

# CORSO II° LIVELLO

## CARTOGRAFIA

- Latitudine e Longitudine
- Proiezione cilindrica diretta di Mercatore
- Rappresentazione di Gauss
- Rappresentazione di Gauss-Boaga
- Proiezione UTM
- Sistema Map datum Roma 40
- Sistema Map Datum Europa 1950
- Utilizzo delle carte nei vari sistemi
- Declinazione Magnetica

# DOVE SIAMO?

- Il nostro paese si trova **nell'EMISFERO BOREALE (NORD DELL'EQUATORE)**
- l'Italia si trova esattamente tra i **fusi 32, 33 e 34 del sistema U.T.M.**
- **Ma cosa vuol dire?**
- E' necessario fare un passo indietro...

## 2. Cose da sapere

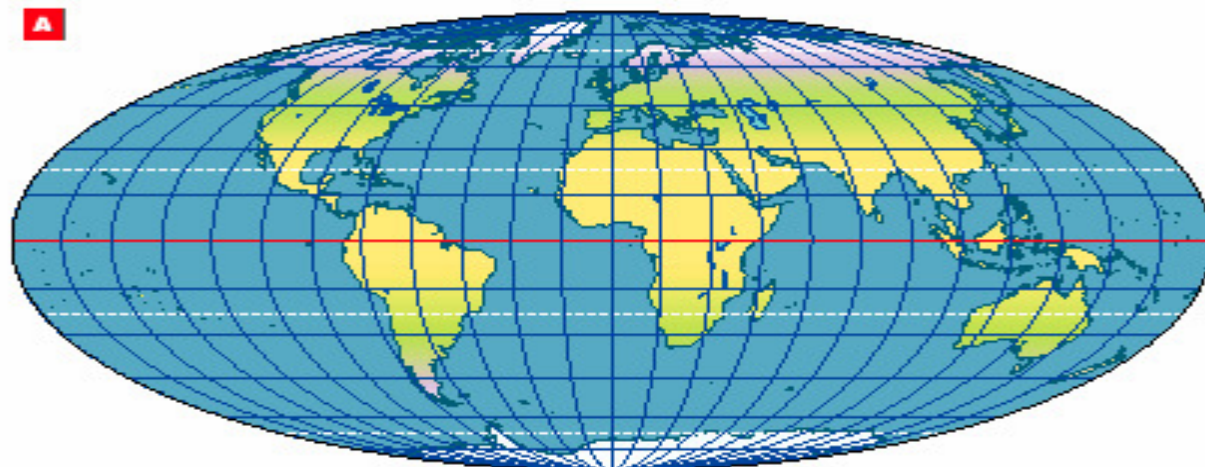
### A. Le idee importanti

- I **planisferi** sono delle carte dove è disegnata tutta la Terra
- Sulla Terra si disegnano delle linee: i **paralleli** e i **meridiani**
- Sulla Terra si disegnano anche altre linee: i **fusi orari**

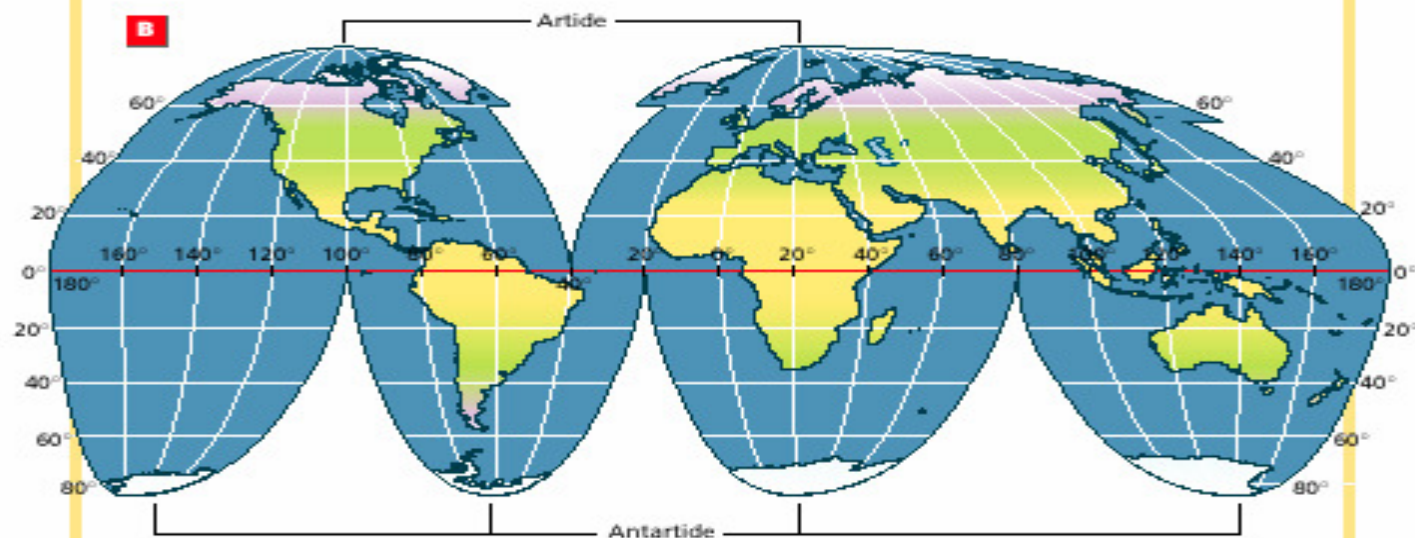
■ I planisferi sono delle carte dove è disegnata tutta la Terra

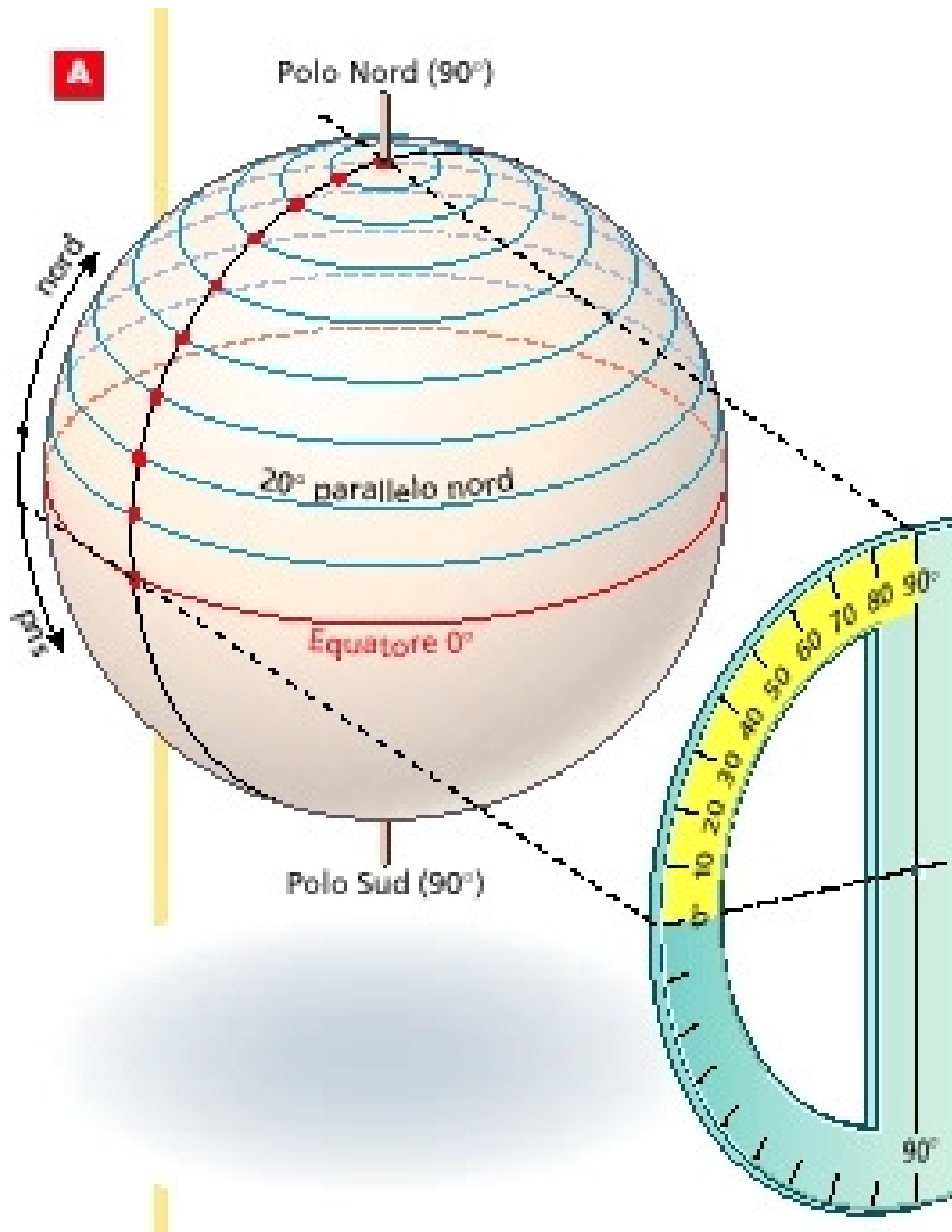
Guarda queste due figure.

**A**



**B**

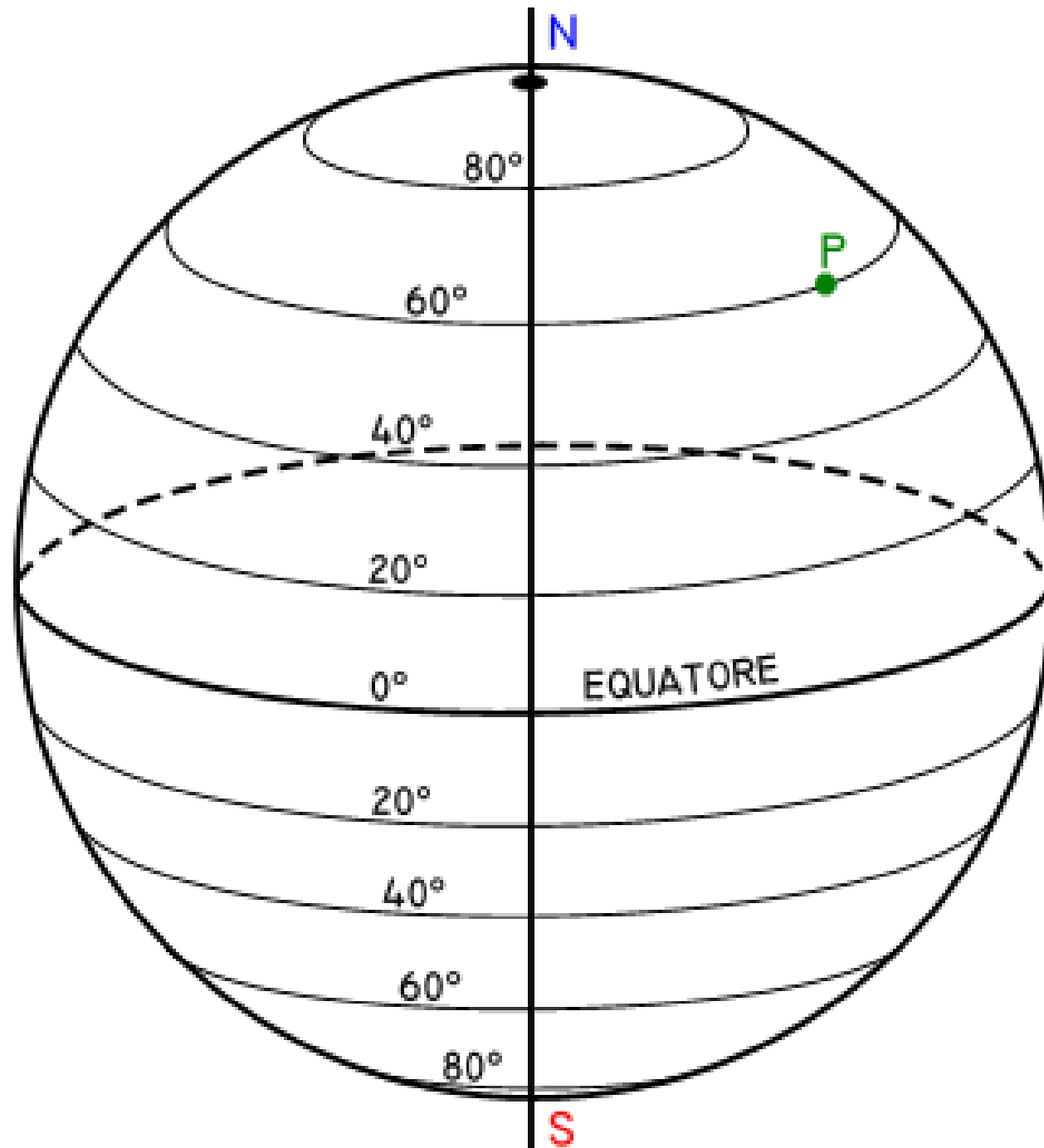




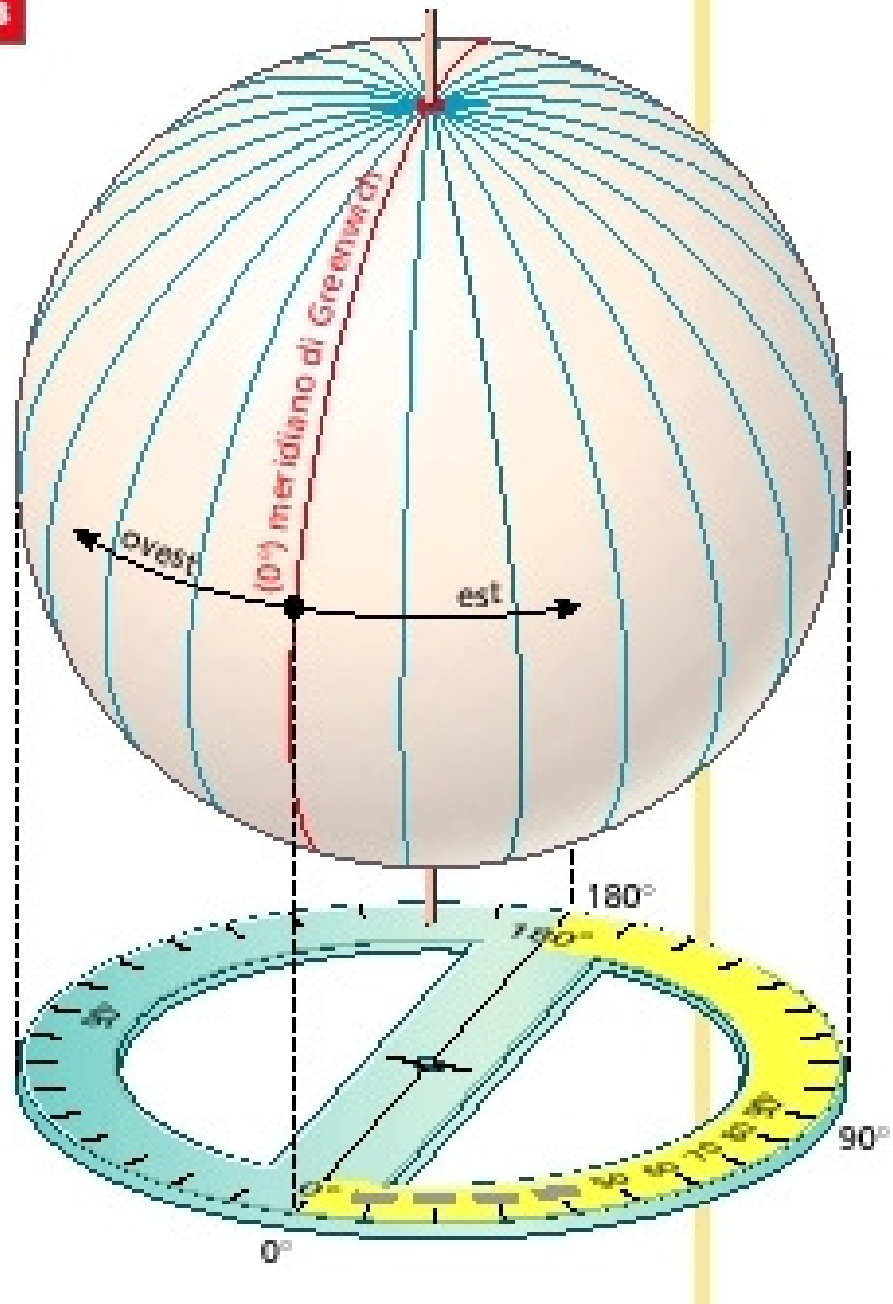
A sinistra, sulla superficie della Terra sono disegnati dei cerchi **paralleli**, che vanno **da est a ovest**. Il parallelo più grande e importante è l'**Equatore**, che «taglia» in due metà uguali la superficie della Terra. Se una nave, una città o qualsiasi altro punto si trova sull'Equatore, si dice che ha latitudine  $0^\circ$  (zero gradi). Gli altri paralleli sono cerchi più piccoli, fino ad arrivare al Polo Nord o al Polo Sud, che hanno latitudine  $90^\circ$ . Infatti, di solito si disegnano 180 paralleli: 90 a nord dell'Equatore e altri 90 a sud dell'Equatore. La **latitudine** di una nave, di una città o di qualsiasi altro punto ti dice quanto quel punto è lontano dall'Equatore. Ad esempio, Roma ha latitudine  $42^\circ$  N (quarantadue gradi Nord). Buenos Aires ha latitudine  $35^\circ$  S (trentacinque gradi Sud).

A destra, sulla superficie della Terra sono disegnati degli altri cerchi, che vanno **da nord a sud**. Si chiamano **meridiani**. Il meridiano più importante si chiama **meridiano di Greenwich** (perché passa dalla città di Greenwich, vicino a Londra) e ha longitudine  $0^\circ$  (zero gradi). Gli altri meridiani sono cerchi che «tagliano» anche loro la superficie della Terra e sono lunghi come il meridiano di Greenwich. Di solito si disegnano 360 meridiani: 180 a est del meridiano di Greenwich e 180 a ovest. La **longitudine** di una nave, una città o qualsiasi altro punto ti dice quanto quel punto è lontano dal meridiano di Greenwich. Ad esempio, Roma ha longitudine  $12^\circ$  E (dodici gradi Est), Buenos Aires, in Argentina, ha longitudine  $58^\circ$  W (cinquantotto gradi Ovest).

Sapere la latitudine e la longitudine è molto importante soprattutto per le navi in mezzo al mare: così si può sapere sempre dove sono esattamente.



B

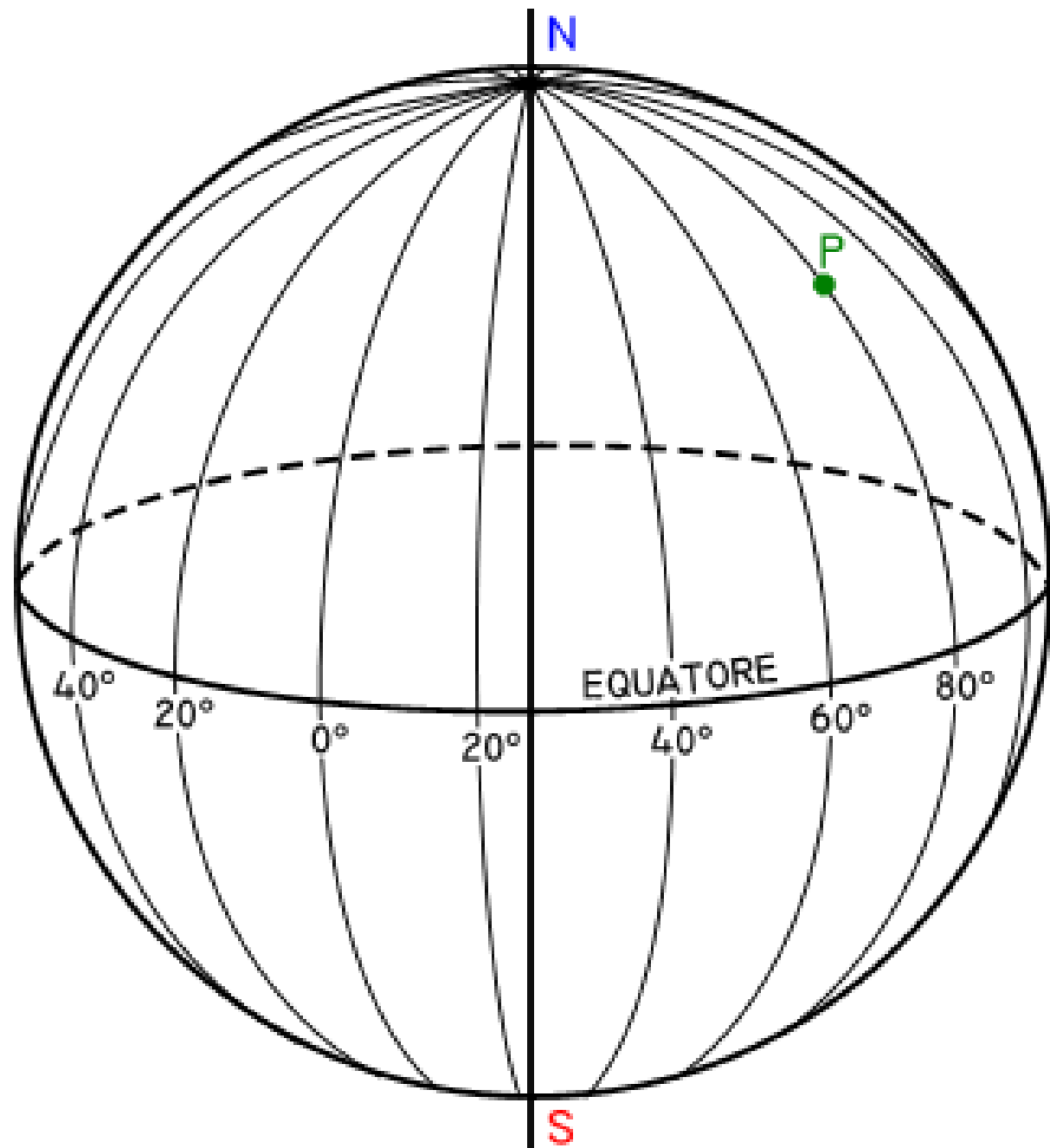


I due punti di riferimento principali per le misure geografiche sono, l'equatore e cioè la linea teorica che divide in due la terra in orizzontale (parallelo o latitudine zero) e il meridiano di Greenwich (meridiano o longitudine zero).

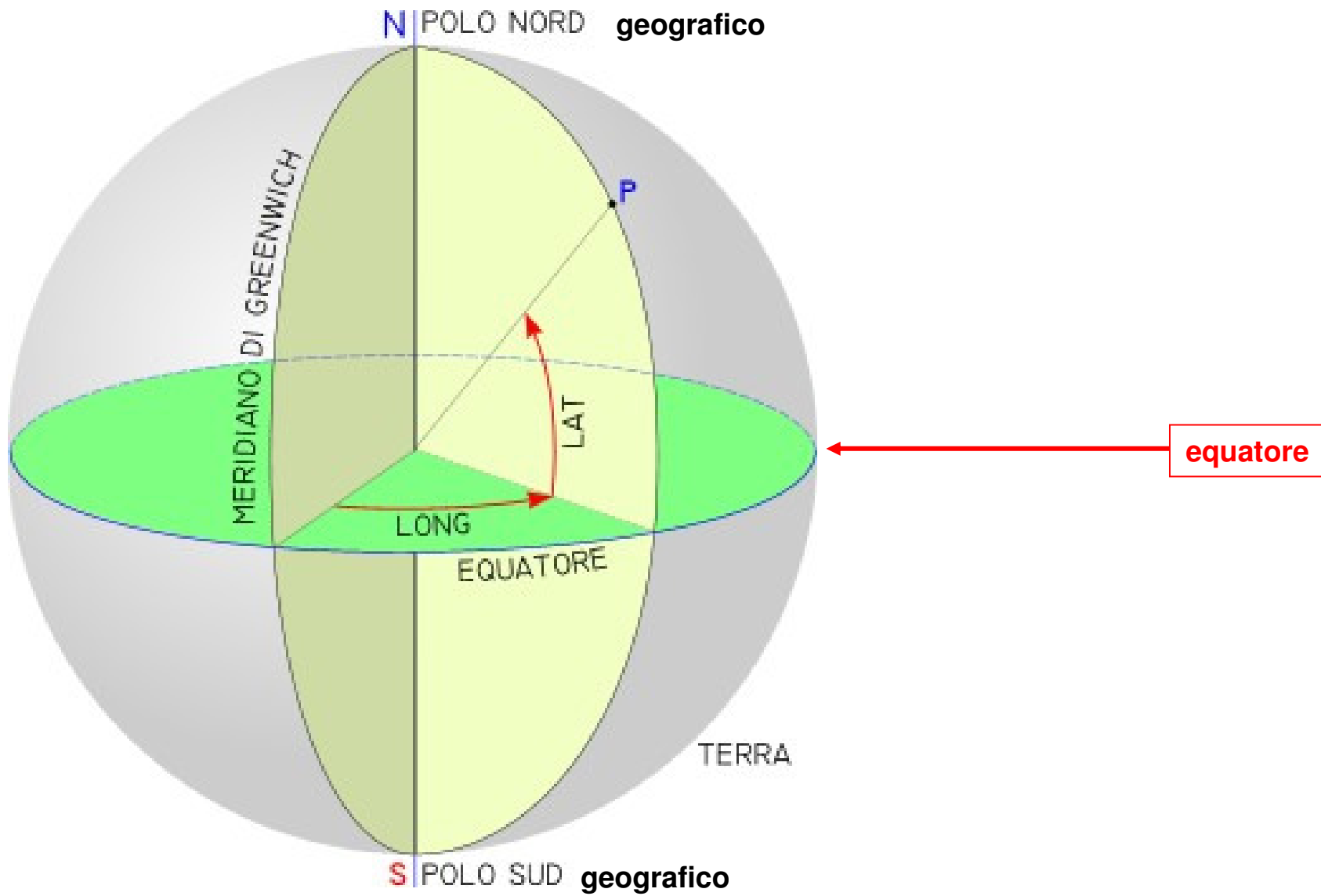


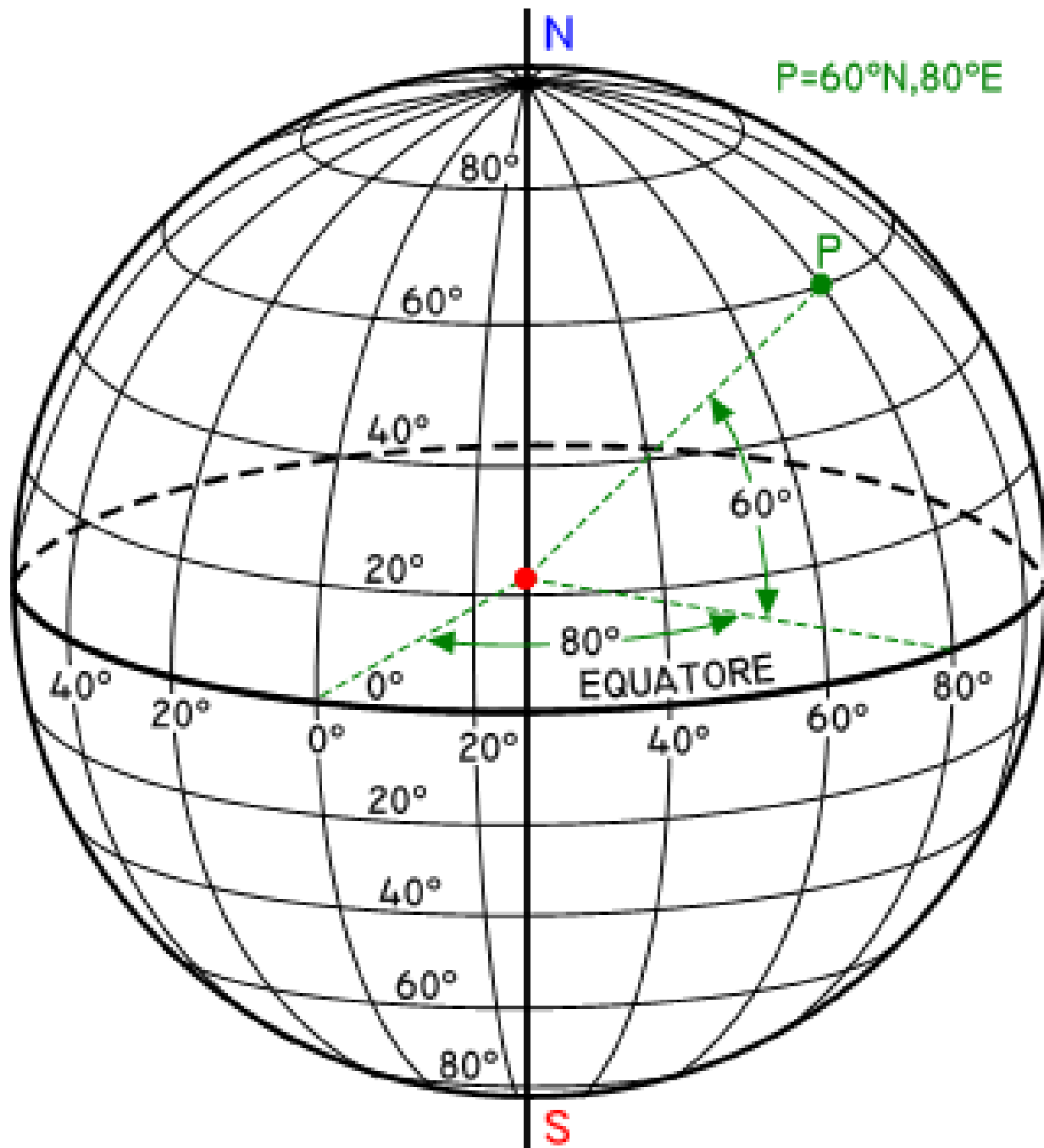
A lato, il punto in cui passa il meridiano di Greenwich (Regno Unito)

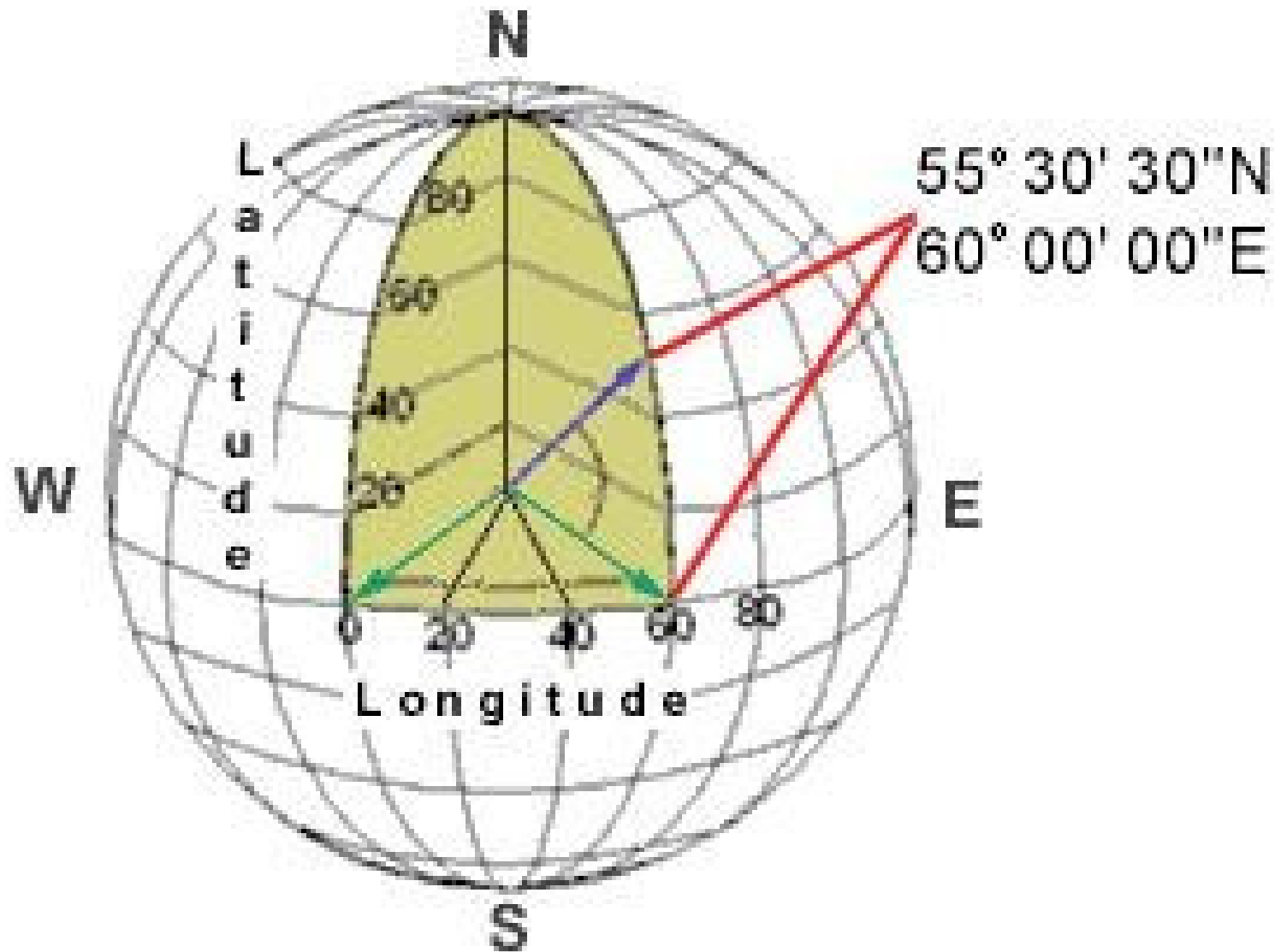




Come è noto il nostro pianeta assomiglia a una sfera un po' schiacciata ai poli.







Abbiamo visto che la terra è stata divisa in “spicchi” e che questi spicchi sono stati ulteriormente divisi da linee perpendicolari.

# Da Tonda a Piana

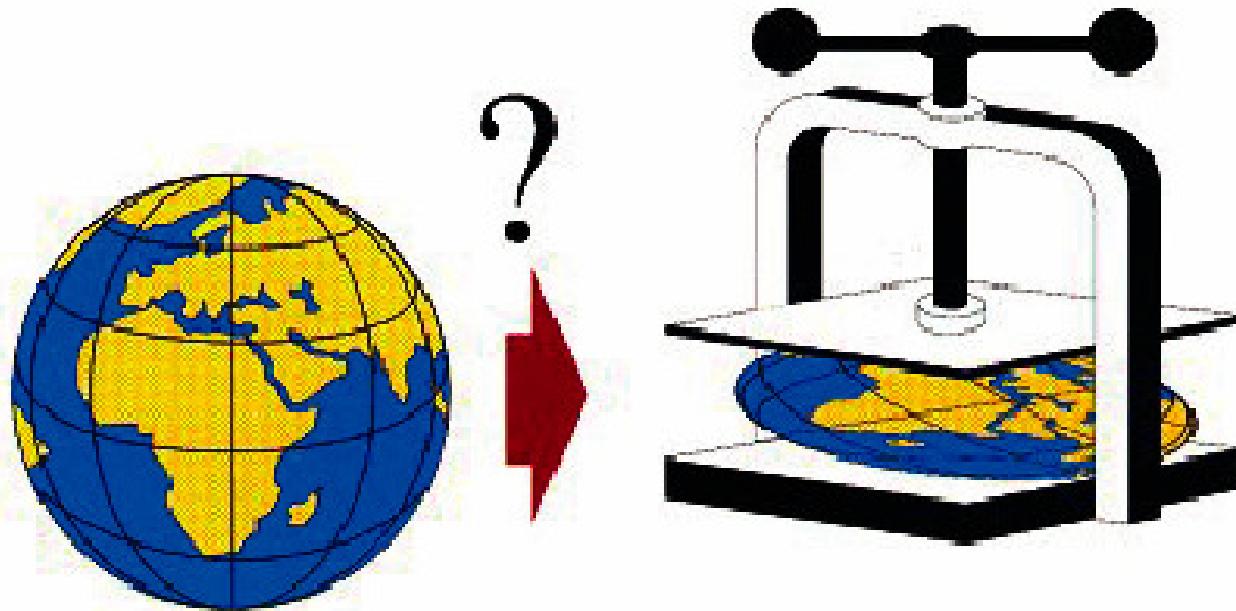


Figura 1.2.1 *Per riprodurre su un piano la superficie terrestre non ha significato appiattirla, quanto piuttosto proiettarla*

Tralasciando i sistemi geodetici ed altri importanti punti che non saranno argomento di discussione in questo corso, iniziamo a vedere quali sono i sistemi di proiezione che più ci servono.

**Proiezione cilindrica diretta di Mercatore.** Il primo tipo di carta che adotta un metodo di taglio matematico, è quella dovuta all'olandese Gerhard Kremer, (Mercatore), con la proiezione messa a punto nel 1569, che rispetta gli angoli fra meridiani e paralleli, secondo l'impostazione scientifica tolemaica. (Proiezione cilindrica diretta di Mercatore)

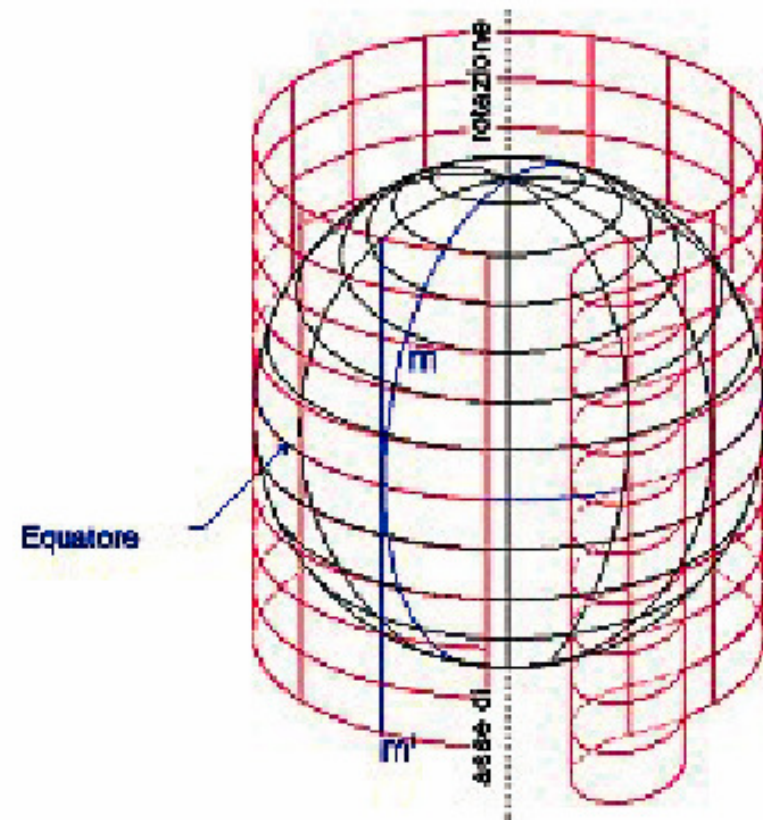


Figura 1.2.17 Proiezione cilindrica tangente all'equatore. Rappresentazione di Mercatore.  
 $m$  = meridiano sull'ellissoide  $m'$  = meridiano sulla carta

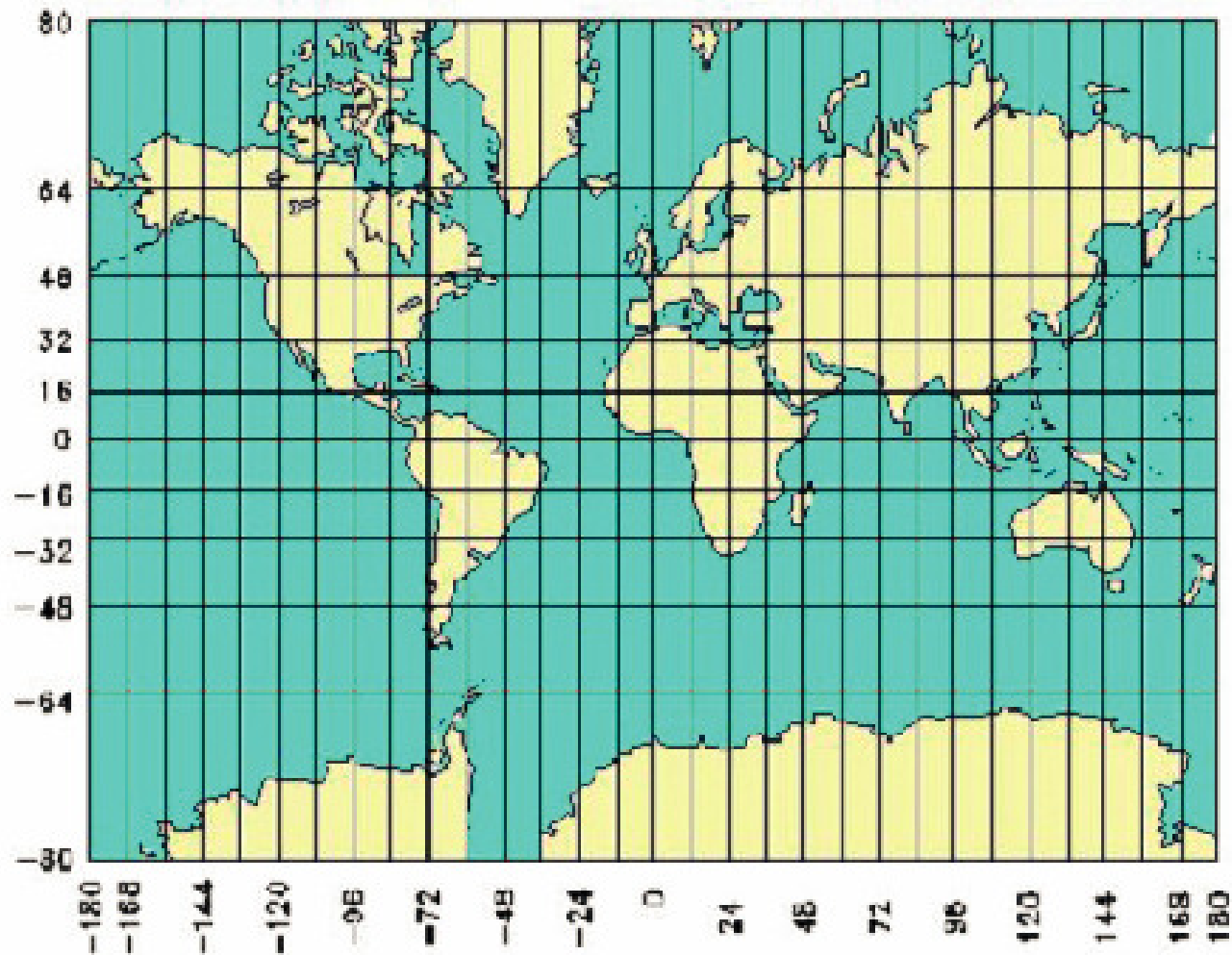


Figura 1.2.18 *Reticolato geografico: rappresentazione di Mercatore. Tra i meridiani si conservano distanze proporzionali a quelle reali, ma le distanze dei paralleli vanno progressivamente aumentando verso i poli.*

## RAPPRESENTAZIONE TRAVERSA DI MERCATORE O DI GAUSS

Questa rappresentazione è stata scelta per la cartografia ufficiale Italiana!

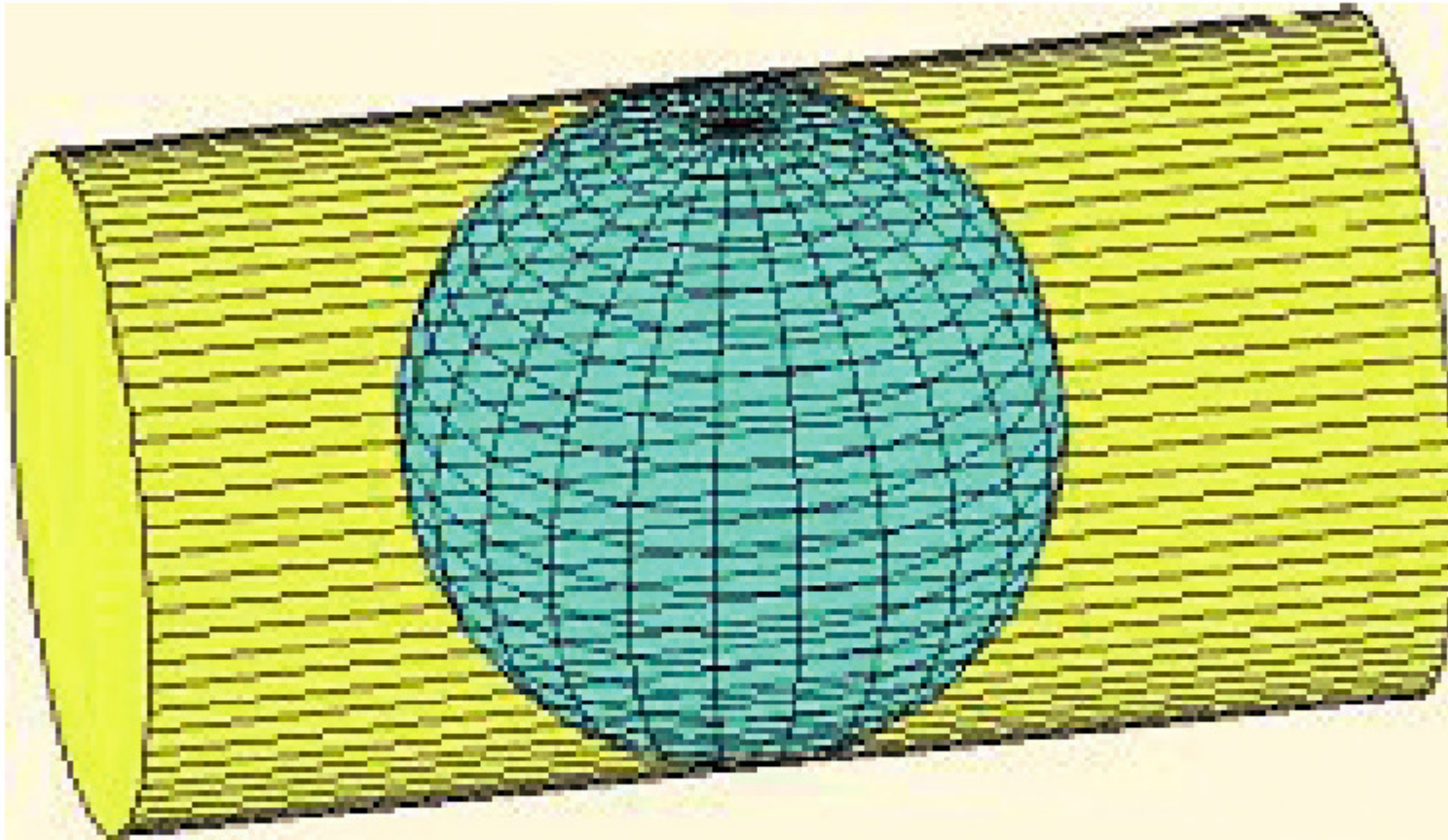


Figura 1.2.19 *Proiezione cilindrica tangente ad un meridiano.  
Rappresentazione di Gauss.*



Come si può vedere in questa proiezione, più ci si allontana dal meridiano di riferimento più aumenta la deformazione per questo motivo viene usato per “spicchi” di  $3^\circ$  a destra del Meridiano e  $3^\circ$  gradi a sinistra per un totale di  $6^\circ$ . La cosa va ripetuta per 60 volte.

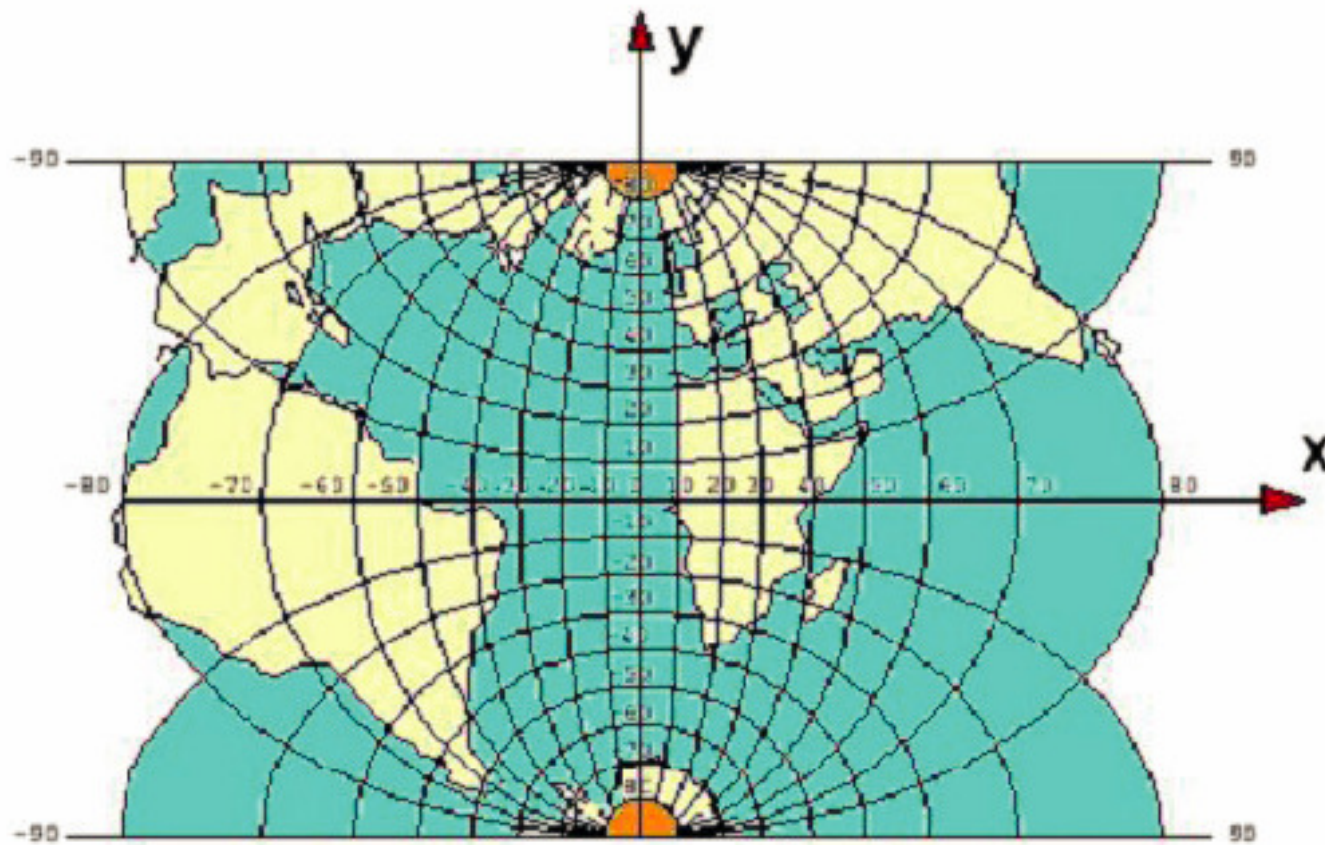
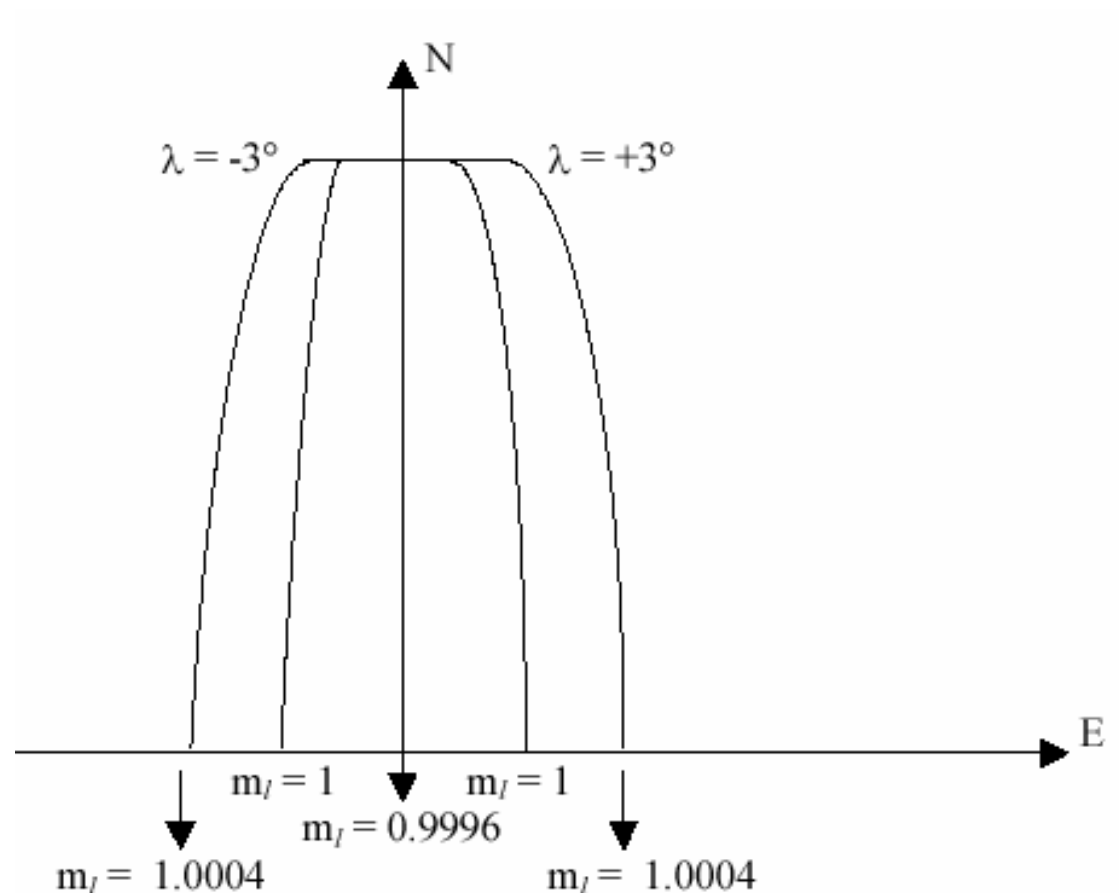


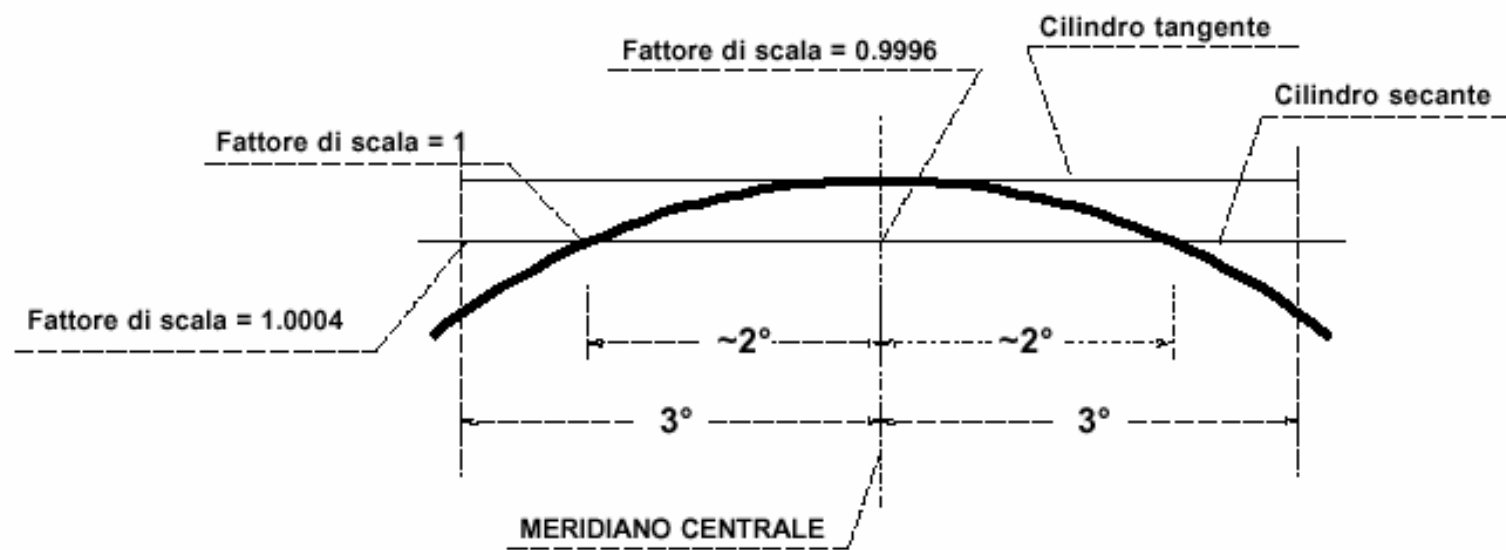
Figura 1.2.20 Reticolato geografico: rappresentazione di Gauss. La convessità dei meridiani è accentuata; limitando la proiezione a soli  $6^\circ$ , meridiani e paralleli sono pressoché rettilinei.

## Fattore di contrazione

alle coordinate dei punti  
viene applicata una  
riduzione pari a 0.9996  
(riduzione dell'ellissoide di  
riferimento dello 0.4 per  
mille)



Effetto del fattore di contrazione  
sul valore di  $m$  all'interno di un fuso



*Cilindro tangente e cilindro secante nella rappresentazione di Gauss*

La rappresentazione di Gauss è quindi adottata dalla maggior parte degli Istituti Geografici Europei con la denominazione U.T.M. (Universal Trasverse Mercator)

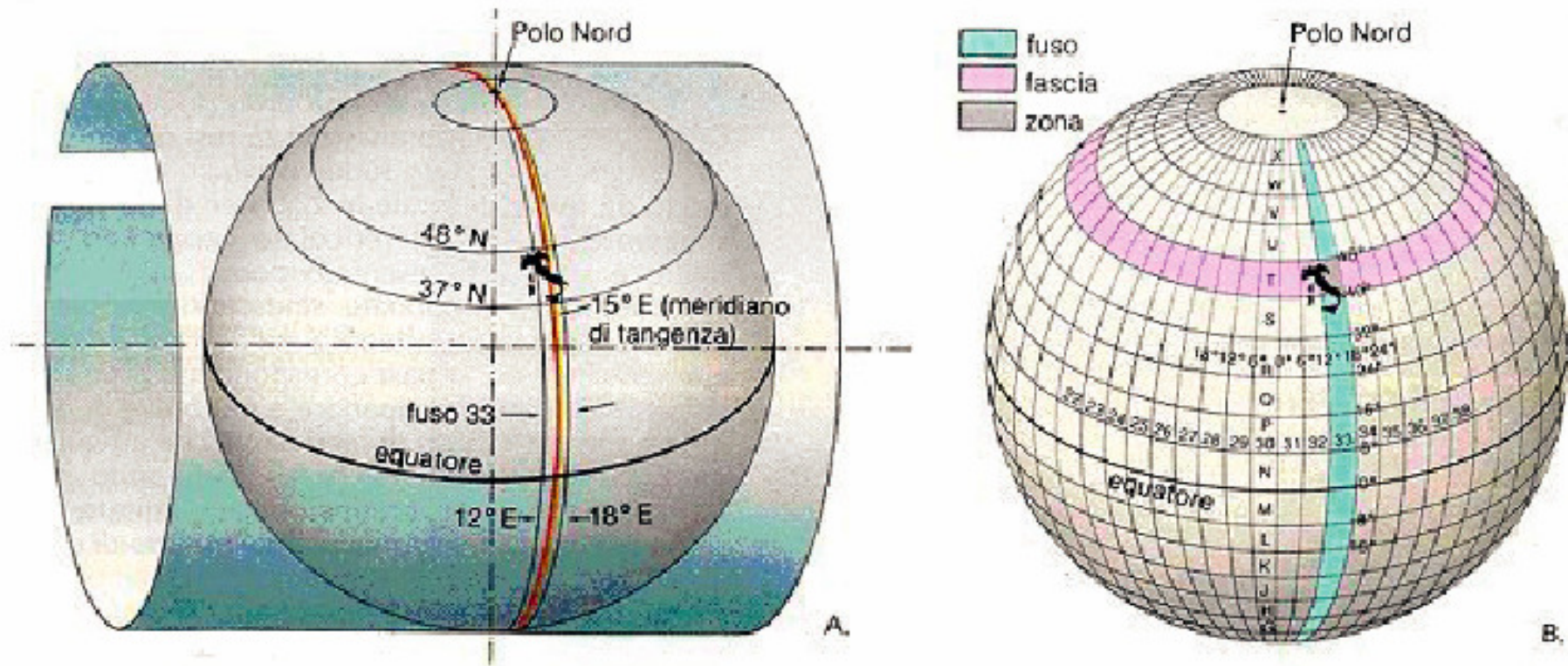
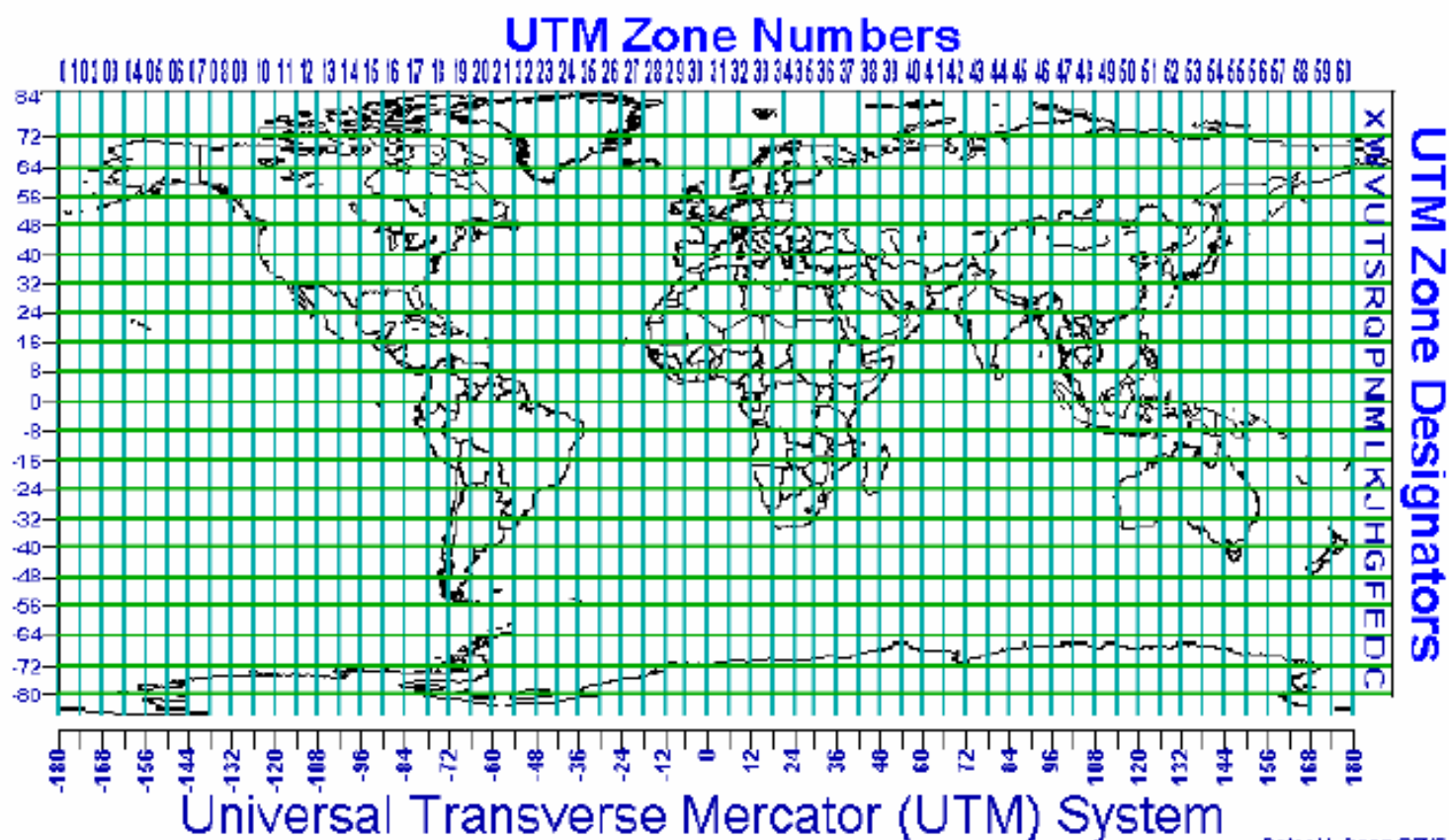


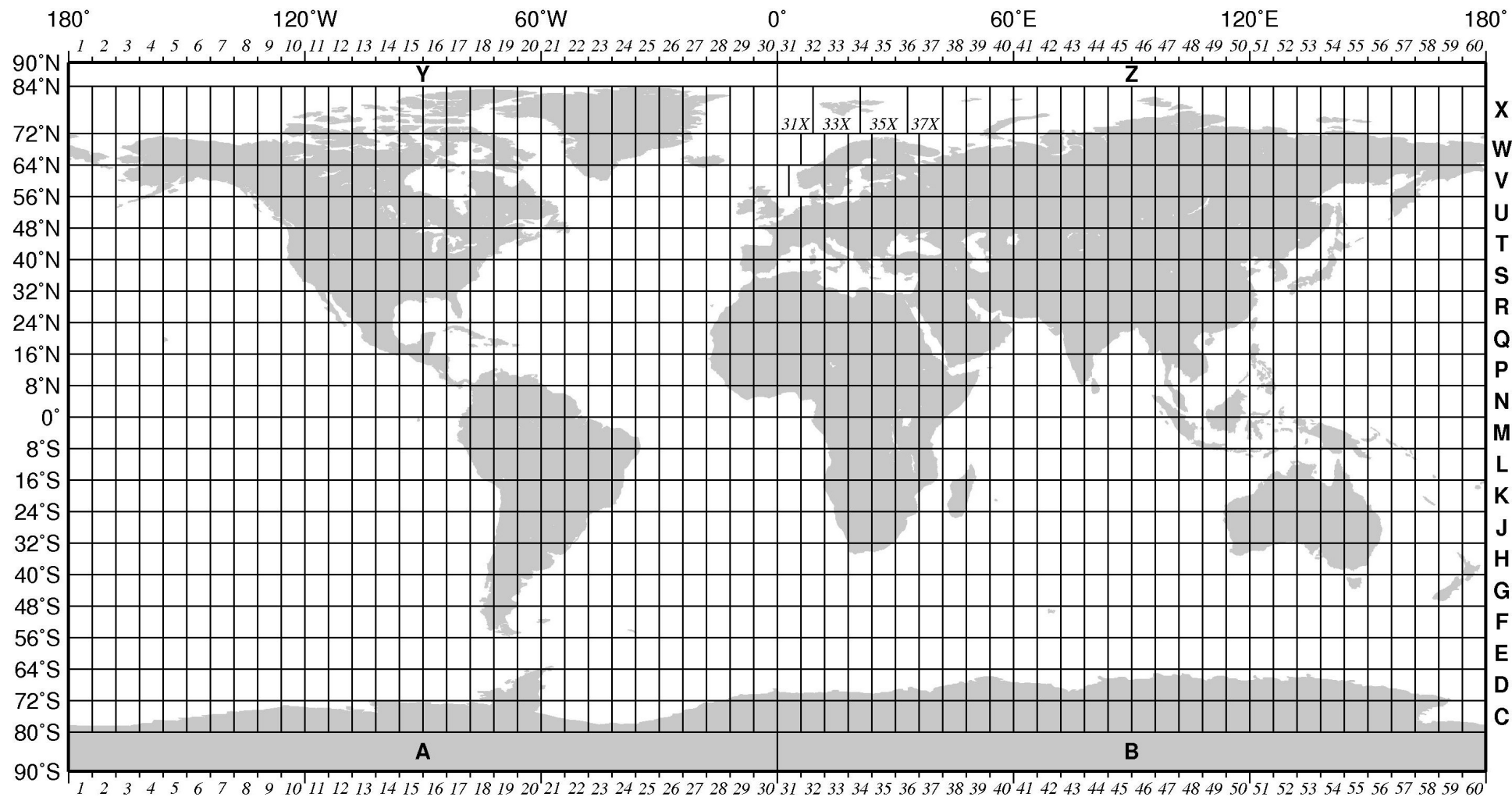
Figura 1.2.22 Inquadramento del territorio italiano sul reticolato geografico della rappresentazione di Gauss.

# Cartografia IGM nel sistema UTM

Il territorio italiano è rappresentato anche nel sistema UTM (in questo caso il sistema geodetico di riferimento è l'ED50). Secondo tale sistema la superficie terrestre è stata divisa in 60 fusi di  $6^\circ$  di ampiezza, numerati da 1 a 60 partendo dall'antimeridiano di Greenwich e procedendo verso Est. Si ha inoltre una suddivisione in 20 fasce di  $8^\circ$  ciascuna in latitudine partendo da  $\varphi = -80^\circ$  fino a  $\varphi = 80^\circ$ . Le fasce sono individuate da lettere dell'alfabeto dalla C fino alla X a partire da Sud, escludendo le lettere I e O.

Le intersezioni tra fusi e fasce individuano le zone; l'Italia è compresa nelle zone 32T, 33T, 32S, 33S salvo una parte della penisola salentina che appartiene alle 34T e 34S (si noti che il numero designa il fuso e la lettera indica la fascia).





Facciamo il punto:

Abbiamo visto che il nostro pianeta è stato suddiviso in **meridiani** e **paralleli**, e che grazie a questi due riferimenti si può misurare la posizione **Geografica** di un punto.

Abbiamo capito che con processi matematici si può **Rappresentare**, parzialmente o totalmente il nostro pianeta su una superficie piana, come una mappa.

Sappiamo che in Europa il sistema di **Rappresentazione** adottato è quello **U.T.M. o Gauss**, che prevede l'utilizzo di piccole "fette" non più larghe di  $6^\circ$  per ridurre l'errore e che quest'ultimo è minimo (**fattore di contrazione**) paragonabile ad un errore di graficismo.

Sappiamo che grazie a questa Rappresentazione si possono creare le mappe

Cosa ci serve sapere per poter interpretare una Mappa o Carta Topografica nel modo corretto?

A partire dal 1950 il sistema di riferimento geodetico e cartografico si è arricchito, a seguito della definizione di un **sistema di dati europeo (ED50)**, permettendo un'alternativa nella designazione dei diversi punti topografici e nella definizione di un nuovo reticolato. Questa alternativa viene riferita nella cartografia ufficiale italiana da un **duplice e ben distinto reticolato** che consente di identificare sia il sistema nazionale che il sistema internazionale europeo (sistema UTM).

- **Sistema di riferimento Europeo**

  - **ED50 (European Datum 1950)**

  - Ellissoide Internazionale con orientamento medio analitico (Potsdam - Germania)

  - **Rappresentazione UTM**



- Sistema di riferimento italiano:

**Monte Mario - Roma 40**

cioè l'origine delle coordinate è stata fissata nel 1940 all'Osservatorio di Roma Monte Mario, la cui longitudine rispetto a Greenwich è pari a  $\lambda = 12^\circ 27' 08''.40$

- Rappresentazione di **Gauss - Boaga**
- Superficie di riferimento:

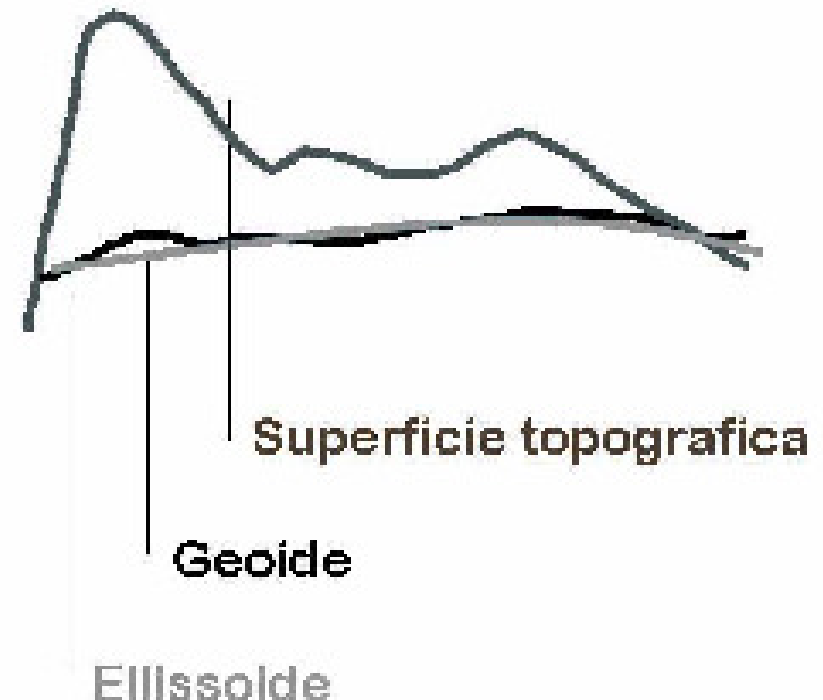
**Ellissoide Internazionale (di Hayford)**

(localmente) orientato a Roma - Monte Mario

# SUPERFICI DI RIFERIMENTO E DATUM

## Le superfici della Terra

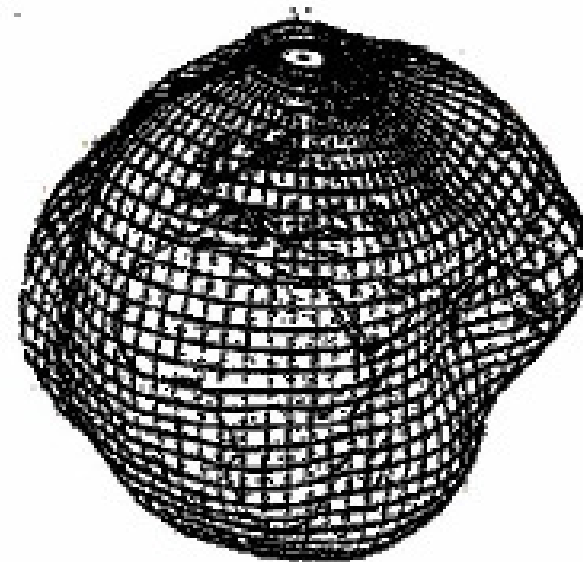
- I sistemi di riferimento riferiti alla superficie terrestre devono basarsi su un **modello** della dimensione e della forma della Terra
- È necessario distinguere modelli diversi
  - **Geoide**
  - **Ellissoide**
  - Si consideri che in ogni caso i modelli sono da considerare distinti rispetto alla **superficie topografica**, che è la superficie formata dal mare e dalle irregolarità delle terreno



# SUPERFICI DI RIFERIMENTO E DATUM

## Il geoide

- Il **geoide** è un modello approssimabile alla superficie che si otterrebbe prolungando sotto le terre emerse la **superficie media del mare**
  - questa superficie è influenzata dalle variazioni di densità della Terra; le irregolarità sono pari a circa **60 metri**
- Questo modello è **troppo complesso** per essere utilizzato per definire un sistema di coordinate geografiche



Le ondulazioni del geoide sono amplificate di 15000 volte  
(disegno tratto da Richard Knippers, Geometric Aspects of Mapping)

# SUPERFICI DI RIFERIMENTO E DATUM

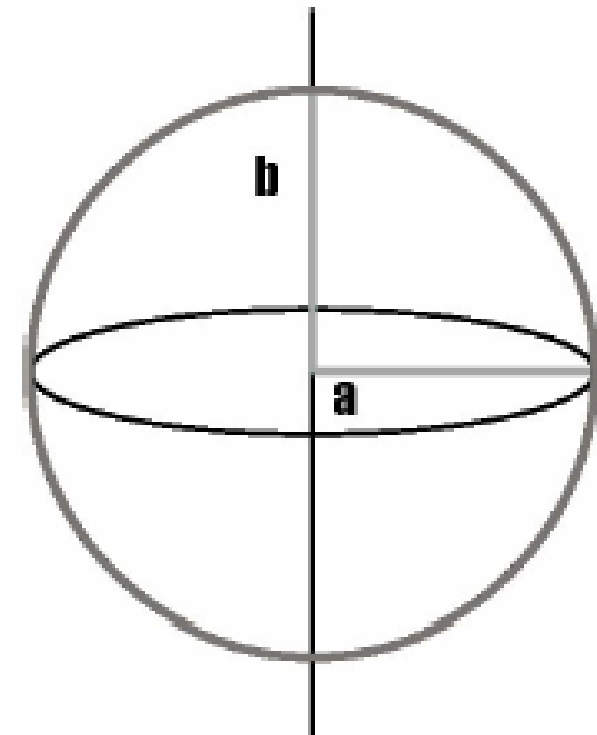
## Ellissoide

- L'**ellissoide** è un modello che rappresenta la forma della Terra **smussata delle irregolarità superficiali**
- Dall'inizio dell'Ottocento sono stati definiti **molti ellipsoidi** in funzione del perfezionamento delle rilevazioni
- Con grande generalità, il **semiasse minore (N/S)** è circa **1/150 più corto del semiasse maggiore (E/W)**
  - Gli ellipsoidi di riferimento sono identificati da un nome spesso seguito da un anno
    - **Bessel 1841**
    - **Internazionale 1924**
    - **WGS 1984**
    - ...

$$b = 6356752.3142 \text{ m}$$

$$a = 6378137,0 \text{ m}$$

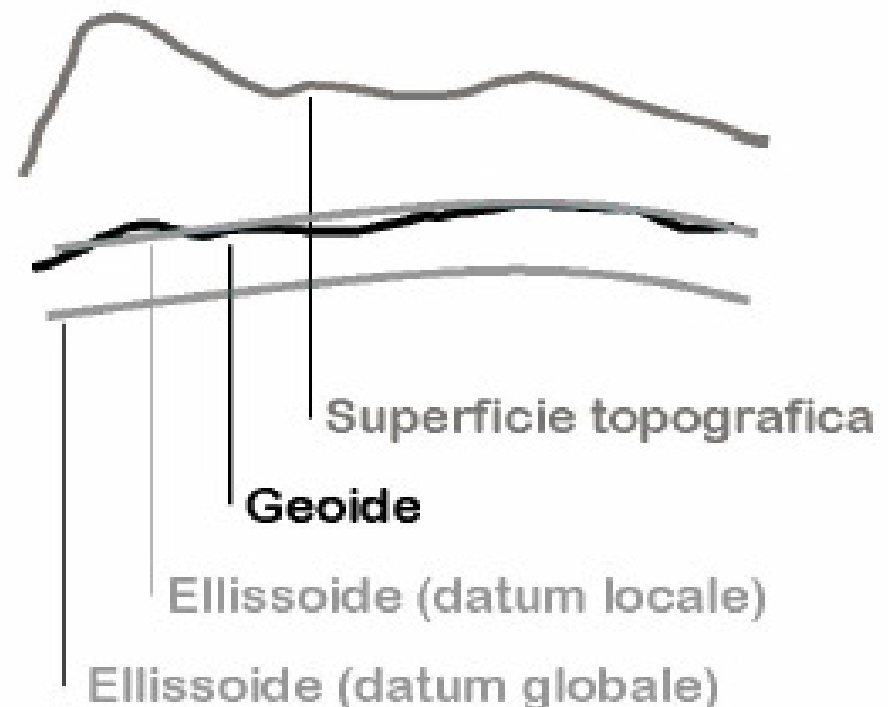
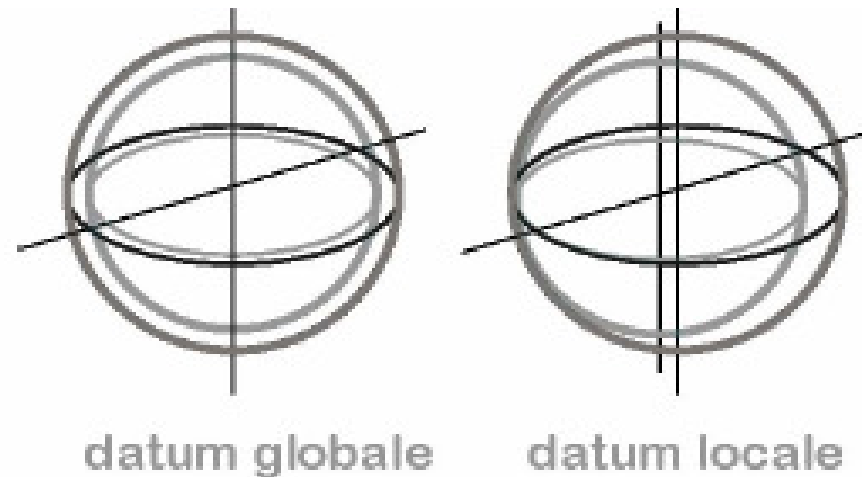
valori WGS84



# SUPERFICI DI RIFERIMENTO E DATUM

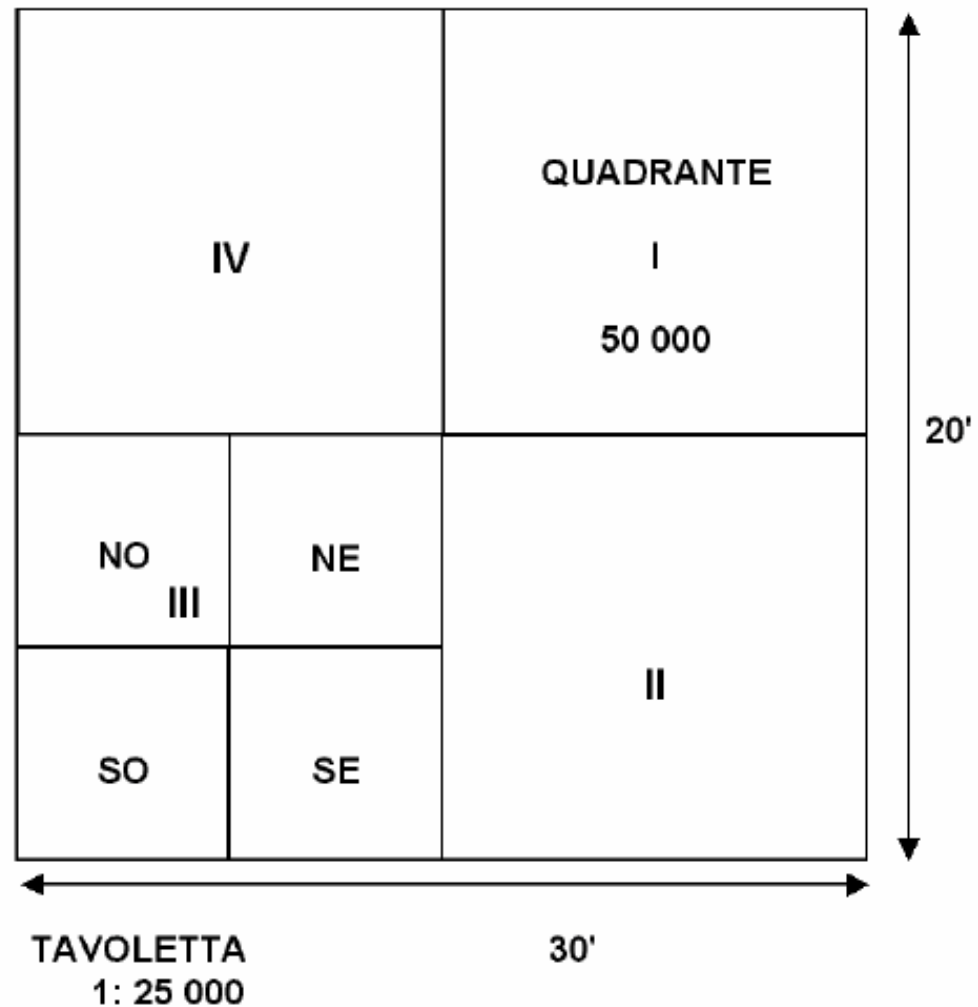
## Datum

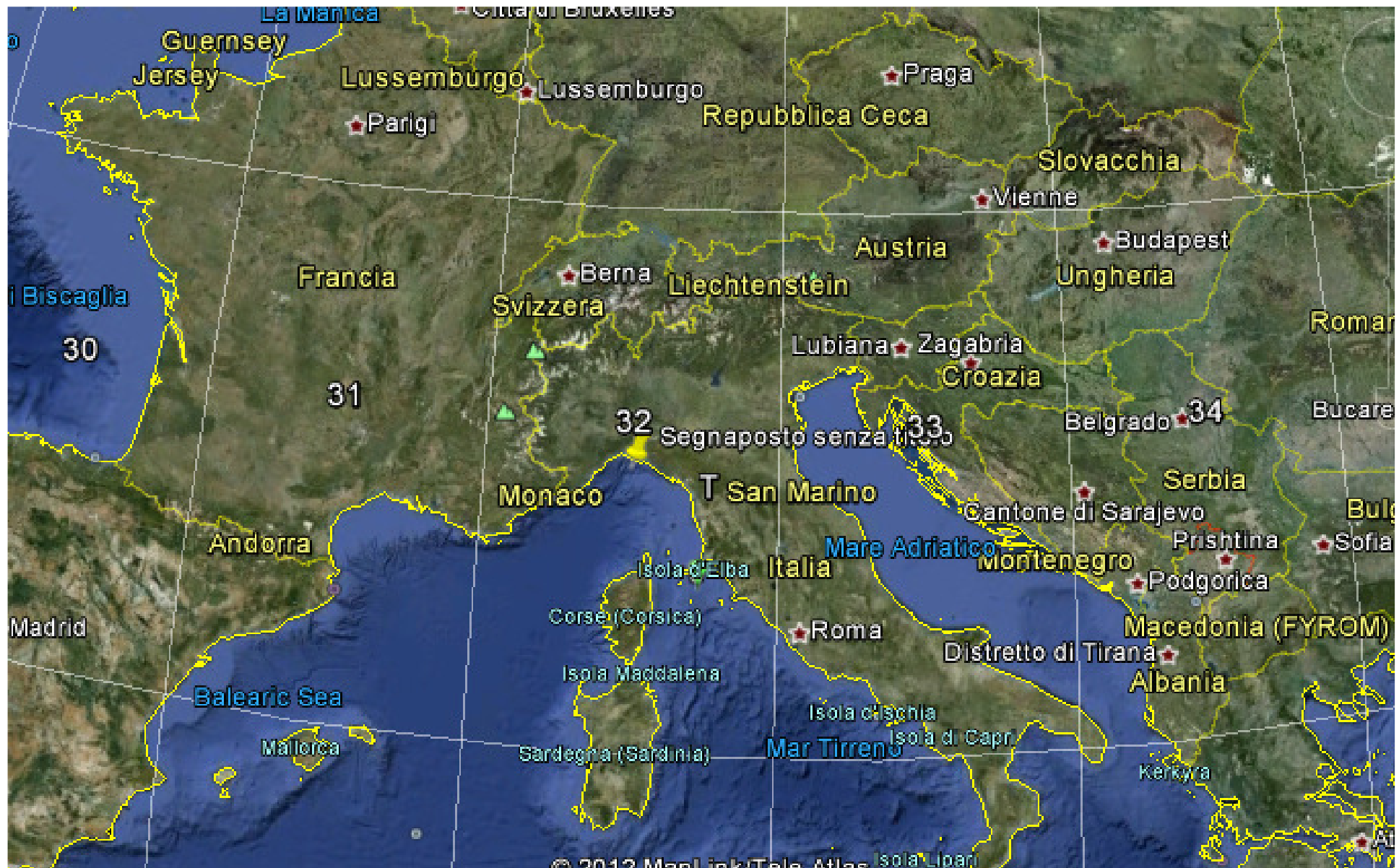
- Il **datum** è un parametro di trasformazione definito da **due aspetti**
  - l'**ellissoide di riferimento** scelto per approssimare la dimensione e la forma della Terra
  - l'**orientamento** dell'ellissoide, ossia il suo posizionamento rispetto alla superficie terrestre reale
- Possono distinguersi due specie di datum
  - **Datum locali**, che accostano l'ellissoide di riferimento alla superficie terrestre in un punto particolare per migliorare localmente l'accuratezza del modello
  - **Datum globali**, che sono orientati al centro della Terra e sono utilizzati per funzionare globalmente



L'IGM realizza e mette in vendita sul proprio sito, le mappe di tutto il nostro territorio le mappe sono Fogli scala 1:100.000, divisi come sotto descritto:

**FOGLIO 1: 100 000**

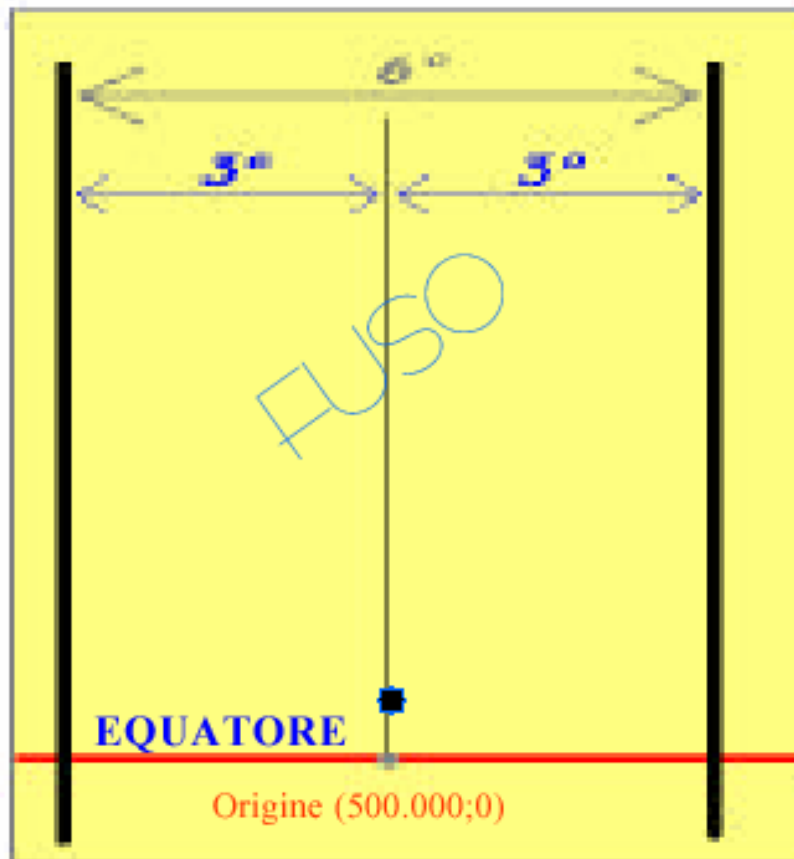




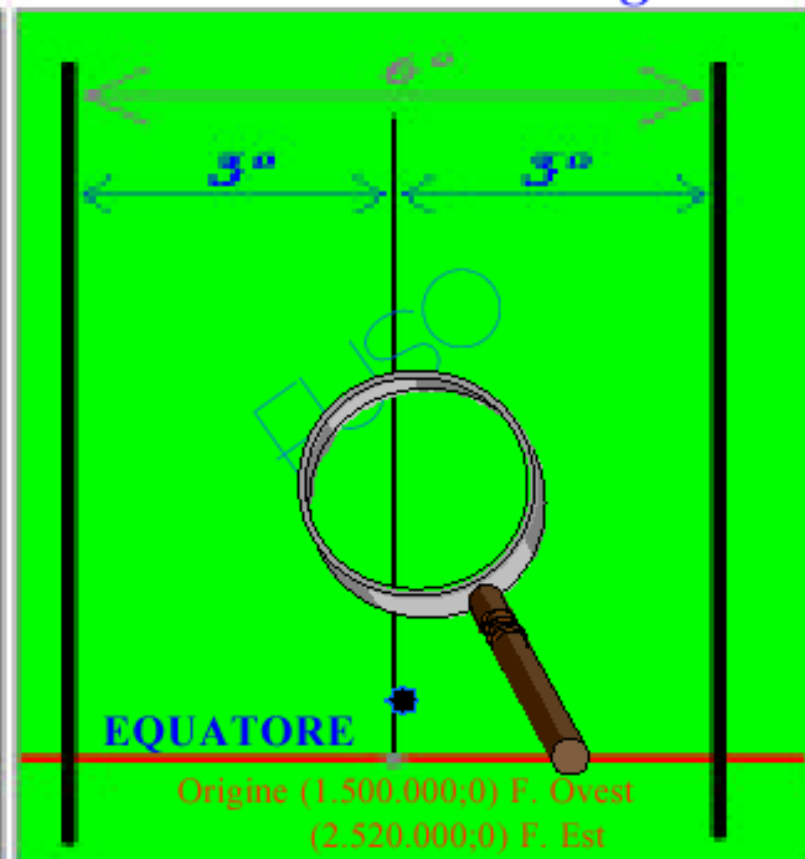
Notiamo L'Italia tra i quadranti 32,33 e 34.

# Sistemi di riferimento

*Sistema UTM*



*Sistema Gauss-Boaga*





Facciamo un esempio:

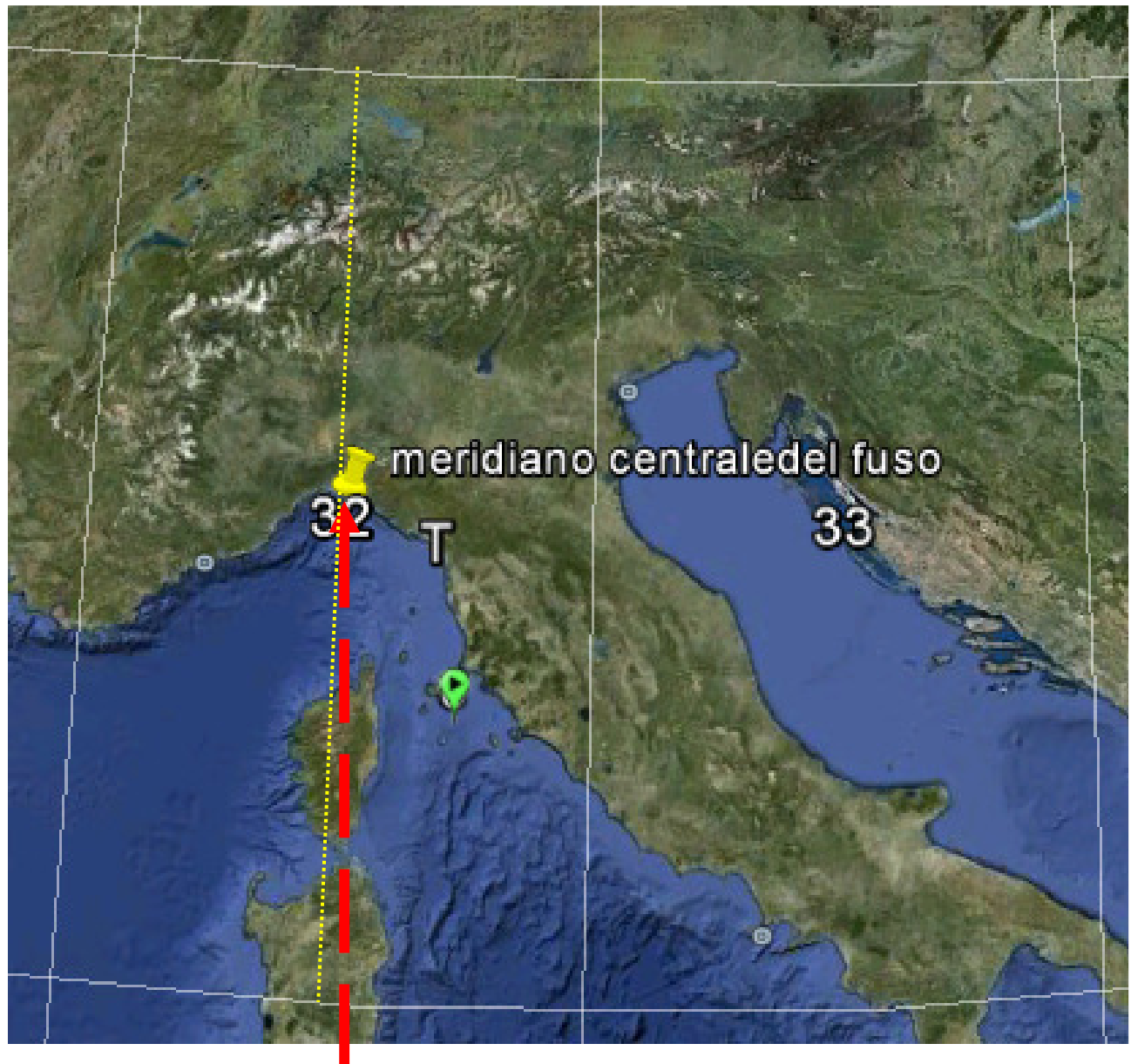
Vediamo se riusciamo a capire come misurare la posizione in giallo.

La nostra misura nel sistema ED50 e Roma 1940 parte dall'equatore per la latitudine

Meridiano centrale del fuso di riferimento (**fuso 32**)  
**500.000m**

La mia coordinata sarà:  
**Latitudine N4922694**

**Longitudine 32T500000**

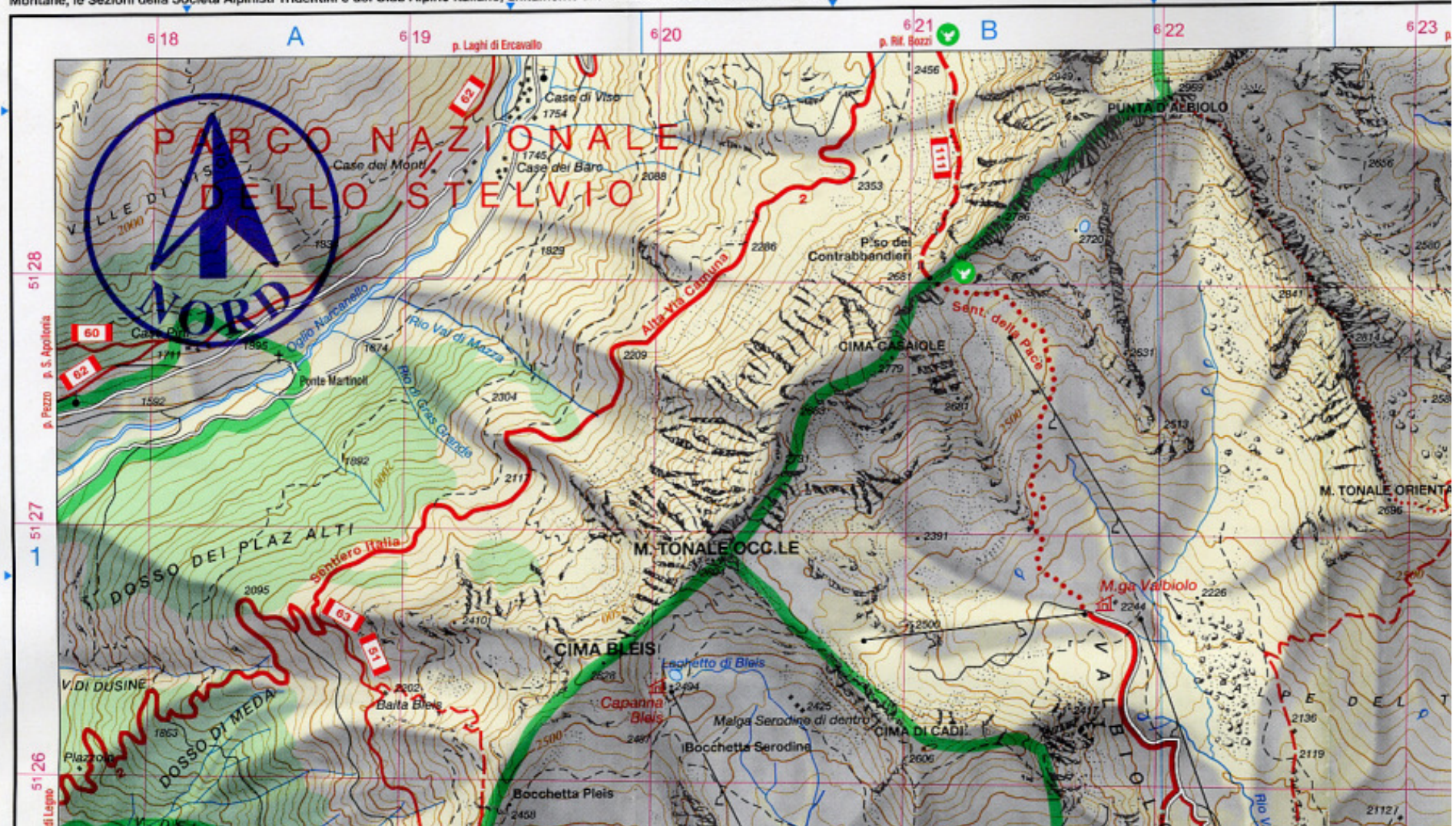


**Distanza dall'equatore 4.922.694m**

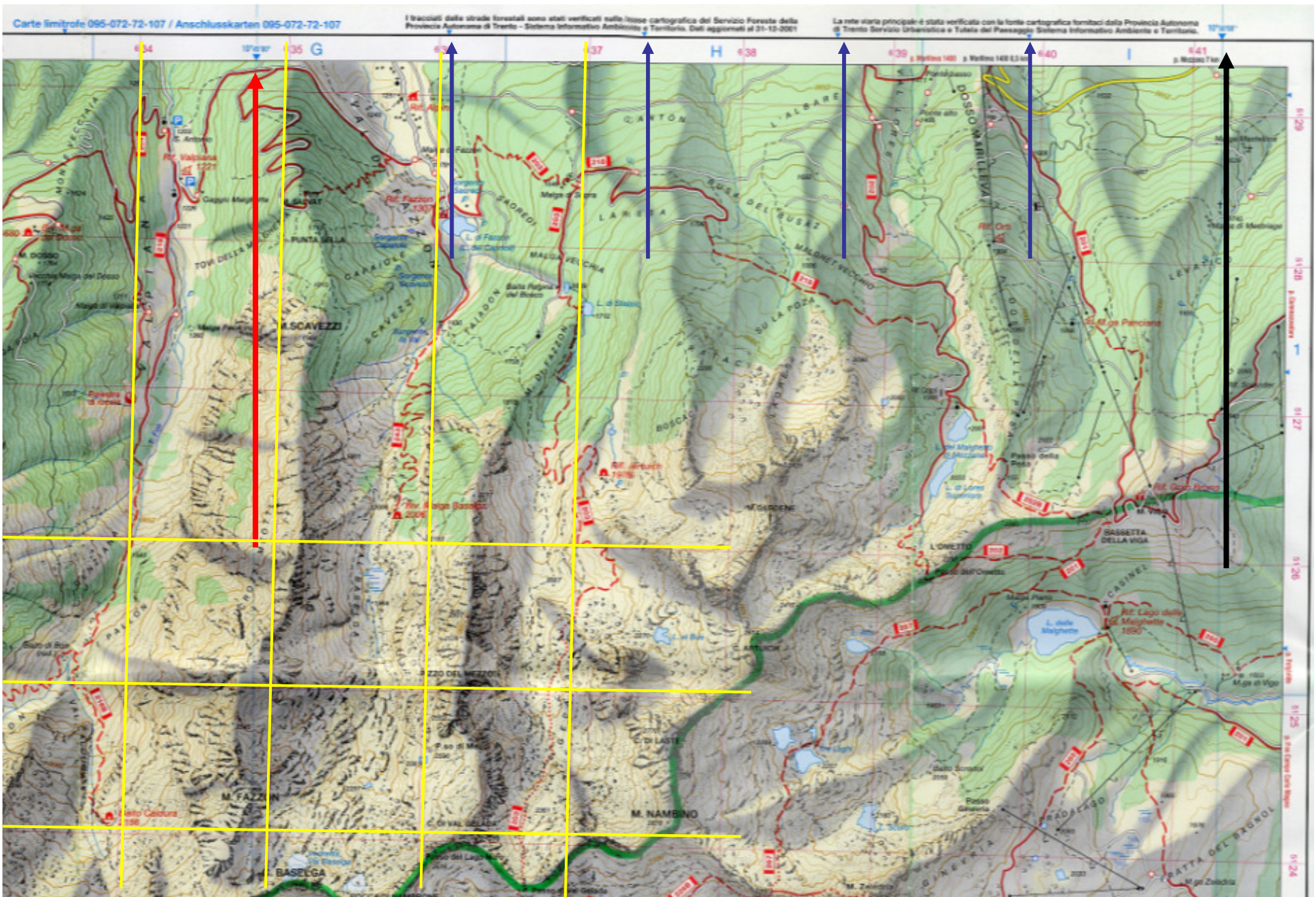
L'Editore ringrazia quanti hanno collaborato alla realizzazione della cartina e in particolar modo gli Enti Turistici, le Comunità Montane, le Sezioni della Società Alpinisti Tridentini e del Club Alpino Italiano, unitamente alla Commissione Sentieri della S.A.T.

EST DA GREENWICH 10°35'00"

Per la preziosa  
il Comitato G



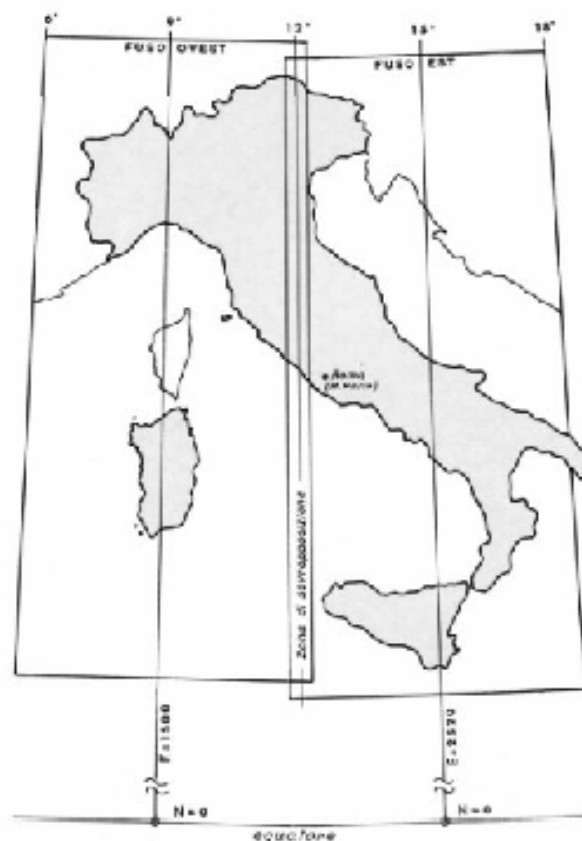
Esempio di mappa da discutere



Reticolo geografico in gradi (10°45')  
 Divisione per primi di grado 10°46, 10°47, 10°48, ecc.

Altro riferimento in gradi 10°50'

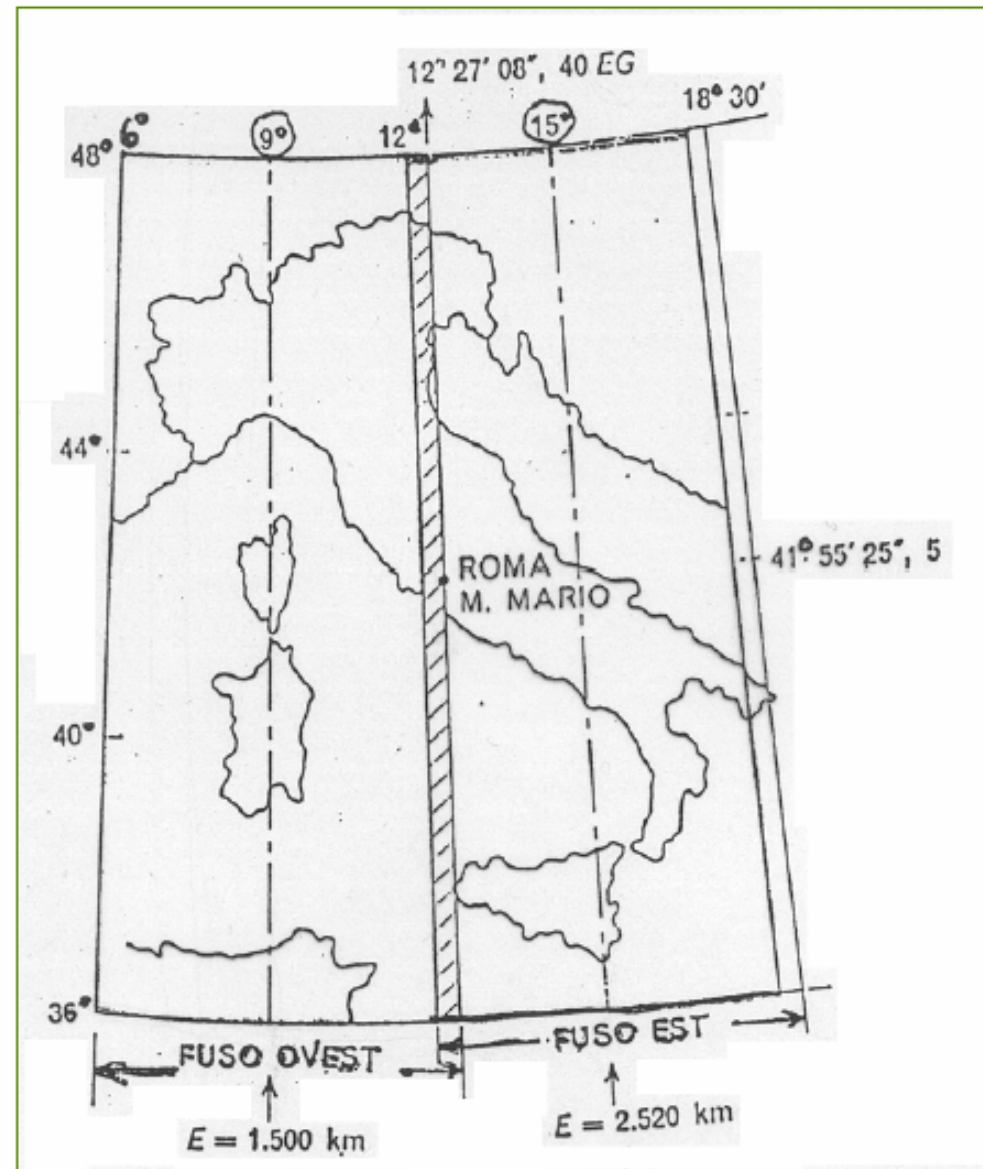
Nel sistema UTM (Universal Transverse Mercator) ogni punto del globo terrestre resta individuato da una coppia di valori che costituiscono le coordinate chilometriche o gaussiane. Queste, ricavate dal reticolato chilometrico già tracciato sulle carte topografiche, vengono definite *Coordinata Nord* (distanza dall'equatore) e *Coordinata Est* (distanza dal meridiano centrale di tangenza del fuso al quale appartiene il punto) **(1)**. Allo scopo di eliminare i valori negativi delle coordinate est dei punti posti a ovest del meridiano centrale del fuso, si attribuisce a questo un valore convenzionale detto *entità della falsa origine*. Tale falsa origine assume, nel sistema UTM, il valore di 500000 metri (al meridiano centrale di ogni fuso UTM) mentre, nel sistema Gauss-Boaga **(2)**, i valori di 1500000 metri (al meridiano centrale del fuso ovest) e di 2520000 metri (al meridiano centrale del fuso est). Allo stesso modo dicasi per le coordinate nord dei punti posti a sud dell'equatore terrestre dove nel sistema UTM la falsa origine assume il valore convenzionale di 10000000 metri.



## RAPPRESENTAZIONE DI GAUSS – BOAGA

### Cartografia IGM Rappresentazione

- **Rappresentazione di Gauss - Boaga**  
(carta conforme di Gauss, adattata da G. Boaga)
  - Il territorio italiano è disegnato su due fusi, di ampiezza in longitudine di poco superiore a  $6^\circ$ , detti **fuso Ovest** (primo fuso) **fuso Est** (secondo fuso)
- I due fusi hanno una sovrapposizione di circa  $1/2$  grado.



# Caratteristiche dei Fusi della Cartografia IGM

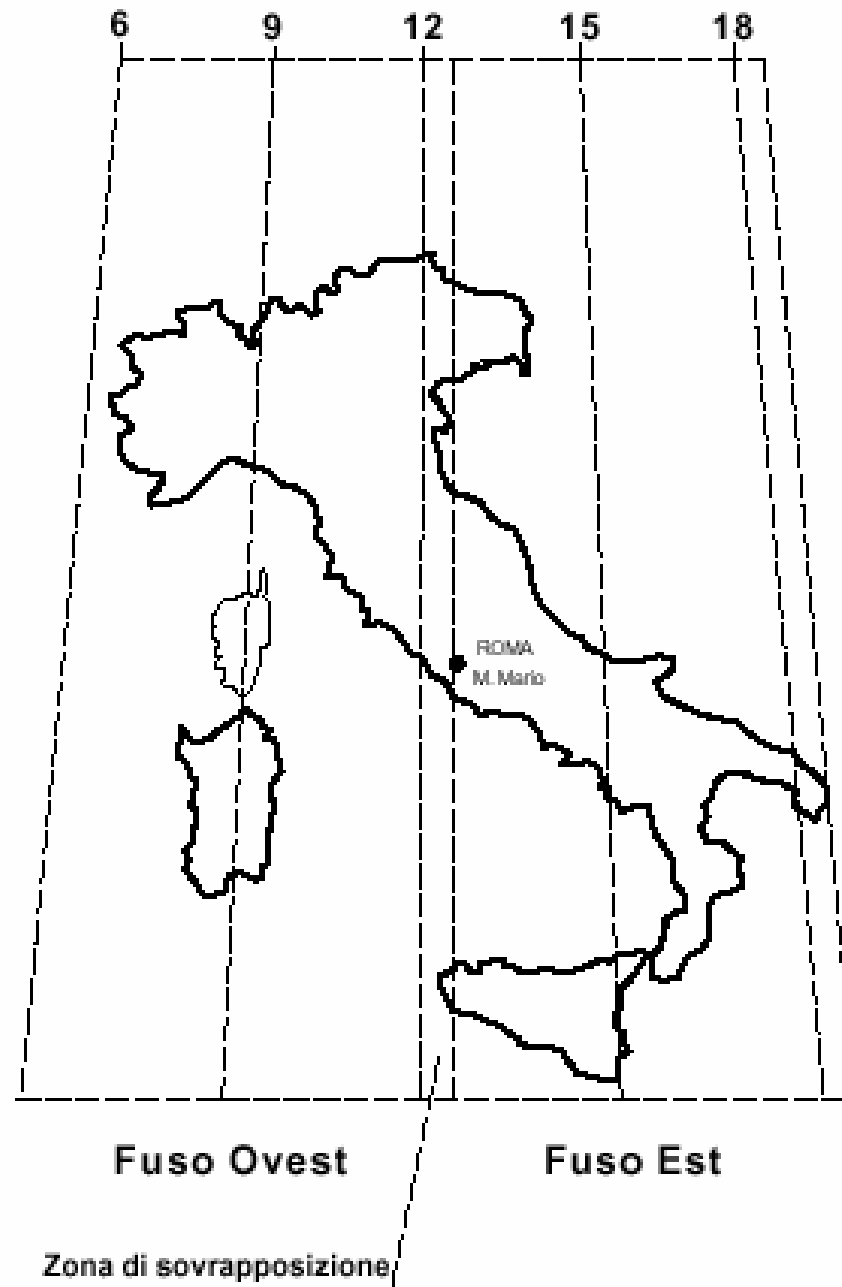
Furono adottati come **falsa origine** per le coordinate E i valori di 1500 km e 2520 km rispettivamente, in modo tale che **la prima cifra della coordinate E indichi il fuso** a cui appartiene il punto (lo sviluppo del fuso lungo il parallelo, per  $\varphi = 45^\circ$ , è  $\sim 474$  km).

Fu introdotto il **fattore di riduzione**  $m_0 = 0.9996$ , cosicché il modulo di deformazione lineare assumesse il valore massimo di 1.0004 e **le massime deformazioni fossero uguali o inferiori agli errori di graficismo**.

La zona compresa tra le longitudini  $-0^\circ 27' 08'' .4$  e  $0^\circ$  da Monte Mario ( $12^\circ$  e  $12^\circ 27' 8'' .4$  da Greenwich) è una zona di sovrapposizione tra i due fusi ed in essa le coordinate dei punti vengono determinate in entrambi i fusi.

I venti chilometri aggiunti alla falsa origine del secondo fuso impediscono confusione nelle coordinate chilometriche dei punti della zona di sovrapposizione tra fuso 1 e fuso 2.

La scelta dell'ampiezza di  $\sim 6^\circ 30'$  (ampliata rispetto all'ampiezza standard UTM) è dovuta sia per facilitare il passaggio fra i due sistemi di coordinate nella zona di sovrapposizione che per comprendere in due soli fusi tutto il territorio nazionale.



*Suddivisione in fusi per la cartografia ufficiale italiana*

**FINE CORSO II°  
LIVELLO**