



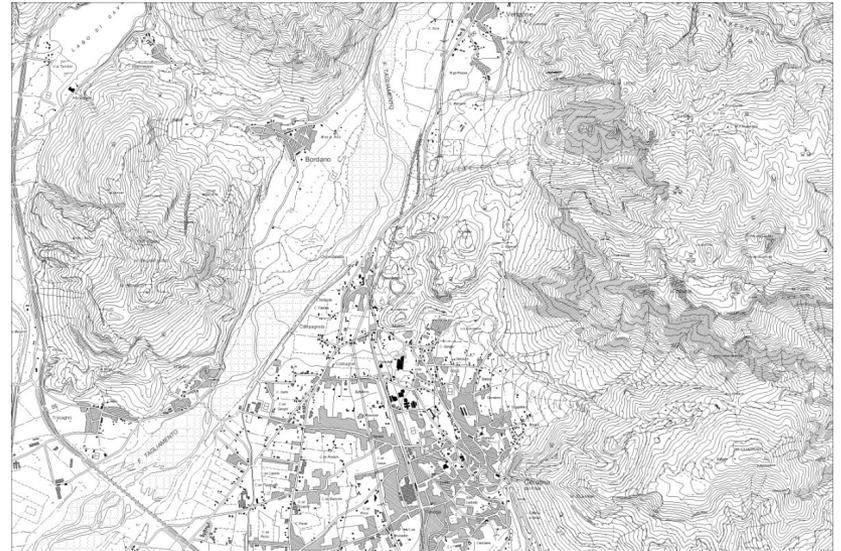
Parte VII: La geoinformatica e la cartografia digitale

CARTOGRAFIA STRUMENTO FONDAMENTALE PER LA RAPPRESENTAZIONE DEL TERRITORIO

- rappresenta un modello del mondo reale
ovvero dello spazio terrestre

- raccoglie oggetti diversi
vegetazione
strade
fiumi
reti tecnologiche
manufatti edilizi

- raccoglie processi diversi
conoidi di deiezione

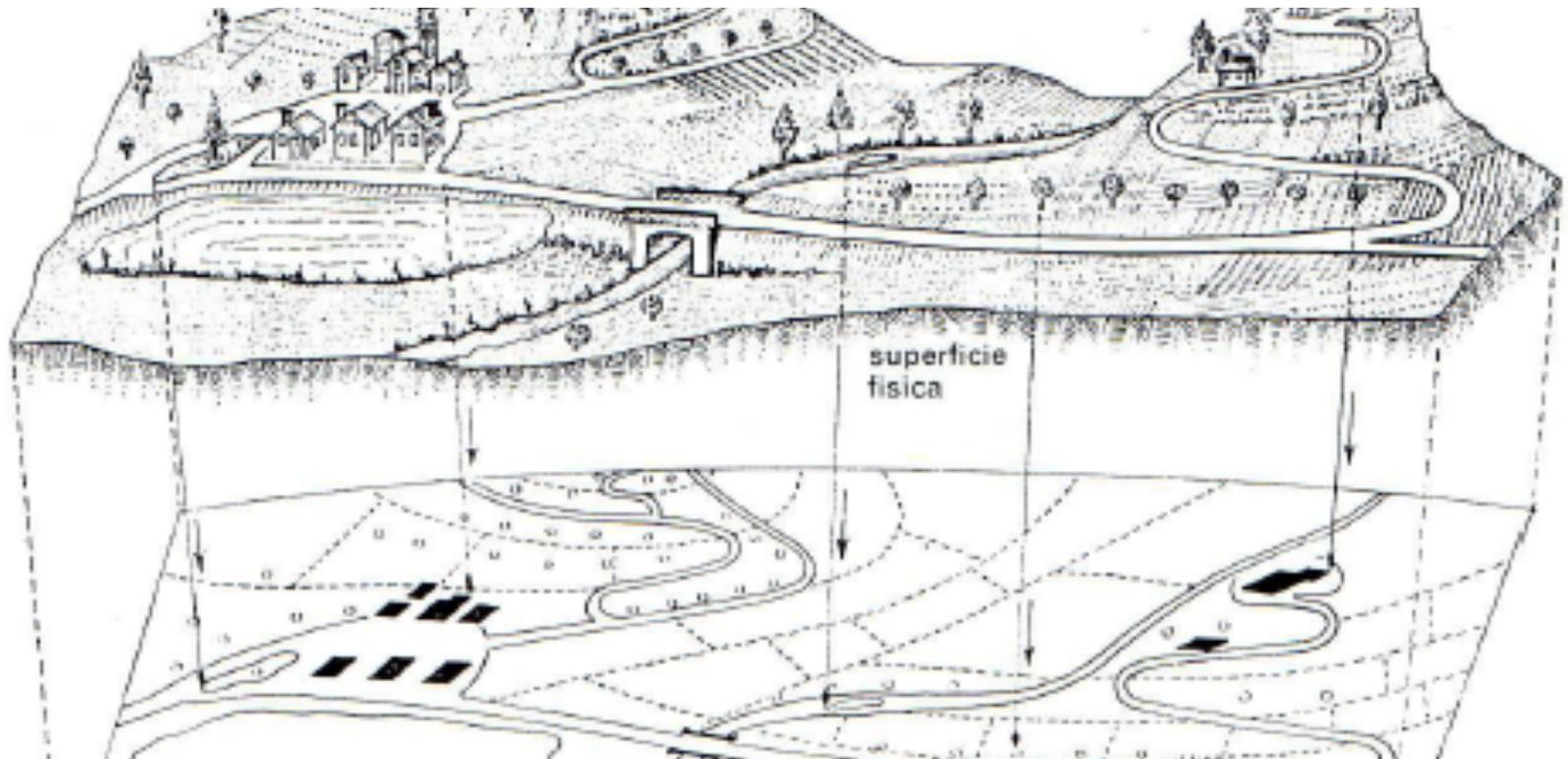


Punti fondamentali:

cartografia è la **rappresentazione** della realtà complessa ossia la riproduzione planimetrica e ad una determinata scala di elementi, fenomeni, ...

esigenze applicative si ricorre alla rappresentazione cartografica più utile (tipologia, scala e dettaglio) per rappresentare una specifica realtà geografica/territoriale

la cartografia implica un processo di **interpretazione** della realtà (semplificazione)

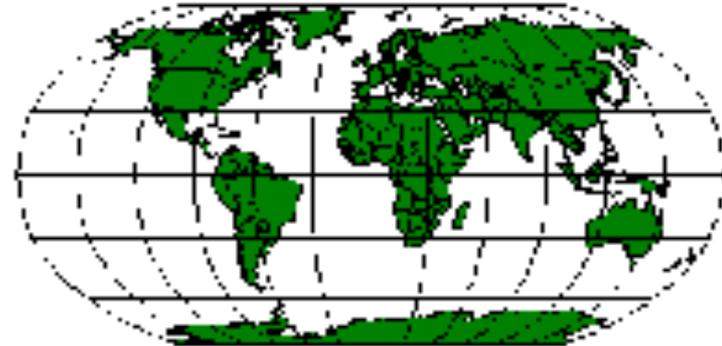


GEOREFERENZIAZIONE

ASSEGNARE AGLI ELEMENTI GEOGRAFICI
IN MAPPA LA LORO **POSIZIONE CORRETTA** SULLA
SUPERFICIE TERRESTRE



SISTEMA DI COORDINATE



- sferoide
- datum
- proiezione
- unità di misura

Cos'è un GIS

- *(Geographical information systems) una combinazione di dati spaziali e di relativi attributi, di risorse hardware e software, di risorse umane con adeguata preparazione e di metodi di analisi, il tutto organizzato per automatizzare, gestire e distribuire informazioni a contenuto geografico*

Un po' di storia

- tecnologia e applicazioni nell'ambito dei Sistemi Informativi Territoriali hanno visto la luce in tempi recenti, con uno sviluppo graduale di fatto parallelo all'evoluzione del più generale comparto dell'*Information Technology*.
- Solo negli anni Settanta appaiono i primi esperimenti di gestione automatica di dati territoriali con visualizzazione a caratteri, poi rapidamente evolutasi nel disegno cartografico informatizzato appoggiato alle prime versioni di *software CAD (Computer aided design)*.
- *Esperienze di automazione di mapping ben distanti da quanto oggi è consentito dalle risorse di quest'area tecnologica, ma che in quel decennio hanno permesso di avviare prime e stimolanti riflessioni sulle potenzialità offerte dalle nuove tecnologie per la rappresentazione del territorio.*

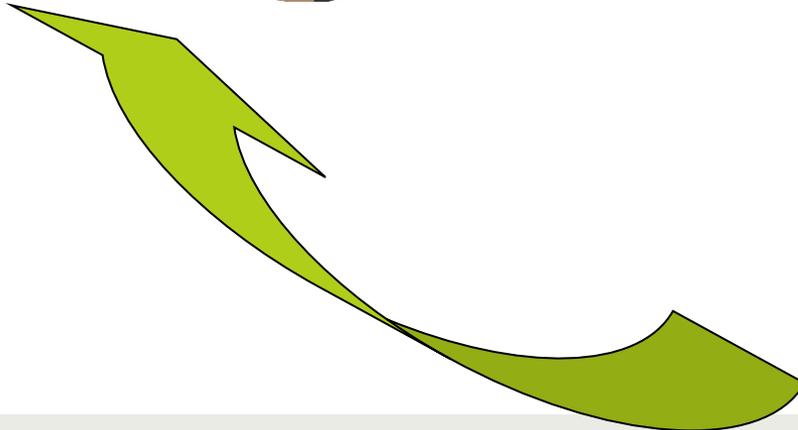
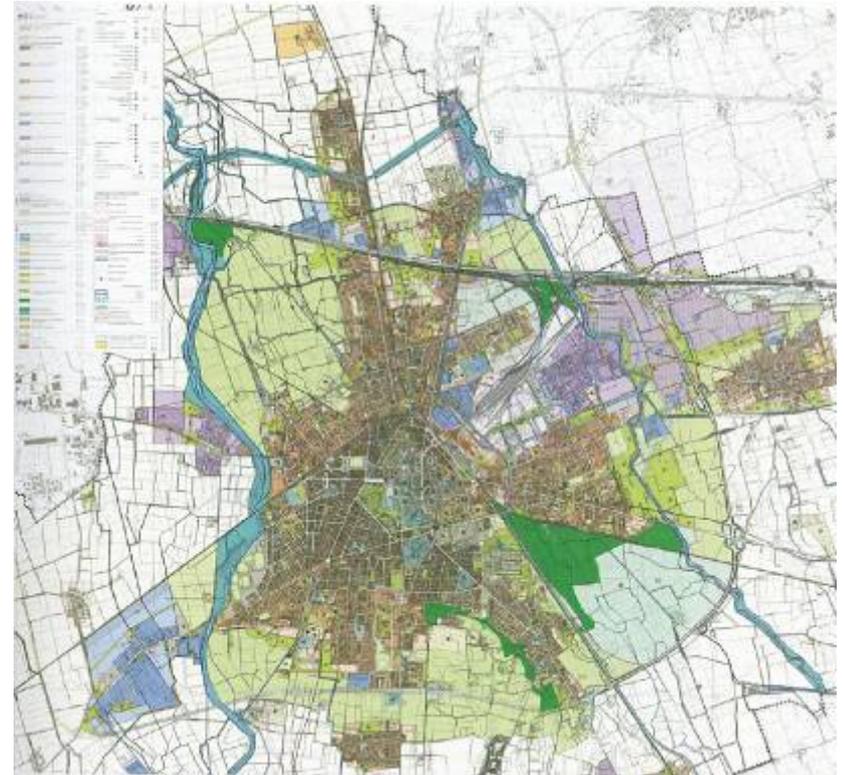
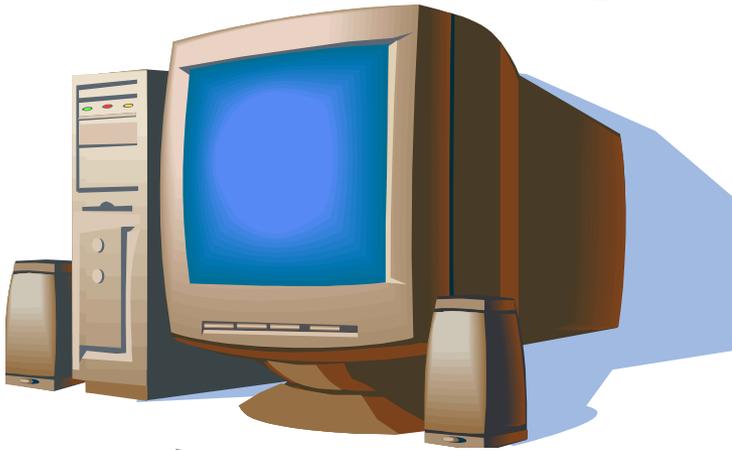
La svolta

- Negli anni Ottanta compaiono sul mercato i primi *software della famiglia GIS* che aprono di fatto una nuova frontiera, che consente di associare funzionalmente cartografia informatizzata organizzata in strati tematici con la tecnologia dei *database*.
- Sono gli anni della comparsa e dello sviluppo del *personal computer*, e nel nostro Paese dell'esperienza della costruzione delle CTR (Carte Tecniche Regionali), vere e proprie infrastrutture di conoscenza del territorio alle grandi scale 1:5 000 e 1:10 000, presupposto per lo sviluppo di innumerevoli esperienze di Sistemi informativi territoriali soprattutto a livello urbano

II GIS

Sistema Informativo Geografico

mappa + database + software + hardware



I GIS che cosa sono?



**I GIS integrano informazione spaziale
(localizzazione nello spazio) e informazione alfanumerica
(attributi di oggetti precedentemente localizzati)**

**Un sistema di strumenti che attraverso un processo di
acquisizione, archiviazione, selezione, analisi, visualizzazione
di dati localizzati sulla superficie terrestre
rappresenta uno
strumento di supporto
a operazioni di gestione amministrativa,
supporto alla decisione e ricerca scientifica**

Il ruolo di internet

- Gli anni Novanta sono quelli dell'affermazione e della diffusione capillare della tecnologia GIS, non solo a livello della Pubblica Amministrazione ma anche nei comparti aziendali e degli studi professionali, che matura sul versante delle applicazioni dilagando pressoché in ogni settore connesso con l'analisi e la gestione del territorio.
- È una fase cruciale in cui esplode l'ipermedialità in rete con il WWW (*World Wide Web*) e che vede l'irresistibile integrazione della tecnologia GIS con le risorse provenienti dai sistemi di osservazione della terra da piattaforma aerea e satellitare e con quelli di posizionamento GPS (*Global positioning system*).

Web GIS

- Si apre la straordinaria prospettiva, prima solo immaginabile, di distribuire capillarmente l'informazione territoriale strutturata. Internet, con lo sviluppo della tecnologia *Web GIS*, apre in concreto una nuova cultura geografica.
- In sintesi estrema la cartografia, così come storicamente conosciuta e utilizzata, comincia a virare verso un «sistema di informazioni geografiche» gestite da risorse software specifiche sempre più diffuse e distribuibili via rete telematica.

Georeferenziazione

- La prospettiva che si delinea con il decennio in corso è quella di una fusione delle innumerevoli tecnologie che trattano informazioni geografiche e la diffusione pervasiva del concetto di georeferenziazione, sia in ambito disciplinare- scientifico, che a livello del consumatore, rimodellando le forme della cultura moderna con una rinnovata dimensione geografica.

Lo scenario

- Il parallelo e contemporaneo sviluppo della tecnologia senza fili veicola forme innovative di uso sociale dell'informazione geografica territoriale (RHEINGOLD H., 2003)
- così come la diffusione della tecnologia GPS configura uno scenario che vede ogni oggetto fisico e ogni area, ogni luogo insomma, con proprie coordinate geografiche a cui sono associate informazioni rese disponibili via *Web* e *accessibili da smart mobs* cellulari (cfr. Cooltown di HP-www.cooltown.com):
- oggetti georeferenziati cui sono associate informazioni con un indirizzo IP.

Nozioni

- Concetto principe nella concezione, nella progettazione e nello sviluppo di un Sistema informativo territoriale è quello della «georeferenziazione», ossia della collocazione di un qualsivoglia oggetto su un preciso punto della superficie terrestre.

Modelli

- Ulteriore concetto cardine è quello della «modellazione», ossia il processo a più dimensioni che consente di costruire un ponte tra la realtà fisica e i linguaggi formali riducendo con consapevolezza la complessità del reale a modalità trattabili dalle risorse offerte dalla tecnologia per l'elaborazione dei dati geografici.
- Gli strumenti GIS hanno concretamente incorporato tali concetti e ne rendono possibili gli usi nelle pratiche correnti di gestione dell'informazione a contenuto territoriale.

Potenzialità

- Il modello GIS associa biunivocamente oggetti con le relative proprietà geometriche-topologiche e geografiche ad un insieme di attributi quali quantitativi,
- consentendo una serie di elaborazioni specifiche che arricchiscono e articolano il contenuto informativo all'origine. Sono in grado cioè di estrarre informazioni dai dati, permettendo la rappresentazione e la spiegazione di fenomeni impliciti nella struttura dei dati.
- Le funzionalità specifiche che caratterizzano l'ampia gamma dei *software* GIS oggi sul mercato sono sinteticamente (LAURINI R., THOMPSON D., 1995):

Funzionalità specifiche

- - *query*: operazione di estrazione di informazioni sia spaziali che alfanumeriche da un GIS; il risultato può essere visualizzato come elenco di attributi o come mappa;
- - *overlay*: la sovrapposizione di due o più strati informativi (*layer*); il risultato determina una nuova mappa i cui elementi contengono dati degli «strati informativi» di partenza;
- - *buffer*: operazione che definisce un'entità areale creata sulla base di una distanza generalmente, ma non necessariamente, costante rispetto all'entità di riferimento.
- - *map algebra*: l'uso di operatori elementari in sequenza allo scopo di risolvere problemi spaziali complessi; di fatto espressioni di tipo logico e matematico applicate ai dati spaziali;
- - interpolazione spaziale: una tecnica, più che una operazione in grado di determinare i valori assunti da una grandezza in punti intermedi a punti in cui tale grandezza è stata misurata;
- - *network analysis*: operazioni che consentono analisi e gestione di modelli su grafi infrastrutturali

I modelli geografici

- Tali funzionalità caratterizzano anche le due famiglie principali all'interno delle quali si collocano i *software GIS*:
- *si tratta dei GIS raster e di quelli vettoriali,*
- dove i primi archiviano e gestiscono l'informazione geografica sulla base di celle elementari che corrispondono a porzioni generalmente quadrate di territorio (griglie),
- mentre i secondi archiviano e gestiscono primitive geometriche (punti, linee e poligoni).

Database

- Come già accennato il modello GIS, sul lato del trattamento dei dati, utilizza *database*
- (*interni o esterni*) di tipo relazionale che rappresentano di fatto il modello dati dominante, cui peraltro si affianca di recente il cosiddetto «*geo-database*» che incorpora e gestisce le caratteristiche propriamente geografiche di un oggetto fisico.
- Si tratta una specifica versione del modello di *database relazionale* più rispondente alla domanda di trattamento dei dati territoriali in ambito GIS.

LA MAPPA CARTACEA

Processo cartografico:

- 1) definizione (finalità e utilizzo della mappa)**
- 2) analisi (esame del fenomeno da rappresentare)**
- 3) raccolta dei dati**
- 4) costruzione della mappa**
- 5) collaudo (verifica che la mappa risponda alle finalità)**
- 6) riproduzione (stampa) e distribuzione**

Se al momento della verifica la mappa non soddisfa i requisiti, va ripercorso il processo dal punto 4, ricostruendo la mappa.

IL GIS

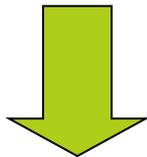
Processo cartografico:

- 1) definizione del fenomeno da analizzare e rappresentare
(finalità e utilizzo della mappa)**
- 2) definizione del tipo di dati da raccogliere**
- 3) raccolta dei dati e costituzione del data-base**
- 4) visualizzazione dei dati e analisi**
- 5) costruzione della mappa**
- 6) eventuale stampa e distribuzione
(possibile ma non necessaria)**

UNA COMPARAZIONE

CARTOGRAFIA CLASSICA

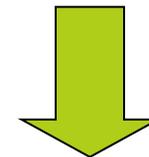
- 1) **definizione (finalità e utilizzo della mappa)**
- 2) **analisi (esame del fenomeno da rappresentare)**
- 3) **raccolta dei dati**
- 4) **costruzione della mappa**
- 5) **collaudo (verifica che la mappa risponda alle finalità)**
- 6) **riproduzione (stampa) e distribuzione (imprescindibile)**



**Si concentra sulla
performatività
del prodotto cartaceo**

CARTOGRAFIA GIS

- 1) **definizione del fenomeno da analizzare e rappresentare**
- 2) **definizione del tipo di dati da raccogliere**
- 3) **raccolta dei dati e costituzione del data-base**
- 4) **visualizzazione dei dati e analisi**
- 5) **costruzione della mappa**
- 6) **eventuale stampa e distribuzione (possibile ma non necessaria)**



**Si concentra sulla
costituzione del data-base
e
sulle analisi**

CARTOGRAFIA CLASSICA

1) DEFINIZIONE (finalità e utilizzo della singola mappa)

**Carta tematica:
Localizzazione dei centri di raccolta
per rifiuti differenziati in Campania**

2) analisi

3) raccolta dei dati

**Raccolta esclusivamente dei dati
inerenti le finalità della carta così
come definita**

4) costruzione della mappa

5) collaudo

6) stampa e distribuzione

CARTOGRAFIA GIS

1) DEFINIZIONE del fenomeno da analizzare e rappresentare

**La raccolta differenziata dei rifiuti
in Campania**

2) definizione del tipo di dati da raccogliere

Dati svariati:

- localizzazione dei centri di raccolta dei rifiuti differenziati
- localizzazione e tipologie delle discariche
- localizzazione dei termovalorizzatori
- localizzazione dei centri di stoccaggio
- elenco delle imprese che gestiscono la raccolta
- localizzazione dei cassonetti differenziati per numero civico

-.....

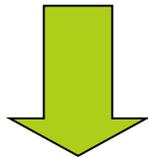
CARTOGRAFIA CLASSICA

1) DEFINIZIONE

(finalità e utilizzo della singola mappa)

**Carta tematica:
Localizzazione dei termovalorizzatori
in Campania**

- 2) analisi
- 3) raccolta dei dati
- 4) costruzione della mappa
- 5) collaudo
- 6) stampa e distribuzione



Il processo deve essere ripetuto per ogni carta

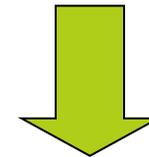
CARTOGRAFIA GIS

- 3) raccolta dei dati e costituzione del data-base
- 4) visualizzazione dei dati e analisi

5) costruzione della mappa

Possibilità di costruire diversi tipi di carte tematiche sfruttando tutte le possibilità di analisi del data-base

- 6) eventuale stampa e distribuzione (possibile ma non necessaria)



Un unico grande processo

UNA COMPARAZIONE

Una mappa cartacea non è adatta a frequenti aggiornamenti e risulta modificabile con una certa difficoltà e costi non indifferenti.

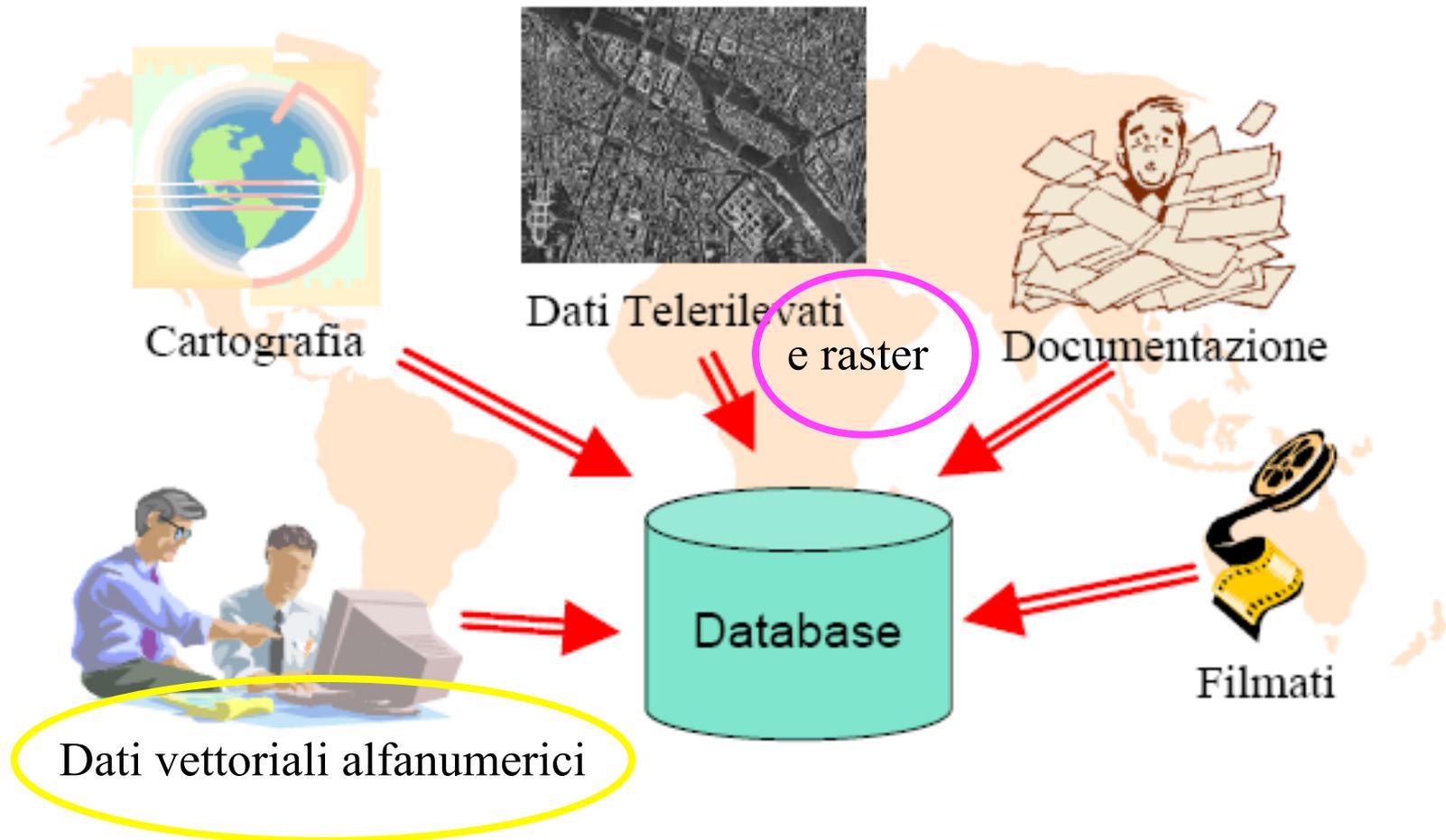
Una mappa digitale, invece, è uno strumento flessibile, facilmente aggiornabile e “mai finito”,

**spesso si lavora “a video”
evitando il punto 6, cioè la stampa della mappa.**

I media digitali sono più stabili dei media cartacei, e più facili da distribuire attraverso le reti telematiche

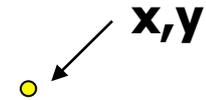
IL DATA-BASE

Nel DATA-BASE possono confluire diversi tipi di dati



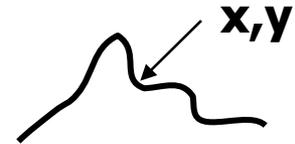
DATI VETTORIALI: basati su un sistema di coordinate

PUNTI: definiti da una coppia di coordinate x,y



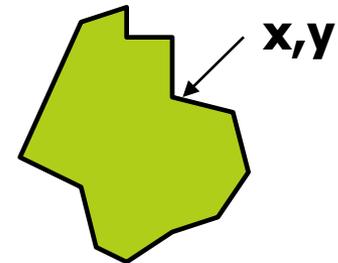
Località, monumenti, eventi, etc.

LINEE: insieme di punti definiti da più coppie di coordinate x,y



Reti viarie, reticoli idrografici, impianti, curve di livello, etc.

POLIGONI: insieme di punti definiti da più coppie di coordinate x,y dove la prima e l'ultima coppia di coordinate sono uguali



Regioni, province, edifici, particelle catastali, etc.

Al dato vettoriale viene associato un DATO ALFANUMERICO:

un ulteriore informazione numerica o testuale che carica il semplice dato vettoriale di attributi

dati vettoriali e relativi dati alfanumerici vengono organizzati in tabelle a loro volta organizzate nel data-base

TABELLA

Microsoft Excel - fiumi.dbf

File Modifica Visualizza Inserisci Formato Strumenti Dati Finestra ?

A1 FNODE_

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	FNODE_	TNODE_	LPOLY_	RPOLY_	LENGTH	FIUMI_	FIUMI_ID	CODARC	KEYC	CLFON	TLR	DENT	
2	3	5	0	0	349,295	1	2	0	0	2	IGM	0	
3	1	6	0	0	971,952	2	2	0	0	2	IGM	0	
4	8	5	0	0	618,236	3	2	0	0	2	IGM	0	
5	9	4	0	0	708,101	4	19625	20046	5696	2	IGM	0	
6	7	11	0	0	251,462	5	2	0	0	2	IGM	0	
7	12	9	0	0	177,817	6	19626	20047	5696	2	IGM	0	
8	2	13	0	0	1236,936	7	2	0	0	2	IGM	0	
9	14	12	0	0	151,890	8	19627	20048	5696	2	IGM	0	
10	10	15	0	0	495,844	9	2	0	0	2	IGM	0	
11	14	17	0	0	207,929	10	19628	20049	5696	2	IGM	0	
12	5	18	0	0	1137,266	11	2	0	0	2	IGM	0	
13	16	19	0	0	1310,893	12	2	0	0	2	IGM	0	
14	22	23	0	0	129,201	13	2	0	0	2	IGM	0	
15	28	25	0	0	566,116	14	2	0	0	2	IGM	0	
16	29	27	0	0	269,537	15	2	0	0	2	IGM	0	
17	31	29	0	0	294,546	16	2	0	0	2	IGM	0	
18	33	32	0	0	123,003	17	2	0	0	2	IGM	0	
19	29	35	0	0	293,209	18	2	0	0	2	IGM	0	
20	21	36	0	0	545,370	19	19629	20051	1878	2	IGM	0	
21	30	37	0	0	430,093	20	2	0	0	2	IGM	0	
22	36	39	0	0	163,629	21	19630	20052	1878	2	IGM	0	
23	40	34	0	0	463,190	22	2	0	0	2	IGM	0	
24	26	42	0	0	986,828	23	2	0	0	2	IGM	0	
25	46	41	0	0	223,368	24	19631	20053	1878	2	IGM	0	
26	47	24	0	0	1363,462	25	2	0	0	2	IGM	0	
27	49	38	0	0	972,213	26	2	0	0	2	IGM	0	
28	50	50	0	0	822,584	27	1	0	0	2	IGM	0	0
29	50	51	0	0	82,696	28	1	0	0	2	IGM	0	0
30	48	52	0	0	345,211	29	2	0	0	2	IGM	0	1
31	53	61	0	0	398,002	30	2	0	0	2	IGM	0	1
32	20	65	0	0	2058,272	31	2	0	0	2	IGM	0	1
33	61	64	0	0	543,860	32	2	0	0	2	IGM	0	1
34	67	69	0	0	1692,460	33	1	0	0	2	IGM	0	0
35	70	72	0	0	357,694	34	2	0	0	2	IGM	0	1
36	46	73	0	0	1363,727	35	19632	20058	1878	2	IGM	0	1

Ogni linea della tabella (*record*) rappresenta un oggetto o dato vettoriale (punto, linea o poligono, quindi una città, un fiume, una regione, etc.) con una sua precisa collocazione spaziale

Ogni colonna rappresenta un dato alfanumerico che ci informa su un particolare attributo (nome, tipologia, estensione, lunghezza, abitanti, qualificazione, etc.) dell'oggetto georeferenziato

DATI RASTER: immagini definite da una matrice di celle o pixel distribuite su righe e colonne

La loro unità fondamentale è il pixel

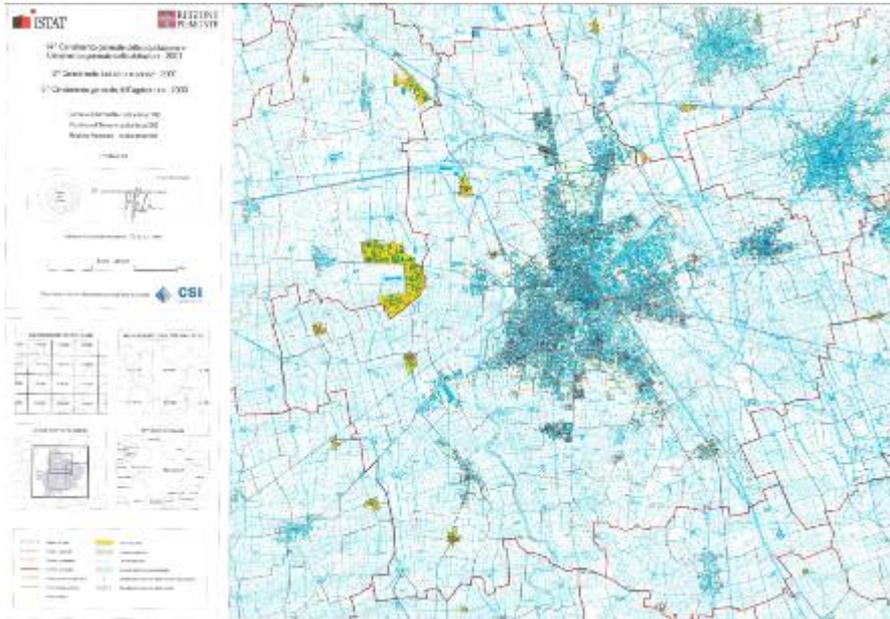
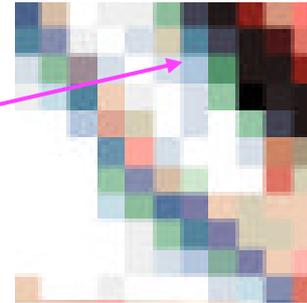
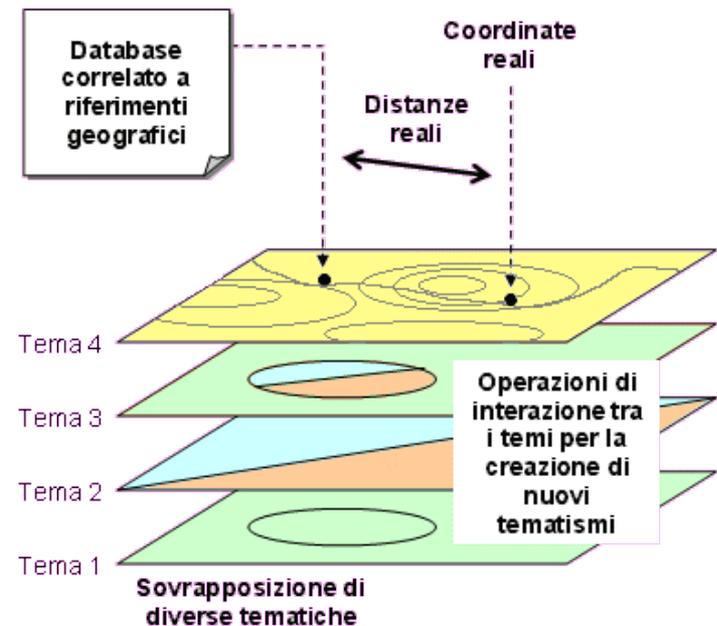


Foto aere, immagini satellitari,
carte topografiche digitalizzate,
etc.



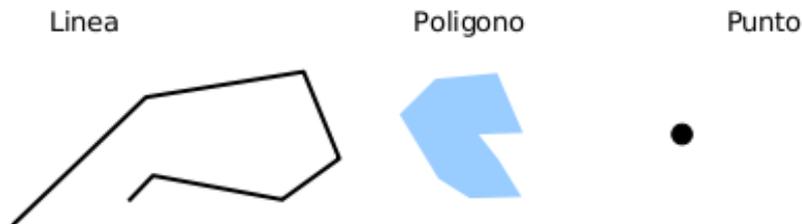
Carte tematiche e database

- Un GIS è un software in grado di visualizzare e sovrapporre diverse carte tematiche di una determinata zona, garantendo la corrispondenza delle coordinate geografiche, della scala e quindi delle distanze
- I temi possono essere **immagini** (es. foto aeree e satellitari) o **disegni** (es. punti di riferimento, curve di livello, limiti geologici, limiti amministrativi)
- Gli elementi dei disegni sono associati a tabelle di dati e quindi informazioni



Dati vettoriali

- I dati vettoriali sono costituiti da elementi semplici quali punti, linee e poligoni, memorizzati sulla base delle loro coordinate
- Un punto viene individuato attraverso le sue coordinate reali (x_1, y_1); una linea o un poligono attraverso la posizione dei loro vertici ($x_1, y_1; x_2, y_2; \dots$)
- A ciascun elemento è associato una riga (record) della tabella associata che contiene tutte le informazioni dell'oggetto rappresentato



Dati vettoriali

□ I dati vettoriali hanno tre caratteristiche:

□ **Geometria:** rappresentazione cartografica degli oggetti come la forma (punto, linea, poligono) e la posizione

□ **Topologia:** relazioni reciproche tra gli oggetti (connessione, adiacenza, inclusione ecc...)

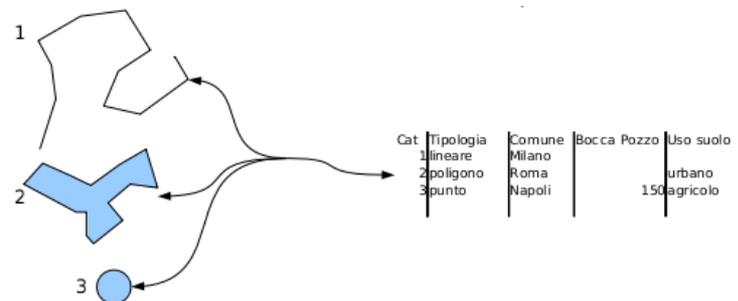
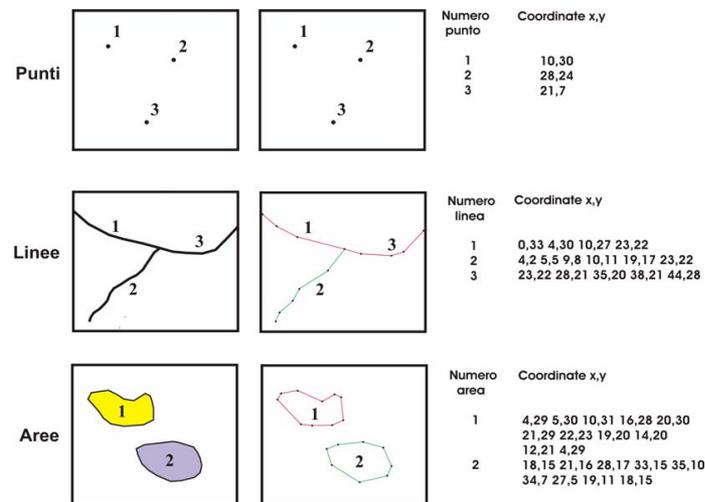
□ **Informazioni:** riguardanti i dati (numerici, testuali ecc...) associati ad ogni oggetto

□ I vettoriali sono usati per rappresentare dati discontinui, ad es.:

□ l'ubicazione dei cassonetti dei rifiuti di una città

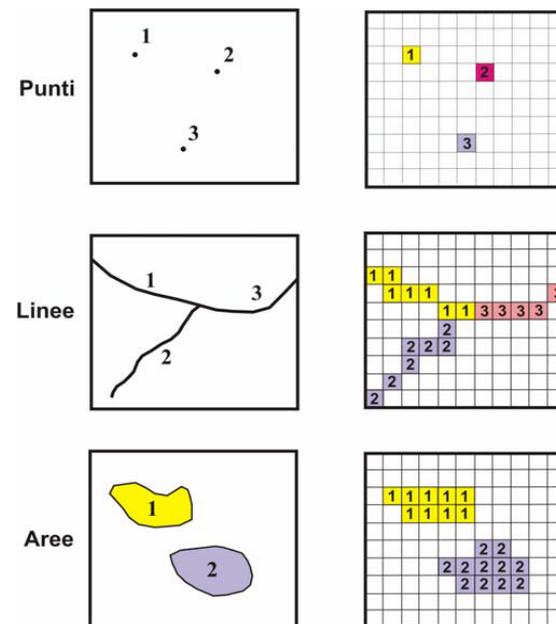
□ la rappresentazione delle strade

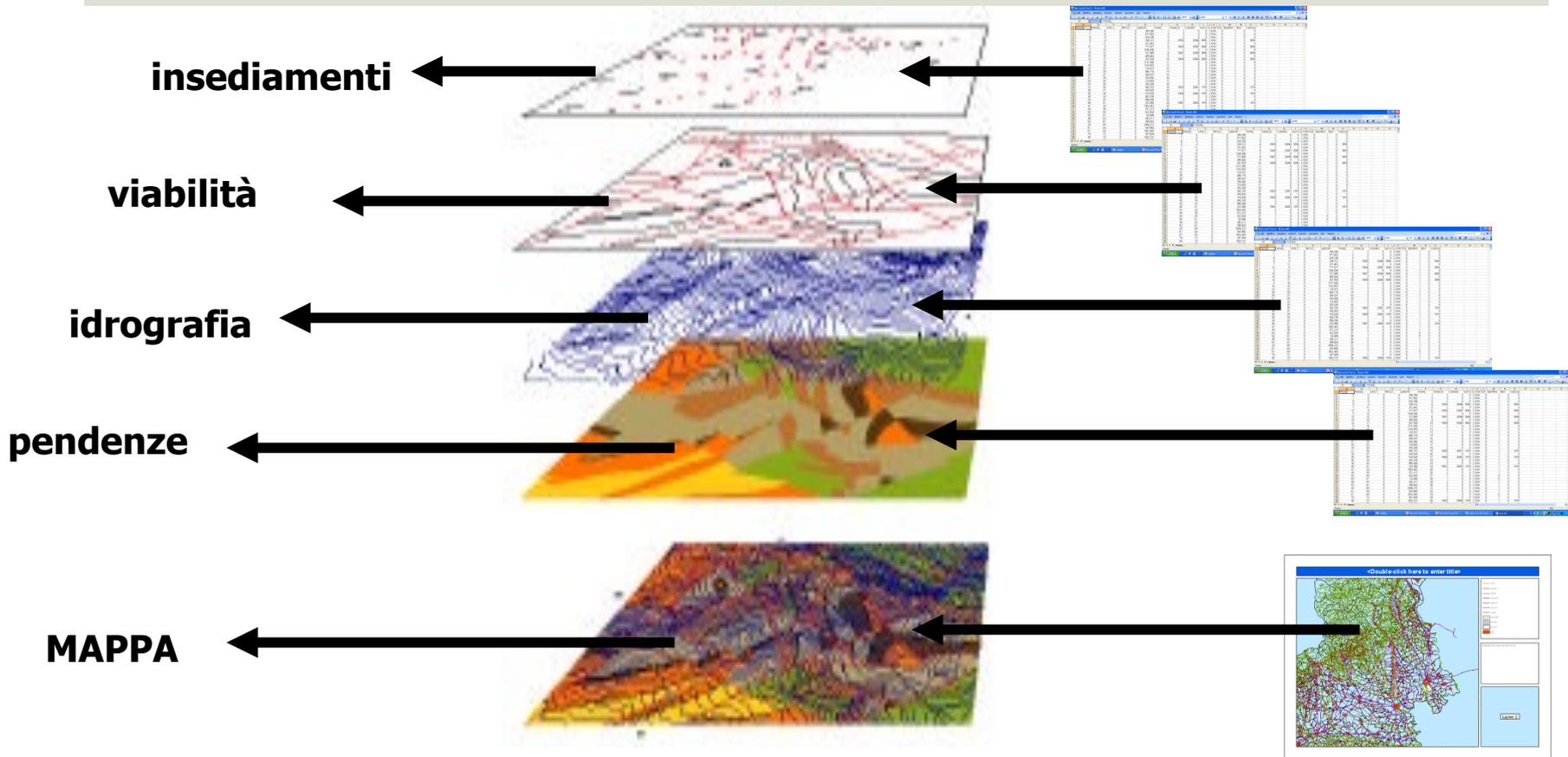
□ una carta dell'uso del suolo



Dati raster

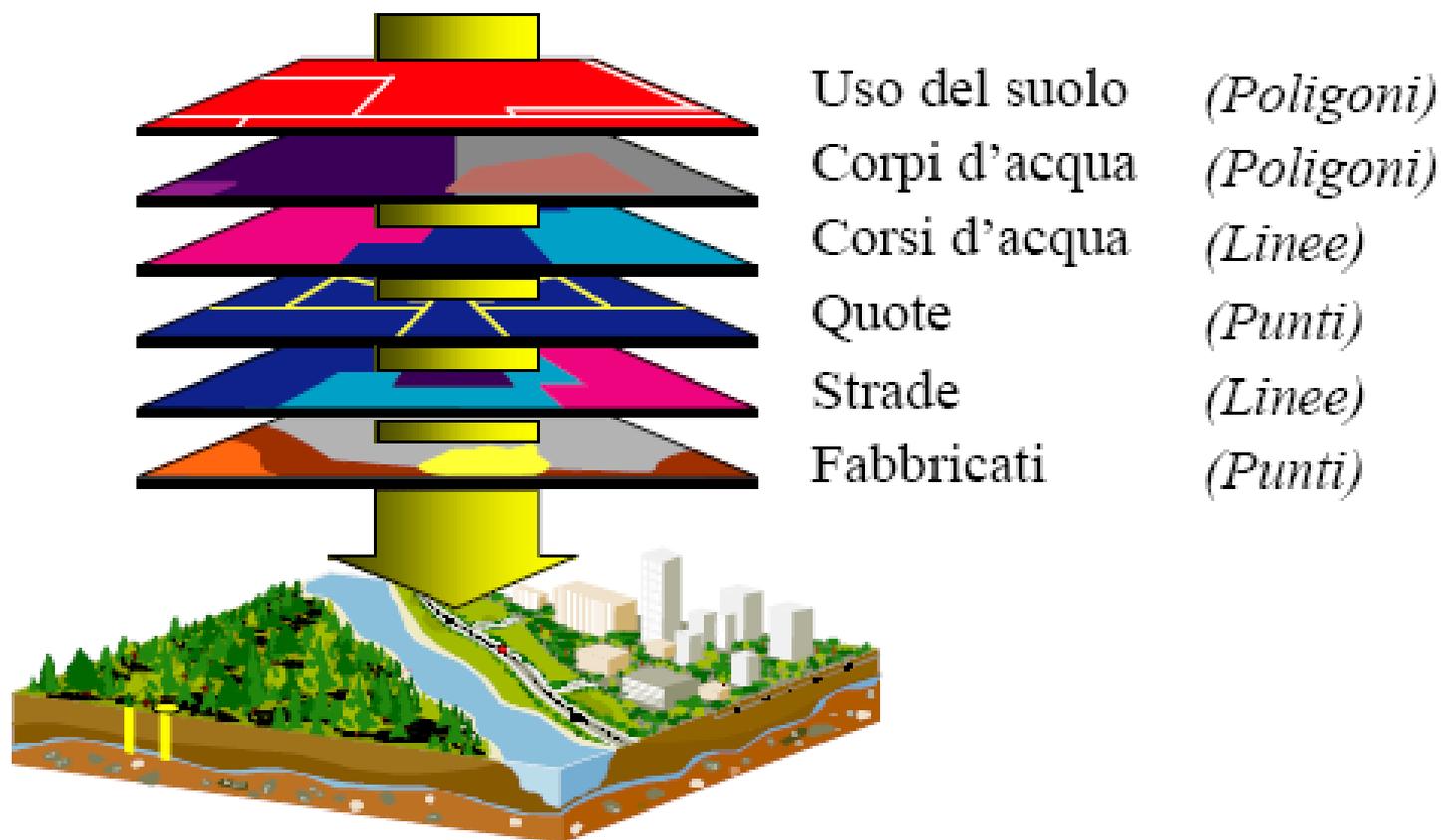
- Il dato raster permette di rappresentare il mondo reale attraverso una matrice di celle, generalmente di forma quadrata o rettangolare, dette pixel
- A ciascun pixel sono associate le informazioni relative a ciò che esso rappresenta sul territorio. La dimensione del pixel, espressa nell'unità di misura della carta (es. metri), ci dice la precisione del dato
- I raster sono adatti alla rappresentazione di dati continui
 - ad esempio un modello digitale di elevazione o una carta delle pendenze dei versanti





**Ogni tabella è la struttura portante
di un TEMA,
cioè di uno “strato informativo”**

Il fatto che tutti gli “strati informativi” (e quindi tutti gli oggetti presenti nelle tabelle) siano GEOREFERENZIATI permette la sovrapposizione dei livelli informativi e, quindi, di effettuare operazioni di analisi e di costruzione di mappe tematiche



**Un dato spaziale GEOREFERENZIATO
è un dato che è
riferito
ad una collocazione fisica
sulla superficie terrestre attraverso
delle coordinate relative a un sistema di
riferimento geografico**

Nell'ambito dei GIS la distinzione tra

cartografia meristica o tematica

(molte informazioni su pochi argomenti, spesso accompagnata da una cartografia generica di base per l'individuazione del contesto spaziale)

e

cartografia olistica o analitica

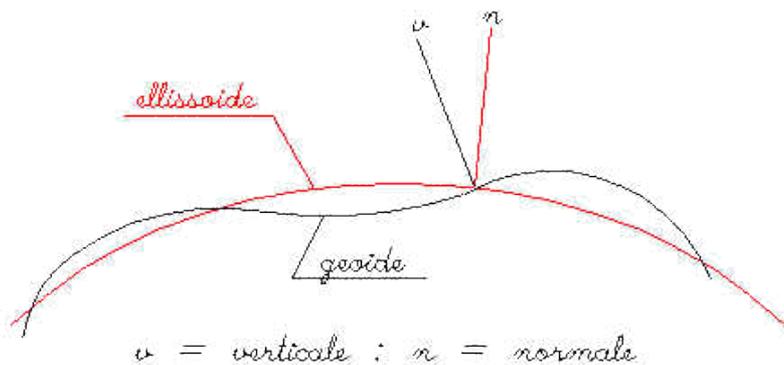
(informazioni meno dettagliate su molti ambiti diversi, es. carta Topografica)

**è sfumata,
è l'utente che sceglie quali argomenti
visualizzare accendendo gli strati
informativi necessari.**

Il geode è la forma che assumerebbe il livello del mare indisturbato attraversante i continenti.

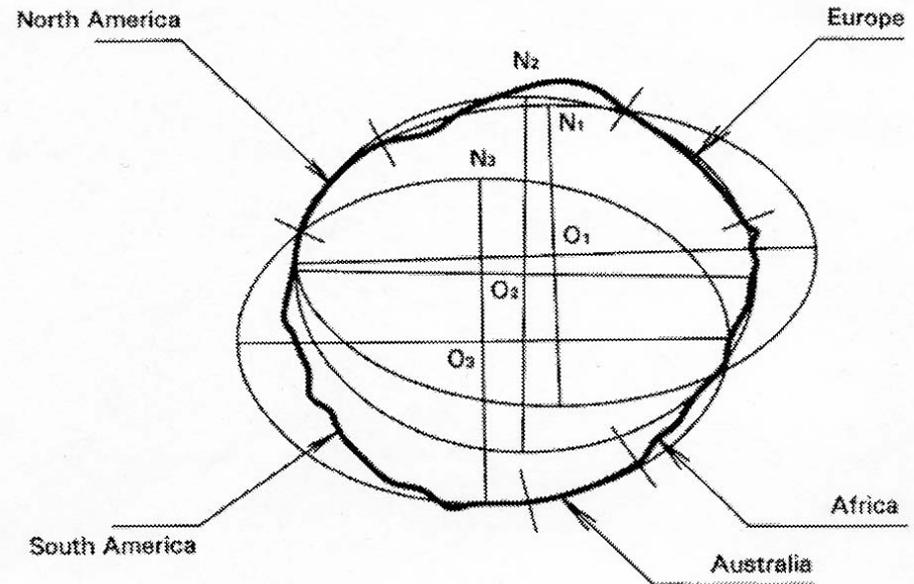
È una superficie equipotenziale in cui il piano tangente in ogni punto è perpendicolare alla direzione del filo a piombo in quel punto cioè alla verticale passante per quel punto.

Questa superficie è influenzata dalle variazioni di densità della Terra e generalmente si alza sopra i continenti per abbassarsi sugli oceani.

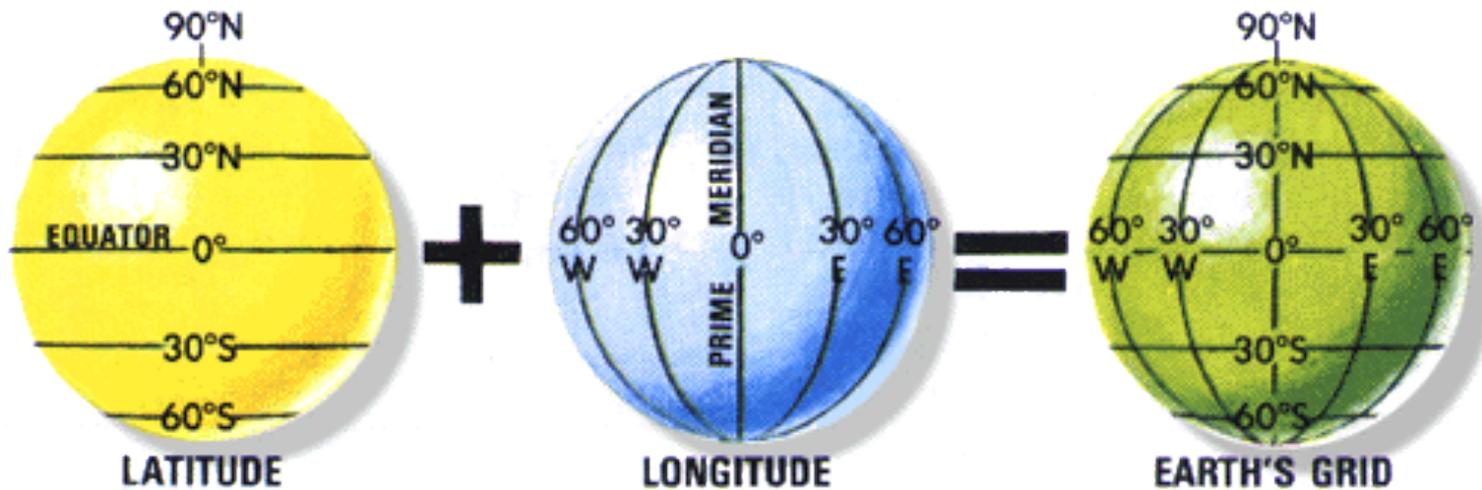


Il geode e l'ellissoide

L' ellissoide è la forma geometrica della Terra. La Terra è schiacciata ai poli. La differenza fra il raggio equatoriale e polare è pari a circa 21.5 km. e dipende dall' ellissoide che viene considerato.



Reticolato geografico



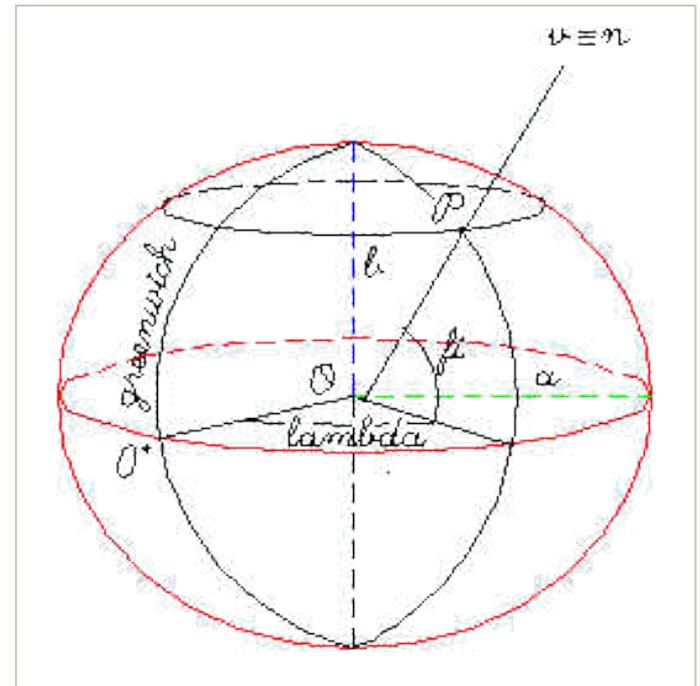
Le Proiezioni Cartografiche

La sola vera rappresentazione della Terra libera da distorsioni è il globo. Il procedimento mediante il quale si passa dalla superficie sferica della Terra ad una superficie bidimensionale si chiama Proiezione

Le relazioni che legano un punto sulla carta con un punto sull'ellissoide o sulla sfera equivalente si chiamano **Equazioni della Carta**

Proprietà delle Proiezioni

- Forma
- Area
- Distanza
- Direzione



I meridiani e i paralleli ortogonali sul globo continuano ad essere tali sulla carta

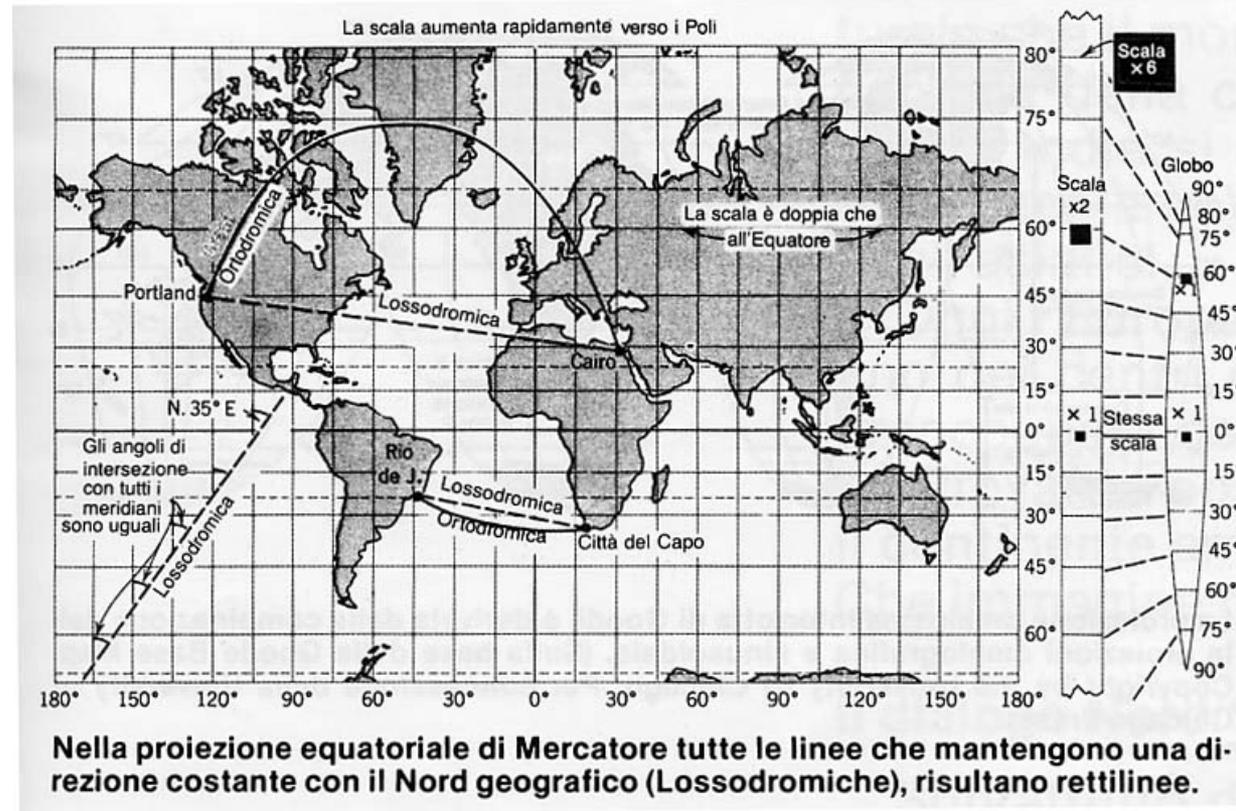
Condizione necessaria è che i paralleli e i meridiani si incontrino perpendicolarmente come sul globo.

Questa proprietà viene sfruttata nella realizzazione delle carte nautiche.

Una proiezione conforme mantiene le forme in piccole e localizzate aree.

Conforme

vengono conservati gli angoli



Equivalente

Vengono conservate le aree
ma non le forme

Mostra le aree di tutte le
zone sulla mappa nella scala
di rappresentazione.

Preservare le aree vuol dire
trasformare in maniera
inesatta gli angoli attorno ai
punti quindi esclusione della
proprietà precedentemente
descritta.

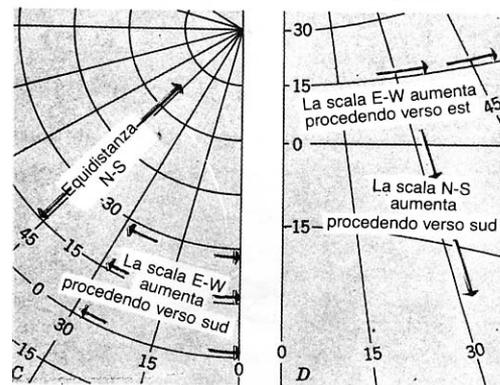
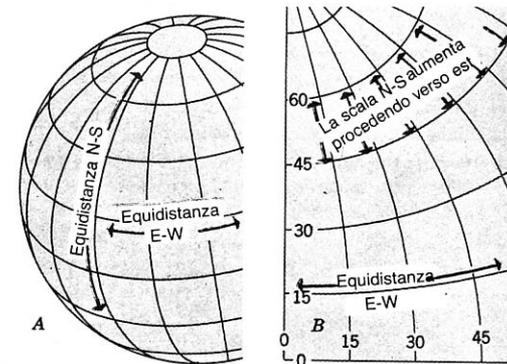
Questa proprietà è molto
importante nelle mappe
catastali in cui il fisco tassa
le proprietà in base alla loro
superficie.



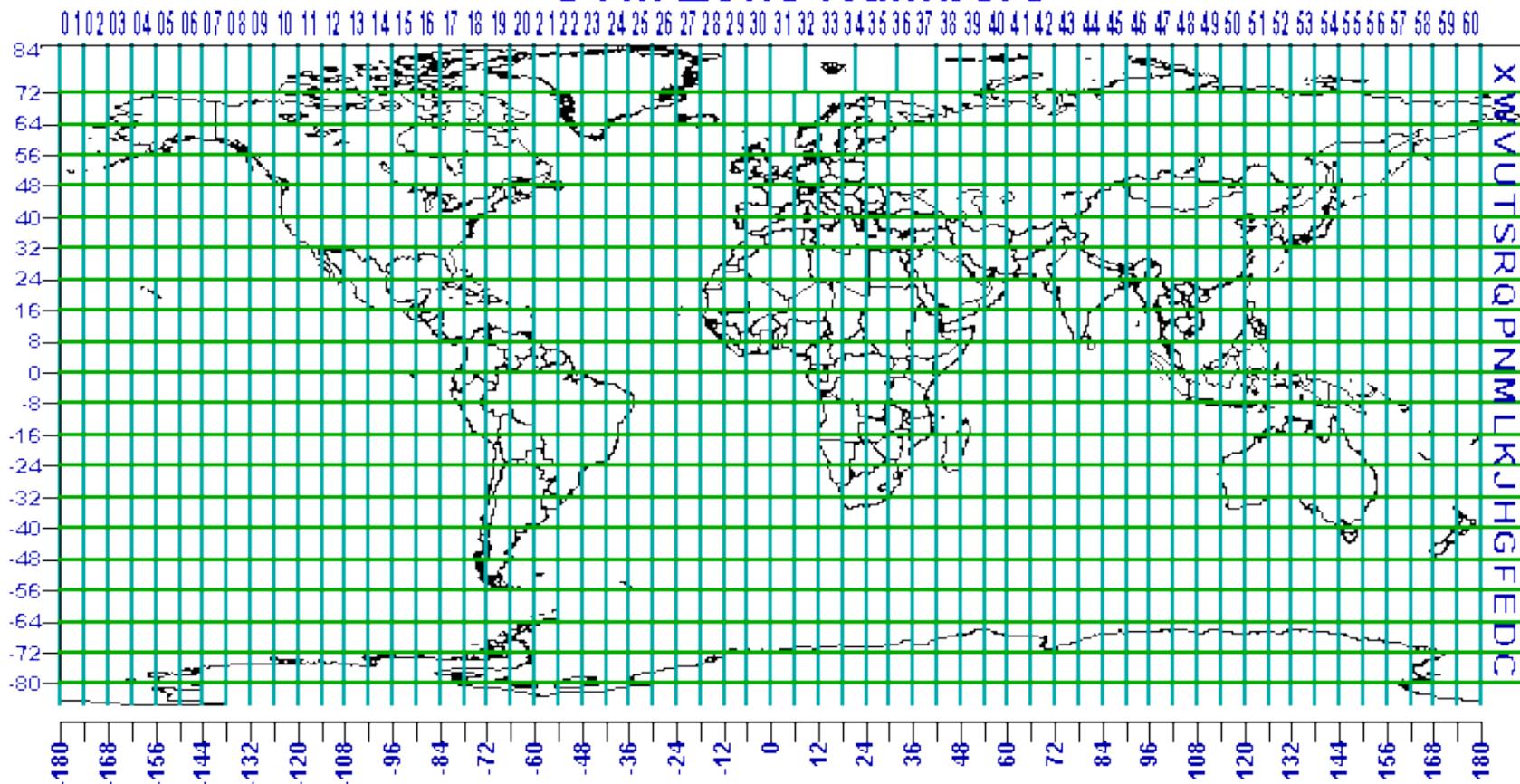
Equidistante

Nessuna mappa può rappresentare la corretta distanza fra 2 qualsiasi punti.

Di solito l'equidistanza è lungo l'equatore, lungo il meridiano appartenente al centro di proiezione oppure lungo uno o due paralleli standard o meridiani standard.



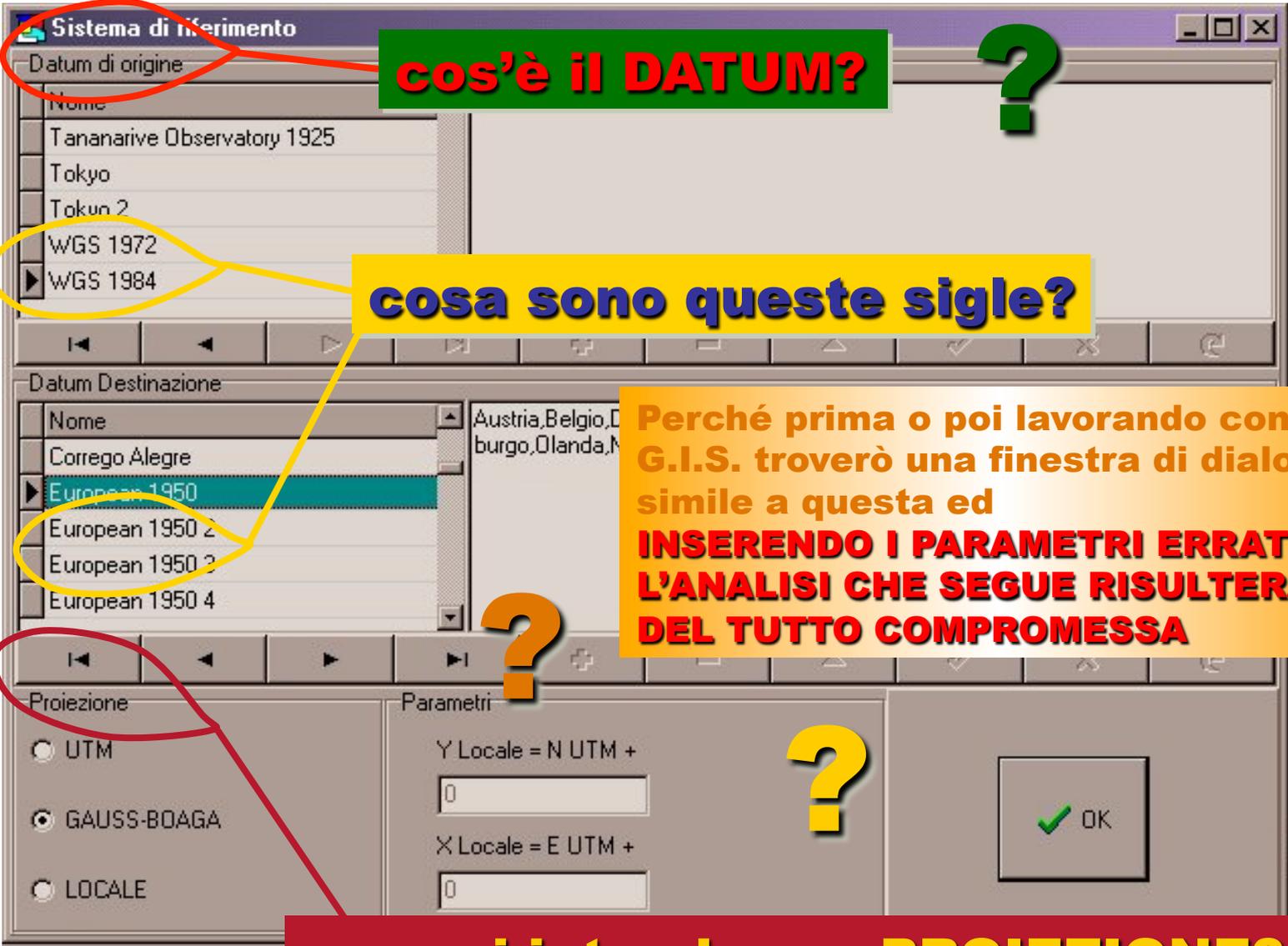
UTM Zone Numbers



UTM Zone Designators

Universal Transverse Mercator (UTM) System

... PERCHÉ LO DEVO SAPERE ?



cos'è il DATUM?

cosa sono queste sigle?

Perché prima o poi lavorando con un G.I.S. troverò una finestra di dialogo simile a questa ed INSERENDO I PARAMETRI ERRATI L'ANALISI CHE SEGUE RISULTERÀ DEL TUTTO COMPROMESSA

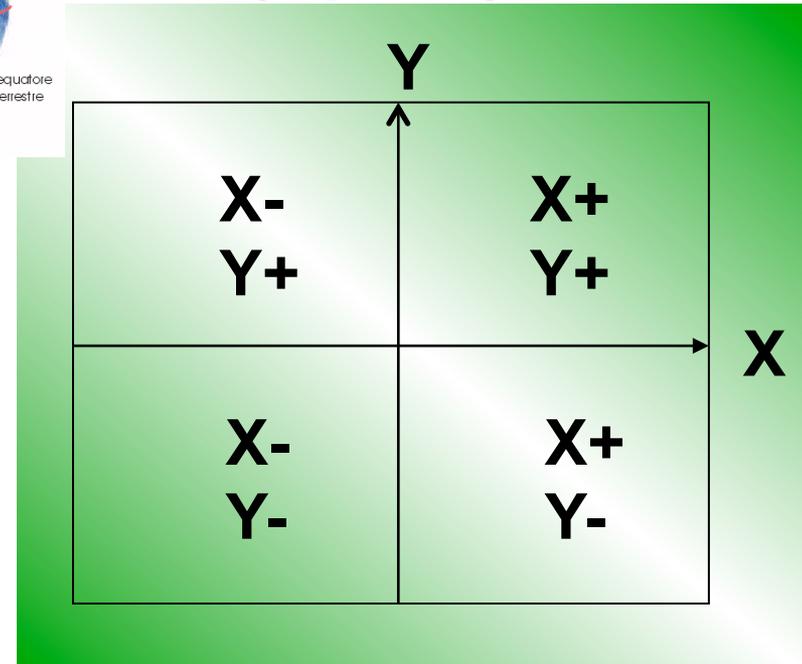
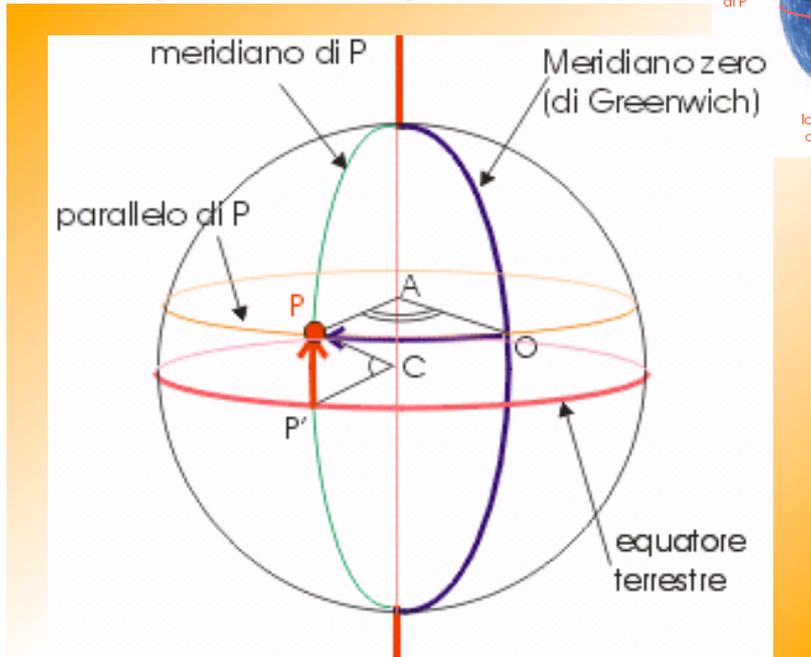
cosa si intende per PROIEZIONE?

SISTEMI DI COORDINATE

GEOGRAFICHE (sferiche)



CARTESIANE (o piane)



S.R. più comune, in cui la superficie terrestre è assimilata ad un ellissoide di rotazione. Le misure sono espresse in Longitudine e Latitudine (angoli misurati dal centro della terra in DMS) e permettono di caratterizzare l'ubicazione di qualsiasi punto sulla superficie terrestre.

Latitudine di P = angolo che la normale in P alla superficie ellissoidica forma con il piano equatoriale; misurato dal centro della terra in direzione N e S; vale 0° all'Equatore, 90° N e -90° S;

Longitudine di P = angolo formato dal piano meridiano contenente P con il piano meridiano di riferimento (convenzionalmente quello passante per Greenwich); misurato dal centro della terra in direzione E e O; vale 0° al primo meridiano (Greenwich), 180° E e -180° O.

Meridiani = linee di Longitudine, si estendono tra i poli

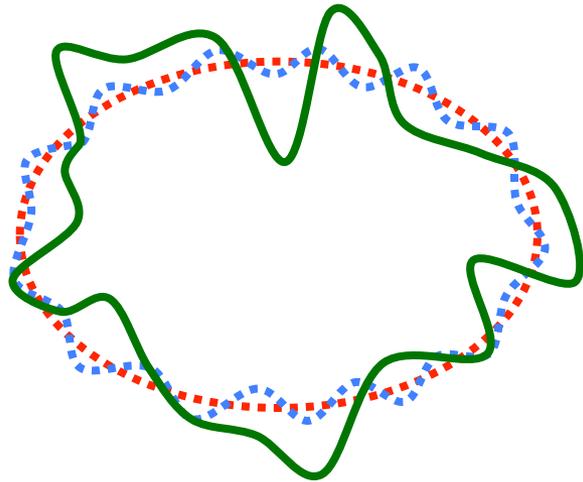
Paralleli = linee di Latitudine, circondano il globo con anelli paralleli.

Per semplicità i dati geografici vengono proiettati in sistemi di coordinate piane, o cartesiane.

Le ubicazioni sono identificate da una griglia di coordinate x,y (**X** specifica posizione orizzontale, **Y** quella verticale) con l'origine al centro della griglia.

GEOIDE E SFEROIDE

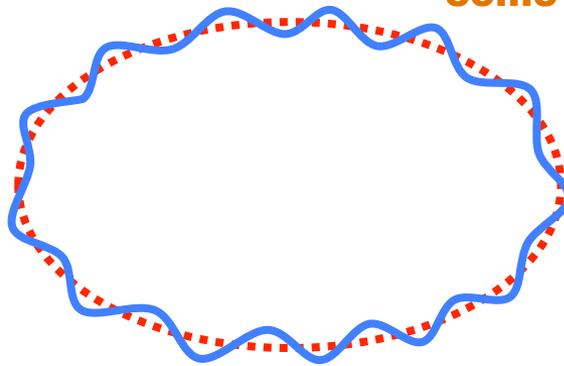
FORMULAZIONI MATEMATICHE UTILIZZATE PER RAPPRESENTARE LA SUPERFICIE TERRESTRE IN MODO DA POTERLA PROIETTARE SULLE MAPPE



superficie terrestre

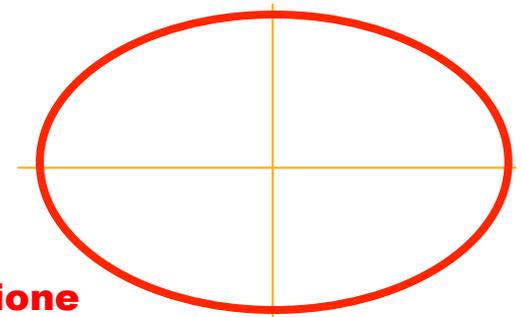
GEOIDE

Superficie equipotenziale di gravità che meglio approssima la superficie terrestre, identificata come il livello medio del mare



SFEROIDE

Superficie matematica di rotazione (intorno all'asse minore), biassiale, che meglio approssima la forma della terra.



- la quota s.l.m. è riferita al geoid
- i sistemi GPS fanno riferimento all'elissoide

DATUM

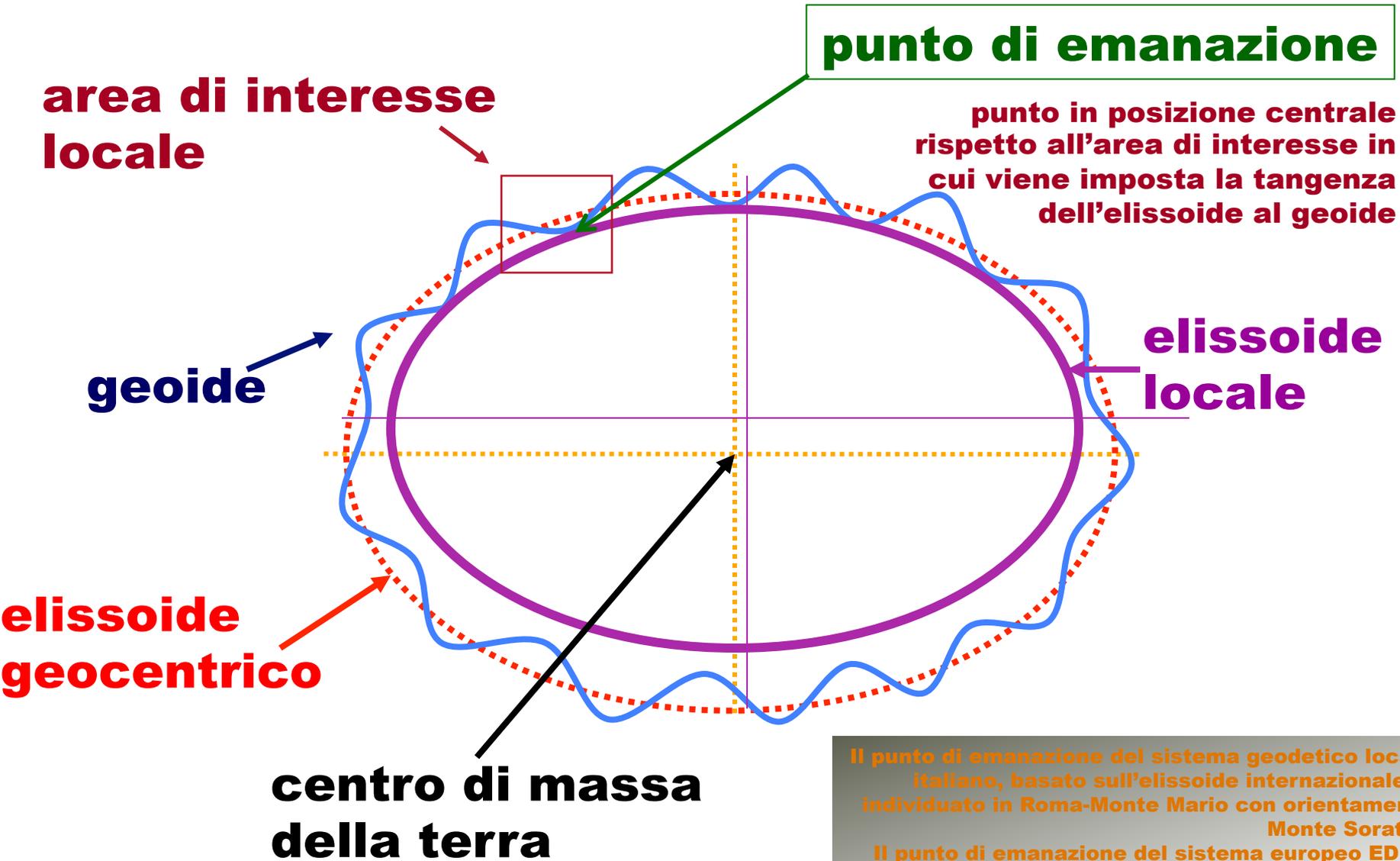
IL **DATUM** DI UN SISTEMA DI RIFERIMENTO È COSTITUITO DA UN PRECISO **SFEROIDE** ED IL SUO **ORIENTAMENTO**

- la superficie terrestre deve essere rappresentata in un sistema regolare (**elissoide**) di coordinate geometriche
- la superficie di riferimento (**geoide**) è irregolare
- il **DATUM** identifica l'elissoide che meglio approssima - **localmente** - il **geoide**

Un **DATUM** è costituito da **8 parametri** dell'**elissoide locale** - **2 di forma** e **6 di posizione ed orientamento** - e da una rete compensata di punti, estesa sull'area di interesse, che lo materializza

- **stesso datum e diversi sistemi di coordinate:** trasformazioni puramente matematiche tra essi
- **datum diversi:** trasformazioni approssimate che necessitano di un numero sufficiente di misure che legano i punti tra i due sistemi

ELISSOIDE LOCALE



punto di emanazione

area di interesse locale

punto in posizione centrale rispetto all'area di interesse in cui viene imposta la tangenza dell'elissoide al geoido

geoido

elissoide locale

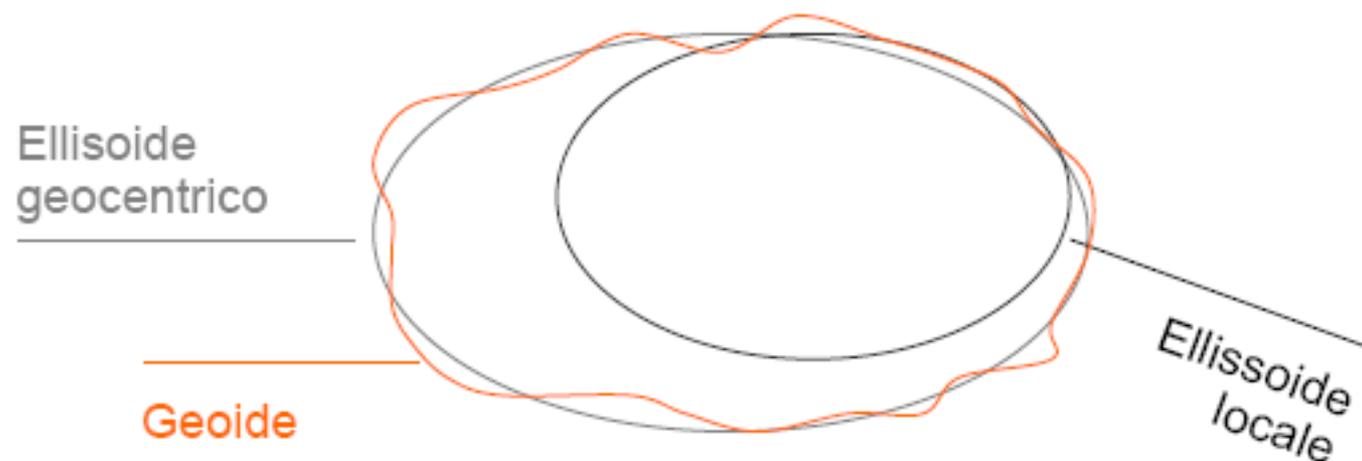
elissoide geocentrico

centro di massa della terra

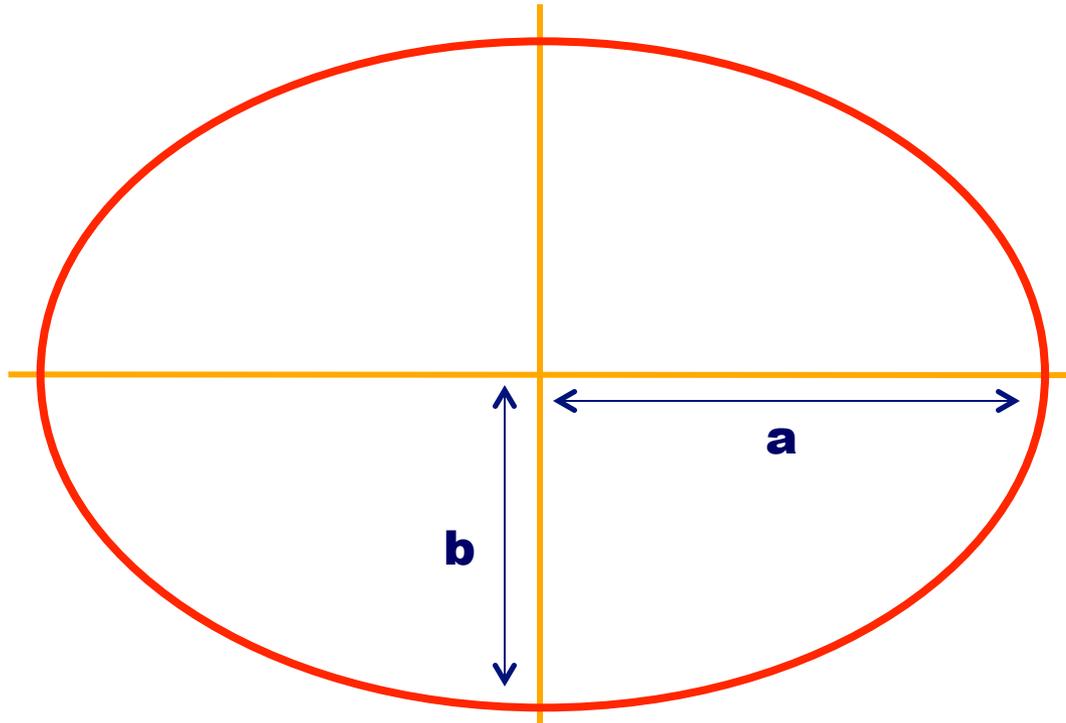
Il punto di emanazione del sistema geodetico locale italiano, basato sull'elissoide internazionale, è individuato in Roma-Monte Mario con orientamento Monte Soratte.
Il punto di emanazione del sistema europeo ED 50 (European Datum 1950), basato sull'elissoide internazionale, è a Potsdam in Germania

ELISSOIDE LOCALE

- ◆ Per semplificare le operazioni di conversione dal reale al cartografico, in passato veniva scelto l'ellissoide di riferimento in modo che la sua superficie fosse quanto più simile alla superficie terrestre nell'area di interesse: proliferazione di ellissoidi locali
- ◆ Tali ellissoidi hanno dimensioni (assi X,Y e Z) e centro (x_0, y_0, z_0) diversi.



ELISSOIDE INTERNAZIONALE



Elissoide internazionale di Hayford (1924)

$$a = 6.378.388,000 \text{ m}$$

$$b = 6.356.911,946 \text{ m}$$

$$f = (a-b)/a = 0,003367003$$

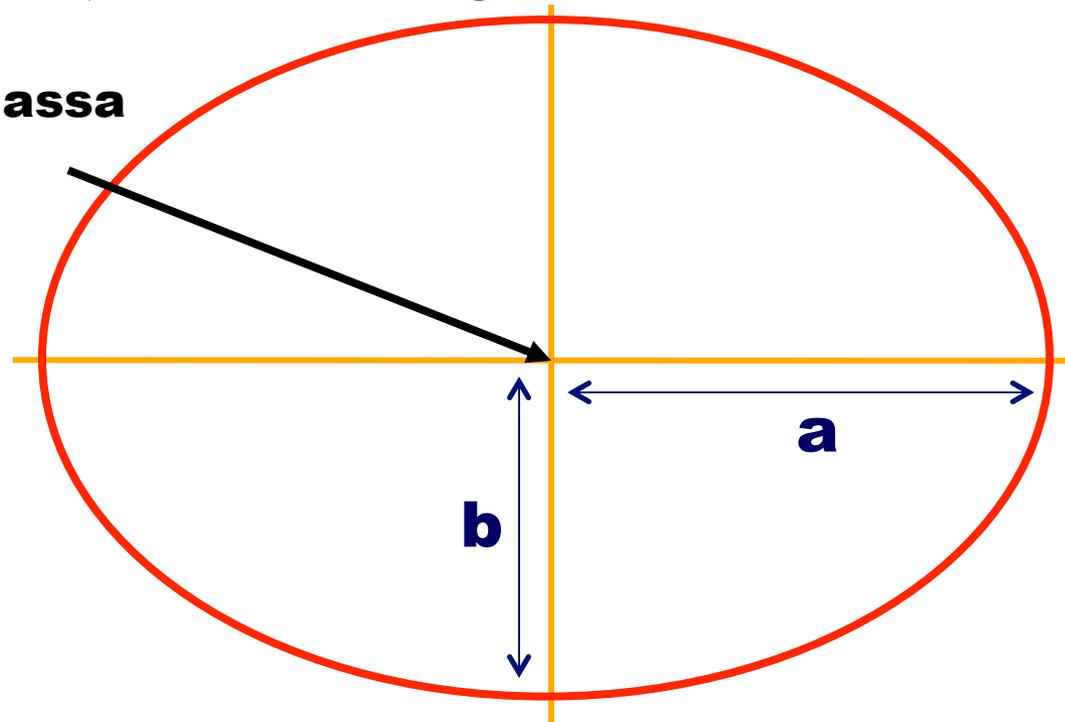
(schiacciamento)

usato nei sistemi
UTM e Gauss-Boaga

ELISSOIDE GEOCENTRICO

Il sistema globale WGS (World Geodetic System) è stato sviluppato dal dipartimento della difesa degli stati uniti. Nasce dalla necessità di unificare il sistema di riferimento per uniformare le coordinate, anche molto diverse tra loro, utilizzando i sistemi geodetici locali.

centro di massa
della terra



Elissoide WGS84 (1984)

$$a = 6.378.137,000 \text{ m}$$

$$b = 6.356.752,310 \text{ m}$$

$$f = (a-b)/a = 0,0033528113303$$

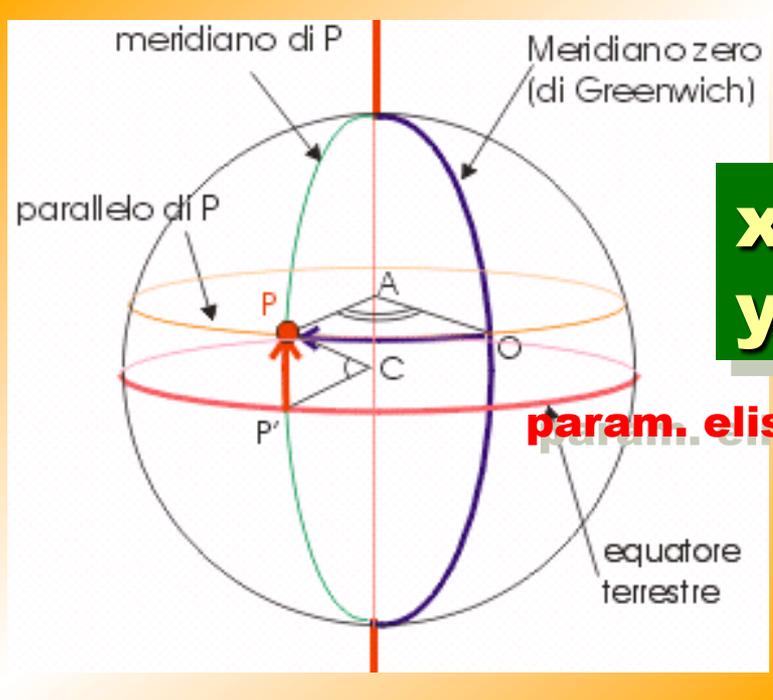
(schiacciamento)

usato nei sistemi di
posizionamento **GPS**

Geometricamente è costituito da una terna cartesiana con l'origine nel centro della Terra, l'asse Z parallelo all'asse di rotazione terrestre e l'asse X passante per il meridiano di Greenwich. L'asse di rotazione dell'ellissoide coincide con l'asse Z.

PROIEZIONI: DEFINIZIONE

CORRISPONDENZA BIUNIVOCA TRA LA SUPERFICIE DELL'ELISSOIDE ED IL PIANO DELLA RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA CARTESIANA

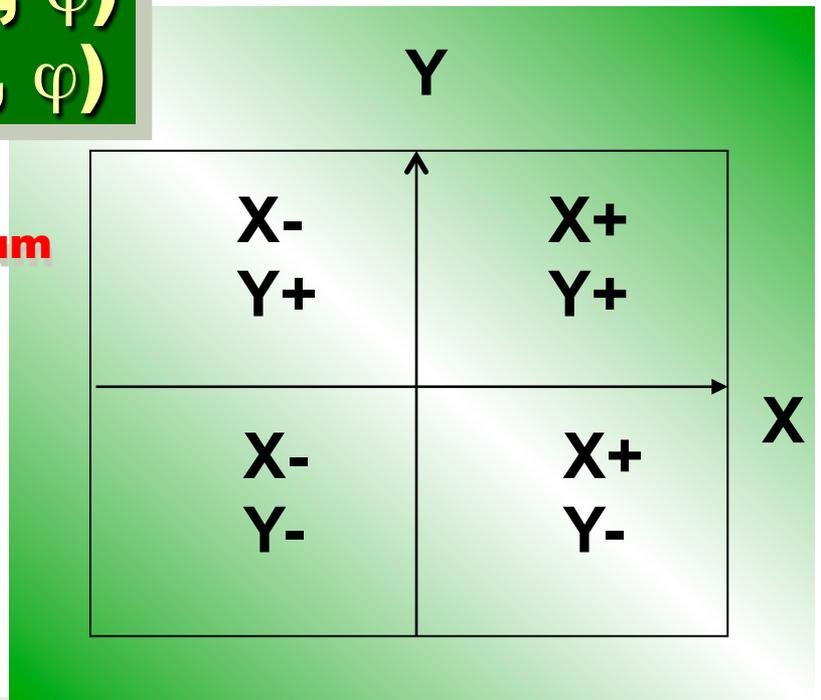


trasformazione coord. geografiche in cartesiane

$$x = f(\lambda, \varphi)$$
$$y = g(\lambda, \varphi)$$

param. ellissoide

Datum

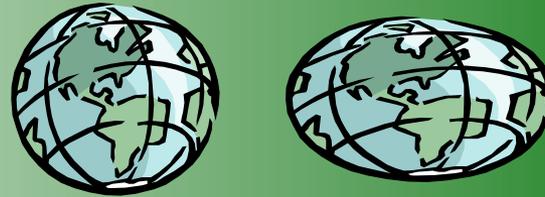


- **proiez. geometriche sul piano o su superfici intermedie**
- **proiez. da algoritmi per minimizzare deformazioni**

PROIEZIONI E DISTORSIONI

LE PROIEZIONI PROVOCANO **DISTORSIONI** IN UNA O PIÙ **PROPRIETÀ SPAZIALI**

- **forma**



- **area**



- **distanza**



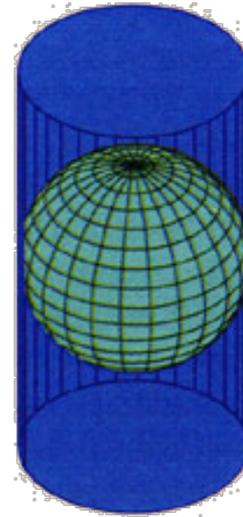
- **direzione**



PROIEZIONI GEOMETRICHE PIÙ COMUNI

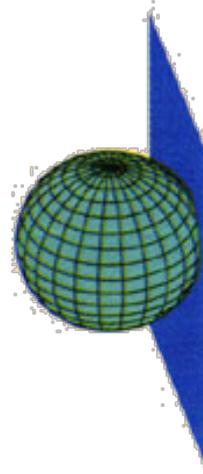
I tre tipi di proiezioni danno una **forma differente** ai **paralleli**:

- rettilinei per la **cilindrica**
- cerchi concentrici per la **conica**
- cerchi eccentrici per la **piana**



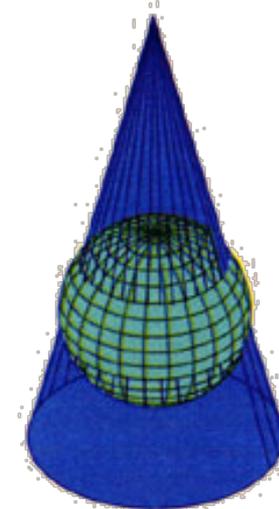
Cylindrical Projection Surface

CILINDRICA



PIANA

Secant Planar Projection

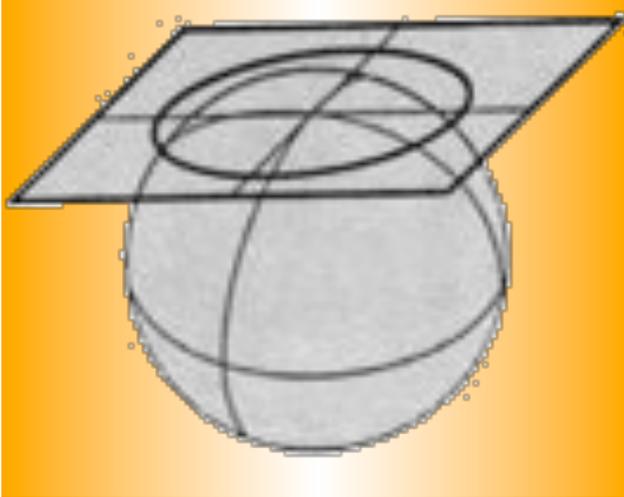


CONICA

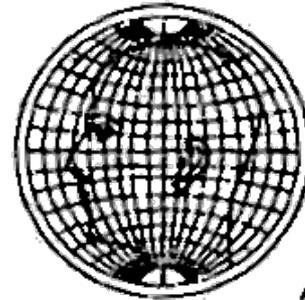
Secant Conic Projection

PROIEZIONI PROSPETTICHE

il quadro di proiezione
è un **PIANO**



- **polari:** piano tangente ad un polo
- **meridiane:** piano tangente all'equatore
- **azimutali:** piano tangente ad un punto qualsiasi



normale



ortografica



stereografica

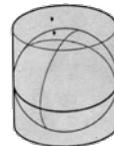
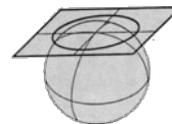
- **gnomoniche:** centro di proiezione (V) nel centro dell'elisse
- **stereografiche:** V sulla superficie dell'elisse nel punto opposto a quello di tg
- **scenografiche:** V fuori dalla superficie sulla normale al quadro
- **ortografiche:** all'infinito nella direzione della normale al quadro

PROIEZIONI CILINDRICHE

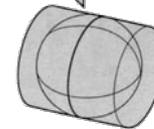
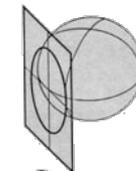
il quadro di proiezione è un
CILINDRO TANGENTE ALL'ELISSOIDE



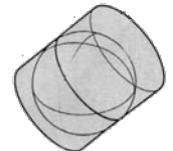
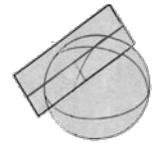
- **diretta**: l'asse del cilindro coincide con l'asse di rotazione
- **inversa**: l'asse del cilindro è posto sul piano equatoriale
- **obliqua**: l'asse del cilindro è posta in altre direzioni



diretta



inversa



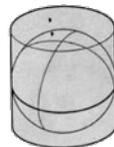
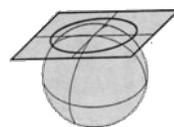
obliqua

PROIEZIONI CONICHE

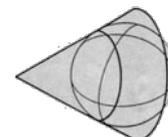
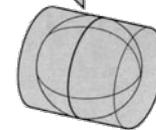
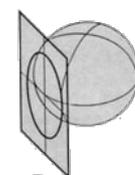
il quadro di proiezione è un
CONO TANGENTE ALL'ELISSOIDE



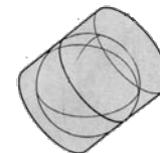
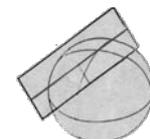
- **diretta**: l'asse del cilindro coincide con l'asse di rotazione
- **inversa**: l'asse del cilindro è posto sul piano equatoriale
- **obliqua**: l'asse del cilindro è posta in altre direzioni



diretta



inversa

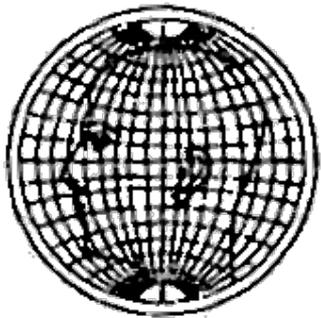


obliqua

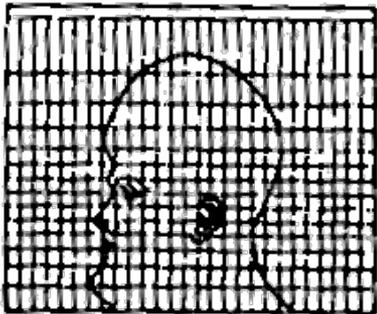
PROIEZIONE DI MERCATORE

PROIEZIONE CILINDRICA DIRETTA CONFORME

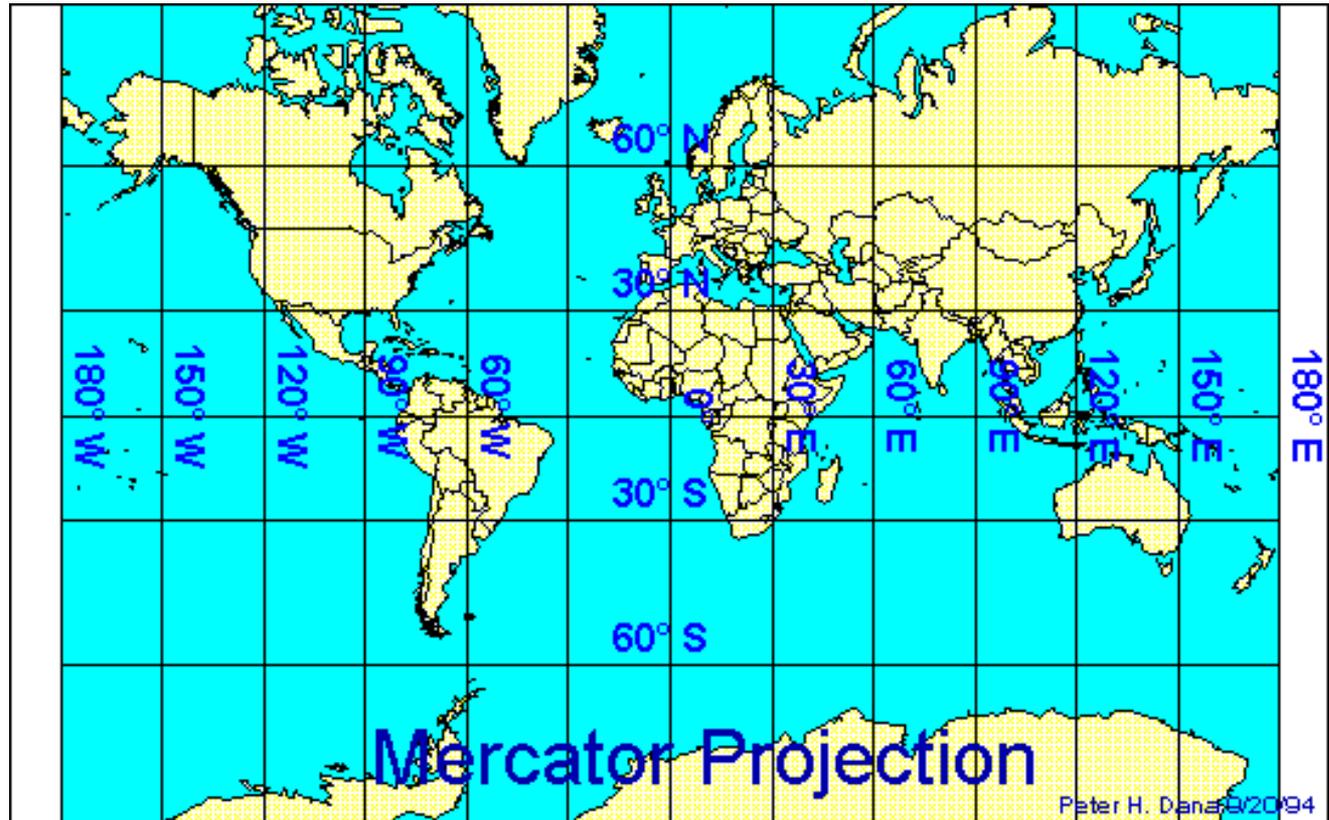
usata per la navigazione poiché la distanza tra due punti è data da un segmento che mantiene costante l'angolo con i meridiani



normale

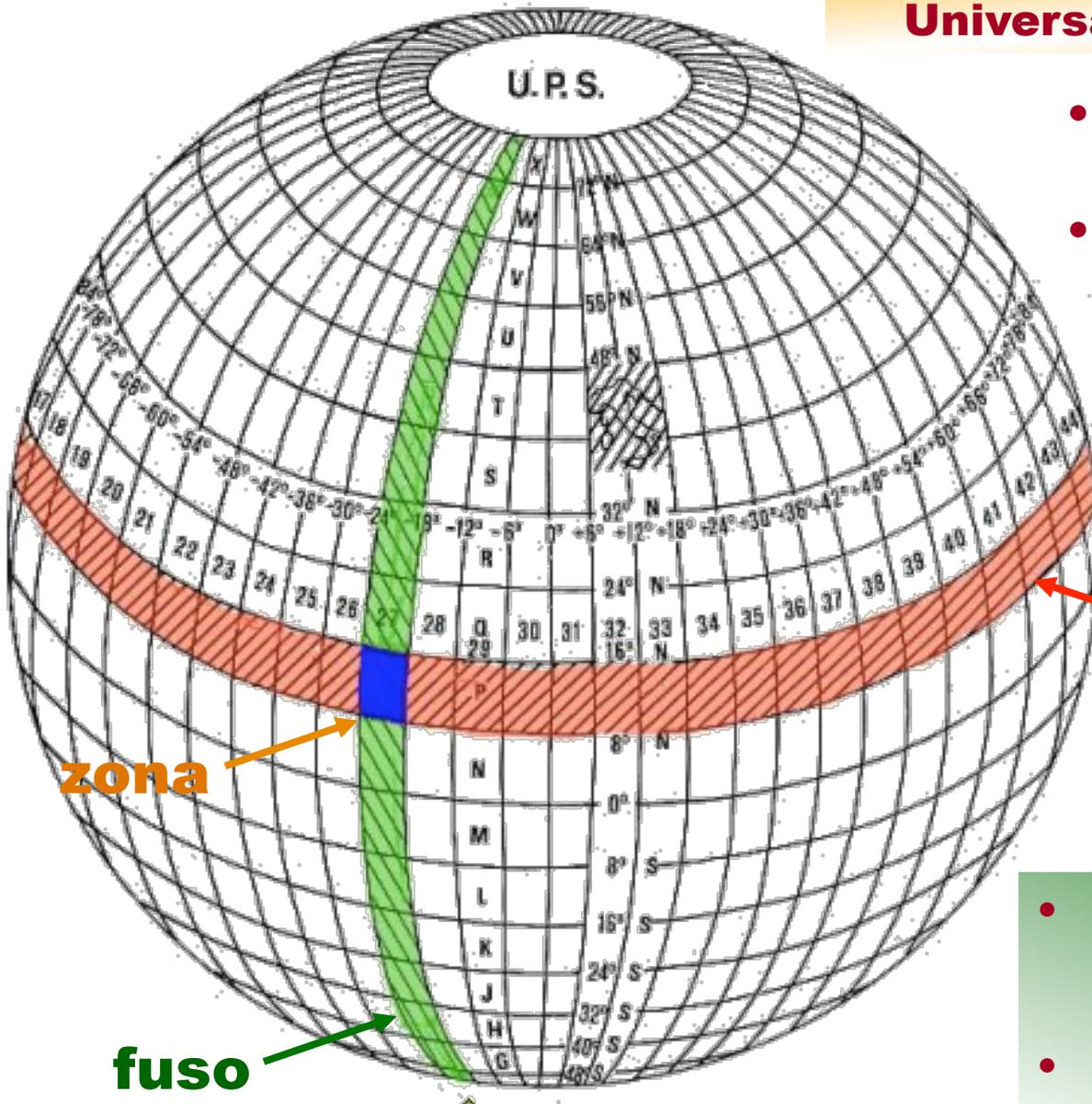


di Mercatore



PROIEZIONE UTM (1)

Universale Trasversa di Mercatore



- Terra divisa in **60 FUSI** di ampiezza **6°**
- applicare ad ogni fuso la **PROIEZIONE CONFORME DI GAUSS (Trasversa Mercatore)** intorno al meridiano centrale

fascia

zona

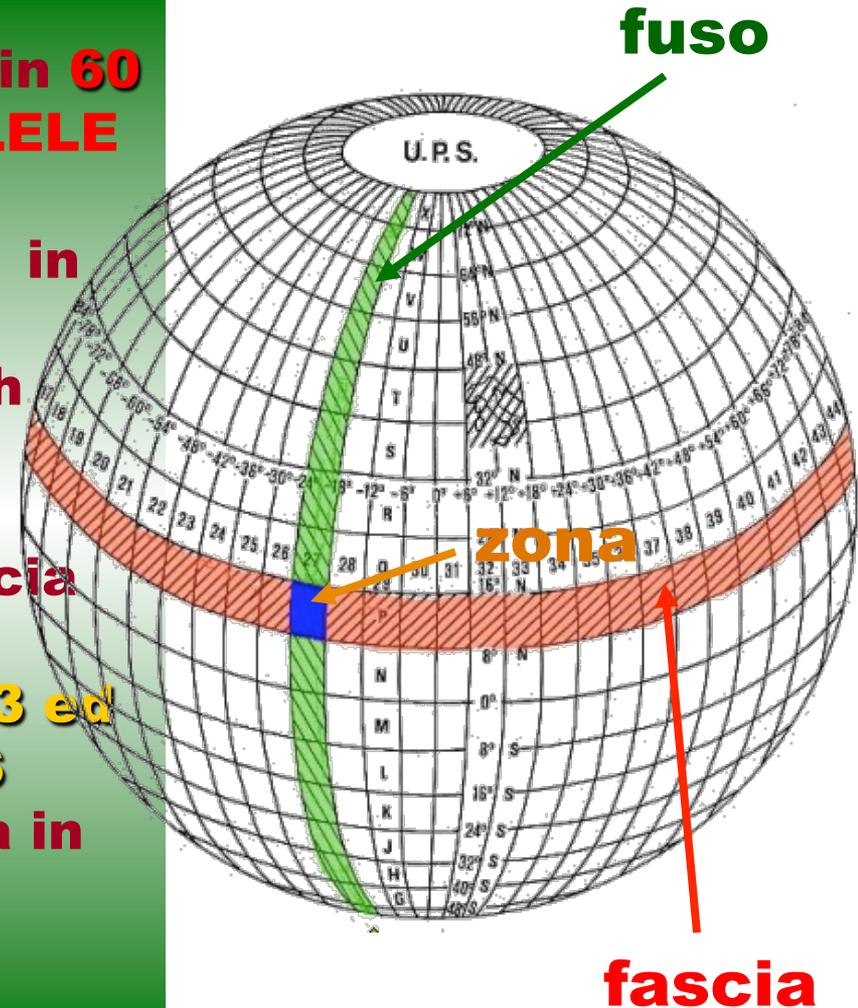
fuso

- limita il problema delle deformazioni della proiezione di Gauss
- non è applicata a latitudini superiori a **80°**

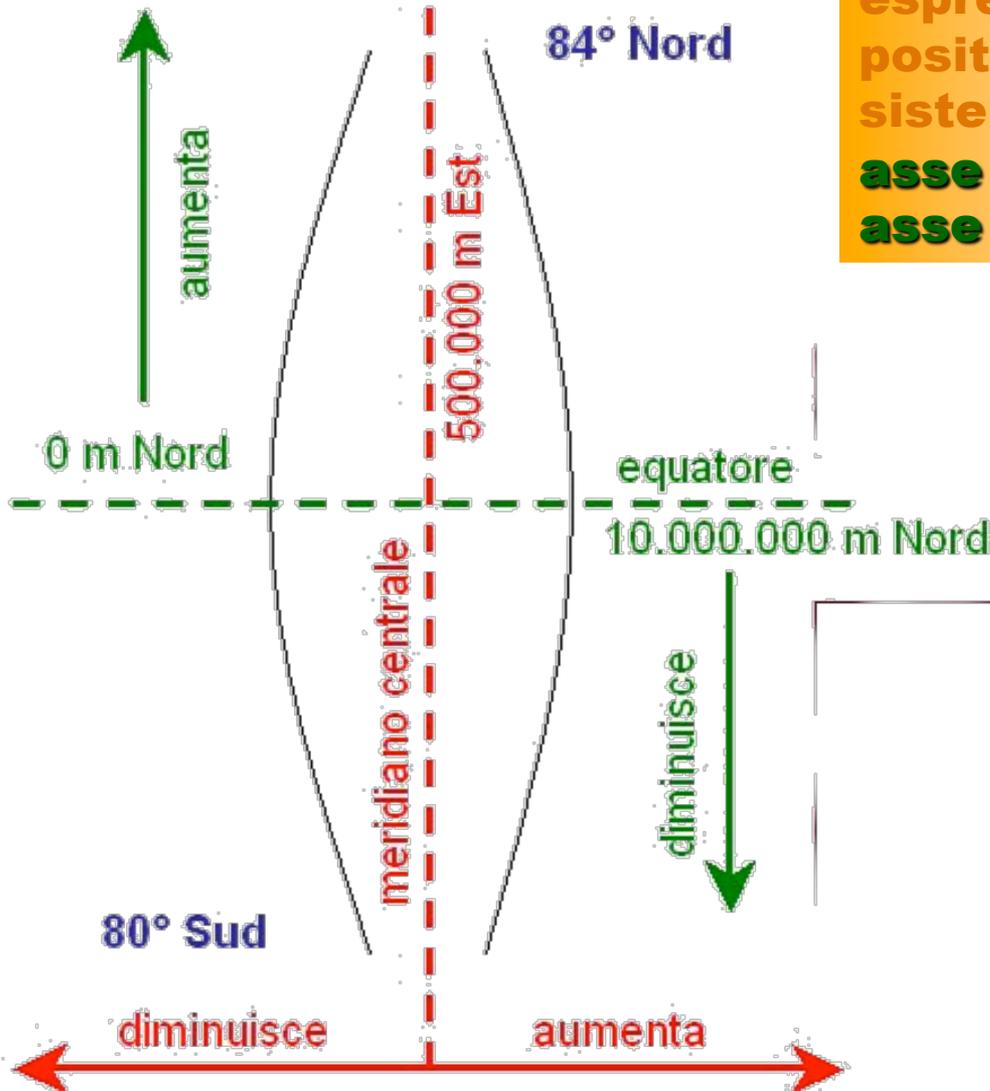
PROIEZIONE UTM (2)

Universale Trasversa di Mercatore

- la superficie terrestre è divisa in **60 FUSI DI 6°** e **20 FASCE PARALLELE DI 8°**
- i **FUSI** sono numerati da 1 a 60 in senso antiorario partendo dall'antimeridiano di Greenwich
- le **FASCE** sono identificate da lettere
- l'incrocio di un fuso ed una fascia identifica una **ZONA**
- l'**ITALIA** è situata nei fusi 32, 33 ed in parte 34 e nelle fasce T ed S
- ogni zona di 6° x 8° viene divisa in quadrati da 100 km di lato identificati da 2 lettere



PROIEZIONE UTM (3)



le coordinate di un punto sono espresse in **METRI** e sono sempre positive, esse sono riferite ad un sistema cartesiano con:
asse X = equatore
asse Y = meridiano centrale del fuso

quindi **P(x,y)**:
X = coord. EST = distanza dal meridiano centrale del fuso
Y = coord. NORD = distanza dall'equatore

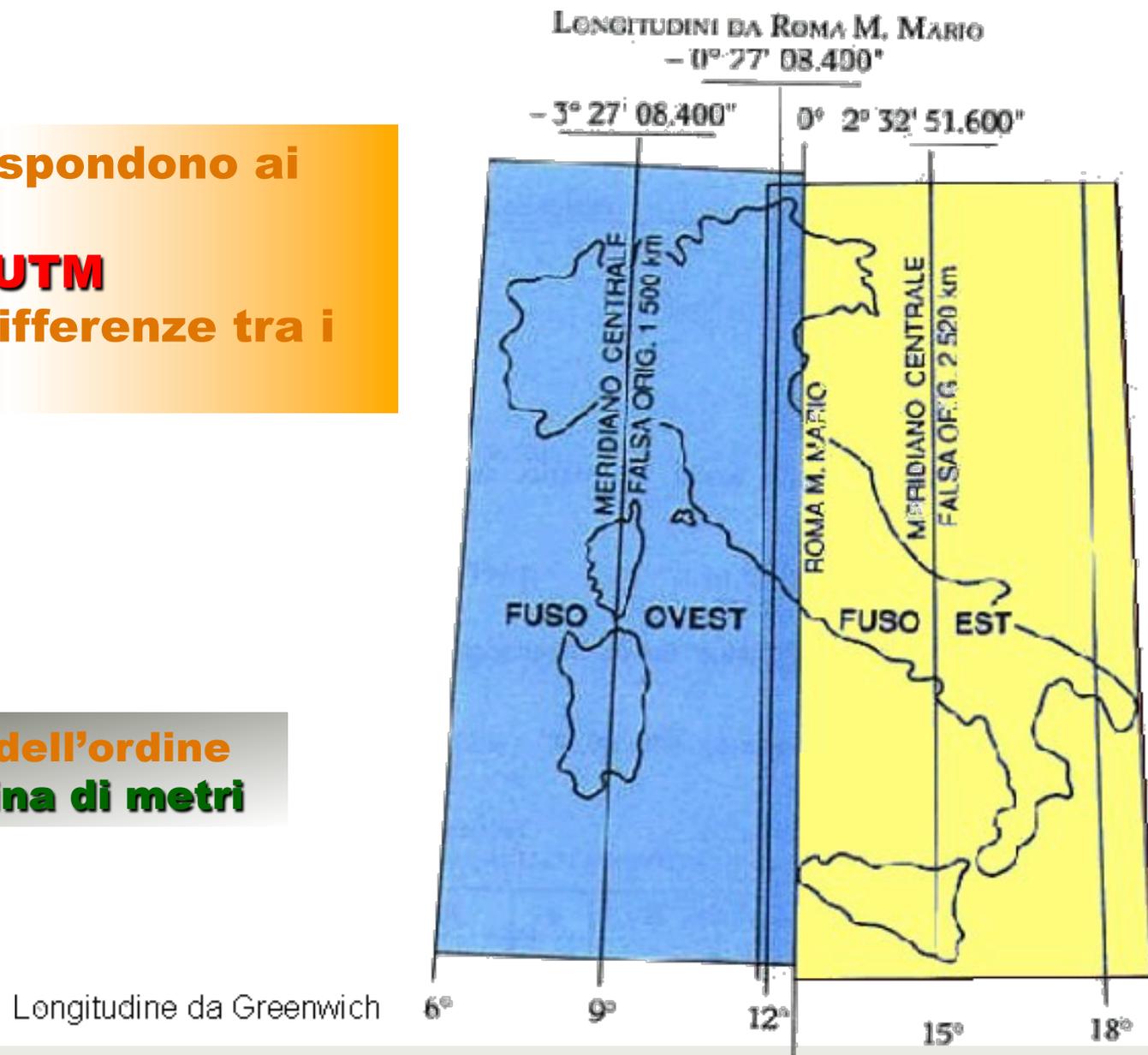
all'equatore il "Northing" è 0 per l'emisfero boreale e 10000 km per quello australe

per avere sempre valori positivi al meridiano centrale del fuso viene assegnata una falsa origine ("Easting") di 500 km

I DUE FUSI DEL SISTEMA GAUSS-BOAGA

I due fusi corrispondono ai
FUSI 32 E 33
DEL SISTEMA UTM
a meno delle differenze tra i
due Datum

la differenza è dell'ordine
di qualche decina di metri



SISTEMA WGS84

è un sistema elissoidico internazionale

Datum	l'ellissoide è geocentrico ed unico per tutta la superficie terrestre
Rapp. cartografica	ufficialmente nessuna in pratica utilizzata UTM, comprende 60 fusi di ampiezza 6° numerati verso E partendo da quello con meridiano centrale a 177° di long. O (Oceano pacifico) fatt. contrazione = 0,9996 falsa origine coord., Est: 500 km falsa origine coord. Nord: 0 km (emisfero boreale) falsa origine coord. Nord: 10000 km (emisfero australe)

Tipi di errore

- Alcuni di questi fattori sono:
 - Estensione dell'area considerata
 - Sistema di proiezione utilizzato
 - Differenze tra il mondo reale e il modello di geoidi utilizzato
 - Semplificazioni degli algoritmi di proiezione
- Gli errori di conversione non sono eliminabili completamente ma comunque riducibili

Definizione di un sistema

- I software GIS gestiscono i sistemi di riferimento e i relativi passaggi tra essi
- Il passaggio da un sistema di riferimento ad un altro comporta la **riproiezione** dei dati
- Il **Datum** e il tipo di **proiezione** associati a uno strato informativo presente in un SIT **DEVONO** essere correttamente definiti

Definizione di un sistema

- Uno standard utilizzato per la definizione dei sistemi di riferimento è fornito dall' **EPSG** (European Petroleum Survey Group)
- Esistono diversi formati file per la definizione di uno stesso sistema (dipendenti dal software utilizzato)
- Informazioni sui codici EPSG: <http://spatialreference.org>

Passaggio tra Sistemi

- Dopo aver correttamente definito un sistema di coordinate (datum e proiezione) di uno strato informativo si può effettuare una riproiezione
- La riproiezione dei dati comporta 2 step:
 - Scelta del Datum e della proiezione di output
 - Trasformazione del Datum (opzionale)

Trasformazione di Datum

- La Trasformazione del Datum è necessaria per evitare il disallineamento tra i dati
- La trasformazione può avvenire secondo due modalità:
 - **Traslazione dell' ellissoide**
“Geocentric Translation” - 3 parametri
 - **Roto-traslazione dell' ellissoide**
“Position Vector” – 7 parametri

Trasformazione di Datum

- La scelta del tipo di trasformazione di Datum dipende dalla zona di interesse
- In Italia si considerano tre zone:
 - Italia (penisola)
 - Sicilia
 - Sardegna

Trasformazione di Datum

- Le trasformazioni di Datum sono definite rispetto al WGS 84
- Esempio:
 - Il passaggio da Gauss Boaga Ovest a UTM 32-WGS 84 comporta la trasformazione del Datum da Roma 40 (“Monte Mario”) a WGS 84
 - Se l’ area interessata dalla trasformazione si trova nell’ Italia peninsulare si sceglierà la trasformazione:

Monte_Mario_To_WGS_1984_4

Trasformazione di Datum

I file corretti per le trasformazioni di Datum sono

	<i>ED 50 – WGS 84</i>	<i>Monte Mario – WGS 84</i>
Italia Penisola	ED_1950_To_WGS_1984_1	Monte_Mario_To_WGS_1984_4
Sardegna	ED_1950_To_WGS_1984_10	Monte_Mario_To_WGS_1984_2
Sicilia	ED_1950_To_WGS_1984_11	Monte_Mario_To_WGS_1984_3

DAL GIS al WebGIS

- Oggi molti dati e servizi GIS sono disponibili tramite Internet
 - il più noto è Google Maps
 - anche i comuni spesso rendono disponibili i piani regolatori ed altre informazioni tramite un webGIS

The screenshot shows the Google Maps interface in Italian. The browser address bar displays <http://maps.google.it/>. The search bar contains the text "Cerca sulle mappe" and "Mostra opzioni di ricerca". The main map area shows a satellite view of central Italy with a blue route highlighted from Pontedera in the north to Rome in the south. On the left side, there is a sidebar with the following content:

Indicazioni stradali | [Le mie mappe](#)

Google Maps Italia

Cerca sulle mappe [Mostra opzioni di ricerca](#)

Indicazioni stradali per Roma
334 km – circa 3 ore 32 min

1. Procedi in direzione **ovest** da **Via Dante** verso **Via Alessandro Manzoni** 0,3 km

2. Alla rotonda, prendi l'uscita **2a** per **Via della Repubblica** 0,5 km

3. Svolta leggermente a **destra** su **Viale del Risorgimento** 0,4 km

4. Svolta a **destra** a **Via della Stazione Vecchia** 95 m

5. Prosegui su **Via Alcide De Gasperi** 0,7 km

6. Alla rotonda, prendi l'uscita **3a** per **Viale Europa** 1,8 km

7. Alla rotonda, prendi l'uscita **2a** allo svincolo **Strada Grande Comunicazione Firenze-Pisa-Livorno** per **Firenze** 0,7 km

8. Entra in **Strada Grande Comunicazione Firenze-Pisa-Livorno** 47,7 km

9. Prendi l'uscita per **A1 verso Roma** **Strada a pedaggio parziale** 245 km

10. Prendi l'uscita verso **Roma/E80/A12/ Civitavecchia/Roma Nord/Rieti** **Strada a pedaggio** 1,3 km

11. Entra in **A1dir** **Strada a pedaggio parziale** 20,8 km

12. Prendi l'uscita verso **SS4/Salaria/SS3/ Clementina/E80/A12/Civitavecchia** 1,7 km

Completo

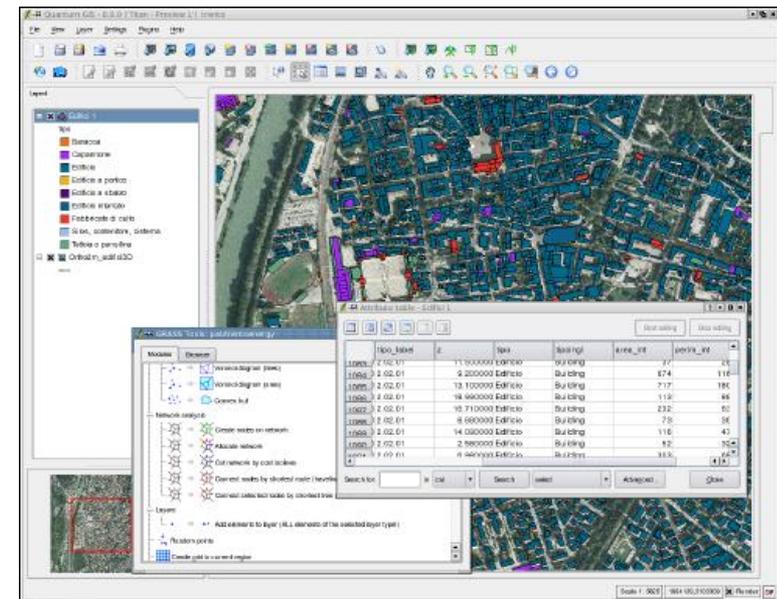
©2008 Google - Immagini ©2008 TerraMetrics. Map data ©2008. Tele Atlas v. Termini e condizioni. Google.it

Tor disattivato | zotero | Parzialmente nuvoloso, 31°C | 19°C | 33°C

Quantum GIS

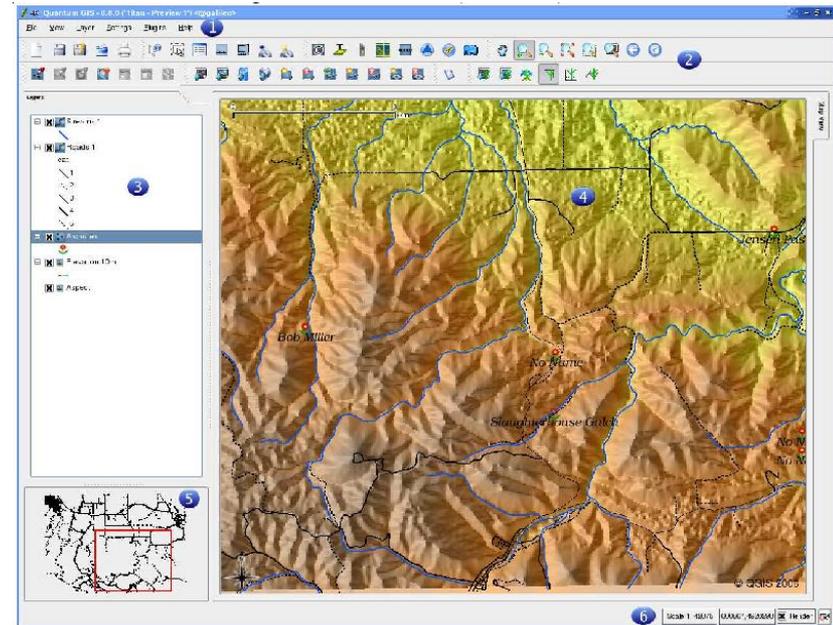


- QuantumGIS (QGIS) è un software Open Source che permette di visualizzare, interrogare, editare carte, creare stampe ed effettuare semplici analisi spaziali
- QGIS usato come interfaccia del più potente software GIS Open Source GRASS permette di realizzare complesse operazioni di analisi geografica quali la modellistica spaziale e l'analisi di immagini satellitari
- Per avviare QGIS, dopo aver seguito le semplici operazioni di installazioni come riportate nel relativo manuale e dopo aver copiato sul vostro computer i dati contenuti nel CD, cliccate sulla icona QGIS presente sul vostro desktop



Quantum GIS

- L'interfaccia di QGIS può essere suddivisa in sei sezioni:
- 1) **Barra del menù**
 - fornisce accesso alle varie funzioni di QGIS utilizzando un menù a tendina
- 2) **Barra degli strumenti (icone)**
 - fornisce l'accesso alla maggior parte delle funzioni, più le funzioni per l'interazione con la mappa. Ogni elemento della barra degli strumenti ha una guida: tenete il vostro mouse sopra l'elemento e verrà visualizzata una breve descrizione della sua funzione



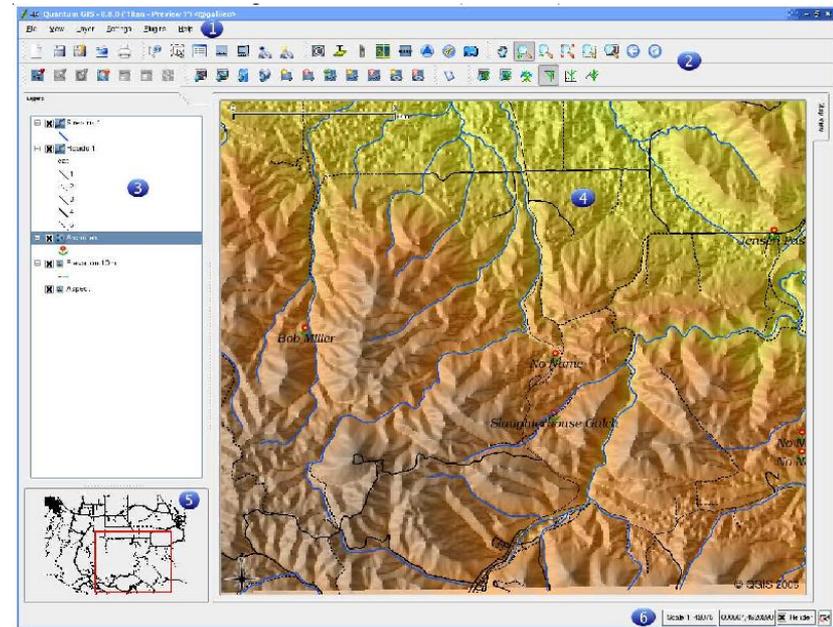
Quantum GIS

3) Legenda

- regola la visibilità e la disposizione "z" dei livelli. Con disposizione "z" si intende l'ordine di sovrapposizione dei livelli: quelli elencati più vicino alla parte superiore della legenda sono disegnati sopra quei livelli elencati nella parte più bassa

4) Area di visualizzazione

- questa è l'area in cui le mappe vengono visualizzate. La mappa visualizzata in questa finestra sarà il risultato dei livelli vettoriali e raster che avete scelto di caricare



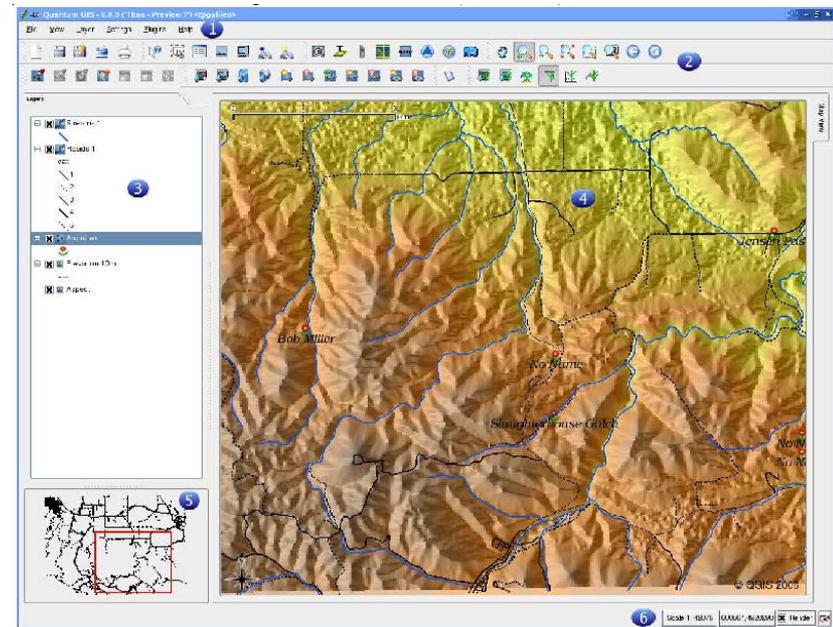
Quantum GIS

5) Mappa panoramica

- fornisce una vista completa dei livelli aggiunti ad essa. E' possibile spostare il rettangolo rosso che mostra la tua estensione di visualizzazione attuale, la mappa visualizzata si modifica in accordo con questa operazione

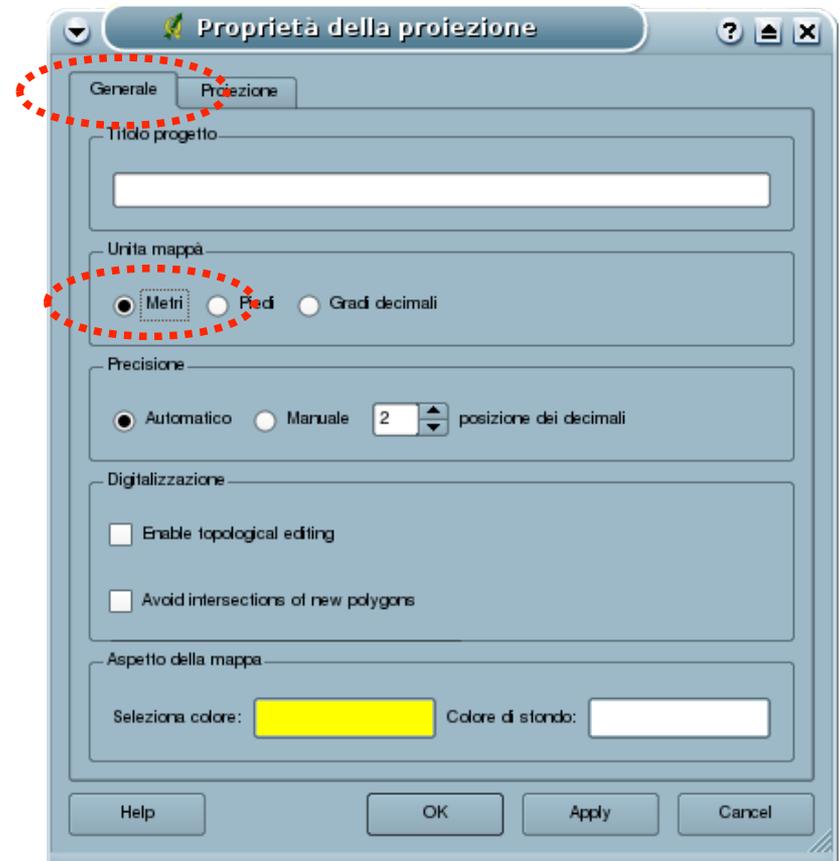
6) Barra di stato

- mostra la posizione del mouse in base alle coordinate della mappa (per esempio metri o gradi decimali). La barra di stato inoltre mostra la scala di visualizzazione



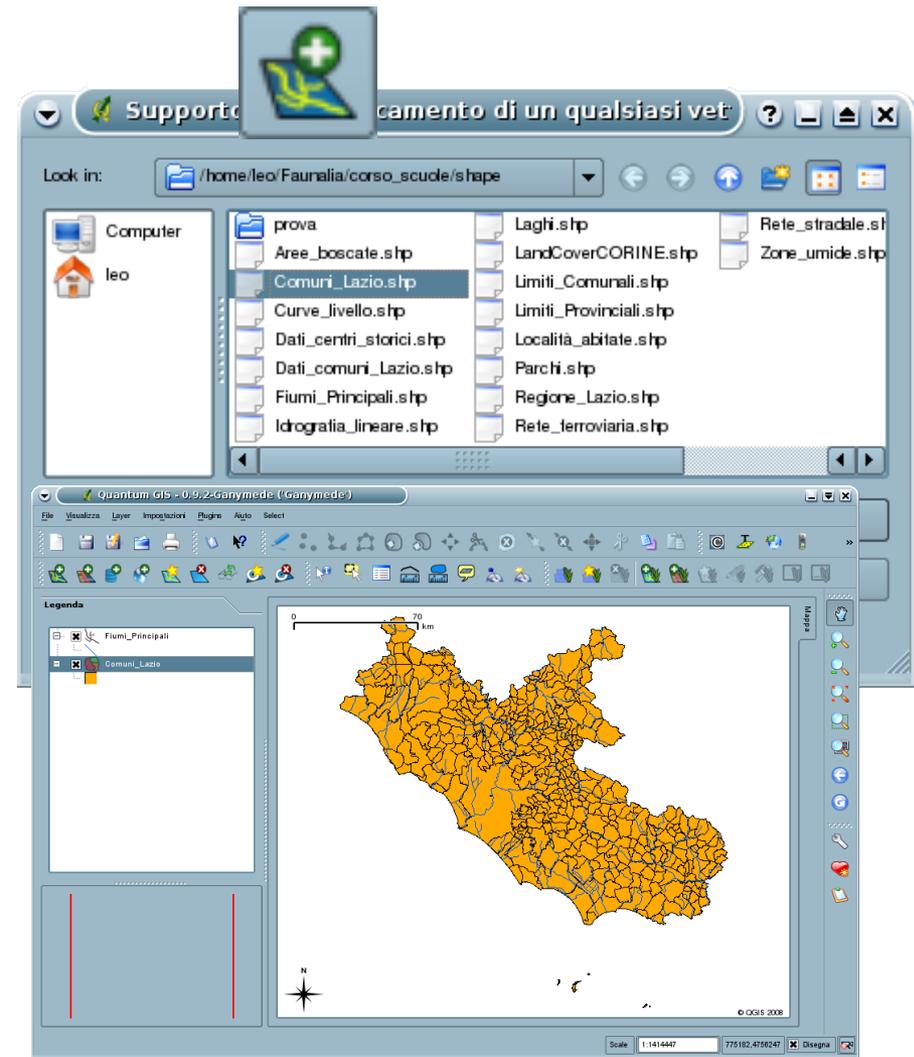
QGIS – Impostazioni di base

- I nostri dati sono associati al sistema di proiezione UTM EDL79 che ha come unità di misura il metro lineare
- QGIS è in grado di riconoscere il sistema di proiezione associato ai dati geografica non l'unità di mappa
- Scegliamo il percorso **Impostazioni** → **Proprietà del progetto** dalla Barra del menù e impostiamo l'opzione **Metri** nella sezione **Unità di mappa** nella linguetta **Generale**



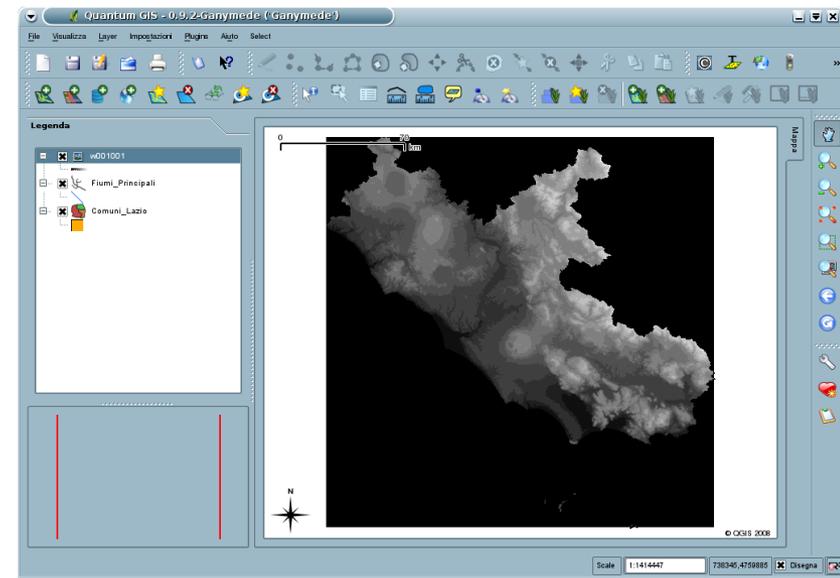
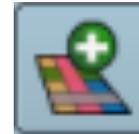
QGIS – Caricare dati vettoriali

- Per caricare un elemento vettoriale (es. shapefile) si clicca sull'icona **Aggiungi un layer vettoriale**. La finestra dovrà essere usata per selezionare il file *Comuni_Lazio.shp* contenuto tra i dati d'esempio
- Dopo aver selezionato il file e cliccato su **Open** il dato vettoriale relativo alla rappresentazione cartografica dei comuni della Regione Lazio apparirà sulla schermata principale
- Per esercitazione caricare il file *Fiumi_Principali*



QGIS – Caricare dati raster

- Per caricare un dato raster (es. Arc/Info Binary Grid) si clicca sull'icona **Aggiungi un raster**
- Selezionare il raster *w001001.adf* contenuto tra i dati d'esempio, visualizzabile dopo aver selezionato nella sezione **Files of type** della finestra la voce '*GRASS, AIG e per tutti gli altri files (*)*'
- Dopo aver selezionato il dato e cliccato su **Open** il dato raster relativo alla rappresentazione cartografica delle classi altimetriche (DEM) della Regione Lazio apparirà sulla schermata principale



QGIS - Navigare nella mappa

- Per spostarsi sull'area di mappa cliccare l'icona **Sposta mappa**:
tendendo premuto il tasto sinistro sulla mappa trascinare la mappa
stessa per visualizzare l'area desiderata
- Per zoomare all'estensione di un singolo strato selezionare il nome
dello strato sulla legenda e cliccare l'icona **Zoom sul layer**
- Per zoomare ad un'estensione tale che permetta di visualizzare tutti
gli strati caricati cliccare sull'icona **Vista massima**
- L'icona **Ultimo zoom** permette di reimpostare l'area di mappa
precedente
- L'icona **Aggiorna** permette di fare un aggiornamento dello schermo



Risorse e Riferimenti:

- Il materiale di questa lezione è stato assemblato utilizzando le seguenti risorse disponibili online:
 - <http://users2.unimi.it/lzzmsm/SUPAG%20lez5-1-%20cartografia.ppt>
 - http://didattica.uniroma2.it/assets/uploads/corsi/39144/Sistemi_informativi_geografici_280411.ppt
 - <https://www.docenti.unina.it/downloadPub.do?tipoFile=md&id=95593>
 - <http://users2.unimi.it/lzzmsm/SUPAG%20lez5-1-%20cartografia.ppt>
 - <http://digilander.libero.it/cimbelli/Presentazioni/2%20-%20Sistemi%20di%20riferimento.ppt>
 - http://www.uniroma2.it/didattica/met_gis_09/deposito/Lezione_1.ppt