

**Paolo Mogorovich**

# **Sistemi Informativi Territoriali**

**Appunti dalle lezioni**

## **Cartografia e GIS**

### **La rappresentazione degli oggetti**

**Cod.221 - Vers.E3D**

- 1 - Rappresentazione cartografica e rappresentazione informatica**
- 2 - Analisi degli oggetti disegnati su una carta**
- 3 - Criteri di trasposizione dell'informazione**
- 4 - Strumenti di trasposizione dell'informazione**

## 1 – Rappresentazione cartografica e rappresentazione informatica

Una carta disegnata e un archivio numerico di dati geografici presentano importanti analogie, prima di tutto quella di permettere ad un operatore di costruire relazioni di tipo spaziale tra oggetti diversi, e enormi differenze, dovute ai diversi strumenti di rappresentazione utilizzati.

Nel caso di una cartografia un ruolo determinante è quello della tecnica di disegno: la tecnica di disegno permette di riconoscere, tramite un graficismo, il tipo di entità del mondo reale che si trova in una certa posizione, e alcune sue caratteristiche. Nel mondo GIS i dati sono memorizzati all'interno di un DataBase e la tecnica di disegno non ha, in questo, alcun ruolo; la rappresentazione avviene secondo un modello matematico e il trattamento dei dati avviene tramite specifici strumenti. Data la diversità dei due ambienti è importante saper comprendere l'informazione contenuta nei vari oggetti presenti sulla carta in modo da poter definire classi di oggetti e rappresentarli adeguatamente con gli strumenti informatici che abbiamo a disposizione.

In questa analisi utilizzeremo una rappresentazione informatica molto semplice, secondo cui l'informazione è formata da una parte geografica e una descrittiva, e quella geografica utilizza le primitive geometriche area, linea e punto.

## 2 – Analisi degli oggetti disegnati su una carta

Identificheremo i vari tipi di oggetti (classi) presenti nella carta di fig.1 e analizzeremo l'informazione rappresentata dal cartografo tramite i segni grafici.

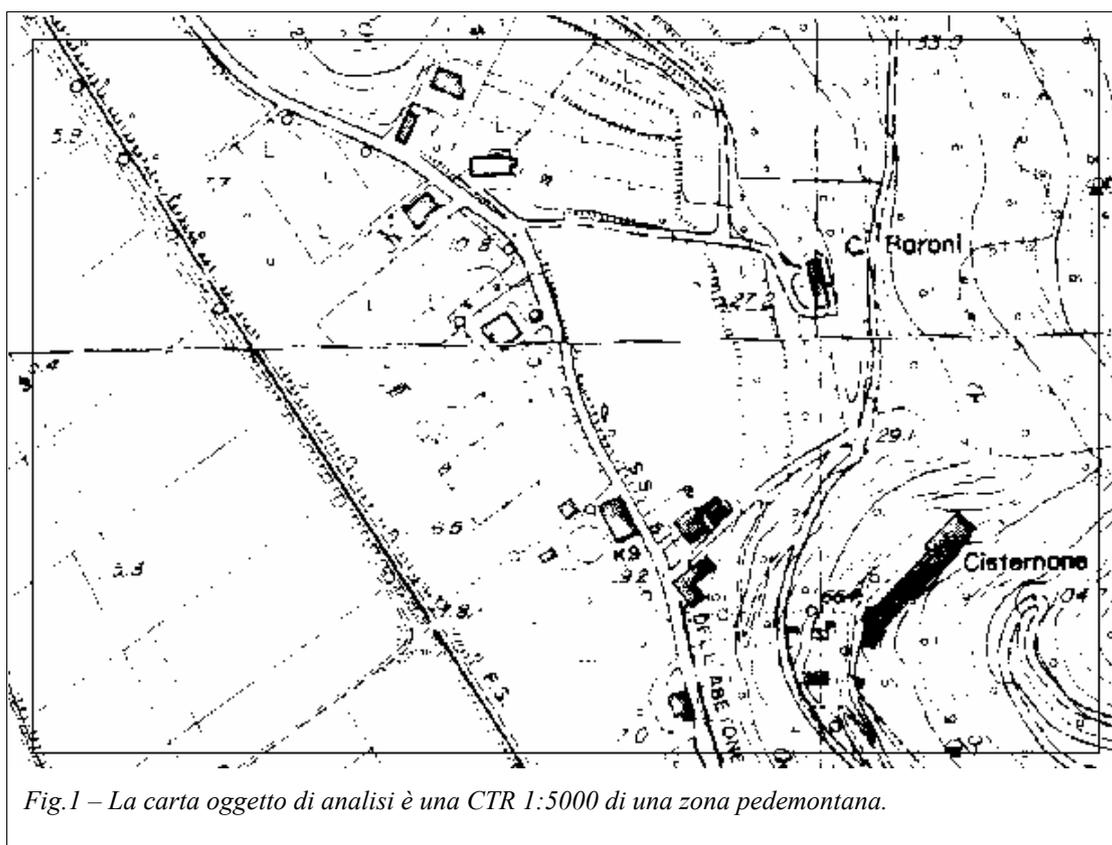
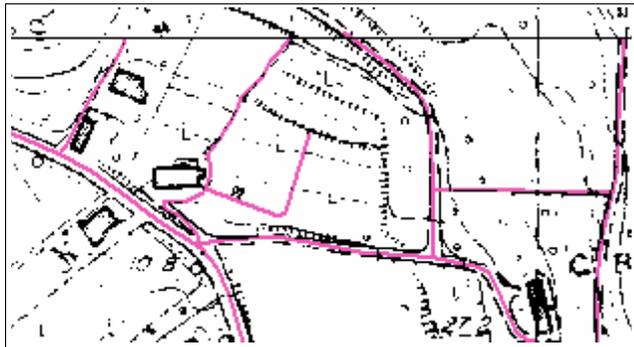


Fig.1 – La carta oggetto di analisi è una CTR 1:5000 di una zona pedemontana.

Edifici: vengono rappresentati tramite piccole aree con diverso riempimento; nell'organizzazione di un archivio GIS utilizzeremo la primitiva geometrica area, lasciando intatta la forma rilevata dalla carta, e un attributo "tipo" di edificio (valore ricavabile dal riempimento); volendo potremmo definire anche un attributo "nome" associabile a qualcuno degli edifici.

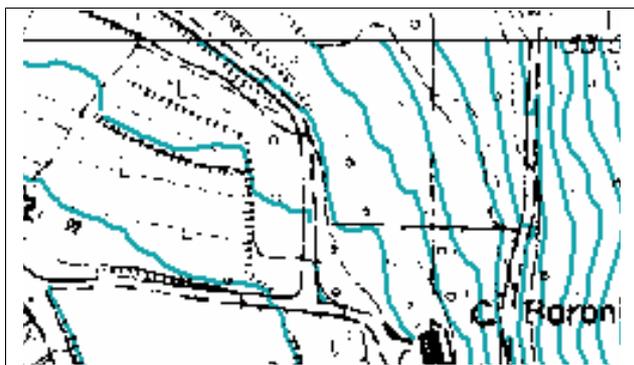
Strade: essendo la carta in “vera proiezione” i contorni disegnati sulla carta identificano i bordi reali delle strade. Questa rappresentazione tuttavia ci è di poca utilità a questa scala, e ci interessa molto di più conoscere il reticolo viario, inteso come grafo, dove ogni entità è rappresentata come una linea. Pertanto rappresenteremo le strade tramite la loro mezzeria che un operatore dovrà disegnare a partire dalla carta: si tratta di una modesta reinterpretazione geometrica;



*Fig.2 – La rappresentazione delle strade richiede una modesta reinterpretazione geometrica.*

questa operazione è tipica dei casi in cui, a differenza di questo, si tratta cartografia simbolica. Ad ogni tratto di strada possiamo associare un attributo “tipo” ricavabile dalla grafia (bordi della strada continui o tratteggiati) e volendo anche il nome della strada, presente in un solo caso. È importante notare come nell'analisi della carta è critica la tecnica di disegno per comprendere le caratteristiche dell'oggetto, mentre nell'archivio informatico tutto questo sparisce a favore di una rappresentazione più formale.

Curve di livello: se pensiamo ad una rappresentazione informatica della curva di livello, la situazione appare estremamente semplice: la curva di livello rappresenta qualcosa di lineare, privo di spessore e quindi si presta a essere rappresentata informaticamente come una linea, cui possiamo associare l'attributo quota (non esplicitato sulla carta ma ricavabile facilmente) e il tipo di curva (ordinaria, direttrice o ausiliaria): quindi nessuna reinterpretazione grafica, come invece era accaduto nel caso delle strade. Tuttavia la curva di livello è un caso diverso da quelli precedenti, in quanto non rappresenta un oggetto reale



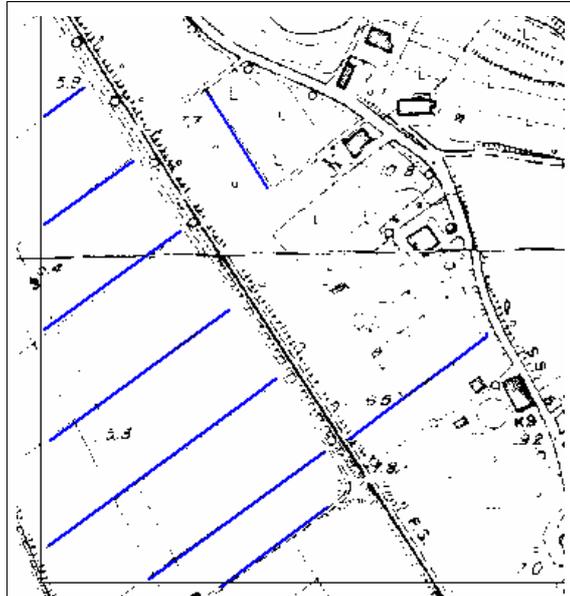
*Fig.3 – La rappresentazione delle curve di livello non presenta difficoltà particolari, però non è collegata a uno specifico oggetto reale presente sul territorio, ma a un fenomeno “continuo”. La tecnologia informatica ci offrirà un'interessante alternativa per descrivere il fenomeno trattato*

presente sul territorio; si tratta infatti di una rappresentazione simbolica di un fenomeno “continuo” (la forma del terreno) tramite un graficismo “discreto”. Vedremo in seguito che la tecnologia informatica ci offrirà un'interessante alternativa per descrivere il fenomeno trattato

Punti quotati: rappresentano, con caratteristiche diverse, la stessa informazione delle curve di livello; nello stesso modo di quest'ultime, una rappresentazione informatica non crea alcun problema, ma anche in questo caso non esiste una relazione diretta con un oggetto tangibile presente sul territorio.

Ferrovie: la semplicità dell'oggetto non crea alcun problema nella trasposizione informatica: si userà la primitiva linea, con, associato, un attributo “tipo” di linea ferroviaria, ricavabile dal graficismo usato nella carta.

Aste idriche: chiamiamo con questo nome quello che, nella carta che trattiamo, identifica fossi e torrenti, oggetti tangibili presenti sul territorio a differenza delle curve di livello. La rappresentazione tramite linee è corretta e dalla carta non sono ricavabili attributi. Tuttavia, se immaginiamo di riportare in un archivio informatico le aste idriche così come sono riportate sulla carta, ci viene il dubbio di creare un archivio inutilizzabile. Con riferimento alla fig.4, si vede che la mancanza di continuità tra le varie aste non ci permette di sapere (o meglio di “calcolare”) come si muove l'acqua. In pratica non ci serve un archivio delle aste idriche, ma un reticolo idrografico. Quello che l'uomo intuisce facilmente (un'asta idrica che si riunisce ad un'altra dopo aver superato un ostacolo) non è affatto detto che sia comprensibile ad un software. In pratica, nella costruzione di un archivio, occorrerà rendere coerente l'insieme delle aste o, come detto, trasformarlo in un grafo ad albero. Un problema simile è stato trascurato nel precedente caso delle strade.



*Fig.4 – La rappresentazione delle aste idriche non presenta difficoltà particolari, però, nel caso di elaborazioni automatiche, non è tollerabile la mancanza di continuità del grafo.*

Muretti e sostegni: si tratta di oggetti che svolgono importanti funzioni di vario tipo sul territorio (presenza di ostacoli, delimitazioni, appoggi, protezioni, ecc.). La loro rappresentazione tramite linee è ovvia e dalla carta non sono rilevabili attributi. Tuttavia la loro utilizzazione in un processo di elaborazione automatica di dati territoriali è piuttosto improbabile.



*Fig.5 – Muretti e elementi di sostegno difficilmente entrano in un processo di elaborazione automatica..*

Divisioni tra colture: questo graficismo identifica divisioni tra campi, dovuti a fossi, filari di divisione e in genere alla differenza di coltura,, ecc. Il dato di per sé si presenta in modo simile agli elementi di sostegno del territorio del caso precedente. Vale la pena di riflettere, però, sul fatto che le divisioni di colture sono elementi che potrebbero definire un campo, un'area culturale e questo oggetto, definito come area, con una serie di possibili attributi (superficie, proprietario, tipo di coltivazione)

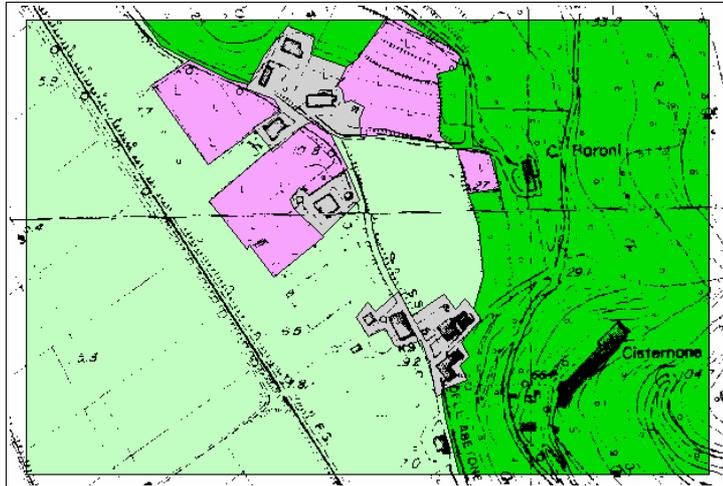


*Fig.6 – Divisioni tra colture: un'informazione difficile da completare.*

sarebbe interessante per molti scopi. Purtroppo questa informazione, così com'è, è molto difficile da completare.

Uno degli aspetti affascinanti di una carta è il fatto che l'osservatore la vede contemporaneamente in modo sintetico, identificando caratteristiche generali del territorio, e in modo analitico, andando a cercare minimi dettagli nelle zone che gli interessano. Nei casi precedenti abbiamo sostanzialmente guardato la carta con la ricerca del dettaglio. Vediamo adesso la stessa carta in modo più generale.

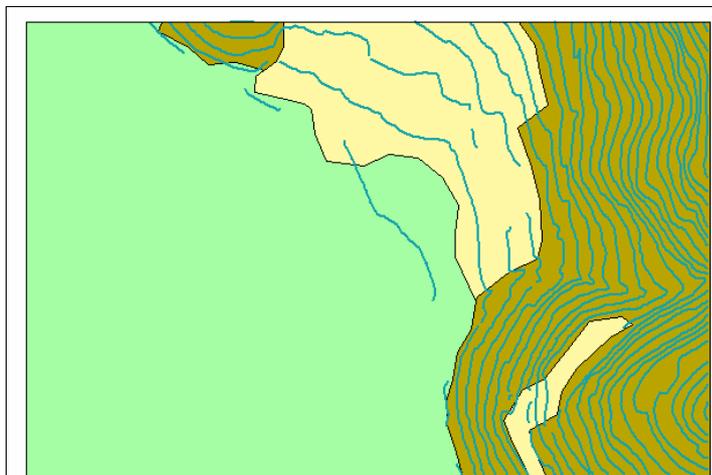
Utilizzo del territorio: guardando la carta di fig.1, una delle prime informazioni che riceviamo è quella di un territorio collinare boscato sul lato destro, pianeggiante agricolo sul lato sinistro, con alcune zone abitate e alcune significative colture a vite. Questa informazione viene da un'elaborazione fatta dalla nostra mente, capace di generalizzare anche in caso di piccoli conflitti, come ad esempio la percezione di una zona collinare boscata anche in presenza di un grosso edificio. Se volessimo trasportare



*Fig.7 – Una possibile interpretazione dei vari tipi di utilizzo del suolo nell'area analizzata. I bordi delle aree sono però incerti e soggettivi..*

questa informazione in un DataBase, potremmo immaginare di usare la primitiva area per descrivere le varie zone con un attributo che indica il tipo di zona (fig.7). L'operazione è corretta, anche se spesso questa informazione si ricava da altre fonti, diverse dal documento cartografico. Una grossa difficoltà si rileva nella precisione con cui si definiscono i bordi di queste aree: diversi interpreti classificherebbero le varie aree (bosco, agricolo, abitato e vigneto) con bordi un po' diversi. Purtroppo la primitiva geometrica che utilizziamo, l'area, non riesce ad esprimere l'indeterminatezza dei bordi e quindi nel DataBase avremo una descrizione dell'utilizzo del territorio da utilizzare con attenzione: un po' come se questa grandezza fosse nota ad una scala minore della scala nominale della carta.

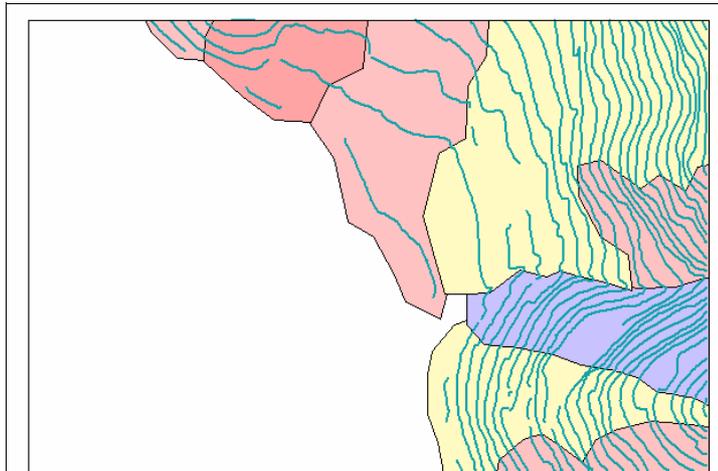
Pendenza e esposizione: le curve di livello presenti sulla carta ci forniscono, grazie alla loro formidabile capacità espressiva, informazioni riguardanti la pendenza del territorio (correlata alla densità di curve) e l'esposizione (correlata all'orientamento di fasci di curve). La nostra analisi può fornire dati quantitativi solo facendo misure sulla carta, ma anche senza questo si riceve un'informazione di



*Fig.8 – Vari gradi di pendenza nell'area in esame, collegati alla densità di curve di livello..*

zone a elevata pendenza (marroni in fig.8), media pendenza (giallo) e pendenza minima (verde).

In modo analogo, dall'orientazione delle curve di livello, si identificano zone rivolte a sud (zone colorate in rosso in fig.9), zone rivolte a sud-ovest (arancio), a ovest (giallo) e a nord ovest (celeste).



*Fig.9 – Vari angoli di esposizione nell'area in esame, collegati all'orientamento delle curve di livello..*

Barbette: Il caso delle barbette è degno di una speciale discussione: si tratta di un'informazione morfologica di grande dettaglio, maggiore di quello delle CdL. Tuttavia, essendo un'informazione qualitativa, non si sa come rappresentarla. Si potrebbe pensare di considerarla come "attributo" dell'oggetto a cui le barbette si appoggiano (fiume, strada o, come in fig.10, ferrovia), ma questa soluzione è sporca, in quanto trasporterebbe un'informazione di un certo tipo (morfologica) all'interno di un oggetto di tipo diverso, o ancora peggio di più oggetti diversi. L'oggetto "barbetta",



*Fig.10 – Le barbette, un'informazione morfologica di grande dettaglio, ma qualitativa, ben difficilmente rappresentabile.*

pertanto o viene acquisito soltanto per essere ridisegnato o più spesso viene ignorato. Elaborazioni numeriche che trattano le barbette sono per il momento sconosciute.

### 3 – Criteri di trasposizione dell'informazione

Nell'analizzare i vari modi in cui l'informazione presente su una carta può essere trasportata in un DataBase, trascuriamo per il momento la parte descrittiva e limitiamoci alla più complessa parte geografica. Possiamo elencare i seguenti casi:

1. La rappresentazione cartografica si adatta ad una trasposizione tal quale nel mondo GIS (edifici, ferrovie, ecc.); in altre parole la rappresentazione di tali oggetti sulla carta avviene tramite primitive geometriche (aree, linee, punti) che possiamo immaginare di avere a disposizione in uno strumento informatico e che rispecchiano tal quale le forme presenti sulla carta.
2. La rappresentazione in un DataBase richiede una piccola modifica rispetto alla rappresentazione cartografica: è il caso delle strade in una cartografia simbolica o anche in una cartografia a media

- scala se questo è l'obiettivo di chi modella il dato. La modifica grafica è “piccola” nel senso che non richiede una particolare competenza
3. La rappresentazione in un DataBase è la stessa di quella presente sulla carta, come nel caso 1, ma affinché i dati possano essere usati in un processo elaborativo, occorre verificare una certa coerenza. È il caso delle aste idriche e delle strade.
  4. Le primitive sulla carta non sono una evidente trasposizione di oggetti fisici presenti sul territorio, ma piuttosto un'astrazione (p.e. le curve di livello); si tratta di una rappresentazione con una tecnica di “discreto” di un fenomeno “continuo”, per cui, anche se gli elementi grafici sarebbero facilmente memorizzabili in un DataBase, conviene utilizzare altri strumenti che l'informatica ci offre. Questo vale, oltre che per le curve di livello, anche per eventuali mappe di pendenza e esposizione. In questo caso la geometria del dato originale (le curve di livello e i punti quotati), subirà un cambiamento radicale.
  5. La rappresentazione in un DataBase potrebbe essere la stessa di quella presente sulla carta, come nel caso 1, ma i dati portano un'informazione così parziale e qualitativa da non venir usati, in pratica, in nessun processo elaborativo, per cui il loro inserimento in un archivio potrebbe essere inutile. È il caso dei muretti e degli elementi di sostegno.
  6. La rappresentazione in un DataBase potrebbe essere la stessa di quella presente sulla carta; questi dati, così come sono, portano un'informazione parziale e qualitativa, mentre potrebbero essere completati e rielaborati fino ad avere un significato importante. Questa operazione tuttavia sarebbe lunga e costosa, e di fatto non viene eseguita. Nella loro versione nativa, quindi, questi dati, così come i muretti e gli elementi di sostegno, non vengono usati in nessun processo elaborativo e il loro inserimento in un archivio è inutile. È il caso dei separatori tra colture.
  7. Le primitive disponibili dalla tecnologia GIS non sono all'altezza di rappresentare il fenomeno descritto dal graficismo della carta. Si tratta delle “barbette” che, così come sono riportate in una carta, non possono essere usate in un processo elaborativo e quindi non vengono memorizzate.
  8. L'insieme delle primitive presenti sulla carta, anche di tipo diverso, permettono di evidenziare fenomeni generali; a parte la difficoltà di definirne i limiti in modo preciso, queste informazioni possono essere memorizzate facilmente in un DataBase, ma l'operazione richiede una specifica competenza. È il caso dell'utilizzo del territorio.

Nella trattazione abbiamo spesso accennato alla possibilità di “eliminare” da un DataBase geografico certi tipi di oggetti presenti su una carta. Questo non toglie nulla al valore di tali entità nell'analisi del territorio e quando un osservatore analizza una carta utilizza l'informazione che tali oggetti portano. Purtroppo nei processi di elaborazione automatica è molto difficile riportare tutta la competenza, la fantasia, la critica presente nella mente dell'uomo, per cui un DataBase geografico utilizzato per “elaborare” dati avrà bisogno di dati puliti e relativamente facili da trattare; in questa logica alcuni dati verranno trascurati. Se un DataBase geografico fosse usato non per elaborare dati, ma per “disegnare” carte, allora gli elementi di cui parliamo avrebbero ragione di essere memorizzati e trattati. Ma occorre ricordare che obiettivo della tecnologia GIS non è produrre carte, ma elaborare dati; se occorre produrre carte sono adatti gli strumenti informatici appartenenti al settore della Cartografia numerica, mentre il risultato di un'elaborazione GIS, anche se spesso è una carta o una mappa su un monitor, potrebbe essere anche un numero o una semplice affermazione.

Enfatizziamo infine ancora una volta la grande diversità di rappresentazione delle informazioni territoriali nella carta e nel mondo GIS, diversità legata ai mezzi espressivi che abbiamo a disposizione: sulla carta il mezzo espressivo è la penna, per cui la tecnica di disegno è legata in modo inscindibile all'oggetto; in un sistema GIS esiste la possibilità di modellare le entità in modo più astratto e quindi più completo e corretto dal punto di vista semantico.

#### **4 – Strumenti di trasposizione dell'informazione**

Quando analizziamo una mappa vediamo vari oggetti a cui possiamo attribuire le seguenti caratteristiche:

- l'oggetto è disegnato in un certo modo
- l'oggetto è di un certo tipo
- l'oggetto si trova in un certo luogo
- l'oggetto ha una certa forma
- l'oggetto rappresentato ha certe caratteristiche (oltre a quelle citate)

- l'oggetto è relazionato spazialmente ad altri oggetti.

Tali caratteristiche sono state espresse dal cartografo con gli strumenti espressivi che egli possiede, cioè la possibilità di tracciare un segno con certe specifiche caratteristiche (colore, spessore, tratteggio, ecc.) in un certo punto della carta, il che vuol dire in un certo punto all'interno di un sistema di riferimento. Le stesse caratteristiche devono poter essere espresse anche da un progettista di un Data Base geografico, il quale possiede altri strumenti, che sono: la possibilità di definire strati informativi (o classi) diversi e di codificare informazione di tipo geografico e di tipo descrittivo.

#### Tecnica di disegno

La tecnica di disegno di un oggetto, informazione primaria nella preparazione di una carta, non è una caratteristica specifica dell'oggetto; le strade importanti in certe carte vengono disegnate in rosso, ma tale colore non è una caratteristica dell'oggetto strada, ma è legato alla sua rappresentazione secondo una certa convenzione. Non essendo una caratteristica dell'oggetto, pertanto, la tecnica di disegno non trova posto, in un sistema GIS, né tra gli attributi, né nella parte geografica. Tuttavia la tecnica di disegno è quella che ci permette di definire la tipologia di un'entità e anche qualche attributo relativo all'entità.

#### Tipo

Sulla carta un oggetto viene identificato dal modo in cui è disegnato: tale informazione si trova, in un sistema GIS, nel fatto che l'oggetto viene archiviato all'interno di uno strato dedicato a lui e agli oggetti dello stesso tipo in fase di progettazione del sistema. Esplicitamente tale informazione si trova nella metainformazione dello strato.

#### Localizzazione

La localizzazione di un oggetto è definita da dove si trova il disegno dell'oggetto all'interno di un sistema di riferimento: in un sistema GIS la localizzazione è definita in modo completo dalle coordinate delle primitive grafiche che descrivono l'oggetto.

#### Forma

La forma di un oggetto sulla carta è insita nel graficismo (curve e segmenti) e, nel caso dei segmenti, dagli angoli che essi formano tra di loro; all'interno di un sistema GIS la forma è memorizzata nella parte geografica dell'oggetto, ma unicamente tramite la sequenza delle coordinate; gli strumenti GIS non codificano in genere alcuna caratteristica esplicita legata alla forma dell'oggetto. La forma di un oggetto viene percepita facilmente dall'operatore in caso di disegno, ma è molto più difficile risalire alla forma dell'oggetto direttamente dall'analisi delle coordinate.

#### Attributi

Sulla carta sono presenti in genere pochissimi attributi associati agli oggetti, o desumibili dalla tecnica di disegno o scritti come toponomastica; quelli presenti vengono ovviamente inseriti nella parte descrittiva dell'oggetto.

#### Rapporti con altri oggetti

I rapporti di un oggetto con altri oggetti sono percepiti, su una carta, dalla vicinanza o meno tra elementi grafici, dalla loro densità, dal loro allineamento, ecc.; all'interno di uno strumento GIS i rapporti tra oggetti sono memorizzati implicitamente nella parte geografica: in altre parole elaborando la parte geografica di oggetti diversi è possibile risalire ai rapporti tra di essi. Tuttavia questo tipo di informazione, in certi casi, è molto importante per un sistema GIS per cui alcuni rapporti spaziali tra oggetti possono essere memorizzati in modo esplicito. Il modo con cui questo avviene dipende anche dal tipo di software utilizzato.

Quando occorre disegnare un oggetto è necessario usare alcuni elementi grafici. L'associazione tra un oggetto gestito da uno strumento GIS e gli elementi grafici usati per disegnarlo avviene tramite tabelle di transcodifica (look-up table). Le tabelle di transcodifica non sono univoche e si possono usare tabelle diverse per disegnare lo stesso oggetto in funzione della scala e/o delle finalità del disegno.

Una tavola di look-up, intesa come associazione tra tipo e caratteristiche di un'entità e la sua rappresentazione, ricorda molto la "legenda" di una carta disegnata. In realtà le due cose sono una l'opposto dell'altra: su una carta disegnata la legenda permette, data la tecnica di disegno, di riconoscere il tipo di oggetto e le sue caratteristiche; in uno strumento GIS la tavola di look-up permette, dato un oggetto e le sue caratteristiche, di definire una tecnica di disegno.

