

**L'USO DEI SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI (GIS)
PER LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE.
L'ESPERIENZA DI AMGA SPA**

ANNA MORGAVI

*Azienda Mediterranea Gas e Acqua - Genova
Servizi Qualità Ambientale*

1. INTRODUZIONE

L'Azienda Mediterranea Gas e Acqua S.p.A. di Genova utilizza da tempo i sistemi informativi geografici come ausilio alle attività di controllo e gestione delle risorse idriche; infatti, grazie alle funzionalità di gestione dei dati grafici ed alfanumerici, di analisi spaziale, e di rappresentazione grafica, i GIS consentono di organizzare, elaborare e sintetizzare i dati disponibili nel modo ottimale.

Presso il Servizio Qualità Ambientale di AMGA sono state sviluppate applicazioni GIS per gestione delle risorse idriche, sia dal punto di vista quantitativo, sia dal punto di vista qualitativo.

I principali campi applicativi riguardano:

- l'analisi della disponibilità della risorsa idrica mediante un modello di bilancio idrologico distribuito a scala mensile
- la valutazione della propagazione dell'onda di piena in sezioni di controllo dei reticoli idrografici mediante un modello distribuito afflussi/deflussi
- il monitoraggio della qualità delle risorse idriche superficiali e sotterranee della Regione Liguria
- la caratterizzazione degli acquiferi Bisagno e Polcevera
- il monitoraggio delle acque marine costiere della Regione Liguria

Nel seguito vengono sintetizzate le principali nozioni relative ai sistemi informativi geografici e successivamente viene descritto come sono state realizzate le mappe di caratterizzazione degli acquiferi Bisagno e Polcevera mediante l'uso di un GIS.

2. NOZIONI DI BASE RELATIVE AI G.I.S.

I *G.I.S.*, *Geographical Information Systems*, sono sistemi software per la gestione di informazioni geografiche.

La loro struttura nasce dall'integrazione di tecnologie diverse: i *C.A.D.* (*Computer Aided Design o Drawing*), strumenti di creazione ed editing di dati grafici, e i *D.B.M.S.* (*DataBase Management Systems*) sistemi per l'archiviazione e la gestione di dati alfanumerici.

Pertanto i sistemi informativi geografici consentono di gestire oggetti collocati nello spazio, mediante una rappresentazione grafica che ne riproduce la forma geometrica a cui vengono associate informazioni di varia natura (dati alfanumerici, fotografie, etc.).

Una caratteristica fondamentale dei GIS è la capacità di georeferenziare i dati, cioè di attribuire ad ogni elemento le sue coordinate spaziali secondo il sistema di riferimento assegnato e nelle sue reali dimensioni. Inoltre tali sistemi gestiscono le informazioni riguardanti le relazioni spaziali tra i diversi elementi.

In ambiente GIS i dati possono essere memorizzati utilizzando uno dei sistemi di coordinate ufficiali (coordinate geografiche, sistema di proiezione UTM, etc.) ed è possibile convertire i dati da un sistema all'altro, garantendo l'integrazione di dati provenienti da fonti diverse.

Tipi di dato

I GIS gestiscono dati di tipo geografico ed alfanumerico.

Esistono due modelli geografici: quello *vettoriale*, che rappresenta gli oggetti mediante punti, linee e poligoni; e quello *raster*, ottenuto dalla suddivisione del territorio secondo una griglia a maglia regolare, la cui unità elementare è detta cella o pixel.

Il formato vettoriale descrive la geometria degli oggetti, identificandone i suoi elementi costituenti (ad es. per una linea, le coordinate dei vertici, per un cerchio, ordinate del centro ed il raggio, etc.) e archivia tali informazioni come un insieme ordinato di coordinate.

I dati *vettoriali* possono essere di tipo:

- puntuale, rappresentati da un simbolo, nel caso in cui interessi solo l'individuazione sul territorio di un oggetto e non la sua forma geometrica
- lineare, quando rappresentano oggetti con estensione lineare (strade, fiumi, etc.)
- areale, quando rappresentano aree chiuse (edifici, particelle catastali, etc.)

Ogni oggetto vettoriale può essere corredato da informazioni descrittive, che vengono memorizzate nel database sotto forma di tabella; il sistema gestisce automaticamente il *link* tra tabella e oggetto grafico.

I dati *raster* sono costituiti da un insieme ordinato di celle, a ciascuna delle quali viene assegnato un valore alfanumerico che ne rappresenta un attributo (es. copertura vegetale, piovosità media, temperatura media ecc.) ; il valore assegnato corrisponde al valore medio all'interno della cella.

I dati raster memorizzano intrinsecamente l'informazione alfanumerica e quindi non necessitano di alcun collegamento al database.

I dati vettoriali e raster vengono usati per rappresentare, i primi entità discrete, i secondi entità continue nello spazio; in un sistema informativo geografico possono coesistere e integrarsi mutuamente.

Il reperimento dei dati: valorizzazione del database geografico

Per quanto riguarda i dati alfanumerici le fonti possono essere le più diverse e di conseguenza anche i formati presentano in genere una grande variabilità (es. cartaceo, foglio elettronico, database, etc.). In ogni caso si effettuano delle preelaborazioni al fine di ottenere un formato *ascii* formattato che garantisce un agevole caricamento dei dati in database.

Per quanto riguarda invece i dati grafici, le entità di interesse, (ad es. reticolo idrografico, viabilità, curve di livello, limiti amministrativi ecc.) vengono inserite nel sistema a partire da cartografie esistenti, mediante procedure di *digitalizzazione* oppure mediante *scansione* delle carte e successiva vettorializzazione dei files ottenuti (operazione di riconoscimento delle forme geometriche degli oggetti a partire da dati in formato raster).

3. LE POTENZIALITÀ DEI G.I.S. COME STRUMENTO DI GESTIONE ED ANALISI

La topologia

I sistemi informativi geografici dispongono di diverse funzioni per l'analisi spaziale dei dati ; queste funzioni sono possibili grazie al modello dei dati "*georelazionale*" che memorizza, non solo le informazioni geometriche relative agli oggetti, ma anche le informazioni topologiche, cioè le relazioni spaziali tra le componenti elementari di ciascun oggetto e dei diversi oggetti tra loro.

La *topologia* consente di memorizzare i rapporti di connessione (2 archi che condividono un vertice) e di continuità (2 poligoni che

condividono un arco), e quindi di riconoscere ad esempio le aree contigue e identificare le linee che delimitano ciascuna area chiusa.

Le funzioni di overlay e buffering

Tra le funzionalità spaziali, la funzione di *overlay* riveste un ruolo di primaria importanza ; è infatti attraverso di essa che si possono sovrapporre e intersecare gli strati informativi disponibili al fine di produrre di nuovi.

L'*overlay* può essere effettuato tra un tematismo areale ed uno puntuale (ad es. le sorgenti che ricadono all'interno di un bacino idrologico), tra un tematismo areale ed uno lineare (gli acquedotti che sono compresi in un comune), oppure tra due areali (i comuni compresi in un bacino idrologico).

I tematismi derivati da un'operazione di *overlay* ereditano gli attributi propri dei tematismi da cui sono stati derivati.

Un'altra funzione molto utile è quella di *buffering*, che consente di creare delle aree di rispetto, cioè zone che contornano elementi prestabiliti ad una distanza prefissata; ad esempio consente di individuare zone non edificabili nelle vicinanze di un corso d'acqua.

Queste funzioni, insieme ad altre qui non illustrate, consentono di gestire dati geografici e di effettuare analisi spaziali, ottenendo dati derivati di immediata lettura, perché rappresentati in forma grafica.

4. LA CARATTERIZZAZIONE DEGLI ACQUIFERI BISAGNO E POLCEVERA

Descrizione del progetto

AMGA, in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Genova, ha condotto nel corso dell'anno 1996 uno studio sulle acque sorgive dei bacini Bisagno e

Polcevera, al fine di determinarne il chimismo delle acque e realizzare delle mappe di distribuzione territoriale dei parametri fisici e geochimici.

In particolare, per quanto riguarda il bacino del torrente Bisagno, avente superficie di 93 km², sono state campionate ed analizzate 130 sorgenti.

L'individuazione delle sorgenti censite per il territorio in esame è stata realizzata consultando: l'archivio delle captazioni da sorgente disponibile presso l'Ufficio Ambiente della Provincia di Genova, un elenco di sorgenti redatto negli anni '40 dall'Istituto Idrografico della Presidenza del Consiglio ed alcune carte topografiche riportanti sorgenti note.

Tali informazioni sono state integrate mediante indagini sul territorio, che hanno consentito di georiferire sulle carte tecniche regionali in scala 1:5000 tutte le sorgenti campionate.

La scelta delle sorgenti da analizzare è stata effettuata in modo da avere una buona distribuzione sul territorio in esame; infatti la realizzazione di carte tematiche richiede l'applicazione di algoritmi di analisi spaziale, che danno buoni risultati solo se la distribuzione dei punti in input è uniforme.

La campagna di campionamento ha avuto durata di circa 5 mesi (febbraio - giugno), evitando quindi periodi siccitosi con conseguenti minime di efflusso.

Alcune analisi sono state effettuate direttamente sul campo; queste sono: temperatura, pH, potenziale redox, ossigeno disciolto.

Le ulteriori analisi sono state eseguite presso il laboratorio AMGA; tali analisi sono:

- solidi totali disciolti
- sodio, potassio, magnesio, calcio, alluminio, cromo,

- manganese, ferro, nichel, rame, zinco, piombo
- cloruri, solfati, nitrati
- ammoniaca, nitriti, idrocarburi, coliformi totali, coliformi fecali.

Fasi del progetto

Dopo aver determinato l'esatta ubicazione delle sorgenti campionate, si è provveduto a georiferirle utilizzando la Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:5000; successivamente si è strutturato e valorizzato il database geografico.

In pratica ciò ha comportato la predisposizione di un "progetto GIS" comprendente l'entità sorgente corredata dai seguenti attributi: codice identificativo, coordinate geografiche e i valori dei parametri analitici.

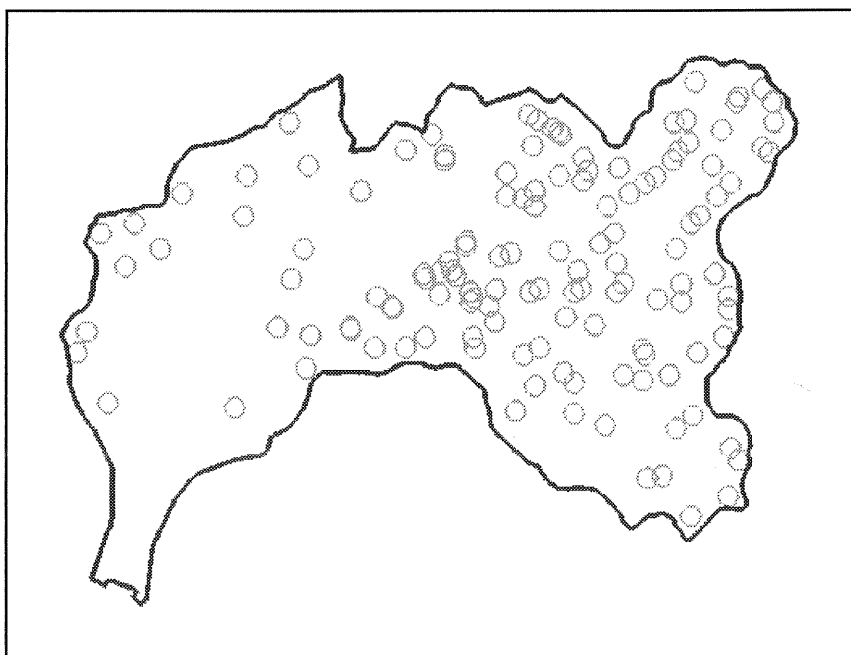


Fig. 1 - georeferenziazione delle sorgenti

Una volta strutturato il database i punti indicanti le sorgenti sono stati digitalizzati, ricavando così in modo preciso le coordinate geografiche, caricate poi automaticamente dal disegno al database, mediante una funzione disponibile nell'ambiente GIS utilizzato (Intergraph-MGE).

Successivamente sono stati caricati in database anche i dati relativi ai parametri analizzati, provenienti dal sistema informativo di gestione del laboratorio.

Sfruttando le funzioni di analisi spaziale disponibili nell'ambiente GIS, sono state realizzate le carte di isoconcentrazione di ciascun parametro d'interesse. La procedura consiste nell'attribuire di volta in volta a ciascun punto una "coordinata z" corrispondente al valore assunto dal parametro in esame; quindi si applica un algoritmo di interpolazione spaziale che opera in due passi: nel primo determina la triangolazione dei punti, e nel secondo calcola la superficie che meglio interpola tali punti secondo criteri selezionabili dall'utente.

La superficie così ottenuta può essere visualizzata utilizzando colori diversi per ciascun range di valori prestabilito, fornendo in tal modo una rappresentazione sintetica del fenomeno modellato.

La figura seguente rappresenta la durezza delle acque di sorgente nel bacino del Bisagno.

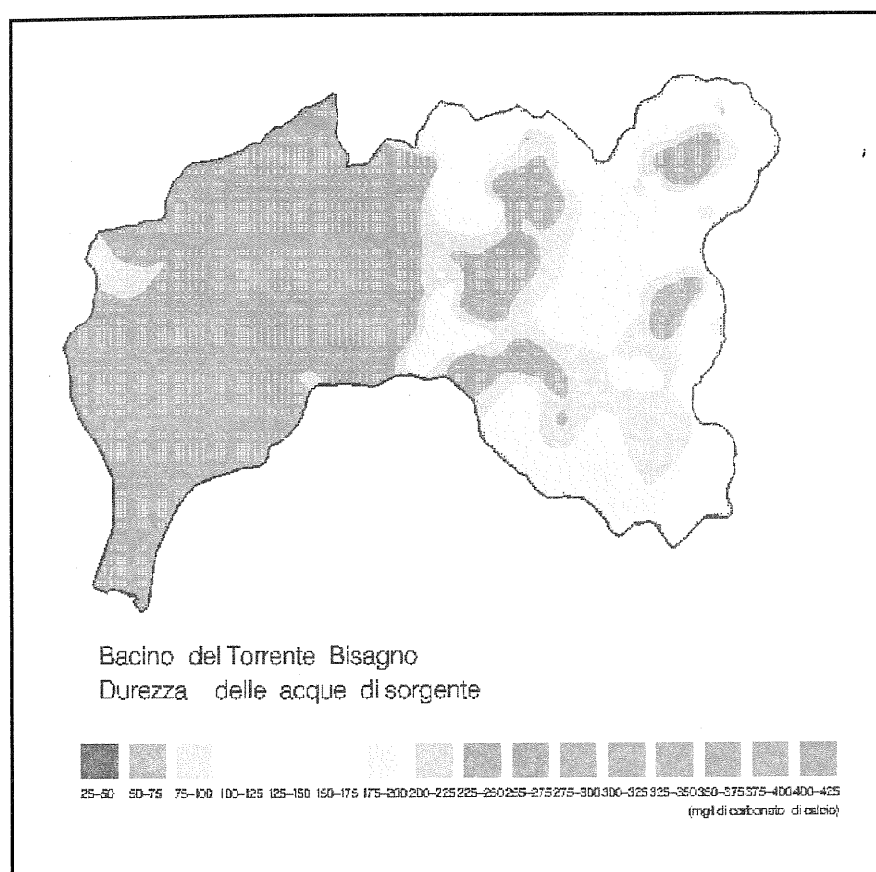


Fig. 2 - durezza delle acque di sorgente

