

# **DAL CENSIMENTO DI STUDI E CARTE IDROGEOLOGICHE ALLA ORGANIZZAZIONE DI UN G.I.S. SULLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE DEL TERRITORIO NAZIONALE**

Gianluigi Maria MARI, Domenico TACCHIA, Renato VENTURA, Mauro ROMA

A.P.A.T. Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici - Via Curtatone 3 - 00185 Roma

**Riassunto.** La nota illustra i risultati di un progetto di ricerca promosso da APAT Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici con l'obiettivo di effettuare il censimento di studi e carte idrogeologiche realizzate da strutture pubbliche e istituti di ricerca e organizzare un Sistema Informativo Geografico delle risorse idriche sotterranee del territorio nazionale.

Gli studi idrogeologici e tematici sono stati organizzati in specifici archivi: periodici e riviste (50), congressi e convegni (140), istituti di ricerca e università. Le carte e le rappresentazioni grafiche e cartografiche (tabelle, figure) individuate in oltre 300 studi sono state acquisite mediante scansione e archiviate in Cd Rom. È stata definita una prima versione di schema concettuale, modello logico relazionale e schema di geodatabase finalizzati alla realizzazione di un Sistema Informativo Geografico delle risorse idriche sotterranee.

**Parole chiave:** idrogeologia, risorse idriche sotterranee, carte tematiche, geodatabase, Italia.

*Abstract.* The purpose of the research project, promoted by APAT Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici is to collect the hydrogeological studies realized by universities, research institutes and public administrations and to carry out a Geographical Information System.

The main scientific journals (50), the proceedings of the main conferences and meetings (140), the publications of some research institutes and universities have been collected. Till now graphic and cartographic representations (tables, figures), hydrogeological and thematic maps related to more than 300 studies have been collected with a scanning procedure and stored in CD Rom.

The Geographical information System now in progress constitutes a starting point for protection and sustainable management of groundwater resources.

*Key words:* hydrogeology, groundwater resources, thematic maps, geodatabase, Italy.

## **INTRODUZIONE**

Le acque sotterranee rappresentano una risorsa strategica di grande rilevanza e interesse, ma spesso non sono sufficientemente note o caratterizzate. Il Decreto legislativo 152/99 assume quindi rilievo e interesse in relazione alla possibilità di promuovere una nuova fase di sviluppo delle conoscenze sulla base di attività finalizzate alla definizione dello stato ambientale delle risorse idriche sotterranee del territorio nazionale, attraverso la identificazione degli acquiferi, la definizione di modelli idrogeologici e il monitoraggio delle caratteristiche quantitative e qualitative.

In questo contesto APAT ha promosso nel 2003 un progetto di ricerca con l'obiettivo di effettuare il censimento di studi e indagini idrogeologiche realizzate da strutture pubbliche e istituti di ricerca, definire gli studi necessari a completare le conoscenze idrogeologiche del territorio nazionale e organizzare un Sistema Informativo Geografico delle risorse idriche sotterranee.

## **ATTIVITÀ, MATERIALI E METODI**

Censimento di studi e carte idrogeologiche e tematiche

Le attività di progetto, inizialmente orientate al censimento di carte, studi e ricerche idrogeologiche sono state estese, con la finalità di ottenere un quadro generale di riferimento sulle risorse idriche sotterranee, ai tematismi strettamente correlati (ambiente, inquinamento, vulnerabilità intrinseca e integrata, archiviazione ed elaborazione di dati idrogeologici e idrochimici).

Le fonti principali sono rappresentate dalla Biblioteca Apat, da biblioteche di settore, istituti di ricerca e istituti universitari. Gli studi e le ricerche sono stati organizzati in specifici archivi: PERIODICI E RIVISTE SCIENTIFICHE di interesse settoriale e generale (50), CONGRESSI, CONVEGNI, GIORNATE DI STUDIO, CONFERENZE, SEMINARI, svolti in ambito nazionale, europeo e internazionale (140), ISTITUTI DI RICERCA E UNIVERSITÀ scelti in modo da ottenere un quadro rappresentativo delle attività svolte nel territorio nazionale, ARTICOLI BIBLIOTECA APAT.

#### Acquisizione e archiviazione dei dati

Nella fase successiva di attività è stata effettuata la acquisizione mediante scansione delle carte e delle rappresentazioni grafiche e cartografiche presenti negli studi e la archiviazione con indicazione di titolo dello studio, periodico o rivista scientifica, anno di pubblicazione.

La carte costituiscono uno dei prodotti degli studi idrogeologici e tematici, e spesso rappresentano solo una parte dei dati, elaborati secondo una determinata finalizzazione. Se si aggiungono i dati generalmente contenuti in tabelle (caratteristiche pozzi e sorgenti, misure livello falda, misure portata, analisi chimiche), grafici (precipitazioni, temperature) e figure (sezioni idrogeologiche, carte isopotenziali), si realizza il completamento della informazione relativa ad una determinata porzione di territorio e si ottiene una maggiore utilizzabilità della documentazione. Fino a oggi sono state acquisite mediante scansione carte e rappresentazioni grafiche e cartografiche relative a oltre 300 studi idrogeologici e tematici. La documentazione è stata archiviata in Cd Rom riferiti a territorio nazionale, aree vaste, territorio regionale.

### **SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE**

#### Analisi dei requisiti

Attraverso l'analisi dei requisiti sono stati identificati gli oggetti, individuate le caratteristiche significative e le modalità di organizzazione delle informazioni disponibili e predisposta una scheda che sintetizza le informazioni relative al contenuto degli studi e delle rappresentazioni grafiche e cartografiche acquisite mediante scansione (fig. 1). Ad esempio con il termine "studio" si intende un articolo all'interno di un periodico, una carta, oppure articoli aventi una o più carte allegate, una collezione di carte, articoli da atti di convegno o monografie.

L'individuazione dell'area geografica si realizza attraverso l'utilizzo di coordinate geografiche o di termini geograficamente noti (comune, provincia, regione, autorità di bacino) o in entrambi i modi.

Gli studi costituiti da oggetti cartografici o da un insieme di oggetti cartografici sono considerati "carta" solo se è possibile determinare almeno quattro punti di coordinate note, altrimenti sono considerati come figure associate agli studi stessi. La presenza di coordinate geografiche permette di georiferire gli oggetti acquisiti mediante scansione.

Nella identificazione della tipologia di un determinato studio o carta si è stabilito di utilizzare il contenuto espresso in modo esplicito o il contenuto prevalente deducibile dal titolo. Sono state individuate le tipologie: idrogeologia, vulnerabilità, permeabilità, caratteristiche quantitative, caratteristiche qualitative, reti di monitoraggio, risorse idriche sotterranee, acque minerali e termali, subsidenza, inquinamento, carsismo, speleologia, geofisica, modelli matematici, intrusione salina.

La scheda consente di identificare le caratteristiche principali e gli elementi significativi in termini di presenza/assenza (Si/No).

#### Schema concettuale

La progettazione del database integra le specifiche informali con un sistematico approfondimento dei problemi attraverso interviste a specialisti di settore e con la consultazione di documenti,

generando la formulazione di schemi dei dati e delle attività che costituiscono lo “schema concettuale”. Lo schema concettuale è in sostanza una rappresentazione della realtà, ottenuta impiegando modelli formali astratti, e ne fornisce una descrizione semplice, univoca, globale e indipendente dall’implementazione.

Figura 1 - Scheda di analisi degli studi e delle carte idrogeologiche

<p>N°</p> <p><i>Ubicazione:</i> coordinate vertici, regione, provincia, comune, autorità di bacino</p> <p><i>Tipologia:</i> studio - carte</p> <p>Idrogeologia, vulnerabilità, permeabilità, caratteristiche quantitative, caratteristiche qualitative, risorse idriche, acque minerali e termali, subsidenza, inquinamento, carsismo, speleologia, geofisica, modelli matematici, intrusione salina</p> <p><i>Caratteristiche principali e elementi identificativi</i></p> <p>complessi idrogeologici, permeabilità relativa, infiltrazione efficace, trasmissività, Q corsi d’acqua, Q sorgenti lineari, precipitazioni, temperature, evapotraspirazione,</p> <p>Pozzi: n°, schede, stratigrafia, acquifero, profondità falda, livello statico, livello dinamico, data misure, chimismo, data analisi</p> <p>Sorgenti: n°, schede, schema idrogeologico, acquifero, Q, data misure, chimismo, data analisi</p> <p>Direzioni deflusso sotterraneo, reti monitoraggio quantitativo, reti monitoraggio qualitativo, tabelle dati, dati prelievi, bilancio idrogeologico, base topografica, scala, informatizzazione dati, prodotti informatici</p> <p>Titolo, autori, anno, fonte, collocazione, nome file, immagine, note e osservazioni .</p>
--

In base alla analisi dei requisiti e di quanto esplicitato è stato elaborato lo schema concettuale evidenziato in fig. 2.

#### Modello logico relazionale

La necessità di utilizzare le risorse disponibili e la esigenza di rendere possibile l’integrazione con altre banche dati esistenti in APAT ha determinato la scelta del modello relazionale come base per l’organizzazione dei dati. Si è quindi operata la traduzione dal modello concettuale al modello logico relazionale (Entità-Relazioni) schematizzato in fig. 3. La parte spaziale della banca dati è costituita da un geodatabase (fig. 4) che contiene la tabella delle aree di studio relative alla georeferenziazione esplicita e le tabelle indice per la georeferenziazione implicita (regioni, province, comuni, autorità di bacino).

#### Analisi funzionale

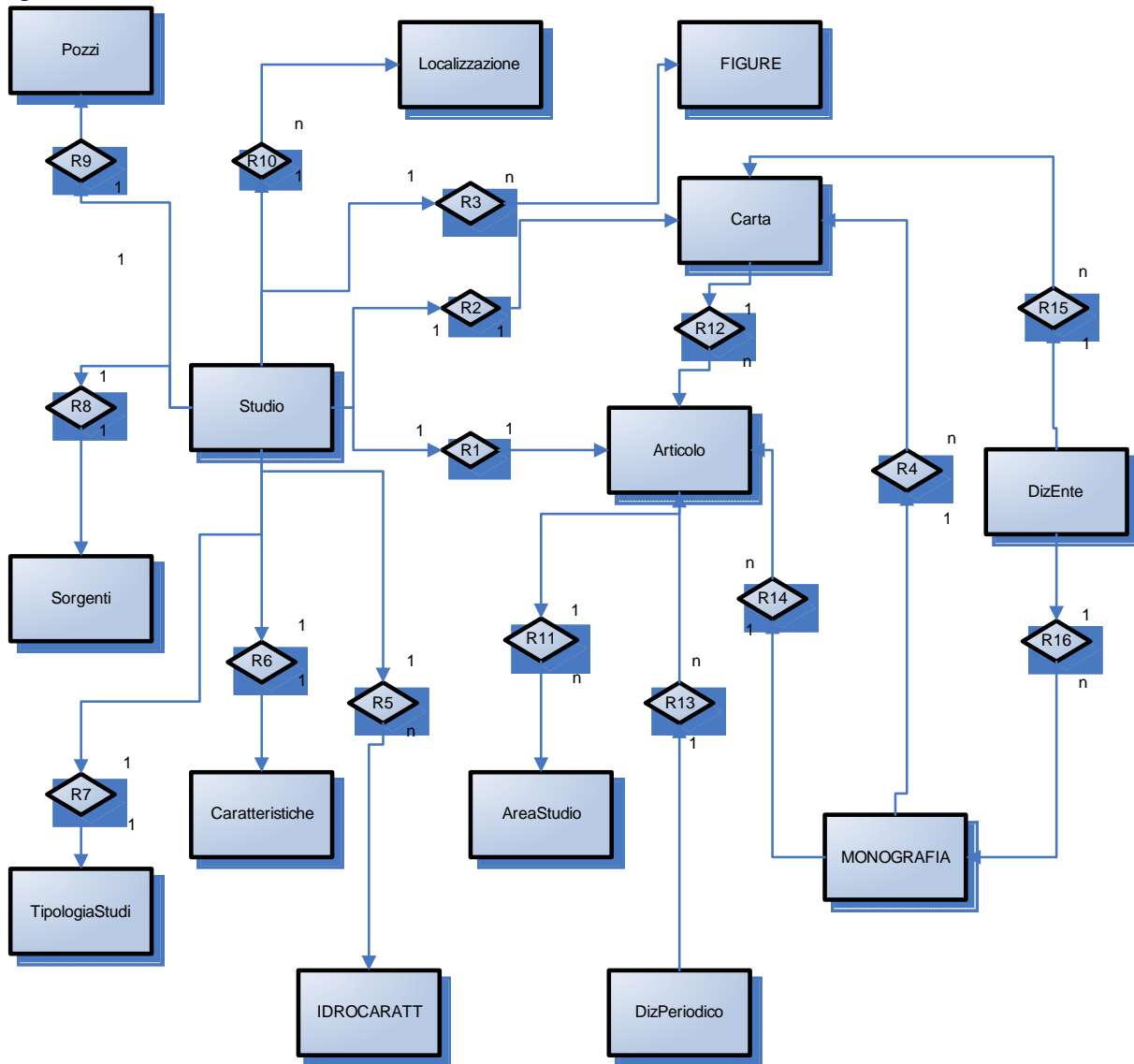
Nella analisi funzionale sono state specificate e formalizzate le possibili richieste alla base dati formulate dagli utenti, riferite a problematiche generali come inserimento, modifica, cancellazione, consultazione e interrogazione. Molte richieste possono essere soddisfatte attraverso funzioni base del GIS, mentre per richieste più specifiche devono essere utilizzati opportuni programmi.

Per quanto riguarda la interrogazione, sono state considerate in via preliminare le seguenti tipologie di ricerca:

- per aree geografiche, con indicazione di id, tipo (articolo o carta), autore, titolo, anno di pubblicazione
- per aree geografiche, con indicazione di id, tipo, autore, titolo, anno di pubblicazione, con possibilità di filtrare le informazioni in base alla tipologia degli studi
- per aree geografiche, con indicazione di id, tipo, autore, titolo, anno di pubblicazione, caratteristiche principali degli studi, con possibilità di filtrare le informazioni in base alla tipologia

degli studi e alla presenza di almeno uno dei seguenti elementi identificativi: complessi idrogeologici, permeabilità relativa oppure infiltrazione efficace e trasmissività  
 - per aree geografiche, con indicazione di id, tipo, autore, titolo, anno di pubblicazione dei lavori in cui siano presenti pozzi oppure sorgenti

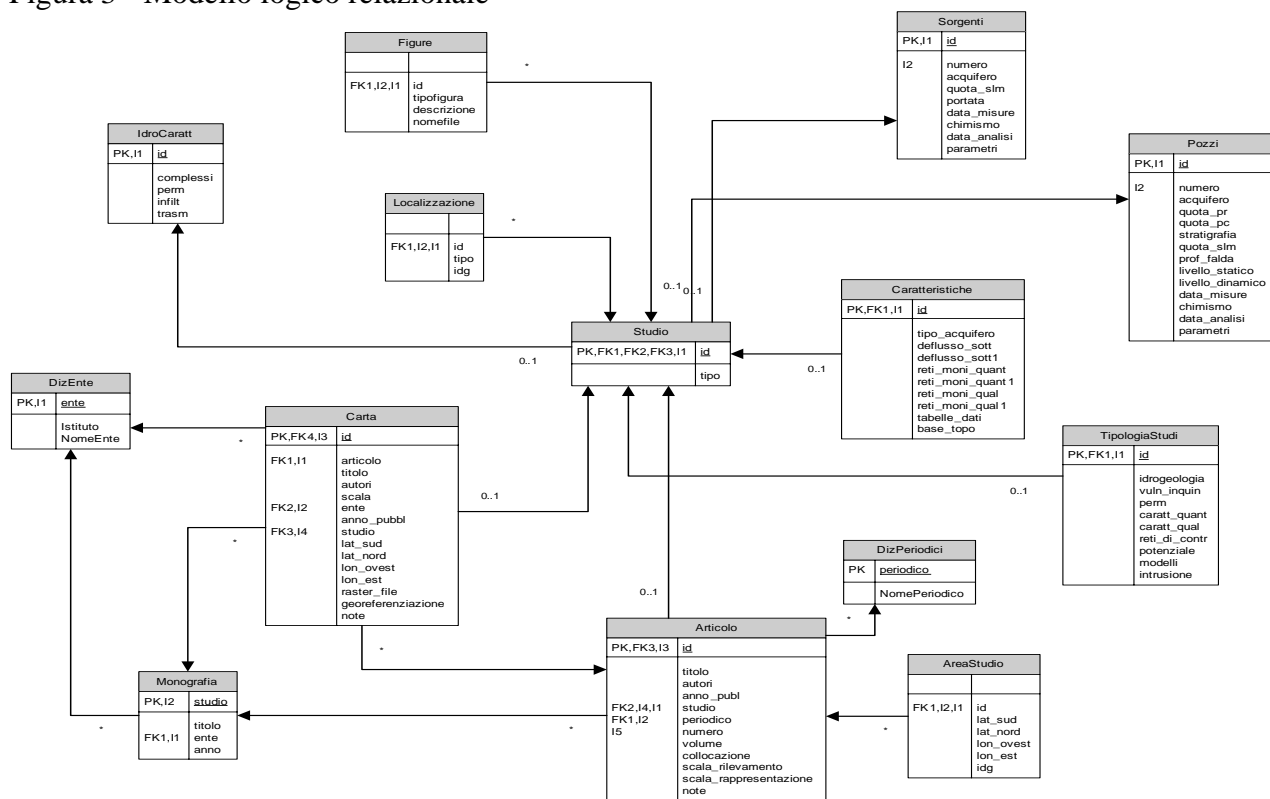
Figura 2 - Schema concettuale



- per aree geografiche, con indicazione di id, tipo, autore, titolo, anno di pubblicazione dei lavori in cui sia presente almeno uno dei seguenti elementi identificativi: precipitazioni, temperatura, evapotraspirazione e portate dei corsi d'acqua
- per aree geografiche, con indicazione di id, tipo, autore, titolo, anno di pubblicazione dei lavori in cui sia presente l'elemento identificativo direzioni di deflusso sotterraneo
- per aree geografiche, con indicazione di id, tipo, autore, titolo, anno di pubblicazione dei lavori in cui sia presente almeno uno dei seguenti elementi identificativi: reti di monitoraggio quantitativo, reti di monitoraggio qualitativo
- per aree geografiche, con indicazione di id, tipo, autore, titolo, anno di pubblicazione dei lavori in cui sia presente almeno uno dei seguenti elementi identificativi: dati sui prelievi, bilancio idrogeologico
- per aree geografiche, con indicazione di id, tipo, autore, titolo, anno di pubblicazione dei lavori in cui siano presenti: tabelle dati oppure base topografica oppure dati informatizzati

- per aree geografiche, con indicazione di id, tipo, autore, titolo, anno di pubblicazione dei lavori in cui sia presente il tipo di acquifero oppure un determinato tipo di acquifero

Figura 3 - Modello logico relazionale



- per aree geografiche, con indicazione di id, tipo, autore, titolo, anno di pubblicazione dei lavori, delle carte singole o contenute in articoli aventi la scala compresa in un determinato range

- per aree geografiche, con indicazione di id, tipo, autore, titolo, anno di pubblicazione dei lavori con anno di pubblicazione compreso in un determinato range.

Le interrogazioni sono sintetizzate attraverso report contenenti le informazioni richieste e l'indicazione del numero totale di oggetti trovati e/o la visualizzazione delle localizzazioni degli studi su base cartografica.

### CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

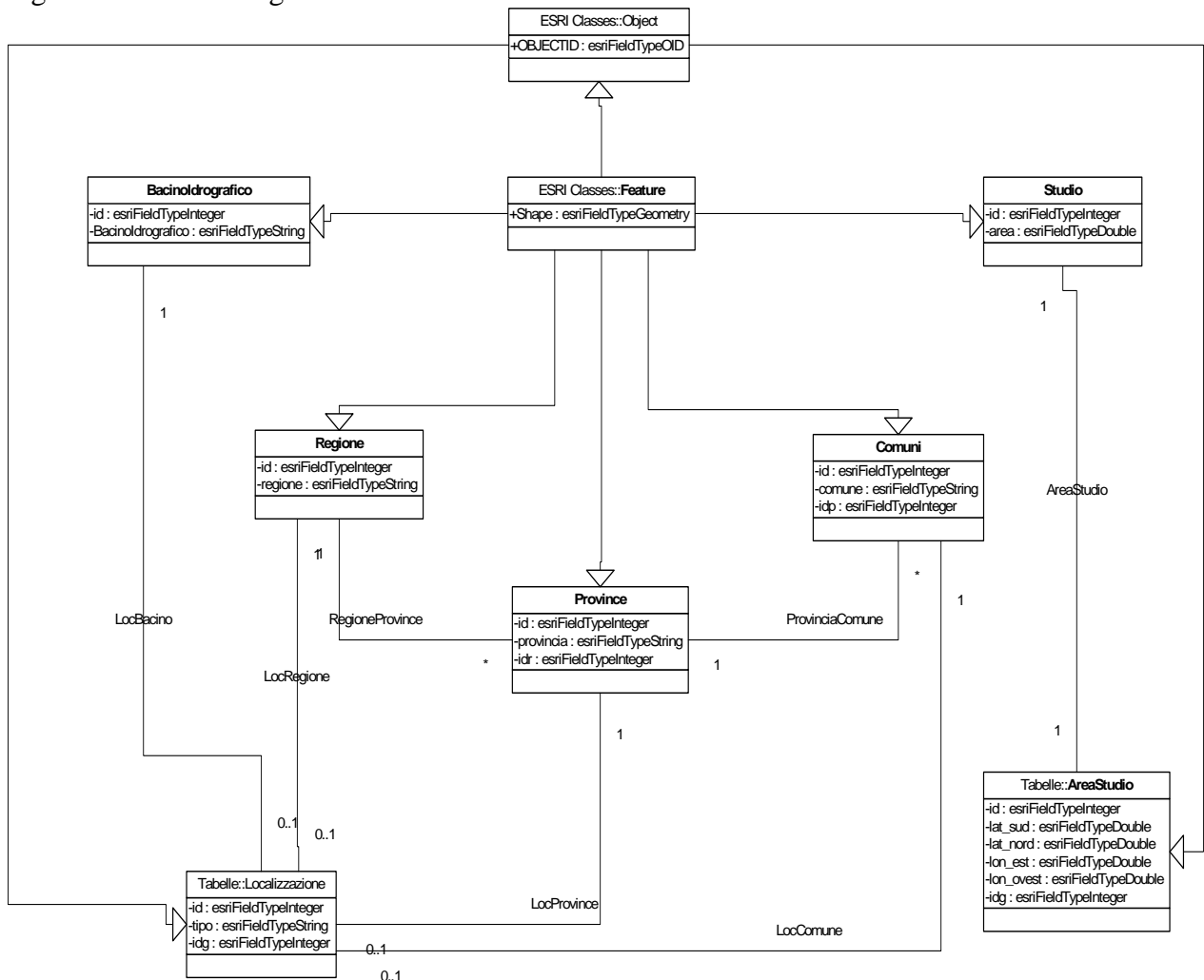
La ricerca ha evidenziato la valenza disciplinare degli studi e delle carte censite e un elevato valore aggiunto della documentazione raccolta, con una possibile utilizzazione dei dati da parte di tecnici che operano nell'ambito delle scienze della terra e in generale delle tematiche ambientali.

Gli studi e le ricerche sono stati organizzati negli archivi PERIODICI E RIVISTE SCIENTIFICHE, CONGRESSI E CONVEGNI, ISTITUTI DI RICERCA E UNIVERSITÀ, ARTICOLI BIBLIOTECA APAT. Le carte idrogeologiche e tematiche (piezometriche, idrochimiche, vulnerabilità) e le rappresentazioni grafiche e cartografiche (tabelle, figure) individuate in oltre 300 studi e ricerche acquisite mediante scansione sono state archiviate in Cd Rom riferiti al territorio nazionale, aree vaste, territorio regionale. Gli archivi cartacei e informatici vengono periodicamente aggiornati e integrati.

È stata definita una prima versione di schema concettuale, modello logico relazionale e schema di geodatabase finalizzata alla realizzazione di un Sistema Informativo Geografico in grado di collocare la documentazione e i dati nella loro ubicazione geografica reale e di effettuare operazioni di ricerca e estrazione per coordinate, di sovrapposizione e confronto.

La realizzazione del Sistema Informativo Geografico delle risorse idriche sotterranee rappresenta uno degli obiettivi principali della seconda fase della ricerca.

Figura 4 - Schema di geodatabase



### Bibliografia

- Atzeni P., Ceri S., Paraboschi S., Torlone R. (1996), *Basi di dati: concetti, linguaggi e architetture*. McGraw-Hill Italia, Milan
- Batini C., De Petra G., Lenzerini M., Cantucci G. (1991), *La progettazione concettuale dei dati*, F. Angeli
- Bocchi S., Negri M., Bechini L., Spinazza F., Zanichelli I. (2000), *Il Sistema Informativo Territoriale per il Parco Agricolo Sud Milano*, Asita
- Brogli M., Cella F. (2000), *L'informatizzazione degli strumenti urbanistici comunali: l'esperienza della Provincia di Milano*, 3a Conferenza Italiana utenti ESRI, Roma
- Bracchi G., Motta G. *Progetto di sistemi informativi*. ETAS Libri
- Coad P., Yourdon E. (1991), *Analisi dei sistemi orientati agli oggetti*, Prentice Hall Int./Gruppo Ed. Jackson
- Ercoli P., Batini C., Marozza F., *L'Amministrazione dei Sistemi Informativi pubblici. Quadro metodologico di riferimento*, Il Mulino, Bologna
- Ercoli P., Batini C., Marozza F., *Nuove metodologie per i Sistemi Informativi nella pubblica amministrazione*, Il Mulino, Bologna
- Mari G.M. (2004), *Risorse idriche sotterranee del territorio nazionale. Primi risultati di un progetto di ricerca*, Convegno Acqua e copertura vegetale, Roma
- Pelagatti G. (1993), *GEO ER Il modello Concettuale del Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia*, Regione Lombardia.