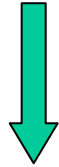
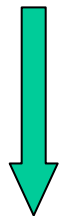


RAPPRESENTAZIONE DELLA SUPERFICIE TERRESTRE

La superficie terrestre è di forma
irregolare e non semplice da
definire matematicamente.



OCCORRE “RIFERIRE” I PUNTI
DELLA SUPERFICIE TERRESTRE
A UNA SUPERFICIE PIU’ SEMPLICE

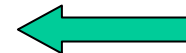


SUPERFICIE DI RIFERIMENTO

Le dimensioni
della terra eccedono
le nostre capacità di misura.



OCCORRE APPLICARE
UN FATTORE DI SCALA



CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE DI RIFERIMENTO

- Deve approssimare bene la superficie terrestre.
- Deve avere una rappresentazione matematica “semplice”.
- Deve essere possibile stabilire una corrispondenza biunivoca fra i punti della superficie terrestre e quelli della superficie di riferimento.
- Deve essere possibile istituire una geometria per i calcoli geodetici sulla superficie di riferimento.

POSSIBILI SCELTE:

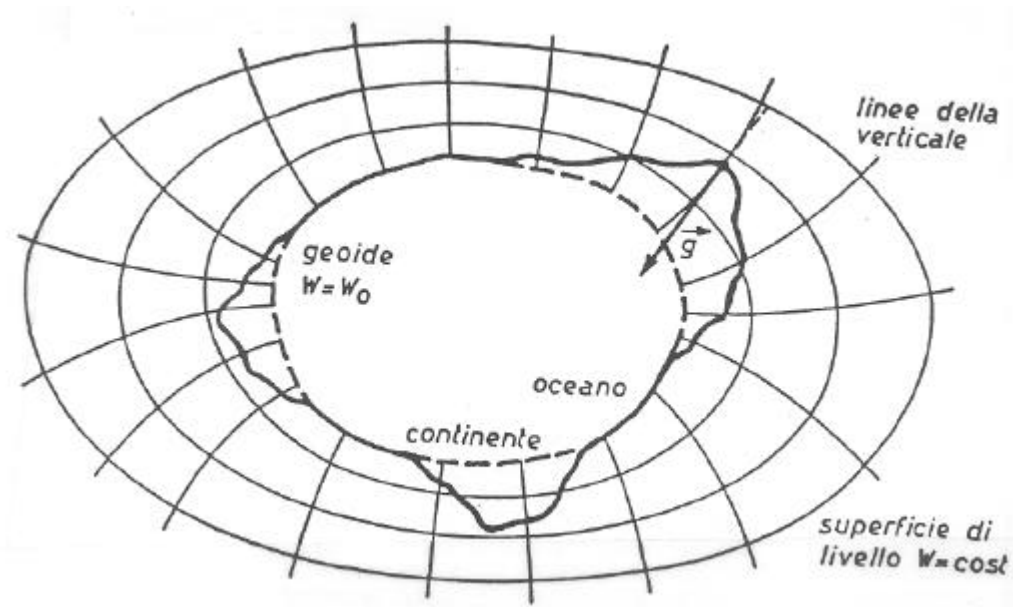
GEOIDE

ELLISSOIDE

SFERA

I punti della superficie terrestre vengono idealmente “proiettati” sulla superficie di riferimento che si è scelta.

GEOIDE

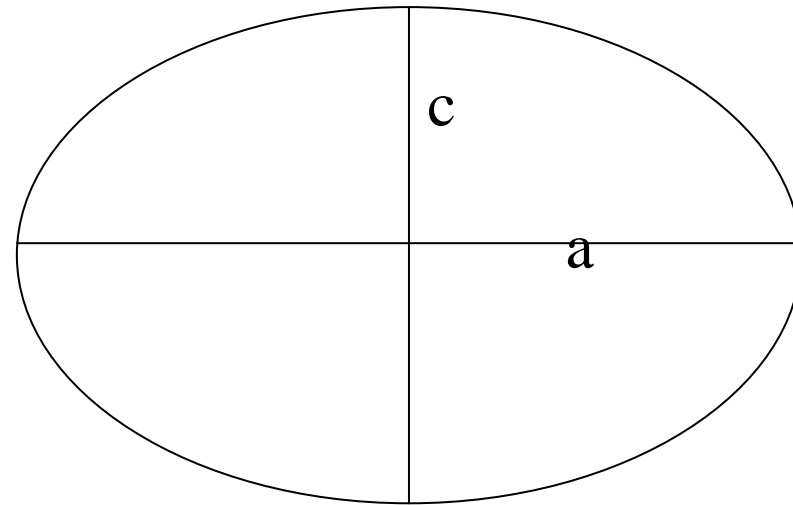


- E' la migliore approssimazione della superficie terrestre, calcolata a partire dallo studio del campo gravitazionale
- E' fisicamente individuabile (superficie "media" dei mari in condizioni ideali)
- Viene utilizzato come "origine" per le quote
- La sua rappresentazione matematica è particolarmente complessa (è definito in funzione di infiniti parametri)

ELLISSOIDE

Equazione dell'ellissoide di rotazione:

$$\frac{X^2 + Y^2}{a^2} + \frac{Z^2}{c^2} = 1$$



- Approssima la superficie terrestre meno correttamente del geoide
- Non è fisicamente individuabile
- Ha una rappresentazione matematica semplice (è definito in funzione di due soli parametri)
- **In cartografia, è la superficie di riferimento più comunemente utilizzata**

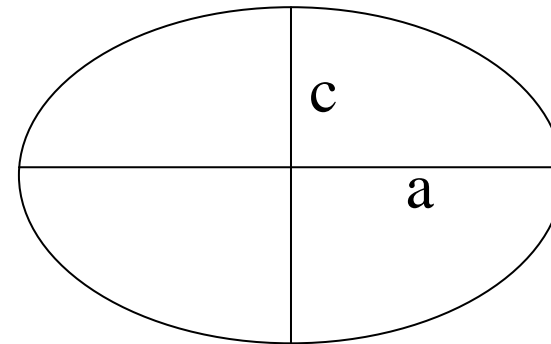
Parametri che definiscono l'ellissoide di rotazione

c = semiasse minore

a = semiasse maggiore

$$f = \frac{a - c}{a} \quad \text{schacciamento}$$

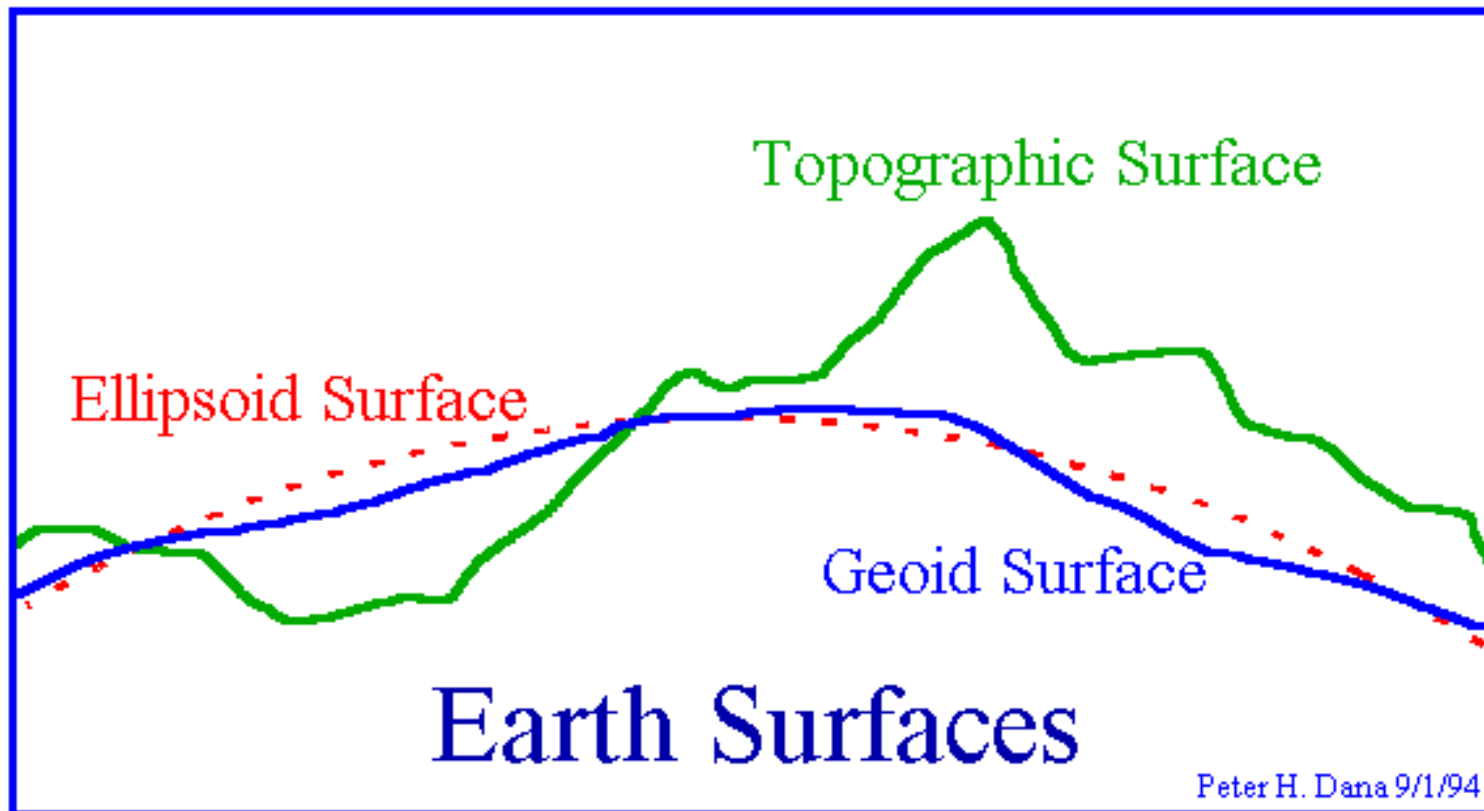
$$e = \sqrt{\frac{a^2 - c^2}{a^2}} \quad \text{eccentricità}$$



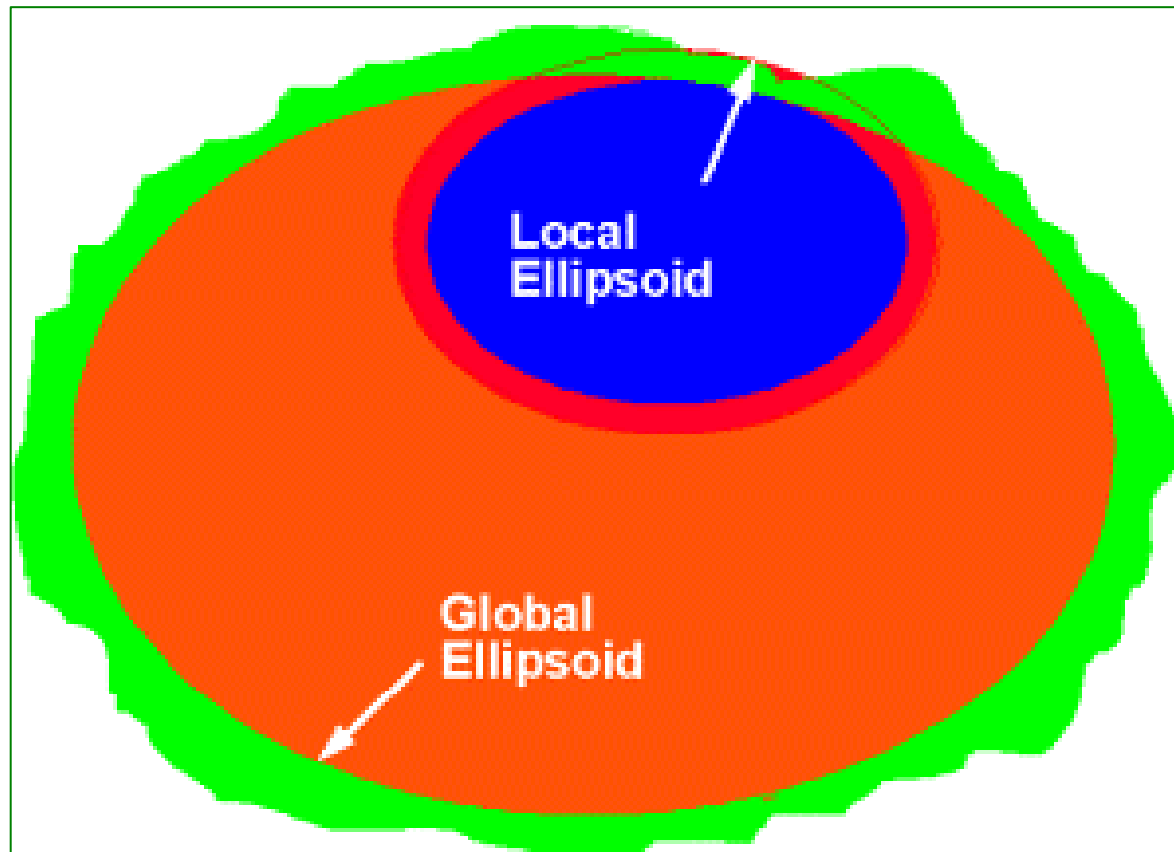
Alcuni ellipsoidi importanti:

Ellissoide di Bessel (1830)	$a = 6\,377\,397$ (m)	$c = 6\,356\,079$	$f = 1/299.15$
Ellissoide di Hayford (1909)	$a = 6\,378\,388$	$c = 6\,356\,912$	$f = 1/297$
Ellissoide WGS84 (1984)	$a = 6\,378\,137$	$c = 6\,356\,752$	$f = 1/298.257$

Confronto fra geoidi ed ellissoide

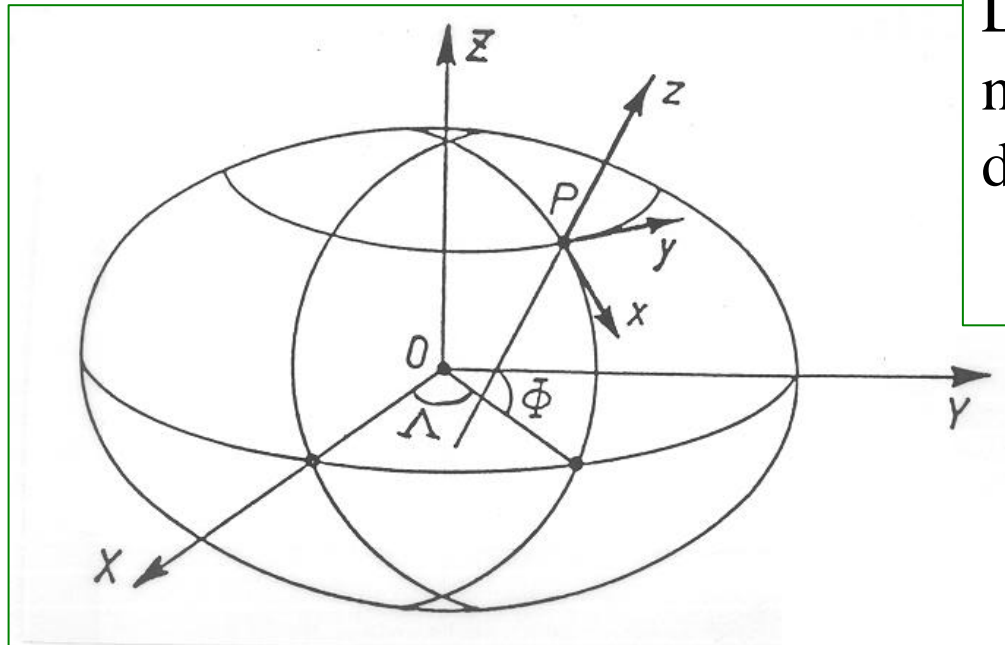


Ellissoide globale e locale



Sistemi di coordinate

COORDINATE CARTESIANE



La posizione di un punto nello spazio è definita dalla terna

X, Y, Z

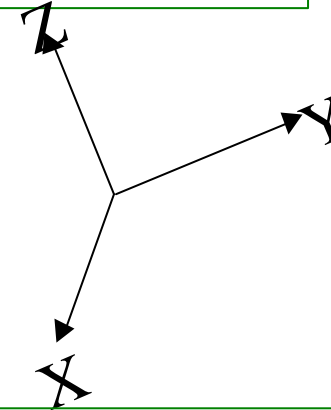
La coordinata Z non rappresenta la quota!

Le coordinate cartesiane possono essere:

- **geocentriche** (origine nel baricentro O dell'ellissoide)
- **locali** (origine in un punto P)

SISTEMI di RIFERIMENTO per coordinate cartesiane

Rispondono alla domanda :
come è posizionata nello spazio
la terna cartesiana X, Y, Z ?



Sistema di Riferimento Convenzionale Terrestre (SRCT)

Z_t diretto come il Polo medio negli anni
1900 - 1905

X_t diretto come l'intersezione fra piano
equatoriale e piano meridiano per
Greenwich

Y_t tale da completare la terna destrorsa

Sistema di Riferimento WGS84 (World Geodetic System '84)

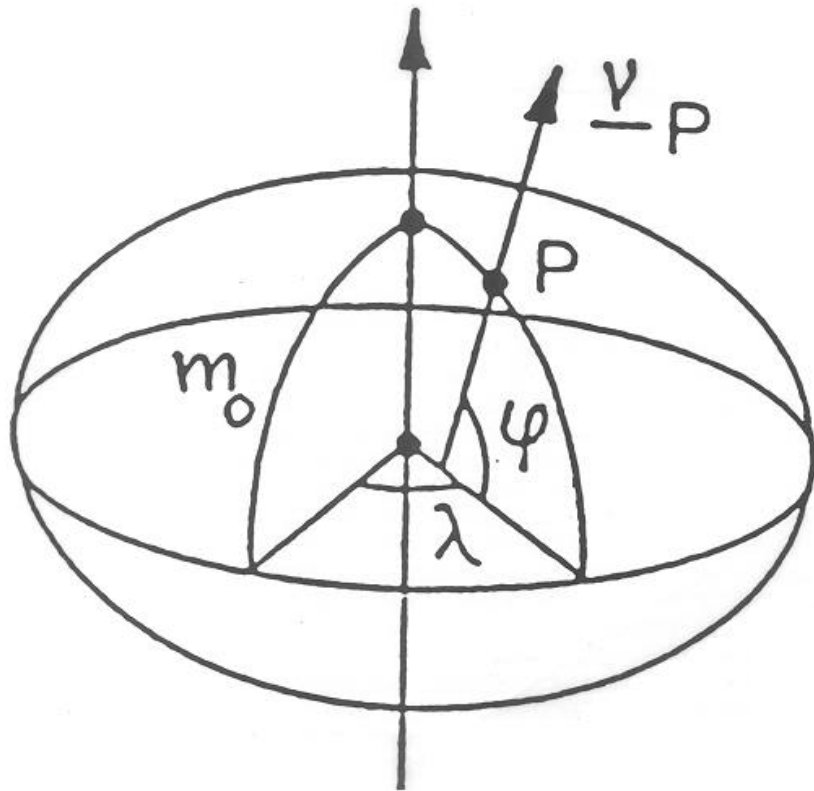
Z_t diretto come il Polo medio nell'anno
1984

X_t diretto come l'intersezione fra piano
equatoriale e piano meridiano per
Greenwich

Y_t tale da completare la terna destrorsa

Sistemi di coordinate

COORDINATE GEOGRAFICHE



La posizione di un punto
è definita in **planimetria**
da φ, λ

(sull'ellissoide)

φ = latitudine,

λ = longitudine.

In **quota** la posizione è
definita da

H = quota ortometrica

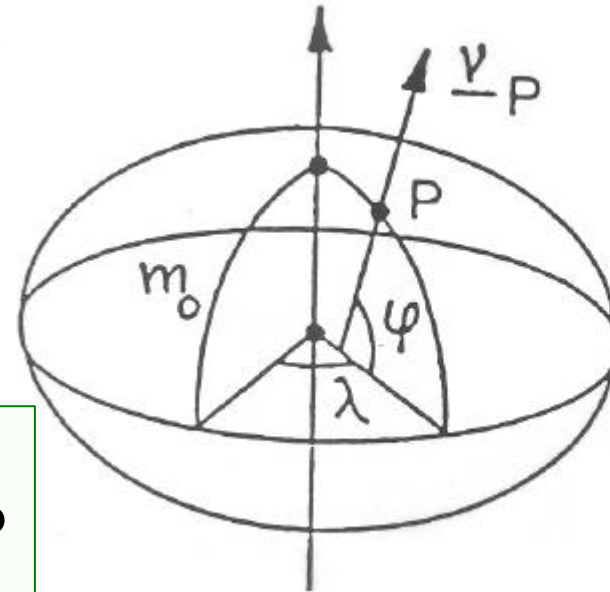
(rispetto al geoido).

LATITUDINE distanza
angolare di un punto dall'Equatore
(Angolo fra il piano equatoriale e la
verticale passante per il punto)

$$- 90^\circ \leq \varphi \leq + 90^\circ$$

$$90^\circ \text{ S} \leq \varphi \leq 90^\circ \text{ N}$$

**Tutti i punti aventi la
stessa latitudine formano
un parallelo.**



LONGITUDINE distanza angolare di un
punto dal meridiano scelto come origine
(Angolo fra il **meridiano origine** e il meridiano
passante per il punto)

$$- 180^\circ \leq \lambda \leq + 180^\circ$$

$$180^\circ \text{ W} \leq \lambda \leq 180^\circ \text{ E}$$

**Tutti i punti aventi la
stessa longitudine
formano un meridiano.**

Convenzionalmente, si è
scelto nel 1884 come
meridiano origine quello
passante per l'osservatorio
astronomico di Greenwich

RAPPRESENTAZIONI CARTOGRAFICHE

- **Rappresentazioni per via geometrica**

- “Proiezioni” prospettiche

- “Proiezioni” per sviluppo

cilindriche
coniche

Qualsiasi
rappresentazione
cartografica
presenta
deformazioni

- **Rappresentazioni per via analitica**

si scrivono equazioni del tipo $X = X(j, l)$

X, Y = coordinate punti carta

φ, λ = coordinate punti su ellissoide

$Y = Y(j, l)$

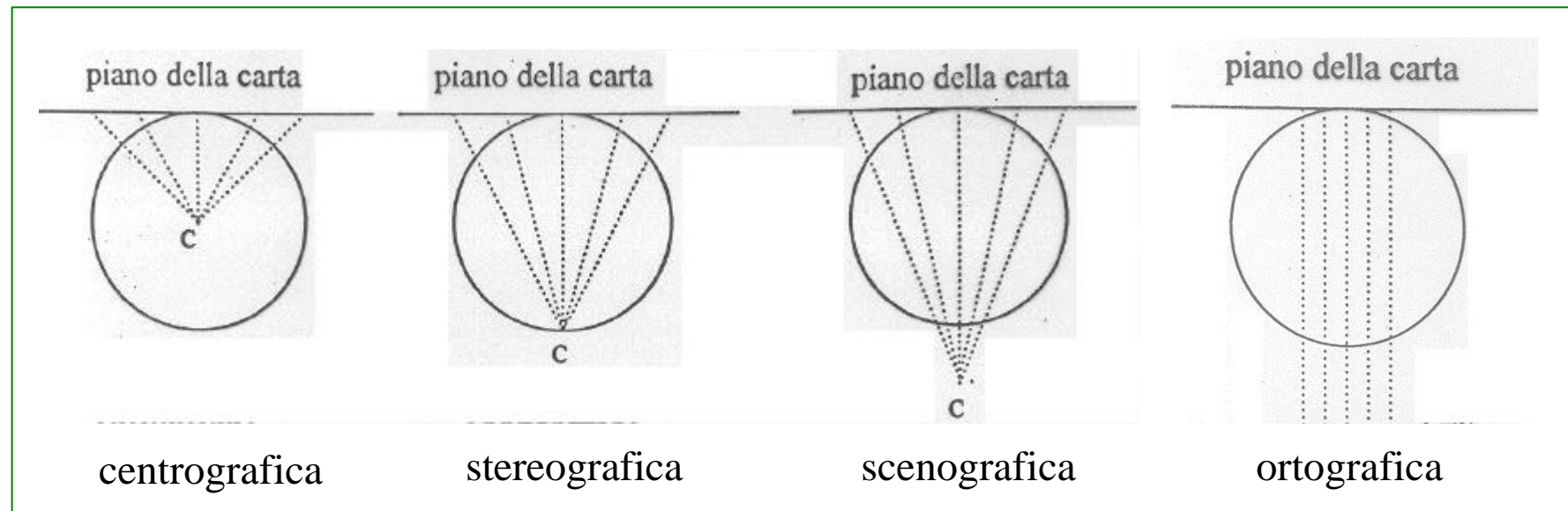
NOTA: queste funzioni devono avere particolari proprietà

Proiezioni prospettiche

I punti della superficie di riferimento vengono **proiettati su un piano**

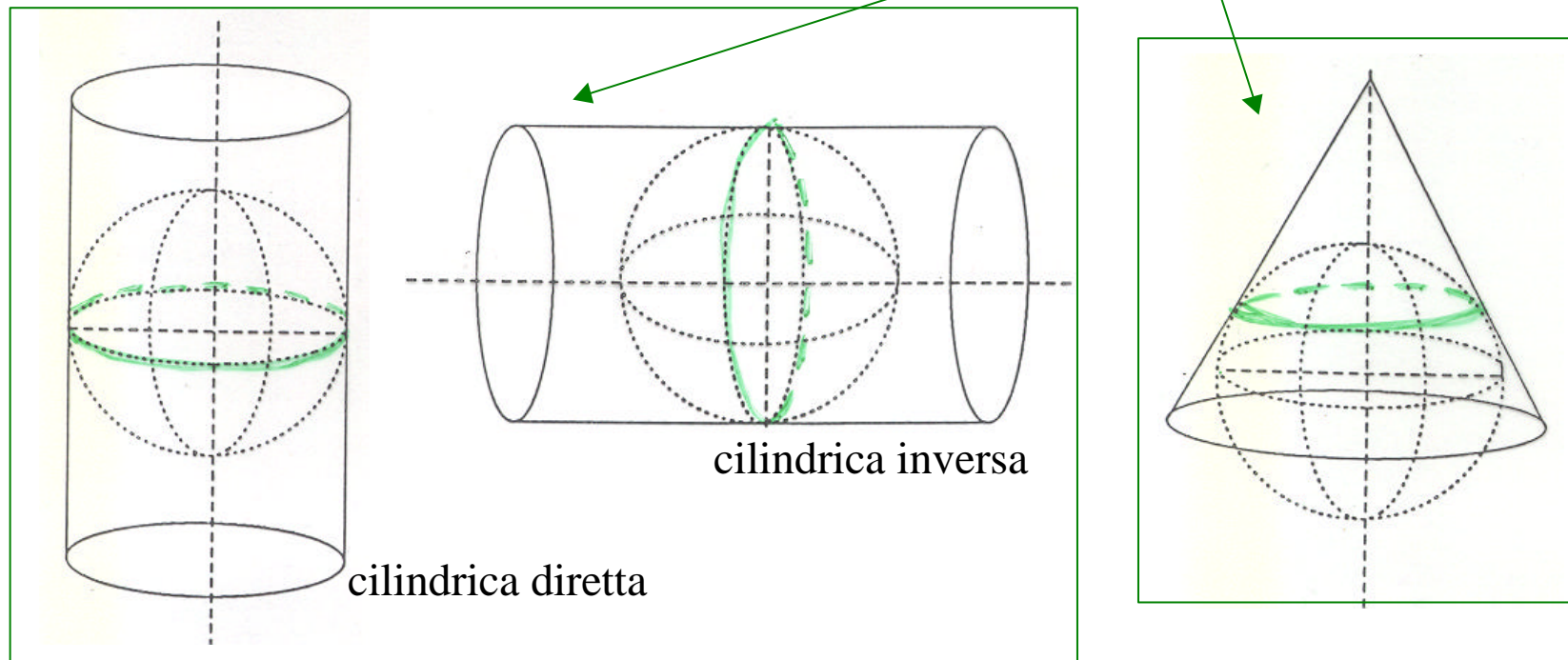
- tangente
- secante

rispetto alla superficie di riferimento stessa.



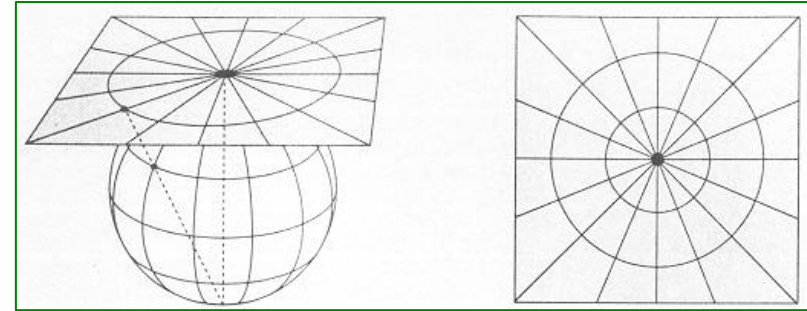
Proiezioni per sviluppo (cilindriche - coniche)

I punti della superficie di riferimento vengono proiettati su superfici ausiliarie, sviluppabili sul piano, quali **cilindro** o **cono**.

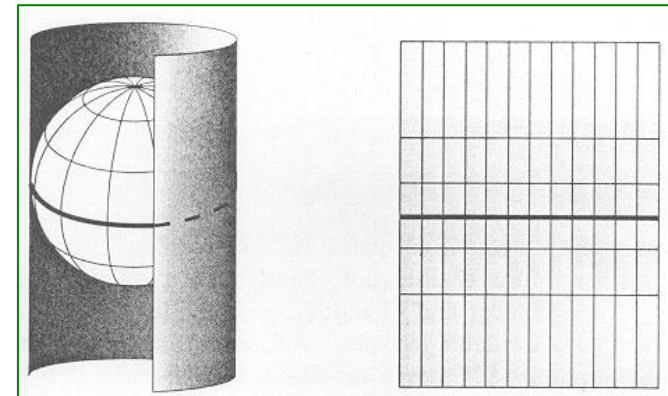


Le deformazioni si hanno all'atto della proiezione su cilindro o cono, ma non nello sviluppo di tali superfici sul piano.

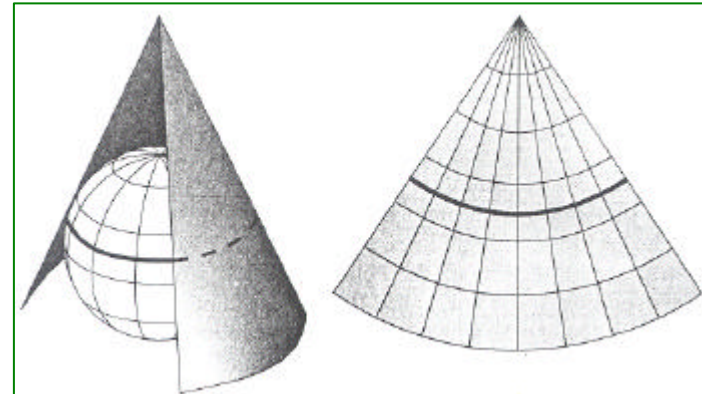
Proiezioni prospettive



Proiezioni cilindriche

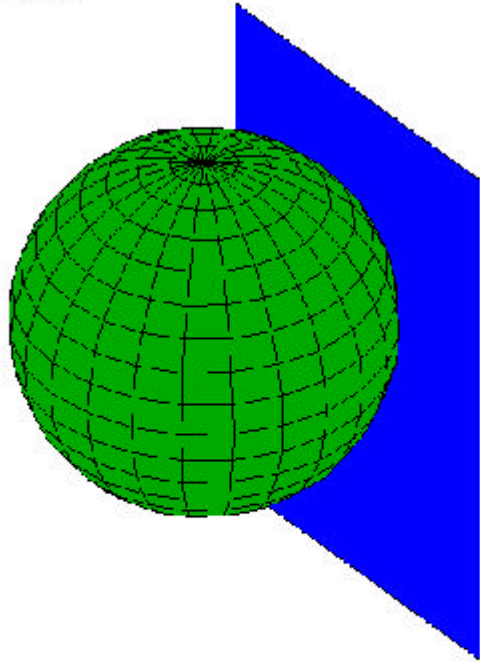


Proiezioni coniche



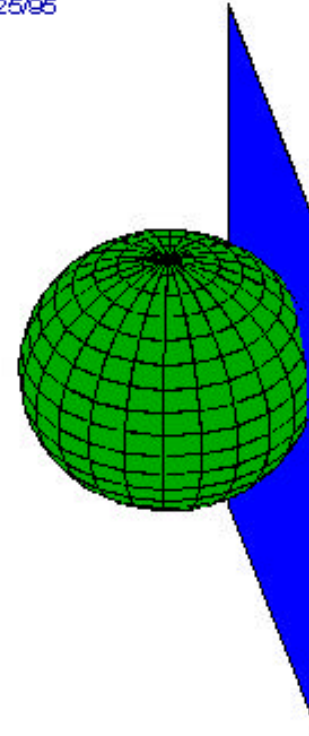
Proiezioni prospettiche

Peter H. Dana 9/20/94



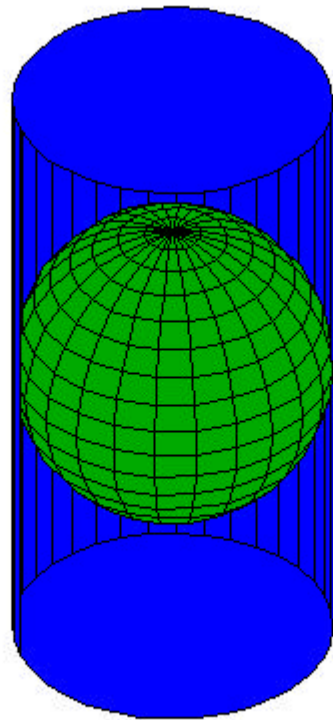
Planar Projection Surface

Peter H. Dana 4/25/95



Secant Planar Projection

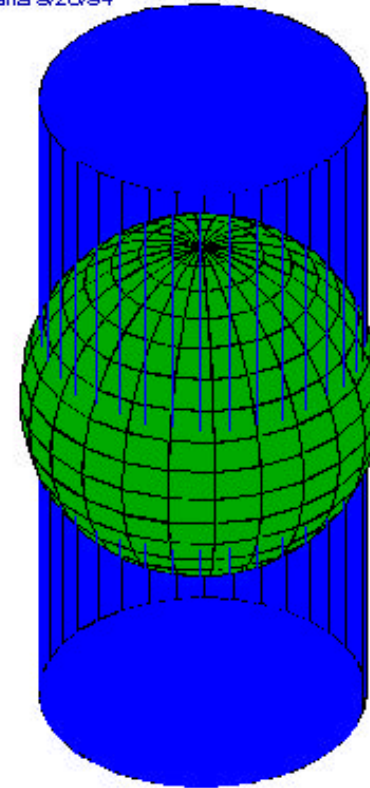
Proiezioni cilindriche



Peter H. Dana 9/20/94

Cylindrical Projection Surface

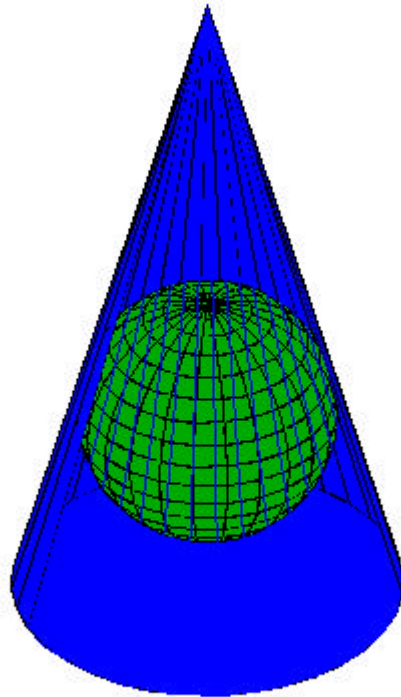
Peter H. Dana 9/20/94



Secant Cylindrical Projection

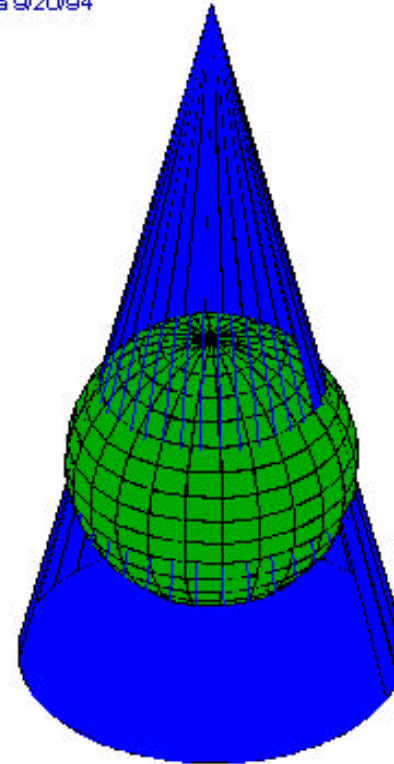
Proiezioni coniche

Peter H. Dana 9/20/94



Conical Projection Surface

Peter H. Dana 9/20/94



Secant Conic Projection

DEFORMAZIONI CARTOGRAFICHE

Nel passaggio da superficie di riferimento a piano della rappresentazione cartografica si possono avere **deformazioni**

- deformazioni di **angoli** fra direzioni
- deformazioni di **aree**
- deformazioni di **distanze** fra i punti

CARTE EQUIVALENTI
vengono conservati i rapporti fra **aree infinitesime** nel passaggio da ellissoide a piano della carta

CARTE AFILATTICHE
sono carte che presentano deformazioni di diverso tipo, ma molto piccole

CARTE CONFORMI
(o **isogone**)

gli **angoli** restano inalterati nel passaggio da ellissoide a piano della carta (si conserva la similitudine fra figure infinitesime corrispondenti)

CARTE EQUIDISTANTI
vengono conservati i rapporti fra **lunghezze infinitesime** nel passaggio da ellissoide a piano della carta

MODULI DI DEFORMAZIONE

MODULO DI DEFORM. LINEARE

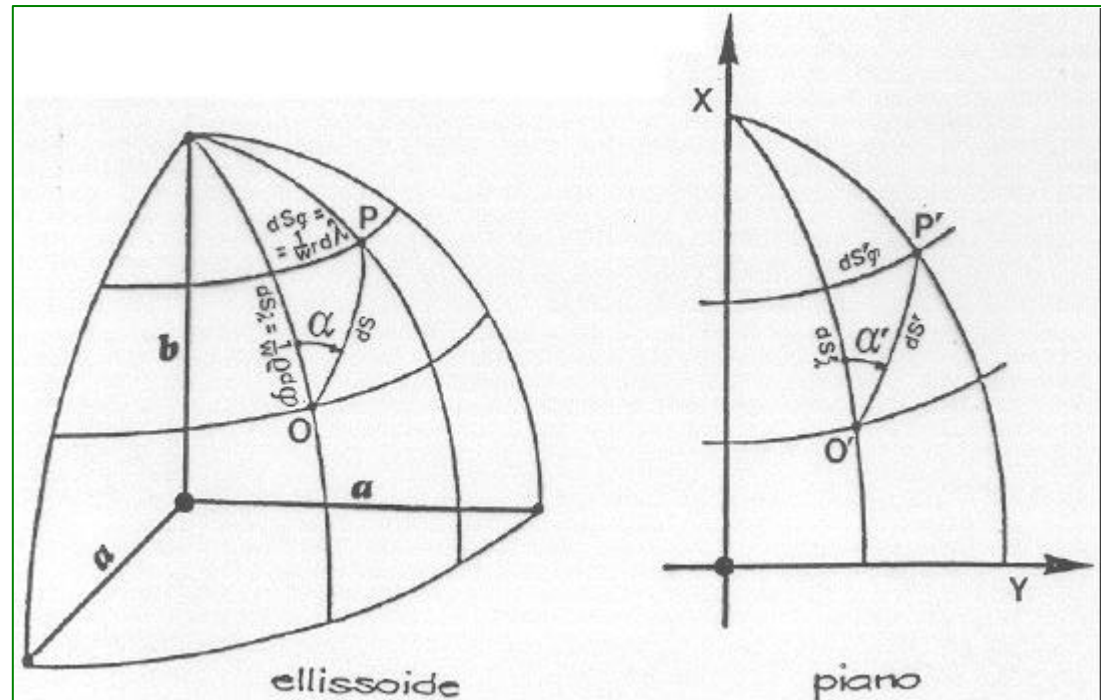
$m = 1$ (lungo particolari linee)
per le carte equidistanti

$$m = \frac{ds_C}{ds_E}$$

MODULO DI DEFORM. SUPERFICIALE

$M = 1$ (su tutta la carta)
per le carte equivalenti

$$M = \frac{dA_C}{dA_E}$$



MODULO DI DEFORM. ANGOLARE

$\delta = 0$ (in qualunque direzione uscente da un punto)
per le carte conformi

$$d = a_C - a_E$$

SCALA NOMINALE

E' la scala di riduzione che viene applicata alla **superficie di riferimento**.

Nel passaggio da superficie di riferimento a piano cartografico **non si conserva costante** su tutta la superficie della carta, ma vale solo lungo le linee (o nei punti) di tangenza fra superficie di riferimento e piano cartografico (o superficie sviluppabile).

FATTORE DI SCALA

E' definito dal rapporto $\frac{\text{scala effettiva carta}}{\text{scala nominale}}$
(valutato in un punto)