

Come scegliere la carta

Carte al tratto, dati digitali, GIS: una scelta ragionata

DI FEDERICA MIGLIACCIO

Scegliere la cartografia più adatta ai nostri specifici scopi può non essere così semplice, anche perché la quantità di materiale cartografico a disposizione è ormai non solo molto vasta, ma anche piuttosto variegata, spaziando dalle carte tradizionali, alla cartografia numerica, ai dati in formato digitale da gestire attraverso un sistema GIS.

La cartografia tradizionale è il primo elemento da indagare (dette "al tratto" o "su supporto cartaceo" o "vettoriali", ma quest'ultima dicitura può essere fuorviante). Da questo punto di vista la scelta classicamente ricade fra carte generali e carte tematiche. Ovviamente non è neppure necessario stabilire un criterio per la discriminazione fra queste due categorie, che in qualche modo si differenziano automaticamente.

A seconda del problema che si intende studiare o del progetto che si deve realizzare e quindi prima rappresentare su di un elaborato cartografico, sarà necessario dotarsi di carte generali del territorio in esame o di rappresentazioni tematiche relative ai fenomeni territoriali (naturali o antropici) correlati al nostro studio o progetto.

E' anche importante verificare con attenzione quale sia il sistema di riferimento della cartografia prescelta, o se tale cartografia vada riportata su un altro sistema di riferimento più adatto ai nostri scopi. Il problema della trasformazione del datum e delle coordinate cartografiche va tenuto presente, perché potrebbe essere di non facile e immediata soluzione.

Un fattore da valutare attentamente è poi l'aggiornamento della cartografia che si intende utilizzare: se non è abbastanza recente potrebbe essere necessario doverla integrare con un nuovo rilievo o un aggiornamento del territorio in esame, prevedendo quindi costi aggiuntivi e tempi più lunghi per arrivare al prodotto che di nostro interesse.

Non si devono poi dimenticare due fattori fondamentali su cui basare la propria decisione: la scala (che rivela il grado di dettaglio che ci si può attendere da una certa carta) e la precisione richiesta dall'elaborato cartografico di cui intendiamo servirci (anche la precisione è legata alla scala).

Può risultare utile passare in rassegna le principali tipologie di prodotti cartografici disponibili (non tralasciando le carte numeriche e i GIS), evidenziando le loro principali caratteristiche. In tal modo risultano implicitamente definiti i criteri in base ai quali privilegiare un certo elaborato piuttosto che un altro nel panorama variegato che il mercato ci offre (un ottimo riferimento può essere il nuovo repertorio nazionale reso nell'ambito dell'Intesa Stato regioni all'HTTP www.centrointerregionale.it).

La cartografia a scala medio-piccola

L'elemento cartografico di base della cartografia IGMI (sistema cartografico nazionale conforme di Gauss-Boaga, riferimento Roma 40) è il foglio alla scala 1:100.000, risultante da un taglio geografico secondo i meridiani e i paralleli. Il territorio nazionale risulta suddiviso in 278 fogli, ciascuno dei quali ricopre una superficie media di circa 1.500 km² (i lati sono di circa 40 km). Ogni foglio di questa carta alla scala alla scala 1:100.000 viene poi suddiviso in quattro quadranti alla scala 1:50.000. Ogni quadrante si suddivide a sua volta in quattro tavolette alla scala 1:25.000, ciascuna delle quali (delle dimensioni di circa 40 cm x 40 cm) racchiude una superficie di circa 10 km x 10 km.

L'IGMI ha anche in corso di produzione cartografia inquadrata nella rappresentazione conforme UTM; il riferimento geodetico è basato sull'ellissoide internazionale con orientamento medio europeo (ED50). Di questa cartografia fa parte la carta topografica d'Italia, serie 25, composta di 2298 elementi alla scala 1 : 25.000, denominati "sezioni", elaborate a partire da rilievi aerofotogrammetrici numerici o analogici e disegnate con metodologia automatica o manuale. Il taglio di una "sezione" abbraccia una zona di terreno pari a circa 150 km², contro i circa 100 km² della "tavoletta". Secondo la rappresentazione UTM è anche elaborata la carta topografica d'Italia, serie 50, composta di 636 elementi alla scala 1 : 50.000, denominati "fogli", derivati dai rilievi alla scala 1 : 25.000.

Non dobbiamo dimenticare che l'IGMI fornisce anche dati cartografici in formato digitale.

I dati in formato vettoriale sono stati acquisiti dalla cartografia esistente mediante digitalizzazione. Sono disponibili:

- dati da cartografia alla scala 1 : 50.000, serie 50, e da quella alla scala 1 : 250.000;
- dati orografici (curve di livello e punti quotati), provenienti dalla digitalizzazione di cartografia in scala 1:25.000 serie 25, 1 : 50.000 serie 50 e in parte dei fogli 1:100.000 (Piemonte, Liguria, Valle d'Aosta e parte della Lombardia);
- dati idrografici (relativi a tutti i particolari idrografici rappresentati nella cartografia da cui derivano: fiumi, canali, acquedotti, sorgenti, pozzi, ecc.), da digitalizzazione di cartografia in scala 1:25.000;
- dati orografici da cartografia alla scala 1:500.000;

- dati relativi ai "limiti amministrativi", da cartografia alla scala 1:100.000: sono relativi ai confini di Stato, Regioni, Province, Comuni, oltre alla linea di costa e alle sedi comunali.

I dati in formato raster sono stati acquisiti tramite scansione e georeferenziazione della cartografia alle scale 1 : 50.000, 1 : 100.000, 1 : 250.000, 1 : 500.000, 1 : 1.000.000.

Per quanto riguarda il formato matriciale, il grigliato regolare di quote è generato dall'orografia vettoriale (curve di livello e punti quotati). Sono disponibili modelli digitali del terreno (DTM) secondo i seguenti grigliati:

- coordinate piane con passo di 20 x 20 m;
- coordinate geografiche con passo di 1;
- coordinate geografiche con passo di 3.

La cartografia a scala medio-grande

La cartografia a scala medio – piccola (ad esempio le carte IGMI 1:25.000) non è adatta allo studio e alla rappresentazione di interventi dettagliati sul territorio (quali ad esempio la progettazione di massima o la documentazione). Questi tipi di applicazioni non possono nemmeno essere supportati da cartografia catastale, che è a scala maggiore ma è anche carente di informazioni (tra cui quella altimetrica): occorre invece una cartografia a scala medio – grande (1:10.000 e 1:5.000) come la Cartografia Tecnica Regionale, prodotta a cura delle singole Regioni.

A partire dagli anni '70 le Regioni si attivarono per la redazione di carte tecniche regionali (CTR). Purtroppo, la mancanza di coordinamento ha avuto come conseguenza la redazione di carte disomogenee sia per la costituzione (al tratto, od ortofotocarte) che per la scala (1:5.000 oppure 1:10.000) e infine per il taglio (le più, tagliate secondo il reticolato geografico, quali sottomultipli delle carte IGMI; alcune tagliate secondo il reticolato cartografico). Esistono anche Norme Tecniche per la formazione di queste carte, redatte a suo tempo dalla Commissione Geodetica Nazionale (ora disciolta); spesso però sono state disattese e comunque quasi sempre modificate ed adattate a situazioni locali. Attualmente con l'Intesa Stato Regioni sulle Informazio-

ni Territoriali sono in uso altri standard orientati ai Sistemi Informativi Territoriali e alle mappe di nuova generazione (vedi www.centrointerregionale.it).

Generalmente, la rappresentazione adottata è quella conforme di Gauss nel sistema di riferimento nazionale italiano (Gauss Boaga – Roma 40), ma al margine delle carte è anche riprodotto il reticolato UTM nel riferimento europeo ED 50.

Cartografie a scala maggiore (1:2.000, 1:1.000 e anche 1:500) vengono prodotte a cura di Comuni o di Consorzi per alcuni centri storici, soprattutto come supporto agli studi dei piani regolatori e per la gestione dettagliata del territorio. Su tale fronte stanno nascendo alcuni Centri Cartografici Regionali, che presumibilmente renderanno disponibile un repertorio cartografico regionale.

Le ortofotocarte

Una ortofoto è un'immagine priva di distorsione, opportunamente georeferenzata rispetto ad un sistema di riferimento prescelto e quindi sovrapponibile ad altri prodotti cartografici tradizionali. Sull'immagine può essere sovrapposto il reticolato cartografico e la simbologia propria di una cartografia tradizionale, con ciò consentendone l'uso per scopi per i quali si utilizzano tradizionalmente le carte al tratto.

In particolari situazioni (ad esempio, nei paesi in via di sviluppo) la cartografia tradizionale può risultare un prodotto non del tutto soddisfacente: spesso in tale cartografia archeologi, pedologi, forestali, agronomi, geografi, geologi, pianificatori territoriali ed ecologisti non trovano rappresentati alcuni particolari che rivestono per loro grande interesse. Per essi, una carta che conservi tutti i particolari informativi delle foto aeree (fotocarta) può rappresentare una soluzione preferibile. Peraltro, anche in altre circostanze e per altre esigenze può presentarsi la necessità di mantenere tutti i particolari delle foto aeree.

Inoltre le fotocarte presentano altri aspetti positivi: sono sensibilmente meno costose e molto più veloci da produrre, rispetto alle carte tradizionali disegnate al tratto.

L'IGMI produce un elaborato denominato "Spaziocarta", ri-

INTEA

Informatica, Territorio e Ambiente

INTEA svolge la propria attività nel campo della consulenza, progettazione e sviluppo di Sistemi Informativi Territoriali. Si occupa, inoltre, di progettazione e sviluppo di Siti Web Cartografici offrendo anche un servizio di hosting per la loro pubblicazione. In qualità di Business Partner della Esri Italia, INTEA cura la rivendita e la manutenzione dei prodotti ArcGIS (Application Server e Desktop Client).

INTEA organizza periodicamente, in Sicilia, convegni e seminari di divulgazione e aggiornamento sui SIT e cura, inoltre, la formazione dei propri clienti attraverso corsi sui SIT e su ARCGIS.



Via XX Settembre, n.70- 90141 Palermo
Tel. 091/301850 - Fax 091/7301959
E-mail: intea@inteagis.it - www.inteagis.it



cavato dai dati digitali pancromatici rilevati dai sensori HRV montati sui satelliti SPOT. Sulle immagini, opportunamente corrette sia sotto l'aspetto geometrico che radiometrico, è riportata la toponomastica dei principali centri abitati e degli elementi orografici ed idrografici più significativi.

La carta si compone di 636 fogli alla scala 1:50.000. La rappresentazione è quella UTM, il sistema di riferimento geodetico è basato sull'ellissoide internazionale con orientamento medio europeo (ED 1950).

La produzione di questa carta, stampata in bianco e nero, è principalmente dedicata alle aree del territorio nazionale ancora sprovviste di cartografia al 50.000 e risulta utile per integrare il contenuto informativo della cartografia tradizionale.

Le carte numeriche

Tutte le linee che compongono una carta possono essere scomposte e rappresentate come una successione di punti discreti, e quindi come coppie (o terne) di coordinate in un sistema di riferimento predefinito. Le coordinate rappresentano la parte di informazione digitale dedicata alla georeferenziazione ("dove si trova un oggetto") e ad esse possono essere associate informazioni di tipo qualitativo, che in una cartografia numerica sono essenzialmente rappresentate da codici alfanumerici per l'identificazione dei singoli oggetti presenti sulla cartografia. Il risultato è rappresentato da uno o più file di dati digitali memorizzati su opportuno supporto informatico: la carta numerica, ovvero una carta di estensione virtualmente illimitata, che è possibile visualizzare su monitor e da cui è possibile ricavare elaborati grafici su supporto cartaceo mediante plotter.

I vantaggi offerti da un prodotto quale la cartografia numerica sono molteplici:

- possibilità di eseguire elaborazioni sui dati (impossibili nella cartografia tradizionale);
- possibilità di interfacciare i dati cartografici con altri archivi (anagrafe, censimenti, ecc.) e di produrre carte tematiche;
- possibilità di integrare altri dati nel sistema;
- facilità di gestione e aggiornamento dei dati attraverso un elaboratore;
- univocità del contenuto metrico, in quanto si elimina il fattore di soggettività insito nelle operazioni di misura che consentono di passare dal disegno alle coordinate nella cartografia tradizionale;
- univocità del contenuto qualitativo, in quanto l'interpretazione del disegno viene sostituita dalla lettura di una codifica;
- eliminazione dei problemi dovuti a deformazione e deterioramento dei supporti cartacei.

La scala nominale

Un concetto importante da tenere presente quando si lavora con dati di cartografia numerica è quello della scala nominale. Nella cartografia tradizionale, la scala di una carta definisce il contenuto qualitativo e il grado di precisione della carta stessa. Nella cartografia numerica il rilievo è memorizzato in forma di coordinate assolute, quindi i dati sono nominalmente alla scala di 1:1, il che potrebbe far sembrare addirittura improprio parlare di scala della carta. In realtà non è così. Infatti la cartografia numerica può essere visualizzata su monitor, permettendo quindi forti ingrandimenti e facendo sorgere l'equivoco che la precisione intrinseca della carta migliori con l'ingrandimento. La precisione della carta è invece legata alle procedure di co-

struzione della carta stessa. Perciò il concetto di scala va mantenuto anche nell'ambito della cartografia numerica, dandogli questo significato: la scala nominale è il rapporto di scala che avrebbe una carta tradizionale di corrispondente precisione metrica e contenuto qualitativo, quindi corrisponde anche al massimo rapporto a cui si può lecitamente riprodurre (al video o al plotter) una carta numerica. L'ingrandimento oltre questo limite è corretto solo se è inteso come possibilità di leggere non di più di ciò che la cartografia contiene, ma di leggerlo meglio.

Le carte tematiche

Le carte tematiche nascono dalla necessità di disporre di carte in grado di fornire informazioni particolari per scopi specifici, rappresentando la distribuzione geografica di uno o più fenomeni di particolare interesse. Le carte tematiche hanno come base la cartografia generale: a questa base cartografica sono sovrapposte le informazioni particolari desiderate dall'utente, e in questo caso le informazioni geometriche possono essere considerate del tutto secondarie, risultando prevalenti le finalità specifiche della carta.

Nel passato le carte tematiche erano redatte solitamente a piccola scala: la risoluzione dei dati a disposizione infatti era piuttosto grezza. In ogni caso, per aree piuttosto vaste è necessaria una notevole riduzione in scala per poter cogliere la distribuzione geografica dei fenomeni nel suo insieme. Con la disponibilità di dati "migliori" e viste le richieste crescenti di informazioni spaziali più accurate, le carte tematiche vengono redatte a scale maggiori. Ad esempio: se l'area di interesse è rappresentata da una città, devono essere evidenziati i singoli fenomeni, con un livello di dettaglio che consenta l'analisi ai fini dell'assunzione di decisioni.

Le carte tematiche possono essere classificate in base al "soggetto" che rappresentano: il numero di soggetti che si possono rappresentare con carte tematiche è praticamente illimitato. Inoltre, le carte tematiche possono avvalersi di differenti scale di rappresentazione, svariati simboli e tecniche di raffigurazione dei fenomeni, possibilità di visualizzare i fenomeni tramite operazioni di generalizzazione o schematizzazione.

Un fattore importante da tenere ben presente quando si sceglie una carta tematica è la stretta correlazione temporale fra informazioni proprie del tema e base cartografica che si utilizza: ciò significa che si deve utilizzare una base cartografica aggiornata. Una carta di base non aggiornata "falsa" il contenuto tematico sovrainpresso.

Come scegliere il GIS

L'applicazione della tecnologia informatica al trattamento dell'informazione geografica ha avuto come immediata conseguenza un forte impatto sulla cartografia (storicamente, lo sviluppo dei GIS ha proceduto di pari passo con gli sforzi volti ad automatizzare le procedure di produzione cartografica). Nell'ambito di un GIS, una carta può essere vista come uno dei possibili modi per visualizzare i dati archiviati. L'esplorazione di tali dati attraverso la cartografia include la possibilità di interagire con la carta stessa: la grafica interattiva consente ad esempio di collegare una carta con altre rappresentazioni grafiche (di tipo non cartografico) di informazioni statistiche associate ai dati cartografati. L'introduzione dei GIS non mette in secondo piano il ruolo della cartografia nella visualizzazione delle informazioni spaziali: tuttavia, considerato come mezzo per archiviare,

manipolare e analizzare dati, un GIS fornisce benefici notevoli se confrontato con la tecnologia analogica delle carte di tipo tradizionale.

Se si opta per un sistema GIS, si avrà a disposizione ben più che un mezzo per produrre cartografia in modo automatico. Ma come si sceglie il *software* GIS migliore in rapporto alle proprie esigenze?

Spesso un GIS è classificato non in base a "ciò che è", ma in base a "ciò che fa", nel senso delle sue funzionalità, ed in effetti questa è una definizione piuttosto rivelatrice in quanto ci mostra le capacità che ci si può aspettare da un certo GIS. E' quindi un ragionevole criterio di scelta tracciare una lista delle funzioni che ci occorrono, che possiamo suddividere in alcune grandi categorie, a seconda che siano relative all'acquisizione, archiviazione, gestione, recupero, analisi oppure visualizzazione dei dati.

Per prima cosa si può cominciare a verificare se un certo pacchetto *software* è in grado di svolgere le funzioni che noi richiediamo. Peraltro, un esame approfondito delle funzionalità di un GIS è un'operazione critica. Se un certo GIS non soddisfa i requisiti relativi alla soluzione di un particolare problema, è anche possibile che nessuna applicazione GIS sia particolarmente adatta al nostro caso. D'altro canto, se un GIS ha un numero molto elevato di funzionalità, il sistema potrebbe risultare persino troppo sofisticato o "complicato" per l'applicazione che si intende implementare.

Quando si sceglie un GIS non basta però prendere una decisione in base alla funzionalità e alle possibilità tecniche offerte dal *software*. In effetti, qualcuno potrebbe sostenere che ci sono poche differenze fra i vari *software* GIS di un certo livello, a parte l'interfaccia utente e le strutture dati.

Per questo motivo potrebbe essere utile, al momento di scegliere un *software* GIS, tenere presente una serie di criteri "di base" legati ai seguenti punti:

- costi, non solo per l'acquisto, ma anche per manutenzione, supporto tecnico, aggiornamento del *software*;
- necessità di addestramento: pochi pacchetti GIS possono essere immediatamente utilizzati da personale non opportunamente addestrato, inoltre spesso è necessario prevedere preliminarmente un'istruzione di base sui sistemi GIS; anche per l'addestramento occorre prevedere un costo in termini sia di denaro che di tempo;
- documentazione e manualistica fornite dalla ditta produttrice del *software*: occorre valutare bene quanto siano chiari e comprensibili;
- altro supporto fornito (molto utile, ad esempio, la manualistica *on-line* oppure la possibilità di usare la posta elettronica);
- manutenzione e aggiornamento del *software*: verificare se ogni aggiornamento richiederà una reinstallazione completa del *software* o solo l'installazione di nuove *patch*, cioè parti di *software* relative a specifiche procedure (un GIS dovrebbe essere visto non come un'entità statica, ma come un sistema che cresce e si evolve);
- personale tecnico a disposizione: le capacità e conoscenze tecniche richieste per installare, mantenere e utilizzare al meglio il sistema sono un importante fattore da tenere presente ed eventualmente da pianificare;
- costi per lo sviluppo di personalizzazioni e sviluppo di applicazioni specifiche.

Potrebbe anche essere utile valutare:

- facilità di installazione del *software*,
- eventuale supporto fornito alla configurazione delle reti locali (LAN).

E' evidente che scegliere un GIS adatto ai propri scopi può rivelarsi un'operazione complessa, e spesso di non semplice soluzione. Occorre tenere presenti molti dettagli relativi ai requisiti del sistema, alle sue capacità funzionali, ai suoi limiti, e così via. A volte sarà necessario accettare una compensazione fra diversi fattori di scelta.

Se dopo avere valutato i criteri che abbiamo elencato sopra ancora non ci siamo chiariti le idee, potrebbe essere molto utile chiedere di potere testare alcuni sistemi, o almeno di avere a disposizione per un periodo di tempo limitato delle versioni demo (che in certi casi possono addirittura essere scaricate gratuitamente da Internet), prima dell'acquisto definitivo.

Per concludere ...

Come si è ormai capito, non è possibile ridurre i criteri di scelta del prodotto cartografico a un elenco di regole troppo schematico o rigido: infatti i fattori coinvolti nella scelta sono molteplici e tutti in minore o maggior grado connessi fra di loro.

Il singolo utente deve fare lo sforzo di capire bene quali siano le proprie esigenze e di verificare in base ad esse quale prodotto le possa soddisfare al meglio.

Vorrei concludere con una citazione che trovo di immediata comprensione e piuttosto chiarificatrice. Dal punto di vista tecnico, ormai un GIS è come un'auto affidabile: acquistare uno qualsiasi dei *software* disponibili non dovrebbe dare luogo a future sorprese; ma come si "guida" e in quale direzione si sta andando è solo responsabilità dell'utente.

Sito dell'Istituto Geografico Militare Italiano:
<http://www.nettuno.it/fiera/igmi/>

Bibliografia

CLARKE C.C. *Getting started with Geographic Information Systems*. Second Edition, Prentice Hall, 1999.

Commissione Geodetica Nazionale. *Norme e proposte per la formazione di carte tecniche alle scale 1:50000 e 1:25.000*. Coi tipi dell'Istituto Geografico Militare, Firenze, 1973.

GALETTO R. *Le caratteristiche qualitative e metriche della cartografia numerica*. Boll. SIFET N. 1, Gennaio - Marzo 1990.

MIGLIACCIO F. *Cartografia Tematica e Automatica*. Libreria CLUP, Milano, 2001.

Autore

FEDERICA MIGLIACCIO
DIAR - Sezione Rilevamento - Politecnico di Milano
federica@geo.polimi.it