

CNR CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

*GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE
CATASTOFI IDROGEOLOGICHE*

LINEA 4

VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI

PROGETTO ESECUTIVO 1997

Prof. Massimo Civita

1. INTRODUZIONE

La programmazione della Linea di Ricerca 4 è stata necessariamente anticipata rispetto ad altri Progetti Esecutivi, in ossequio a quanto richiesto espressamente dal CNR con comunicazione 30/07/1996 (prot. 082599) indirizzata ai Direttori dei diversi Gruppi operanti con fondi della Protezione Civile, sotto l'egida del CNR stesso.

Mentre tale anticipo, sommato ai benefici di poter operare con un orizzonte temporale e finanziario fissato, porterà un'indubbia agevolazione alla ricerca sia pure nel medio termine, non si può sottacere che esso viene pianificato mentre l'attività dell'anno in corso è stata svolta solo parzialmente. Pertanto, ogni valutazione dei costi e dei benefici che, almeno per la Linea 4, viene fatta ogni anno per singola UU.OO., è riferita necessariamente al Rapporto di Attività del 1° Semestre 1996, al quale si rimanda per qualsiasi riferimento ed approfondimento.

Analogamente, si rimanda ai precedenti Rapporti (Progetto Esecutivo 1996 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).

Sembra, comunque, utile ricordare lo sforzo effettuato nel '95 in ambito Commissione Grandi Rischi per definire le Linee Guida per la previsione e per la prevenzione del rischio idrogeologico. In quell'occasione è apparso evidente che si rendeva necessaria una solida base di ricerca prima di proporre una soluzione metodologica pratica da mettere a disposizione degli Enti dello Stato preposti alla valutazione del rischio di degrado delle risorse idriche.

Sulla base delle molte proposte scaturite dal Convegno di Nonantola del 1995¹, l'insieme dei Programmi Speciali della Linea si è ulteriormente arricchito di un nuovo

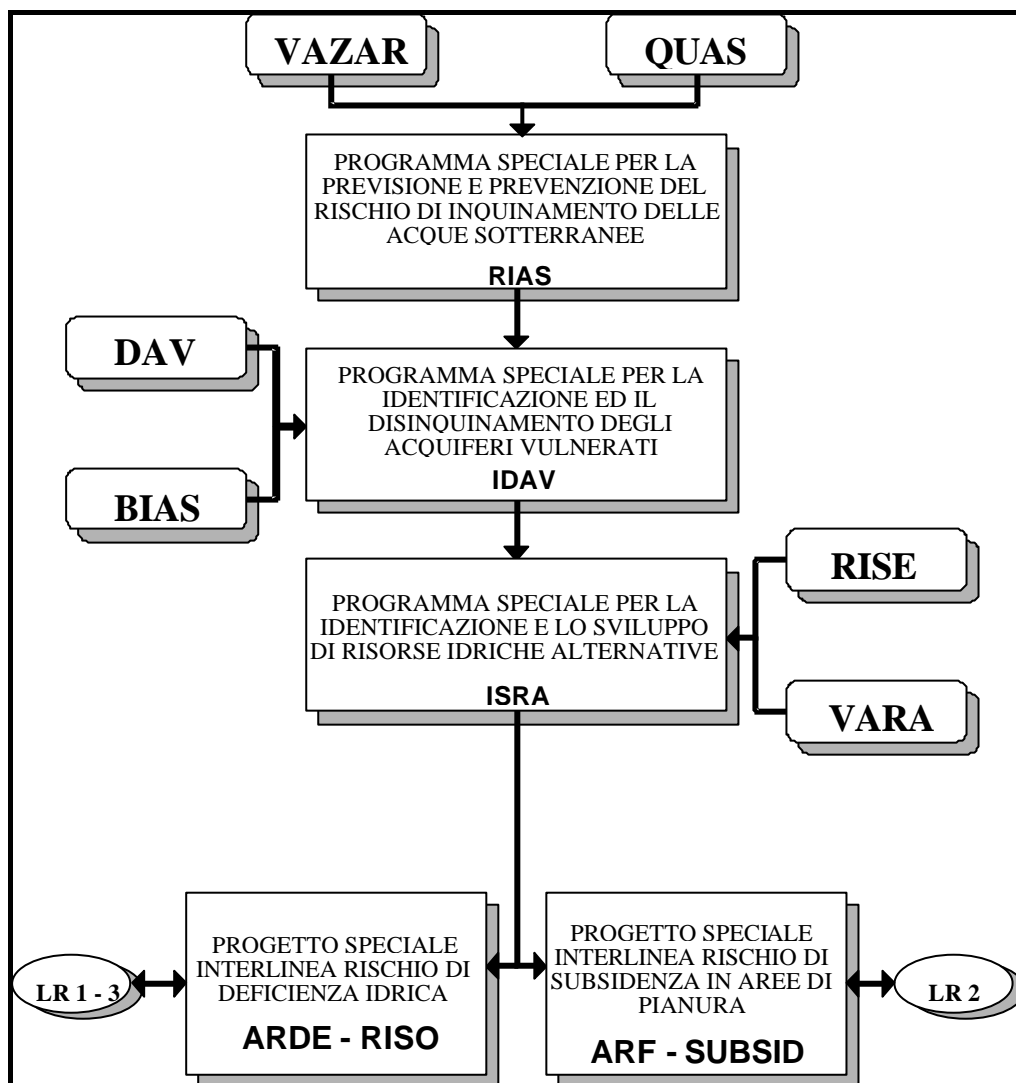


Fig. 1 - Articolazione dei Programmi speciali della Linea 4 e relativi Moduli

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). 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

¹ 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.

vie di trasporto e di distribuzione, influenzando pesantemente sulla attività e sulla salute delle popolazioni soggette.

Nell'ambito del Modulo VAZAR 1, invece, si prevede di produrre il primo rapporto regionale relativo alla vulnerabilità degli acquiferi ed al rischio di inquinamento in Emilia Romagna.

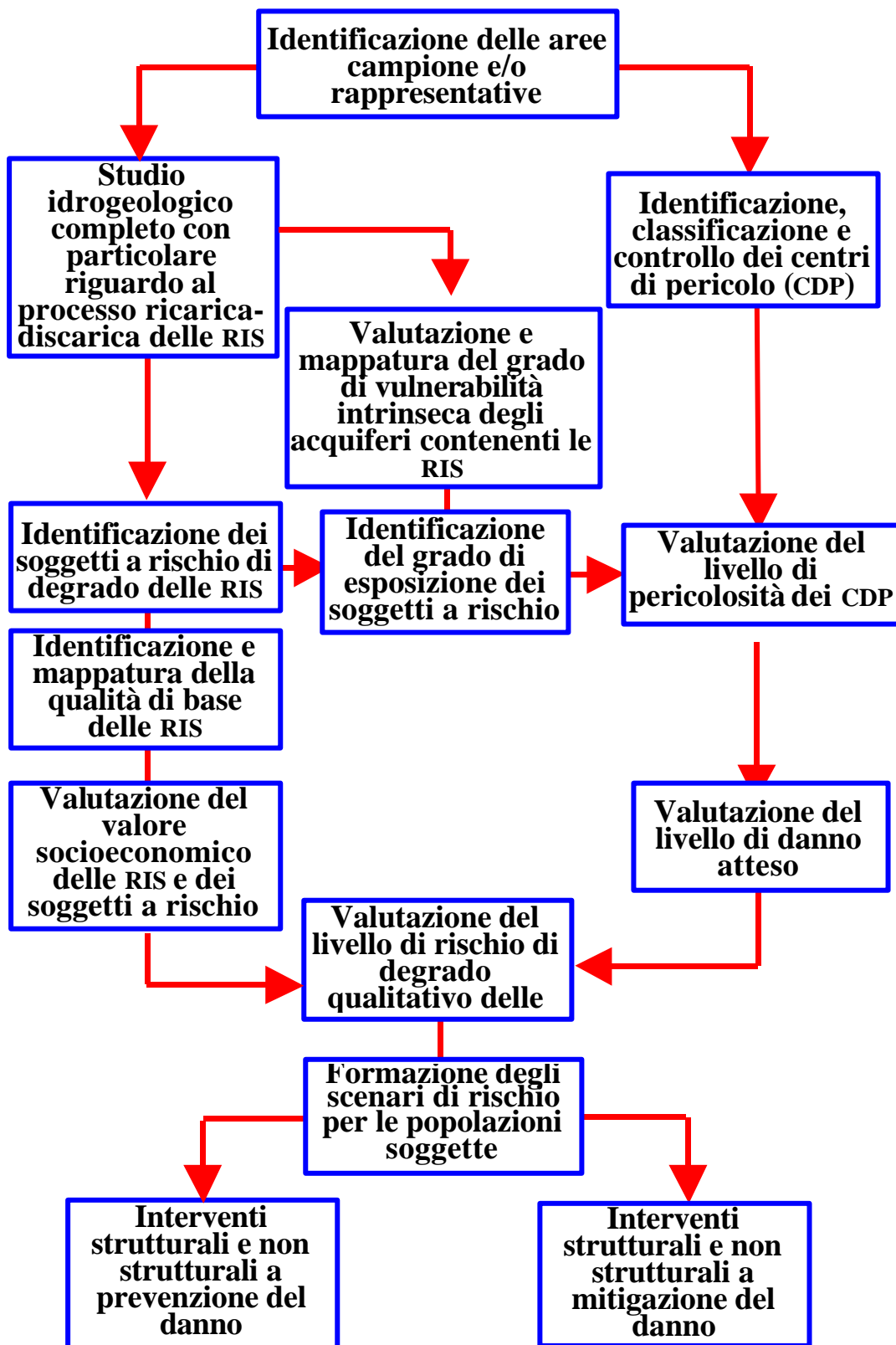


Fig. 2 - Diagramma di flusso del Modulo VAZAR 2

In Tabella 1 sono riportate le UU.OO. delle quali si prevede il finanziamento nel 1997 ed i diversi Programmi e Moduli di Ricerca ai quali esse parteciperanno. Tale partecipazione è programmaticamente descritta, in sintesi, nel seguente paragrafo.

Tabella 1 - Suddivisione delle UU.OO. nei diversi Programmi Speciali e relativi moduli per il 1997.

| 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. | | ● | | | | ● | | ● |
| 4.20U | | ● | | | | ● | | |
| 4.21N | | ● | | | | ● | | |
| 4.22. | ● | ● | | | | ● | | |
| 4.23. | | ● | | | | ● | | |

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 idriche integrative, sostitutive e di emergenza (Modulo RISE) 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 SINTACS utilizzando uno dei fogli di lavoro elettronici più comuni, Excel per Windows, su Personal Computer e il software GIS ArcInfo 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 scarna letteratura a riguardo.

2.2. U.O. 4.2 (CSGAO-CNR milano)

In base ai dati dei pozzi raccolti ed archiviati nella banca dati TANGRAM saranno effettuate le valutazioni sulle caratteristiche tessiturali dei corpi costituenti il sottosuolo nell'area milanese e comprese tra le superfici che le delimitano (superficie freatica, base litozona, intervalli argillosi intermedi). Tali valutazioni saranno effettuate mediante opportuni programmi di elaborazione che sono stati messi a punto presso l'unità operativa. In tal modo sarà possibile parametrizzare, da un punto di vista idrogeologico, i vari corpi che costituiscono il sottosuolo milanese. Saranno digitalizzate ed archiviate in GIS la distribuzione delle aree in base all'uso del suolo per la valutazione della infiltrazione efficace per intervalli mensili. Verrà inoltre valutato il contributo e la influenza sia della rete idrografica canalizzata ed in gran parte coperta, sia della rete e dei collettori fognari. Per quanto concerne le uscite saranno ridistribuite sul territorio in base agli emungimenti, riferiti mensilmente alle varie centrali di pompaggio, ed annualmente per i pozzi privati. Da un punto di vista informatico tali elaborazioni verranno effettuate mettendo a punto una procedura in ambiente WINDOWS. Come GIS si utilizzerà il software IL WIS 2.0, che permette di effettuare elaborazioni raster e vettoriali in ambiente DOS. Tali elaborazioni costituiranno l'input distribuito sul territorio del modello (MODFLOW) di flusso per la valutazione del modello di massa nell'area milanese. Il modello verrà applicato su due aree, una interna all'altra, con celle di 500 m di lato per quella più esterna e più ridotta per quella più interna. L'area interna è riferita al territorio della città di Milano, mentre quella più esterna alla sua provincia. In base ai dati storici relativi agli ultimi anni, di cui sono disponibili tutti i dati, sarà calibrato e validato il modello soprattutto per quanto concerne la parametrizzazione idrogeologica delle unità costituenti il sottosuolo.

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

Lo studio si propone di esaminare gli inquinamenti diffusi e di formulare un concreto piano di intervento per limitarne l'espansione.

Dopo aver compiuto un'indagine capillare su tutta la pianura lombarda per accertarne le modalità evolutive, tracciandone una prima cartografia, si è tratta la convinzione che questi inquinamenti, e soprattutto il principale (dato dai nitrati) devono la loro origine in questa regione soprattutto alle attività zootecniche, al cattivo stato degli impianti fognari urbani, alla mancanza di adeguate strutture per il collettamento e la depurazione degli scarichi che oggi avvengono sul terreno o nei fiumi. Verranno indicate le tecniche a minor costo e a maggior efficacia oggi applicabili alla situazione idrogeologica e urbana della Lombardia. Un secondo gruppo di studi persegue il fine di determinare un metodo quantitativo per l'identificazione degli standard qualitativi dei suoli, oggi definiti dalle legislazioni regionali solo con metodi qualitativi largamente insufficienti e per lo più inapplicabili ai casi di bonifica dei terreni.

Il programma comporta la presentazione di casi pratici di applicazione della metodologia già in gran parte messa a punto nel 1995 e 1996. Un terzo gruppo di indagini riguarda il riequilibrio del bilancio idrico di alcune aree lombarde, con nuove esperienze in settori con caratteristiche urbane e industriali diverse dai casi finora trattati.

Una parte consistente del programma è infine dedicata alla sintesi dei risultati ottenuti con il programma DAV, con testi e convegni.

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

Le ricerche previste per l'anno prossimo sviluppano i temi già focalizzati durante il 1996. In particolare nell'area test a Sud di Verona, centrata attorno al paese di Dossobuono tra il limite superiore delle risorgive ed il corso attuale del Fiume Adige, si completerà un'articolata cartografia tematica a scala 1:50.000 e localmente 1:25.000 (uso del suolo, cave, discariche, insediamenti industriali, colture impicanti l'utilizzo di diserbanti e pesticidi; evoluzione paleoidrografica, direttrici preferenziali di deflusso idrico sotterraneo), dedotta dall'interpretazione di varie immagini da satellite (LANDSAT, SPOT, SOJUZ), foto aeree e controlli di campagna (campagna freaticometrica, determinazioni idrochimiche). Parallelamente si continuerà a svolgere sperimentazioni geoelettriche per vedere di individuare eventuali inquinanti in falda e le loro direttrici di propagazione. L'analisi integrata dei dati telerilevati, di quelli geofisici e dei rilievi idrogeologici di campagna permetterà da un lato di pervenire ad una ricostruzione attendibile di un modello di circolazione idrica sotterranea e dall'altro di definire lo stato qualitativo e il grado di vulnerabilità delle risorse stesse, in rapporto ai poli di inquinamento industriale ed agricolo.

La collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa (Dr. Roberto Spandre) continuerà con una ricerca (argomento anche di una tesi di laurea) sulla vulnerabilità delle falde nella pianura del F. Cornia (pianura di Piombino), affrontata secondo un approccio squisitamente multidisciplinare con l'impiego di foto cosmiche russe stereoscopiche ad alta risoluzione (riprese programmate con SOVINFORSPUTNIK per l'aprile 1997), con rilevamenti idrogeologici ed analisi geochimiche.

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

Nel 1997 sarà ricostruito il modello idrogeologico del bacino sotterraneo del Piave; raccolte tutte le notizie tecniche esistenti, saranno studiate le modalità di alimentazione delle riserve idriche sotterranee, individuate le aree maggiormente esposte al rischio dell'inquinamento e resa nota la tendenza evolutiva della qualità delle acque.

Tali informazioni permetteranno di predisporre gli interventi più opportuni 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 base informativa adeguata in grado di permettere un riconoscimento certo di ogni riflesso negativo sull'ambiente collegabile alle programmate estrazioni di idrocarburi.

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

Studio di un'area sita in provincia di Pordenone ubicata lungo la fascia pedemontana in destra del T. Cellina. Sono state aggiunte alle tre stazioni di monitoraggio già esistenti altre tre, più complete, che raccolgono i dati di temperatura, conducibilità, portata, altezza della falda dell'acquifero carsico del Carso.

Si intende valutare la potenzialità delle risorse idriche di pianura, la loro vulnerabilità, la possibilità di sfruttamento quali risorse alternative e programmare le linee di prevenzione dal rischio di inquinamento. Al termine della ricerca saranno compilate:

- Carta geologica semplificata a scala 1:25.000 di tutta l'area
- Carta idrologica e idrogeologica a scala 1:10.000 dell'area valliva.

Di quest'ultima area si stanno valutando la vulnerabilità intrinseca e la pericolosità. Verrà quindi eseguita una prima valutazione della vulnerabilità degli acquiferi della zona e del grado di inquinamento eventuale delle sorgenti e delle falde, e proposta un'ipotesi di intervento di protezione e di localizzazione delle aree e delle risorse idriche da vincolare.

Continuazione dello studio delle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero ipogeo del Carso Triestino ed avviamento dello studio della sua vulnerabilità. Al termine della ricerca saranno compilate le seguenti carte:

- Carta geologica semplificata a scala 1:25.000
- Carta della vulnerabilità intrinseca a scala 1:25.000
- Carta idrogeologica dell'area sorgentifera a scala 1:10.000

La carta di base sarà quella tecnica regionale informatizzata e, utilizzando il programma IDRISI, sarà predisposto un database con tutte le informazioni che riguardano i punti di emergenza della falda e le cavità che interagiscono in maniera diretta con essa.

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

Questa UU.OO. ha avuto da sempre sede presso l'USSL 16 di Modena e solo quest'anno passa sotto la guida tecnica della neo costituita ARPA dell'Emilia-Romagna pur mantenendo a Modena la gran parte dell'operatività.

In prosecuzione del programma di lavoro avviato con la redazione di carte di vulnerabilità all'inquinamento e di rischio degli acquiferi, utilizzando sistemi informativi (GIS), finalizzando il lavoro alla pianificazione territoriale per la tutela quali-quantitativa degli acquiferi.

- Elaborazione dei dati di qualità delle acque sotterranee della pianura modenese (1977-1996).
- Carta di vulnerabilità all'inquinamento della pianura emiliano-romagnola (scala 1:200.000)
- Carta del rischio di inquinamento degli acquiferi (scala 1:100.000 - 1:25.000)
- Normazione d'uso del territorio finalizzata alla tutela quali-quantitativa degli acquiferi

Nello stesso anno 1997 verranno concluse e rese disponibili le ricerche avviate nel 1996.

[2.8. U.O. 4.9 \(Dipartimento di Scienze della Terra e geologico ambientali - Università di Bologna\)](#)

L'attività di ricerca che l'U.O. si propone di operare si articolerà in 4 differenti direttrici, le prime tre all'interno della linea di ricerca "Risorse idriche alternative e di Emergenza" (RISE), mentre l'ultima relativa alla Valutazione del Rischio di degrado delle Risorse Idriche.

1. Appennino bolognese: il territorio del Comune di Lizzano in Belvedere è caratterizzato dall'esistenza di varie frazioni sparse su un vasto comprensorio montuoso, ciascuna delle quali è attualmente alimentata da piccoli acquedotti frazionali con gravi fenomeni di carenza di acqua mentre esistono risorse idriche solo in minima parte sfruttate. L'U.O. 4.9, in collaborazione con il Comune di Lizzano ha intrapreso dal 1994 uno studio del principale acquifero fessurato esistente in quel territorio, ultimando i rilievi sul terreno nel 1996 e conta di produrre un progetto RISE completo su questo acquifero nel 1997.
2. Comprensorio della Montagnola Senese: qui gli acquedotti pubblici hanno risorse idriche a rischio, sia per la stretta dipendenza dalla ricarica stagionale sia per la qualità dell'acqua. Acquiferi poco sfruttati esistono negli affioramenti di Calcare Cavernoso di M. Maggio - Montagnola Senese, M. Pilleri. 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.
3. 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 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 due anni solari, verterà specificatamente sulla definizione puntuale del bacino di alimentazione e del regime di queste due sorgenti. 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.
4. 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 nelle Alpi Apuane. Il progetto di ricerca prevede il completamento della raccolta dei dati idrogeologici, soprattutto in base alle molte nuove scoperte in campo speleologico. 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 da questa U.O. regionale ha come oggetto lo studio delle seguenti problematiche idrogeologiche della regione marchigiana:

- analisi dell'assetto idrogeologico regionale;
- analisi della vulnerabilità degli acquiferi della regione marchigiana con valutazione della pericolosità e rischi potenziali di inquinamento delle acque sotterranee;
- individuazione risorse idriche integrative, sostitutive e di emergenza presenti nella regione;
- analisi della pericolosità e dei rischi potenziali a cui sono sottoposti gli acquiferi;
- studi sperimentali, in laboratorio ed in campagna, sulle modalità di diffusione e dispersione di contaminanti immessi nella superficie del suolo o nelle acque, attraverso la zona insatura e le 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, di quelli carbonatici ed in particolare delle sorgenti;
- 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 le indagini sono le seguenti :

- dorsale carbonatica umbro-marchigiana tra i fiumi Sentino e Metauro;
- dorsali carbonatiche della Montagna dei Fiori e di Cingoli;
- bacino idrografico del fiume Esino, acquifero della pianura alluvionale;
- 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.

E' stata infine iniziata una ricerca sull'idrogeologia della zona insatura mediante indagini sperimentali in siti campione ed in laboratorio.

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

Il programma di questa U.O. regionale è molto ampio e articolato. Esso si compendia nei seguenti punti :

1. 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. Inoltre sarà sperimentata nell'acquifero alluvionale della Conca Eugubina, dove si dispone della carta di vulnerabilità, la procedura "Civita" per la valutazione del rischio di inquinamento degli acquiferi.
2. Saranno valutate attraverso prove di pompaggio a lunga durata ed 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)

Il programma si articola sullo svolgimento della ricerca nei seguenti tre Moduli :

- 1) VAZAR:
 - Prosieguo misure rete di monitoraggio
 - Aggiornamento fonti di inquinamento
 - Analisi chimico-batterologiche acque sotterranee e superficiali
 - Aggiornamento GIS Carte della Vulnerabilità e della Vulnerazione.
- 2) RISE:
 - Analisi geostrutturale di dettaglio
 - Definizione di idrostrutture, anche con traccianti e metodi geofisici
 - Bilancio idrogeologico e quantificazione risorsa sotterranea
 - Valutazione vulnerabilità
 - Gestione risorsa.
- 3) 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 1997 si svilupperà secondo le seguenti linee:

- a) sperimentazione su aree pilota di metodologie di valutazione del rischio di inquinamento e relativa rappresentazione cartografica;
- b) allestimento 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 già sviluppata;

- c) definizione delle linee guida per la gestione operativa della Banca dei casi di inquinamento (trasferimento, aggiornamento, integrazione con altre BD) 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)

Gli studi intrapresi con lo scopo di definire i circuiti idrici sotterranei fondamentali per sviluppare le azioni di protezione delle risorse idriche e di salvaguardia di porzioni di acquiferi sede di risorse di pregio, cui si fa capo per approvvigionamenti idrici o da riservare in situazioni di crisi, hanno già prodotto informazioni utili per la definizione di fondamentali parametri idrogeologici quali velocità di filtrazione, livelli idrici preferenziali, stato di incarsimento e fratturazione dell'acquifero, ecc. Si ritiene tuttavia di approfondire e sempre più dettagliare le conoscenze dell'ambiente idrogeologico pugliese con l'impiego di traccianti naturali e/o artificiali, applicando varie metodiche collaudate o in via di affinamento.

In ordine alla sperimentazioni in situ, sarà dato particolare impulso ad un complesso di attività finalizzate alla caratterizzazione del parametro "Velocità di filtrazione", con l'intento di definire la distribuzione verticale e areale in vari punti dell'acquifero carbonatico pugliese. La mobilità della falda verrà caratterizzata sulla base dei risultati scaturiti con l'impiego di traccianti e confrontata con i risultati ottenuti attraverso l'impiego di differenti metodologie di studio. In talune aree costiere della Murgia, dell'arco ionico tarantino, della penisola Salentina e del Gargano, proseguiranno gli studi già avviati sulla presenza e sulla variazione della concentrazione del radon-222 nelle acque di falda; si valuteranno cioè le relazioni possibili con le variazioni del carico idraulico, della pressione atmosferica, del livello base e della mobilità della falda. Si valuteranno inoltre le risposte che i contenuti di radon-222 sono in grado di fornire circa il grado di comunicabilità del mezzo acquifero in funzione anche del suo stato di fratturazione e di incarsimento. In tema di controlli ambientali proseguiranno le indagini sullo stato qualitativo delle falde, riferito sia alla contaminazione salina che all'inquinamento di origine antropica.

Il notevole e rapido sviluppo socioeconomico verificatosi in questi ultimi decenni ha viepiù marcato la precarietà del sistema idrogeologico pugliese (acquifero di tipo costiero e quindi vulnerabile alla intrusione salina entroterra): si sono evidenziate nel tempo diverse situazioni a forte rischio circa la qualità della risorsa.

In particolari zone, caratterizzate da cospicui efflussi a mare e da intensa attività estrattiva per fini anche potabili, nonché in quelle che hanno evidenziato nel tempo diverse situazioni a forte rischio circa la qualità della risorsa idrica e ciò soprattutto in corrispondenza dei grossi insediamenti urbani ed industriali, che oltre a beneficiarne utilizzano la falda come ricettacolo di reflui, verranno condotte sistematiche misure idrologiche, di portata ed edometriche, effettuati rilievi di parametri chimici e fisici delle acque nonché determinazioni radioisotopiche. Molte delle indagini dianzi indicate saranno peraltro condizionate dalla disponibilità nell'ambito del territorio regionale di idonei pozzi.

Alcuni rilievi dovranno necessariamente essere ripetuti nel tempo con una frequenza almeno stagionale. Verranno definite le interazioni tra acque dolci di falda, acque reflue trattate (eventualmente a vario grado), acque salmastre (con concentrazioni saline di 3 - 10 g/l) e acque marine di penetrazione entroterra.

Di particolare significatività sarà la definizione dei criteri e dei sistemi per il monitoraggio della qualità delle acque immesse, di quelle presenti e delle conseguenti miscele che possono realizzarsi.

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

In collaborazione con l'Unità Operativa diretta dal Dr. Zavatti (U.O. 4.8) si realizzeranno mappe 1:100.000 della provincia di Modena. Le mappe sono ottenute dalla sovrapposizione della cartografia di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi con l'indice LQ testato in precedenza dall'Unità Operativa per la provincia di Piacenza. Le mappe realizzate saranno utilizzabili per la pianura e per tutti i principi attivi registrati in agricoltura e non. Contemporaneamente sarà continuato il processo di validazione del modello dinamico CROPSYST su alcune aree campione della provincia di Piacenza e Modena. Questo permetterà di ottenere mappe di rischio speciali.

2.15. U.O. 4.16 (CSEI CATANIA)

La ricerca che si prevede di sviluppare nell'anno 1997 consiste nello studio idrogeologico e di vulnerabilità degli acquiferi presenti in un settore della Sicilia centrale, ricadente principalmente nel territorio della provincia di Enna, secondo le linee del P.S. VAZAR.

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

L'attività di ricerca in tale area avrà come obiettivo preliminare l'acquisizione di elementi geologici e idrogeologici derivanti da studi ed indagini precedentemente eseguiti per vari scopi.

A seguito di ciò si procederà alla valutazione di tali elementi e quindi all'aggiornamento e al completamento delle informazioni necessarie per delineare un quadro sufficientemente dettagliato delle condizioni del territorio.

Su tali basi si procederà alla valutazione della vulnerabilità degli acquiferi presenti, focalizzando l'attenzione su quelli in cui sono contenute le più significative risorse idriche.

L'area oggetto di studio costituisce l'estensione verso occidente del dominio della Piana di Catania, comprendendo parte dei bacini idrografici dei fiumi Dittaino e Gornalunga che, confluendo nel Fiume Simeto, concorrono all'alimentazione degli acquiferi della pianura.

La presenza di termini calcarenitici ed evaporitici, in placche di diversa estensione, costituisce 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. Pertanto, a questi acquiferi sarà dedicata una particolare attenzione, al fine di definire le condizioni delle falde ivi contenute e quindi il relativo grado di vulnerabilità, nonché lo stato di pericolosità determinato da fonti di potenziale inquinamento antropico. 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. Questa risulta tuttavia molto diversa anche in punti poco distanti, implicando così condizioni di estrema variabilità.

La diversa capacità produttiva delle opere, riconducibile alla spiccata eterogeneità degli acquiferi, unitamente alla qualità delle acque, spesso scadente, comportano notevoli problemi e gravi limitazioni allo sviluppo delle attività agricole e industriali della zona.

Il proliferare dei punti di attingimento d'acqua in particolari settori ha determinato talora condizioni di sovrasfruttamento delle falde presenti nei depositi sabbioso-calcarei, con peggioramento della qualità delle risorse idriche sotterranee.

Dall'analisi delle stratigrafie di pozzi e perforazioni distribuiti nel territorio, utilizzando anche dati di indagini geofisiche, si cercherà di redigere un quadro schematico della costituzione di tali depositi, al fine di identificare gli orizzonti acquiferi in cui sono contenute le falde di maggiore interesse e la loro distribuzione areale.

Lo studio verrà anche condotto mediante l'esecuzione di prove di emungimento su taluni pozzi di maggiore interesse e che al contempo presentano le necessarie condizioni di operatività.

Il prelievo di campioni d'acqua in condizioni statiche e durante l'emungimento consentirà di accertare le caratteristiche qualitative delle acque e l'eventuale variabilità legata al richiamo da zone limitrofe e/o da orizzonti acquiferi diversi e interconnessi.

All'approvvigionamento idrico locale contribuisce anche un certo numero di sorgenti, che in parte rappresentano emergenze legate a livelli acquiferi di modesta potenzialità, a causa del modesto spessore e della limitata estensione laterale. Su questi punti d'acqua verranno eseguite misure periodiche per valutarne il significato e l'interesse per lo sfruttamento.

Sulla base delle conoscenze acquisite in merito alla vulnerabilità degli acquiferi si procederà al riconoscimento dei centri di pericolo per individuare le aree in cui è più probabile il verificarsi di fenomeni di inquinamento collegati alle attività antropiche condotte nel territorio.

Al fine di riconoscere le condizioni di pericolosità a cui sono soggette le risorse idriche sotterranee verranno quindi individuati e censiti i potenziali produttori di inquinamento, rappresentati in larga misura dalle attività agricole e zootecniche.

I risultati di tale ricerca verranno utilizzati per la redazione di carte di vulnerabilità all'inquinamento, a scala adeguata, di determinati settori di maggiore interesse e dell'intero territorio studiato.

Affiancata all'attività del Modulo VAZAR verrà condotta la ricerca, avviata per le aree precedentemente trattate, tendente alla individuazione di sistemi di razionalizzazione dei prelievi in corrispondenza delle strutture idrogeologiche più favorevoli e al contempo di condizioni locali che consentono il prelievo di risorse idriche da utilizzare a fini integrativi e di emergenza per l'approvvigionamento idropotabile, nell'ottica del Modulo RISE.

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

L'obiettivo primario della U.O. consiste nella pubblicazione delle carte di vulnerabilità delle unità idrogeologiche delle Madonie, dei Sicani e di Sciacca a scala 1:50.000. A tal fine verrà approntato un programma di indagine, censimento, raccolta ed elaborazione dati riguardanti quelli: litostratigrafici, 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. 4.20U \(DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA UNIVERSITÀ DI FIRENZE\)](#)

Il programma di questa U.O. comprende :

- RIAS: Proseguirà la sperimentazione sul flusso di liquidi tipo NAPL attraverso i mezzi porosi a bassa permeabilità. Proseguirà la raccolta dati concernenti i centri di pericolo, per la vulnerabilità integrata del Valdarno Medio, inoltre sono proseguite le raccolte dati per la realizzazione della carta della vulnerabilità intrinseca del Valdarno Medio ed Inferiore e lo studio del trasporto di diserbanti attraverso la zona non satura.
- ISRA: Proseguiranno le indagini a scala regionale con particolare attenzione agli affioramenti carbonatici della serie toscana nella parte meridionale della regione stessa.

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

Nel corso del 1997 l'U.O. 4.21N concentrerà le proprie attività soprattutto sulla previsione e prevenzione del rischio di inquinamento degli acquiferi e delle risorse idriche sotterranee (programma speciale RIAS).

Coerentemente con quanto già svolto nel primo semestre 1996, le attività di ricerca saranno finalizzate, in parte, alla valutazione della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi ed, in parte, alla definizione dei criteri di salvaguardia dall'inquinamento delle risorse idriche sotterranee.

In merito alla prima delle anzidette tematiche, avendo completato gli studi idrogeologici di base mediante l'acquisizione di nuovi dati, si procederà alla redazione delle carte della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi delle seguenti strutture e/o territori:

- Somma-Vesuvio;
- Isola d'Ischia;
- Monti Lattari;
- Bacino del Volturno;
- Provincia di Salerno.

In merito ai criteri di salvaguardia dall'inquinamento delle risorse idriche sotterranee, si procederà allo studio di realtà idrogeologiche complesse (incidenza dell'infiltrazione secondaria in acquiferi carbonatici; acquiferi alluvionali multistrato e problematiche di vulnerabilità all'inquinamento di quelli profondi; ecc.) ed alla definizione delle metodologie più idonee per la definizione delle fasce di rispetto in acquiferi carbonatici.

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

L'U.O. si prefigge:

- 1) di produrre una carta della vulnerabilità intrinseca della zona nord-occidentale del massiccio carbonatico del Matese mediante GIS.
- 2) 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 Fiume 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 nel dettaglio l'importante fronte sorgentizio della piana di Acerno.

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

Concluse le ricerche relative alla vulnerabilità degli acquiferi del M. Calvelluzzo e Volturino (Alta Val d'Agri - Potenza) e realizzata la carta della vulnerabilità intrinseca dei monti di Maratea e della vulnerabilità integrata SINTACS della Valle del Fiumicello di Maratea, nel corso del 1997 si ha in animo di proseguire l'attività di studio e ricerca finalizzata alla acquisizione degli elementi atti al completamento della cartografia della vulnerabilità delle falde acquifere della regione Basilicata.

Nel corso dell'anno si ha in animo di proseguire la redazione di cartografia della vulnerabilità degli acquiferi fessurati della Basilicata estendendo l'analisi già eseguita per alcuni acquiferi della Valle del F. Agri e del F. Noce ad altre aree.

In particolare si procederà alla definizione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi del M. Sirino (Lagonegro, Basilicata) e alla valutazione della vulnerabilità integrata della bassa valle del F. Basento.

Nell'ambito di tali attività di ricerca verranno effettuati campionamenti delle acque delle principali sorgenti del M. Sirino e delle acque prelevate da alcuni pozzi nella bassa valle del F. Basento al fine di valutare la qualità delle acque.

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 1997.

| U.O. | A | B | C | Totale | Tipologia |
|---------------|------------|------------|-----------|-------------|---------------|
| 4.1 | --- | 60 | --- | 60 | Università |
| 4.2 | 5 | 30 | --- | 35 | Organo CNR |
| 4.3 | --- | 40 | --- | 40 | Università |
| 4.4 | 15 | 30 | 10 | 55 | Organo CNR |
| 4.6 | 5 | 50 | 15 | 70 | Organo CNR |
| 4.7 | --- | 35 | --- | 35 | Università |
| 4.8 | --- | 95 | --- | 95 | Ente Pubblico |
| 4.9 | --- | 30 | --- | 30 | Università |
| 4.10N | --- | 45 | --- | 45 | Università |
| 4.11 | --- | 65 | --- | 65 | Ente Pubblico |
| 4.12 | --- | 40 | --- | 40 | Università |
| 4.13 | 5 | 48 | 17 | 70 | Organo CNR |
| 4.14 | 10 | 50 | --- | 60 | Organo CNR |
| 4.15N | --- | 25 | --- | 25 | Università |
| 4.16 | --- | 60 | --- | 60 | Ente Privato |
| 4.17 | --- | 70 | --- | 70 | Università |
| 4.20U | --- | 60 | --- | 60 | Università |
| 4.21N | --- | 40 | --- | 40 | Università |
| 4.22 | --- | 25 | --- | 25 | Università |
| 4.23 | --- | 20 | --- | 20 | Università |
| Totali | 117 | 841 | 42 | 1000 | |

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 | 30 | --- | 35 |
| 4.4 | 15 | 30 | 10 | 55 |
| 4.6 | 5 | 50 | 15 | 70 |
| 4.13 | 5 | 48 | 17 | 70 |
| 4.14 | 10 | 50 | --- | 60 |
| Totali | 40 | 208 | 42 | 290 |

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

| U.O. | A | B | Totale |
|--------|-----|-----|--------|
| 4.1 | --- | 60 | 60 |
| 4.3 | --- | 40 | 40 |
| 4.7 | --- | 35 | 35 |
| 4.8 | --- | 95 | 95 |
| 4.9 | --- | 30 | 30 |
| 4.10N | --- | 45 | 45 |
| 4.11 | --- | 65 | 65 |
| 4.12 | --- | 40 | 40 |
| 4.15N | --- | 25 | 25 |
| 4.16 | --- | 60 | 60 |
| 4.17 | --- | 70 | 70 |
| 4.20U | --- | 60 | 60 |
| 4.21N | --- | 40 | 40 |
| 4.22 | --- | 25 | 25 |
| 4.23 | --- | 20 | 20 |
| Totali | --- | 710 | 710 |

Non è possibile disaggregare i finanziamenti proposti per il 1997 distribuendoli per UU.OO. e 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 GNDICI, Linea di Ricerca n. 4.

Come si è ricordato diverse volte in precedenza, 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 U.O. o a gruppi coordinati di esse ma, piuttosto, tende alla verifica ed alla applicazione di metodologie distinte per programma su territori del nostro Paese riconosciuti preliminarmente come rappresentativi di vaste aree e di situazioni tipiche.

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.

4. 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 DPC², 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.

Torino, Settembre 1996

² DPC = Dipartimento per la Protezione Civile.