Introduzione ai sistemi informativi territoriali

written by Rivista di Agraria.org | 28 agosto 2011

di Donato Castronuovo

Definizioni e concetti di base

Numerose sono le definizioni del G.I.S. (acronimo delle parole inglesi *Geographical Information System*, ovvero Sistemi Informativi Territoriali – S.I.T. – in italiano). Borrough (1986) li definisce come un potente insieme di strumenti atti a raccogliere, memorizzare, richiamare, trasformare dati georiferiti. Aronoff (1989) considera i G.I.S. un insieme di procedure, basate sull'utilizzo di strumenti informatici, che servono a manipolare dati geografici. Cowen (1988) definisce i G.I.S. come un sistema per il supporto alle decisioni su problematiche di carattere ambientale utilizzando dati spazialmente riferiti; secondo Cortellessa (1995), infine, il G.I.S. è un insieme di hardware e software finalizzato all'acquisizione, alla gestione, all'analisi e alla visualizzazione di informazioni alfanumeriche e grafiche riferite ad un determinato territorio.
I G.I.S. sono, quindi, molto di più di un mezzo per codificare, memorizzare, richiamare dati, proprio perché essi devono essere in grado di creare un modello virtuale del mondo reale e di agire su di esso con simulazioni e modelli matematici volti a mettere a punto strategie di protezione, di valorizzazione e di utilizzo delle risorse presenti in un determinato areale, il più possibile sostenibili per l'ambiente e per le popolazioni.
Usando un G.I.S. è, pertanto, possibile prevenire e prevedere una serie di fenomeni correlati al territorio, esplorare tutto l'insieme dei possibili scenari ad essi legati, ottenendo una visione delle conseguenze ed, infine, avere la possibilità di discriminare tra le soluzioni maggiormente sostenibili ed utili per il raggiungimento degli scopi prefissati.
In quest'ottica, le nuove tecnologie G.I.S. si configurano come un vero e proprio *"laboratorio"* nel quale sperimentare e mettere a punto nuove metodologie di interpretazione e nuove strategie di intervento da applicare al "*sistema territorio*", inteso, quest'ultimo, come somma di vari sottosistemi quali, ad esempio, sistema agricolo, insediativo, industriale, ambientale, stradale, etc..
Un G.I.S. può essere considerato tale se è capace di svolgere le seguenti operazioni e funzioni:

- acquisizione, gestione ed integrazione di grandi quantità di dati spazialmente riferiti (un dato geografico è definito "spazialmente riferito" quando possiede un attributo di posizione);
- analisi specifica della componente geografica del dato (la capacità del sistema di poter applicare ai dati geografici modelli matematici, per esempio quelli sviluppati per lo studio della diffusione di inquinanti in un determinato territorio);
- organizzazione e capacità di restituzione della grande quantità di dati, precedentemente processati, per poterli rendere facilmente accessibile all'utenza;
4. integrazione con i sistemi di Supporto alle Decisioni (*D.S.S., Decision Support System*) allo scopo di elaborare i dati descriventi il mondo reale, in modo da fornire preziose informazioni e proiezioni di scenari futuri che serviranno ai decisori (*decision makers*) come supporto alle loro scelte.

Appare chiaro, quindi, che il G.I.S. non si configura solo come un mero strumento di automazione dei processi di acquisizione e gestione dell'informazione geografica, ma la innovatività di esso sta nella capacità di creare un ambiente virtuale all'interno del quale i dati relativi al territorio possano essere relazionati ed elaborati in modo tale da generare nuova informazione (Fig. 1), questa volta reale e non virtuale, che in altro modo non sarebbe

possibile avere: è quel che alcuni autori chiamano "*circolo virtuoso di un G.I.S.*".

Fig. 1 – Carta del Modello Digitale del Terreno della Regione Basilicata (Autore: D. Castronuovo)

Il G.I.S. deve essere visto come uno strumento sia di conoscenza ambientale e territoriale che di controllo, previsione ed indirizzo di nuove attività ed insediamenti.
Da ciò che è stato appena detto le finalità di un G.I.S. possono schematizzarsi e sintetizzarsi come segue:

- profonda conoscenza del territorio;
- controllo dei processi di utilizzazione del territorio e della dinamica delle trasformazioni dell'uso del suolo;
3. programmazione di interventi e strategie il più possibile sostenibili per l'ambiente e per i cittadini (sostenibilità integrata).

Oltre agli aspetti di carattere generale di un G.I.S., si possono descrivere varie tipologie di questo potente strumento in base all'applicabilità ad un determinato settore. Per esempio, un G.I.S. applicato al settore primario, fornisce informazioni utili ai decisori (*agricoltural decision makers*) per operare scelte operative per il settore agricolo, come ad esempio l'individuazione di aree particolarmente vocate all'attività agricola o ad un determinato tipo di coltura, oppure di aree, che per determinate caratteristiche del suolo e della rete idrogeologica, non dovrebbero essere investite da agricoltura intensiva (Fig. 2).

Fig. 2 – Carta della Localizzazione di Aree Adatte alla Floricoltura in Serra nella Regione Basilicata (Autore: D. Castronuovo)

Inoltre, esiste una generale ed accettata suddivisione tra G.I.S. di *base*, inteso come un sistema informativo volto alla conoscenza generale del territorio, che ha come peculiarità la possibilità di essere espandibile e completabile a seconda delle più disparate esigenze, e G.I.S. *dedicato*, cioè sistema costituito da particolari tematismi volti ad affrontare e risolvere ben determinate problematiche.
Un aspetto importante caratterizzante e condizionante le finalità di un G.I.S., ovvero la sua struttura, i suoi contenuti ed i suoi obiettivi, è l'ambito territoriale di applicazione. E' facile comprendere, infatti, che i tematismi utilizzati, il dettaglio di scala, i dati e le problematiche affrontate differiscono molto a seconda si voglia costruire un G.I.S. a livello locale, per esempio comunale, oppure se si voglia crearne uno a livello territoriale più ampio. Infatti, i Sistemi Informativi Territoriali, in base al territorio di rappresentazione, possano essere suddivisi come segue:

- *livello continentale:* Sistemi Informativi Territoriali standardizzati tra i diversi Stati per ottenere informazioni compatibili anche se ottenute in zone molto distanti;
- *livello nazionale:* G.I.S. di supporto per le grandi scelte strategiche a livello di politica territoriale nazionale;
- *livello regionale:* il sistema deve essere finalizzato per poter meglio predisporre piani di sviluppo regionale, piani paesistici, piani di bacino, piani territoriali di coordinamento, etc.;
- *livello intermedio*: teso a coordinare e verificare le attività pianificatorie di vari enti quali le Province, le Comunità Montane, gli Enti Parco, etc.;

5. *livello locale*: a questi G.I.S. è essenzialmente affidata la gestione puntuale del territorio.

Le classi di G.I.S. appena elencate non possono prescindere dal tipo di cartografia di base utilizzata, che può essere sostanzialmente così differenziata:

- *carte catastali* e *mappe tecniche* prodotte in scala da 1:500 a 1:10.000;
- *carte topografiche*, che rappresentano oggetti le loro forme sulla superficie terrestre come fiumi, strade, edificato, campi, etc., in scala da 1:10.000 a 1:100.000;

3. *carte geografiche* e *mappe tematiche* che possono derivare da diverse fonti di dati, incluso il telerilevamento. La scala di rappresentazione è in dipendenza della fonte dati utilizzata; per il telerilevamento, ad esempio, la scala più piccola, al momento, è di 1:50.000.

Da queste differenze derivano diversi S.I.T. che si possono raggruppare come segue:

- *Sistemi Informativi Catastali* o *Land Information Systems* (L.I.S.) che gestiscono, in digitale, le informazioni catastali.
- *Sistemi Informativi Topografici* o *Topographic Information Systems* (T.I.S.) che servono per descrivere i paesaggi naturali ed artificiali in modelli digitali a media scala. I modelli digitali del terreno o *Digital Elevation Models* (D.E.M.) ne sono una componente.

3. *Sistemi Informativi Geografici* o *Geographical Information Systems*, che come i precedenti aiutano a descrivere i paesaggi naturali ed antropici, sintetizzano numerosi contenuti tematici con maggior generalizzazione. In funzione dei casi e di una specializzazione del sistema informativo, esso può essere ridefinito ambientale, idrografico, forestale, agricolo, etc..

L’evoluzione della tecnologia dei G.I.S.

Una prima significativa esperienza di *Geographical Information System* fu sviluppata in Canada a partire del 1960 in seguito alle esigenze da parte del governo locale di predisporre un “*land inventory*” volto alla definizione dello stato di fatto relativamente a temi di carattere territoriale e ambientale quali l’uso del suolo, la capacità d’uso dei suoli, le risorse naturali.
Di fronte al notevole sforzo economico richiesto da una produzione cartografica di questo tipo, specialmente se attuata con metodi tradizionali, fu esplorata la via di immagazzinare e gestire dati cartografici attraverso il calcolatore.
Già nel 1950 erano disponibili rudimentali strumenti per la digitalizzazione, volti semplicemente alla produzione di cartografia in forma digitale, ma la creazione del CGIS (*Canada Geographical Information System*) rappresentò una svolta in quanto furono rese possibili operazioni come l’associazione degli attributi agli elementi geografici, la creazione della struttura topologica dei dati, le prime elaborazioni (misura di aree, cambiamento di scala, unione di fogli adiacenti, incroci tematici). Pertanto molte delle operazioni fondamentali svolte dai GIS moderni erano presenti in questo prototipo, che risultava, però, carente per ciò che riguarda la capacità di interazione con l’utente (*no user friendly*) e limitato nelle soluzioni grafiche relativamente alle mappe in uscita (*output*).
Negli stessi anni, soprattutto da parte delle Università, furono sviluppati software basati su un sistema a griglia con dati relazionati a celle elementari; tra questi si ricordano *Symap* e *Grid* (University of Harvard), *Miads* (U.S. Forest

Service), *Geomap* (University of Waterloo).
Negli anni ’70 del secolo scorso si fece pesante l’esigenza di disporre di strumenti in grado non solo di immagazzinare dati, ma di svolgere significative elaborazioni sugli stessi.
Nello stesso periodo si verificarono contemporaneamente notevoli progressi per ciò che riguarda le tecnologie informatiche (dimensioni delle memorie, velocità di processamento dei dati) ed un abbassamento dei costi delle componenti hardware (soprattutto le periferiche di *input* ed *output*). In tali anni nacquero le prime società produttrici di software G.I.S. e si tennero i primi convegni relativi alla materia (il primo nel 1970 ad Ottawa in Canada).
Dal punto di vista delle funzioni di elaborazioni dei dati non si verificarono significativi progressi rispetto agli anni ’60 del secolo scorso, per cui questo decennio rappresentò un periodo di consolidamento della tecnologia G.I.S. più che di innovazione reale.
Negli anni ’80 del secolo scorso di fronte alla richiesta, da parte degli enti governativi nazionali, regionali, e locali, di informazione territoriale georeferenziata, si è andato sempre più verso un profondo e celere processo di innovazione tecnologica degli strumenti informatici. In questo periodo, infatti, si sono verificate notevoli progressi per ciò che riguarda le funzioni proprie dei G.I.S., ad esempio sono state migliorate le tecniche di acquisizione del dato sia tramite digitalizzazione sia tramite scansione
automatica. Inoltre, in questo decennio, l’uso dei G.I.S. è stato sovente finalizzato all’analisi territoriale, che, mediante l’applicazione e l’implementazione di specifiche funzioni logico-matematiche, quali ad esempio gli operatori *booleani* (*and*, *or*, *not*), e di particolari operatori spaziali, quali le sovrapposizioni fra piani tematici, relazioni topologiche, etc., fosse in grado di generare nuove informazioni e nuove conoscenze finalizzate ad una più completa e dinamica interpretazione della realtà territoriale.
Gli anni ’90 del secolo scorso sono stati caratterizzati da un continuo sviluppo tecnologico sia della componente hardware che di quella software (aumento del numero delle funzioni disponibili, interfacce utente semplificate) che ha permesso l’avvicinamento al mondo dei G.I.S. ad un sempre crescente numero di utenti pubblici e privati. Inoltre, in questo decennio si è avuto un’ulteriore evoluzione verso i sistemi di supporto alle decisioni, sicché le capacità dei G.I.S. sono ulteriormente implementate verso la generazione di procedure che mettono a confronto ipotesi diverse e conflittuali tramite cui i decisori finali possono disporre di una serie di conoscenze predittive (scenari possibili) in base ai quali effettuare le scelte definitive.
Oggigiorno il concetto di G.I.S. è in continuo sviluppo e nuove funzioni analitiche si stanno rendendo disponibili: in particolare i moderni sistemi tendono ad avere interfacce utente di facile accesso ed intuitivi nell’uso.
Le nuove tendenze dei moderni Sistemi Informativi Geografici si concentrano sulla capacità di questi sistemi di poter simulare un intervento umano o degli eventi inattesi e prevederne l’impatto. In quest’ottica la tecnologia dei Sistemi Informativi Geografici deve rispondere non solo a domande sul *cosa* e *dove* ma anche sul *quando*: il fattore tempo può infatti essere considerato come la quarta dimensione dei dati geografici.
Una seconda tendenza dei moderni G.I.S., che potrebbe favorire una loro diffusione anche locale, è la creazione dei G.I.S. virtuali (V.G.I.S., *Virtual G.I.S.*), cioè interfacce utente semplificate che permettono anche a personale non qualificato di gestire le funzioni di analisi utilizzate da sistemi complessi.
Inoltre, dagli anni 2000 ad oggi, la rapida evoluzione delle tecnologie di Internet e l’incentivazione di azioni a favore dell’e-government rendono sempre più importante ed efficace l’utilizzo del web come canale di comunicazione di contenuti geografici. Le mappe interattive sono strumenti applicabili sia alla gestione tecnica e specialistica del territorio, sia alla sua promozione presso un vasto pubblico. In particolare, sono detti WebGIS i sistemi informativi geografici (G.I.S.) pubblicati su web. Un WebGIS è quindi l’estensione al web degli applicativi nati e sviluppati per gestire la cartografia numerica. Un progetto WebGIS si distingue da un progetto GIS per le specifiche finalità di comunicazione e di condivisione delle informazioni con altri utenti. Con i WebGIS le applicazioni GIS tradizionalmente sviluppate per utenze stand-alone o in ambienti LAN possono essere implementate su web server (anche detto *map-server*) consentendo l’interazione attraverso internet con la cartografia e con i dati ad essa associati. Gli esempi più noti di WebGIS sono gli applicativi web per la localizzazione cartografica, gli stradari oppure gli atlanti on-line. Le applicazioni WebGIS sono utilizzabili attraverso i browser internet, talvolta con l’impiego di specifici *plugin*. Altri esempi tipici di applicazioni GIS pubblicate in versione WebGIS sono i sistemi informativi territoriali (SIT) delle Regioni e di diversi Comuni: questi rendono accessibili ai cittadini informazioni di carattere ambientale, urbanistico, territoriale offendo una navigazione su

base cartografica delle stesse. Tra questi si ricorda il *Progetto Operativo Difesa Suolo* (PODIS) del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Generale Difesa del Suolo, che fornisce un supporto alle strutture delle Regioni dell'Obiettivo 1 del Quadro Comunitario di Sostegno QCS 2000-2006 al fine di realizzare interventi in materia di difesa del suolo da rischi e calamità idrogeologiche. Nell'ambito di questo progetto sono state previste Unità Informative Territoriali presso ogni singola Regione dell'Obiettivo 1. Lo scopo del progetto è quello di fornire un supporto diretto alle Regioni e contestualmente garantire che i dati cartografici-territoriali, strumentali alla difesa del suolo, vengano gestiti secondo standard di qualità omogenei e congruenti su scala nazionale oltre ad essere consultabili *on line* attraverso appositi WebGIS.
Infine, molto importante e sicuramente settore da espandere, è l'integrazione dei G.I.S. con i Sistemi si Supporto alle Decisioni. Tale integrazione renderebbe il Sistema Informativo Territoriale non solo utilizzabile, per esempio, per analizzare i dati e simulare le risposte dell'ambiente a specifici interventi umani, ma anche per scegliere, all'interno di un set di alternative, la soluzione ottimale per un certo problema. Alcune funzioni di questo tipo sono già presenti in alcuni G.I.S. (quali il calcolo del percorso ottimale tra due punti o la distribuzione ottimale di una risorsa partendo da un punto di stoccaggio). L'utilizzo dei G.I.S., ed in misura maggiore la loro integrazione con moduli di Sistemi di Supporto alle Decisioni, favorirebbe enormemente il ciclo di operazioni che dall'osservazione del mondo reale porta alla progettazione di interventi appropriati sull'ambiente.

Natura dei dati geografici

La carta geografica è probabilmente la più antica e comune forma di rappresentazione di dati relativi ad un determinato territorio: essa consta di una serie di punti, linee e aree che possiedono coordinate proprie rispetto ad un preciso sistema di riferimento tali da renderli univocamente posizionati all'interno della carta stessa. Inoltre, la legenda funge da collegamento tra gli attributi non spaziali di un oggetto, come ad esempio il proprio toponimo, e i dati puramente spaziali quali la sua ubicazione.
Pertanto il dato geografico, da alcuni definito elemento territoriale, ha insiti dentro di sé due componenti:

- la componente posizionale volta ad individuare graficamente la posizione e la topologia degli oggetti mediante punti, linee, archi e aree ;
2. la componente descrittiva, che descrive alfanumericamente le caratteristiche degli oggetti.

Nei G.I.S., basati su modello di dati vettoriali, vengono utilizzati gli elementi propri della cartografia numerica; infatti in tali Sistemi Informativi Geografici, come accade per la cartografia numerica, il territorio è rappresentato da:

- *punti:* rappresentano oggetti descritti da una coppia di coordinate, per esempio una sorgente d'acqua;
- *linee, segmenti ed archi:* questi elementi sono costituiti dal susseguirsi di un insieme di punti e come tali sono volti a rappresentare oggetti come la rete viaria di un territorio, la rete idrica per l'irrigazione dei campi di un areale agricolo, etc.;
- *aree:* costituite da poligoni chiusi, in cui il primo e l'ultimo punto coincidono, che servono per individuare delle unità omogenee di un dato territorio come, ad esempio, i campi coltivati, gli insediamenti industriali, i boschi, etc.;
4. *nodi:* particolari tipi di punti, senza dimensione, che servono per specificare una determinata connessione topologica o la posizione di un'entità geometrica.

Scendendo ulteriormente in dettaglio si possono definire quattro componenti caratteristiche degli elementi geografici:

- posizione geografica: ogni oggetto deve possedere una posizione da specificare in maniera univoca tramite una coppia di coordinate. La posizione può essere assoluta se è riferita ad un sistema di coordinate note oppure può essere relativa allorquando essa è riferita ad altri oggetti;
- attributi: definiscono e caratterizzano i dati geografici. Essi sono definiti dati non-spaziali poiché non sono caratterizzati da posizione geografica e quindi essendo tali rimangono invariati a cambi di scala o di proiezione. Esistono vari tipi di attributi che possono essere schematizzati come segue:
- *metrici*: numeri che descrivono parametri, quali ubicazione, lunghezza, perimetro, area, propri degli elementi geografici;
- *grafici*: codici associati agli elementi geografici usati per la loro rappresentazione (il simbolo usato per rappresentare un punto, lospessore ed il colore di una linea, il colore usato per riempire l'area di un poligono, etc.);
- *descrittivi*: descrizioni alfanumeriche utilizzate per descrivere un elemento geografico;
- *relazioni spaziali:* descrivono le relazioni logiche che sussistono tra gli elementi geografici. Queste sono molto importanti poiché per una gestione efficiente dei dati geografici non è sufficiente sapere la posizione degli elementi cartografici, ma è fondamentale conoscere le relazioni spaziali che intercorrono tra di essi, ovvero conoscere le relazioni o rapporti topologici. Questi altro non sono, quindi, che l'insieme delle regole utilizzate per definire, in maniera esplicita, le relazioni e le proprietà esistenti tra gli elementi geografici, come ad esempio la direzione di un arco, la connessione, l'adiacenza, etc.;

7. *fattore tempo:* consente di ricavare proiezioni temporali, previe analisi temporali mirate alla caratterizzazione del dato nei riguardi della sua posizione nel tempo, che permettono di avere preziose informazioni sull'evoluzione di un determinato evento. Attraverso il "fattore tempo", pertanto, è in qualche modo possibile modellizzare il fenomeno studiato per poterlo prevedere ed intervenire su di esso. L'importanza di questo fattore, come è facile intuire, cresce in funzione diretta all'aumentare della rapidità dei cambiamenti che i dati geografici subiscono con il passare del tempo.

Modelli spaziali dei dati

La rappresentazione del territorio può avvenire secondo due approcci di rappresentazione *vettoriale* e *raster* della componente spaziale dell'informazione geografica.
A seconda della schematizzazione rappresentativa scelta, si parla di *modello vettoriale* o di *modello raster*.

- *Modello Vettoriale*

In questo modello gli oggetti del mondo reale sono rappresentati attraverso punti, linee e poligoni, detti *feature class*. Ognuno di essi è costituiti da un vettore e da una tabella associata, contenente informazioni descrittive della *feature class*.
L'implementazione di stati informativi vettoriali può avvenire in vari modi: acquisizione automatica, acquisizione semi-automatica, acquisizione manuale.
A tutt'oggi, quella maggiormente utilizzata è l'acquisizione manuale basata sulla digitalizzazione a video o tramite appositi digitalizzatori.
Il modello *vettoriale* ha, quindi, limiti nei costi di creazione e aggiornamento non superabili con l'acquisizione

automatica, attraverso appositi software di conversione da raster a vettoriale, che ancora non presentano una potenza tale da evitare un lungo, meticoloso e costoso lavoro di correzione "manuale" degli errori di interpretazione che il software commette. Questo problema si traduce nell'impossibilità di avere dati cartografici aggiornati in tempo reale, ovvero non si possono monitorare fenomeni aventi una rapida evoluzione.
Dal punto di vista della memorizzazione dei dati (*bytes* di memoria di massa occupata), il formato vettoriale in genere è economico e presenta vantaggi nella precisione e nell'estetica di rappresentazione.

- *Modello Raster*

Nel *modello raster* lo spazio è suddiviso in una griglia, generalmente di dimensioni regolari, che isola porzioni discrete di territorio denominate *pixel*.
La localizzazione dell'oggetto è definita dal numero di riga e colonna della matrice ed il singolo *pixel* ha, quindi, come attributo identificativo dell'elemento del territorio che occupa quella porzione geografica. Poiché ad ogni cella della griglia viene associato un solo valore si avrà che le unità spaziali sono celle individuali distribuite regolarmente. In tale modello, si avrà, ad esempio, che una zona di prato-pascolo non sarà una entità unitaria definita bensì un insieme di celle indipendenti ed adiacenti l'una dalle altre, aventi tutte l'attributo prato-pascolo.
Il *modello raster* presenta svantaggi sull'analisi dei dati spaziali, non permette un uso diretto della cartografia di base ed impone la memorizzazione di grandi quantità di dati. Inoltre, la risoluzione del dato in formato raster dipende dalle dimensioni delle celle di rappresentazione, ovvero del numero dei punti per pollice (*d.p.i., dots per inch*), che a sua volta è determinato dagli strumenti di acquisizione usati. Appare evidente come in questo modello si debba trovare un giusto equilibrio tra il livello di dettaglio spaziale desiderato e le dimensioni dei *files*, considerando che questi ultimi aumentano con il diminuire delle dimensioni del *pixel*, cioè con l'aumentare dei *dpi* di acquisizione del dato
Questo modello, d'altra parte, permette l'utilizzo diretto di dati telerilevati da satellite e da foto aeree, consentendo un aggiornamento sia periodico che continuo del G:I.S. permettendo, quindi, di ricalcolare tutti i parametri in base al nuovo scenario considerato.
Una variante del *modello raster* è il *modello quadtrees*, che prevede l'utilizzo di una griglia di dimensioni variabili. La filosofia di tale modello è provvedere ad un aumento della suddivisione dell'area minima, ovvero all'aumento della risoluzione del pixel, in quelle aree che richiedono maggior dettaglio, come i margini di un'area. In altre parole, se ad un intero areale di una mappa è assegnata la medesima classe si avrà un'unica cella rappresentante una grande area con l'attributo di quella classe.
Di converso, nel modello raster si sarebbe avuto un gran numero di celle con lo stesso attributo con un considerevole aumento della dimensione dei *files*.
L'uso di questo modello permette di effettuare alcune funzioni di analisi spaziale più efficacemente rispetto al modello convenzionale raster; inoltre, la struttura *quadtrees* tende ad avere il suo massimo vantaggio quando si gestiscono mappe omogenee che non richiedono periodici aggiornamenti.

Componenti, struttura e potenzialità di un G.I.S.

Le componenti essenziali di un GI.S. sono quattro:

- ***componente hardware***: comprende gli elaboratori (*personal computers*, *workstations*, *microcomputer*, etc.) e le periferiche per l'inserimento dei dati (*input*) e l'uscita degli elaborati (*output*), ovvero scanner, digitalizzatori, stampanti, plotter, tavolette grafiche, etc. (figura 3);
- ***componente software***: include i programmi specificatamente studiati e sviluppati per il trattamento

dei dati territoriali. Di questi, ormai, ne esistono di diversi tipi, che, comunque, appartengono a determinate “famiglie”, quelli che gestiscono dati vettoriali, altri che gestiscono dati raster, altri ancora ibridi, etc.; tutti comunque prevedono moduli per l’immissione dei dati e la loro gestione, elaborazione, recupero, rappresentazione e stampa;

- ***dati per l’alimentazione del sistema***: questa componente è di fondamentale importanza poiché dalla quantità, qualità e dal continuo aggiornamento dei dati immessi dipende la riuscita o il fallimento del S.I.T. Inoltre, questa componente è stimata pesare, sul costo totale della progettazione e costruzione di un Sistema Informativo Territoriale, per circa il 70% staccando di gran lunga i costi legati alle altre componenti.

4. ***contesto organizzativo***: questa componente, descritta per ultimo ma sicuramente non la meno importante, è costituita dalle persone che usano i calcolatori e sono in grado di utilizzare i software applicativi e dal contesto organizzativo in cui essi operano**.**

In un G.I.S., l’organizzazione dei dati geografici avviene mediante la costruzione di un database geografico che contempla sia la componente grafica (dato spaziale) che quella alfanumerica (dato attributo).
I dati spaziali sono memorizzati e gestiti dal software G.I.S.; i dati attributo da un database relazionale o R.D.B.M.S. (*Relationated Data Base Manager System*), che può essere integrato al G.I.S. oppure costituire una componente software a sé stante (Fig. 3).

Fig. 3 – Architettura di un sistema G.I.S. (Autore: D. Castronuovo)

La capacità di relazionare gli elementi grafici a quelli descrittivi è una delle caratteristiche principali che distingue un programma G.I.S. rispetto ad un tradizionale database. A ciò bisogna aggiungere la possibilità di gestire le relazioni spaziali fra gli elementi, come la connessione, l’adiacenza e l’inclusione; questo consente di organizzare i dati in strutture logiche e razionali, evitando eventuali ridondanze nella memorizzazione degli stessi.
Allo stesso tempo, il territorio può essere rappresentato senza soluzioni di continuità (concetto di continuo territoriale). Questa capacità di rappresentare informaticamente il territorio in maniera continua, ossia senza suddivisioni in fogli, come avviene per gli originali cartacei, è una delle caratteristiche che rende un Sistema Informativo Territoriale molto utile nelle attività di programmazione e pianificazione territoriale.
I dati grafici in un G.I.S. sono georeferenziati, ossia sono registrati con le reali coordinate spaziali, di conseguenza tutti gli elementi territoriali sono rappresentati nelle reali dimensioni e non in scala. La scala di rappresentazione diviene, in un ambiente G.I.S., un parametro per definire il grado di accuratezza e la risoluzione grafica dell’informazione acquisita e quindi è utilizzabile per definire la densità di rappresentazione.
In questi termini la scala della cartografia di base, da cui acquisire i dati grafici, costituisce un fattore fondamentale per il dettaglio di rappresentazione dei tematismi da realizzare.
I G.I.S. si differenziano dai tradizionali software di cartografia numerica (software C.A.D. – *Computer Aided Design*) grazie alla possibilità di effettuare analisi spaziali; le relazioni spaziali tra gli attributi della banca dati ed il collegamento di questi con la parte geografica porta il G.I.S. a rappresentare un modello del mondo reale e quindi ad essere incaricato ad aiutare, risolvere e prevenire problemi e fenomeni di vario tipo.
Le informazioni presenti in una carta vengono memorizzate in un G.I.S. in modo ordinato in una serie di piani informativi (coperture o *layers*) sovrapposti uno sull’altro.
Le tipiche operazioni che un sistema informativo può compiere possono interessare un singolo piano informativo oppure più coperture, a seconda dello scopo dell’analisi spaziale in atto.
Lo sviluppo delle tecniche G.I.S. ha portato in questi ultimi anni ad una costante crescita delle funzioni di analisi, che sostanzialmente si possono raggruppare nelle tre seguenti categorie.

- *Analisi dei dati spaziali*

Tali analisi consentono di trasformare i dati nella struttura interna richiesta dal G.I.S. in uso, scrivere ed accedere ai *files* di dati spaziali, georiferire tra loro i diversi piani informativi, assemblare aree diverse in un unico file, editare i *files* e correggere eventuali errori di posizione geografica dei punti, linee e poligoni ed, infine, ridurre il numero di coppie di coordinate geografiche memorizzate senza perdita di dettaglio.

- *Analisi degli attributi*

Questo gruppo di funzioni è usato per editare, controllare ed analizzare gli attributi, cioè i dati non spaziali. Data base relazionali, sempre più sofisticati e completi, permettono con facilità di effettuare operazioni di ricerca, trasformazione, manipolazione ed uscita dei dati.
Nel dettaglio queste funzioni si possono così riassumere:

- *funzioni di **query** o **ricerca***: con queste funzioni è possibile effettuare ricerche selettive tra gli attributi memorizzate nelle cartelle della banca dati relazionale ed inerenti ad uno o più piani informativi. Le ricerche così fatte generano nel database nuove tabelle contenenti il risultato della ricerca, senza che i dati sorgente vengano alterati. Il linguaggio di *query* attualmente più diffuso è l'S.Q.L. (*Structured Query Language*); si tratta di un linguaggio non dipendente dalla struttura del database, ovvero non procedurale;
- *funzioni di **generazione***: implicano processi di fusione delle classi, con attribuzione di nuovi valori ed assegnazione di nuove classi. Lo scopo di questa funzione è quello di ridurre il livello di classificazione, cioè di dettaglio;
- *funzioni di **calcolo***: in una banca dati gli attributi non identificatori sono memorizzati come valori funzionalmente indipendenti. Ciò implica che se un valore può essere direttamente derivato da uno o più valori vi è una dipendenza funzionale. Le funzioni di calcolo implicano operazioni di tipo aritmetico, matematico, logico e condizionali sugli attributi (analisi spaziale);
4. *funzioni di **incrocio***: sono le funzioni base di un G.I.S. che consentono di sovrapporre più livelli informativi ottenendone di nuovi dal contenuto informativo diverso dai precedenti; con l'incrocio si effettuano delle modifiche informative alivello degli attributi. La sovrapposizione (*overlay*) di punti su poligoni, linee su poligoni e poligoni su poligoni, può essere di

diverso tipo: aritmetico, logico e condizionale. Le applicazioni di tale funzione sono molto ampie e tramite essa sono possibili sofisticate analisi ambientali;

- *funzioni di **vicinanza** (neighbourhood)*: sono l'insieme di operazioni che valutano le caratteristiche di un'area intorno ad una specifica posizione;
- *funzioni **topografiche***: effettuano calcoli finalizzati all'ottenimento dell'acclività, dell'esposizione, della forma dei versanti a partire da dati topografici (curve di livello o piani quotati). Queste operazioni sono tipiche del modello raster;
- *funzioni di **illuminazione***: hanno lo scopo di calcolare i parametri legati all'insolazione, determinando, quindi, per quanto tempo un determinato versante è esposto al sole;
- *funzione di **vista prospettica***: tale funzione rende possibile la visualizzazione della superficie terrestre in tre dimensioni, agevolando la comprensione di taluni fenomeni. E' utile evidenziare che con tale

funzione è possibile sovrapporre, in gergo tecnico "*spalmare*", un'immagine raster su un D.E.M., ovvero modellare tridimensionalmente una figura originariamente bidimensionale;

- *funzione di **interpolazione***: utile per determinare nuovi valori nelle immediate vicinanze di quelli noti. L'interpolazione si riferisce a punti, regolarmente o irregolarmente spaziati tra loro ed a linee.
- *funzione di **contiguità***: considera le aree aventi delle caratteristiche in comune e valuta le caratteristiche delle entità spaziali che sono connesse. Per esempio, volendo individuare un'area da porre sotto vincolo naturalistico all'interno di una data regione, si potrebbero impostare le regole di contiguità a tutte le aree boscate(dalla carta della vegetazione) con superficie compresa in un determinato ettaraggio e poste ad un determinato livello di quota. La funzione di *contiguità* esegue le regole impostate poligono per poligono e fornisce una copertura di output in cui tutte le condizioni impostate sono soddisfatte;
- *funzione di **prossimità***: implica il calcolo di misure di distanze tra due o più elementi; l'unità di misura può essere espressa in termini di lunghezza, tempo, costo etc.. Esempi di questa operazione sono la determinazione di zone di *buffer.* La funzione di *buffering* trova le sue applicazioni nella creazione di aree di rispetto intorno a specifici elementi geografici. La capacità dei G.I.S. di creare fasce di rispetto, variabili ed asimmetriche in base alle condizioni dell'elemento geografico di partenza, può risolvere problemi complessi ed offrire nuovi livelli informativi su cui basare future scelte pianificatorie;
- *funzione di **diffusione** (spread)*: valuta i fenomeni che si sviluppano con la distanza da un dato elemento geografico. Per esempio, con tale operazione si può agevolmente calcolare la diluizione di un principio attivo come funzione della distanza dal punto inquinante;
- *funzione di **analisi dei tracciati** (network analysis)*: è utilizzata per la determinazione del tragitto ottimale utilizzando una serie di specifiche regole decisionali. Con l'ausilio di un D.E.M. si può calcolare il percorso di flusso dell'acqua piovana;

10. *funzione di **analisi di rete***: si usano per l'ottimizzazione delle attività che prevedono lo spostamento di materia o di informazioni mediante sistemi di rete (reti tecnologiche).

- *Analisi integrata dei dati spaziali e degli attributi*

A seconda dell'utilizzo specifico, un G.I.S. è progettato enfatizzando alcune funzioni di analisi a discapito di altre. Così, per esempio, un G.I.S. specifico per l'acquisizione e l'interpretazione di dati telerilevati avrà numerose funzioni di analisi di dati raster, mentre un G.I.S. progettato per la gestione delle reti tecnologiche avrà più sviluppate le funzioni di analisi dei dati vettoriali.

Riferimenti bibliografici

Aronoff S. (1989) – Geographic Information Systems: a Management Perspective
WDL Publications, Ottawa Canada.
Burrough P. A. (1986) – Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment. Oxford University Press, New York.
Cortellessa C. M. (1995) – Breve introduzione al GIS. Supplemento a Mondo Autocad n.5
Cowen D. J. (1988) – Gis versus CAD versus DBMS: What are the Difference? PERS n. 54, pp. 1551-1554.

Donato Castronuovo si è laureato con lode in Scienze agrarie presso l'Università degli Studi della Basilicata. Abilitato dal 2002 all'esercizio della libera professione di Agronomo, nel 2004 presso la Facoltà di Agraria dell'Università della Basilicata ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca in "Genio Rurale". Oltre ad essere autore e coautore di numerose pubblicazioni scientifiche su riviste nazionali ed internazionali oltre che su atti di convegni

nazionali ed internazionali, è cultore della materia in Costruzioni, Sistemi Informativi Territoriali, Orticoltura, Colture Protette e Floricoltura. Curriculum vitae >>>

La corretta gestione dei rifiuti di origine agricola

Normative vigenti, adempimenti ed obblighi, responsabilità

N. G. Grillo, S. Bernardi – Geva Edizioni

Nello svolgimento dell'attività agricola vengono prodotte, essenzialmente, due tipologie di rifiuti: quelli cosiddetti "domestici" e quelli che derivano dalle attività agricole vere e proprie. I contenuti del testo sono il risultato della lunga esperienza degli autori.

Acquista online >>>