Università degli Studi di Napoli "Parthenope"
Dipartimento di Scienze e Tecnologie

Corso di Cartografia Numerica e ECDIS

Lezione 1

Introduzione al Corso

Modellazione della terra: modello sferico e modello ellissoidico

Claudio Parente

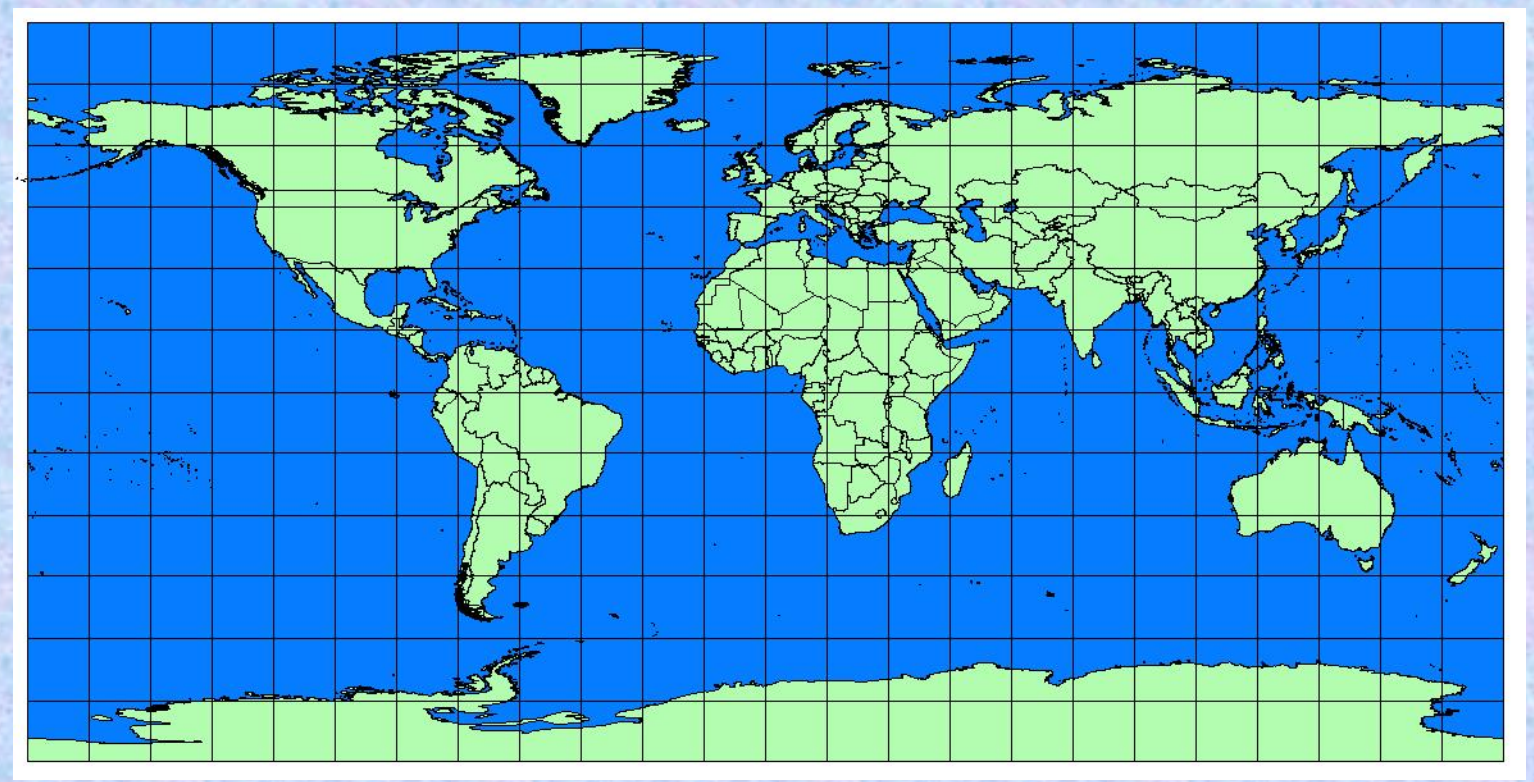
Finalità del Corso

Attraverso il Corso si intende far acquisire agli allievi la conoscenza dei principi, dei metodi e degli strumenti alla base della Cartografia Numerica, dei GIS (Geographic Information System) e dei sistemi di ausilio alla navigazione come ECS (Electronic Charting System) e ECDIS (Electronic Chart Display and Information System).

È anche previsto l'impiego di software dedicato per lo svolgimento di alcune operazioni di base.

Che cos'è una carta

Nei GIS sono fondamentali le cartografie. Una **carta** è la rappresentazione piana della superficie terrestre o di parte di essa.



La **cartografia** è la disciplina che si occupa della costruzione di una carta. La stessa carta può essere definita anche cartografia.

La modellazione tridimensionale della Terra

Prima di passare alla costruzione della carta, al fine di determinare la corrispondenza tra un punto posto sulla superficie terrestre e la sua rappresentazione sulla carta, occorre modellare la terra come un solido geometrico di forma nota esprimibile mediante equazioni matematiche.

In altri termini dobbiamo cercare un solido che è già noto nella geometria elementare e che sia in grado di approssimare al meglio la forma reale della Terra.

La modellazione tridimensionale della Terra

In relazione all'effettiva forma della terra (un solido molto simile ad una sfera leggermente schiacciata in corrispondenza dei poli), i due modelli più consoni a tale scopo sono:

- la sfera;
- l'ellissoide.

Sfera

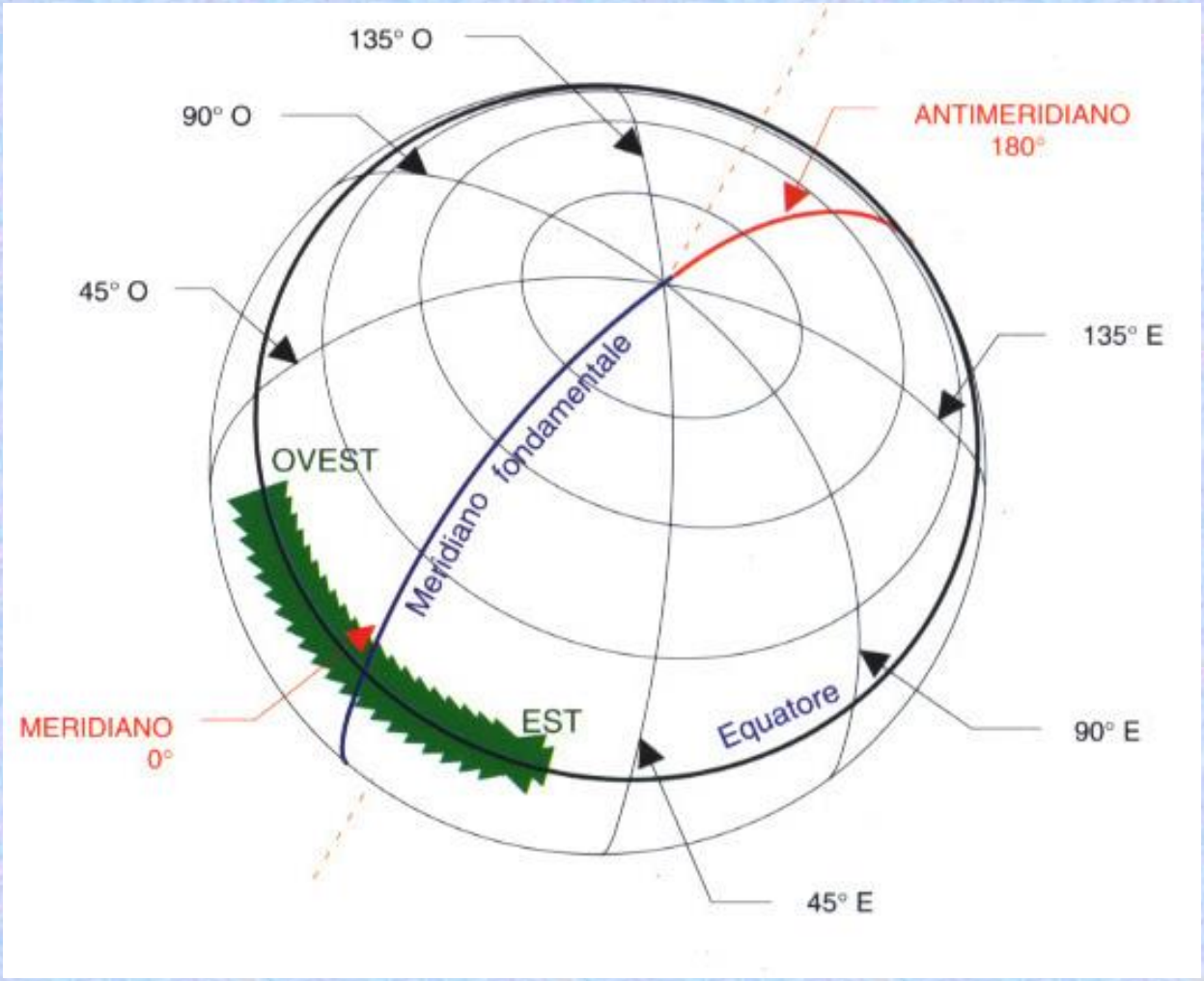
Si prenda in esame il **modello sferico**.

Il **centro della sfera** può essere scelto coincidente con il baricentro (o centro di massa) della Terra.

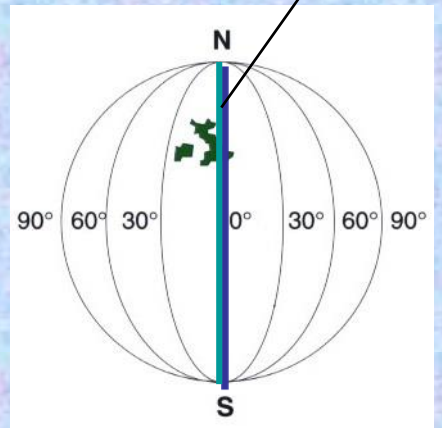
Un importante riferimento è l'asse di rotazione terrestre (che passa per il centro).

Nella terra reale la distanza che separa ciascun punto dal centro del pianeta è compresa tra 6357 km circa e 6378 km circa. Come raggio della sfera si può assumere un valore intermedio (il valore medio derivato mediando le distanze centro-superficie di tutti i punti del globo è circa 6.371 km).

Il modello sferico



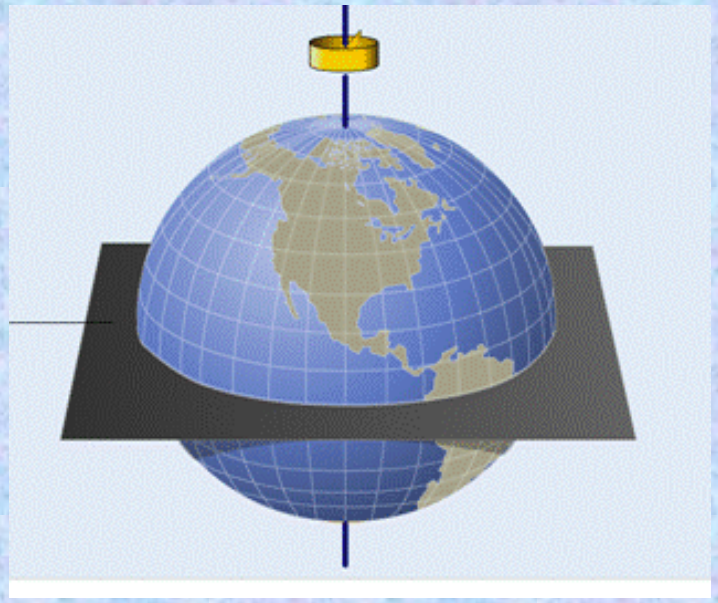
Meridiano fondamentale o meridiano zero - Osservatorio di Greenwech (1884)



Equatore

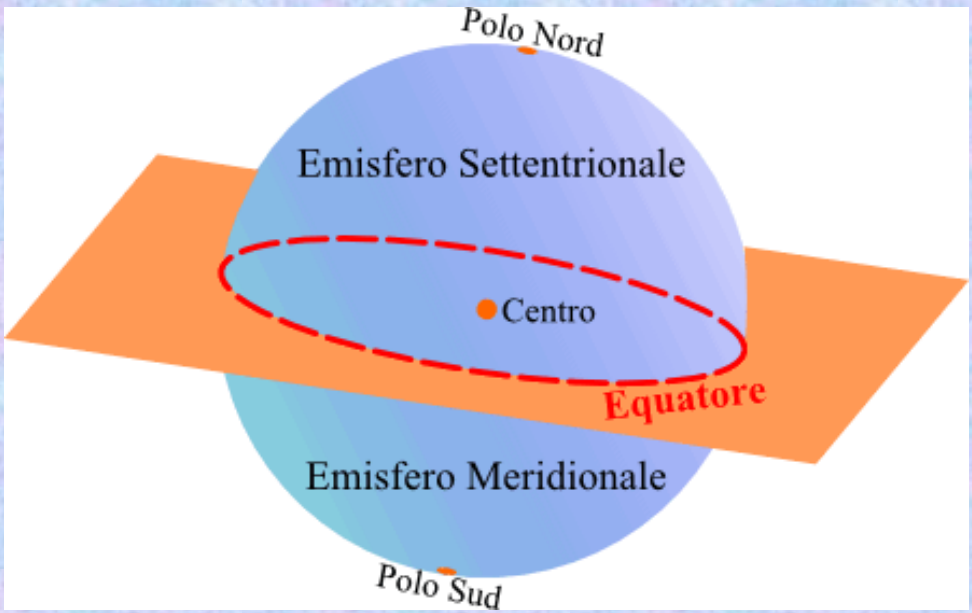
Il piano perpendicolare all'asse di rotazione terrestre e passante per il centro della sfera viene detto **piano equatoriale**. Esso interseca la sfera dando origine all'**equatore**.

L'equatore è una circonferenza massima.



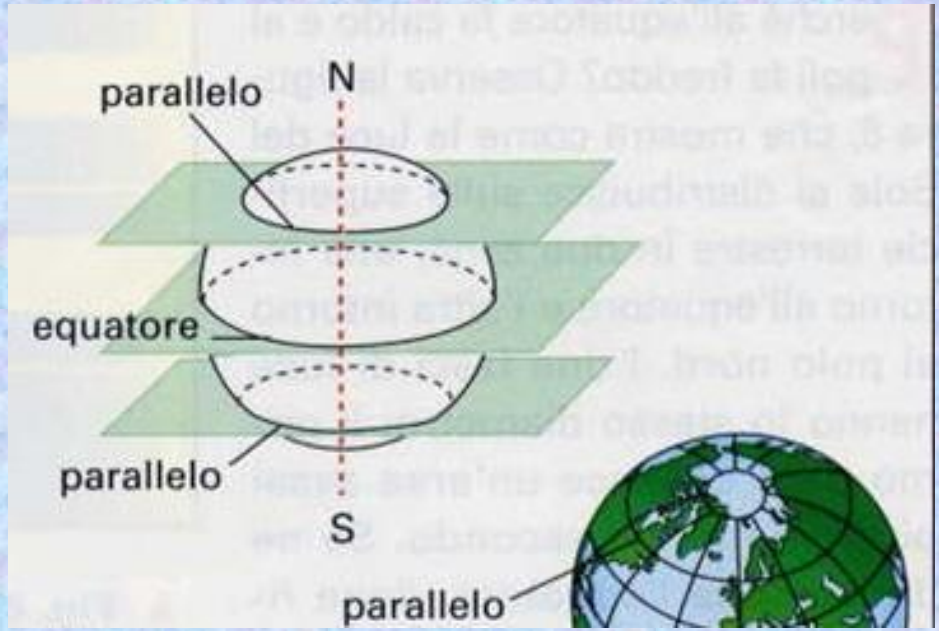
Emisferi Nord e Sud

Il piano equatoriale divide la sfera terrestre in due parti: l'**emisfero australe o meridionale** (quello inferiore, ovvero a sud dell'equatore) e l'**emisfero boreale** o settentrionale (quello superiore, ovvero a nord dell'equatore).



Paralleli

I piani perpendicolari all'asse di rotazione terrestre sono detti **piani paralleli**. Essi intersecano la sfera dando origine a circonferenze dette **paralleli**.



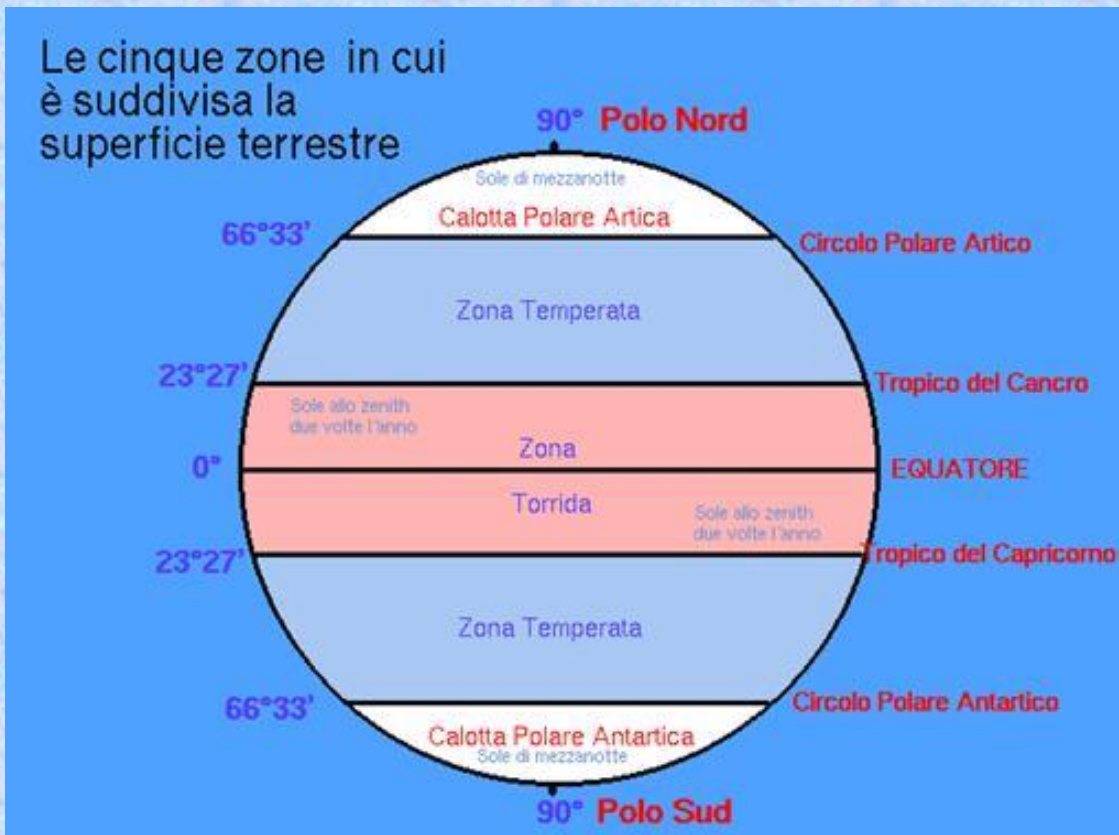
I centri di queste circonferenze sono sull'asse di rotazione.

I paralleli hanno raggio variabile: il valore massimo è quello relativo al parallelo massimo (l'equatore); il valore minimo è al polo (r=0, circonferenza degenere, cioè coincide con un punto).

Paralleli importanti

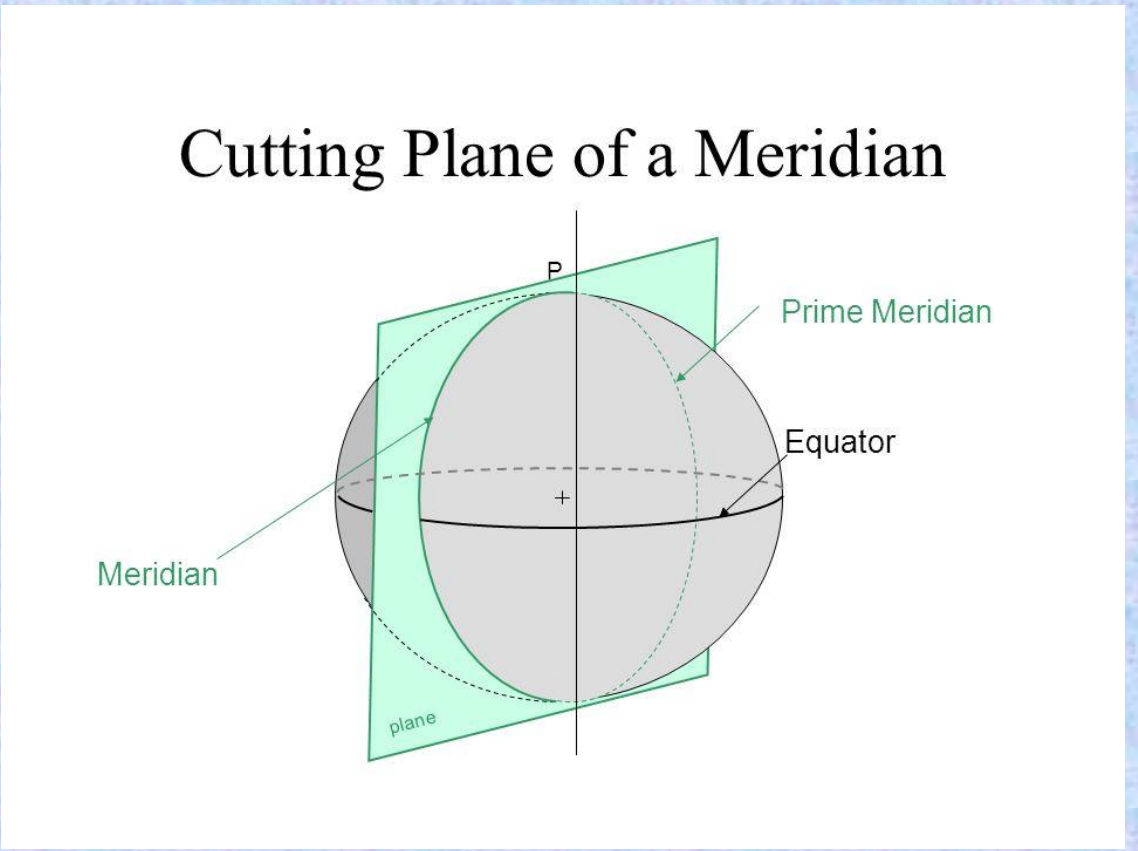
Assumono particolare importanza i seguenti paralleli che permettono anche di individuare le 5 fasce climatiche principali della Terra:

Circolo Polare artico
Tropico del Cancro
Equatore
Tropico del Capricorno
Circolo Polare Antartico



Meridiani

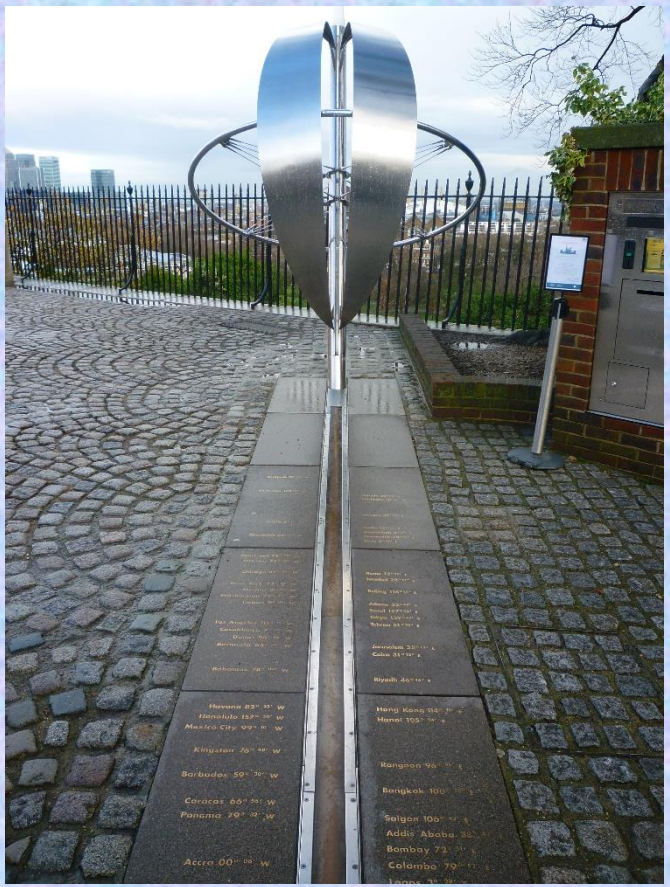
I piani che contengono l'asse di rotazione terrestre sono detti piani meridiani. Essi intersecano la sfera dando origine a circonferenze massime, dette **meridiani**.



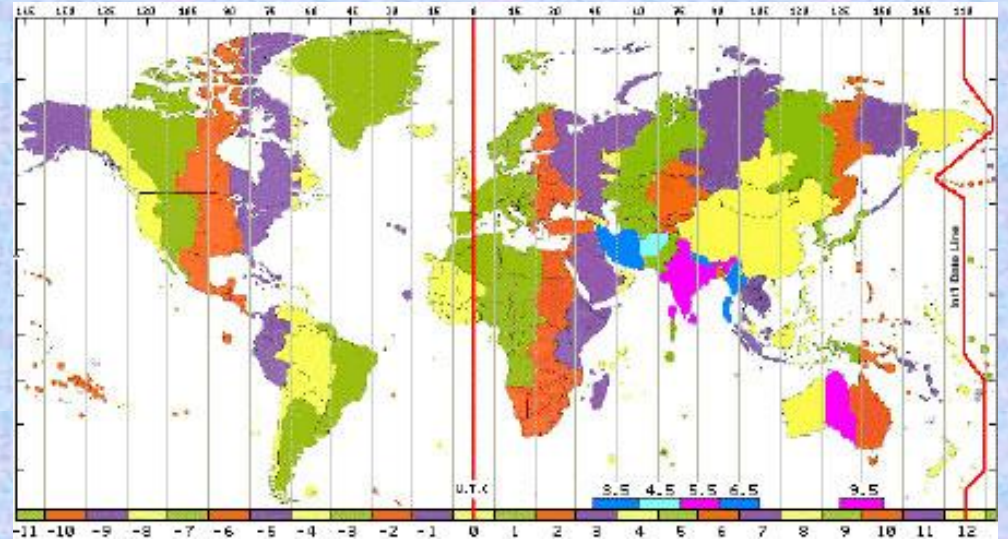
Tutti i meridiani hanno lo stesso raggio che è quello della sfera.

Meridiano di Greenwich

Uno dei meridiani viene assunto per riferimento: solitamente è quello passante per **Greenwich *(Inghilterra)***.



Il «primo meridiano» "inciso" sul suolo dell'Osservatorio di Greenwich

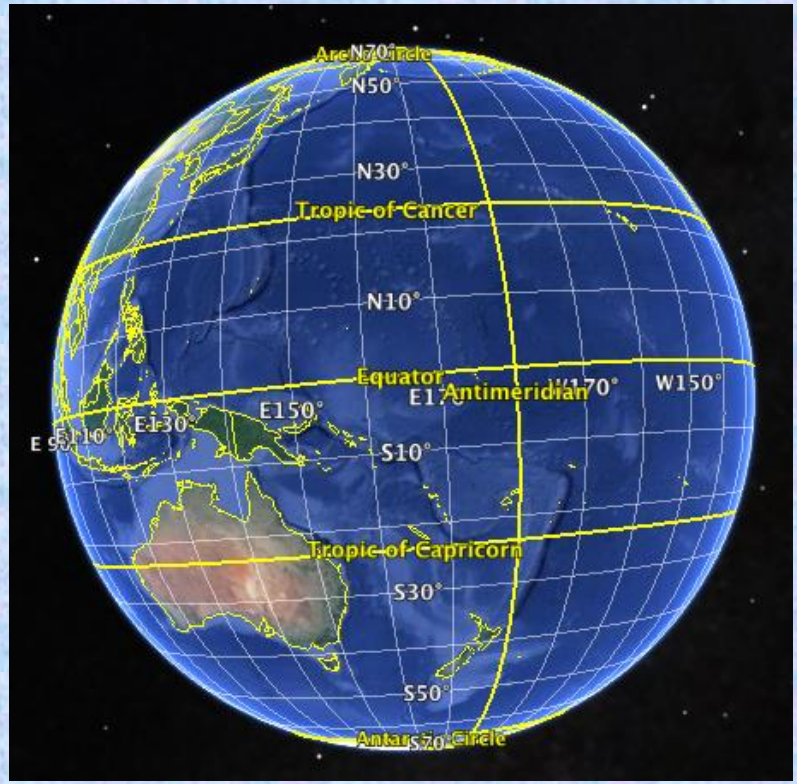


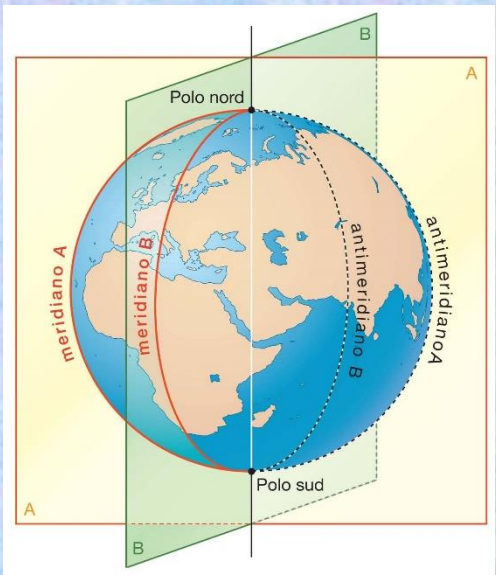
Emisfero Ovest ed Emisfero Est

Il meridiano di Greenwich divide la Terra in due emisferi: **Emisfero Ovest** (situato ad ovest del meridiano di Greenwich) ed **Emisfero Est** (situato ad est del meridiano di Greenwich).

Antimeridiano di Greenwich

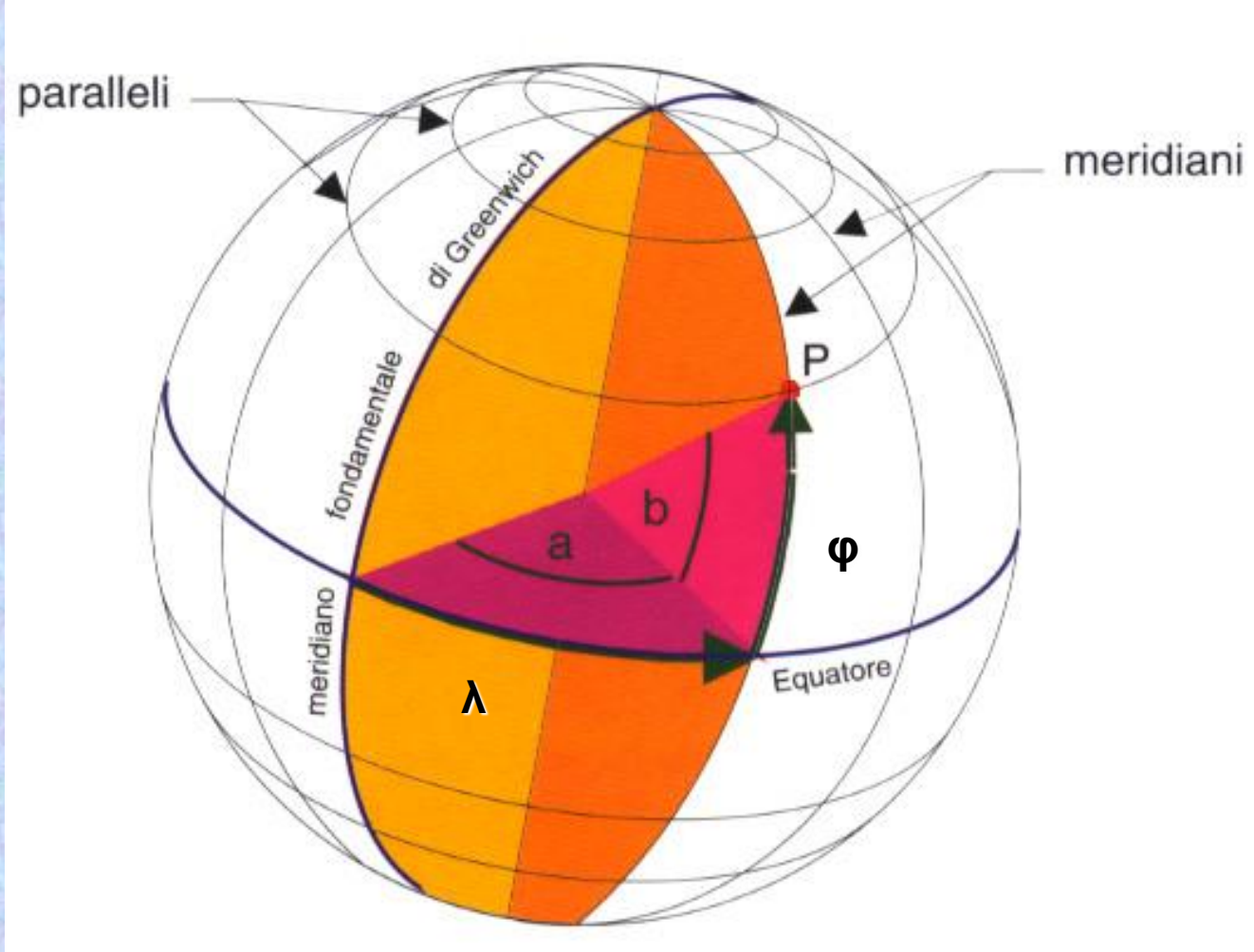
La parte del meridiano di Greenwich che va dal Polo Sud al Polo Nord passando per l'Oceano Pacifico prende il nome di antimeridiano di Greenwich





Per ogni meridiano è sempre definibile un antimeridiano

Meridiani e paralleli



λ= angolo di longitudine per il punto P

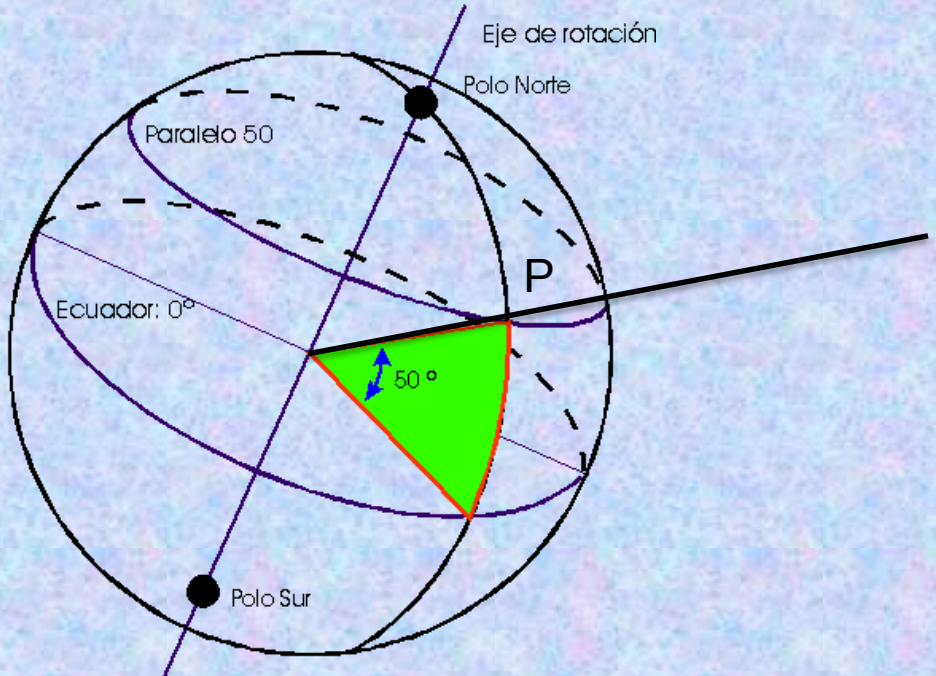
ϕ= angolo di latitudine per il punto P

Latitudine sferica

La posizione di un punto può essere espressa mediante le coordinate **latitudine sferica** e **longitudine sferica**.

In particolare, dato un punto P sulla superficie sferica, è possibile tracciare la retta normale alla sfera passante per il punto P.

Tale retta forma con il piano equatoriale un angolo che costituisce la **latitudine sferica** del punto P.



Latitudine sferica

La latitudine, essendo un angolo, si misura in gradi, solitamente gradi sessagesimali (esempio: 45° 30’ 30”) o sessadecimali (esempio: 45°, 508333).

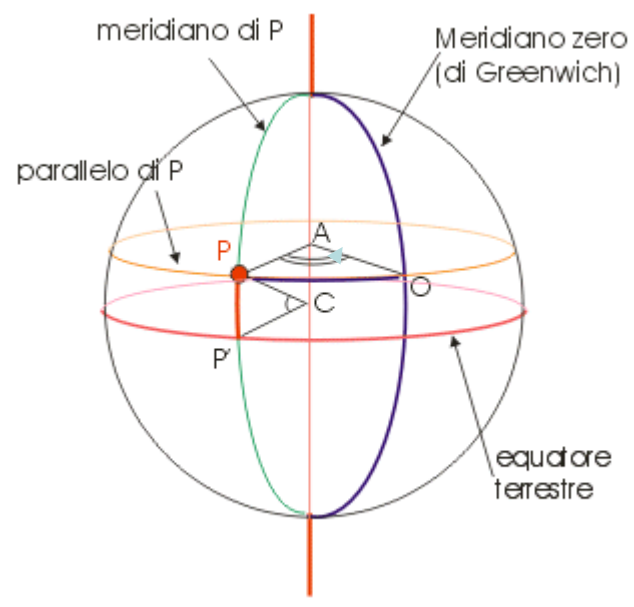
La latitudine si calcola a partire dall’equatore. Il valore varia tra 0° e 90° N e tra 0° e 90° S.

Si assume solitamente positiva la latitudine nell’emisfero boreale e negativa quella nell’emisfero australe.

Longitudine

Ricordiamo anzitutto che un angolo si dice diedro quando è formato da piani nello spazio.

L'angolo diedro formato tra il piano meridiano passante per P ed un altro piano meridiano scelto a riferimento (per esempio il meridiano di Greenwich) costituisce la **longitudine sferica**.



Longitudine

Trattandosi di un angolo, la longitudine è anche essa espressa in gradi, solitamente gradi sessagesimali o gradi sessadecimali.

La longitudine si calcola a partire dal meridiano di Greenwich. Il valore varia tra 0° e 180 E e 0° e 180° W (rispetto al meridiano di Greenwich).

Raggio del parallelo

Il raggio di parallelo, variabile dal valore massimo all'equatore al valore nullo al polo, si calcola con la formula:

$$r_p = R \cos \varphi$$

essendo φ la latitudine di riferimento del parallelo.

Applicando tale formula, alla latitudine di 60° N, ad esempio, il raggio del parallelo, essendo il coseno di 60° pari a ½, diviene la metà del raggio equatoriale (quindi vale km 3185, se si è scelto R = 6370 km)

Paralleli e meridiani

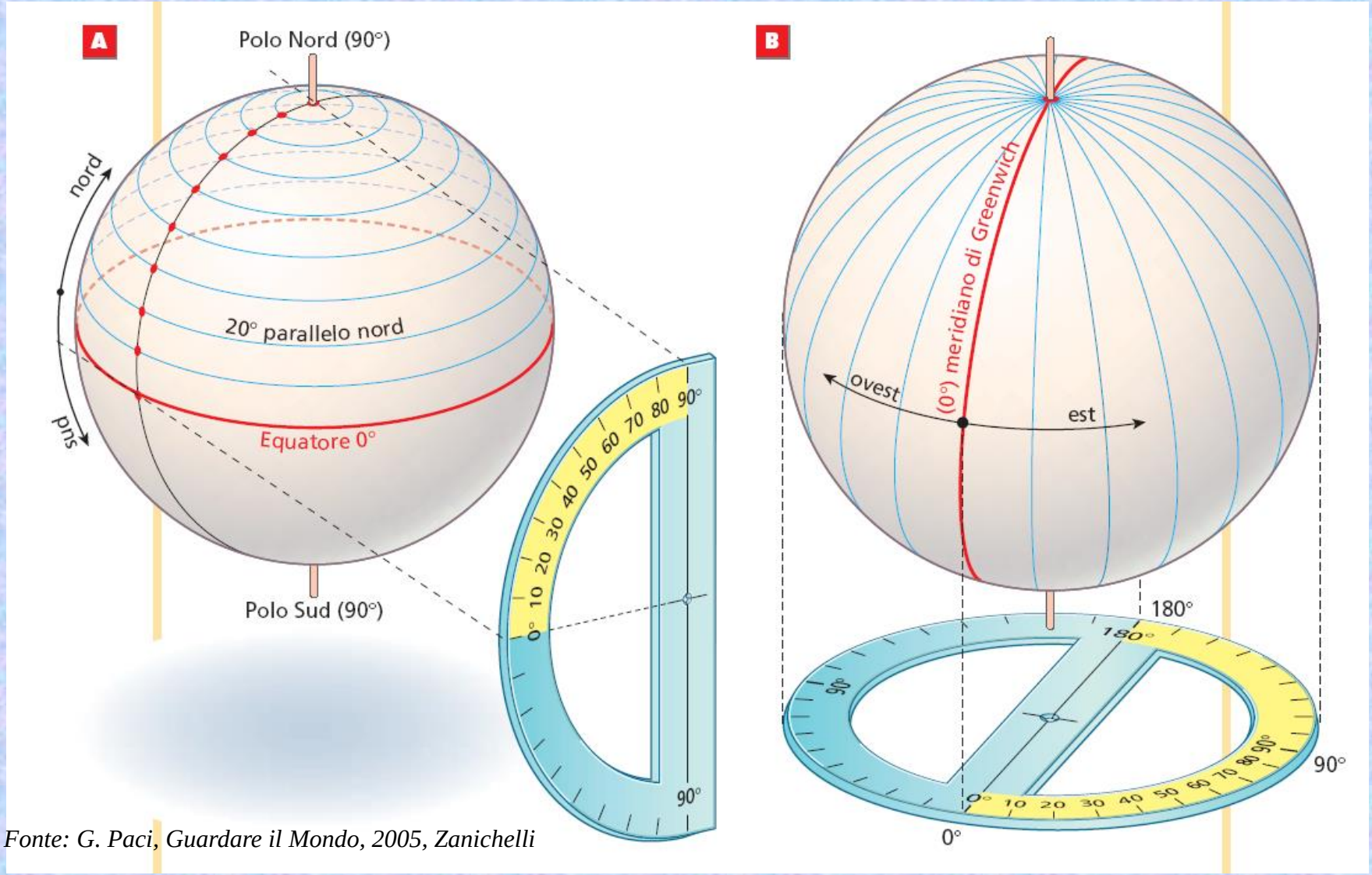
I paralleli sono circonferenze di uguale latitudine.

I meridiani sono circonferenze di uguale longitudine.

Tutti i punti sull'equatore hanno la stessa latitudine ed essa vale 0°.

Tutti i punti sullo stesso meridiano hanno la stessa longitudine; se si tratta del meridiano di riferimento (solitamente quello di Greenwich), tale longitudine vale 0°.

Il modello sferico

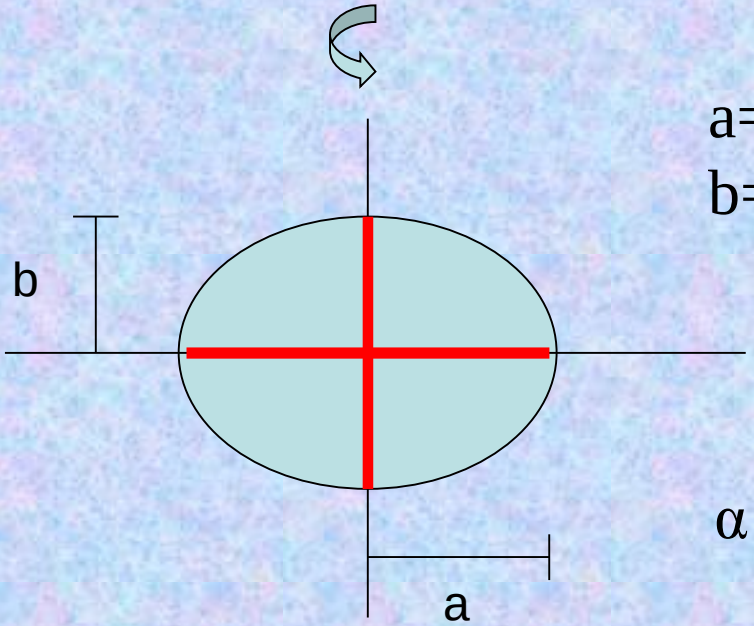


Fonte: G. Paci, Guardare il Mondo, 2005, Zanichelli

Ellissoide

Per modellare la terra si utilizza anche il **modello ellissoidico**

Si tratta di un ellissoide di rotazione biassiale ottenuto dalla rotazione di un ellisse intorno al suo asse minore (2b).



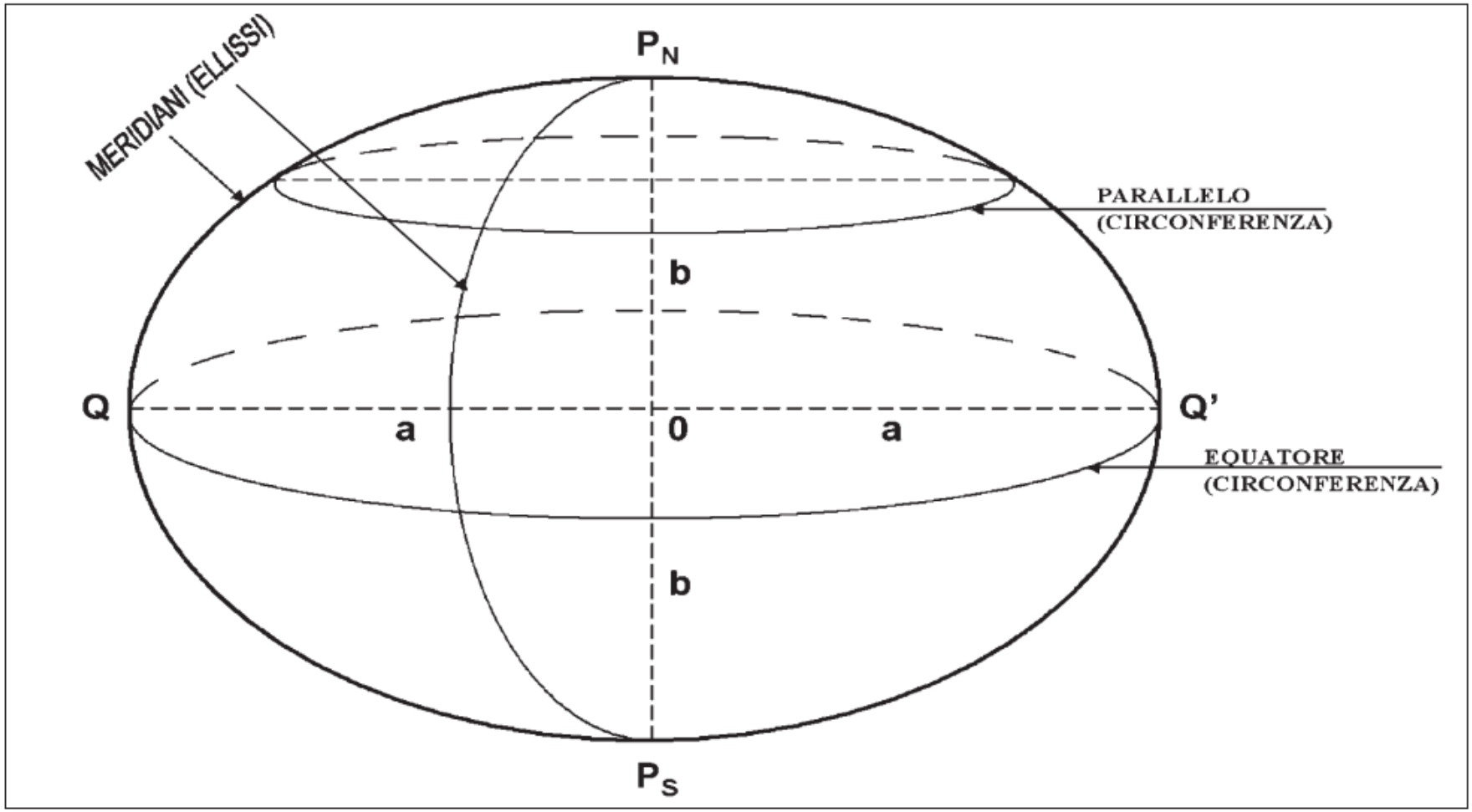
Ellisse

a= semiasse maggiore

b= semiasse minore

α = Schiacciamento = (a-b)/a

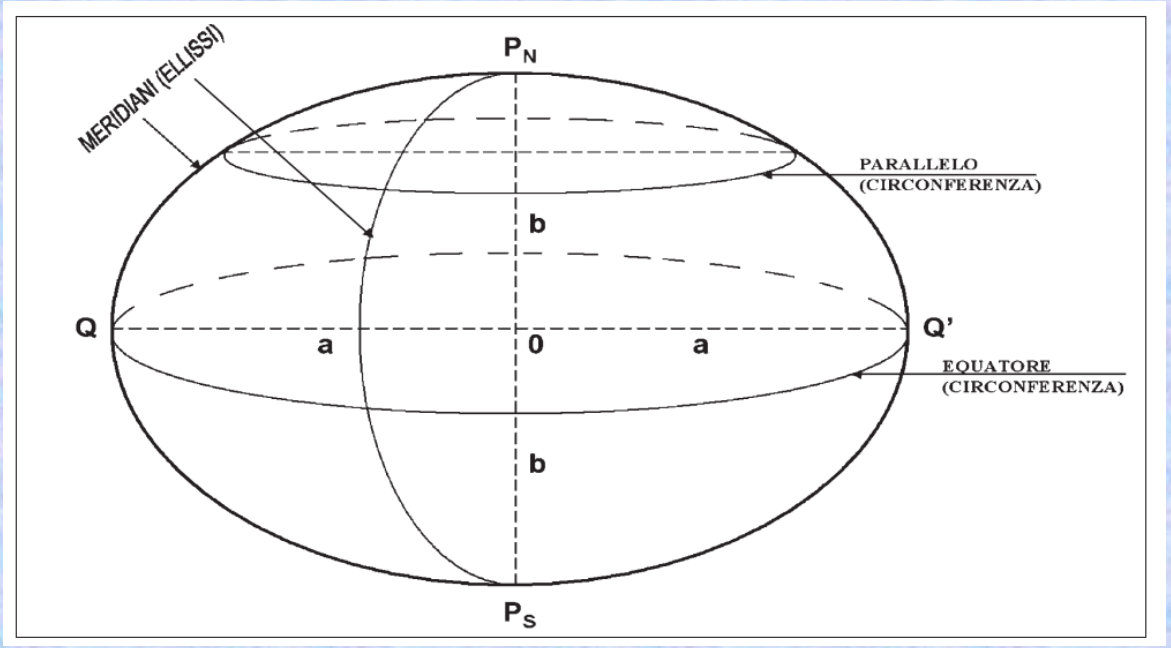
Ellissoide di rotazione



Equatore sull'ellissoide

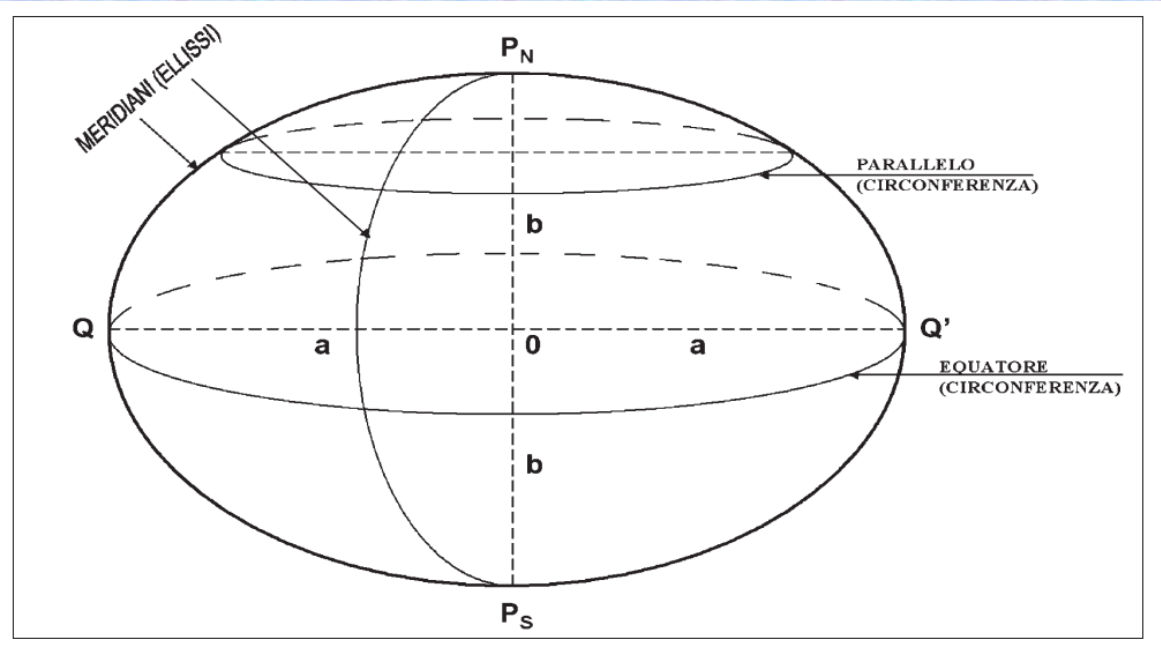
Il piano perpendicolare all'asse di rotazione dell'ellissoide e passante per il centro dell'ellissoide stesso è detto **piano equatoriale**. Esso interseca l'ellissoide dando origine all'**equatore**.

L'equatore è una circonferenza massima.



Paralleli sull'ellissoide

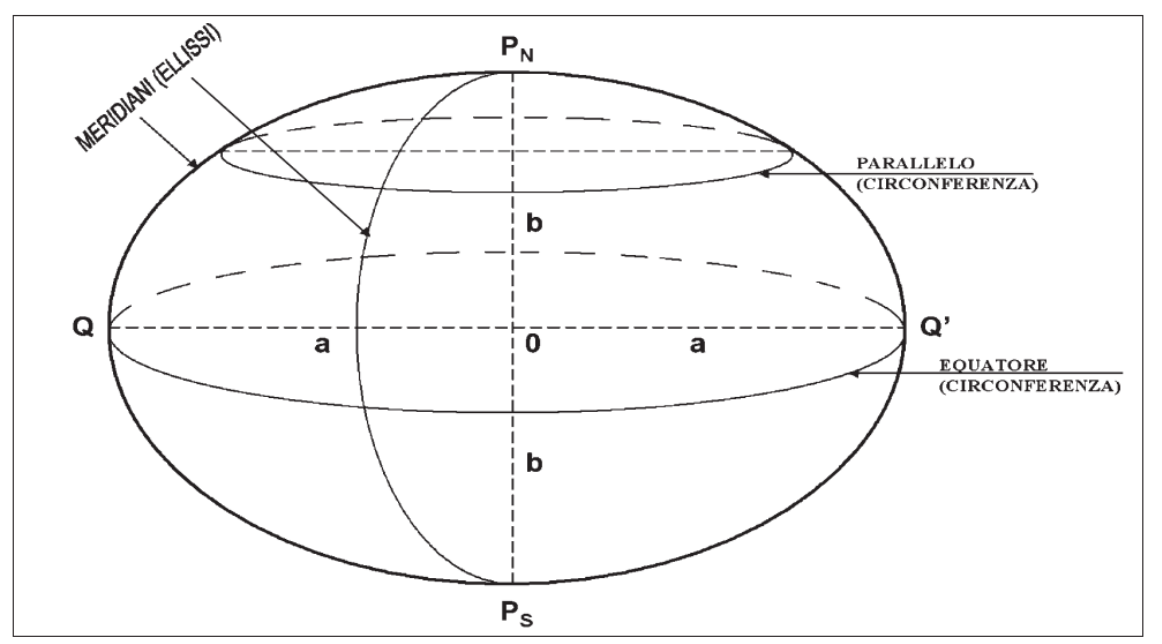
I piani perpendicolari all'asse di rotazione dell'ellissoide sono detti **piani paralleli**, Essi intersecano l'ellissoide dando origine a circonferenze dette **paralleli**.



Paralleli sull'ellissoide

I centri di queste circonferenze sono sull'asse di rotazione dell'ellissoide.

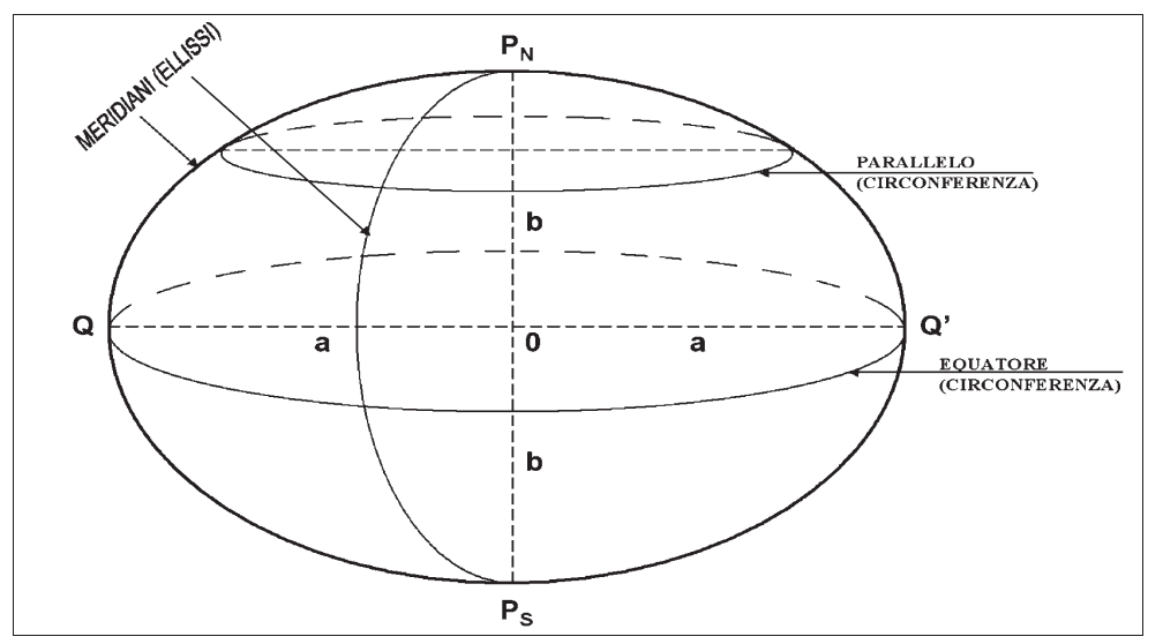
I paralleli hanno raggio variabile: il valore massimo è quello relativo al parallelo massimo (l'equatore); il valore minimo è al polo (r=0, circonferenza degenere, cioè coincide con un punto).



Meridiani sull'ellissoide

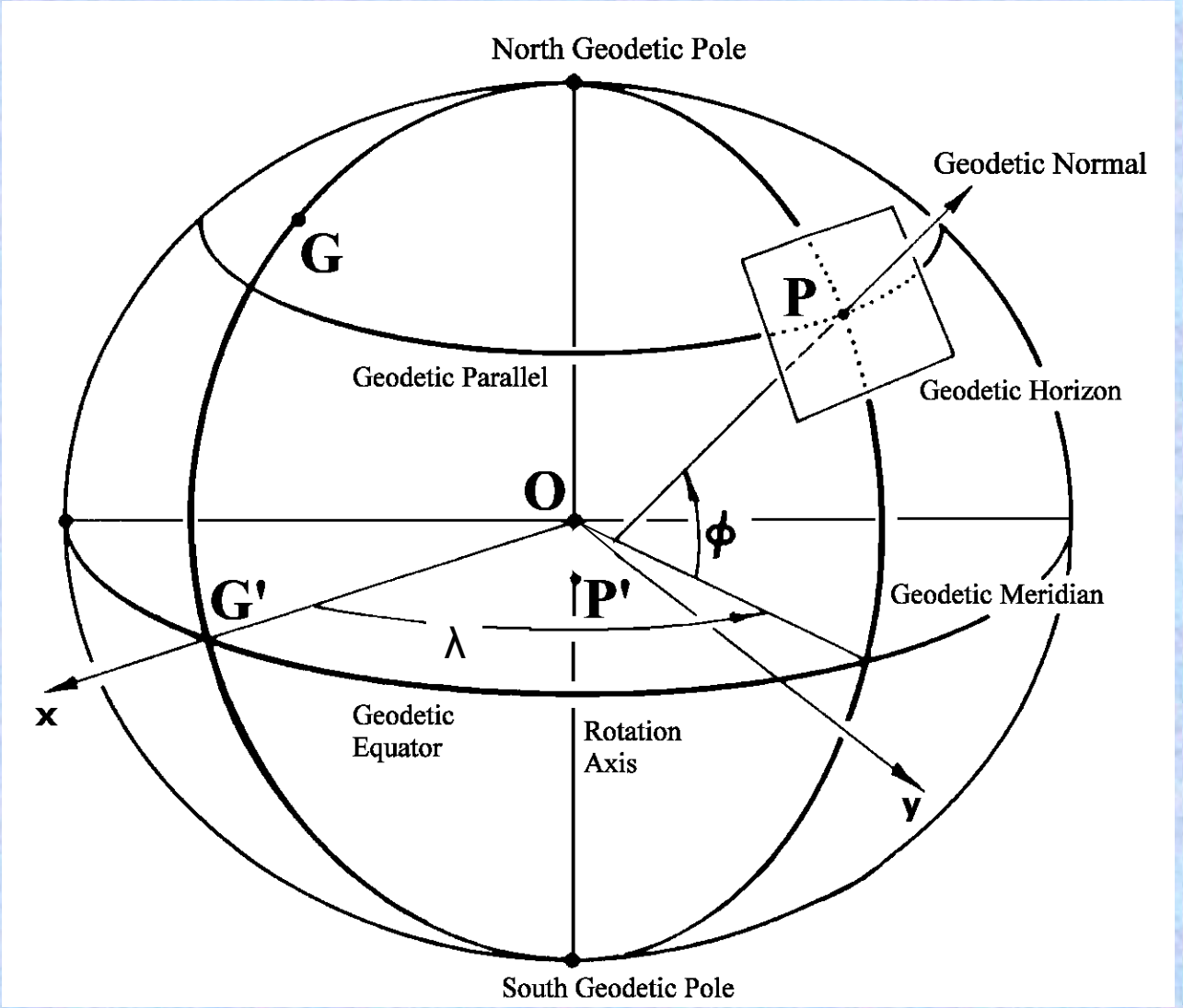
I piani contenenti l'asse di rotazione dell'ellissoide sono detti piani meridiani. Essi intersecano l'ellissoide dando origine a ellissi, dette **meridiani**.

Tutti i meridiani sono ellissi.



Uno dei meridiani viene assunto per riferimento: solitamente è quello passante per ***Greenwich (Inghilterra)***.

Ellissoide



Equazione dell'ellissoide:

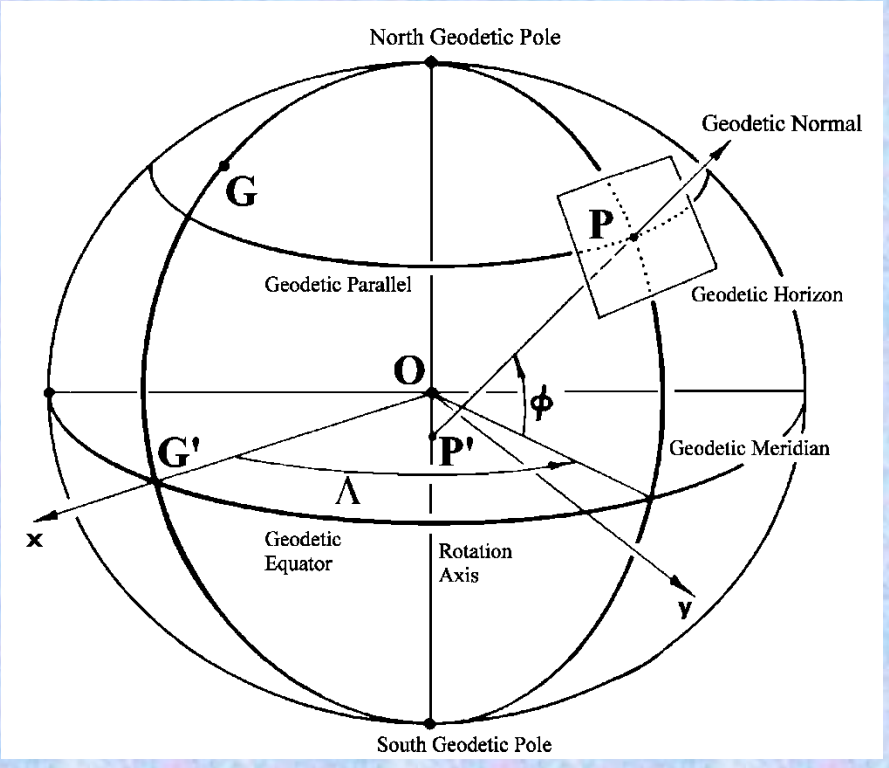
$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{a^2}+\frac{z^2}{b^2}=1$$

Latitudine ellissoidica

La posizione di un punto sull'ellissoide può essere espressa mediante le coordinate **latitudine** e **longitudine** (che saranno perciò dette, rispettivamente, **latitudine ellisoidica** e **longitudine ellissoidica)**.

Latitudine ellissoidica

In particolare, dato un punto P sulla superficie ellissoidica, è possibile tracciare la retta normale all'ellissoide passante per il punto P. Tale retta forma con il piano equatoriale un angolo che costituisce la **latitudine ellissoidica** del punto P.

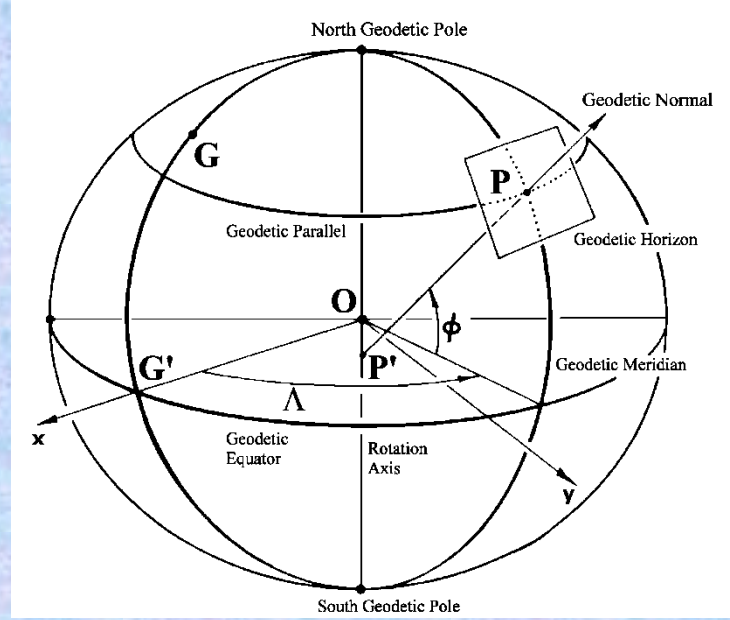


Latitudine ellissoidica

La latitudine, essendo un angolo, si misura in gradi sessagesimali o sessadecimali.

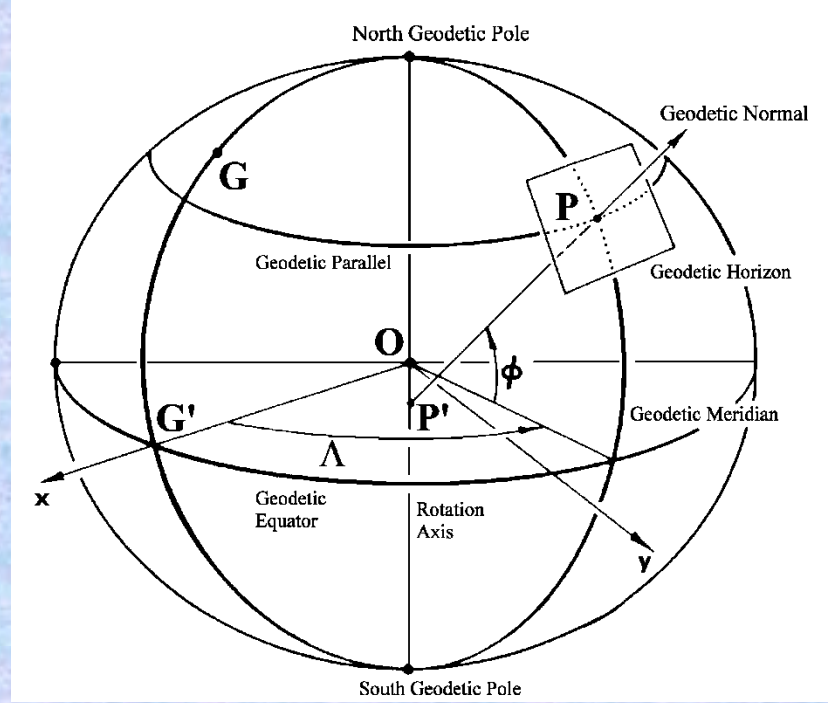
La latitudine si calcola a partire dall'equatore. Il valore varia tra 0° e 90° N e tra 0° e 90° S.

Si assume solitamente positiva la latitudine nell'emiellissoide boreale e negativa quella nell'emiellissoide australe.



Longitudine ellissoidica

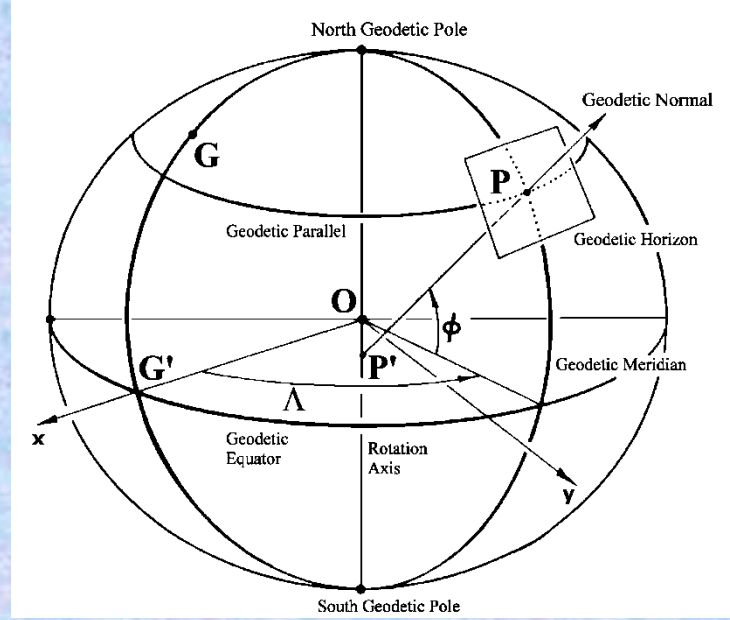
L’angolo diedro formato tra il piano meridiano passante per P ed un altro piano meridiano scelto a riferimento (per esempio il meridiano di Greenwich) costituisce la **longitudine ellissoidica**.



Longitudine ellissoidica

Trattandosi di un angolo, la longitudine è anche essa espressa in gradi sessagesimali o anche in gradi sessadecimali.

La longitudine si calcola a partire dal meridiano di Greenwich. Il valore varia tra 0° e 180 E e 0° e 180° W (rispetto al meridiano di Greenwich).



Paralleli e meridiani sull'ellissoide

I paralleli sono circonferenze di uguale latitudine.

I meridiani sono ellissi di uguale longitudine.

Tutti i punti sull'equatore hanno la stessa latitudine e vale 0°.

Tutti i punti sullo stesso meridiano hanno la stessa longitudine; se si tratta del meridiano di riferimento (solitamente quello di Greenwich), tale longitudine vale 0°.

Esempi di ellissoidi più utilizzati

Misure espresse in metri

Ellissoide	S.asse maggiore **a**	Schiacciamento α
EVEREST (1830)	6377276	1/300.8
BESSEL (1841)	6377397	1/299.2
CLARKE (1866)	6378206	1/294.9
CLARKE (1880)	6378301	1/293.5
HELMERT (1906)	6378140	1/298.3
HAYFORD (1909)	6378388	1/297.0
KRASSOVSKY (1942)	6378245	1/298.3
FISCHER (1960)	6378160	1/298.3
WGS84 (1987)	6378137	1/298.3

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^2 509.950,414
Volume	Km^3 1.083.000.000
Monte Everest	m 8.882
Fossa di Emden	m -10.793