

Introduzione ai Gis

- Introduzione
- Struttura Generale
- Caratteristiche
- Il modello spaziale del mondo reale
- Oggetti del GIS
- Georeferenziazione
- Modelli della Terra
- Datum Geodetici
- Coordinate
- Proiezioni
- Mappe

Definizioni

GIS: Geographical Information System

Un Gis può essere definito come un sistema informatico per la gestione di dati geografici

Geographical:

si basano su rappresentazioni del territorio realizzate attraverso la memorizzazione della localizzazione geografica degli elementi in esso contenuti

Information:

Indica che nei GIS i dati portano informazione in vari forme (mappe, immagini, tabelle, relazioni, interrogazioni, statistiche, incroci, ecc...)

System:

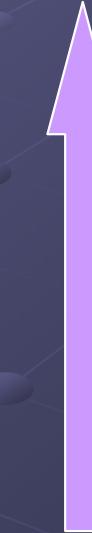
Un GIS è un “sistema” fatto di più componenti: hardware, software, dati geografici, risorse umane, ecc...

Obiettivo ultimo di un GIS è di fornire supporto decisionale basandoso su dati spaziali

Struttura di un GIS

un GIS può essere concepito in modo gerarchico identificando 6 **componenti** distinte corrispondenti ad altrettante **attività** :

- 6: Predizione
- 5: Analisi
- 4: Combinazione
- 3: Interrogazione
- 2: Visualizzazione
- 1: Organizzazione



Complessità
crescente

1: Organizzazione

- Un Gis deve collezionare grandi quantità di dati; oltre che dalla **quantità** un GIS è caratterizzato anche dalla **eterogeneità** delle sorgenti informative da cui provengono i dati
- Affinché il “Collage Informativo” di un GIS aggiunga di fatto una ulteriore dimensione informativa al materiale raccolto occorre che lo stesso Gis realizzi una Consistente **Organizzazione dei dati**

Data models: modalità di organizzazione delle informazioni

Le tipologie di informazioni contenute in un GIS possono essere, principalmente, di 2 tipi:

- SPAZIALE (geografico)
- ALFANUMERICO (attributi)

Tali entità sono fortemente legate

2: Visualizzazione

- Un GIS sfrutta le capacità umane di comprendere situazioni complesse in maniera migliore attraverso un approccio **VISUALE**
- Per tale motivo una delle prime componenti di un GIS è la capacità di **presentare graficamente** ed in maniera adeguata le informazioni raccolte e in esso organizzate (creazione di **MAPPE**)



3: Interrogazione

In un Gis la realtà è memorizzata attraverso oggetti grafici elementari (FEATURES) che costituiscono una banca dati

Ogni feature ha indissolubilmente collegate delle informazioni alfanumeriche associate (Esempi: edificio X, via, n. civico, ecc...)

Il Gis deve permettere di richiedere informazioni sui dati da esso gestiti. Tali richieste possono essere di 3 tipi:

- **interrogazione degli attributi**: conoscere le caratteristiche di una feature memorizzata nella banca dati
- **interrogazione spaziale**: richieste complesse che intendono ottenere informazioni sui punti geografici dove si verificano una serie di condizioni specificate dall'utente;
- **interrogazione topologica**: domande su distanza, adiacenza, orientamento, contenimento,...

4: Combinazione

- Un Gis deve permettere di combinare tra loro informazioni provenienti da **fonti diverse**
- Ciò permette di scoprire correlazioni o di generare dati derivati
- Si possono avere **2 modalità di combinazione:**
 - Visualizzazione congiunta di tematismi differenti
 - Costruzione “fisica” di temi ottenuti combinandone altri.

Esempi:

- **Visualizzazione** di una carta geologica sovrapposta ad una immagine da satellite (può permettere di scoprire relazioni tra la litologia ed il suo “effetto” sull’immagine)
- **Intersezione** della carta dei vincoli paesaggistici con la carta di uso del suolo (può permettere di derivare alcune informazioni su “abusì edilizi”)

5: Analisi

Si riferisce alla possibilità di utilizzare un Gis per ottenere un **SIGNIFICATO** a partire dai dati grezzi (raw)

Oltre a poter essere effettuata in maniera visuale, in genere il Gis mette a disposizione strumenti **STATISTICI** e di **MODELLAZIONE**

Esempi:

- A partire da valori di una variabile rilevati in una serie di punti (x,y) ottenere una superficie tridimensionale attraverso metodi di interpolazione.
- Data una carta di uso del suolo, ottenere informazioni sull'area complessiva occupata da ognuna delle classi
- Ottenere statistiche sulla correlazione tra la litologia (composizione chimica e mineralogica) e la concentrazione al suolo di un inquinante

6: Predizione

- E' **l'aspetto più avanzato di un Gis**, quello in cui la componente umana del progettista è determinante
- E' strettamente legato al punto precedente ma si spinge anche a fare **previsioni di scenari evolutivi futuri**. Lo scopo è quello di rispondere a domande quali:
 - Che cosa succede se prendo questa decisione? (analisi “**What-If**”).
 - *Esempio*: pianificazione del traffico.
- E' una componente fondamentale in campi quali:
 - Pianificazione territoriale e urbanistica
 - Analisi ambientale
 - valutazione di impatto
 - ecc...
- E' un aspetto complesso e legato ad altre discipline:
 - Simulazione
 - multimedialità,
 - ecc...

Caratteristiche

I settori più “vicini” al Gis sono il **CAD** e l’**Image processing**: oggi tutti i software Gis di buon livello contengono al loro interno funzionalità CAD e di elaborazione delle immagini

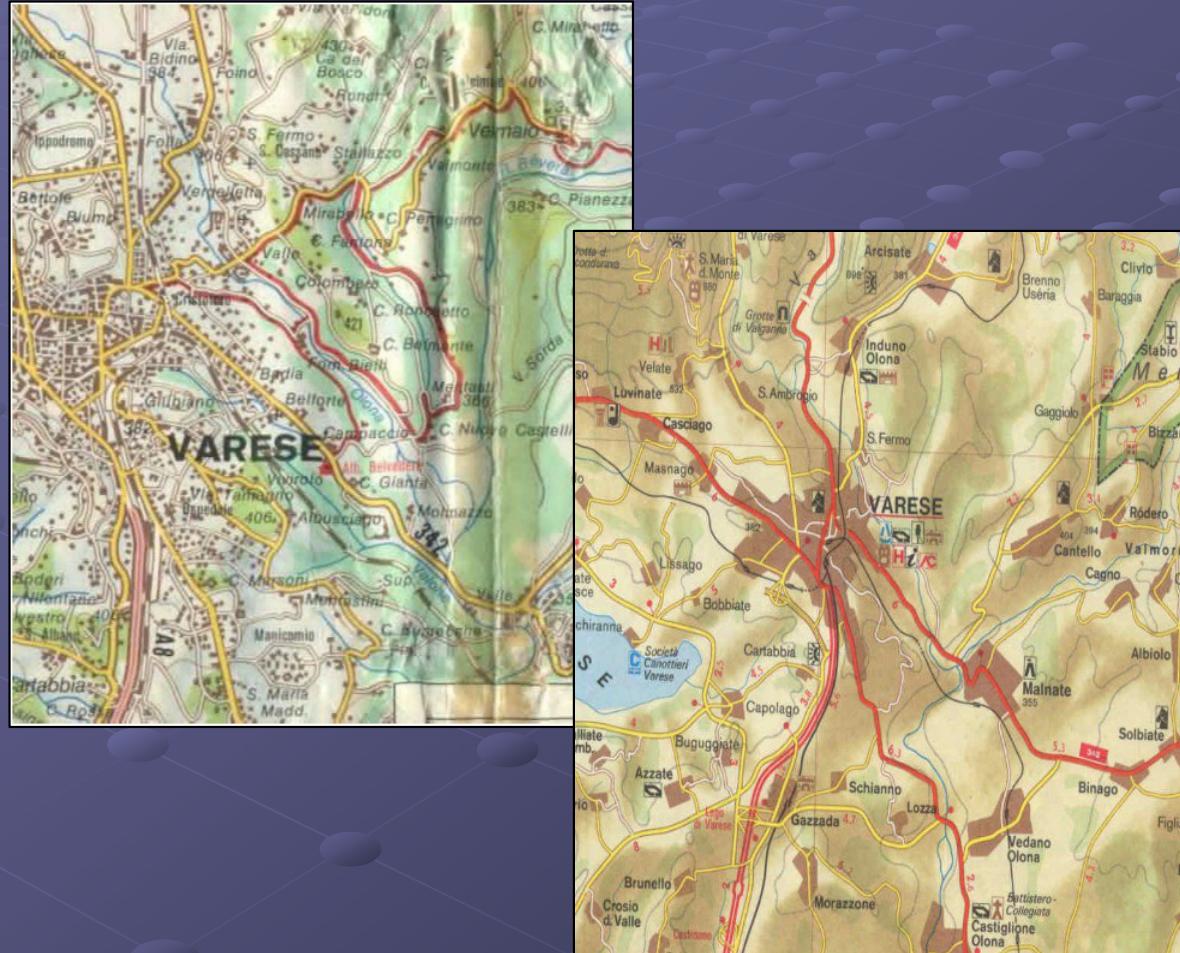
- **CAD:**

- Strumenti computerizzati di **supporto al disegno tecnico**. Sono nati in ambiente ingegneristico e architettonico prima in bidimensionale, ed in seguito si sono estesi alla gestione della terza dimensione.
- Strumenti di tipo **VETTORIALE** (basati su vettori). Ciò significa che ogni oggetto del disegno viene memorizzato e gestito attraverso le sue coordinate.
- Strumenti con ottime funzionalità di visualizzazione
- Poco adatti alla “gestione”: non possiedono il concetto di **ATTRIBUTO** inteso come informazione alfanumerica collegata agli oggetti grafici

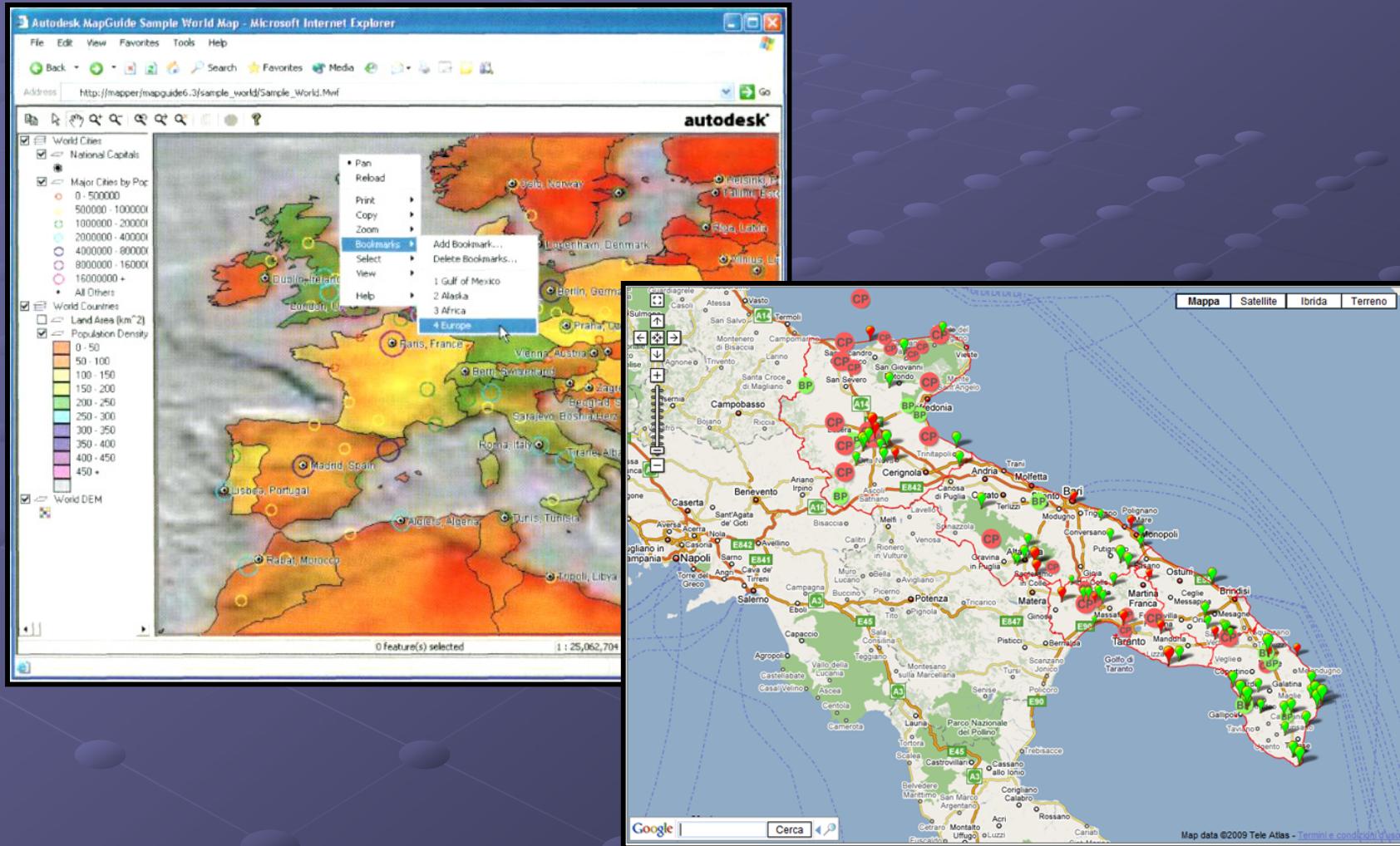
- **Image Processing:**

- Strumenti di visualizzazione, gestione ed elaborazione di immagini **RASTER** (matrice o grigliato di pixel).
- *Esempi:* Immagini da satellite, Fotografie aeree,...

Esempio di Cartografia Tradizionale



Esempio di Cartografia Digitale



Modello spaziale del mondo reale

- La peculiarità dei GIS consiste nell'introdurre la dimensione dello **SPAZIO** in un database tradizionale
- Un database tradizionale può contenere informazioni territoriali e informazioni relative allo spazio:
 - Localizzazione di persone
 - Localizzazione di eventi e attività
 - Dati sulle distanze
- Un database tradizionale non e' in grado di gestire implicitamente ne' di derivare informazioni originali di tipo spaziale
- Per fare ciò e' necessario introdurre un **modello spaziale del mondo reale** che gestisca la memorizzazione delle informazioni nel DB

Modello spaziale del mondo reale

- La **modellazione** del mondo reale e l'**organizzazione** delle informazioni sotto forma di dati che lo descrivono presuppongono un processo diviso in diversi stadi:
 - Identificazione delle **entità** che definiscono i fenomeni di nostro interesse
 - Identificazione degli **attributi** che ne descrivono le caratteristiche rilevanti
 - Identificazione della **topologia** e delle **relazioni spaziali** dei fenomeni
- I fenomeni del mondo reale tradotti in entità GIS prendono il nome di **OGGETTI**

L' oggetto GIS

- Un oggetto GIS ha diverse caratteristiche che lo contraddistinguono:

- TIPO
- ATTRIBUTI
- RELAZIONI SPAZIALI
- GEOMETRIA
- QUALITA' DEL DATO

Gli elementi all'interno di un GIS sono costituiti da una **collezione di oggetti** rappresentati con figure geometriche

Tali oggetti rappresentano in **forma semplificata** fenomeni del mondo reale conservandone le proprietà spaziali di volta in volta giudicate rilevanti

Gli oggetti base di un GIS

- **PUNTO:**

- Punto isolato
- Se fa parte di una linea è detto **VERTICE** o **NODO**

- **ARCO:**

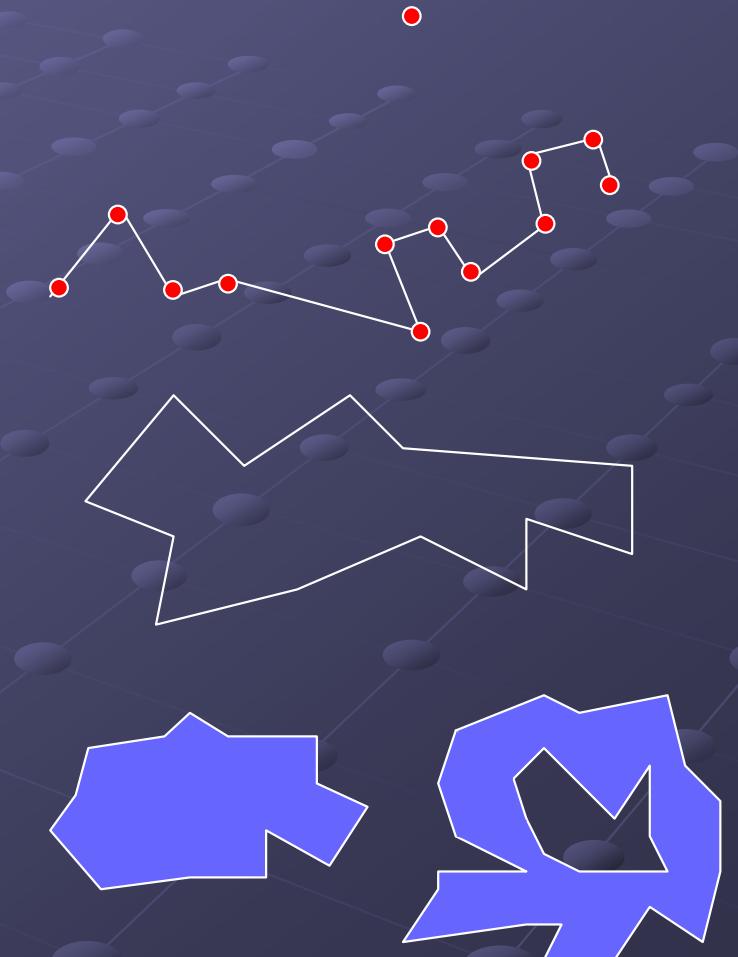
- Sequenza ordinata di VERTICI.
- Il primo è detto **NODO INIZIALE**, l'ultimo **NODO FINALE**

- **ANELLO:**

- Insieme di uno o **più archi** che costituiscono un anello chiuso

- **POLIGONO:**

- insieme di uno o più anelli che delimitano una area chiusa.
- Il primo anello è detto **ESTERNO**, gli altri **INTERNI**.
- Se ha 1 solo anello è detto **SEMPLICE** altrimenti **COMPLESSO**



L'oggetto punto

Entità **ADIMENSIONALE** che specifica la localizzazione di un fenomeno nello spazio (codifica la posizione)

Diversi tipi di punti:

Punto entità: identifica la localizzazione di un fenomeno nello spazio senza tenere conto dell'eventuale forma o dimensione del fenomeno

Punto area: denota una posizione all'interno di un'area e ne rappresenta una forma semplificata

(*Esempio*: baricentro, centro urbano per i comuni)

Nodo: localizzazione puntuale con in più proprietà topologiche (collegamento ad un altro punto tramite segmento)

L'oggetto arco o linea

- L'arco è inteso come una entità **UNIDIMENSIONALE** che ha la capacità di rappresentare un fenomeno reale evidenziandone:
 - Posizione
 - Direzione
 - Lunghezza
- Può essere rappresentata con **diversi spessori** che identificano **attributi metrici** diversi dalla lunghezza (rimane un oggetto unidimensionale)
- Può avere un attributo che ne specifica l'orientamento

Esempi:

- Strade, fiumi, confini, flussi di comunicazione, ecc.

L'oggetto poligono o area

- Il poligono è inteso come una entità **BIDIMENSIONALE** che ha la capacità di rappresentare un fenomeno reale evidenziandone:
 - Posizione
 - Morfologia
 - Superficie (dimensione quadrata)
- Viene usato tipicamente per rappresentare strutture territoriali come:
 - Comuni
 - Quartieri
 - Regioni
 - Tutte le volte che superficie e topologia sono importanti nell'analisi

Rappresentazione spaziale

- La scelta degli oggetti nella rappresentazione spaziale dipende dall'**analisi** che dovrà essere fatta del fenomeno:
- Dalle **proprietà** dei singoli oggetti dipende la possibilità di effettuare determinate **analisi** piuttosto che altre
- *Esempio:*
Se ci interessa la valutazione della distanza tra le città potremmo rappresentare queste con dei punti ma se volessimo fare un'analisi di distribuzione demografica dovremmo usare dei poligoni magari con sottopoligoni per la rappresentazione dei quartieri

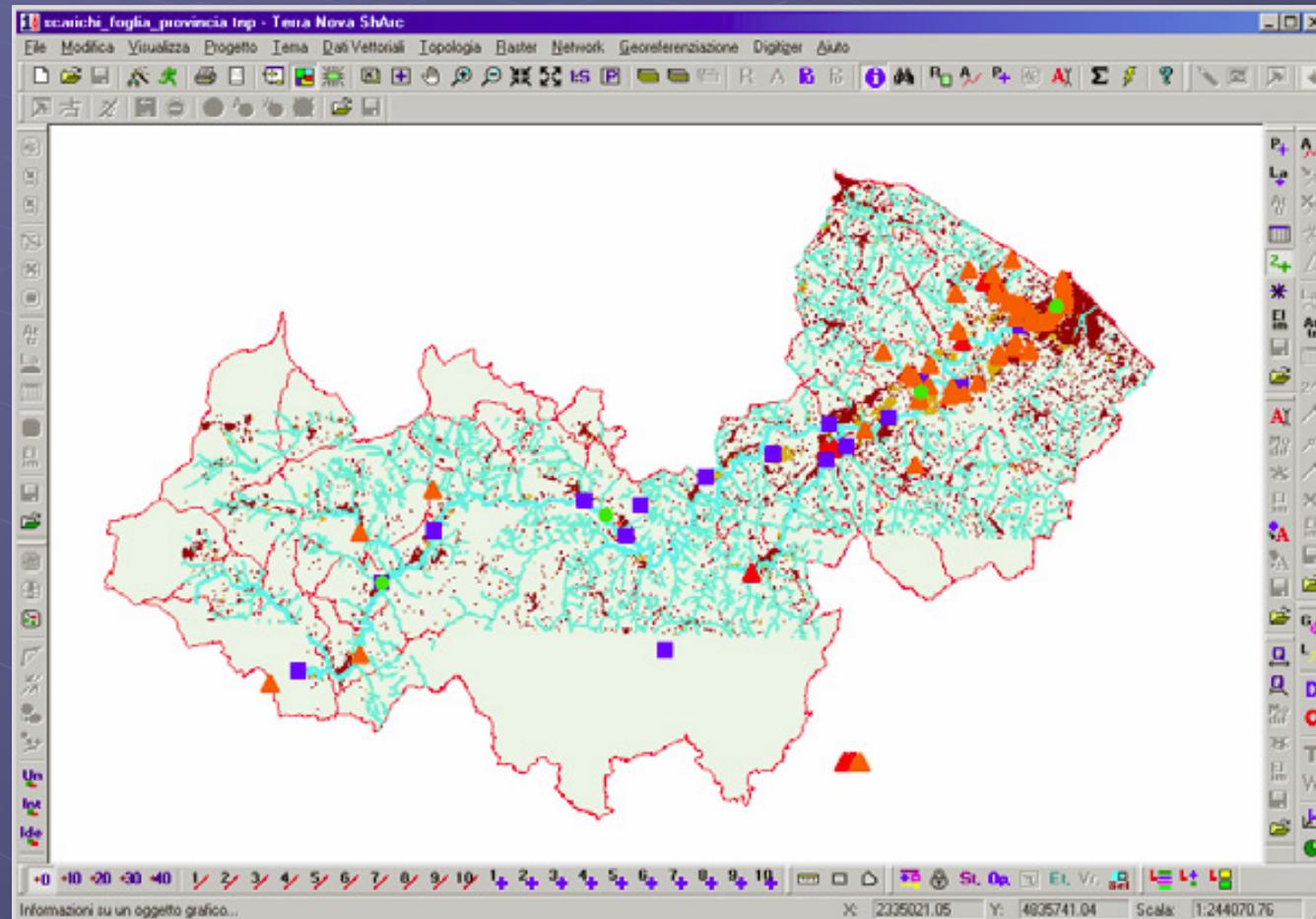
Georeferenziazione

- La rappresentazione degli **oggetti nello spazio** richiede un sistema di riferimento spaziale
- Gli oggetti devono mantenere:
 - **Posizioni** relative corrette
 - **Dimensioni** proporzionali agli oggetti reali corrispondenti
 - **Relazioni spaziali** corrette
- **GEOREFERENZIAZIONE:**
 - Tecnica di localizzazione territoriale che permette di associare un oggetto ad un particolare punto nello spazio reale

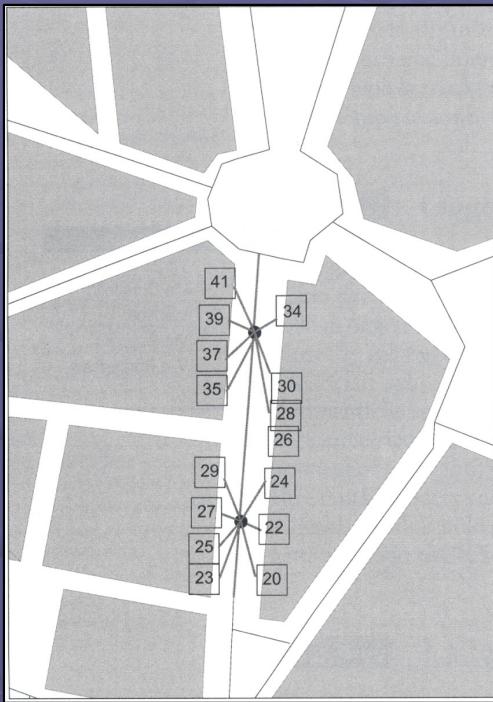
Georeferenziazione (2)

- Tecniche di georeferenziazione **CONTINUE**:
 - La misura della posizione di un fenomeno e' ottenuta rispetto ad un sistema di **riferimento assoluto**
 - Normalmente si usano i sistemi di **coordinate terrestri** cartografiche
 - La posizione reale di un oggetto viene rilevata attraverso **sistemi di posizionamento globale (GPS)**
- Tecniche di georeferenziazione **DISCRETE**:
 - La misura della posizione di un fenomeno e' ottenuta **indirettamente** rispetto ad unità territoriali di riferimento **già georeferenziate**
 - La posizione di un oggetto viene rilevata valutando la distanza da un **oggetto territoriale di riferimento**

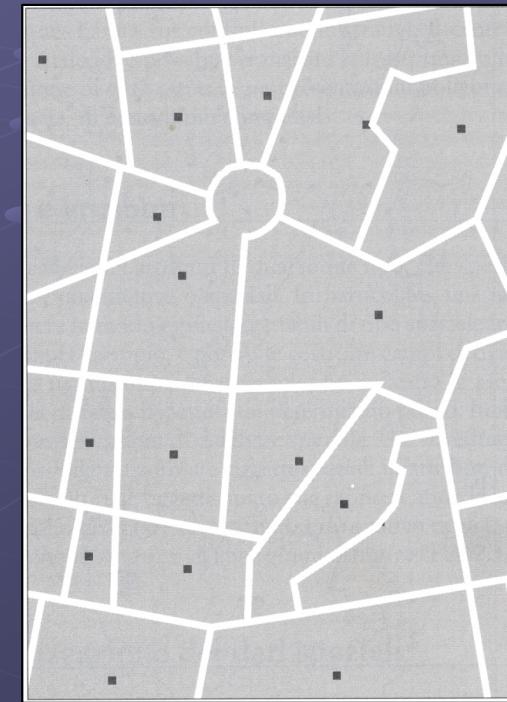
Georeferenziazione



Georeferenziazione



Georeferenziazione discreta toponomastica.
I fenomeni sono localizzati
approssimativamente rispetto ai numeri
civici degli edifici



Georeferenziazione discreta areale
I fenomeni sono localizzati in modo
approssimato nel **centroide** delle zone
statistiche

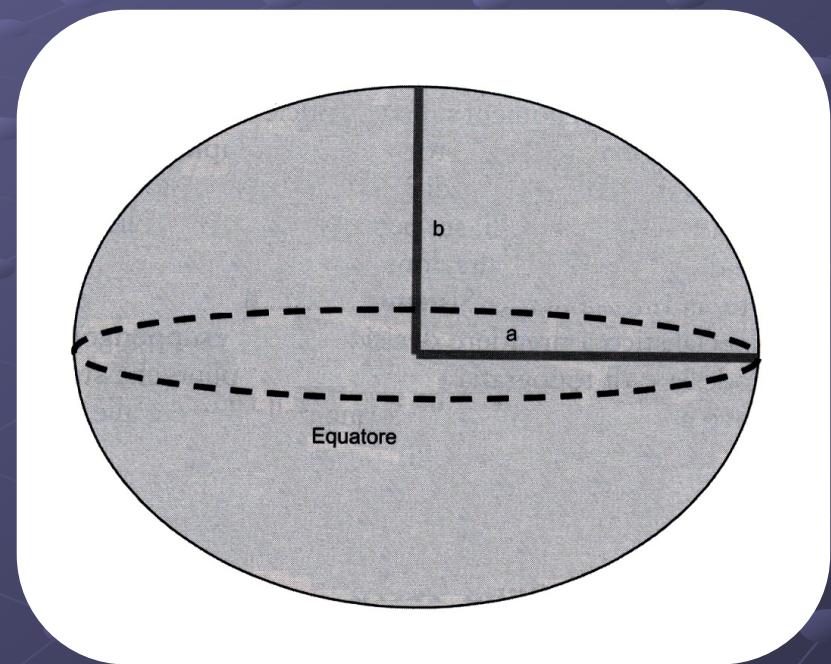
Modelli della Terra

- Modello della “**Terra piatta**”
 - La superficie della Terra viene rappresentata attraverso un piano orientato a nord con l'asse ortogonale coincidente con la direzione della gravità
 - Gli oggetti vengono rappresentati sul piano e posizionati relativamente alla piano stesso
 - Va bene per mappe di dimensioni non superiori a 2-3 Km e pianeggianti
- Modello della “**Terra curva**”
 - Tiene conto della curvatura della superficie terrestre
 - Modello complesso e non univoco
 - Cerca di limitare gli errori nelle relazioni spaziali degli oggetti rappresentati sulla Terra

Ellissoide o Sferoide (Terra curva)

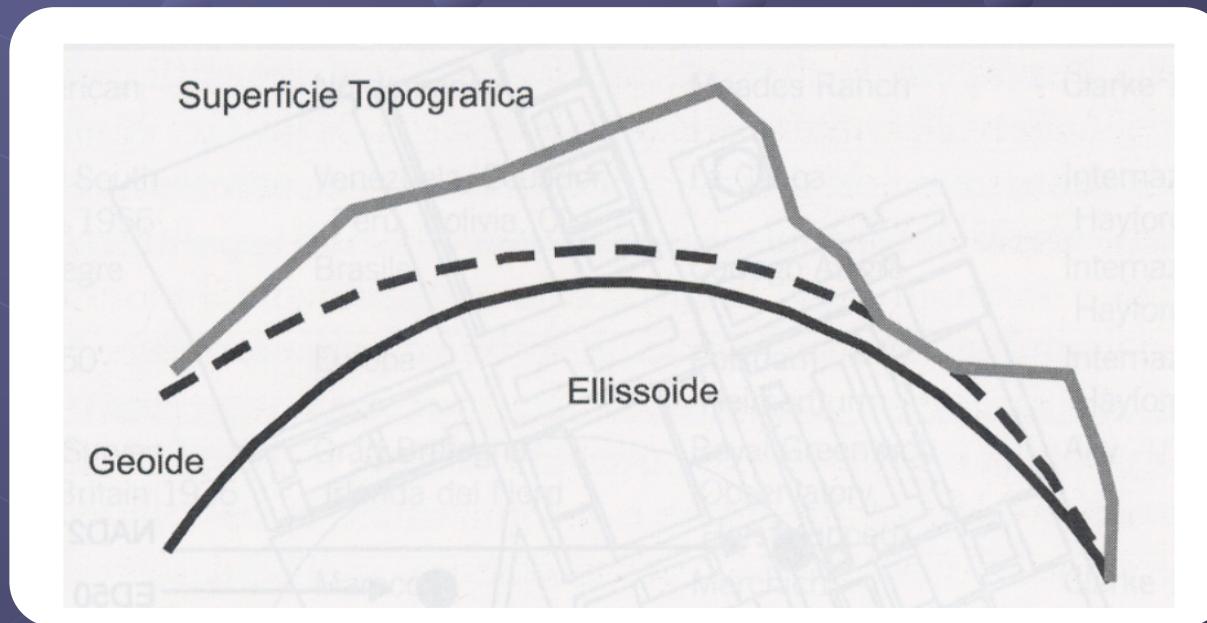
Modello matematico della Terra

- Generato dalla rotazione di un ellisse attorno al suo asse minore
- Riproduce lo **schiacciamento** ai poli e il **riconfiamento** all'equatore
- Non tiene conto della distribuzione non uniforme delle **masse** nella Terra e delle **irregolarità della superficie**
- Utilizzato per la valutazione della **posizione geografica** di un punto sulla superficie



Geoide (Terra curva)

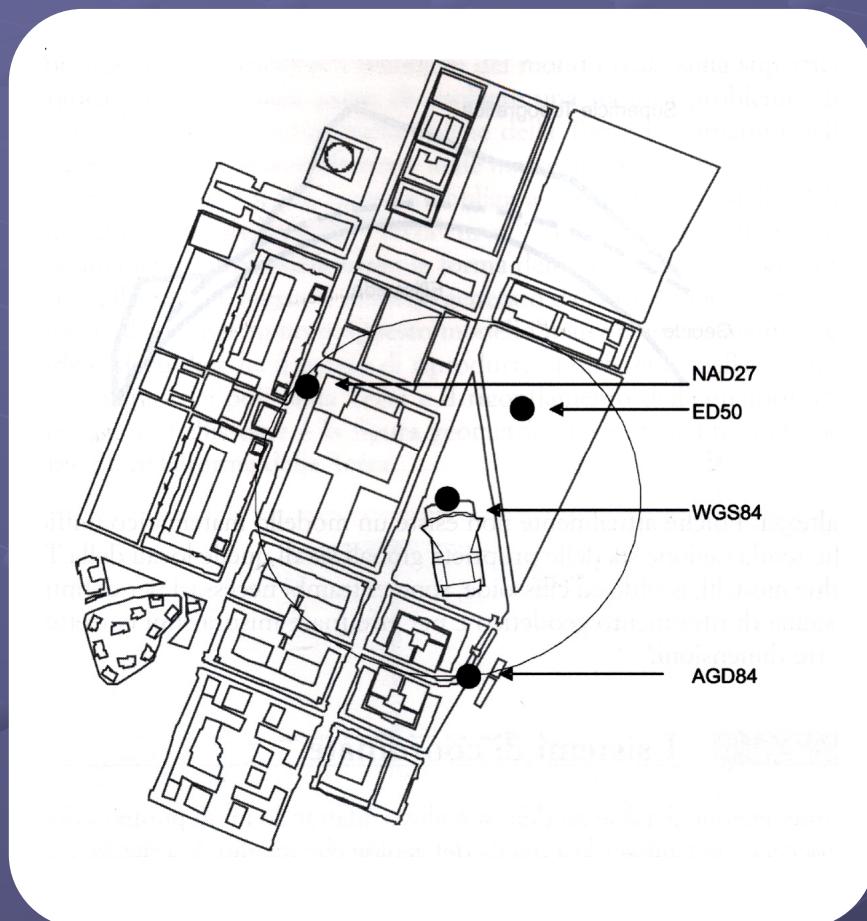
- Modello fisico della Terra
 - Generato dalla **superficie perpendicolare** alla direzione della **forza di gravità** in ogni punto della Terra (simile alla superficie del mare)
 - Tiene conto delle **irregolarità locali** della superficie terrestre
 - Viene utilizzato per la valutazione **dell'altitudine** di un punto



DATUM GEODETICI

- I sistemi di coordinate attualmente utilizzati si basano sul **DATUM GEODETICO** (modello matematico-fisico) che adatta localmente la superficie dell'ellissoide a quella del **geoide**
- Diversi tipi di **DATUM**:
 - Ogni paese ha definito un proprio **DATUM** al fine di approssimare al meglio la superficie terrestre all'interno della **propria area** di interesse (Es: NAD27 *North American Datum 1927*, ED50 *European Datum 1950*)
 - La diffusione dei sistemi GPS ha portato alla definizione di **DATUM GLOBALI** che non si concentrano su nessuna area in particolare ma cercano di minimizzare gli errori in modo globale (Es: WGS84 *World Geodetic System 1984*) standard dei GPS

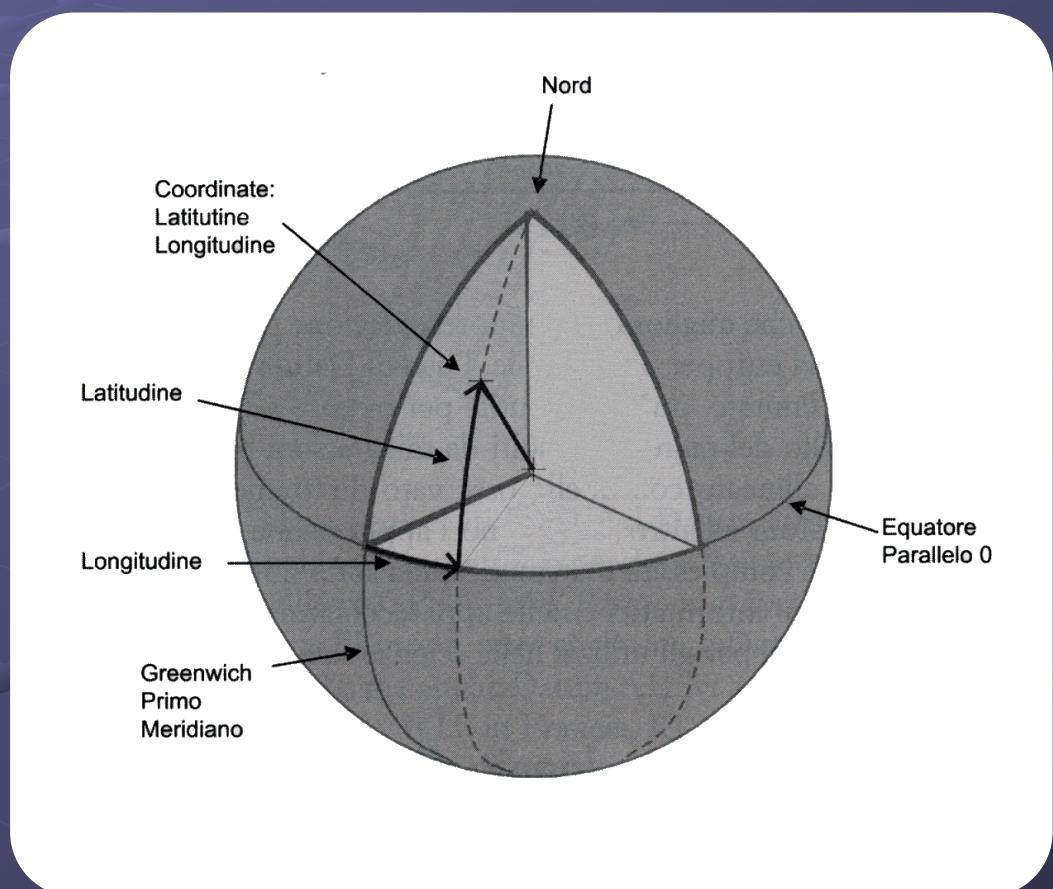
Posizionamento con DATUM diversi



- **La rilevazione con diversi DATUM produce localizzazioni non coincidenti**
- Nell'esempio la localizzazione dello stesso punto porta ad un errore massimo di 400 metri

Latitudine e Longitudine

- Sul modello della Terra (DATUM) viene generata una **griglia** immaginaria al fine di effettuare misurazioni con un sistema di coordinate terrestri
- La griglia è costituita da due insiemi di linee immaginarie che si intersecano:
 - **Paralleli** o linee di latitudine
 - **Meridiani** o linee di longitudine
- L'**origine** del sistema di coordinate viene collocato **all'interno** del modello della Terra e i punti sulla superficie vengono calcolati con gli strumenti della geometria sferica



Paralleli e Meridiani

Paralleli

- Cerchi **parallelili all'equatore** dove l'equatore è definito come il **cerchio massimo** che divide la terra nei due emisferi NORD e SUD
- All'equatore viene assegnato il valore convenzionale di *parallelo zero*
- La distanza tra i paralleli viene misurata in **gradi sessagesimali** corrispondenti a circa 111 Km
- I gradi di latitudine variano tra 0 e 90 a nord e a sud dell'equatore

Meridiani

- Cerchi tracciati in **verticale** attraverso il NORD ed il SUD geografici
- La **longitudine** misura lo **scostamento** rispetto ad un cerchio di meridiano assunto come origine
- Per convenzione venne definito come meridiano zero il meridiano che passa per l'osservatorio di **Greenwich**
- I meridiani si estendono a est di Gr. con segno positivo e a ovest con segno negativo per 180 gradi
- I meridiani si incontrano nell'oceano pacifico (180 gradi) formando la *Linea della data internazionale*

Posizionamento

- Ad ogni punto sulla superficie Terrestre viene assegnata una posizione espressa in GRADI, MINUTI e SECONDI di latitudine e longitudine

Esempio: Napoli =

40° 51' 46,80" NORD

14° 16' 36,12" EST

- La natura sferica delle coordinate porta a far sì che la linea più breve che collega due punti sul modello curvo della Terra non è una linea ma è una curva**
 - Tale curva può essere considerata come una **sezione di un circolo massimo** che passi per il centro della Terra
 - Tra due punti sulla superficie della Terra si può tracciare **un solo circolo massimo**
 - La distanza minore fra due punti sarà l'arco di circolo massimo che passa per i due punti

Proiezioni

- Compito principale della **cartografia** è quello di rappresentare su carta la realtà tridimensionale: per poter analizzare e rappresentare i dati territoriali bisogna trasferire le coordinate riferite alla superficie della Terra (modello Terra curva) su di un **foglio piano**: Questo processo è detto **PROIEZIONE** e porta alla costruzione di una **MAPPA**
- La costruzione di una mappa ovviamente comporta anche la riduzione delle dimensioni rispetto al mondo reale
- Il rapporto tra le dimensioni degli oggetti riportati sulla mappa e gli oggetti nel mondo reale è detto **SCALA** ed è rappresentato mediante una frazione numerica in cui il numeratore è uguale a 1
 - *Esempio:* mappe 1:10 000 → 1 cm sulla mappa equivale a 10 000 cm nel mondo reale

Distorsioni delle proiezioni

Non esistono proiezioni o trasformazioni matematiche di qualsiasi tipo che permettano di “sviluppare” fedelmente una superficie curva su di una superficie piana senza introdurre una o più distorsioni; in particolare la distorsione può ripercuotersi su:

- **Distanze**
- **Direzioni**
- **Forme**
- **Superfici**
- **Scala**

Classificazione delle Proiezioni

E' possibile classificare le proiezioni in base a:

- **PROPRIETA' FISICHE** (conservate senza errori):
 - **Conformi o isogone**
Conservano la forma degli oggetti su scala locale (piccole aree); i meridiani e i paralleli si intersecano con angoli retti formando una griglia regolare di riferimento. Invece per grandi aree, come quella di un continente, la forma sarà distorta. Le proiezioni Conica Conforme di Lambert e la Cilindrica Conforme di Mercatore sono le *proiezioni Conformi* più comuni
 - **Ad aree equivalenti**
Riproducono correttamente le superfici in modo corrispondente (proporzionale) alla realtà, a scapito della forma degli angoli e della scala
 - **Equidistanti**
Conservano le distanze fra determinati punti, anche se la scala non è riprodotta correttamente in tutti i punti della mappa (Nota: nessuna proiezione è “equidistante” per tutti i punti della mappa). E' ragionevole usarla se occorre valutare la distanza tra due punti non troppo distanti.
 - **Afilattiche** (non conservano nessuna proprietà)
- **METODI GEOMETRICI** (usati per generare la proiezione stessa):
 - **Cilindriche** (proiezione superficie sferica su cilindro)
Tangenti, Secanti, Traverse, Oblique
 - **Coniche** (proiezione superficie sferica su cono)
 - **Azimutali** o piane (la superficie sferica viene proiettata direttamente su un piano)

Proiezioni: distorsioni

Modello sferico**Area km²**

Lombardia 24 230

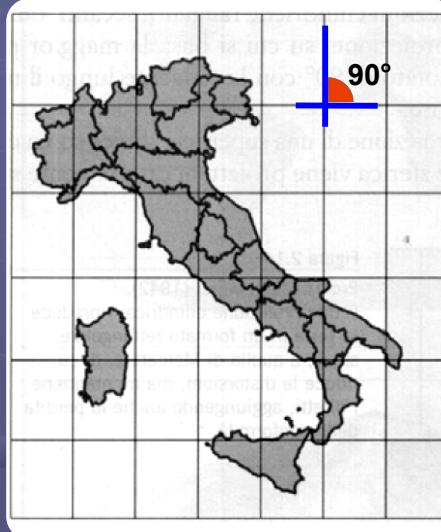
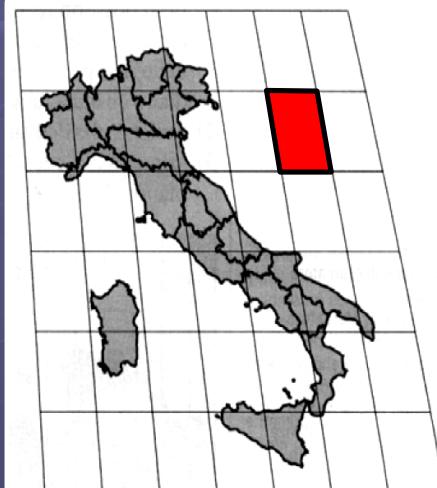
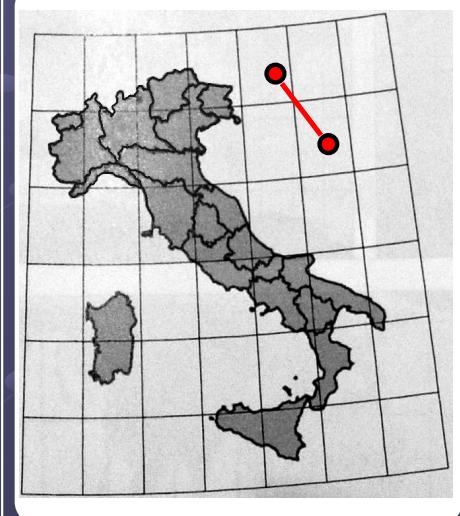
Lazio 17 310

Calabria 15 230

Distanza km

Milano-Roma 477

Torino-Venezia 367

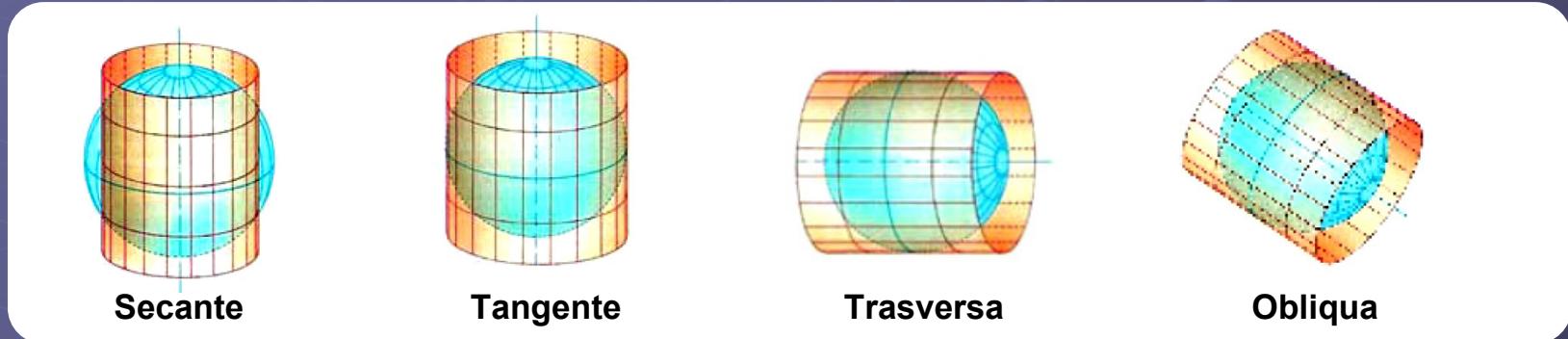
Conformi o isogone**Ad aree equivalenti****Equidistanti**

Metodo delle proiezioni

Cilindriche

Generate mediante proiezione di una superficie sferica su un cilindro

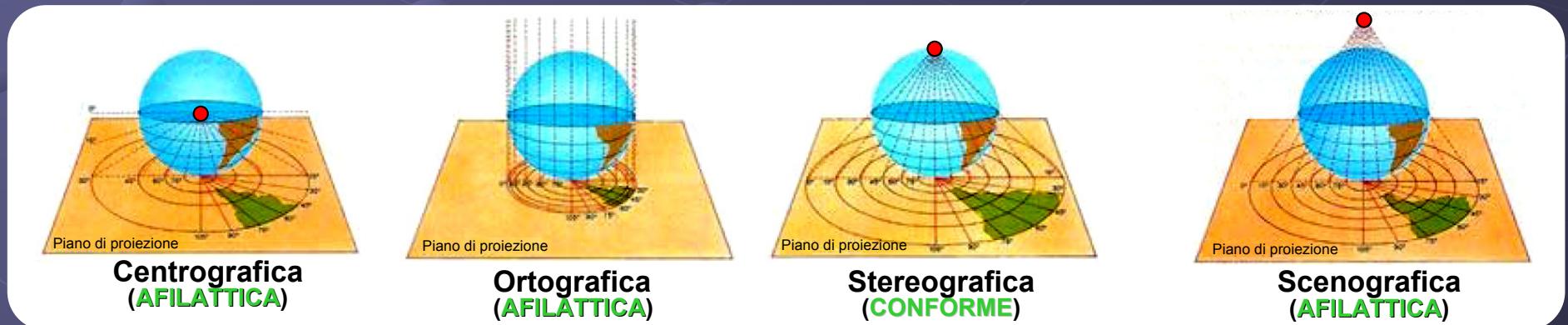
A seconda della posizione relativa del cilindro rispetto alla sfera si hanno proiezioni cilindriche:



Azimutali

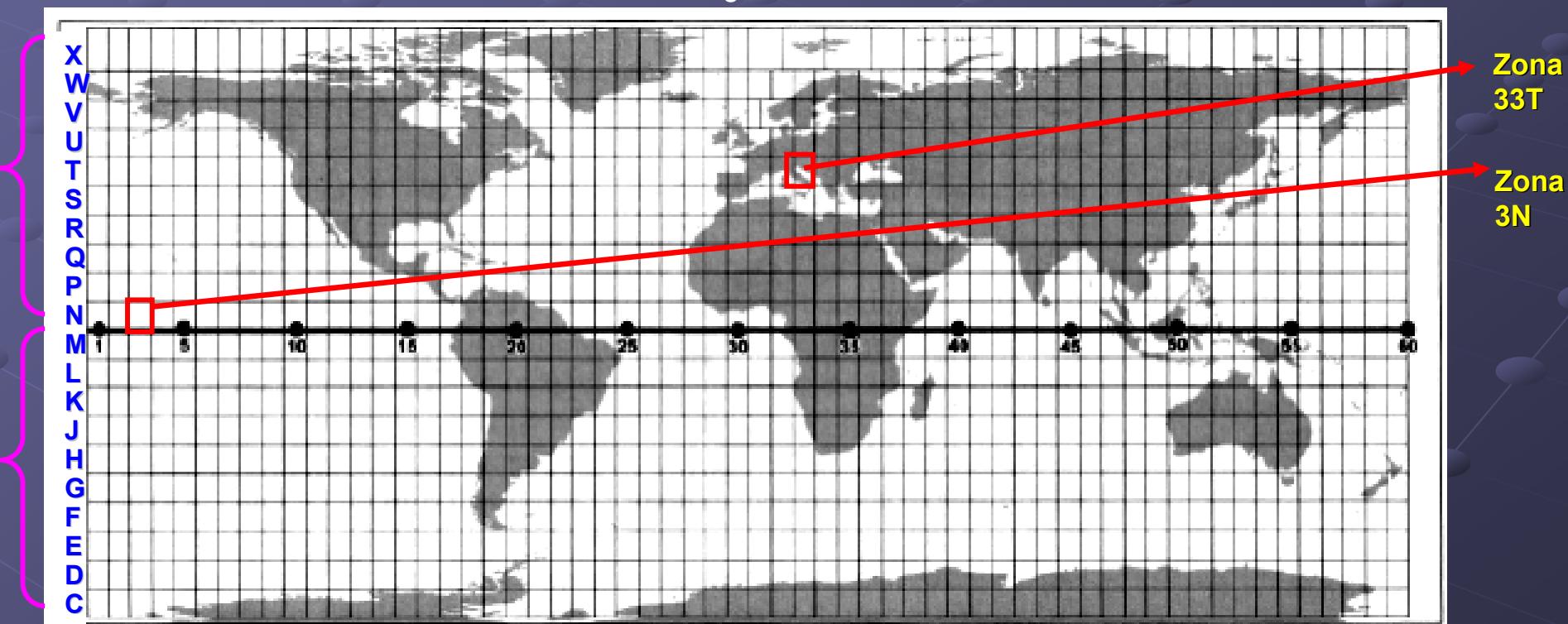
Generate mediante proiezione di una superficie sferica direttamente su di un piano.

A seconda della posizione del centro di proiezione si dividono in:



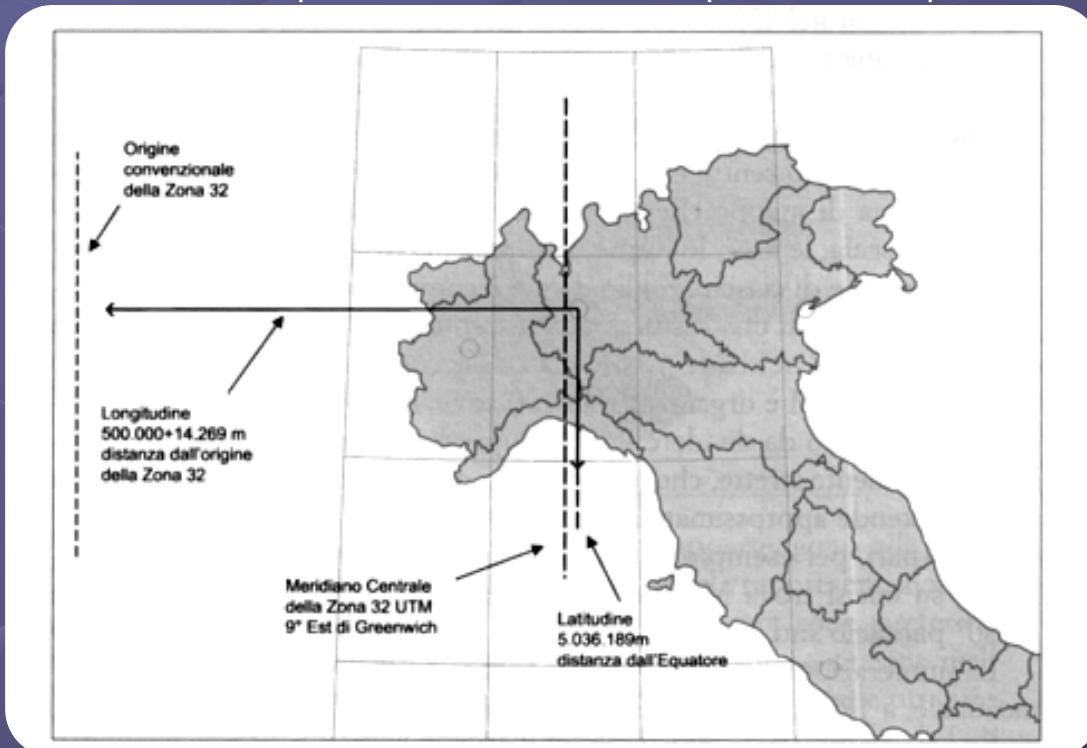
Proiezione UTM (Universale Trasversa di Mercatore)

- La proiezione UTM (Cassini-Gauss) è una modifica della proiezione di Mercatore (a sua volta definibile come cilindrica modificata); essa UTM rappresenta in modo corretto gran parte delle regioni abitate sulla Terra
- Crea un mosaico di proiezioni centrate sul meridiano centrale della zona di interesse di dimensione contenute
- Ogni elemento del mosaico minimizza gli errori lineari, angolari e superficiali
- La deformazione cresce verso i lati di ogni elemento del mosaico e ne rende difficile l'accostamento
- Il mosaico di proiezioni su cui si basa la cartografia UTM e' costituito da strisce verticali che si allungano allontanandosi dall'equatore e strisce orizzontali che **suddividono ogni emisfero in 10 sottozone**
- In dettaglio, presi come riferimento il meridiano di Greenwich e dall'equatore, per costruire il reticolo si sceglie **un meridiano ogni 6° di longitudine ed un parallelo ogni 8° di latitudine**.
- Il reticolo non copre l'intera superficie terrestre ma lascia fuori i poli (ci si ferma a circa 80°). Questo porta ad ottenere un reticolo di 60x20 elementi, ciascuno "largo" 6° ed "alto" 8°.



Coordinate UTM

- All'interno di ogni zona, le coordinate (espresso in metri) sono descritte in forma cartesiana in cui la y è rappresentata sulla direzione Nord-Sud
- Nell'emisfero nord l'equatore rappresenta l'origine della coordinata y e la latitudine si misura come distanza positiva dall'equatore
- Nell'emisfero sud il polo Sud rappresenta l'origine delle y e la latitudine si misura come distanza positiva dal polo
 - In questo modo anche nell'emisfero Sud abbiamo latitudini positive
- Come origine dell'asse x si assume il meridiano centrale della zona stessa spostato convenzionalmente a ovest di 500 Km
 - In questo modo si lavora sempre con valori positivi delle x all'interno di ciascuna zona



L'Italia è coperta dalla zona 32 e 33 delle coordinate UTM

Esempio:
La cima del monte Galero ha

Coordinate geografiche: 44°09'22"N - 8°00'56"E

Coordinate UTM: 32T , 0421274 east , 4889679 north

mappa 32T; distanza 78726 metri dal meridiano centrale di mappa (ovvero 500000 - 421274); distanza 4889679 metri dall'equatore.

Le Mappe nei GIS

In un GIS una mappa è il risultato della sovrapposizione di più mappe elementari dette **strati informativi**

I vari strati informativi hanno la caratteristica di essere **georeferenziati** attribuendo informazioni diverse ai punti del territorio

- Modello di mappa **VETTORIALE**
- Modello di mappa **RASTER**
- Modelli di mappe **TRIDIMENSIONALI**

MAPPE RASTER

E' adatto per dati che cambiano con continuità nello spazio

E' rappresentato come una matrice rettangolare di numeri (un valore per ogni cella o pixel)

Grande facilità di gestione e di manipolazione: possibilità di effettuare sovrapposizioni tra immagini raster diverse

Facilità di acquisizione e riproduzione

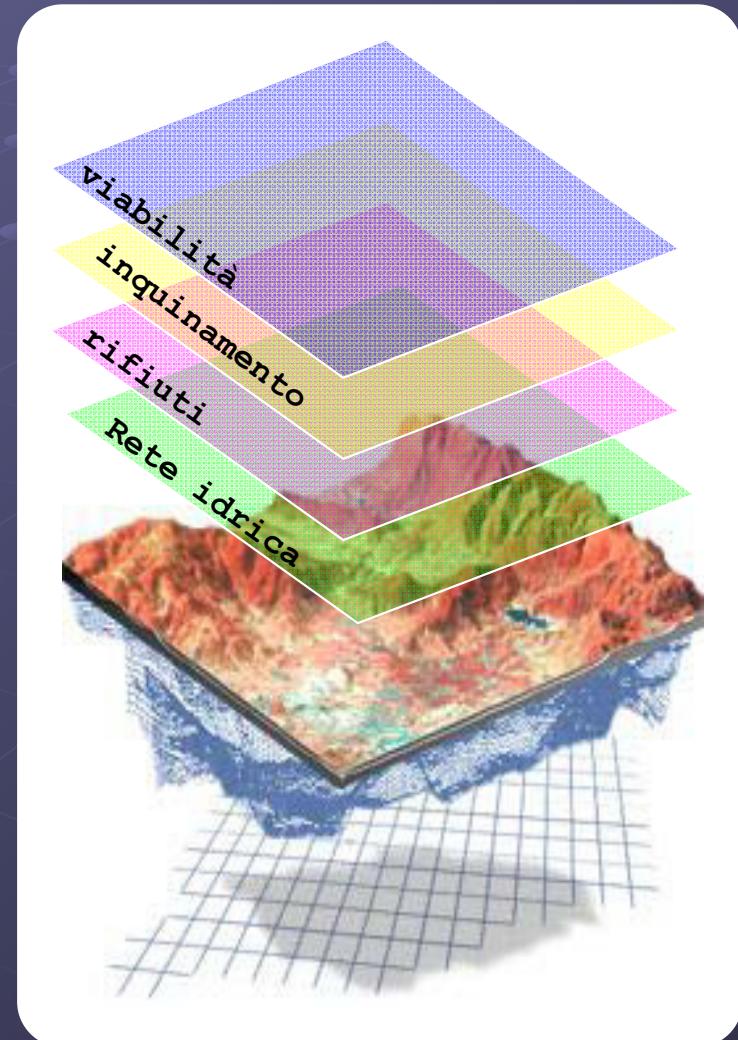
SVANTAGGI:

Per avere una buona definizione delle informazioni occorre creare raster con molti pixel, con **grande occupazione di memoria** (esempio: cella con valori da 1 a 255, 1 pixel = 1byte, Area di 100x100km con risoluzione di 10m = $10.000 \times 10.000 \text{ pixel} = 100 \text{ MB}$). Si usano tecniche di compressione quali RLE, JPEG, ecc...)

Limitata scalabilità (non posso cambiare scala o zoomare a piacere in quanto: il dettaglio dell'informazione contenuta è limitato)

Lentezza di elaborazione

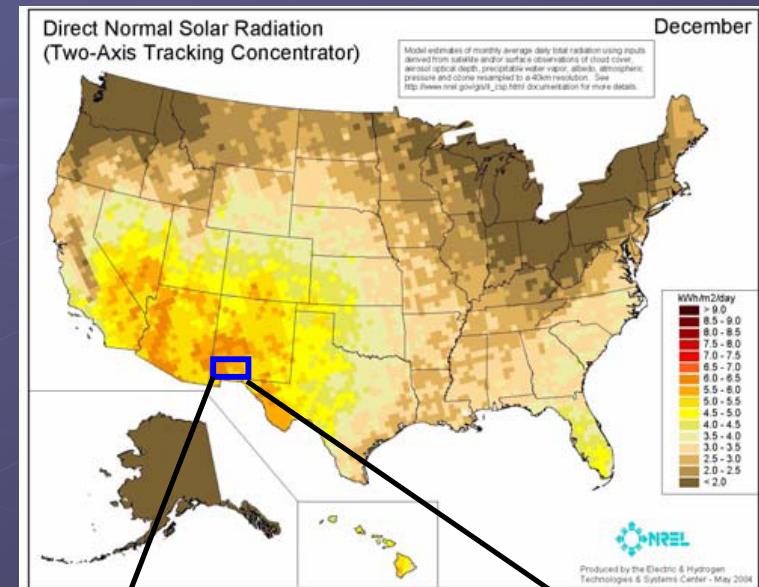
Memorizzazione di una sola variabile (o attributo)



Esempi di Mappa Raster



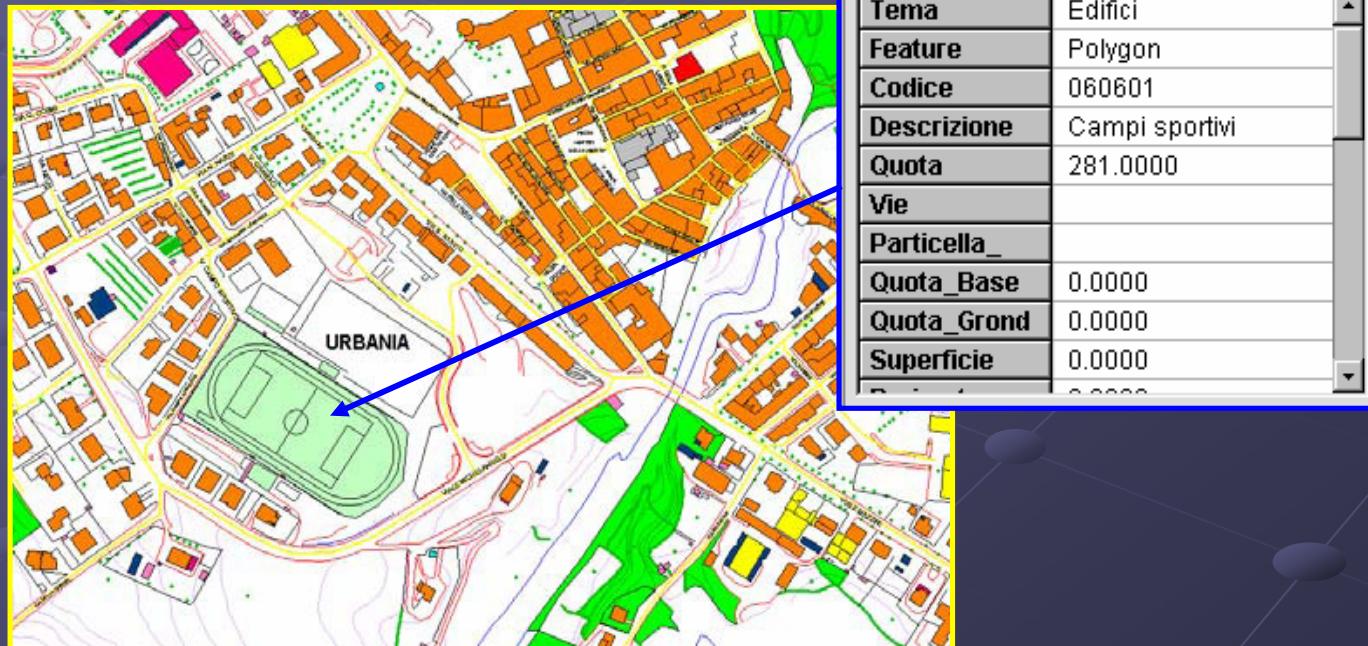
Cell.1	Cell.2	Cell.3	Cell.4	Cell.5
10	5	168	28	211
Cell.6
71				
....
....	Cell.20 21



Cell.1	Cell.2	Cell.3	Cell.4	Cell.5
100	145	23	178	1
Cell.6
44				
....
....	Cell.20 267

Mappa Vettoriale

- Rappresenta le informazioni territoriali con i 3 elementi: **PUNTI, LINEE, POLIGONI**.
- Ogni elemento (o **FEATURE**) è caratterizzato dalle sue coordinate geografiche
 - **PUNTO** = (x,y)
 - **LINEA (o ARCO)** = $(x_1,y_1), (x_2,y_2), \dots, (x_n,y_n)$
 - **POLIGONO** = **ARCO che si chiude su se stesso e definisce un'area chiusa**
- Permette una **scalabilità completa** senza perdita delle informazioni
- Permette la gestione degli ATTRIBUTI (=informazioni alfanumeriche):
 - 1 record associato ad ogni feature
- Permette il **rendering** (colori, simboli, spessori, riempimenti,...) in funzione dei valori degli attributi



Mappa TRIDIMENSIONALE

● TIN (Triangulated Irregular Network)

- E' un modello che serve per la rappresentazione di superfici 3D. In particolare viene usato per la generazione dei DEM o DTM (Digital Elevation Model), strutture che modellano l'elevazione e l'orografia del territorio.
- Viene costruito a partire da una **serie di punti (x,y)** dei quali si conosce la **coordinata Z**.
- Viene costruita una **TRIANGOLAZIONE** (=insieme di triangoli che coprono l'intera area di interesse senza sovrapporsi) che rappresenta in maniera compatta l'andamento della superficie 3D

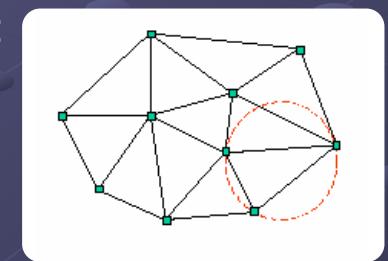
Il TIN viene costruito rispettando la **REGOLA DI TRIANGOLAZIONE DI DELAUNAY**:

il cerchio che passa per i 3 vertici di un triangolo NON contiene alcun altro

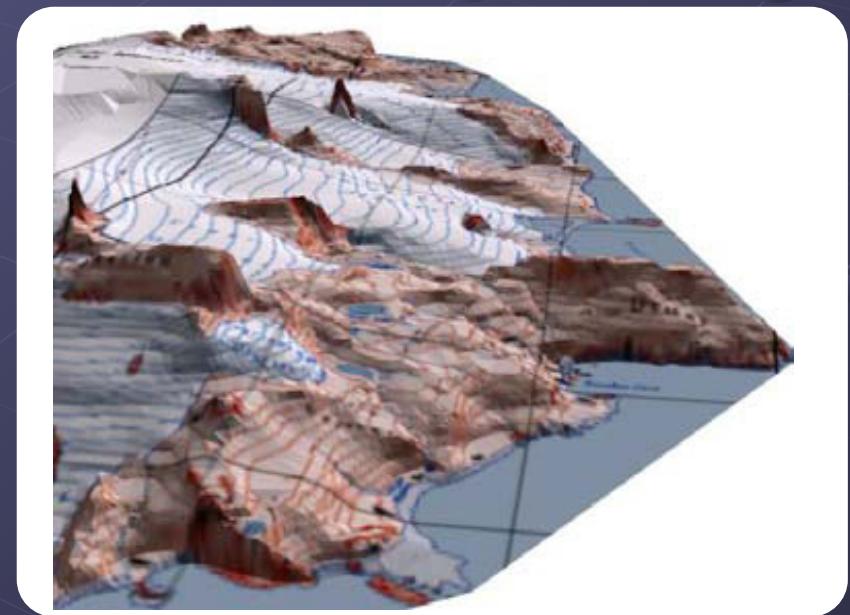
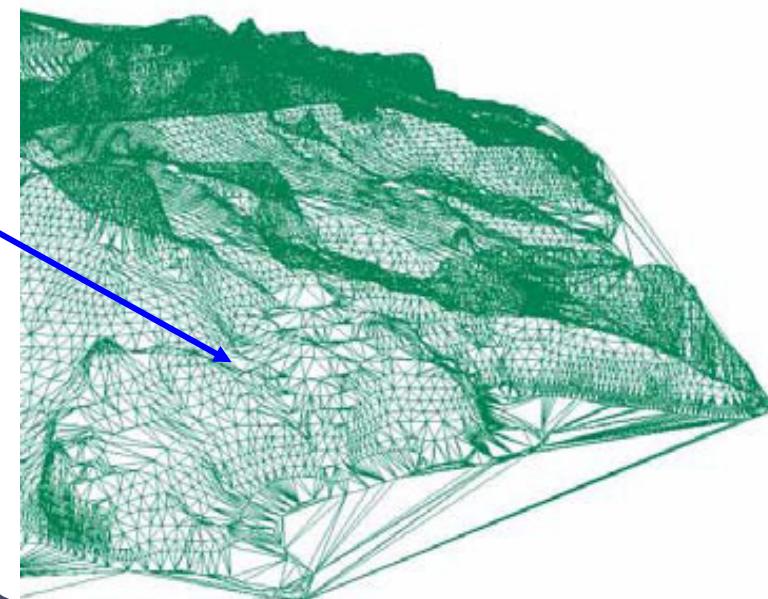
vertice (significa che i triangoli sono il più possibile "vicini" ad essere equilateri).

C'è un teorema che dimostra che: comunque siano dati un insieme di punti nel piano

esiste sempre almeno una triangolazione che verifica la regola di Delaunay.



TIN



Mappa TEMATICHE

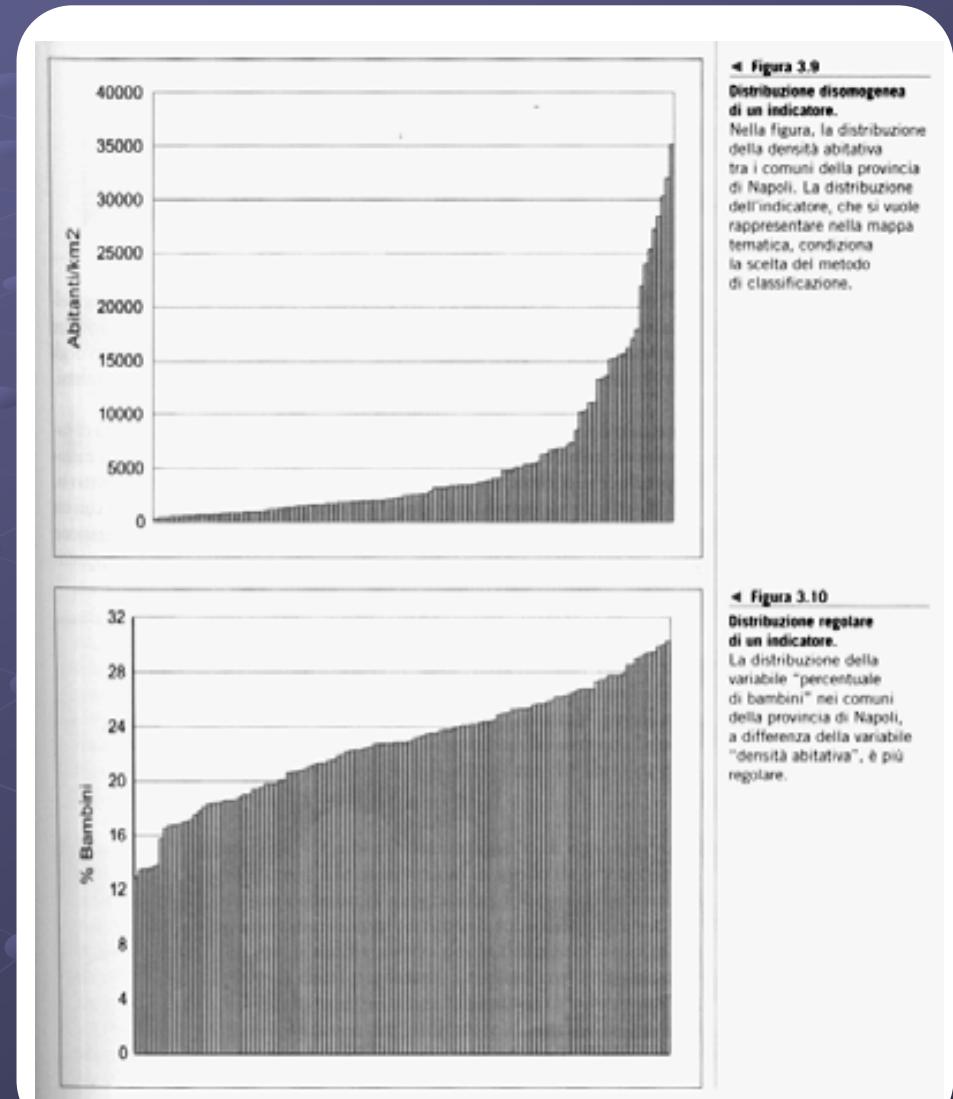
- Con il termine **MAPPE TEMATICHE** si identificano diverse **tecniche di rappresentazione** in mappa dei dati
 - Hanno lo scopo di **concentrare l'attenzione sulla distribuzione di una particolare variabile**
 - Facilitare l'analisi comparativa individuando omogeneità o concentrazione di un fenomeno sul territorio
- Si possono classificare a seconda della **natura dei dati utilizzati**, della **tecnica di visualizzazione** e del **modello di mappa** in 5 tipi:
 1. **COROPLETE**
 2. **A DENSITA' DI PUNTI**
 3. **SCALARI**
 4. **CATEGORIALI**
 5. **A ISOLINEE**

1 - Coroplete

- Sono molto usate e **visualizzano la distribuzione** di un attributo nello spazio in forma classificata attraverso l'uso di scale cromatiche
- Vengono costruite attraverso un processo di **classificazione della variabile quantitativa**
 - Decidere il numero e l'ampiezza delle classi non e' un problema banale
- I metodi di classificazione si basano su diversi schemi:
 - Metodi basati su **caratteristiche statistiche** della variabile in esame (metodo a intervalli costanti, metodi delle progressioni o dei quantili)
 - **Metodi idiografici** (le classi sono basate su punti caratteristici delle distribuzioni)
 - **Metodi esogeni** (utilizzano valori esterni alla distribuzione della variabile per creare le classi)

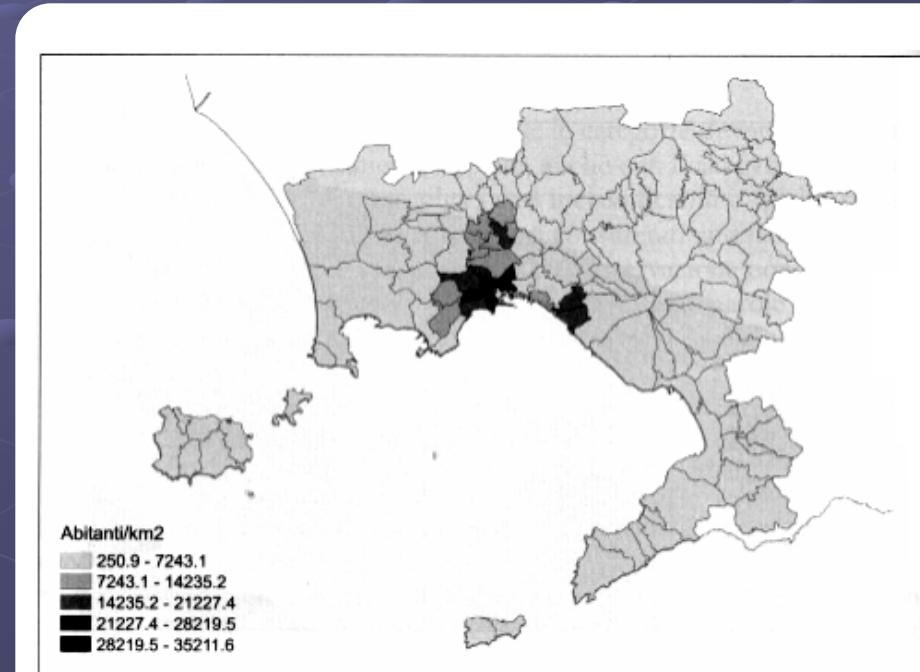
Esempio visualizzazione indicatori

- Nella prima figura viene rappresentata la **distribuzione della densità abitativa** tra i comuni della provincia di Napoli
 - Si può notare la forte **disomogeneità** dell'indicatore tra i diversi comuni
- La seconda figura rappresenta la **distribuzione della percentuale di bambini** sempre all'interno della provincia di Napoli
 - Si può notare la **maggior regolarità della distribuzione**
- L'andamento della distribuzione dell'indicatore **influerà la scelta del metodo** di classificazione della variabile da visualizzare



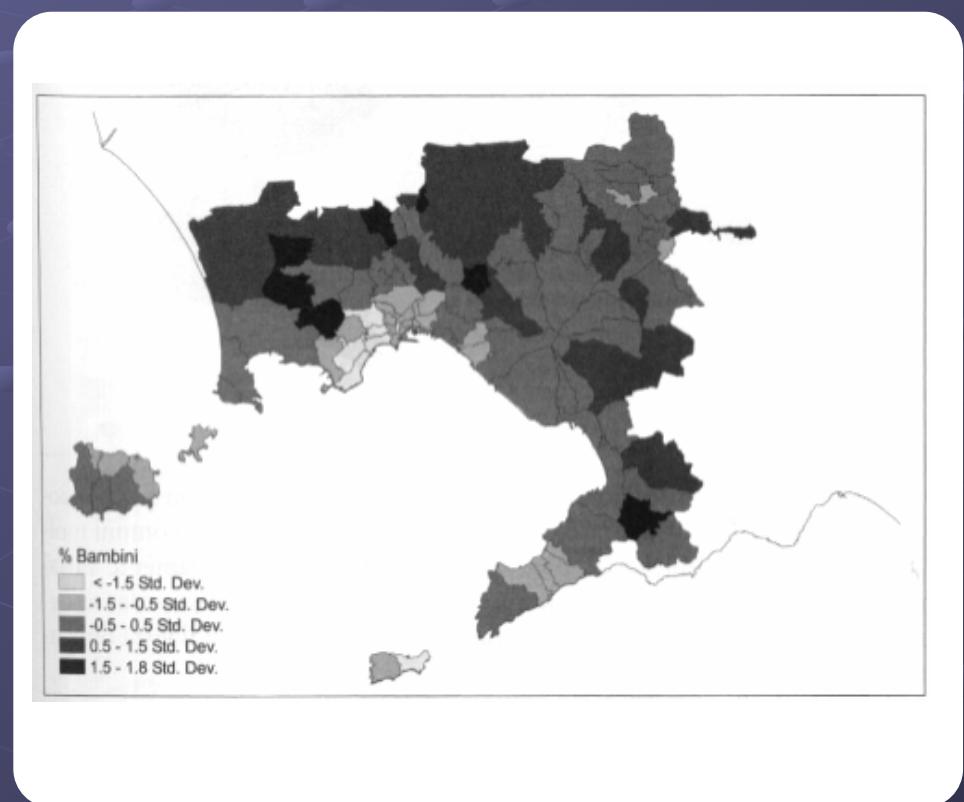
Metodo delle classi di uguale ampiezza

- Si suddivide la distribuzione della variabile in intervalli della **stessa ampiezza**
- Si divide il **range** della variabile (distanza tra il min ed il max) per il **numero delle classi** che si vuole utilizzare e si ottiene **l'ampiezza della classe**
- **NON funziona per variabili distribuite DISOMOGENEAMENTE**
- Produce una mappa appiattita dove spiccano solo le unità con i valori estremi



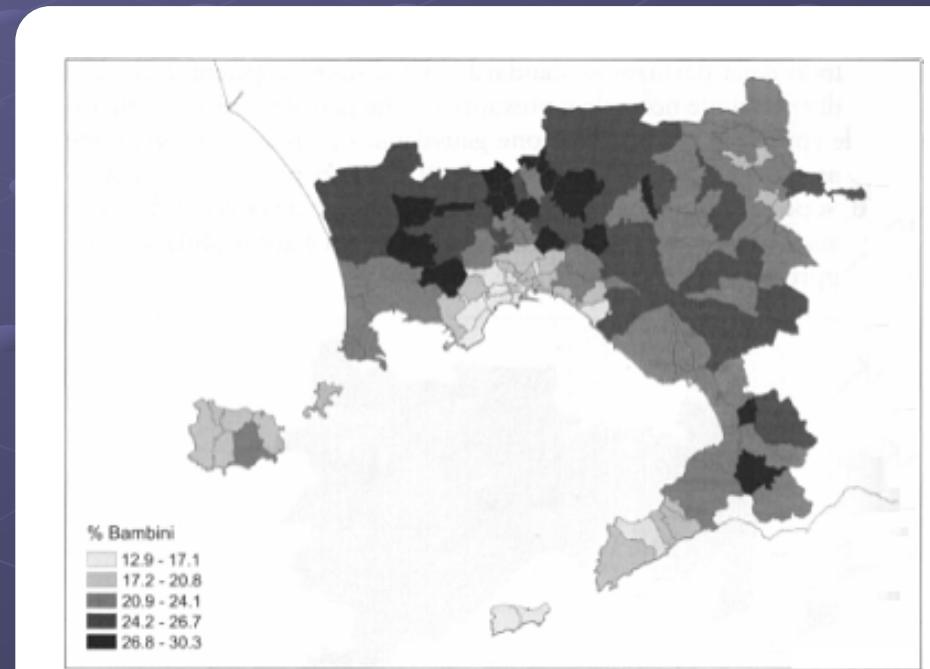
Metodo delle deviazioni standard

- Presuppone che la distribuzione sia **uniformemente distribuita**
- Le classi sono create come **la media della distribuzione + multipli della deviazione standard**
- Offre una buona analisi **comparativa** del fenomeno



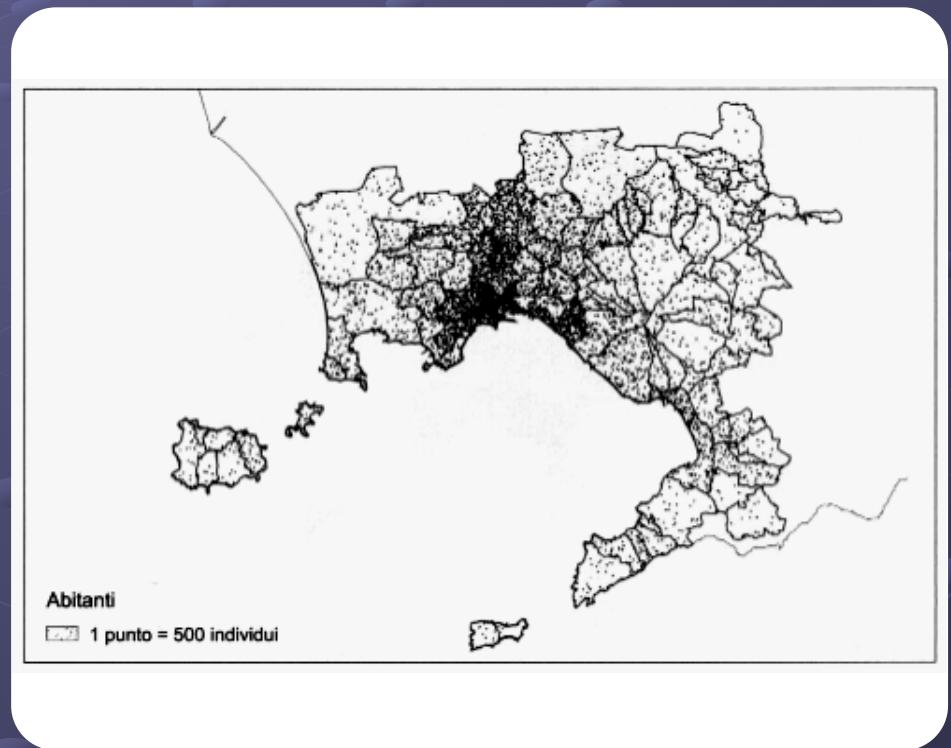
Metodo dei quantili

- Detto anche di **equinumerosità delle osservazioni**
- Crea delle classi di **ampiezza variabile** e tale da avere **lo stesso numero di osservazioni** su ogni classe
- Le classi possono avere un **range** dell'indicatore anche **molti grande**
- Per distribuzioni fortemente **disomogenee** sono **fuorvianti**



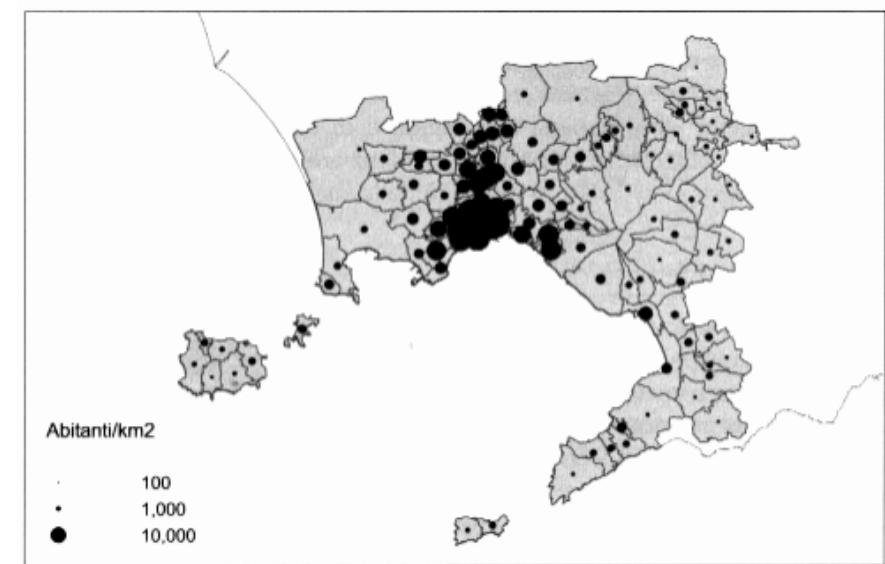
2 - Mappe a densità di punti

- **Visualizzano la distribuzione** nello spazio di un attributo nello spazio sotto forma di simboli grafici in numero proporzionale al valore dell'attributo
- All'interno di un comune ad esempio si può visualizzare il **numero di abitanti** creando un punto disposto casualmente sul territorio ogni un determinato numero di abitanti (al limite un punto per abitante)
- Forniscono una **visualizzazione della densità molto efficace**



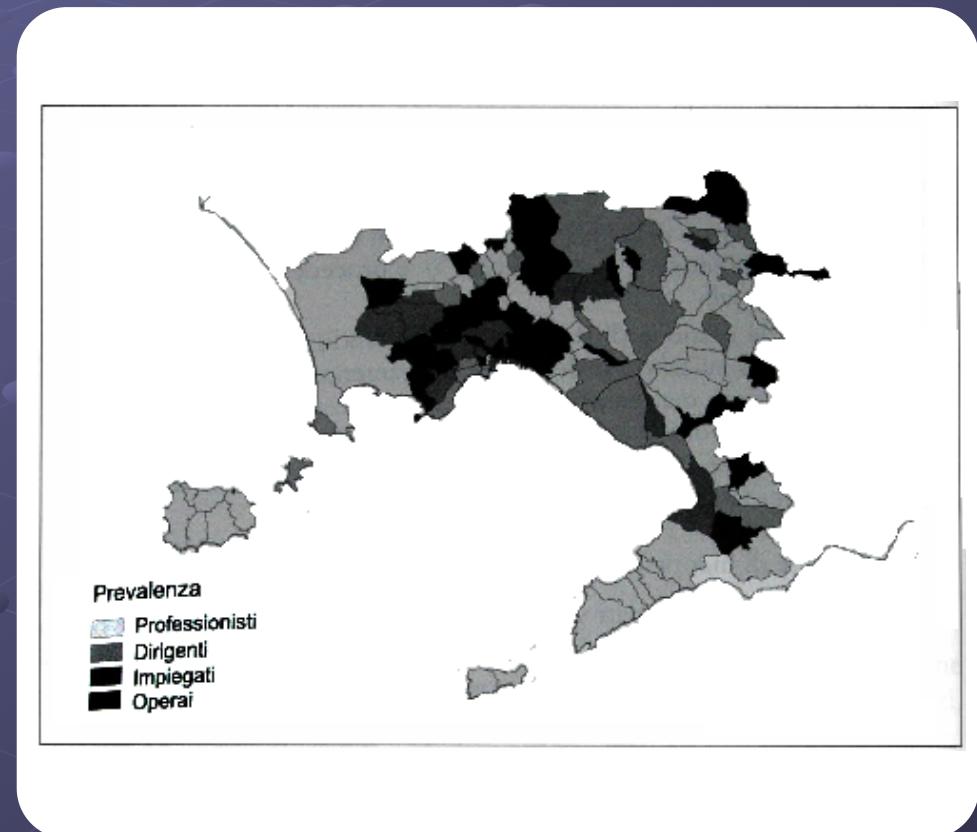
3 - Mappe a simboli scalari

- I simboli assumono una **dimensione proporzionale** all'entità della variabile che rappresentano
- La riproduzione proporzionale viene solitamente fatta in modo tale che **il raggio** del cerchio (simbolo) sia **proporzionale al dato** e **non** alla sua **superficie** come sarebbe matematicamente **corretto** per limitare l'errore visuale di sottostima dei simboli di maggiore dimensione



4 - Mappe categoriali

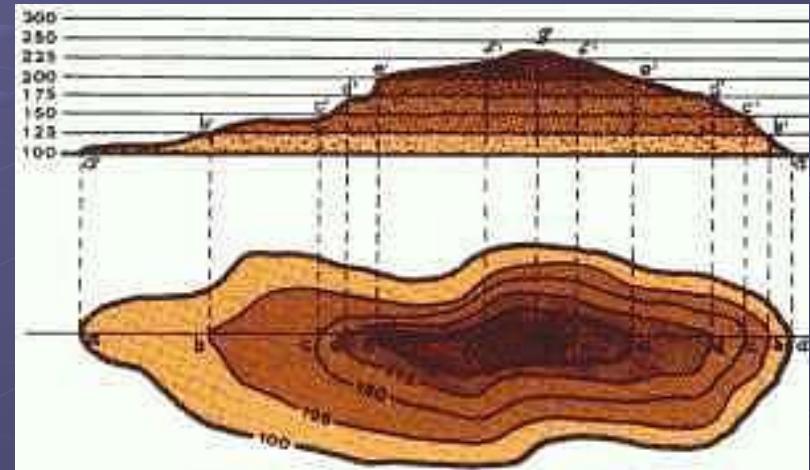
- Le variabili categoriali sono visualizzate con simboli o colori che identificano individualmente i diversi valori
- Le mappe categoriali evidenziano intuitivamente il grado di dispersione o di concentrazione dei fenomeni nello spazio



5 - Mappe a isolinee

- Vengono disegnate **linee** che congiungono **zone a ugual valore della variabile** formando degli anelli
- In relazione alla grandezza che descrivono assumono **diversi nomi**:
 - Isobare → uguale pressione
 - Isobate → stessa profondità del mare
 - Isoipse → stessa altitudine
 - Isocline → stessa acclività
- Si utilizzano serie di isolinee ottenute dividendo la variabile in **intervalli regolari**

isoipse



isobare

