

GIS **(Geographic** **Information System)**



GIS

- Sistemi di Informazione Geografica
- Tecnologia che impiega strumenti informatici che trattano dati spaziali
 - Sistema: insieme di parti interagenti
 - Informazione: dati + interpretazione
 - Geografica: riferita al territorio

INFORMAZIONE GEORIFERITA

GIS - definizioni

- Sistema di hardware, software, dati, persone per raccogliere, registrare, analizzare e distribuire informazioni sulle aree del pianeta terra (Chrisman, 1997).
- Sistema contenente dati georeferenziazibili che possono essere analizzati e trasformati in informazioni per un determinato scopo o applicazione (Parent, 1991).

Sistemi informativi

- I Sistemi Informativi sono nati dall'esigenza di poter disporre di potenti strumenti per la **raccolta** e l'**elaborazione** delle informazioni, al fine di poter mettere a disposizione dei responsabili di decisioni operative, tutte le informazioni necessarie per effettuare le migliori **scelte** possibili.

Sistemi informativi

- Data la complessità del mondo reale e l'impossibilità di rappresentarla completamente, viene creato un modello concettuale che rappresenta in modo sintetico ma incompleto e approssimato il mondo reale.
- Tale modello costituisce il Sistema Informativo e conterrà solamente le informazioni accessibili, rilevanti e necessarie al nostro scopo.

Sistema Informativo Geografico

- Un Sistema Informativo si dice **Geografico** quando è progettato per operare con dati riferiti allo **spazio geografico**.
- Un GIS è un sistema che contiene specifiche funzioni per acquisire, elaborare, gestire e restituire dati georiferiti.

GIS

- I GIS non vanno confusi con altre tipologie di sistemi come i CAD (Computer Aided Design), gli AM/FM (Automated Mapping and Facility Management) – cartografia automatica e gestione di reti tecnologiche – i DBMS (Data Base Management Systems) – sistemi per la gestione di database.

GIS

- I GIS si distinguono da questi per la capacità di integrare i dati georiferiti attraverso strumenti di analisi quali:
 - la selezione e la ricerca spaziale (query)
 - la sovrapposizione automatica di livelli geografici (map overlay)
 - la generazione di aree di rispetto o di influenza (buffer)
 - La generazione di modelli digitali del terreno (DTM – Digital Terrain Model), etc.

GIS

- I GIS e i SIT sono spesso confusi con i Sistemi di Cartografia Numerica che hanno la funzione di memorizzare cartografia in forma digitale e restituirla opportunamente su supporto cartaceo.
- I GIS hanno invece funzionalità molto più ampie, rivolte essenzialmente all'**analisi integrata di informazioni georiferite**

Componenti di un GIS

- Le componenti di un GIS sono:
 - l'hardware
 - il software
 - le procedure applicative
 - le banche dati
 - le persone

I dati

- I dati svolgono un ruolo rilevante, non solo per il loro contenuto informativo ma anche per il loro costo (che spesso risulta essere superiore al 70% del costo complessivo del sistema).
- E' importante precisare che nella raccolta dei dati il miglior rapporto costo-efficacia si ottiene raccogliendo solo ed esclusivamente i dati di cui si ha effettivamente bisogno.

Dati

- Il costo di un dato è proporzionale alla sua qualità – la qualità ottimale di un dato non corrisponde a quella assoluta ma a quella che garantisce il miglior rapporto costo/beneficio, in funzione dell'uso che si deve fare del dato e dei risultati attesi.

Dati Territoriali

- Il termine “dato territoriale” deve essere inteso in senso lato
- Un GIS deve essere in grado di gestire dati di cartografia numerica georeferenziata (in coordinate geografiche o piane), dati descrittivi direttamente associati agli elementi rappresentati sulla cartografia, ma anche qualsiasi altro dato indirettamente georiferibile (geocodifica).

- Per es. le banche dati anagrafiche possono essere georiferite al territorio attraverso gli indirizzi stradali
- I dati statistici di censimento possono essere associati alle singole perimetrazioni dei comuni attraverso il codice ISTAT

- Le indicazioni sui lavori di manutenzione delle strade possono essere georiferite lungo il tracciato numerico della strada attraverso le progressive chilometriche.

Acquisizione dei dati (ACQUISIZ.PRIMARIA)

- Acquisizione di dati da basi informative già esistenti
- Acquisizione dei dati con metodi topografici (rilievi classici, GNSS ...)
- Acquisizione dei dati con metodi fotogrammetrici
- Laser Scanning
- Acquisizione di dati con tecniche di telerilevamento

Acquisizione dei dati (ACQUISIZ.SECONDARIA)

- Acquisizione di dati da cartografia:
 - Rasterizzazione (scansione)
 - Vettorializzazione (digitalizzazione)

ACQUISIZIONE SECONDARIA

Acquisizione di dati da basi informative già esistenti

- E' la tecnica di acquisizione più immediata ed apparentemente più semplice
- Spesso però non vi è una corrispondenza diretta fra il modello dati definito in fase di progettazione ed il modello della base dati disponibile sul mercato

Questo accade perchè:

le basi di dati (data base) sono pensate per **usi specifici** ed è praticamente impossibile generare basi di dati con modelli che vadano bene per tutte le applicazioni.

Dati in formato vettoriale

- struttura e codifica dei dati conforme al formato VPF (Vector Product Format)
- coordinate geografiche in gradi
- contenuto informativo suddiviso su **10 strati tematici (layer)**:
 - Limiti amministrativi (Boundaries)
 - Qualità dei dati (Data Quality)

Dati in formato vettoriale

- Altimetria (Elevation)
- Idrografia (Hydrography)
- Industrie (Industry)
- Geomorfologia (Physiography)
- Insediamenti (Population)
- Trasporti (Transportation)
- Servizi (Utilities)
- Vegetazione (Vegetation).

Modello vettoriale

Un modo per descrivere la realtà geografica è quello di pensarla composta da elementi di diverso tipo e forma:

Punti

Linee

Aree

Questi elementi compongono il modello di dati di tipo vettoriale.

Ogni elemento è poi caratterizzato da attributi la cui funzione è quella di distinguerlo da altri elementi.

Elementi del modello vettoriale

Tipo di elemento	Esempio	Terminologia	
Punto	caposaldo	nodo	(vertice)
Linea	strada	arco	(lato)
Area	lago	poligono	(faccia)

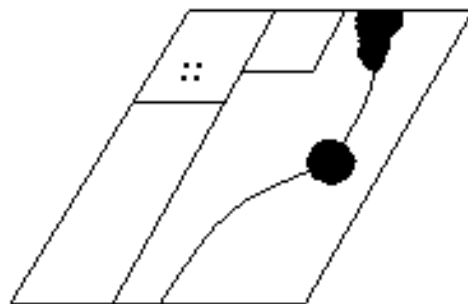
Terminologia utilizzata per descrivere gli elementi
del modello vettoriale

- Tutti gli elementi del modello vettoriale possono coesistere insieme oppure essere separati in **classi** (o “**layers**”, strati), a seconda delle loro caratteristiche.

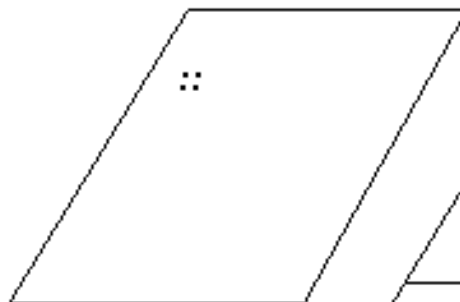
Layers

- I **layers** contengono un set di dati, consistenti dal punto di vista tematico, che descrivono i **particolari geografici (features)** con i corrispondenti **attributi (attributes)** previsti.
- I dati sono strutturati **topologicamente** all'interno di uno stesso layer, sono importabili e gestibili da software a carattere topologico.

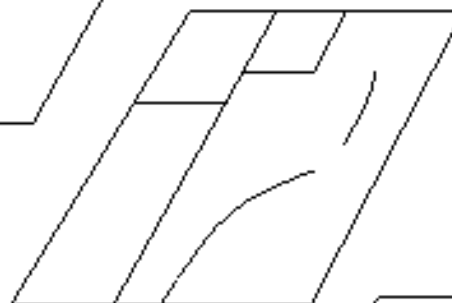
Suddivisione degli elementi in strati (layer)



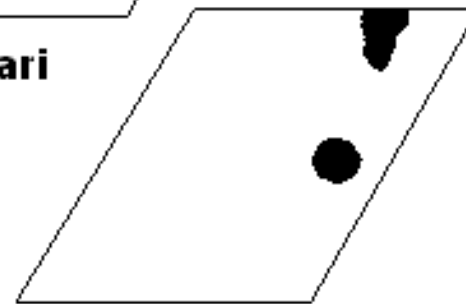
Carta



elem. puntuali



elem. lineari



elem. di superficie

Questa struttura dei dati permette di:

- archiviare in modo efficiente le forme naturali degli elementi cartografici
- fornisce le informazioni necessarie alla produzione automatica di cartografia e alla manipolazione del database.

Rappresentazione vettoriale

- Rappresentazione vettoriale di una carta secondo le sue componenti
- Nelle Tabelle vengono elencate le informazioni che devono essere inserite in un elaboratore per la rappresentaz. dei dati.

Ogni elemento grafico viene associato a dati di tipo spaziale (coordinate) e ad un dato di tipo descrittivo (attributo)

Modello raster

- La struttura raster (o cellulare) è considerata la più semplice ed intuitiva struttura di organizzazione di dati geometrici ed è largamente usata nel campo dei Sistemi Informativi Territoriali.
- Per organizzare i dati geografici nella struttura raster, il territorio viene suddiviso secondo un reticolato ortogonale in celle (**pixel**, picture elements) di forma quadrata o rettangolare ad ampiezza uniforme, numerate come gli elementi di una matrice.

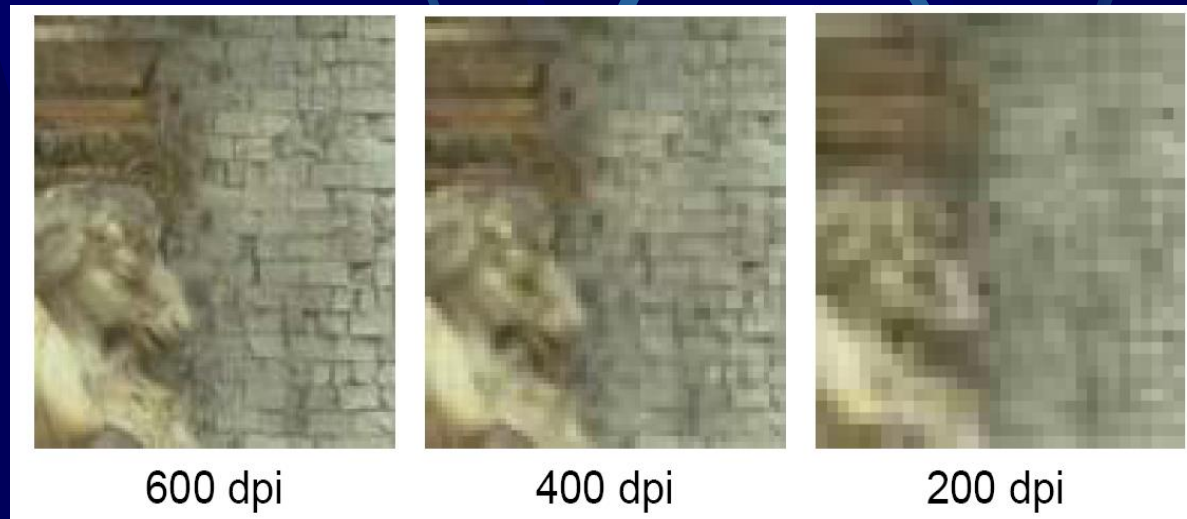
Struttura raster

- Ad ogni cella viene associato il valore del tema che si vuole rappresentare; per esempio, se stiamo rappresentando l'uso del suolo, ad ogni cella verrà associato il valore corrispondente all'uso preponderante esistente nella corrispondente area del territorio.
- La posizione della cella è data dal numero di riga e colonna della **matrice** a cui appartiene.

Le immagini digitali

La **risoluzione geometrica** di una immagine digitale è legata alle dimensioni del pixel ed è collegata alla densità di campionamento D (risoluzione di acquisizione).

La risoluzione geometrica indica il **numero di pixel contenuti in una opportuna unità di lunghezza**; viene solitamente espressa in dot per inch (dpi) o punti per pollice (numero di pixel contenuti un pollice = 25.4 mm)



Dalla risoluzione dell'immagine dipende la corretta visualizzazione dei particolari più piccoli e la precisione geometrica conseguibile durante le operazioni di orientamento.

Struttura raster

- La posizione di ogni cella è riferita ad un'origine (rappresentata dalla cella di posizione $[0,0]$ o $[1,1]$ secondo i sistemi adottati.
- La cella di origine è solitamente in basso a sinistra, talvolta per esigenze della computer grafica, tale cella potrà essere quella in alto a sinistra.

- La georeferenziazione con il territorio è generalmente data dalla posizione di due celle estreme (cella di origine e cella di coordinate massime) nel sistema geografico di riferimento; in tal modo è possibile sovrapporre dati geografici raster con dati geografici vettoriali.

Vantaggi

- Il vantaggio di questa struttura è rappresentato essenzialmente dalla sua semplicità che ne permette una facile gestione ed elaborazione.
- la struttura matriciale consente infatti di modificare e selezionare dati in maniera naturale: basta conoscere la posizione di una cella per poterne modificare il contenuto, oppure è sufficiente selezionare tutte le celle di un certo valore per conoscerne subito l'area totale e vederle evidenziate su uno schermo.



Cartografia numerica

Cartografia numerica

- Nella cartografia numerica l'informazione digitale (alfanumerica) viene privilegiata rispetto quella grafica.
- Il trattamento logico dei dati è più complesso ma si possono ottenere disegni su carta completamente automatizzati (mediante plotter) e la visualizzazione su schermo.

- La CARTOGRAFIA NUMERICA può essere definita come un insieme di coordinate e di codifiche strutturato secondo la logica delle basi di dati e memorizzato su supporto magnetico.
- L'archivio dei dati contiene in forma implicita la rappresentazione sotto forma di disegno.

Vantaggi della cartografia numerica

- Possibilità di eseguire elaborazioni sui dati;
- Possibilità di interfacciare i dati cartografici con altri archivi (ad es. censimenti) e di produrre carte tematiche;
- Possibilità di integrare altri dati nel sistema;

- Facilità di gestione e di aggiornamento dei dati tramite elaboratore;
- Univocità del contenuto metrico; vengono inoltre eliminati i problemi legati a deformazione e deterioramento del supporto cartaceo;
- Univocità del contenuto qualitativo (l'interpretazione del disegno viene sostituita dalla lettura di una codifica)

Tipologie

- Cartografia numerica solo **planimetrica** vengono descritti solo gli elementi che caratterizzano la planimetria attraverso le due coordinate Est, Nord e la relativa codifica;
- Cartografia numerica **planimetrica ed altimetrica** – la planimetria viene descritta disgiuntamente dall'altimetria, la prima attraverso le due coordinate (Est, Nord), la seconda attraverso le tre coordinate (Est, Nord, Quota);

- Cartografia numerica **tridimensionale**
ciascun punto viene descritto dalle tre coordinate
(Est, Nord, Quota).

Continua ad esistere anche l'altimetrica classica
costituita da curve di livello e punti quotati.

Per convenzione, tutti i punti che descrivono elementi
artificiali devono avere associata la quota a livello del
suolo (quota al piede).

Scala nominale

- Nella cartografia tradizionale, la scala della carta definisce il contenuto qualitativo e il grado di precisione della carta.
- Nella cartografia numerica si introduce il concetto di **scala nominale**:
è il rapporto di scala che avrebbe una carta tradizionale di corrispondente precis. metrica e contenuto qualitativo.

- La scala nominale corrisponde al massimo rapporto a cui si può lecitamente riprodurre (a video o su plotter) una carta numerica.
- L'ingrandimento oltre questo limite è corretto solo se è inteso come possibilità di leggere meglio il contenuto della carta.

Contenuto planimetrico della cartogr. numerica

- In una carta tradizionale, sulla base dei diversi segni grafici e della simbologia adottata, è possibile riconoscere le diverse strutture naturali e artificiali presenti sul territorio (ad es. case, strade, curve di livello etc.)
- L'osservatore può inoltre desumere informazioni da semplici aggregazioni logiche.

- Nella cartografia numerica non esiste il concetto di deduzione:
- tutti gli elementi devono essere tradotti in forma numerica e codificati con un codice di tipologia, affinché siano elaborabili.

Esempi

Casa	$X_1, Y_1, X_2, Y_2, X_3, Y_3, X_4, Y_4$
Curva di livello	$X_1, Y_1, X_2, Y_2, X_3, Y_3, \dots, X_n, Y_n$
Punto Quotato	X, Y, Z
Tombino	X, Y
Palo della luce	X, Y

Contenuto altimetrico della cartogr. numerica

- In una carta tradizionale planimetria ed altimetria sono separate – per ricavare le coordinate planimetriche dei punti della carta si effettuano operazioni di misura relativamente alla parametratura; per ricavare la quota di un punto generico è necessario invece ricorrere a procedimenti di interpolazione

- Nella cartografia numerica viene superata la divisione fra planimetria ed altimetria, descrivendo ogni punto con le tre coordinate X, Y, Z

CASA	$X_1, Y_1, Q_1, X_2, Y_2, Q_2, X_3, Y_3, Q_3, X_4, Y_4, Q_4$
CURVALIV	$X_1, Y_1, Q_1, X_2, Y_2, Q_1, X_3, Y_3, Q_1 \dots X_n, Y_n, Q_1$
PQ	X, Y, Q