degrado delle risorse idriche in ambiente carsico è stata scelta ancora una volta nella zona delle Alpi Apuane, area dove l'U.O. 4.9 lavora da tempo. Il progetto di ricerca prevede il completamento della raccolta dei dati idrogeologici, soprattutto in base alle molte nuove scoperte in campo speleologico effettuate nell'area durante gli ultimi anni. Parallelamente saranno raccolte tutte le informazioni relative alle attività antropiche. Per la valutazione del rischio di degrado qualitativo si terranno in particolare considerazione l'impatto delle diverse tecnologie di estrazione dei marmi, essendo le principali attività a rischio ambientale praticate nell'area apuana.

### [2.9. U.O. 4.10N \(DIPARTIMENTO DI SCIENZE DEI MATERIALI E DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI ANCONA\)](#)

La ricerca proposta ha come oggetto lo studio delle seguenti problematiche idrogeologiche delle Marche:

- caratterizzazione idrogeologica della regione marchigiana con l'analisi della vulnerabilità delle sorgenti carbonatiche e degli acquiferi delle pianure alluvionali;
- analisi della pericolosità e dei rischi potenziali a cui sono sottoposti gli acquiferi delle pianure e le sorgenti emergenti da quelli carbonatici;
- caratterizzazione idrogeologica degli acquiferi profondi delle dorsali carbonatiche e individuazione degli acquiferi le cui acque possono essere utilizzate come risorse idriche integrative, sostitutive e come riserve strategiche;
- analisi delle sorgenti dell'Appennino umbro-marchigiano in cui si sono manifestate variazioni di portata e chimismo a seguito dei recenti eventi sismici;
- studi sperimentali, in laboratorio e in campagna, sulle modalità di diffusione e dispersione di contaminanti, immessi nella superficie del suolo o nelle acque, attraverso la zona insatura e modalità di propagazione degli inquinanti dalla zona insatura a quella satura dell'acquifero.

L'Unità Operativa regionale, pur analizzando gli acquiferi dell'ambito regionale, ha operato per aree campione in quanto uno degli obiettivi della ricerca consiste nello sviluppo di metodologie di indagine per:

- l'analisi degli acquiferi carbonatici, delle pianure alluvionali e dei depositi terrigeni;
- l'analisi della vulnerabilità degli acquiferi delle pianure, e delle sorgenti emergenti dagli acquiferi carbonatici;
- l'utilizzazione di Sistemi Informativi Geografici nell'elaborazione di cartografie tematiche in ambito idrogeologico (carte della vulnerabilità, di pericolosità e di rischio) estrapolabili ad altre realtà regionali.

Gli acquiferi e le aree campione su cui si stanno conducendo, o concludendo, le indagini sono le seguenti:

- dorsale carbonatica della Maiella e del Morrone;
- dorsali carbonatiche della Montagna dei Fiori e dei M.te Catria e M.te Nerone (in preparazione per la stampa);
- acquifero della pianura alluvionale del fiume Esino (in preparazione per la stampa);
- idrogeologia dell'area compresa tra i fiumi Cesano e Potenza (Marche centrali) con l'elaborazione di una cartografia idrogeologica informatizzata mediante l'utilizzazione di un G.I.S. (in preparazione per la stampa);
- idrogeologia della zona insatura mediante indagini sperimentali in siti campione e in laboratorio.

## **DORSALI DEI MONTI CATRIA-NERONE E DELLA MONTAGNA DEI FIORI**

L'indagine idrogeologica condotta su basi sperimentali delle dorsali carbonatiche, i cui risultati sono attualmente in fase di stampa, ha permesso di delineare le modalità dell'alimentazione e circolazione idrica nelle due dorsali, di elaborare il bilancio idrogeologico delle due idrostrutture, di evidenziare l'elevata vulnerabilità degli acquiferi e delle sorgenti. In particolare hanno portato all'individuazione di risorse idriche profonde attualmente inutilizzate. La prosecuzione delle ricerche in queste idrostrutture sarà finalizzata

all'individuazione delle zone di tutela, di protezione e rispetto delle sorgenti alimentate dagli acquiferi delle dorsali con l'ausilio di prove sperimentali in sorgenti campione.

## **DORSALI DELLA MAIELLA E DEL MORRONE**

L'analisi idrogeologica delle due dorsali sarà condotta mediante indagini sperimentali finalizzate alla ricostruzione degli idrogrammi fluviali dei corsi d'acqua che interessano le strutture, di sorgenti campione e l'analisi dei parametri chimico-fisici e della loro variabilità durante l'anno idrologico.

Le due dorsali saranno strumentate con apparecchiature per misure in continuo delle portate fluviali e sorgive, della conducibilità elettrica e della temperatura delle acque. La taratura delle apparecchiature per la misura dei parametri idrometrici sarà condotta con mulinello idrometrico e traccianti artificiali.

## **CARTOGRAFIA IDROGEOLOGICA INFORMATIZZATA DELL'AREA COMPRESA TRA I FIUMI CESANO E POTENZA**

La cartografia idrogeologica dell'area compresa tra i fiumi Cesano e Potenza, elaborata mediante l'utilizzazione di un Sistema Informativo Geografico, è attualmente in fase di stesura per la stampa. La progettazione di un modello concettuale del database idrogeologico georeferenziato, oltre alla stesura della cartografia idrogeologica e all'analisi della vulnerabilità potenziale, ha permesso di analizzare, in maniera dinamica, le condizioni di pericolosità e di rischio potenziali che gravano sugli acquiferi. La continuazione delle ricerche in questo settore sarà finalizzata al miglioramento del modello concettuale del database idrogeologico e alle rappresentazioni cartografiche.

## **IDROGEOLOGIA DELLA ZONA INSATURA**

Le ricerche in tale settore sono state affrontate sperimentalmente in laboratorio e in campagna. In laboratorio sono state realizzate colonne di grande diametro per la simulazione della propagazione del fronte umido e sono state costruite apparecchiature per il controllo del fenomeno. I risultati della sperimentazione hanno portato alla progettazione di un vascone, di 3 x 1.5 x 2 m di lato, per la simulazione delle caratteristiche idrogeologiche di un acquifero poroso, con relativa zona insatura. La continuazione delle ricerche sarà principalmente finalizzata alla verifica sperimentale delle problematiche relative alla diffusione e dispersione di contaminanti attraverso la zona insatura e delle modalità di propagazione degli inquinanti dalla zona insatura a quella satura dell'acquifero. Tali problematiche, oltre che in laboratorio, verranno esaminate anche in due parcelle sperimentali di campagna già strumentate con piezometri, tensiometri, lisimetri, stazione pluvio-termometrica e attrezzate per effettuare misure di umidità del suolo con sonda a neutroni.

## **ACQUIFERO DELLA PIANURA ALLUVIONALE DEL FIUME ESINO**

I risultati delle indagini condotte sulla pianura del fiume Esino hanno portato alla redazione di una cartografia idrogeologica informatizzata della porzione terminale del bacino idrografico, attualmente in fase di stesura per la stampa, con gli elementi relativi alla vulnerabilità potenziale dell'acquifero e alla pericolosità e rischi potenziali. Le ricerche

sull'acquifero della pianura sono attualmente finalizzate all'applicazione di modelli matematici per la simulazione del flusso sotterraneo.

## **ANALISI DELLE SORGENTI DELL'APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO IN CUI SI SONO MANIFESTATE VARIAZIONI DI PORTATA E CHIMISMO A SEGUITO DEI RECENTI EVENTI SISMICI**

In alcune sorgenti emergenti dagli acquiferi delle dorsali umbro marchigiane captate a fini idropotabili, a seguito degli eventi sismici che hanno interessato questa porzione dell'Appennino, sono stati segnalati intorpidimento delle acque e variazioni delle portate. Alcune di queste sorgenti sono state, nel recente passato, oggetto delle ricerche di questa Unità Operativa. In particolare le sorgenti emergenti dalla dorsale di Cingoli, dei monti Catria e Nerone e della dorsale marchigiana del bacino del fiume Esino. In queste sorgenti, e in alcune altre importanti emergenze della dorsale umbro-marchigiana, si intende monitorare, mediante l'installazione di registratori in continuo, le variazioni delle portate, della temperatura e della conducibilità elettrica delle acque sorgive e delle precipitazioni nelle aree prossime alle sorgenti seguite da periodiche analisi chimiche delle acque. Lo scopo è quello di verificare eventuali effetti sul regime delle portate e sul chimismo delle acque delle sorgenti a seguito del fenomeno sismico. Il monitoraggio ovviamente dovrà essere continuo nel tempo. Essendo le sorgenti che si intende sottoporre a controllo generalmente captate da aziende acquedottistiche la continuità nel tempo del monitoraggio è da ritenersi fattibile.

## **PRODOTTI DI CUI SI PREVEDE L'ACQUISIZIONE**

- schema idrogeologico regionale, alla scala 1:200.000, con una prima valutazione delle problematiche relative alla vulnerabilità e pericolosità e rischi di inquinamento potenziali per gli acquiferi regionali;
- metodologia per l'utilizzazione del GIS, in particolare dei database idrogeologici georeferenziati, per l'elaborazione di cartografie tematiche in idrogeologia;
- verifiche sull'utilizzazione dei modelli matematici in idrogeologia per le problematiche relative alla gestione degli acquiferi;
- metodologie per la determinazione delle zone di tutela assoluta, di rispetto e di protezione delle sorgenti emergenti dagli acquiferi delle dorsali carbonatiche;
- strumentazione per il monitoraggio della propagazione del fronte umido e inquinanti nel mezzo insaturo.

Apparecchi, materiali e servizi per la conduzione delle ricerche proposte sono presenti presso il Dipartimento di Scienze dei Materiali e della Terra dell'Università degli Studi di Ancona. Per quanto concerne il controllo delle sorgenti emergenti nelle dorsali umbro-marchigiane si rende necessario acquisire una serie di sonde per il monitoraggio dei parametri idrogeologici.

#### 2.10. U.O. 4.11 (REGIONE UMBRIA AREA AMBIENTE ED INFRASTRUTTURE - PERUGIA)

- Valutazione della vulnerabilità in acquiferi carbonatici in aree RISE e valutazione del rischio idrogeologico in acquiferi alluvionali e nelle aree di ricarica degli stessi.

Attraverso informazioni idrogeologiche di dettaglio provenienti dagli studi effettuati per la definizione di aree RISE, sarà definita in aree campione la vulnerabilità degli acquiferi con metodologie GNDCI.

- Identificazione e valutazione di risorse idriche alternative nei calcari umbri: verifica delle portate estraibili e della qualità della risorsa.

Saranno valutate attraverso prove di pompaggio a lunga durata e analisi chimiche di dettaglio la quantità e la qualità di risorse idriche alternative ed integrative alle esistenti già individuate attraverso perforazioni di prova-produzione.

#### 2.11. U.O. 4.12 (DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DEL TERRITORIO - UNIVERSITÀ DI CAGLIARI)

VAZAR

- Prosiegua misure rete di monitoraggio;
- aggiornamento fonti inquinamento
- analisi chimico-batterologiche acque sotterranee e superficiali
- aggiornamento G.I.S. Carte della Vulnerabilità e della Vulnerazione.

RISE

- Analisi geostrutturale di dettaglio;
- definizione di idrostrutture, anche con traccianti e metodi geofisici;
- bilancio idrogeologico e quantificazione risorsa sotterranea;
- valutazione vulnerabilità;
- gestione risorsa.

VARA

- Identificazione aree sperimentazione;
- sperimentazione ricarica a mezzo pozzo;
- sperimentazione ricarica a mezzo vascone.

#### 2.12. U.O. 4.13 (IRSA-CNR ROMA)

Si prevede che l'attività dell'U.O. 4.13 nel 1998 si svilupperà secondo le seguenti linee:

- sperimentazione su aree pilota di metodologie di valutazione del rischio di inquinamento mediante tecniche geostatistiche e relativa rappresentazione cartografica;
- stampa di una cartografia digitalizzata a scala nazionale sinottica sull'inquinamento delle acque sotterranee utilizzate a scopo potabile e di una monografia illustrativa della Banca dei casi di inquinamento;
- definizione delle linee guida per la gestione operativa della Banca dei casi di inquinamento (trasferimento, aggiornamento, integrazione con altre B.D.) ed integrazione con le risorse informatiche del DPC (Dipartimento della Protezione Civile).

### 2.13. U.O. 4.14 (CE.R.I.S.T. - CNR BARI)

Nell'ambito della gestione e della protezione delle risorse idriche sotterranee, ospitate nell'acquifero carbonatico cretaceo, fessurato e carsico, specie per quelle di maggiore pregio destinabili quindi ad un loro utilizzo nel comparto potabile, verranno affrontati studi e ricerche volti ad individuare e definire i criteri ottimali per una loro utilizzazione e per attuare la protezione attiva e passiva delle fonti idriche pregiate.

Già negli anni '80 erano state individuate aree territoriali caratterizzate in profondità dalla presenza di un acquifero carbonatico ospitante la falda idrica sotterranea presentante un elevato grado di qualità, falda ravvenata dalle precipitazioni meteoriche direttamente incidenti sul territorio.

Alla falda carbonatica si fa abbondantemente ricorso per gli approvvigionamenti idrici potabili integrando le disponibilità extraregionali. Tali captazioni peraltro interessano praticamente tutto il territorio pugliese creando centri di prelievo a macchia di leopardo. Ma, come è ben noto, la falda è soggetta anche a processi d'inquinamento antropico di origine civile, agricola ed industriale oltre che salino, quest'ultimo dovuto essenzialmente ad uno sovrasfruttamento della falda, processi che col passare del tempo diventano sempre più importanti.

Si intendono pertanto sviluppare attività di campo in talune aree campione di peculiare interesse, consistenti nella individuazione dei principali centri di pericolo produttori o possibili promotori di inquinamento e sviluppare accertamenti dettagliati in pozzi disponibili consistenti in logs multiparametrici e determinazioni della velocità di filtrazione delle acque di falda intercettate; verranno anche sviluppate determinazioni del Rn222 presente nelle acque. Con tali metodologie sarà possibile parametrizzare il deflusso idrico sotterraneo, individuare i livelli idrici preferenziali e definire le caratteristiche di permeabilità locali dell'acquifero in funzione anche del suo grado di fessurazione ed incarsimento in relazione anche alla presenza di “terra rossa”. Le correlazioni tra i vari e differenti dati acquisiti permetteranno di valutare il rischio che risorse di pregio possano venire interessate da un inquinamento proveniente da zone sia prossime che lontane.

La ricostruzione spaziale dei deflussi idrici preferenziali è elemento di base per comprendere come un inquinamento possa evolversi in un ambiente quale quello di studio; tale ricostruzione non può certo prescindere da una dettagliata ricostruzione stratigrafica co-tettonica dell'ambiente carbonatico.

Il confronto poi tra i vari carotaggi multiparametrici permetterà di riconoscere possibili evoluzioni areali delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque di falda, mentre l'analisi della concentrazione in Rn222 nelle acque di falda fornirà chiare indicazioni sullo stato di fessurazione e di incarsimento delle rocce carbonatiche e sulla presenza della “terra rossa”. I caratteri idrologici che potranno essere resi disponibili inerenti le perforazioni in esame permetteranno di completare l'analisi del sistema.

Tutti questi elementi contribuiranno alla definizione del tipo e del grado di rischio di una 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 risulteranno utili ed indispensabili per una possibile successiva modellazione del sistema.

[2.14 U.O. 4.15N \(DIPARTIMENTO DI CHIMICA AGRARIA ED AMBIENTALE - UNIVERSITÀ CATTOLICA S. CUORE, PIACENZA\)](#)

L'Unità Operativa svilupperà indici parametrici valutativi per differenziare l'impatto ambientale derivante dal diverso uso agricolo del suolo. Tali indici saranno ottenuti parametrizzando i risultati ottenuti sia da evidenze sperimentali sia da simulazioni effettuate con modelli matematici nel lungo periodo.

La parametrizzazione sarà effettuata seguendo i criteri già sviluppati dalla Linea di Ricerca al fine di ottenere strumenti da implementare nel modello SINTACS (Civita et al., 1997). Una volta implementato il modello SINTACS sarà applicato alla scala provinciale di Piacenza e Cremona.

[2.15. U.O. 4.16 \(CSEI CATANIA\)](#)

La ricerca che si prevede di sviluppare nell'anno 1998 consiste nel completamento dello studio idrogeologico e di vulnerabilità degli acquiferi presenti nel territorio della provincia di Enna, secondo le linee del P.S. VAZAR., già avviato nell'anno precedente.

La metodologia che si seguirà per l'esecuzione della ricerca ricalca quella utilizzata per gli analoghi studi condotti nelle altre zone della Sicilia orientale (Etna, M. Peloritani, Piana di Catania).

Sulla base degli elementi geologici e idrogeologici disponibili per studi ed indagini precedentemente eseguiti verrà effettuato quindi l'aggiornamento ed il completamento delle informazioni necessarie per delineare il quadro dettagliato delle condizioni del settore di territorio considerato.

L'area su cui si svilupperà la ricerca si pone ad ovest e a nord di quella interessata dall'esteso placcone sabbioso-calcareo di Piazza Armerina - Valguarnera; essa comprende le placche di minore estensione che si susseguono fino all'abitato di Barrafranca. A nord verrà invece considerata l'area comprendente gli analoghi affioramenti estesi in senso est-ovest fra le località Capodarso e Pergusa, alla periferia meridionale dell'abitato di Enna.

Fra gli acquiferi presenti in dette aree verranno considerati anche i depositi alluvionali di fondo valle dei fiumi Dittaino e Gornalunga, di minore significato idrogeologico per la loro composizione granulometrica.

Si prenderà altresì in considerazione l'area più settentrionale in cui resta compresa un'altra placca sabbioso-calcareo su cui ricadono gli abitati di Leonforte, Agira, Assoro e Nissoria e nella quale sono contenute apprezzabili risorse idriche sotterranee. A nord di questa affiora infine una fascia di sedimenti evaporitici, di cui verrà definito il significato idrogeologico.

A seguito della definizione di detto quadro idrogeologico si procederà alla valutazione della vulnerabilità degli acquiferi individuati, con particolare dettaglio per quelli in cui sono contenute le più significative risorse idriche. Come precisato nei precedenti rapporti, le più estese placche di terreni sabbioso-calcareo costituiscono l'elemento di maggiore interesse del territorio in questione, essendo questi terreni dotati di sufficiente permeabilità per consentire l'esistenza al loro interno di risorse idriche utili per soddisfare i locali fabbisogni civili e agricoli. A questi acquiferi viene quindi dedicata la maggiore attenzione nel definire le condizioni delle falde ivi contenute ed il relativo grado di vulnerabilità, nonché lo stato di pericolosità determinato da potenziali fonti di inquinamento rappresentate da attività antropiche.

Le fonti di approvvigionamento idrico del territorio sono rappresentate da pozzi, sia trivellati che scavati a largo diametro, concentrati in determinate aree che hanno

dimostrato una migliore capacità produttiva. La notevole variabilità nella capacità produttiva di tali opere, riconducibile alla spiccata eterogeneità degli acquiferi, e nella qualità delle acque emunte comporta tuttavia una eccessiva concentrazione dei punti di attingimento in determinati settori, che ha come conseguenza l'instaurarsi di condizioni di sovrasfruttamento delle falde con decadimento della qualità delle risorse idriche.

Tali condizioni saranno oggetto di analisi approfondita per definire le condizioni di vulnerabilità e di pericolosità a cui sono soggette le risorse idriche sotterranee, al fine di individuare i criteri ed i metodi di protezione e prevenzione dei fenomeni di deterioramento.

A tale scopo, l'analisi degli acquiferi verrà anche effettuata mediante esecuzione di prove di emungimento su taluni pozzi di maggiore interesse e prelievo di campioni d'acqua in condizioni statiche e dinamiche.

Per quanto riguarda le manifestazioni sorgentizie, le cui acque contribuiscono all'approvvigionamento idrico locale, verranno eseguite misure periodiche per valutarne il significato e l'interesse per lo sfruttamento.

Alle conoscenze sulla vulnerabilità degli acquiferi si assocerà l'individuazione ed il censimento dei centri di pericolo esistenti nel territorio, collegati alle attività antropiche e rappresentati in larga misura dalle attività agricole e zootecniche.

I risultati di tale ricerca verranno utilizzati per completare la cartografia di vulnerabilità all'inquinamento dell'intero territorio studiato.

Oltre all'attività sopra illustrata verrà proseguita la ricerca, avviata per le aree della Sicilia orientale precedentemente trattate, tendente alla individuazione di sistemi di razionalizzazione dei prelievi in corrispondenza di strutture idrogeologiche favorevoli per potenzialità e possibilità di difesa nei confronti dell'inquinamento. Ciò al fine di realizzare opere idonee per la captazione e gestione di risorse idriche da utilizzare a fini integrativi e di emergenza per l'approvvigionamento idropotabile, nell'ottica del P.S. RISE.

Verrà inoltre sperimentata l'applicazione della metodologia proposta da Civita (1995) per la valutazione del rischio di inquinamento delle risorse idriche sotterranee in alcuni settori dell'area vulcanica etnea, di cui sono state in precedenza definite le condizioni di vulnerabilità e di pericolosità. I risultati di tale applicazione porteranno alla redazione di carte del rischio di inquinamento e più in generale di deterioramento qualitativo e quantitativo delle RIS su base territoriale e con riferimento ai punti di prelievo per scopi idropotabili.

#### [2.16. U.O. 4.17 \(ISTITUTO DI GEOLOGIA E GEOFISICA - UNIVERSITÀ DI CATANIA\)](#)

Pubblicazione delle Carte di vulnerabilità delle unità idrogeologiche delle Madonie, dei Sicani e della Calabria a scala 1:50.000. A tal fine verrà approntato un programma di indagine, censimento, raccolta ed elaborazione dati riguardanti quelli: lito-stratigrafici, piezometrici, pedologici e dell'uso del suolo, idrogeologici, idrologici e meteorologici; censimento dei centri di pericolo, qualità e quantità delle risorse idriche, censimento dei riduttori e preventori.

La realizzazione di tali mappe si prevede in forma numerica (GIS) in modo da archiviare, integrare ed elaborare e presentare grandi masse di dati geograficamente identificati.

Analisi delle caratteristiche di infiltrazione efficace e bilancio idrico (RISE) per i vari acquiferi e bacini idrogeologici in cui sono strutturate le unità idrogeologiche.

#### [2.17. U.O. 4.18N \(I.I.R.G. - CNR PISA\)](#)

## **ZONA DI STUDIO**

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

## **PUNTI D'ACQUA**

- 50 relativi al Fiume Arno e ai suoi affluenti principali
- 35 relativi al Fiume Serchio e ai suoi affluenti principali
- 100 relativi a pozzi in acquiferi confinati
- 20 relativi a pozzi in acquiferi non-confinati

## **DETERMINAZIONI ANALITICHE**

Su tutti i campioni verranno eseguite analisi chimiche dei costituenti maggiori e la determinazione della composizione isotopica dell'H e O dell'acqua.

Su campioni selezionati verranno eseguite analisi chimiche degli elementi minori ed in tracce (compreso i metalli presenti) e la determinazione della composizione isotopica del C dei bicarbonati e dello S nei solfati disciolti.

## **ATTIVITÀ PER IL 1998**

Poiché il richiedente ed i suoi collaboratori hanno già svolto ricerche sia sul Bacino dell'Arno che sui pozzi della parte centrale della Pianura, si ritiene che per le finalità della presente ricerca si possano considerare acquisite indicazioni preliminari delle caratteristiche chimico-isotopiche relative a queste zone.

Pertanto l'attività prevista per il 1998 riguarderà il completamento del quadro descrittivo delle acque superficiali con lo studio del Bacino del Fiume Serchio ed il completamento dell'indagine sui pozzi in acquiferi confinati che si limiterebbe allo studio di 30 punti di acque, essendo gli altri 70 già noti. A1 termine della raccolta dei dati si procederà al loro trattamento al fine di individuare e separare le componenti idriche di diversa origine in base alle loro peculiari caratteristiche chimico-isotopiche.

Nel contempo si selezioneranno anche i pozzi freatici sui quali si dovrà avviare un'indagine di dettaglio, (soprattutto in relazione alla chimica delle tracce) mirata alla definizione delle interazioni che possono instaurarsi con le acque dei fiumi o con le acque degli acquiferi confinati.

La descrizione e separazione di contributi idrici "naturali" agli acquiferi in interesse sia privato che pubblico della Pianura di Pisa, dovrebbe consentire di enucleare potenziali apporti antropici agli acquiferi suddetti.

[2.18. U.O. 4.20U \(DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA UNIVERSITÀ DI FIRENZE\)](#)

## **RIAS**

Verrà redatta la Carta della Vulnerabilità all'Inquinamento, con metodo parametrico SINTACS, e la carta del Rischio di Inquinamento degli acquiferi nella pianura alluvionale del Medio Valdarno. Nella parcella sperimentale di Pistoia verrà applicata una miscela di principi attivi diserbanti per lo studio del flusso trasporto attraverso la zona non satura; i risultati dell'osservazione saranno tarati con due codici di modellizzazione: PRZM-2 e CHEMFLOW. Contestualmente e a livello di indagine territoriale, verranno effettuate 4 campagne di campionamento d'acqua di falda su pozzi poco profondi in un'area della pianura di Pistoia assieme all'effettuazione, tramite trivellate a mano, del campionamento della zona non satura. Verrà iniziata la sperimentazione sul flusso di percolati in condizioni ambientali di fondo discarica: la sperimentazione verrà condotta in 3 cassoni di Moplen, di cui uno riempito di terra sabbiosa, uno di terra prevalentemente limosa e uno di terra limo-argillosa, tutti costipati artificialmente. Lo studio del flusso di infiltrazione verrà condotto tramite infiltrometri a cilindro singolo confinato dotati di termostati. Verrà continuata la campagna di campionamento tramite fustelle cilindriche di suoli della pianura del Medio Valdarno per lo studio della vulnerabilità dei suoli al flusso di inquinanti di tipo DNAPL; verrà applicata la tecnica TDR per la determinazione della presenza di tali sostanze entro il mezzo poroso. Verrà pubblicata la carta della Vulnerabilità intrinseca all'inquinamento della Pianura di Pisa e si completerà la raccolta dei dati litostratigrafici e freaticometrici per la porzione Senese della Val di Chiana.

## **ISRA**

Proseguiranno le indagini a scala regionale con particolare attenzione agli affioramenti carbonatici della serie toscana, nell'area appenninica toscano-emiliana nella parte meridionale della Regione.

A seguito degli eventi sismici verificatisi nell'area umbro-marchigiana si ha notizia scientifica di avvenute variazioni di portata e di chimismo in connessione temporale con gli stessi.

Lo scrivente ha da tempo eseguito nelle aree appenniniche toscano-emiliane-romagnole l'inventario di sorgenti e opere idrauliche (pozzi) più importanti e in tempi recenti ha acquisito altri dati, della stessa natura, nelle aree emiliane (Passo della Futa - Raticosa - alta Valle del Reno) anche provvisti, in numerosi casi, di caratterizzazione chimica, e di valore di portata.

Si ritiene che l'insieme dei dati e dei punti di controllo, una volta organizzati e selezionati, possa costituire un reticolo di controllo notevolmente ampio per le aree sismogenetiche di Casentino - Mugello - Alta Valle del Reno.

Qualora le UU.OO. marchigiane siano interessate, come si ritiene, a svolgere un consimile programma, potrebbe essere organizzato un lavoro coordinato di monitoraggio, che potrebbe trovare una collocazione più opportuna nei programmi finalizzati della Protezione Civile Nazionale, anche se in funzionale connessione metodologica con quelli della Linea 4 del GNDCI.

La strumentazione necessaria per il programma in oggetto viene allegata, ed essa non è stata indicata nel programma di spesa ritenendo che la spesa debba

essere valutata e coordinata con altre UU.OO. eventualmente interessate e in un contesto eventualmente diverso.

### 2.19. U.O. 4.21N (DIPARTIMENTO DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA-UNIVERSITÀ FEDERICO II, NAPOLI)

Il progetto di ricerca per il 1998 è finalizzato all'approfondimento di problematiche inerenti alla previsione ed alla prevenzione del rischio di inquinamento degli acquiferi e delle risorse idriche sotterranee. Esso costituisce, perciò, un prolungamento dell'attività di ricerca svolta nel corso del precedente triennio 1995-1997. Di conseguenza, nel presente elaborato, ci si soffermerà innanzitutto su una sintetica, ma esaustiva, descrizione dei risultati ottenuti nel recente passato.

## **RISULTATI CONSEGUITI NEL CORSO DEL TRIENNIO 1995-1997**

Per quanto attiene al programma speciale RIAS, i principali risultati conseguiti sono i seguenti:

- definizione di un nuovo metodo di valutazione (DAC) della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi in realtà idrogeologiche complesse, mediante l'opportuno adattamento di metodologie già note quali DRASTIC e SINTACS; tra i caratteri di complessità, si ricordano:
  - ⇒ presenza di acquiferi sovrapposti;
  - ⇒ presenza di fenomeni di infiltrazione secondaria, negli acquiferi, di acque di ruscellamento superficiale;
  - ⇒ esistenza di fenomeni di esondazione fluviale;
- definizione di un metodo di valutazione (VIR) della "vulnerabilità all'inquinamento risultante" delle risorse idriche sotterranee; ciò al fine di comprendere quanto connesso con l'interazione dinamica che sussiste tra falda (in movimento) e le porzioni di acquifero attraversate, eventualmente caratterizzate da diversi gradi di vulnerabilità all'inquinamento;
- definizione e comprensione dello stato di protezione naturale di alcuni tra i più importanti acquiferi della Campania e del Molise, nonché censimento e visualizzazione delle fonti di inquinamento, potenziale e/o reale, esistenti sul territorio;
- definizione di nuovi criteri di salvaguardia delle risorse idriche sotterranee in realtà idrogeologiche complesse; tra i principali aspetti di novità introdotti, si citano:
  - ⇒ la maggiore articolazione attribuita alle aree di salvaguardia previste dal D.P.R. 236/88;
  - ⇒ l'introduzione del concetto di "area di salvaguardia ad evoluzione progressiva", finalizzata al raggiungimento di un equilibrio tra necessità di vincolo del territorio ed esigenze socio-economiche delle popolazioni indigene;
  - ⇒ definizione di "criteri di protezione dinamica", che, tarati su realtà idrogeologiche carbonatiche dell'Italia centro-meridionale, si adattano a molte situazioni in cui non è sufficiente la definizione delle aree di salvaguardia per una buona protezione delle risorse idriche sotterranee.

Per quanto concerne il programma speciale ISRA, il risultato più significativo è identificabile nella comprensione delle problematiche connesse con la definizione dei criteri di scelta delle risorse idriche integrative, sostitutive e di emergenza nella regione Campania. A questo proposito, sono state identificate soluzioni realizzabili in tempi più o

meno lunghi, ma, in ogni caso, strettamente interconnesse e da concepire, per questo, in un unico progetto, ampio ed organico.

Tra le soluzioni individuate si citano:

- la realizzazione di interventi di razionalizzazione e di ottimizzazione delle opere di captazione e degli schemi acquedottistici esistenti, nonché di minimizzazione delle perdite idriche che si hanno dalle reti di distribuzione.
- la realizzazione di invasi artificiali;
- il riciclaggio delle acque reflue.
- realizzazione di nuove opere di captazione, mirate alla diversificazione dei punti di prelievo anche di una stessa risorsa, all'utilizzo degli acquiferi come serbatoi naturali di compenso ed al prelievo di alcune risorse (di pessima qualità, in corrispondenza dei recapiti naturali), prima che le stesse accrescano eccessivamente il proprio contenuto salino.

In ogni caso, la realizzazione delle opere di captazione e delle reti acquedottistiche deve essere necessariamente mirata ad una gestione versatile delle risorse, mediante una loro oculata ed efficiente interconnessione.

L'insieme dei criteri di salvaguardia delle risorse idriche sotterranee (di cui si è detto nei precedenti paragrafi 2 e 3) è stato sottoposto all'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Voltumo, la quale lo ha recepito, allo scopo di sviluppare un'azione propositiva presso gli Enti utilizzatori delle risorse idriche sotterranee, mediante il suggerimento di "linee guida" che consentano di adeguare i loro interventi di salvaguardia alle peculiari caratteristiche della realtà idrogeologica nella quale operano.

Gli studi sulla vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi carbonatici del Terminio-Tuoro, del Taburno e del Camposauro sono stati recepiti dal Consorzio Interprovinciale dell'Alto Calore Azienda Consortile (Avellino), il quale gestisce gran parte delle opere di captazione in essi ricadenti. Lo stesso Consorzio, partendo dallo strumento scientifico fornitogli, ha definito i criteri di salvaguardia dall'inquinamento delle risorse idriche captate.

Lo studio sulla vulnerabilità all'inquinamento delle pianure alluvionali-piroclastiche del Samo e del Solofrana sono stati recepiti, ai medesimi fini, dal Consorzio di Bonifica dell'Agro Sarnese Nocerino (Nocera Inf.).

## **OBIETTIVI E MODALITÀ DI SVILUPPO DEL PROGRAMMA DI RICERCA PER IL 1998**

Più in dettaglio, per quanto concerne il programma previsto per il 1998, si procederà allo sviluppo degli obiettivi di seguito sintetizzati:

- perfezionare le metodologie attualmente disponibili, finalizzate alla valutazione della vulnerabilità all'inquinamento;
- redigere carte della vulnerabilità all'inquinamento di alcuni acquiferi di particolare interesse idrogeologico;
- sviluppare un approccio mirato alla valutazione del Rischio di Inquinamento delle acque sotterranee, che consentirà la realizzazione di apposite cartografie di sintesi, finalizzate ad una sempre più oculata e consapevole gestione del Territorio e della Risorsa Acqua;
- definire i criteri di salvaguardia dall'inquinamento dei principali acquiferi studiati.

Il progetto di ricerca prevede il raggiungimento degli obiettivi su esposti in realtà idrogeologiche di particolare interesse, ricadenti nelle regioni Campania, Molise e Calabria. Più in dettaglio, in Campania si procederà all'ulteriore approfondimento di

quanto finora elaborato, dai membri dell'Unità Operativa, in acquiferi costituiti esclusivamente da calcari, calcari dolomitici e dolomie. In Molise ci si soffermerà su acquiferi costituiti da alternanze di calcari, con liste e noduli di selce, calcari marnosi, mame ed argille. In Calabria si procederà all'approfondimento delle medesime problematiche in acquiferi ignei e/o metamorfici. Gli acquiferi, in ciascuna regione, verranno scelti in funzione, sia delle loro peculiarità idrogeologiche, sia del valore strategico delle rispettive risorse idriche sotterranee. Allo stato, sono stati selezionati gli acquiferi ricadenti nelle aree dei Monti Lattari, del Somma-Vesuvio, dell'Isola d'Ischia e della Piana del Sele, ricadenti in regione Campania.

L'approccio di cui sopra, partendo da un'analisi preliminare di puro taglio idrogeologico, consentirà di valutare lo stato di protezione delle acque sotterranee (naturale e/o indotta dall'intervento antropico) e di definire le ottimali soluzioni di salvaguardia delle stesse.

Riguardo al primo aspetto, verranno elaborate Carte della Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi, prendendo ovunque spunto per ulteriori affinamento della metodologia in uso. In particolare, ci si prefigge di:

- articolare le soluzioni fornite dalla metodologia, al fine di adattare alle nuove realtà idrogeologiche in esame;
- approfondire l'approccio al comparto "suolo", al fine di valutare, in modo quanto più corretto, il ruolo che esso svolge nella protezione degli acquiferi rispetto alla percolazione di sostanze inquinanti provenienti dalla superficie topografica.

#### [2.20. U.O. 4.22 \(ISTITUTO DI GEOLOGIA APPLICATA - UNIVERSITÀ FEDERICO II, NAPOLI\)](#)

L'U.O. si prefigge:

- di produrre una carta della vulnerabilità intrinseca della zona NW del massiccio carbonatico del Matese mediante GIS;
- di approfondire studi relativi ai rilievi carbonatici che culminano nel Monte Accellica al fine:
  - ⇒ di delimitare i diversi bacini idrogeologici;
  - ⇒ di definire i meccanismi di mineralizzazione della Sorgente S. Benedetto (settore nord-occidentale della piana del F. Sele); tale scaturigine, non ancora utilizzata e con una portata di alcune centinaia di l/s, è infatti caratterizzata da un chimismo che non ne rende immediata l'utilizzazione;
  - ⇒ di descrivere in dettaglio l'importante fronte sorgentizio della Piana di Acerno;
  - ⇒ di approfondire le conoscenze idrogeologiche relative al vulcano di Roccamonfina.

#### [2.21. U.O. 4.23 \(DIPARTIMENTO STRUTTURE GEOTECNICA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA - UNIVERSITÀ DELLA BASILICATA, POTENZA\)](#)

Nel 1998, sulla scorta delle esperienze maturate dai componenti dell'U.O. nell'ambito della valutazione della vulnerabilità degli acquiferi carbonatici della Basilicata, si ha in animo di condurre studi e ricerche circostanziate su taluni acquiferi fessurati e carsici ricadenti nella porzione meridionale dell'Appennino lucano. Trattasi degli acquiferi del Monte Sirino e di Madonna del Pollino, quest'ultimo facente parte del sistema idrogeologico del Monte Pollino.

Per quanto riguarda il Monte Sirino, gli studi sono in via di ultimazione e parte di questi sono in corso di pubblicazione. Sulla scorta delle risultanze degli stessi studi sarà realizzata la carta, a scala operativa, della vulnerabilità intrinseca dello stesso acquifero,

la quale sarà corredata da carte tematiche riguardanti i principali fattori condizionanti la stessa vulnerabilità.

Per quanto riguarda l'acquifero di Madonna del Pollino, recentemente sono stati resi noti i risultati degli studi idrogeologici ivi condotti, che costituiranno la necessaria base conoscitiva per la redazione della relativa carta di vulnerabilità che costituirà un altro obiettivo da conseguire nel prossimo anno.

Nel corso del 1998 si procederà anche alla definizione dei caratteri idrogeologici e di potenzialità idrica degli acquiferi sabbioso-conglomeratici e detrico-alluvionali di fondovalle presenti nella porzione medio-bassa del bacino del Fiume Basento. Anche in questo caso, tali studi saranno propedeutici alla valutazione della vulnerabilità degli stessi acquiferi; la valutazione di quest'ultima sarà probabilmente effettuata nel prossimo anno.

Infine, saranno portati a termine gli studi idrogeologici e idrochimici riguardanti le acque sotterranee presenti negli acquiferi carbonatici del Gargano (Puglia). Essi costituiranno oggetto di note e memorie scientifiche.

### **3. PROSPETTO FINANZIARIO**

Attenendosi al budget prestabilito, sono stati previsti i seguenti finanziamenti per le UU.OO. proposti in base ai programmi presentati, alla tipologia e fruibilità dei prodotti forniti ed all'indice di valutazione generale dell'attività effettuata (Tabella 2).

Gli Organi CNR vengono leggermente favoriti in ottemperanza di quanto raccomandato dal CNR.

Tabella 2 - Finanziamenti proposti (ML) per le UU.OO. della L.R. 4, per il 1998.

U.O.	A	B	C	Totale	Tipologia
4.1	25	40	---	65	Università
4.2	5	20	---	25	Organo CNR
4.3	5	55	---	60	Università
4.4	5	25	5	35	Organo CNR
4.6	10	50	20	80	Organo CNR
4.7	---	30	---	30	Università
4.8	5	25	---	30	Ente Pubblico
4.9	10	30	---	40	Università
4.10N	10	40	---	50	Università
4.11		35	---	35	Ente Pubblico
4.12	10	40	---	50	Università
4.13	5	35	5	45	Organo CNR
4.14	5	35	---	40	Organo CNR
4.15N	---	40	---	40	Università
4.16	---	50	---	50	Ente Privato
4.17	20	60	---	80	Università
4.18N	5	20	5	30	Organo CNR
4.20U	20	50	---	70	Università
4.21N	---	30	---	30	Università
4.22	---	40	---	40	Università
4.23	---	25	---	25	Università
<b>Totali</b>	<b>140</b>	<b>775</b>	<b>35</b>	<b>950</b>	

La Tabella 2, disaggregata come di consueto in Organi CNR e Contratti, genera le seguenti Tabelle 3 e 4.

Tabella 3 - Finanziamenti proposti (ML) per le UU.OO. Organi del CNR

U.O.	A	B	C	Totale
4.2	5	20	---	25
4.4	5	25	5	35
4.6	10	50	20	80
4.13	5	35	5	45
4.14	5	35	---	40
4.18N	5	20	5	30
<b>Totali</b>	<b>35</b>	<b>185</b>	<b>35</b>	<b>255</b>

Tabella 4 - Finanziamenti proposti (ML) per le UU.OO. di Università o altri Enti

U.O.	A	B	Totale
4.1	25	40	65
4.3	5	55	60
4.7	---	30	30
4.8	5	25	30
4.9	10	30	40
4.10N	10	40	50
4.11		35	35
4.12	10	40	50
4.15N	---	40	40
4.16	---	50	50
4.17	20	60	80
4.20U	20	50	70
4.21N	---	30	30
4.22	---	40	40
4.23	---	25	25
Totali	105	590	695

Come si vede chiaramente nella descrizione dei programmi delle singole UU.OO., non è possibile disaggregare i finanziamenti proposti per il 1998 distribuendoli per programma di ricerca in modo da mostrare come il finanziamento relativo verrà impiegato, giusto quanto riportato nell'Allegato Tecnico alla nuova convenzione tra Protezione Civile e CNR relativa alle attività del GNDCI, Linea di Ricerca n. 4.. Infatti, le tematiche di ricerca affrontate dalle diverse UU.OO. della L.R. 4 sono fortemente legate al territorio ed all'ambiente nei quali ciascuna U.O. opera normalmente

Ciò significa, nella pratica, che la Linea non può, come altre, operare per programmi assegnati a singole UU.OO. o a gruppi coordinati di esse ma, piuttosto, tende alla verifica ed alla applicazione di diverse metodologie, distinte per programma, su territori riconosciuti preliminarmente come rappresentativi di vaste aree e di situazioni tipiche. L'esplicazione di più programmi sulle stesse aree comporta una notevole economia soprattutto per quanto concerne l'acquisizione dei dati e la loro catalogazione ed archiviazione. In definitiva, tutto quanto sopra si traduce nello svolgimento dei diversi Programmi Speciali in forma metodologicamente unitaria (pur con le distinzioni tipiche dei contributi di ricerca originali) ma territorialmente disaggregata in tante aree rappresentative nelle quali ogni U.O. svolge una parte di un Programma o parti di Programmi diversi.

## CONCLUSIONI

Applicando principi basati sulla produttività e sull'aderenza dei programmi futuri alle finalità del GNDCI ed alla trasferibilità dei prodotti ai fruitori, primo tra tutti il DPC è stata prodotta una proposta di finanziamento delle UU.OO. della L.R. 4.

I programmi proposti dalle suddette UU.OO. coprono esigenze già palesatesi in passato e relative alla protezione delle fonti di alimentazione idrica destinata al consumo umano, alla previsione e prevenzione del rischio di degrado delle acque sotterranee ed alla corretta pianificazione delle stesse.

**CNR - GNDICI: Linea di Ricerca "Valutazione della Vulnerabilità degli Acquiferi"**  
*Il Responsabile*

Un accurato controllo del lavoro svolto ha portato il responsabile della Linea, che ha redatto questo Progetto, a maturare la convinzione che ciascun gruppo di lavoro potrà produrre risultati apprezzabili nei diversi Programmi Speciali, salvo forse in quelli Interlinea di più difficile gestione.

Torino, Novembre 1997