

Integrazione tra sistemi informativi geografici e sistemi informativi statistici per l'analisi del territorio: recenti sviluppi metodologici e applicativi

Maurizio Vichi

Dpt. Statistica Probabilità e Statistiche Applicate
Università "La Sapienza" di Roma

em: maurizio.vichi@uniroma1.it

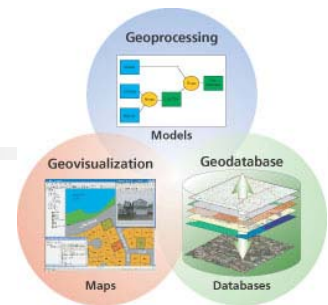


GIS- Geographical Information System

- Un GIS è un sistema orientato alla Geografia, che contiene informazioni sugli aspetti fisici della terra e degli oggetti che si trovano su di essa.
- Un GIS è una tecnologia che organizza e permette, la gestione, l'analisi e la visualizzazione di informazioni legate al territorio, che comprendono:

Mappe e globi (vista interattiva di dati geografici)	
Insiemi di dati geografici (archivi e databases di informazione geografica, caratteristiche, collegamenti, terreni, analisi)	
Geo-processing e modelli di flusso (raccolta di procedure per automatizzare e ripetere lavori e analisi)	
Modelli per i dati (E' un DBMS che contiene regole di integrità che sono fondamentali per un GIS)	
Metadata (Informazione sull'informazione, documenti catalogati, informazione sugli oggetti geografici)	

Tre modi di vedere un GIS



La vista del Database:

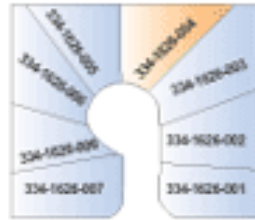
un GIS è un database geografico (geodatabase).
ovvero è un sistema informativo per la Geografia (spaziale)

Un GIS è basato su un sistema strutturato di archivi che descrive il mondo che ci circonda in termini geografici.

Una parte dei dati è strettamente geografica

<p>Collezioni ordinate di caratteristiche vettoriali (insiemi di punti, linee e poligoni)</p>	<p>modelli digitali di elevazione del territorio</p>																				
<p>Collegamenti tra oggetti geografici</p>	<p>Terreni e altre superfici</p>																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>From</th> <th>To</th> <th>Type</th> <th>Direction</th> <th>Distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>Direction</td> <td>N87E</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>C</td> <td>Angle</td> <td>300.56</td> <td>201</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>C</td> <td>Distance</td> <td>-</td> <td>20.50</td> </tr> </tbody> </table> <p>Insiemi di dati di ricerche geografiche</p>	From	To	Type	Direction	Distance	A	B	Direction	N87E	-	A	C	Angle	300.56	201	B	C	Distance	-	20.50	<p>Addresses</p> <ul style="list-style-type: none"> 3350 45th Ave NE 3383 30th Ave NE 2459 Country Rd. 9 NE 3350 46th Ave NE 3383 30th Ave NE 2459 Country Rd. 9 NE <p>altre informazioni geografiche</p>
From	To	Type	Direction	Distance																	
A	B	Direction	N87E	-																	
A	C	Angle	300.56	201																	
B	C	Distance	-	20.50																	

Un seconda parte dei dati riguardano gli attributi, i dati di relazione tra gli oggetti spaziali e i dati di flusso.



PIN	Area	Addr	Code	Owner	Relat.	Acq.Date	Assesed	TaxStat
334-1626-000	254	347 Cherry Ct.	078	J. Williams	08	1976/09/25	2135,750	01

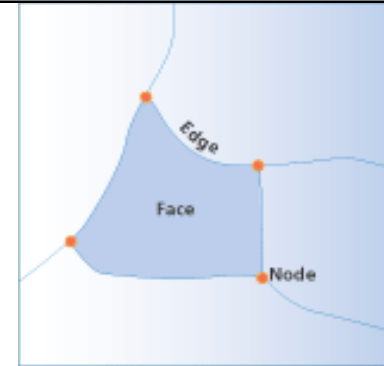
Feature class table				Related ownership table				
PIN	Area	Addr	Code	PIN	Owner	Relat.	Acq.Date	AssesedTaxStat
334-1626-001	342	343 Cherry	0878	334-1626-000	Ball	00	1995/20/2	2115,500 00 02
334-1626-002	300	343 Cherry	0880	334-1626-000	D. Hodge	08	1993/20/06	224,375 00 01
334-1626-003	022	345 Cherry	0878	334-1626-000	Hodge	08	1990/09/26	175,500 00 02
334-1626-004	347	Cherry	0878	334-1626-000	Williams	08	1974/09/25	2135,750 00 02
334-1626-005	354	345 Cherry	0880	334-1626-000	Woodson	00	1994/06/03	230,350 00 02
334-1626-006	345	Cherry	0878	334-1626-000	Staley	08	1994/20/26	225,750 00 02
334-1626-007	230	344 Cherry	0878	334-1626-000	Dormeady	08	1994/05/25	110,450 00 01
334-1626-008	445	342 Cherry	0878	334-1626-000	Hodge	08	1990/09/26	145,500 00 02

Attributi che descrivono gli oggetti geografici.

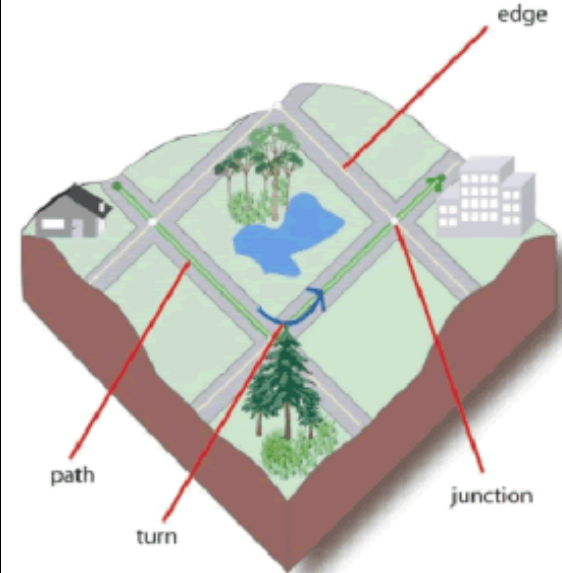
Il database è relazionale e strutturato in tabelle collegate tra loro da relazioni.

I dati possono riguardare:

- Immagini da satellite (su scale di colore)
- Informazioni compilate
- Dati che derivano dal geo-processing
- metadata



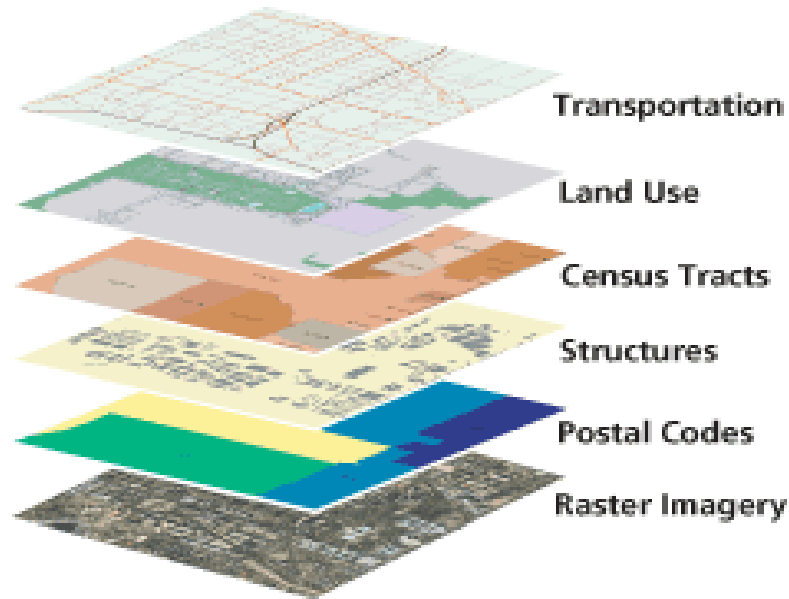
Relazioni spaziali come topologie e reti sono parti cruciali di un GIS. La topologia è impiegata per gestire confini comuni tra oggetti geografici



o anche per realizzare grafi sui quali si indicano ad esempio le direzioni di collegamento



GIS organizza i dati in diversi **livelli tematici** operando una integrazione di diversi tipi di dati



Si costruiscono diverse cartografie tematiche

La vista geografica

E' un insieme di mappe intelligenti e altre viste che mostrano caratteristiche e le loro interrelazioni sulla superficie della terra.

- ✚ Nel GIS ci sono mappe simili a quelle contenute in un atlante geografico con il quali si può interagire (zoom, navigare, ecc.), che specificano informazioni sul territorio.
- ✚ Le mappe sono utilizzate come finestre sul database.
- ✚ E' possibile puntare su oggetti posizionati sulle mappe e ottenere informazioni da "query spaziali". Ad esempio individuare tutti i negozi vicini (200 m) ad una scuola.
- ✚ Queste sono operazioni di geo-visualizzazione (geovisualization)



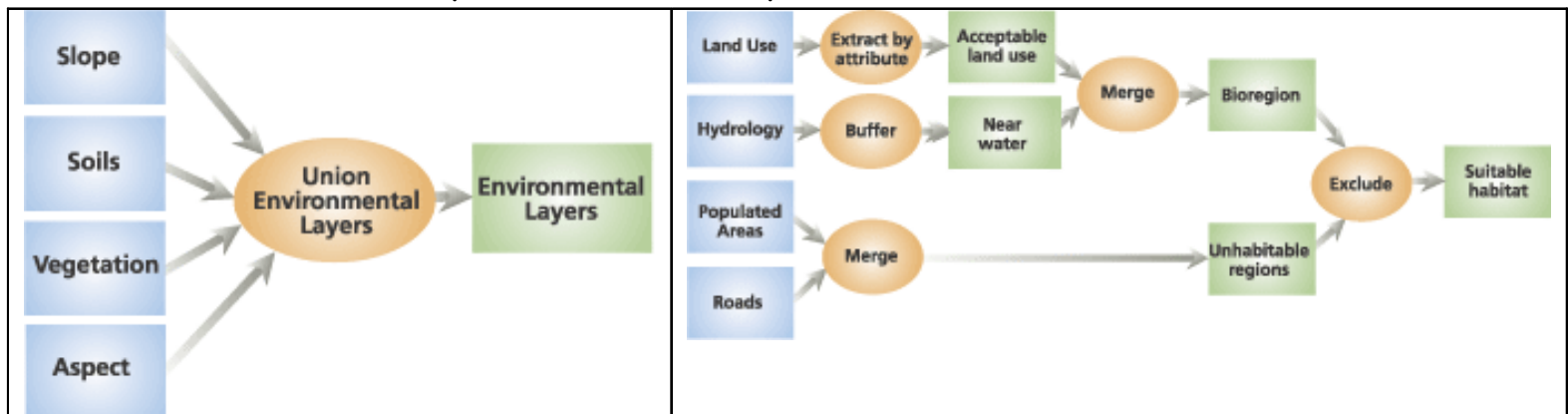
Vista modellistica

Il GIS è un insieme di strumenti per l'organizzazione e la trasformazione delle informazioni geografiche che permette di generare nuova informazione secondo il modello

Dati georeferenziati + strumenti DBMS = nuovi dati

Queste sono operazioni di geo-processing

Costruzione di una sequenza di operazioni che permettono l'unione di archivi, la selezione, ecc.



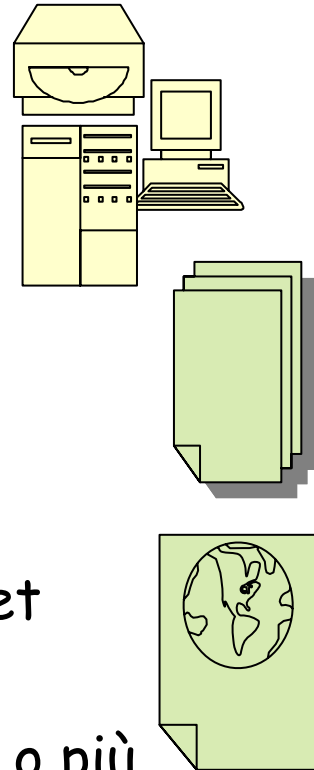
Software per i GIS

- **GeoDa** package integrato che supporta tutte le fasi di una analisi empirica spaziale (analisi di geovisualizzazione, di autocorrelazione spaziale, di analisi esplorativa e di analisi di regressione spaziale)
- **R- (SPDEP)** insieme di funzioni in linguaggio R (open-source) che permettono l'analisi esplorativa spaziale.
- **CrimeStat** programma stand-alone in Windows per l'analisi spaziale dei crimini ed è disegnato per interfacciarsi con altri packages
- **SANET** Spatial Analysis on a NETWORK per l'analisi di due tipologie di fenomeni su network (traffico, incidenti) o nelle prossimità di un network (negozi che hanno entrata in diverse strade). Ci sono 12 diverse analisi di network, con interfaccia ArcView
- **STARS** open-source package realizzato per l'esplorazione dinamica di dati geografici osservati in diversi periodi temporali. Combina diverse nuove tecniche statistiche per l'esplorazione di dinamiche spaziali insieme ad un insieme di strumenti di geovisualizzazione
- **SAND** Spatial and Non-Spatial Data. In questo pacchetto sono considerate le isosuperfici che sono utilizzate per effettuare delle classificazione dei dati territoriali
- **ChoroWare** implementa un algoritmo genetico per la classificazione spaziale
- **ArcView – ArcGIS** un pacchetto completo per la gestione dei dati di territoriali (DBMS di tipo territoriale)
- **ArcInfo** per l'analisi di dati. Contiene le funzione di analisi di rischio e di analisi dei dati.
- **MapInfo** sistema per le realizzazione di mappe e loro personalizzazioni con analisi
- **Google Earth Pro** Vola dallo spazio su qualunque luogo del pianeta , e contiene un modulo di importazione dati

SIS Statistical Information System

L'obiettivo generale di uno SIS

- ✚ Migliorare l'efficienza della organizzazione, validazione, e immagazzinamento dei dati e dei metadati;
- ✚ Migliorare la qualità eliminando errori ed incongruenze logiche;
- ✚ Ridurre i tempi di pubblicazione di dati;
- ✚ Accessibilità ai dati mediante strumenti internet



In un SIS i dati sono logicamente strutturati in uno o più parallelepipedi di informazioni: **unità territoriali** x **indicatori** x **tempi**, che sono le dimensioni tipiche di ogni fenomeno statistico con struttura complessa.

Infatti, in un SIS i dati presentano una

Struttura Multiway e sono organizzati almeno in

uno o più data-set a tre vie (Three-way Data Set) **X**

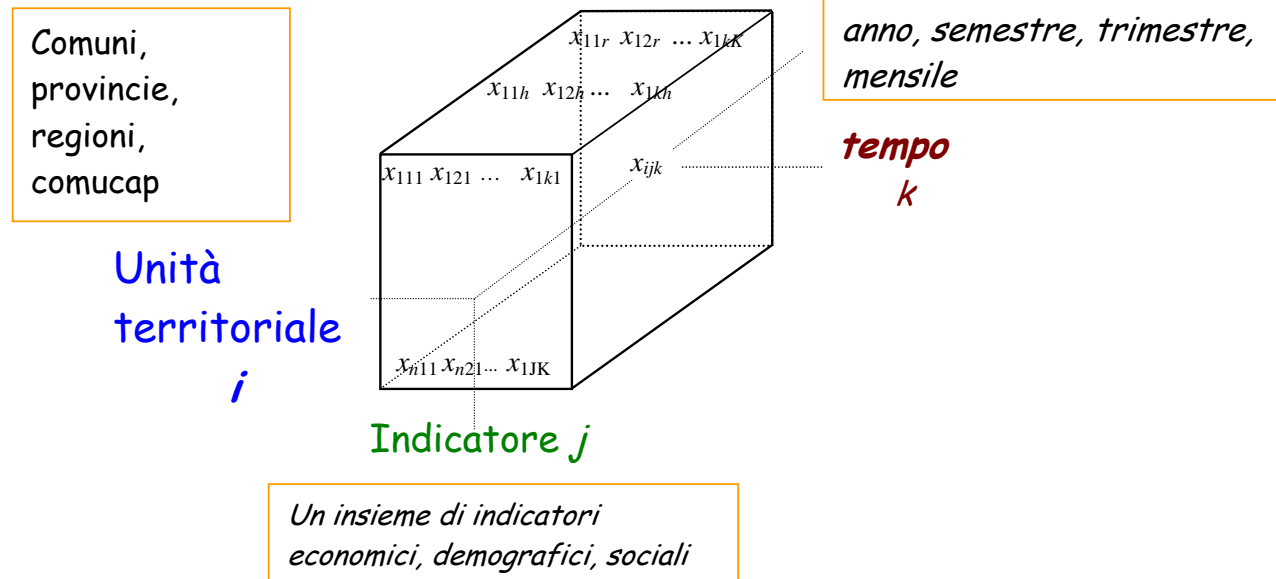
un insieme **X** di $I \times J \times K$ attributi relativi a:

J Indicatori (variabili) misurati, (osservati, stimati) su

I Unità Territoriali (oggetti geografici, aggregazioni amministrative) osservati,

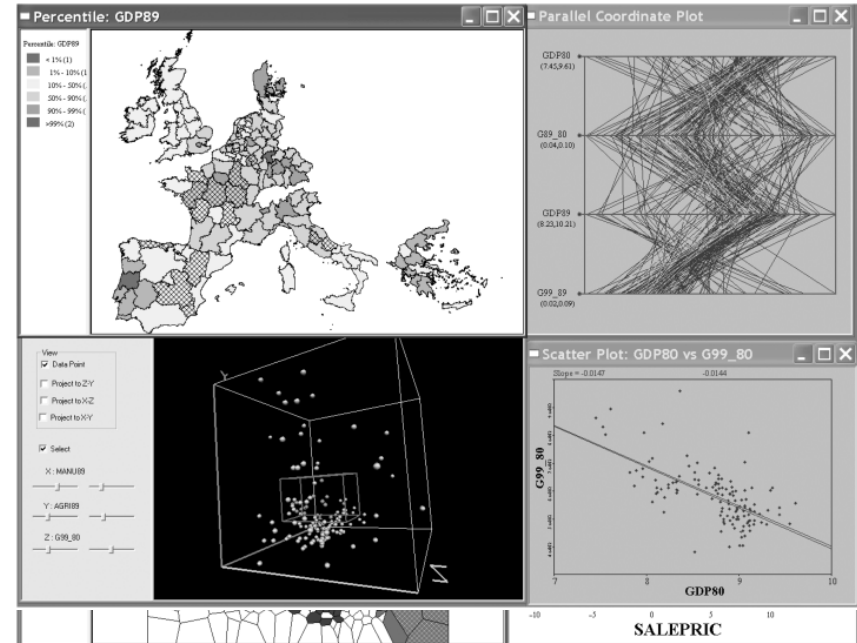
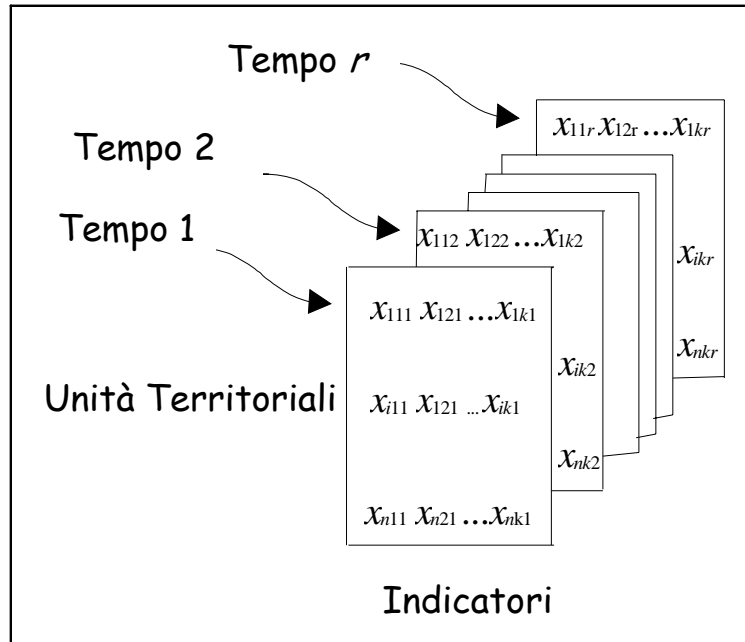
K Occasioni (tempi)

Si ha un parallelepipedo **X** o 3-Way Cubo



Prima vista di un SIS: Un insieme di unità territoriali multivariate

(sezionando verticalmente)



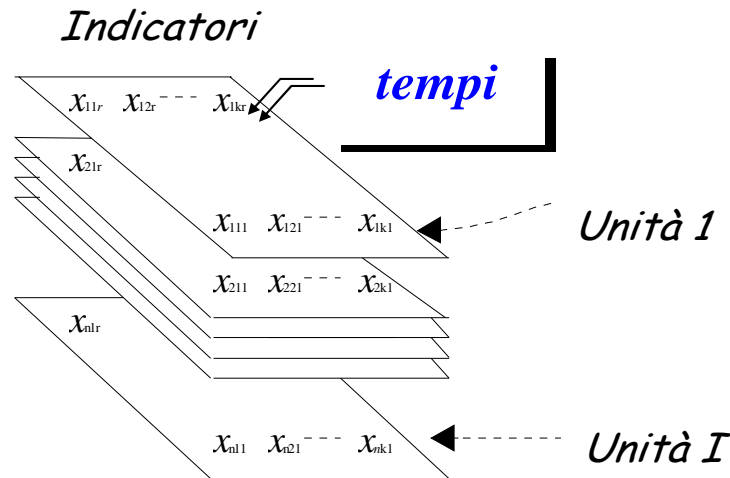
- TIPI DI ANALISI (cross-section, serie spaziali)
- Confronti territoriali tra indicatori in uno stesso istante di tempo;
- Analisi delle posizioni relative tra le unità territoriali;
- Segmentazione del territorio in aree omogenee.

Seconda vista di un SIS:

Un insieme di dati Panel

(sezionando orizzontalmente X)

un insieme di *I* **Serie Storiche Multiple**

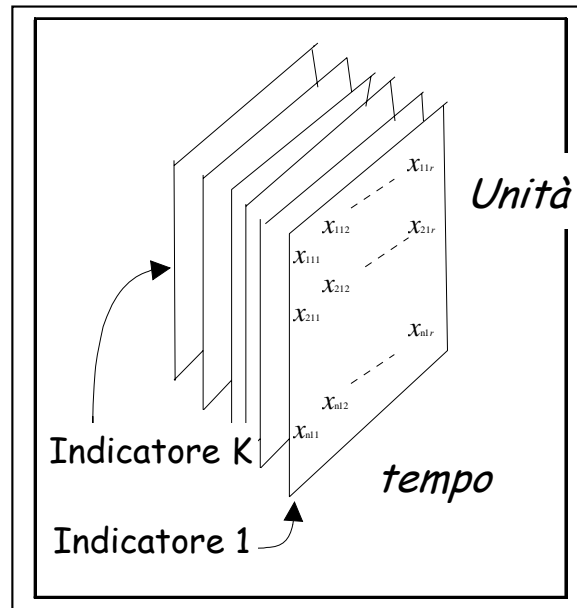


- + TIPI DI ANALISI (Time series)
- + Confronti temporali tra più unità territoriali sulla base di un set di indicatori;
- + Previsioni del variazioni di un territorio sulla base di un set di indicatori;
- + Analisi di convergenza e divergenza territoriale;

Terza vista di un SIS:

Un insieme di dati Panel (sezionando lateralmente X)

un insieme di K **Serie Storiche Multiple**



✚ TIPI DI ANALISI (Time series)

✚ Confronti temporali tra più indicatori sulla base di un set di unità territoriali;

✚ Previsioni di indicatori in un territorio;

✚ Analisi di convergenza e divergenza degli indicatori su un set di unità territoriali;



Integrazione tra GIS e SIS

Tre tipologie di vista dei dati

Visualizzazione cartografica (tipica GIS)

Gli indicatori che definiscono una serie territoriale originano un cartogramma.

Visualizzazione tabellare (tipica SIS)

Tabelle unità territoriali x indicatori;

Tabelle unità territoriali x tempi;

Tabelle indicatori x tempi

Visualizza grafica (tipica SIS e GIS + cartografia)

Per variabili qualitative

1 indicatore: grafico a colonne

1 indicatore x anni: grafico a colonne contrapposte

Per variabili quantitative

Istogramma

1 indicatore x anni: grafico cartesiano

m indicatori x anni: grafici cartesiani a confronto



Analisi statistica dei dati di un SIS

I dati presentano tre diverse tipologie di relazione di cui si deve tener conto

❖ Relazione tra le unità territoriali rispetto agli indicatori in un istante di tempo (correlazione spaziale, (dis)similarità fra oggetti spaziali, vincoli di contiguità, ecc.);

Uso della Statistica Spaziale; Indici di associazione spaziale, regressione per dati spaziali, classificazione vincolata, ecc.

❖ Relazione tra gli indicatori sulla base di unità territoriali osservate in un istante di tempo (associazione e correlazione fra variabili);

Uso della Statistica Multivariata

Costruzione di indicatori complessi, segmentazione del mercato.

❖ Relazioni tra istanti di tempo che si riferiscono a indicatori e/o unità territoriali (auto-correlazione temporale);

Uso della modellistica per l'Analisi delle Serie Storiche

Previsioni.

Integrazione tra GIS e SIS: Geo Web Starter

