



IL G.I.S.

Marina Pulcini

*ICRAM – Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica
Applicata al Mare - Via di Casalotti, 300 – Roma (mpulcini@rdn.it)*

COSA È IL G.I.S.

Nell’ambito dei sistemi di supporto alle decisioni, per la previsione e la gestione del rischio e dell’emergenza ambientale non è più sufficiente esaminare “a posteriori” con strumenti informativi le zone “a rischio” e tramite tali strumenti valutare gli effetti e determinare la rilevanza quantitativa o qualitativa degli interventi, ma è assolutamente indispensabile poter prevedere l’effetto dei fenomeni prima che avvengano ed essere consapevoli delle possibili evoluzioni. E’ inoltre indispensabile gestire, su di uno sfondo intuitivamente comprensibile ed interrogabile interattivamente, le strutture informative dinamiche rappresentative di interventi operativi.

Di Sistemi Informativi Territoriali si è iniziato a parlare intorno alla fine degli anni ‘80 quando, essendosi già consolidate le tecniche di gestione delle banche dati alfanumeriche (DBMS) e di trattamento delle informazioni grafiche (CAD), si pensò di utilizzare queste due tecnologie per gestire in forma integrata le informazioni grafiche e descrittive associate al territorio.

Il G.I.S. (*Geographical Information System*) tradotto in lingua italiana in S.I.T. (Sistema Informativo Territoriale) è l’insieme di strumenti, apparati, metodi e dati in grado di analizzare, progettare, controllare e gestire l’ambiente ed il territorio; rappresenta inoltre l’insieme delle relazioni spaziali delle informazioni relative alle caratteristiche fisiche del territorio e delle attività umane che su di esso si svolgono.

L’idea che sta alla base di qualsiasi S.I.T. è la possibilità di georeferenziare le informazioni ossia di riferirle ad un punto preciso dello spazio topologicamente strutturato.

Il supporto informatico consente un’accelerazione dei tempi ed una possibilità di accumulo e di sovrapposizione delle informazioni che ovviamente con un adeguato *software* ed *hardware* può considerarsi tendenzialmente illimitato.



CARTOGRAFIA DI BASE

La creazione di un progetto G.I.S. deve partire necessariamente da una cartografia di base. Per la costituzione di una banca dati territoriale è fondamentale la scelta del tipo di cartografia di base cui riferire il proprio sistema. Di norma si utilizzano due metodologie:

- cartografia vettoriale (digitalizzata o aerofotogrammetrica);
- cartografia in formato *raster*.

I dati vettoriali sono dati grafici costruiti a partire da punti di coordinate note (geometria) collegati a formare oggetti più complessi (linee, polilinee, poligoni) per mezzo di tabelle che ne definiscono le connessioni (topologia). Di norma provengono da digitalizzazione, da rilievi aerofotogrammetrici topografici, da G.P.S. (*Global Position System*) ecc.

I dati *raster* sono dati relativi a griglie regolari di dimensioni note; sono in genere immagini relative ad esempio a cartografia di base, foto aeree, ortofotopiani, immagini da satelliti e di norma provengono da scanner o da immagini da satellite.

Gli elementi attraverso cui viene costruita tutta l'impalcatura della cartografia numerica prendono il nome di primitive grafiche o cartografiche, distinte in geometriche (costituite dalle elementari figure euclidee del punto e della spezzata), e in complesse (quelle per la cui definizione si ricorre alle primitive geometriche e a loro interrelazioni). In sintesi le primitive, essendo i punti, le linee, i poligoni e i nodi, compongono la geometria della topologia.

GEOREFERENZIAZIONE

E' un'operazione che consente di attribuire le corrette coordinate ad un insieme di dati grafici. Può consistere in una semplice rototraslazione con variazione di scala, quando ad esempio si posizionano sulla carta dei dati provenienti da digitalizzazione.

I quattro componenti fondamentali di un G.I.S. sono:

- dati - alfanumerici, grafici, cartografici, ecc.
- strumenti - *software* G.I.S., dbms, reti, archivi, ecc.
- apparati - *hardware*, GPS, reti fisiche, periferiche *input*, periferiche *output*, ecc.
- metodi - tecniche di analisi spaziale, quantitative, qualitative, intelligenza artificiale, *data mining*, ecc.

Rispetto ad una rappresentazione puramente geometrica degli oggetti presenti nella realtà, ad un G.I.S. viene richiesto di mantenere e



gestire tutte le informazioni che riguardano le mutue relazioni spaziali tra i diversi elementi, come la connessione, l’adiacenza o l’inclusione, cioè di strutturare i dati definendone anche la topologia. Oltre a questi due aspetti geometrico e topologico, il modello dei dati, per essere efficace, deve prevedere l’inserimento al suo interno dei dati descrittivi dei singoli oggetti reali, definibili come attributi.

Questi tre insiemi di informazioni (geometria, topologia, attributi) vengono poi effettivamente implementati in un G.I.S. mediante uno specifico modello fisico, che oggi si basa su strutture dei dati di tipo relazionale, tipiche dei *database* più evoluti e su architetture *hardware* e *software* di tipo *client/server*, tipicamente in reti locali di elaboratori.

GLI ATTRIBUTI

In ogni caso l’elemento più importante del modello dati di un G.I.S. rimane sempre l’attributo. Infatti una applicazione per cartografia ha l’obiettivo principale di riprodurre su carta delle cartografie, mentre un G.I.S. ha il suo obiettivo principale nell’analisi dei dati, per diventare uno strumento di supporto alle decisioni.

Ad ogni elemento o ad ogni insieme di elementi è possibile associare un numero infinito di attributi e definire le relazioni che sussistono fra di essi. Generalmente gli attributi del formato vettoriale sono inseriti in un *database* relazionale, pertanto la definizione di tabelle e relazioni può essere considerata dinamica e flessibile nel tempo, cosa che offre potenzialità molto vaste nella struttura degli archivi e nelle applicazioni.

Le tabelle degli attributi sono una parte integrante dello strato informativo. Ogni tabella è relativa ad un gruppo omogeneo di elementi geografici della carta (le strade, i fiumi, le curve di livello, ecc.) ed è costituita da un numero variabile di righe e colonne. Ogni riga (*record*) contiene la descrizione di un singolo elemento geografico ed ogni colonna (campo o attributo) memorizza uno specifico tipo di informazione. Le caratteristiche degli elementi geografici sono generalmente tradotte in codici numerici o alfabetici, prima di essere inserite nella relativa tabella.

L’utente di un G.I.S. non ha solo bisogno di restituire una carta delle zone edificate, quanto di rappresentare un tematismo, ad esempio, retinarla in funzione dell’età media della popolazione residente. Per ottenere questo potrebbe interrogare una banca dati di tipo relazionale: per esempio, ad ogni edificio potrebbe essere associato un indiriz-



zo, mentre in un altro *database* (quello anagrafico) ad ogni indirizzo potrebbe essere associata la data di nascita delle persone che vi risiedono.

Tramite quindi l'informazione "Indirizzo" si potrebbe creare una relazione tra i due *database* ed effettuare un'analisi relativa all'età media restituendola poi graficamente su carta.

Dalla stessa analisi si potrebbe poi derivare un nuovo tematismo relativo all'anzianità dei residenti e utilizzandolo in sovrapposizione al tematismo relativo alla carta dei bacini d'utenza dei centri anziani del Comune o dei servizi materno-infantili, dell'Unità Sanitaria Locale, verificare la congruenza tra bacini d'utenza dei servizi (offerta) e potenziale utenza (domanda) per poi decidere eventualmente un nuovo piano d'azione o di sviluppo. Gli attributi che possono risiedere anche su più sistemi ed essere aggiornati da molti applicativi (nel caso precedente sono aggiornati dall'ufficio anagrafe e utilizzati da quello di pianificazione dei servizi), sono in genere memorizzati su dei *database* relazionali ed interrogabili mediante linguaggi di tipo SQL (*Structured Query Language*).

Se una organizzazione dei dati di tipo topologico caratterizzava già i sistemi G.I.S., la loro capacità di effettuare operazioni di analisi spaziale li distanzia ulteriormente e definitivamente dal mondo dei sistemi nati per effettuare operazioni di sola cartografia e disegno al computer.

LE FUNZIONI DEI G.I.S.

Esistono molteplici funzioni, di seguito vengono raggruppate le principali.

Moduli di base: con i quali si possono costruire archivi geo-riferiti e impostare procedure di gestione e di restituzione (acquisizione dati, correzione/trasformazione di coordinate, *editing* e strutturazione delle banche dati, presentazione dei risultati, interrogazioni della banca dati geo-referita)

Moduli applicativi: utilizzati nel settore dell'analisi spaziale e della modellistica del territorio (conversioni *vecc.or-raster*, modelli digitali del terreno, *buffering*, *overlay*, estrazioni e mosaicature, moduli aggiuntivi e analisi spaziale).

L'OVERLAY

Probabilmente le funzioni di *overlay* sono state le prime ad essere implementate in un G.I.S., e rimangono ancora oggi le funzioni di



base in questi sistemi. Concettualmente si tratta di funzionalità molto semplici ma solamente una struttura dei dati completamente topologica permette di realizzarle in modo efficace. Infatti il risultato della sovrapposizione di diversi livelli informativi non deve essere solamente visuale, cioè si possono vedere gli elementi sovrapposti ma devono soprattutto essere a livello degli attributi, che devono essere riportati da un livello informativo all'altro, in corrispondenza degli elementi corrispondenti.

Mediante tale analisi, partendo dalle informazioni esistenti nel nostro *database* geografico, possono essere creati nuovi livelli informativi, associando i dati in maniera da identificare relazioni prima non chiaramente visibili. Tipico esempio sono le analisi effettuate con la semplice sovrapposizione di più livelli informativi (*overlay*) come l'uso del suolo ed i dati catastali, allo scopo di identificare, per ogni proprietà (particella catastale), la tipologia di uso del suolo. Analisi più sofisticate possono essere effettuate con la combinazione di diversi operatori anche estremamente complessi che operano sui dati sia bidimensionali sia tridimensionali.

LE APPLICAZIONI DEL G.I.S.

Ai fini di questa trattazione, per applicazione si intende sostanzialmente tre cose: un modello dati orientato, un insieme di algoritmi e un'interfaccia utente.

Per interfaccia utente si intende quella serie di icone, *menu*, schermate che consentono all'utilizzatore di richiamare le funzioni più frequentemente richieste all'applicazione e che consentono l'introduzione dei parametri sui quali il sistema effettua i suoi calcoli.

Gli algoritmi sono invece i veri e propri programmi, di solito scritti in macrolinguaggio (cioè come sequenza di istruzioni già disponibili nel G.I.S.) ovvero programmati a più basso livello in altri ambienti e collegati ai *menu* dell'applicazione. Detti algoritmi effettuano in genere i calcoli necessari all'utente, quali il dimensionamento di una rete, il calcolo di incongruenze spaziali, il percorso ottimale, ecc.

In pratica le applicazioni più comuni del G.I.S. possono essere quelle di organizzare banche dati “storiche” con le informazioni raccolte durante campagne di indagine finalizzate a successivi approfondimenti. In maniera particolare, relativamente al monitoraggio ambientale si sente spesso parlare di “collegamenti *on-line*”: si tratta delle possibilità di ricevere informazioni che sono state inviate via cavo o via radio da punti remoti affinché i Sistemi Informativi possano



immediatamente attivare le loro funzioni d'elaborazione. Spesso queste elaborazioni si riducono alla semplice visualizzazione di misure o delle loro variazioni rispetto a dati rilevati in precedenza per verificarne il rispetto di determinati valori di soglia.

Inoltre esistono una vasta gamma di applicazioni di cui fanno parte anche vari programmi di modellistica per i comparti ambientali delle acque, dell'aria e dei suoli; dalla loro capacità di simulare nel tempo il comportamento di vari fenomeni ed eventi naturali si giunge ad un ruolo predittivo del G.I.S.