

# I sistemi di riferimento e le proiezioni cartografiche



# Un po' di numeri

## Le dimensioni della Terra

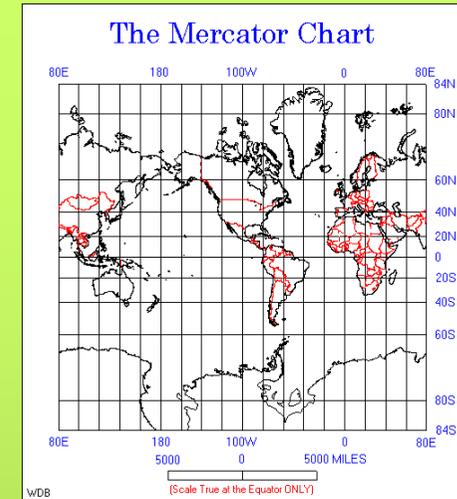
Raggio Equatoriale (a)	Km 6.378,4
Raggio Polare (b)	Km 6.356,9
Differenza (a - b)	Km 21.5
Schiacciamento ( $\alpha = [a - b]/a$ )	1/297
Circonferenza equatoriale	Km 40.076,6
Lunghezza del Meridiano	Km 40.008,9
Superficie	Km <sup>2</sup> 509.950,414
Volume	Km <sup>3</sup> 1.083.000.000
Monte Everest	m 8.882
Fossa di Emden	m -10.793

# Assunzioni principali

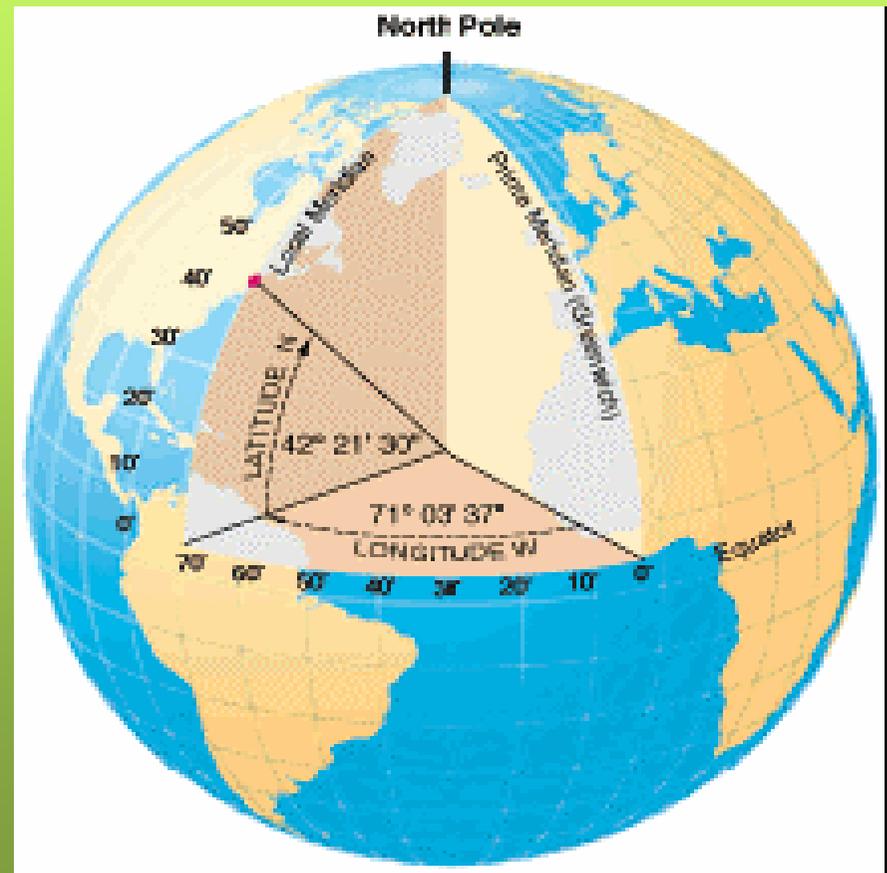
- La terra non è sferica
- La necessità di modellare la terra ci conduce a creare, definire e usare dei sistemi di riferimento (**DATUM**)
- La necessità di passare da un modello 3d ad uno bidimensionale ci porta a creare, definire ed usare sistemi di proiezione cartografica
- La necessità di definire la posizione orizzontale e l'altezza di un punto ci porta ad usare i sistemi di coordinate



# Coordinate sferiche e coordinate rettangolari o cartesiane



- Le **coordinate sferiche** si misurano in **latitudine** e **longitudine**, cioè angoli misurati in gradi, dal centro della terra ad un punto della superficie.
- Le **coordinate cartesiane** si basano su un sistema di due **assi ortogonali** (**x,y**). La localizzazione di un punto è dato dall'intersezione dei due valori



# LE COORDINATE GEOGRAFICHE

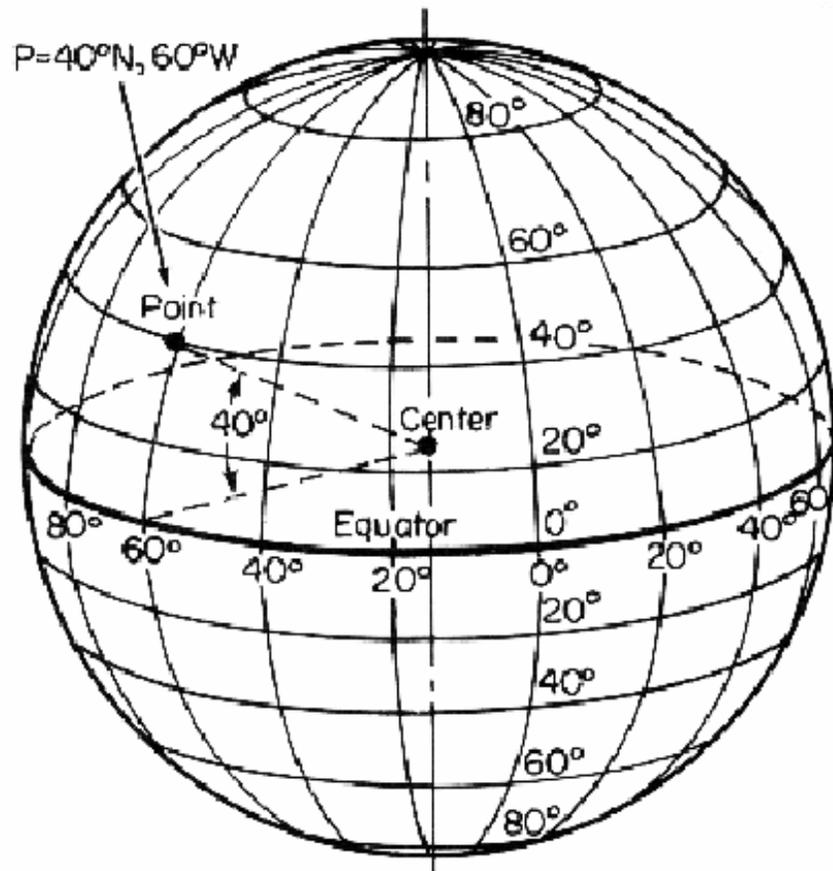
## Paralleli

- Linee di intersezione con la superficie terrestre di piani perpendicolari all'asse terrestre
- Linee che uniscono punti con identico valore di latitudine

## Meridiani

- Linee di intersezione con la superficie terrestre di piani contenenti l'asse terrestre e passanti per i poli
- Linee che uniscono punti con identico valore di longitudine

# Coordinate sferiche



- Latitudine ( $\Phi$ ),  
longitudine ( $\Gamma$ )
- Definite in base ad una  
duplice rete di linee
- Parallele all'Equatore  
(paralleli, latitudine), da  
 $-90^\circ$  a  $0^\circ$  a  $90^\circ$ .
- Passanti per i poli  
(meridiani, longitudine) a  
partire dal meridiano di  
Greenwich ( $0^\circ$ ),  
crescono verso Est.

# LATITUDINE E LONGITUDINE

- **Latitudine e longitudine vengono misurate in gradi e frazioni di grado (gradi sessagesimali gg° mm' ss'' o decimali gg.mmss)**
- **Tutti i punti che si trovano sull'Equatore hanno latitudine 0°, mentre il valore massimo possibile per la latitudine Nord o Sud è 90° ai poli**
- **Tutti i punti del meridiano iniziale hanno longitudine 0° ed il valore massimo possibile si ha sull'antimeridiano corrispondente**

# Il problema delle coordinate sferiche

- Il sistema latitudine/longitudine è poco pratico per piccole distanze.
- La lunghezza di un arco non è costante.
- La rappresentazione cartografica tipicamente è planare e non sferica.

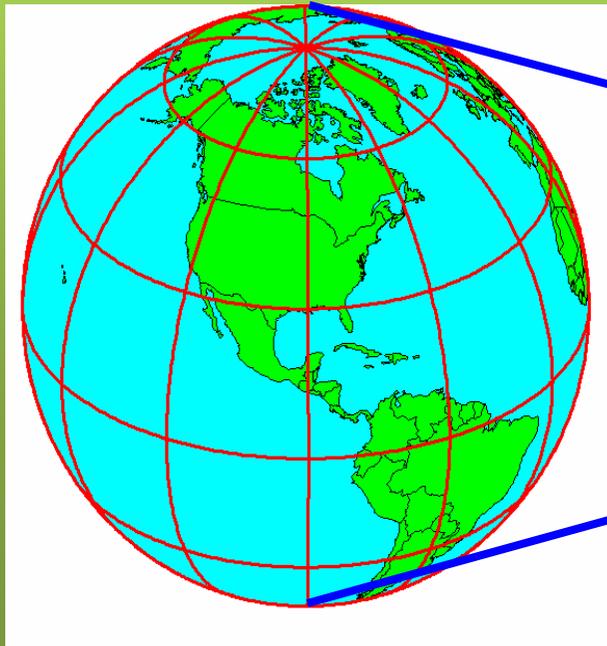
*Come trasformare le coordinate sferiche in piane?*

**LE PROIEZIONI GEOGRAFICHE**

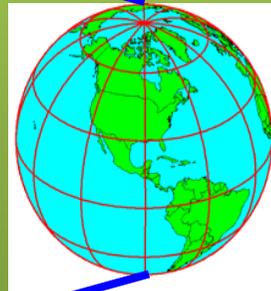
# Superficie terrestre

Scopo è quindi quello di sviluppare la superficie della terra sul piano.

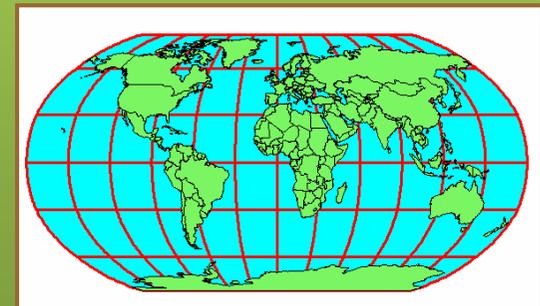
Superficie  
Terrestre



Sferoide o  
ellissoide



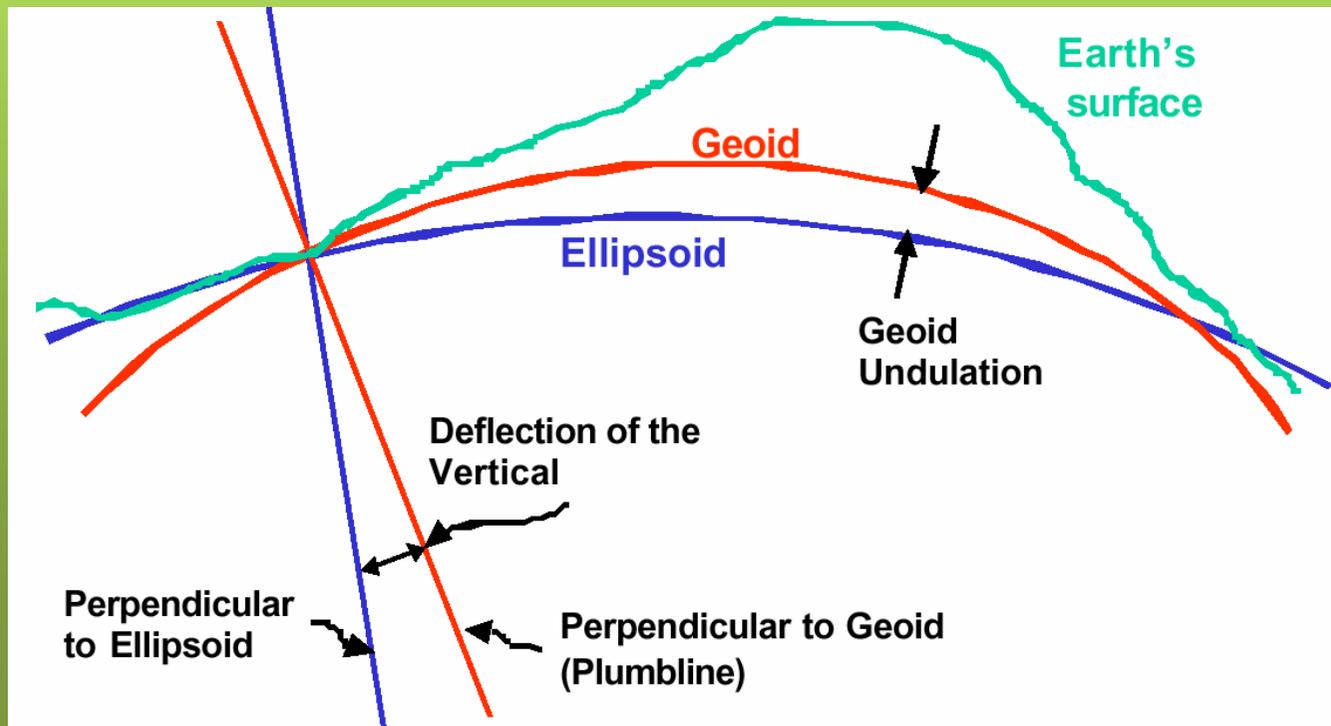
Cartografia,  
rappresentazione  
bidimensionale



# Forma della terra

La forma terra può essere approssimata a:

- **sfera**
- **ellissoide o sferoide** (ellissoide di rivoluzione)
- **geoide**



# Definizione geoide

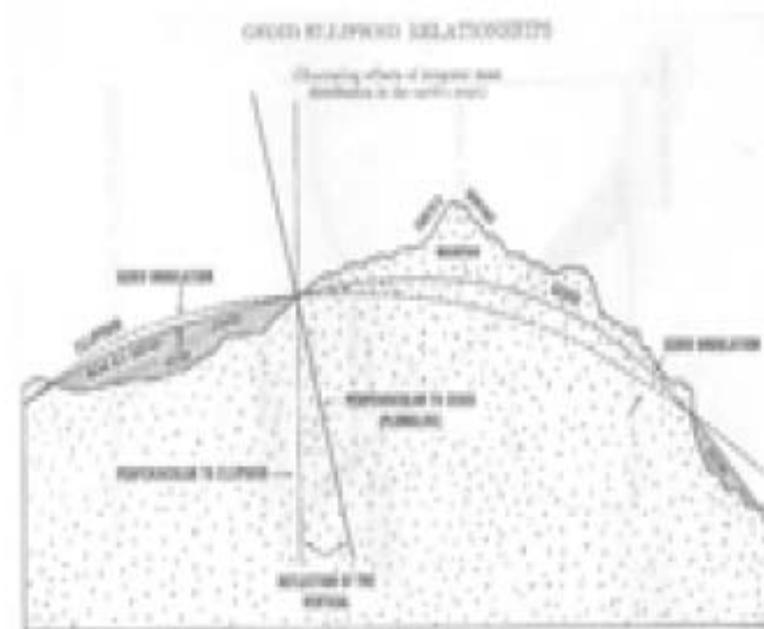
- Il geoide "coinciderebbe con la superficie dei mari opportunamente prolungata sotto le terre emerse, qualora l'acqua dei mari avesse la stessa temperatura, la stessa densità e non esistessero le perturbazioni dovute alle correnti, ai venti ed alle maree. (G. Inghilleri)
- Il geoide è la forma geometrica che tiene conto dello sferoide e delle variazioni di gravità
- Si può anche pensare come la superficie equipotenziale del campo gravitazionale passante per il livello medio dei mari.

# Ellissoide

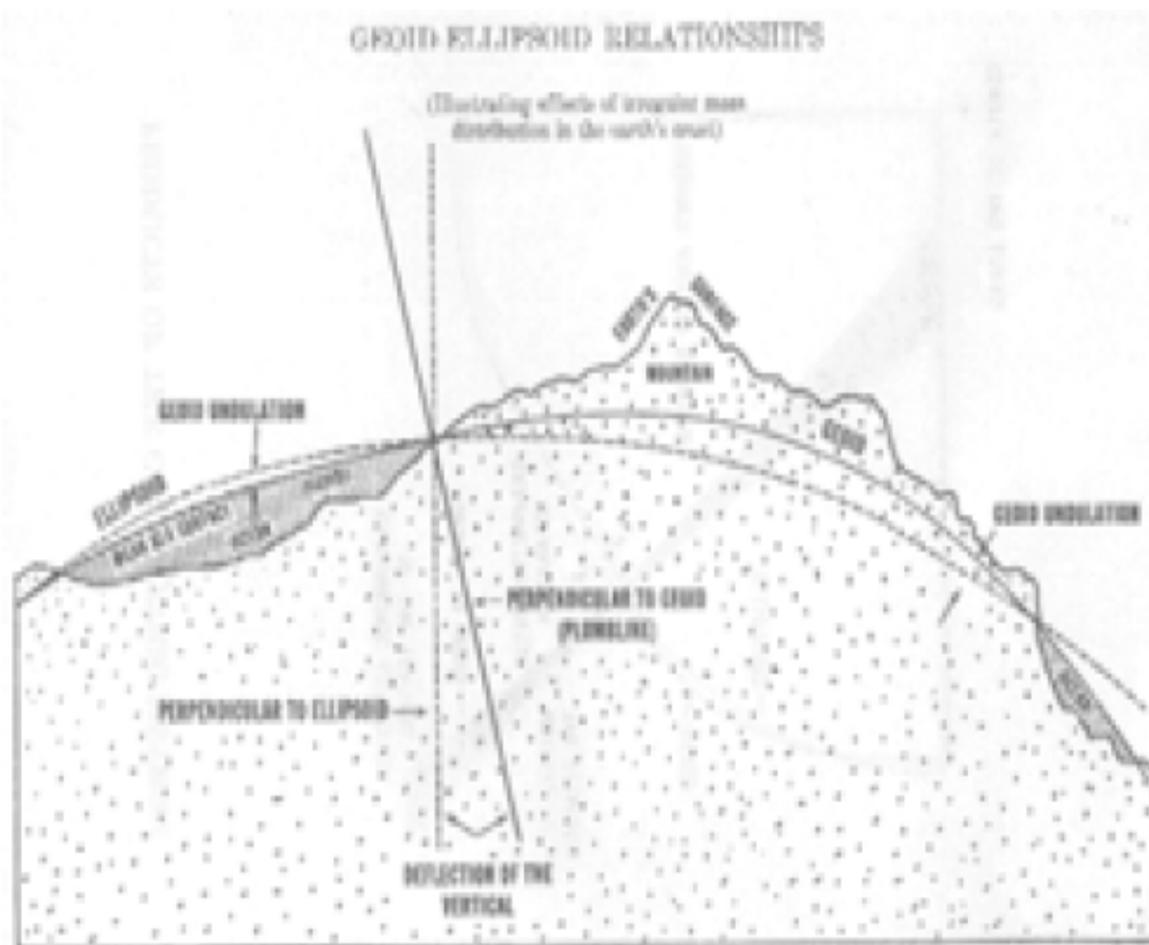
- E' un oggetto matematicamente definito che approssima la superficie e la forma della terra
- Deve essere fissato un punto di origine e di orientazione rispetto alla terra
- Definisce una superficie orizzontale di riferimento, datum
- Molti ne esistono
  - Storicamente non vi è mai stata la necessità di operare con un sistema univoco mondiale
  - Ci sono molti datum che permettono di massimizzare l'accuratezza in ambiti locali (stati, continenti)
- Datum differenti danno differenti coordinate per lo stesso punto
- Solo negli ultimi anni vi è stata la necessità di avere a disposizione un unico datum mondiale con origine al centro della terra (WGS 84)

# Superficie topografica, geoidica ed ellissoidica

- La superficie topografica è quella che noi vediamo
- La superficie geoidica è quella che “percepriamo” studiando l’attrazione gravitazionale
- La superficie ellissoidica è una astrazione matematica, una semplificazione che noi adottiamo per sostituire la vera Terra con un modello che siamo in grado di descrivere analiticamente.

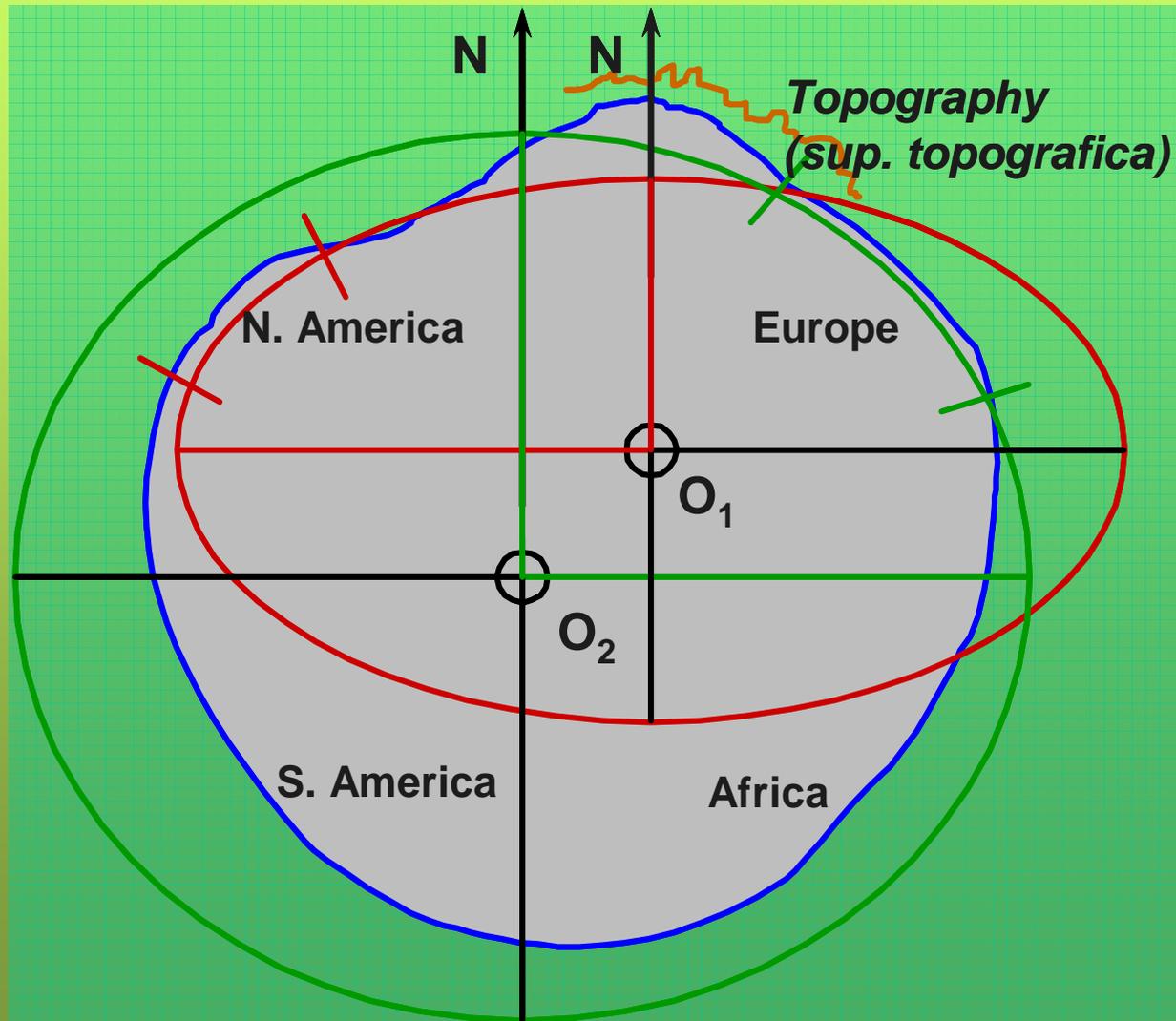


# Superfici topografica, geoidica ed ellissoidica

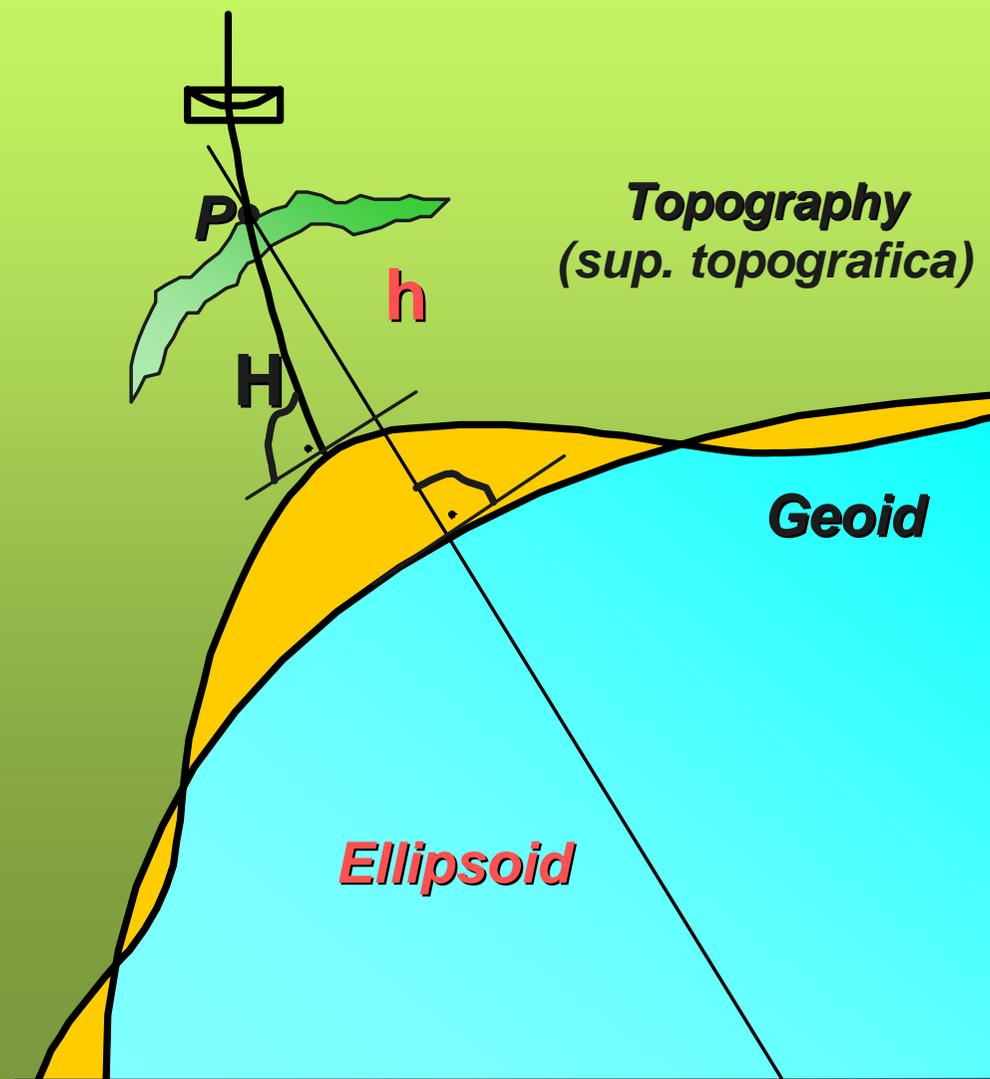


La verticale al geode, coincidente con la direzione del filo a piombo, non necessariamente coincide con la verticale geometrica all'ellissoide. L'angolo tra le due verticali si chiama deflessione della verticale.

# La superficie di riferimento (ellissoide e geoide)



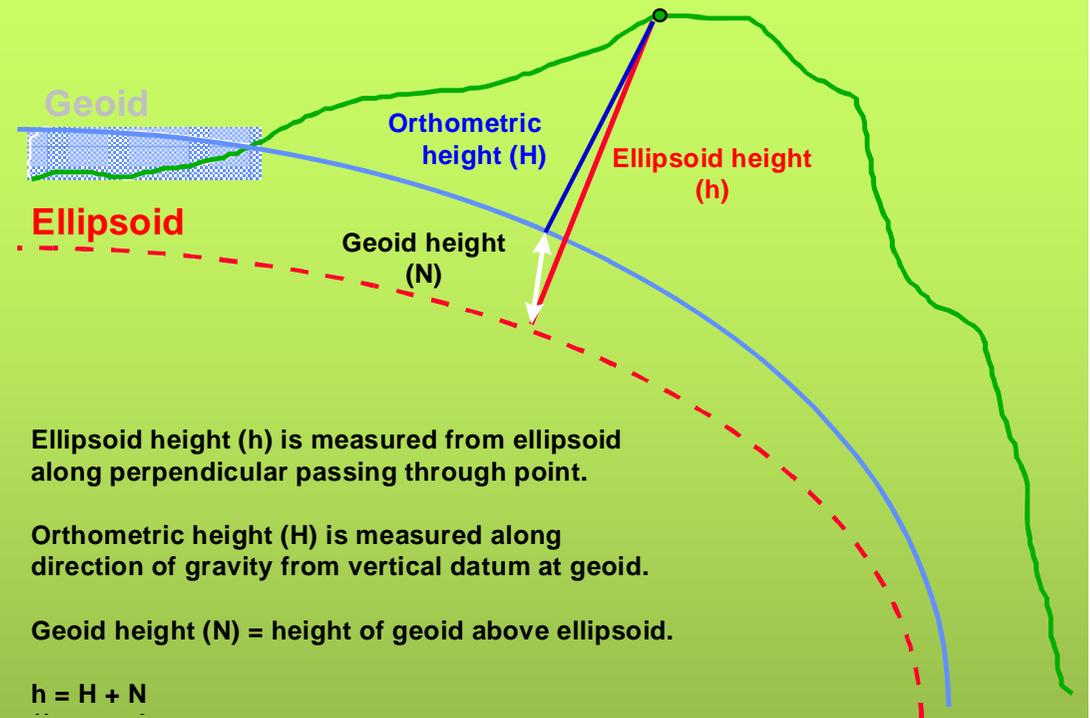
# Quota ellissoidica e quota ortometrica



# Altezza geodetica

- $h$  - altezza di un punto sopra l'ellissoide
- $H$  - altezza di un punto sopra il livello medio del mare o geoide
- $N$  – altezza del Geoide sopra l'ellissoide

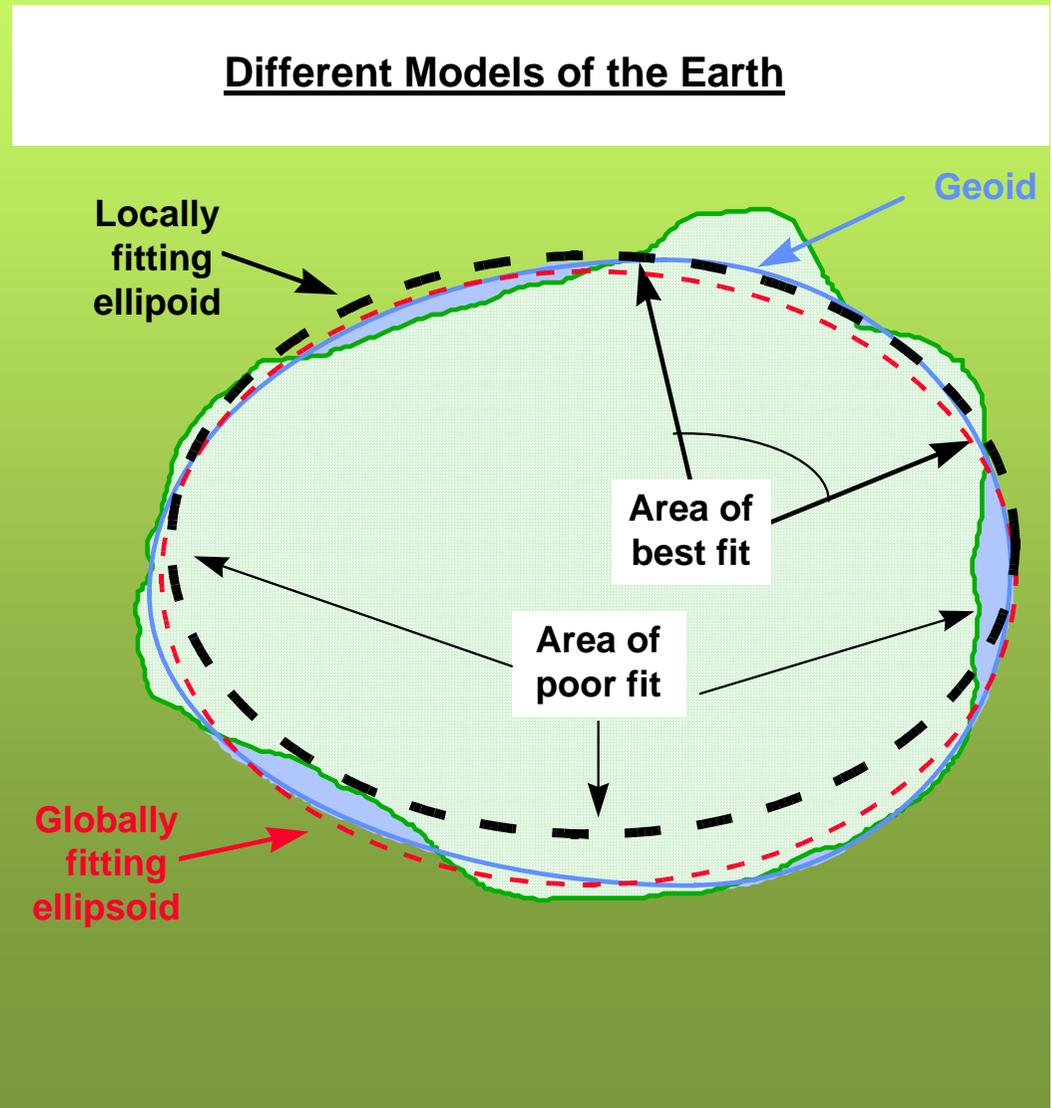
## Geodetic Heights



- GPS funzionano in WGS-84, I GPS danno  $h$  (altezza sopra l'ellissoide)
- Usualmente si usa  $H$  slm
- la conversione tra  $H$  e  $h$  può dare errori di circa 1 o 2 metri, non un grande valore
- In alcuni casi si possono fare gravi errori (uso militare)

# Ellissoide

- La distanza dei punti tra geoidi ed ellissoide varia con la posizione
- Ellissoide con posizionamento al centro della terra *global fitting* - WGS84,
- Ellissoide con posizionamento locali *local fitting*, ED50, Monte Mario

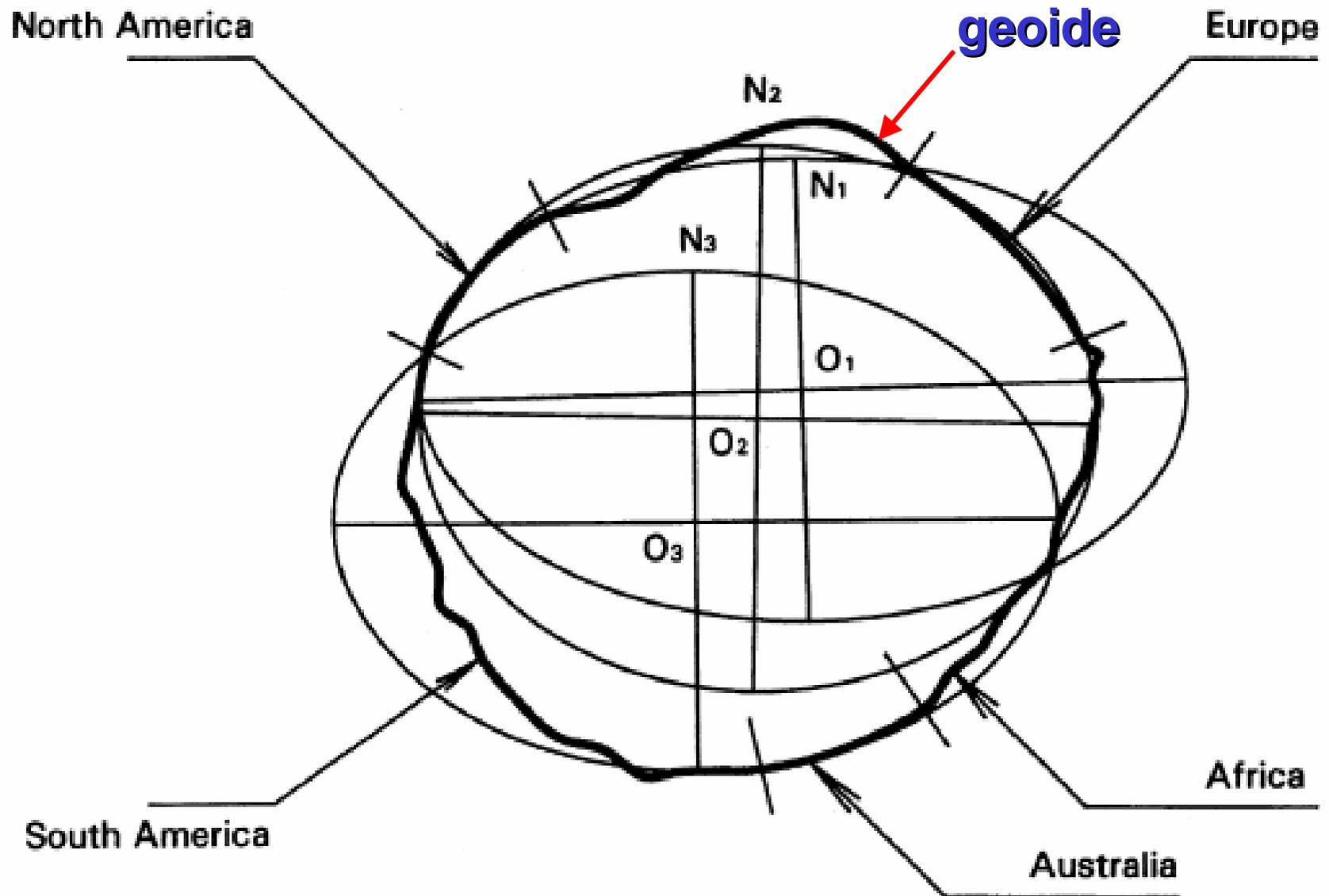


# Cose è quindi un datum?

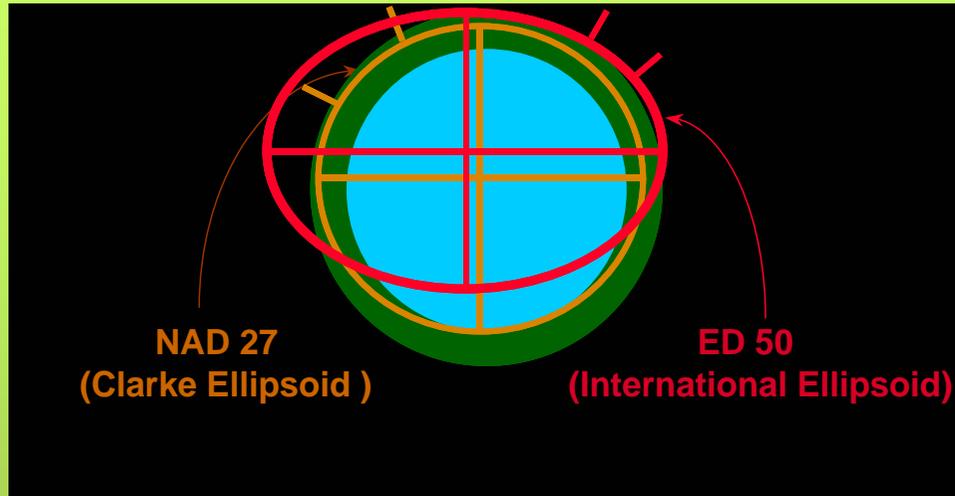
Il Datum è un insieme di parametri (lat., long. e punto di origine dell'ellissoide) che definiscono un sistema di coordinate ed una serie di punti di controllo le cui relazioni geometriche sono note attraverso misure dirette o per via analitica. (Dewhurst 1990).

Un datum è quindi definito da un ellissoide che approssima la forma della terra e dalla posizione relativa dello stesso rispetto al centro della terra

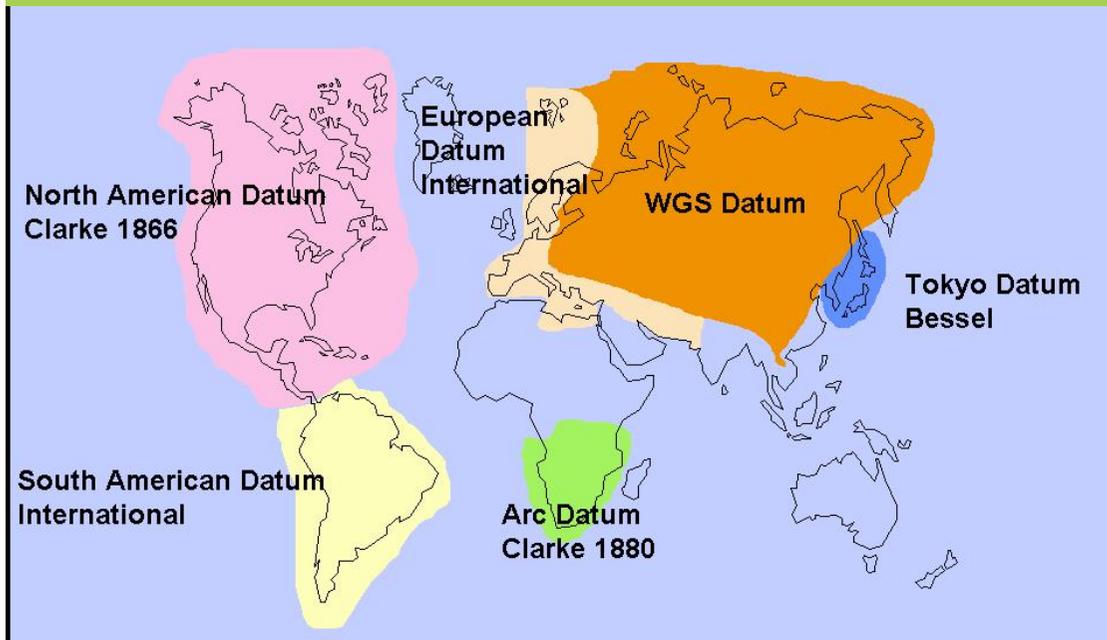
# Orientamento degli ellissoidi



# Proiezioni cartografiche datum



- North American Datums
  - NAD27 (North American Datum of 1927)
  - NAD83 (North American Datum of 1983)
- World Datums
  - WGS84 (World Geodetic System of 1984)
    - Used for GPS
- European Datums
  - European Datum of 1979
  - Ordnance Survey Datum of Great Britain, 1936
  - Gauss Boaga Italy 1940



## Selected Reference Ellipsoids

Ellipse	Semi-Major Axis (meters)	1/Flattening
Airy 1830	6377563.396	299.3249646
Bessel 1841	6377397.155	299.1528128
Clarke 1866	6378206.4	294.9786982
Clarke 1880	6378249.145	293.465
Everest 1830	6377276.345	300.8017
Fischer 1960 (Mercury)	6378166.0	298.3
Fischer 1968	6378150.0	298.3
G R S 1967	6378160.0	298.247167427
G R S 1975	6378140.0	298.257
G R S 1980	6378137.0	298.257222101
Hough 1956	6378270.0	297.0
International	6378388.0	297.0
Krassovsky 1940	6378245.0	298.3
South American 1969	6378160.0	298.25
WGS 60	6378165.0	298.3
WGS 66	6378145.0	298.25
WGS 72	6378135.0	298.26
WGS 84	6378137.0	298.257223563

# Proiezioni cartografiche

## (nomenclatura GIS)

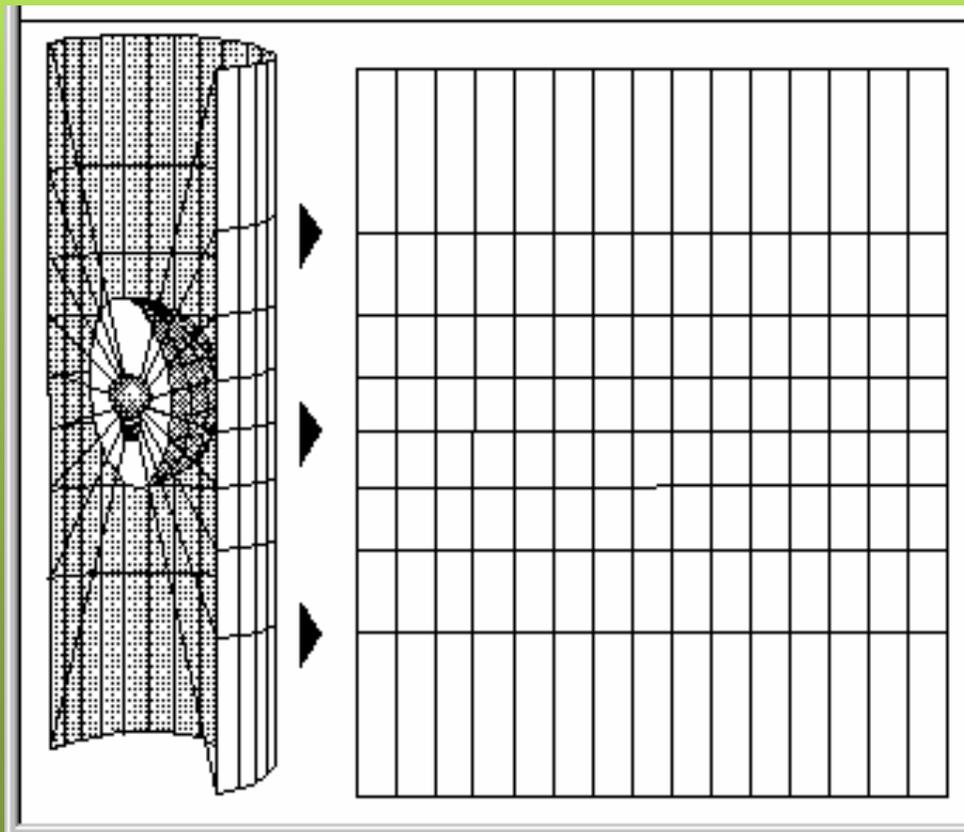
- **Datum:** set di parametri che definiscono un sistema di coordinate ed un set di punti di controllo con relazioni geometriche note (European 1950 per l'Europa centrale, ED50). Nel caso di coordinate geografiche *assolute* viene spesso ignorato.
- **Sferoide/ellissoide:** forma che approssima la superficie terrestre (per l'Italia Internazionale 1909)

# LE PROIEZIONI

- consentono di rappresentare la superficie sferica della terra, ovvero uno spazio tridimensionale, su un piano, ovvero una carta a due dimensioni. Durante il processo di proiezione dei dati reali sul foglio, vengono comunque introdotte delle distorsioni di almeno una delle caratteristiche geografiche: forma, area, direzione, distanza.
- I sistemi di proiezione vengono pertanto distinti sulla base delle proprietà geometriche rispettate:
- **ISOGONIA**: (uguaglianza di angoli compresi tra linee reali e linee rappresentate)
- **EQUIDISTANZA**: nella rappresentazione viene mantenuta la reale distanza (inalterato il rapporto tra lunghezze grafiche e reali)
- **EQUIVALENZA**: viene preservata l'area (costante il rapporto tra aree grafiche e corrispondenti aree reali)

# *proiezione geometrica*

La corrispondenza viene ottenuta  
mediante i principi della geometria  
proiettiva e descrittiva



# *proiezioni geometriche modificate*

Le proiezioni, in origine geometriche, vengono alterate per mezzo di algoritmi al fine di mantenere inalterate particolari caratteristiche quali ad esempio le direzioni uscenti da un punto.

In base alla conservazione di alcuni elementi si distinguono:

- **Proiezioni conformi:** lasciano inalterate le forme. Gli angoli restano invariati.
- **Proiezioni equivalenti:** le aree rimangono invariate, mentre le forme e gli angoli subiscono distorsione.
- **Proiezioni equidistanti:** lasciano inalterati gli elementi lineari in una direzione.

# Proiezioni conformi

Le **proiezioni conformi** sono oggi preferite alle altre sia per carte a piccola scala (1:100.000) sia per quelle a grande scala (1:5000, 1:1000) in quanto sul piano carta possono essere eseguiti calcoli geodetici. Infatti le direzioni sono le medesime sia sulla carta sia sulla superficie curva di partenza.

# Carte geografiche

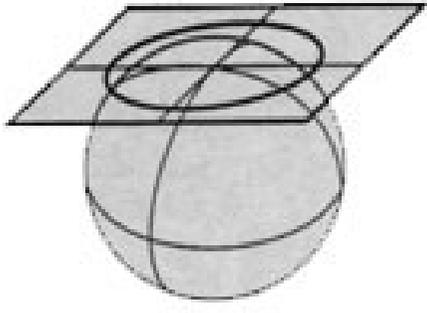
In base alle superfici su cui rappresentare le proiezioni, si distinguono:

*proiezioni azimutali*

*proiezioni cilindriche*

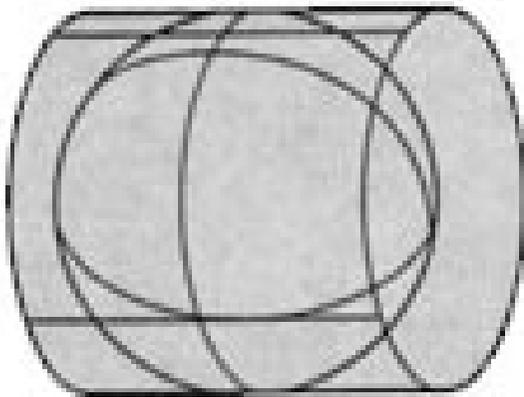
*proiezioni coniche*

# Tipi di proiezione



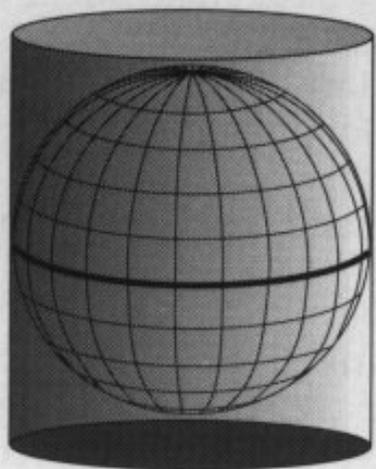
- **Proiezioni azimutali:** la proiezione viene effettuata su di un piano. E' molto adatta per le proiezioni delle zone polari, in quanto i paralleli sono rappresentati come cerchi concentrici ed i meridiani come diametri della circonferenza.

# Tipi di proiezione

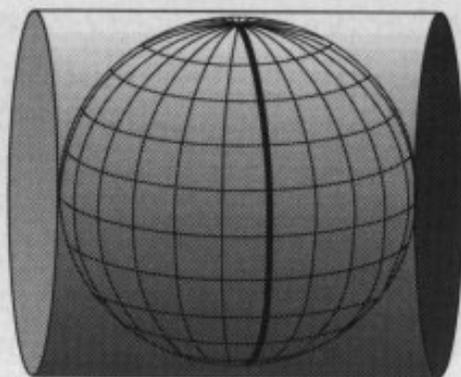


**Proiezioni cilindriche:** i meridiani ed i paralleli vengono proiettati lungo la superficie cilindrica ad angolo retto. I meridiani sono egualmente spazati, mentre la distanza tra paralleli aumenta avvicinandosi ai poli. La proiezione cilindrica è conforme.

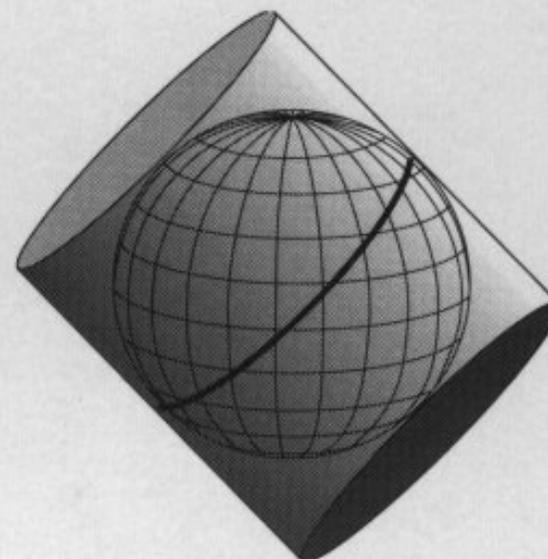
# PROIEZIONI CILINDRICHE



NORMALE

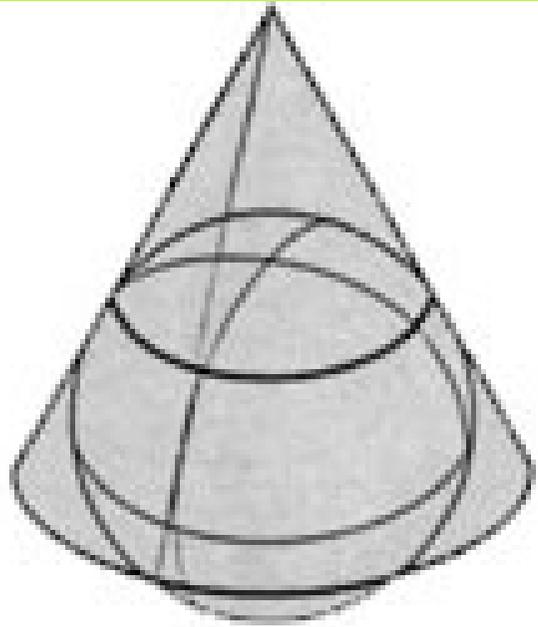


TRASVERSA



OBLIQUA

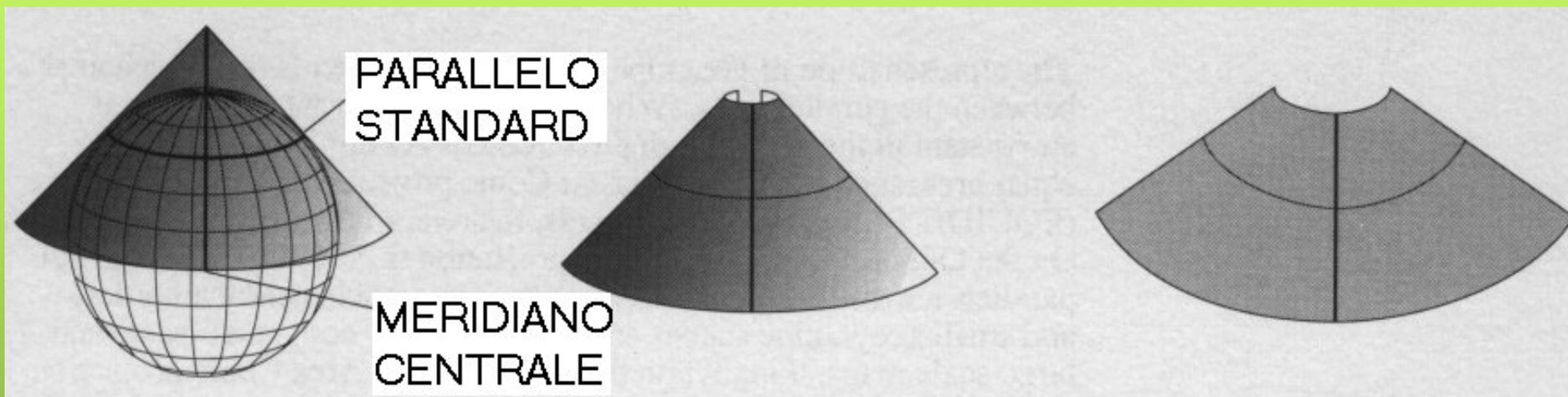
# Tipi di proiezione



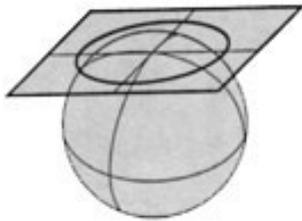
**Proiezioni coniche:** i meridiani sono proiettati lungo la superficie conica e si intersecano all'apice del cono, mentre i paralleli sono proiettati come anelli. La distorsione aumenta lungo la latitudine.

Utile per le zone a media latitudine.

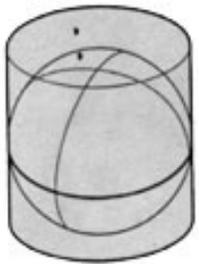
# PROIEZIONI CONICHE



# Applicazione



- **Tangente:** la superficie di proiezione è tangente alla sfera



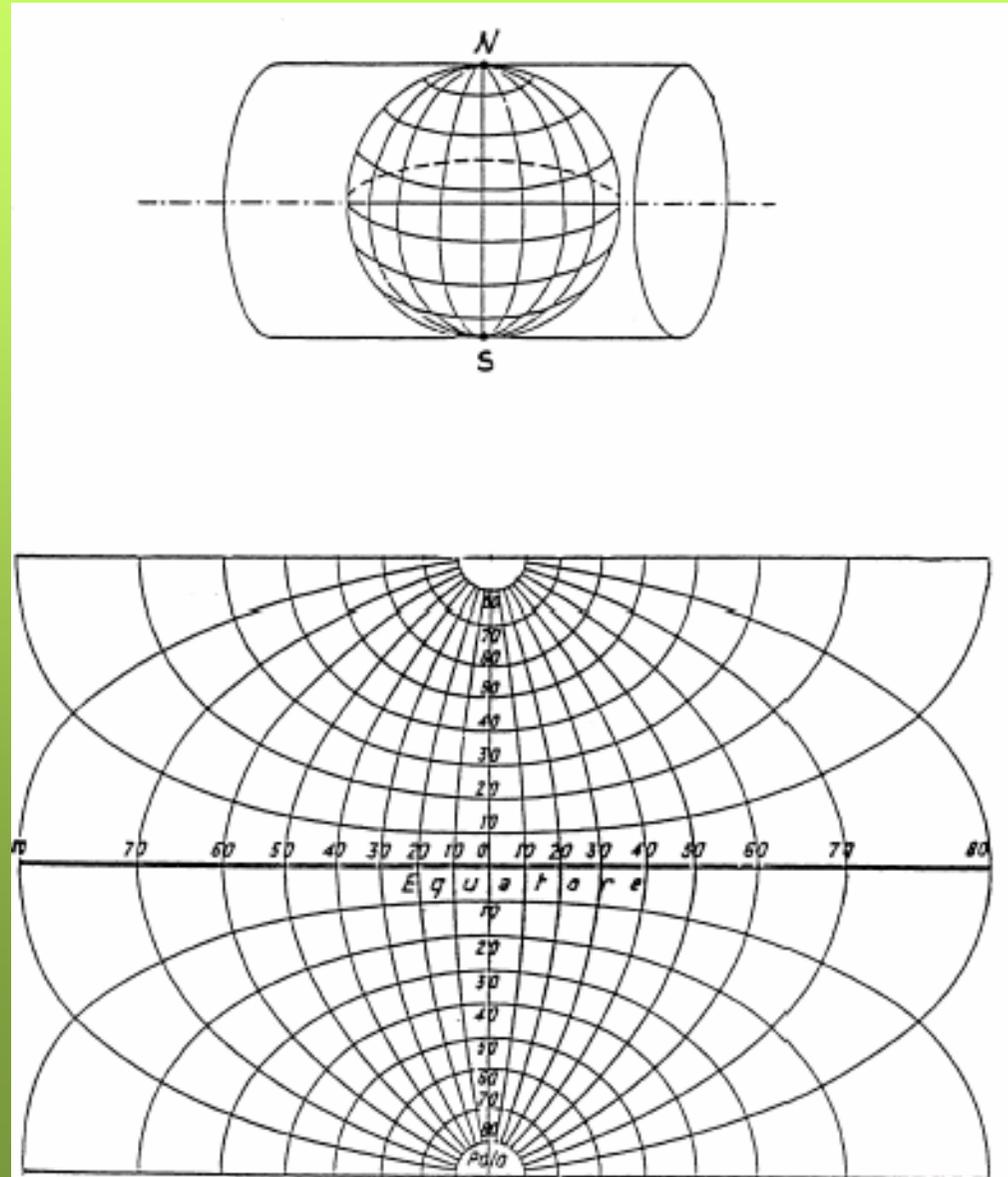
- **Secante:** la superficie di proiezione interseca la sfera



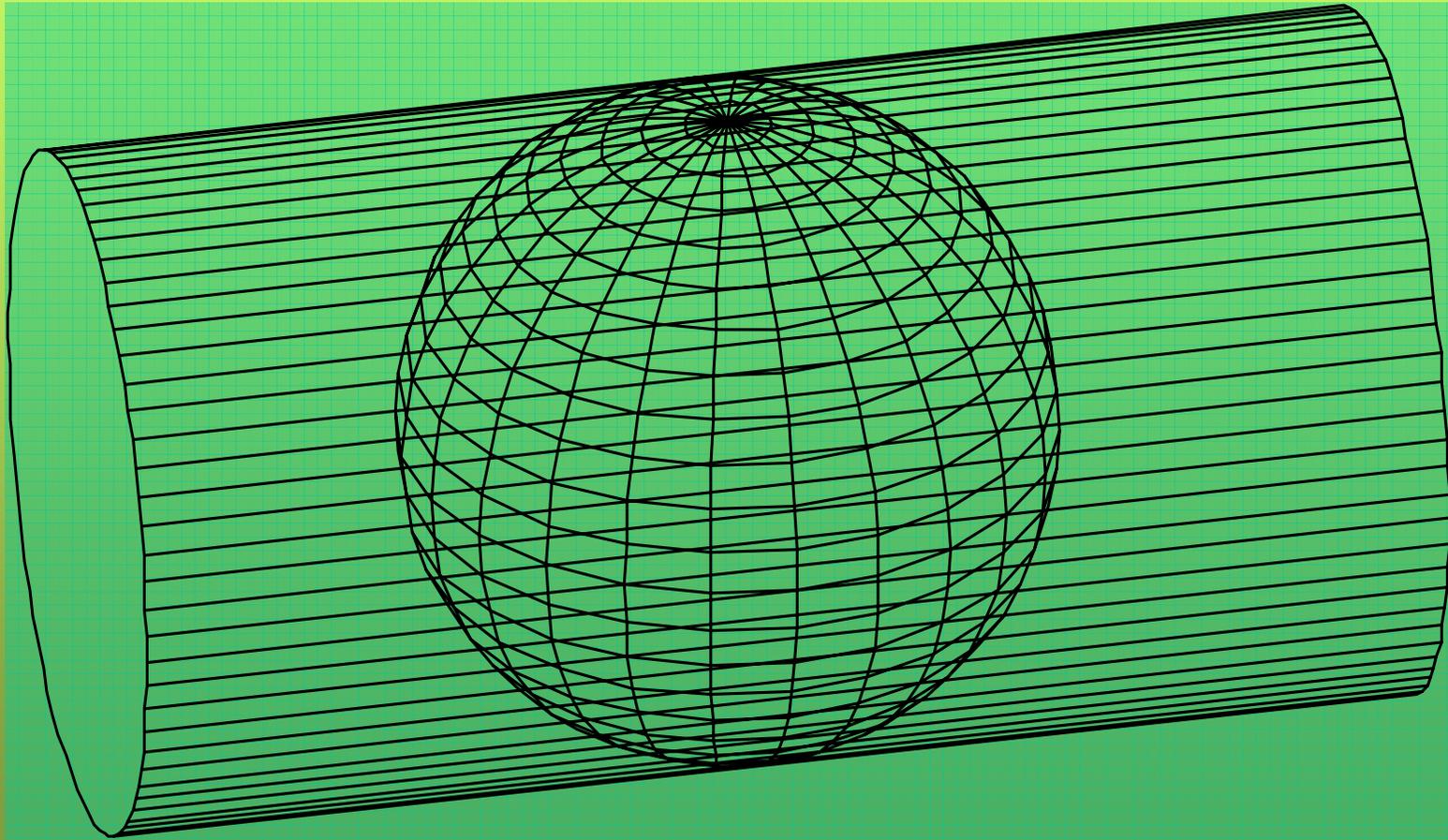
- **Normale:** la superficie di proiezione è tangente ai paralleli
- **Trasversale:** la superficie di proiezione è tangente ai meridiani
- **Obliqua:** la superficie di proiezione è inclinata

# Proiezione conforme di Gauss

Allo stato attuale  
è certamente la  
proiezione più  
usata, sia in  
campo nazionale  
che internazionale



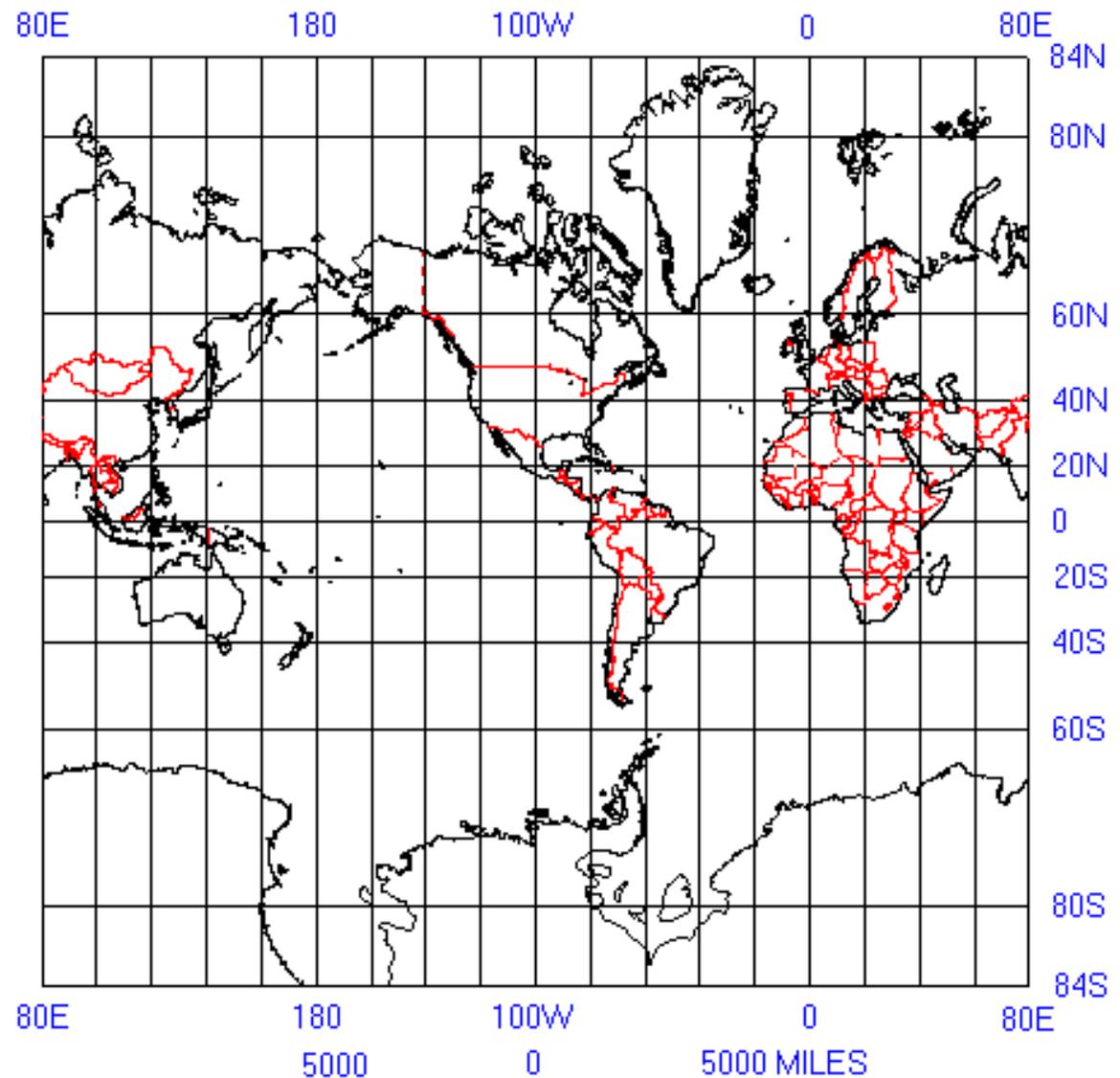
# La rappresentazione di Gauss



# Proiezione di Mercatore

- Rappresentazione conforme di Gauss
- (detta anche cilindrica trasversa di Mercatore)
- Può essere considerata una pseudocilindrica:
- Il cilindro avvolgente la superficie terrestre è tangente non all'equatore ma ad un meridiano, per cui l'asse del cilindro stesso risulterà ortogonale all'asse terrestre

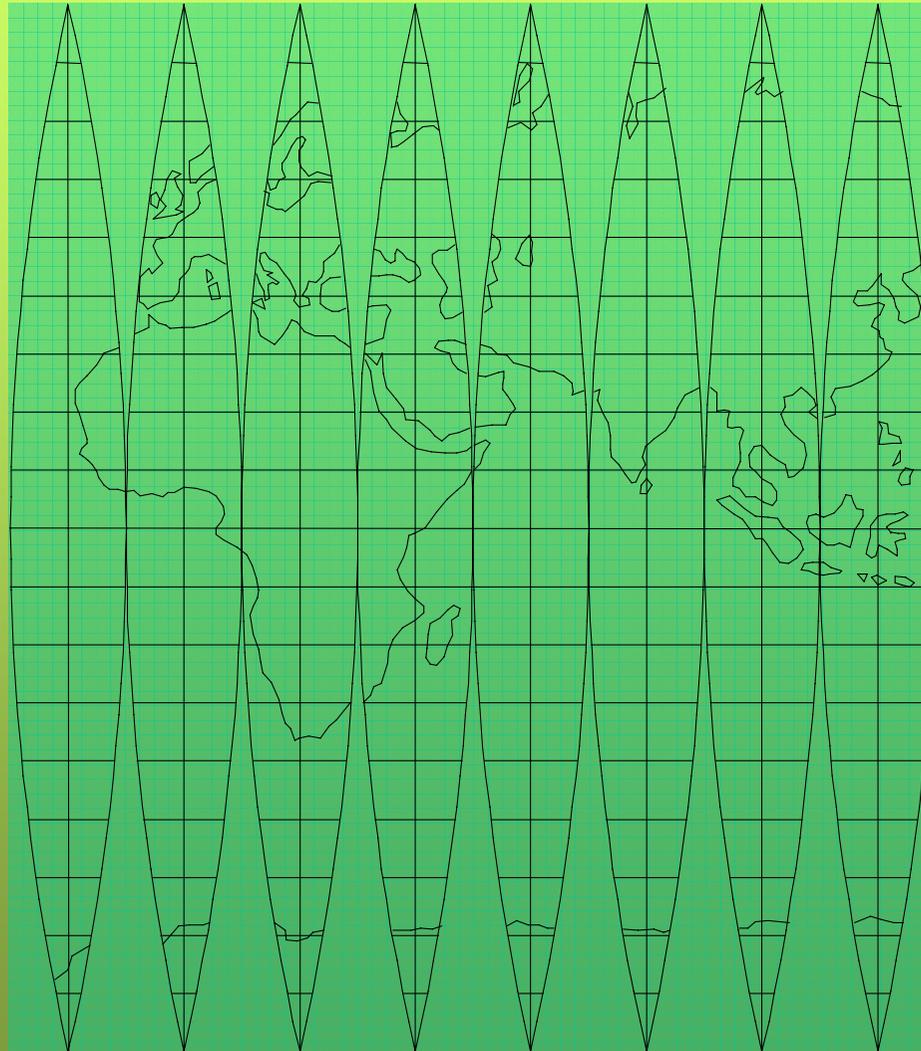
## The Mercator Chart



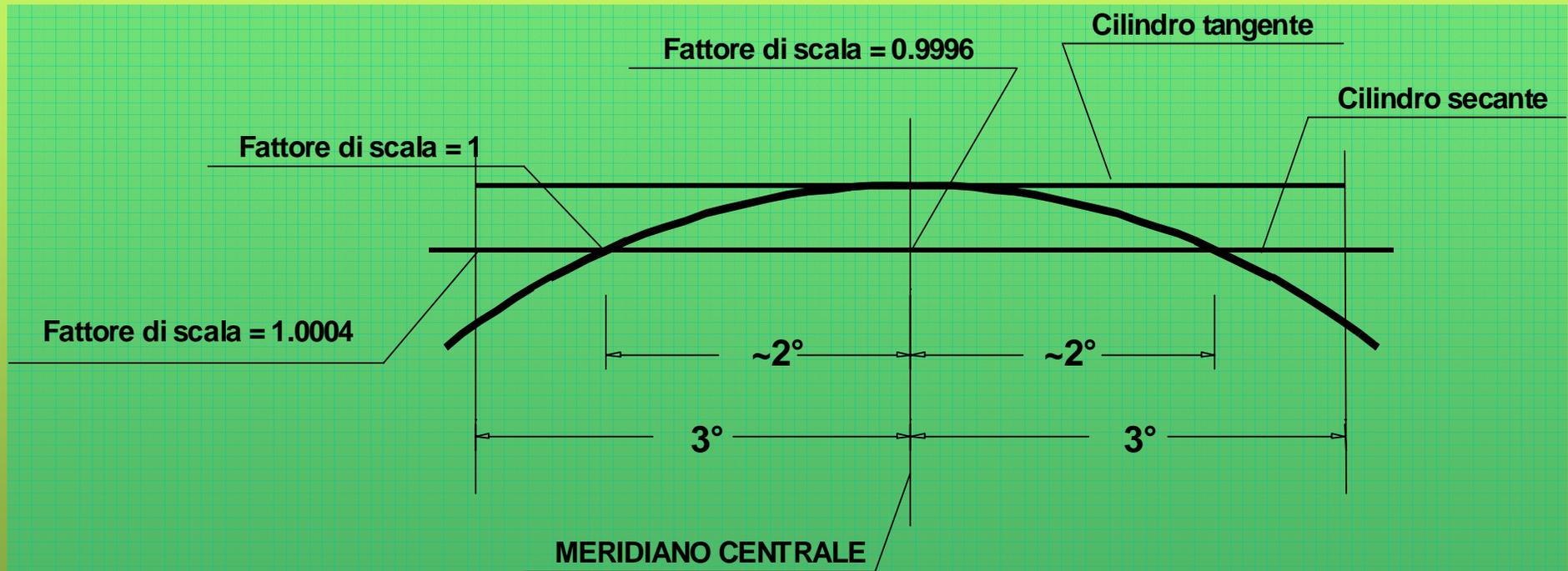
WDB

(Scale True at the Equator ONLY)

# La proiezione UTM



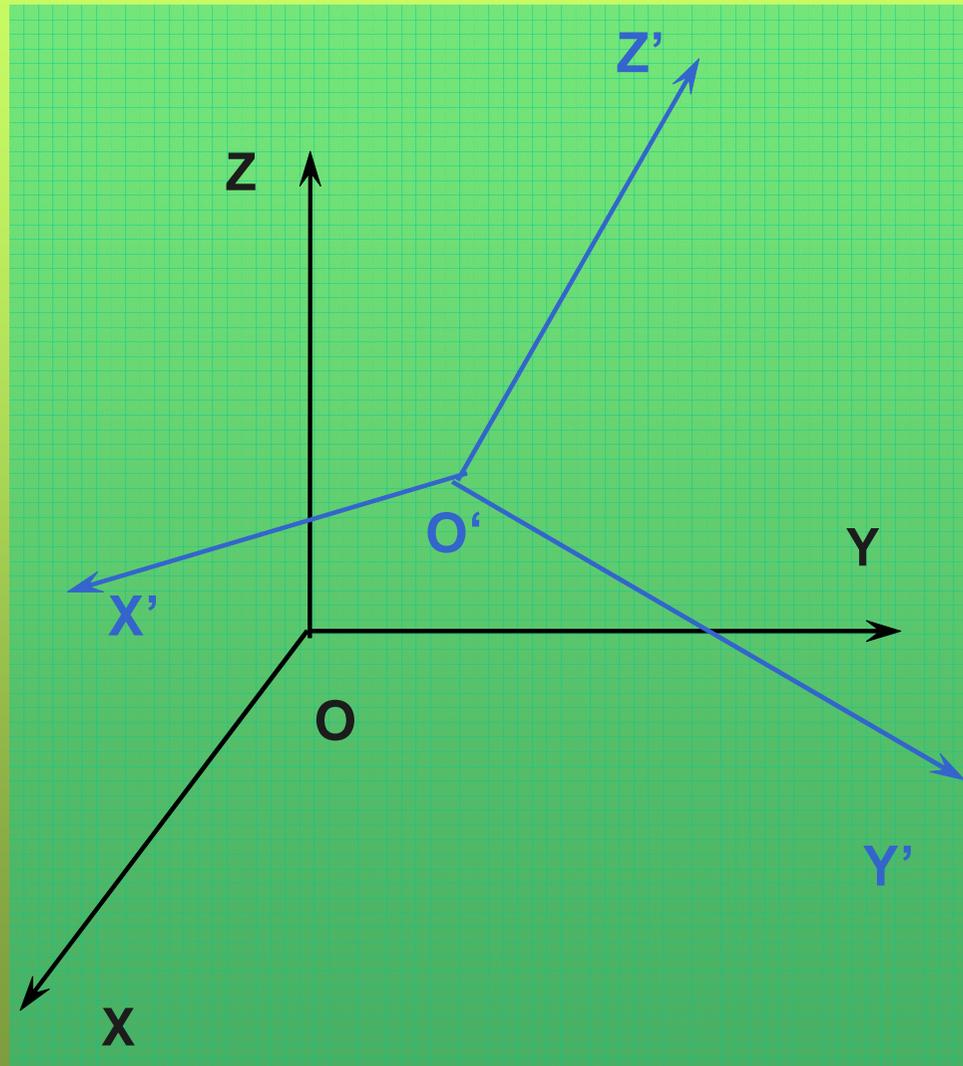
# Il fattore di scala



# La cartografia ufficiale italiana



# Trasformazione di coordinate



- I cartografi da sempre hanno prodotto sistemi per la trasformazione di coordinate sferiche in coordinate planari.
- Spesso il concetto di proiezione è stato trascurato o nascosto, o ritenuto di secondaria importanza da parte degli utenti finali di una carta corografica.
- Oggi con la notevole disponibilità di dati geografici a piccola scala (e.g. immagini satellite) e con la diffusione di sistemi *GIS desktop*, non è possibile ignorare l'uso dei sistemi di proiezione.

**Il 70% delle funzioni di un *GIS* ha a che fare con operazioni di proiezione e di trasformazione!**

# Overview

esistono vari metodi per rappresentare la terra mediante sistemi di proiezione,

Allora

Perchè il problema di trovare le coordinate di un oggetto sopra, su, sotto la superficie terrestre **in modo preciso** non è una cosa semplice?

# Quali sistemi di coordinate devono essere usati?

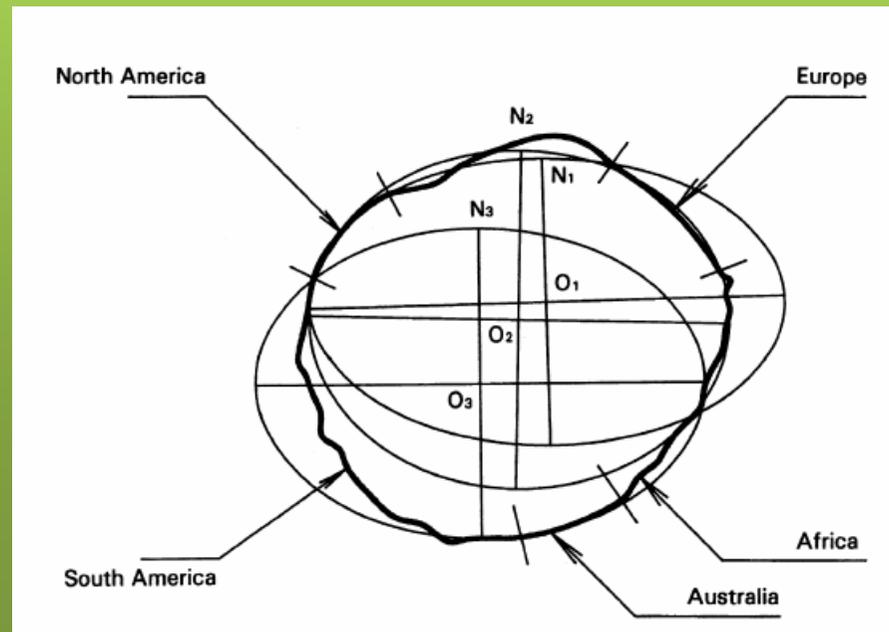
Tutti le coordinate sono riferite allo stesso punto

- $37^{\circ} 53.423' N, 126^{\circ} 43.990' E, h = 23 \text{ m}$
- $37^{\circ} 53.423' N, 126^{\circ} 43.990' E, H = 0 \text{ m}$
- $37^{\circ} 53' 25.4'' N, 126^{\circ} 43' 59.4'' E, h = 23 \text{ m}$
- $37^{\circ} 53' 25.4'' N, 126^{\circ} 43' 59.4'' E, H = 0 \text{ m}$
- $37.89038^{\circ} N, 126.73316^{\circ} E, h = 23 \text{ m}$
- $37.89038^{\circ} N, 126.73316^{\circ} E, H = 0 \text{ m}$
- Zone 52, 300669 m E, 4196075 m N, h = 23 m
- Zone 52, 300669 m E, 4196075 m N, H = 0 m
- 52S CG 00668 96075, h = 23 m
- 52S CG 00668 96075, H = 0 m
- -3014326.6 m, 4039148.7 m, 3895863.0 m
- $37^{\circ} 53.260' N, 126^{\circ} 44.116' E, h \quad H = 0 \text{ m}$
- $37^{\circ} 53' 15.6'' N, 126^{\circ} 44' 6.9'' E, h \quad H = 0 \text{ m}$
- $37.88767^{\circ} N, 126.73526^{\circ} E, h \quad H = 0 \text{ m}$
- Zone 52, 300872 m E, 4195348 m N, h H = 0 m
- 52S CS 00870 95350, h H = 0 m
- -3014213.2 m, 4038687.9 m, 3895223.3 m

# Perché ciò è possibile?

Le coordinate di un punto possono essere calcolate utilizzando la stessa proiezione (es. Trasversa Mercatore) ma con ellissoidi orientati su punti differenti.

E' il caso del sistema UTM (datum Ed50) e il sistema Gauss Boaga (datum Roma 1940)



# Risultato



# Operational Misuse of Datums

- Lebanon 1983: Marine recon troops triangulated an enemy position using 1:50,000 topo maps on ED-50. Coordinates sent to Battleship New Jersey, which used WGS-72. 16” shells nearly killed friendly troops.
- Gulf War 1991: Eleven different datums used. U.S. Army helicopters not able to use WGS-84; had to use an Australian Datum or NAD-27, instead.
- At Fort Irwin, mismatch between target coordinate datum and hard-wired Multiple Launch Rocket System (MLRS) datum caused consistent 700-foot misses. Defense Mapping School instructor resolves problem over phone.
- Japanese and U.S. ships almost collide in mine field operation
  - Japanese ships hard-wired on Tokyo Datum
  - U.S. ships used WGS-84

# More Operational Misuse Stories

- During Operation Deliberate Force, F-16 pilot passes a latitude/longitude coordinate to a Navy F/A-18 pilot in degrees and decimal minutes format. Navy pilot expected coordinates in degrees, minutes, and seconds. Were unable to convert.
- In a Combined and Joint Exercise, SEAL team dropped off by SH-60F helicopters at Lake Towada Training Area in Japan. Three days later, helicopter returns for pick-up. SEAL's relay location via map-derived MGRS coordinates. Helicopter computer indicates location out of range. SEAL's had to send up smoke. Inconsistent MGRS's were used resulting in a 1000 km discrepancy.
- During a NATO bombing range exercise, F-16 pilot asks for target location in UTM coordinates when he meant MGRS. Result - pilot confusion.
- Two adjacent scanned pieces of NIMA 1:50,000 Topographic Line Maps show the same set of buildings at widely different locations - 728 meters difference. One sheet was on the WGS-72 Datum, the other on the Tokyo Datum. Beware of legacy products.

The background of the slide is a stylized representation of the Italian flag, featuring three vertical stripes of green, white, and red. The stripes are slightly wavy and have a soft, blurred edge, giving the impression of a flag waving in the wind. The green stripe is on the left, the white stripe is in the center, and the red stripe is on the right.

# LA CARTOGRAFIA ITALIANA

# Cartografia italiana

Le leggi dello Stato delegano i seguenti enti alla produzione di cartografia ufficiale:

- *Istituto Geografico Militare*
- *Istituto Idrografico della Marina*
- *Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautiche*
- *Servizio Geologico Nazionale*
- *Regioni (a partire dal 1978)*

# Cartografia italiana

La cartografia ufficiale IGM (vecchia serie) è inquadrata nel *sistema nazionale detto anche Monte Mario - Gauss Boaga 1940*.

Sistema geodetico di riferimento: ellissoide di Hayford orientato a Roma Monte Mario, 1940

Rete geodetica: rete IGM (1909-1918) su Bessel, ricompensata nel 1940 su Hayford

Rappresentazione: conforme di Gauss Boaga  
fattore scala = 0.9996, 2 fusi di 6° 30' (invece dello standard di 6°)

# Sistema cartografico Gauss Boaga

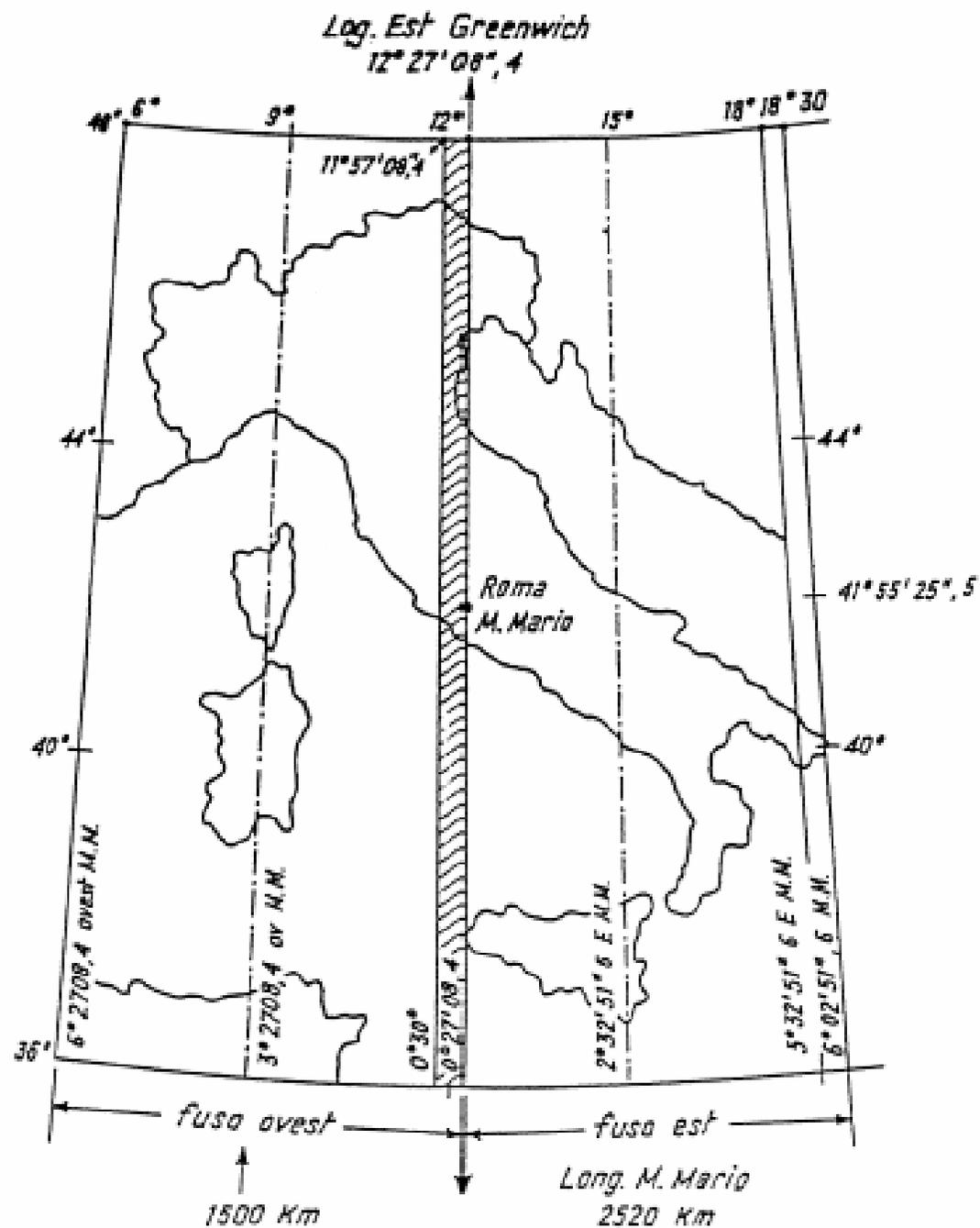
I due meridiani centrali sono a  $9^\circ$  e  $15^\circ$  ad est di Greenwich.

Al meridiano centrale si attribuisce una Falsa Origine per la longitudine che è rispettivamente di 1.500 Km per il fuso Ovest e di 2.520 Km per quello Est.

Il due valori sono stati scelti in modo che la prima cifra della coordinata E indichi il fuso.

L'allargamento di 30' dei fusi evita di adottare un terzo fuso per la penisola salentina.

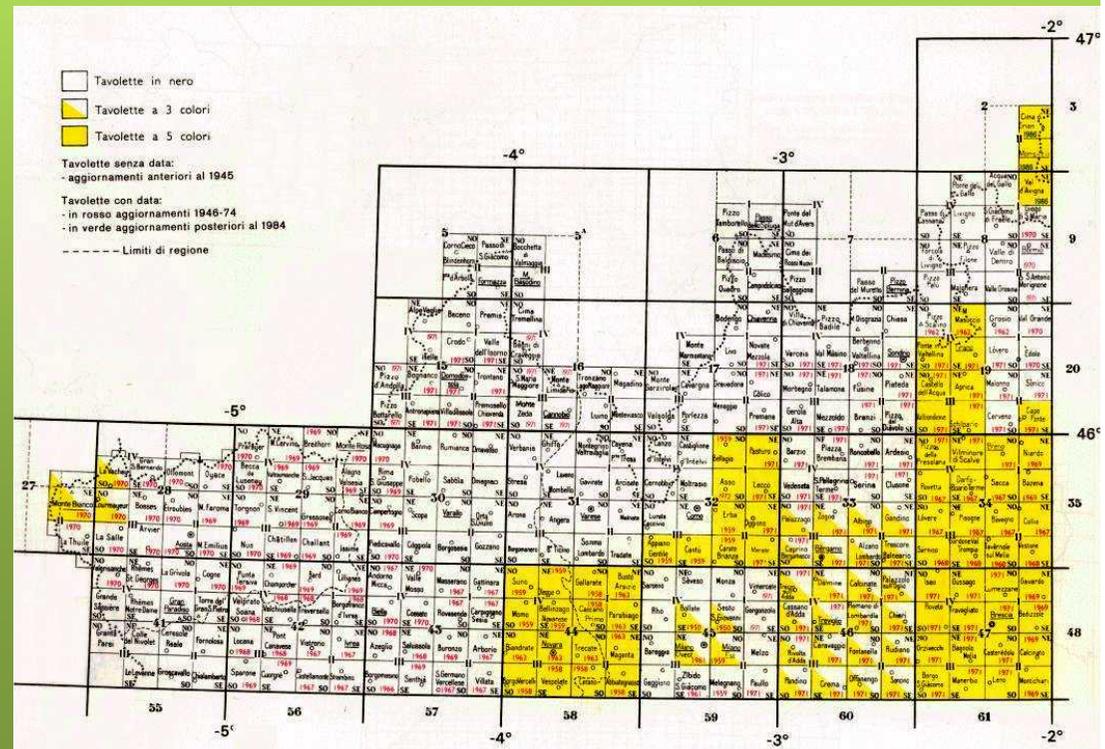
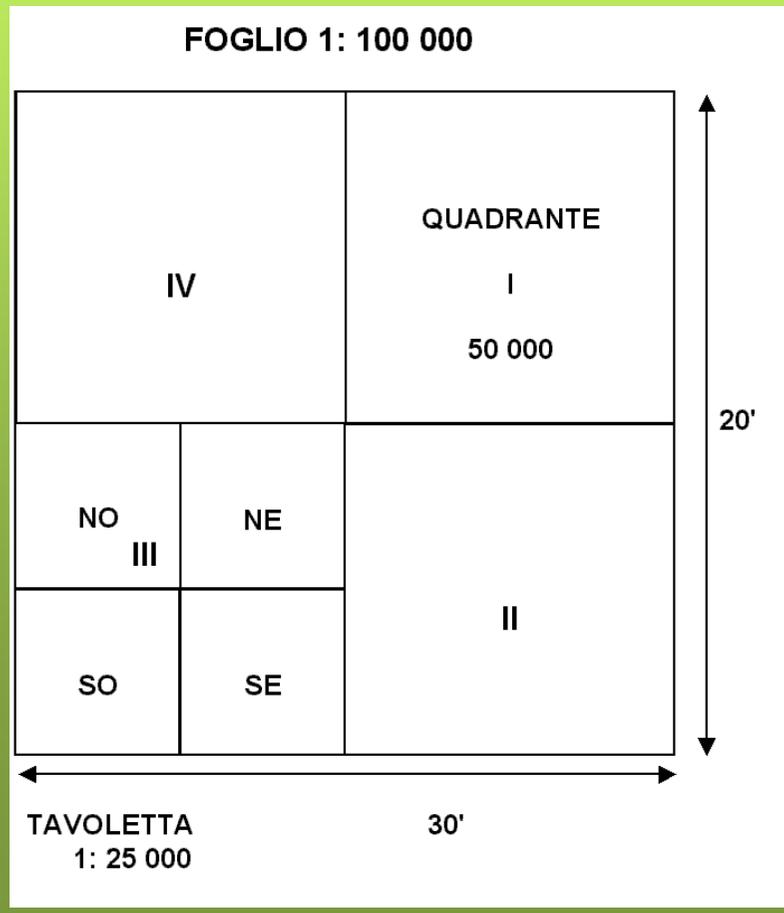
# Sistema Gauss Boaga



# IGM serie vecchia

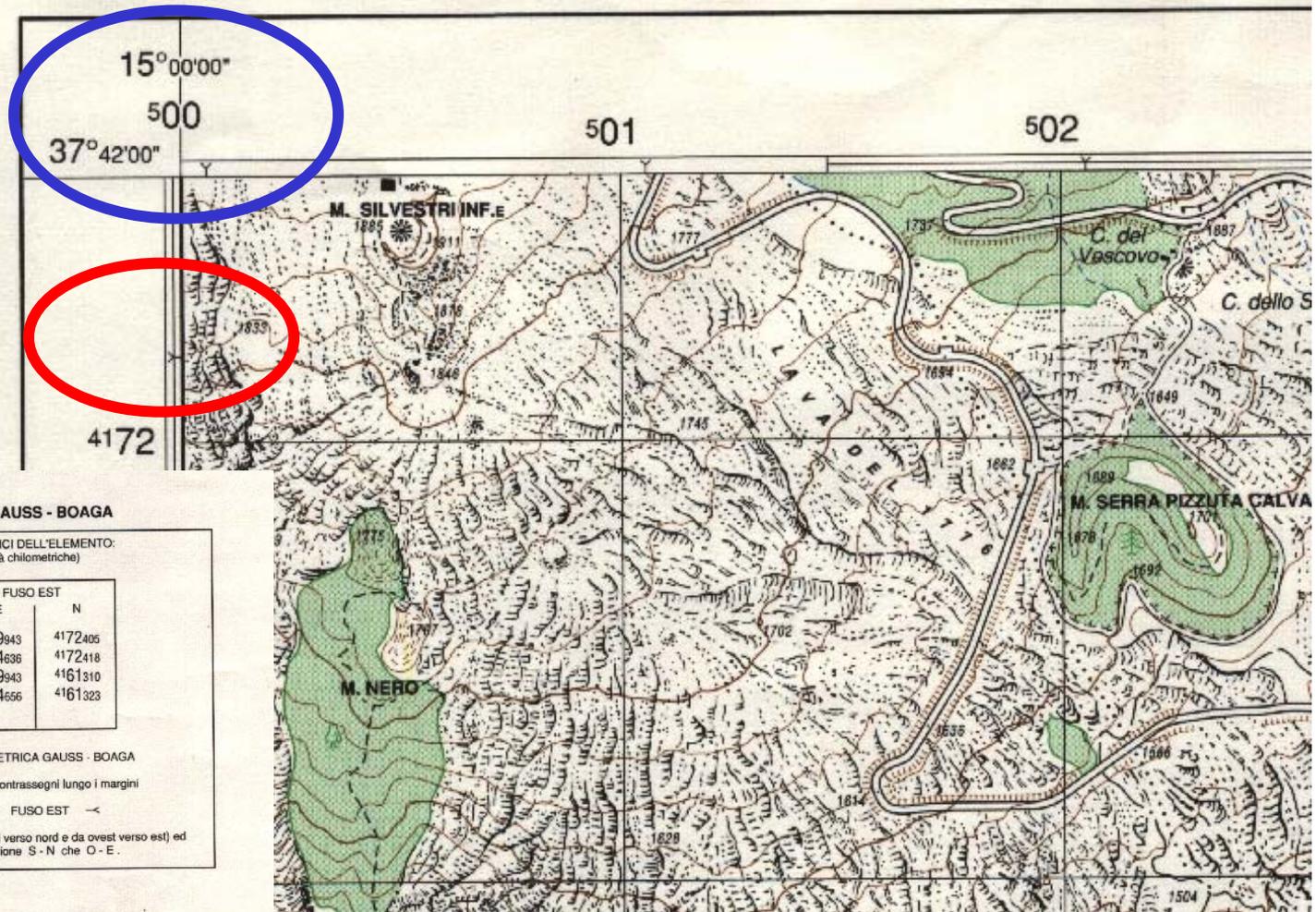
Il taglio delle carte è  
effettuato sul sistema Gauss  
Boaga

5' x 7.5' 1:25000 Tavolette  
10' x 15' 1:50000 Quadranti  
20' x 30' 1:100000 Fogli



# IGM serie vecchia

CARTA D'ITALIA - SCALA 1 : 25 000  
FOGLIO N° 625 SEZ. III - ACI CATENA



## QUADRETTATURA CHILOMETRICA GAUSS - BOAGA

VALORI IN METRI DELLE COORDINATE DEI VERTICI DELL'ELEMENTO:  
(Le cifre più grandi indicano le decine e le unità chilometriche)

VERTICE	FUSO OVEST		FUSO EST	
	E	N	E	N
N.O.			251943	4172405
N.E.			2534636	4172418
S.O.			251943	4161310
S.E.			2534636	4161323

TRACCIAMENTO DELLA QUADRETTATURA CHILOMETRICA GAUSS - BOAGA

In base ai valori delle coordinate dei vertici, attribuire ai contrassegni lungo i margini

FUSO OVEST →

← FUSO EST

I corrispondenti valori chilometrici interi (i valori aumentano da sud verso nord e da ovest verso est) ed unire i contrassegni di ugual tipo a valore sia in direzione S - N che O - E.

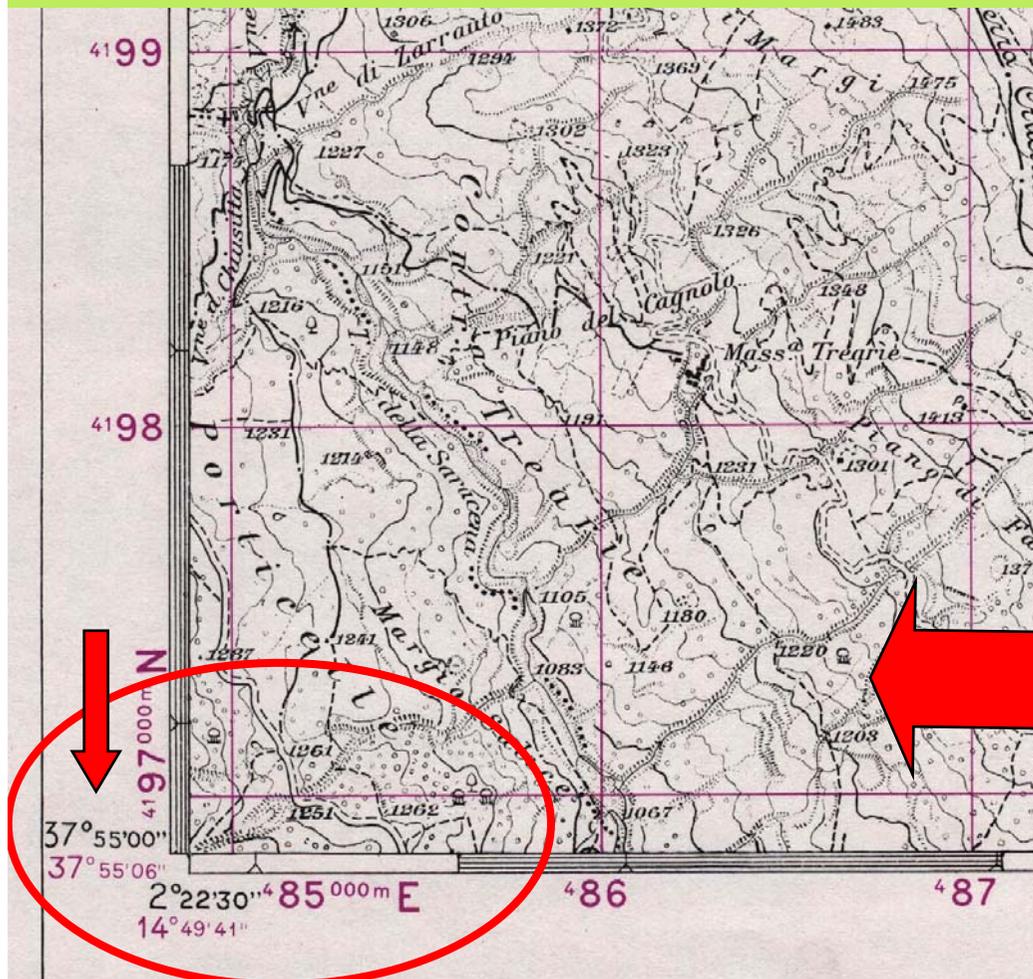
# IGM serie vecchia

Longitudine di Roma M. Mario da Greenwich in E. D. 1950: 12° 27' 10", 93  
Longitude of Rome M. Mario referred to Greenwich E. D. 1950: 12° 27' 10", 93

Ellissoide internazionale, orientamento E. D. 1950  
International Spheroid, E. D. 1950

Ellissoide internazionale orientato a Roma M. Mario

Longitudine di Roma M. Mario da Greenwich nel sistema italiano 1940: 12° 27' 08", 40



NOTARE BENE I  
VALORI DELLE  
COORDINATE  
GEOGRAFICHE

# Cartografia italiana

La cartografia ufficiale IGM (nuova serie) è inquadrata nel *sistema internazionale ED 50*

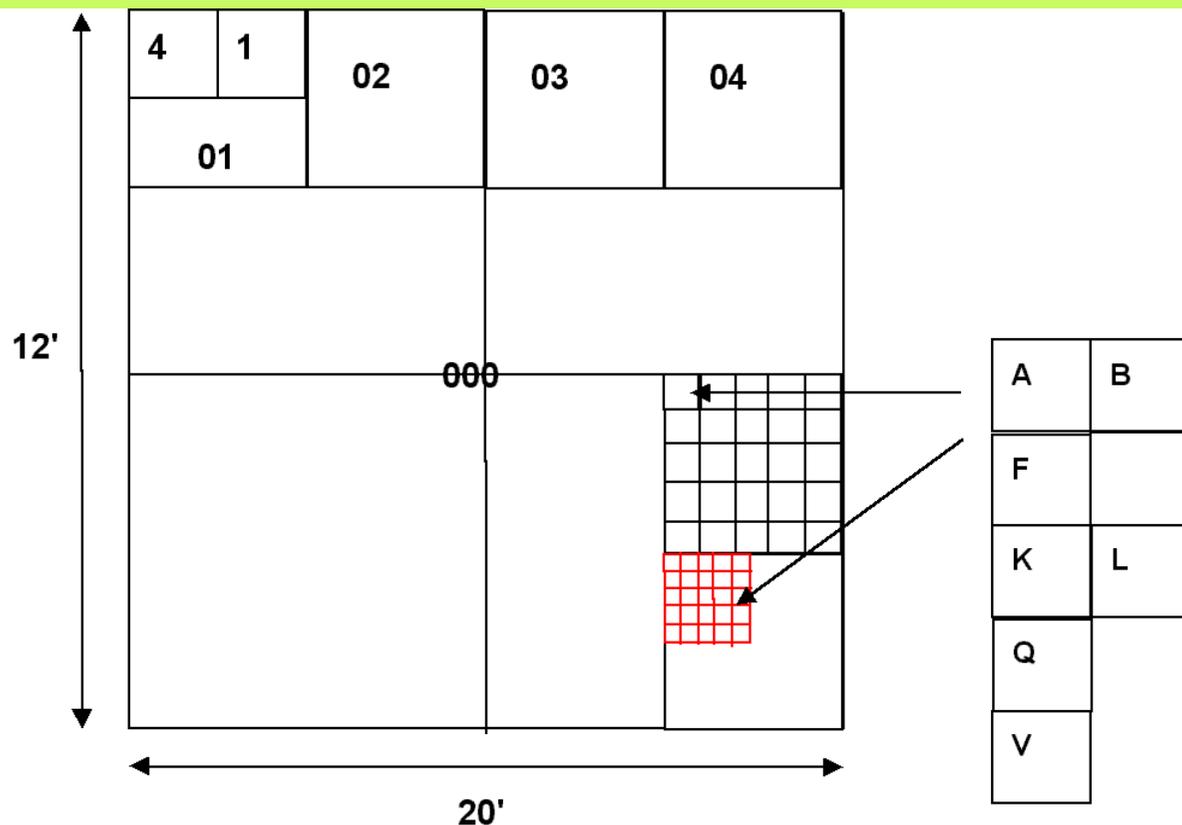
Sistema geodetico di riferimento: ellissoide di Hayford orientato a Postdam (ED 50)

Rete geodetica: rete Europea del 1° ordine

Rappresentazione: conforme di Gauss

fatt. scala 0.9996, 3 fusi di 6° (32, 33, 34) e due fasce T, S.

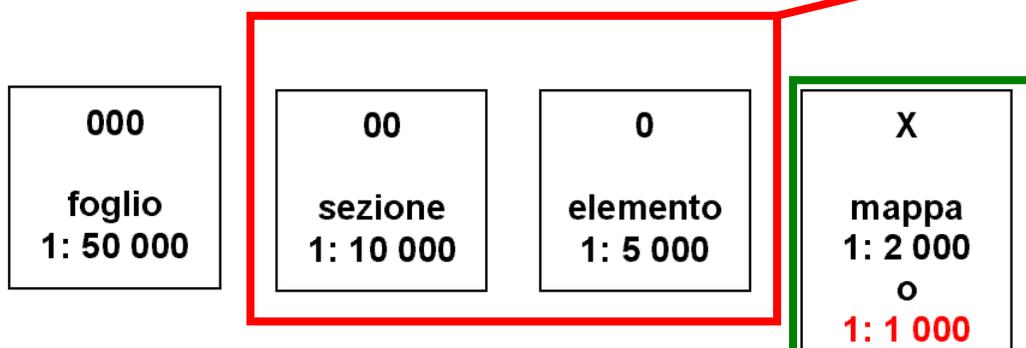
# IGM serie nuova



Il taglio delle carte è effettuato sul sistema UTM

Sezioni  
6' x 10' 1:10.000  
Fogli  
12' x 20' 1:50.000

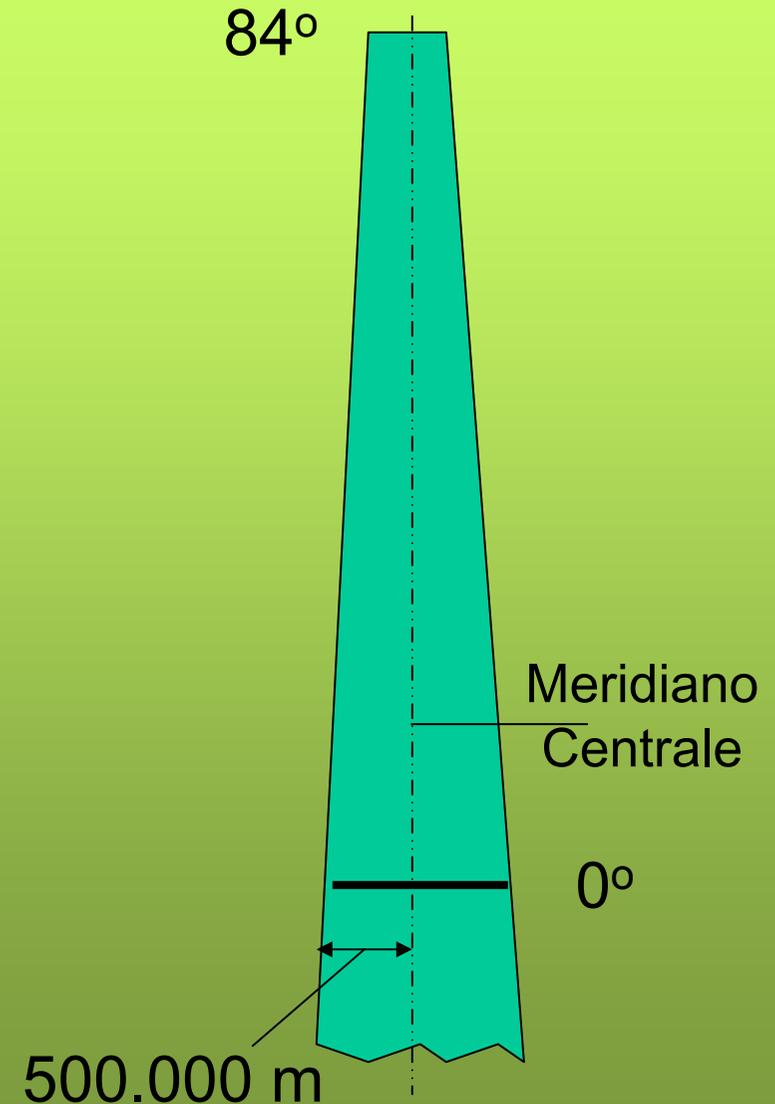
CTR regioni



Cartografia comunale

# Sistema UTM

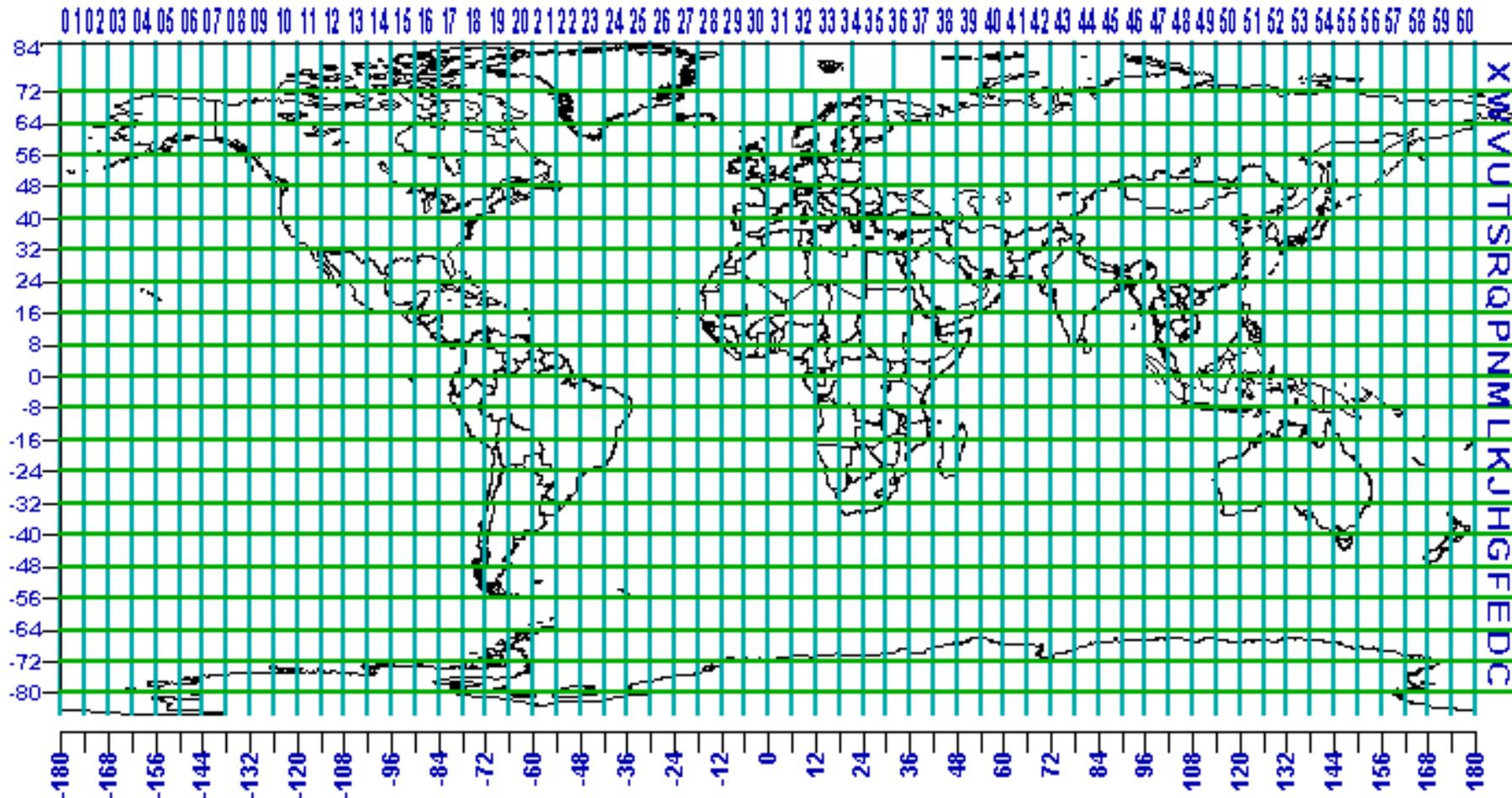
- Si basa sulla proiezione cilindrica trasversale di Gauss.
- La proiezione è valida per latitudini comprese tra 84 N e 80 S.
- La terra è suddivisa in 60 zone di 6° di longitudine.
- Ogni zona ha il suo meridiano centrale al quale è assegnato il valore 500.000.



# Sistema UTM

- L'origine per la latitudine è 0 per l'emisfero N e 10.000.000 per l'emisfero S
- La proiezione è conforme
- La distorsione è minima lungo il meridiano centrale ed aumenta procedendo verso E o verso W.
- Adatta per le mappe a media scala (1:25.000-1:50.000)

# UTM Zone Numbers



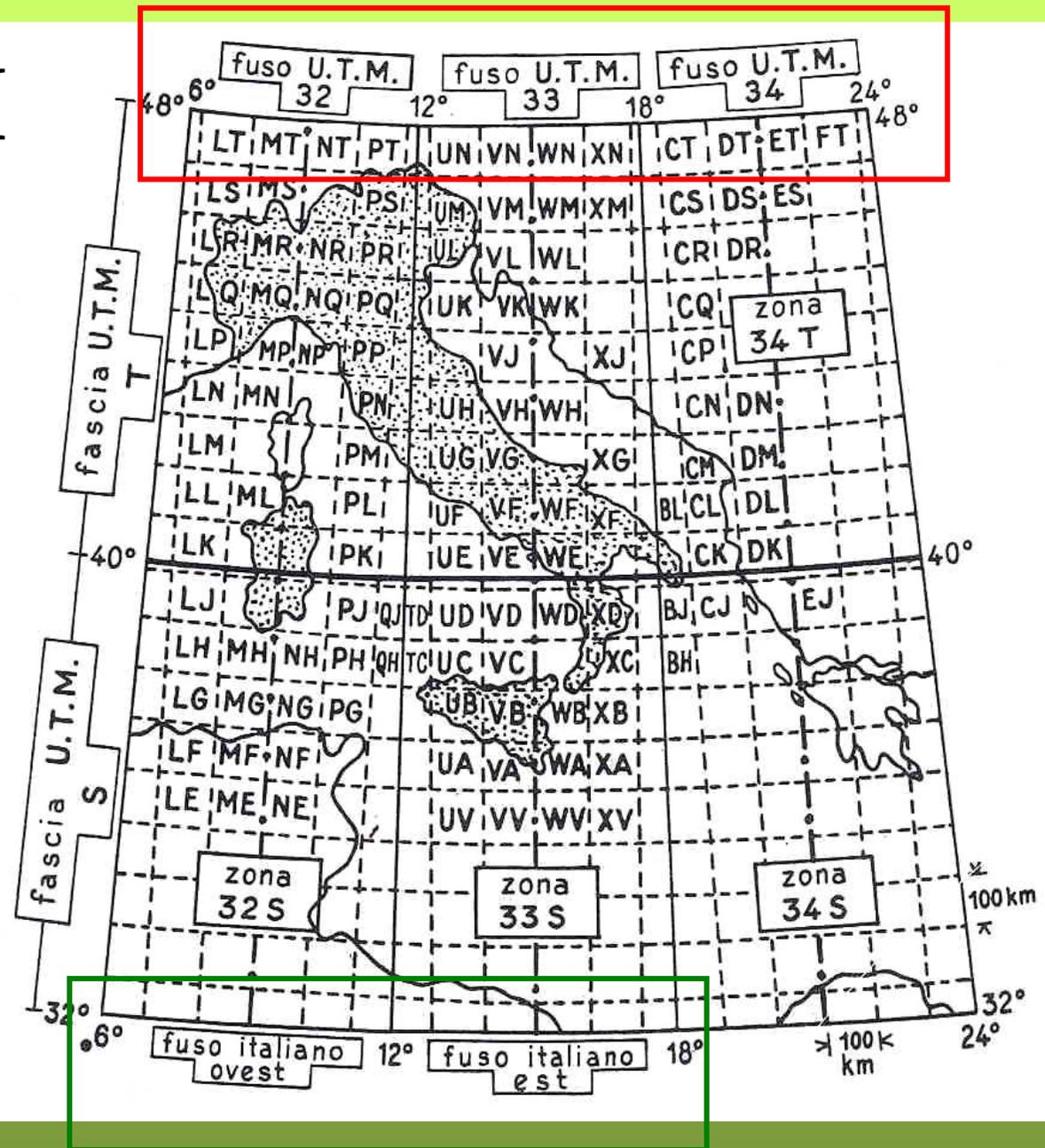
UTM Zone Designators

Universal Transverse Mercator (UTM) System

Peter H. Dana 9/7/94

# Sistema UTM

- L'Italia rientra nei fusi 32, 33 e 34.
- I fusi 32 e 33 sono quasi coincidenti con le zone Ovest e Est del sistema GB (a meno dei 30').



# Sistemi di coordinate utilizzati in Italia

Datum	Roma40	ED50	WGS84
Ellissoide	Hayford	Hayford	WGS84
Orientamento	Monte Mario	Medio Europeo	Geocentrico
Coordinate geografiche			
Meridiano di riferimento longitudine	Monte Mario	Greenwich	Greenwich
Riferimento latitudine	Equatore	Equatore	Equatore
Coordinate cartografiche			
Fusi, meridiani centrali, false origini, fattore di contrazione	Ovest ed Est 9° e 15° E Greenwich 1500 e 2520 Km. K=0.9996	32, 33 e parte nel 34 9°, 15° e 21° E Greenwich Sempre 500 Km. K=0.9996	32, 33 e parte nel 34 9°, 15° e 21° E Greenwich Sempre 500 Km. K=0.9996

# Sistema Gauss Boaga, ovest

## Definizione coordinate in ArcInfo

Projection      TRANSVERSE  
Datum            MOD  
Zunits          NO  
Units            METERS  
Spheroid        INT1909  
Xshift          0.0000000000  
Yshift          0.0000000000  
Densify         0.0000000000  
Generalize     0.0000000000  
Parameters  
0.99960000 /\* scale factor at central meridian  
  9 0 0.000 /\* longitude of central meridian  
  0 0 0.000 /\* latitude of origin  
1500000.00000 /\* false easting (meters)  
0.00000 /\* false northing (meters)

# Sistema gauss boaga, definizione in Ilwis

[Ilwis]

Description=Coordinate System Projection "gauss\_boaga"

Time=1004357552

Version=3.0

Class=Coordinate System Projection

Type=CoordSystem

[Domain]

Type=DomainCoord

[CoordSystem]

CoordBounds=1300000 1900000 5000000 6200000

Width=28

Decimals=2

UnitSize=1.000000

Ellipsoid=International 1924

Type=Projection

Projection=Transverse Mercator

[Projection]

False Easting=1500000.000000

False Northing=0.000000

Central Meridian=9.000000

Central Parallel=0.000000

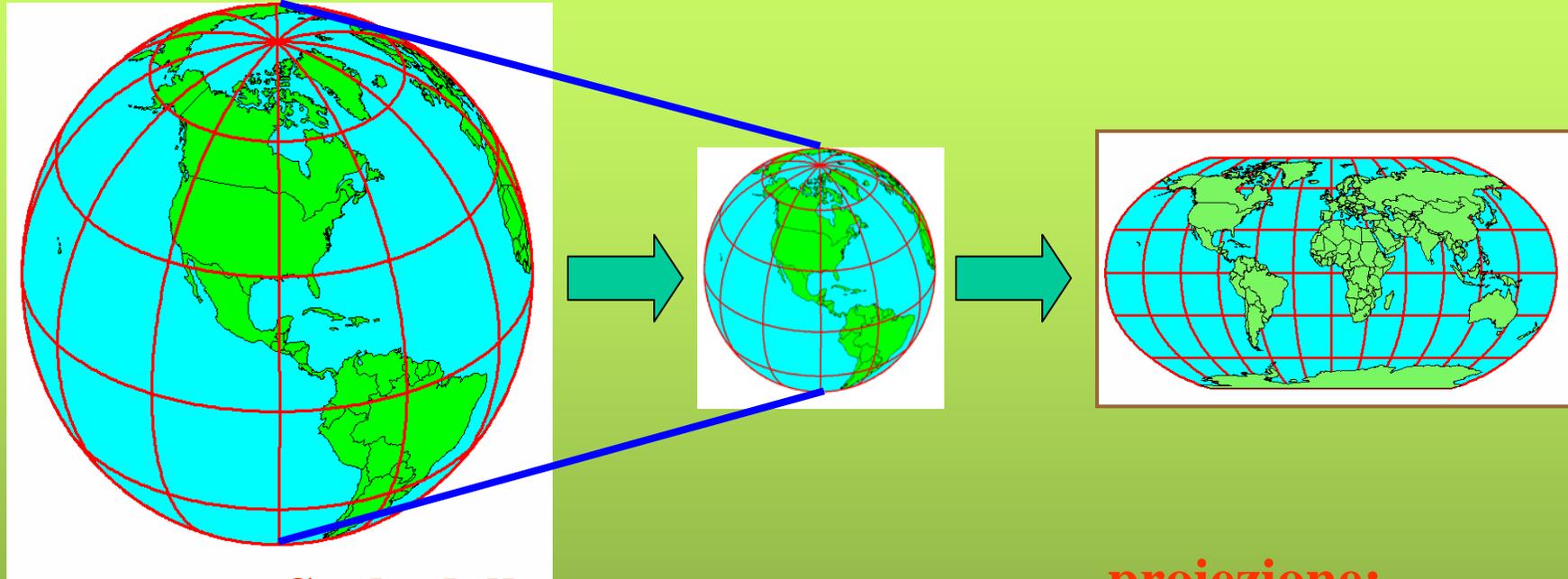
Scale Factor=0.9996000000

# Sistema UTM, zona 32, ED50

## Definizione coordinate in ArcView, ArcGis

```
PROJCS["ED_1950_UTM_Zone_32N",  
GEOGCS["GCS_European_1950",  
DATUM["D_European_1950",  
SPHEROID["International_1924",6378388,297]],  
PRIMEM["Greenwich",0],  
UNIT["Degree",0.0174532925199433]],  
PROJECTION["Transverse_Mercator"],  
PARAMETER["False_Easting",500000],  
PARAMETER["False_Northing",0],  
PARAMETER["Central_Meridian",9],  
PARAMETER["Scale_Factor",0.9996],  
PARAMETER["Latitude_Of_Origin",0],  
UNIT["Meter",1]]
```

# Sup. Terrestre , sfera, e mappa



**Scala della carta:**

Fattore di rappresentazione

$$= \frac{\text{Globe distance}}{\text{Earth distance}}$$

cartografia (e.s. 1:24.000)

**proiezione:**

Scale Factor

$$= \frac{\text{Map distance}}{\text{Globe distance}}$$

digitale (e.g. 0.9996)

# Cartografia numerica

Si intende con questo termine la cartografia su supporto informatico acquisita mediante digitalizzazione o scannerizzazione da basi cartografiche esistenti oppure ottenuta direttamente da restituzione puntuale (punti gps).

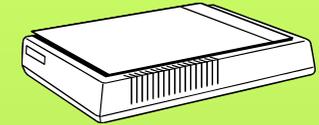
L'elemento base è l'insieme delle coordinate, codificate secondo le regole delle banche dati (database), che rappresentano in **forma implicita** il territorio sotto forma di disegno su video e/o su carta

# Cartografia numerica

Può essere considerata una raccolta organizzata di informazioni riguardanti la rappresentazione del territorio analizzabile attraverso un opportuno linguaggio di interrogazione.

Elementi caratteristici sono il grado di dettaglio tra contenuto descrittivo (semantico) e qualitativo (incertezza).

# Cartografia numerica



Da ciò decade il concetto di scala della carta per un nuovo concetto di

*scala nominale*

scala grafica di rappresentazione tale per cui le incertezze legate alla produzione del dato sono inferiori all'errore di graficismo a quella scala, cioè la scala in cui è corretto plottare la carta.

# Cartografia numerica

L'errore di graficismo accettabile per gli standard cartografici è di 0.2 mm alla scala della carta.

## Esempio

- piccola scala = 1:100.000 0.2 mm = 20 m
- grande scala = 1:1.000 0.2 mm = 20 cm

# Cartografia numerica

<i>Scala carta</i>	<i>Deformazione max</i>
1 : 500	10 cm
1: 1000	20 cm
1: 2000	40 cm
1: 5000	1 m
1: 10000	2 m
1: 25000	5 m
1: 50000	10 m
1: 100000	20 m
1: 1000000	200 m

# Cartografia numerica

Esistono tre tipologie di cartografie numeriche:

- *ottenuta per stereorestituzione analitica*  
(*cartografia numerica s.s.*)
- *ottenuta per digitalizzazione di mappe o carte esistenti* (*cartografia digitale*)
- *cartografia raster*

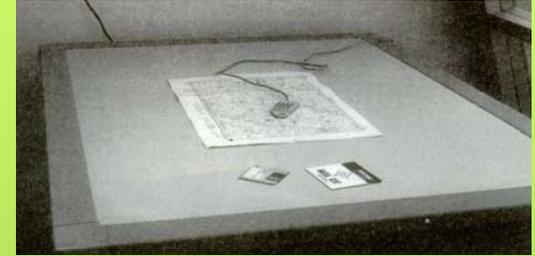
# **Cartografia numerica** *ottenuta per stereorestituzione analitica*

Sfrutta la visione stereoscopica ed i parametri di orientamento di due fotogrammi. La struttura numerica viene creata attraverso una serie di memorizzazioni grafiche effettuate mediante l'uso di un software adeguato

Esempio: Cartografia topografica comunale ad uso PRG



# Cartografia numerica *ottenuta per digitalizzazione di mappe o carte esistenti*



Si ottiene in mediante:

- **acquisizione mediante digitalizzatori**
- è bidimensionale, solo le curve di livello ed i punti quotati possono diventare 3d con onerose operazioni manuali
- non può rispettare le tolleranze proprie della scala nominale della carta e sarà, perciò, metricamente peggiorativa rispetto a quella di partenza

# Cartografia raster

Si ottiene mediante scansione della cartografia cartacea, è quindi una **IMMAGINE**.

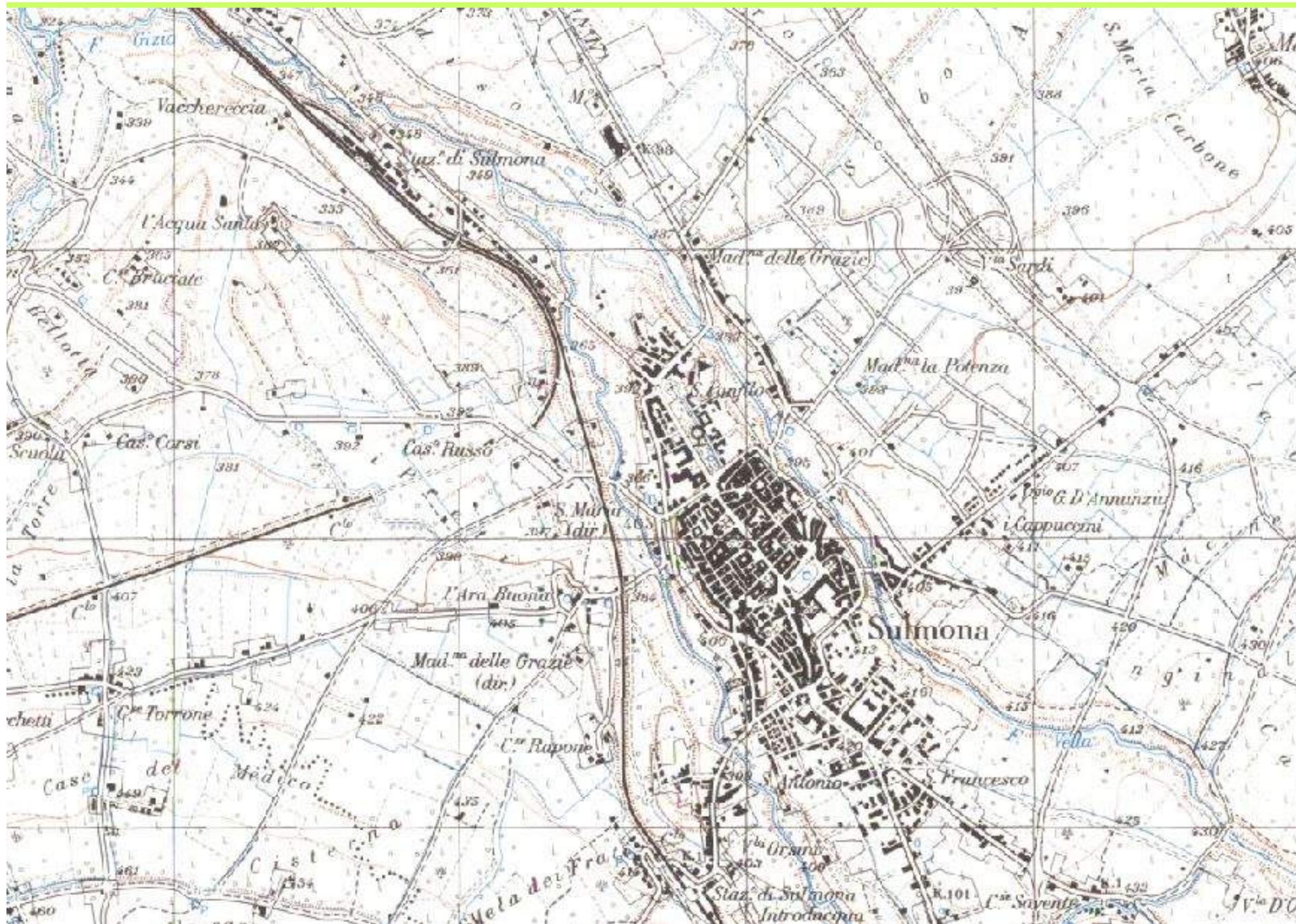
Non possiede una struttura, non è interrogabile; il suo possibile impiego è solo quello di sfondo.

Può essere resa vettoriale mediante processi di vettorializzazione manuale o semi automatica

Esempio Carte Tecniche Regionali

# Esempio di CTR





**Esempio di Carta IGM 1:25.000**



**Carta Tecnica 1:2.000**



# Tipologia di cartografia

## *Cartografia tematica*

**La classificazione principale dipende dalle metodologie di acquisizione**

*cartografia tradizionale*

*cartografia fotografica*

*cartografia numerica*

# Cartografia tradizionale

Si intende con questo termine la cartografia acquisita mediante tecniche analogiche (foto restitutori, fotogrammetria).

Il risultato è una carta disegnata a mano al tratto.

Il disegno contiene in **forma implicita** (mediante misure con righello) le coordinate dei punti

# Cartografia fotografica

Si intende con questo termine la cartografia in cui la forma grafica della carta è sostituita dall'immagine fotografica, globalmente o differenzialmente raddrizzata (ortofoto e fotocarte).