

PROGETTAZIONE DI UN GEODATABASE PER LA GESTIONE DELLA RISORSA IDRICA SOTTERRANEA

Rudy ROSSETTO (*), Bruna BALDI (*), Massimo PERNA (*), Luigi CARMIGNANI (*)

(*) Centro di GeoTecnologie, Università degli Studi di Siena, via Vetri Vecchi, 34, 52027 S. Giovanni Valdarno (AR),
email: rossetto@unisi.it, baldi24@unisi.it, luigi.carmignani@unisi.it

Riassunto

Nell'ambito di una convenzione con la Regione Toscana è stato sviluppato un modello prototipale di *geodatabase* allo scopo di permettere la caratterizzazione e la successiva gestione dei Corpi Idrici Sotterranei Significativi (D.Lgs. 152/06). In particolare il *geodatabase* è stato strutturato per consentire la raccolta, l'organizzazione, la lettura, l'utilizzo e l'aggiornamento di tutti i dati conosciuti relativi a sistemi idrogeologici. Il *geodatabase* è attualmente in fase di test per la caratterizzazione del Corpo Idrico Significativo delle Alpi Apuane e di alcuni acquiferi alluvionali della Toscana.

Summary

A geodatabase for aquifers characterization and management has been developed.. In details, the geodatabase is structured to collect, store, update and display data from karst, fissured and alluvial aquifer. The geodatabase is under testing on Apuan Alps karst and fractured aquifer and some alluvial aquifers in Tuscany.

Introduzione

La gestione della risorsa idrica di un sistema idrogeologico necessita di strumenti in grado di supportare la raccolta, l'organizzazione, la lettura, l'utilizzo e l'aggiornamento di tutti i dati conosciuti relativi a tale sistema. Questi strumenti devono inoltre permettere la rappresentazione spaziale dei principali parametri idrodinamici del sistema, la caratterizzazione in termini di qualità e di quantità della risorsa idrica e le variazioni di tali caratteristiche nel tempo. L'utilizzo dei sistemi informativi geografici, consentendo lo sviluppo di archivi geotematici organizzati in *geodatabase*, fornisce un contributo fondamentale al raggiungimento di tali obiettivi.

Obiettivi del *geodatabase*

Sulla base del D. Lgs. 152/99 e successive modifiche e integrazioni (attualmente D. Lgs. 152/06), la Regione Toscana ha individuato, designato e classificato i corpi idrici sotterranei significativi ai fini della definizione del livello di tutela da garantire, nonché delle relative azioni di risanamento da mettere in atto per i singoli corpi idrici mediante il Piano di Tutela delle Acque (Regione Toscana, 2005).

Allo scopo di contribuire alla caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei significativi e alla gestione delle risorse idriche ivi presenti, è stato sviluppato un modello prototipale di *geodatabase*. La struttura di tale *geodatabase* parte da una rielaborazione e da un arricchimento dell'*Arc Hydro Groundwater data model* (Strassberg et al., 2005). La struttura del *geodatabase* ideato dai ricercatori dell'Università del Texas (Strassberg G., 2005; Strassberg et al., 2005) non affronta la trattazione di dati provenienti da acquiferi di tipologia carbonatica concentrandosi su esigenze di rappresentazione e di elaborazione delle informazioni riguardanti acquiferi di tipo alluvionale.

Pertanto è stato necessario riorganizzare la struttura del database geografico in maniera tale da andare incontro alle esigenze di gestione del dato nel caso di studio in esame.

Il geodatabase è stato progettato utilizzando il software ESRI ArcInfo[®] 9.0 (ESRI, 2004) ed è concepito in modo tale da soddisfare:

- le esigenze di archiviazione, elaborazione ed analisi dei dati relativi alle acque superficiali e sotterranee;
- la produzione di cartografia tematica ai fini della rappresentazione di sistemi a scala regionale e locale;
- l'implementazione di modelli numerici idrogeologici;
- le necessità di operazioni di sovrapposizione e indicizzazione di temi geografici al fine della valutazione della vulnerabilità degli acquiferi;
- l'utilizzo come strumento decisionale per le autorità preposte alla gestione della risorsa idrica.

Struttura del geodatabase

Sulla base di un'accurata analisi della letteratura (Mari et al., 1995; Bouezmarni et al., 2003; Maidment et al., 2004; Strassberg G., 2005; etc.) e delle esigenze di analisi ed elaborazione dei dati relativi al sistema naturale oggetto di studio è stata ipotizzata la ripartizione delle *Feature Class* in 4 *Feature Dataset*. Un *Feature Dataset* è un raggruppamento di *Feature Class* ossia di raccolte di dati geografici caratterizzate dalla medesima geometria, da attributi comuni. Ciascun *Feature Dataset* è caratterizzato da un medesimo riferimento spaziale.

Per consentire una migliore organizzazione del geodatabase e permettere anche all'operatore meno esperto di accedere ai dati archiviati con facilità si è scelto di attribuire ai *dataset* anche un significato legato alla tipologia del dato inserito nel contesto della cartografia idrogeologica.

I *dataset* (Fig. 1) definiti sono: **Idrologia e Idrogeologia, Complessi idrogeologici, Carsismo, Elementi antropici.**

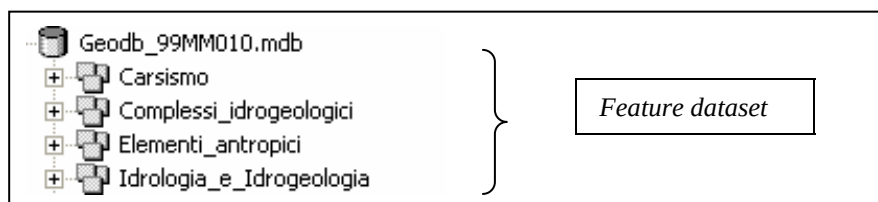


Figura 1 - Struttura del geodatabase. Suddivisione in Feature dataset

Ciascuno dei dataset permette l'archiviazione di una specifica categoria di dati.

In particolare, il *Feature Dataset* Idrologia_e_Idrogeologia archivia informazioni relative all'idrologia superficiale e sotterranea, mentre nel *Feature Dataset* Complessi idrogeologici possono essere inseriti dati relativi alle caratteristiche strutturali ed idrogeologiche delle unità idrostratigrafiche oggetto di studio. Il *Feature Dataset* Carsismo archivia, invece, informazioni relative al carsismo ipogeo ed epigeo, ed infine il *Feature Dataset* Elementi_antropici raccoglie informazioni relative a tutte quegli elementi di origine antropica presenti nell'area di studio che possono presentare interesse ai fini della sua caratterizzazione idrogeologica.

All'interno dei singoli *Feature Dataset* i dati raccolti sono stati organizzati in *Feature Class* puntuali, lineari e poligonali (Fig. 2). In ciascuna *Feature Class* è stato predisposto, oltre ai campi caratteristici del tematismo, un campo costituito da un codice alfanumerico composto che permette l'identificazione univoca degli elementi. La presenza di tale attributo permette di legare la *Feature Class* a tabelle esterne.

Inoltre, un campo "Codice" è stato pensato per legare gli elementi rappresentati nelle singole *Feature Class* a Banche dati esterne (ad esempio le banche dati del Sistema Informativo Regionale Ambientale (S.I.R.A.) della Regione Toscana (ARPAT, 2006).

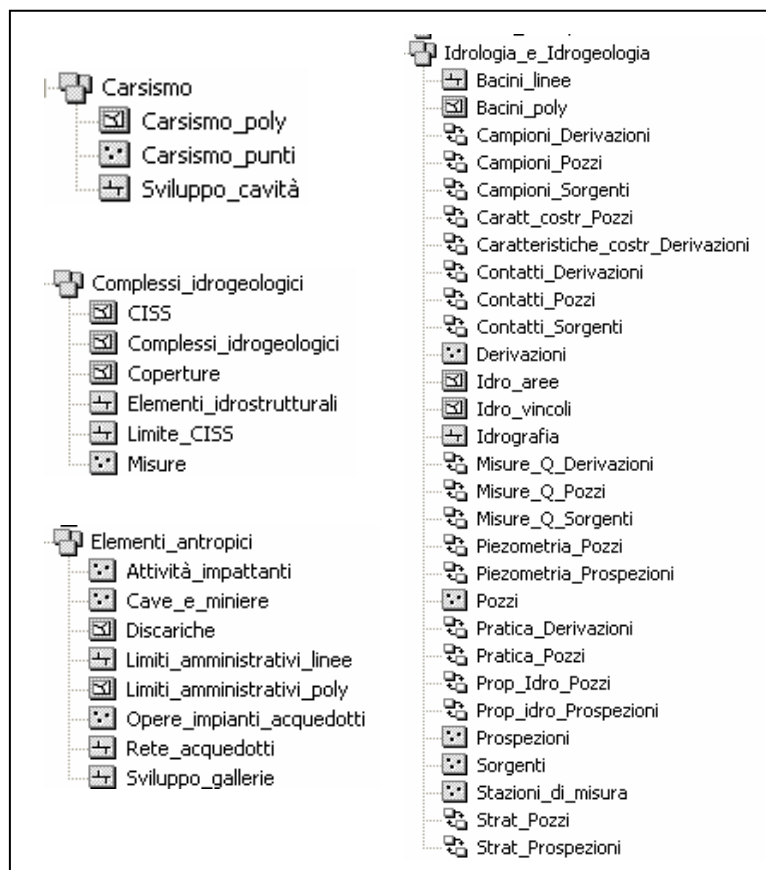


Figura 2 - Struttura del geodatabase. Suddivisione in Feature class dei Feature dataset

Lo schema è completato da una serie di tabelle esterne, collegate tramite relazioni alle *Feature Class*, che permettono di archiviare serie temporali (Goodall et al., 2004) ed informazioni aggiuntive senza appesantire la struttura delle *attribute tables*. L'analisi dei dati archiviati permette di creare, attraverso appositi strumenti di elaborazione spaziale, elaborati tematici che illustrano la variazione nel tempo di tali parametri. Per l'archiviazione di tali elaborati è stato predisposto un apposito Raster Catalog. Un Raster Catalog è costituito da una tabella in cui sono archiviati raster di diversa origine presenti all'interno del geodatabase (Fig. 3).

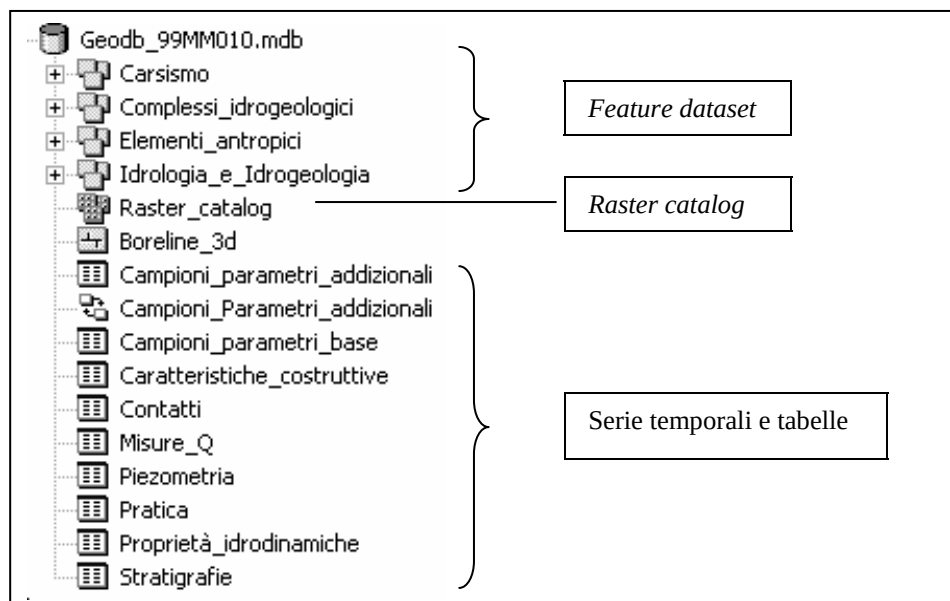


Figura 3 - Struttura del geodatabase

Conclusioni

Il *geodatabase* per la gestione dei Corpi Idrici Sotterranei Significativi è attualmente allo stato prototipale e in fase di test per la creazione della cartografia idrogeologica e della vulnerabilità dell'acquifero carbonatico delle Alpi Apuane e di alcuni acquiferi alluvionali della Toscana.

Il *geodatabase* permette:

- di archiviare informazioni sulle acque superficiali e sotterranee;
- di rappresentare sistemi idrogeologici a scala regionale e locale;
- di estrarre dati ai fini della loro elaborazione;
- di esportare i conseguenti dati derivati in software per la modellistica idrogeologica;
- la creazione di mappe della vulnerabilità all'inquinamento;
- il suo utilizzo come strumento di supporto alla pianificazione territoriale.

Di conseguenza il *geodatabase* non è progettato per rispondere alle necessità di un singolo software *third-party*, ma per fornire un archivio nel quale i dati possano essere inseriti, aggiornati, condivisi, processati ed estratti per eventuali elaborazioni.

Oltre alla creazione di cartografie idrogeologiche di dettaglio, tra le molteplici finalità applicative del *geodatabase* si possono citare quelle relative all'utilizzo per una razionale distribuzione delle captazioni e dei punti di monitoraggio sul territorio, alla valutazione della disponibilità idrica ed alla salvaguardia degli acquiferi dai pericoli di inquinamento. La sua struttura dinamica consente un aggiornamento ed un controllo dei dati in tempo reale, un'automatizzazione delle operazioni di archiviazione e gestione del dato, ed inoltre la creazione di cartografie tematiche a partire dalle funzionalità geostatistiche del software utilizzato e l'applicazione di modelli numerici del flusso e del trasporto dei contaminanti tramite software interfacciabili al GIS.

Riferimenti bibliografici

ARPAT, 2006. S.I.R.A. Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana. [WWW] <URL:<http://sira.arpat.toscana.it/>> [ultimo accesso 15 giugno 2006]

Bouezmarni M., Fredric H., Nogaredo P., Ruthy I., 2003. Coupling GIS with a database for hydrogeological mapping. Proceedings 4th ECRGC&IS, Bologna, 2003. [WWW] <URL: http://www.regione.emiliaromagna.it/geologia/convegni/download/4th_congress/oral/11A_Nogaredo_Ingrid.pdf> [ultimo accesso 15 giugno 2006]

ESRI ArcInfo® 9.0, 2004. ESRI, Redlands, California.

Gogu, R. C., Carabin, G., Hallet, V., Peters, V., Dassargues, A., 2001. GIS-based hydrogeological databases and groundwater modelling. *Hydrogeology Journal* 9, pp. 555-569

Goodall, J.L., Maidment, D.R., J. Sorenson, 2004, Representation of Spatial and Temporal Data in ArcGIS. AWRA GIS and Water Resources III Conference, Nashville, TN. [WWW]<URL: http://www.crwr.utexas.edu/gis/gishydro05/Time/RepresentingSpaceAndTime/AWRAPaper_JGoodall.doc> [ultimo accesso 15 giugno 2006]

Mari, G.M., Motteran, G., Scalise, A.R., Terribili, D., Zattini, N., 1995. Carta Idrogeologica d'Italia 1:50.000. Guida al rilevamento e alla rappresentazione. Quaderni Serie III, v. 5, Servizio Geologico Nazionale, Roma

Regione Toscana, 2005. Piano di Tutela delle acque

Strassberg G., 2005. A Geographical data model for groundwater systems. Tesi di dottorato.

University of Texas at Austin. [WWW]<URL:

ftp://ftp.crwr.utexas.edu/pub/outgoing/strassberg/GroundwaterDataModel/Groundwater_Data_Model.htm> [ultimo accesso 15 giugno 2006]

Strassberg G. et al., 2005. Arc Hydro Groundwater Data Model. [WWW]<URL: <http://www.crwr.utexas.edu/gis/gishydro05/ArcHydroGroundwater/ArcHydroGroundwaterESRIUC2005.htm>> [ultimo accesso 15 giugno 2006]