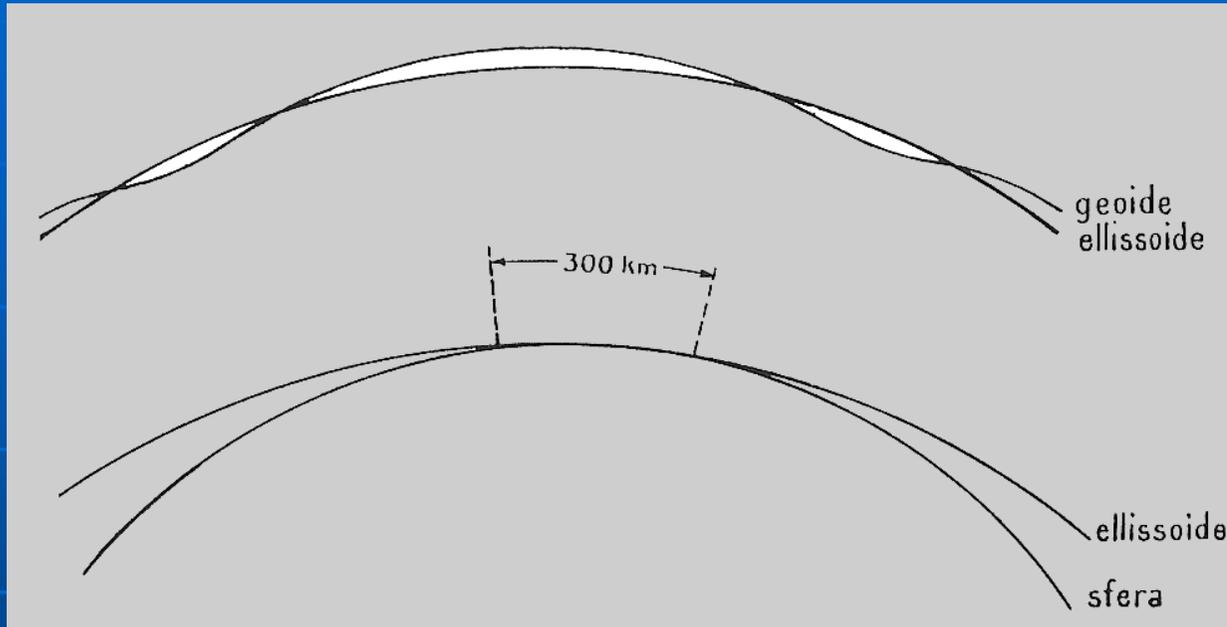
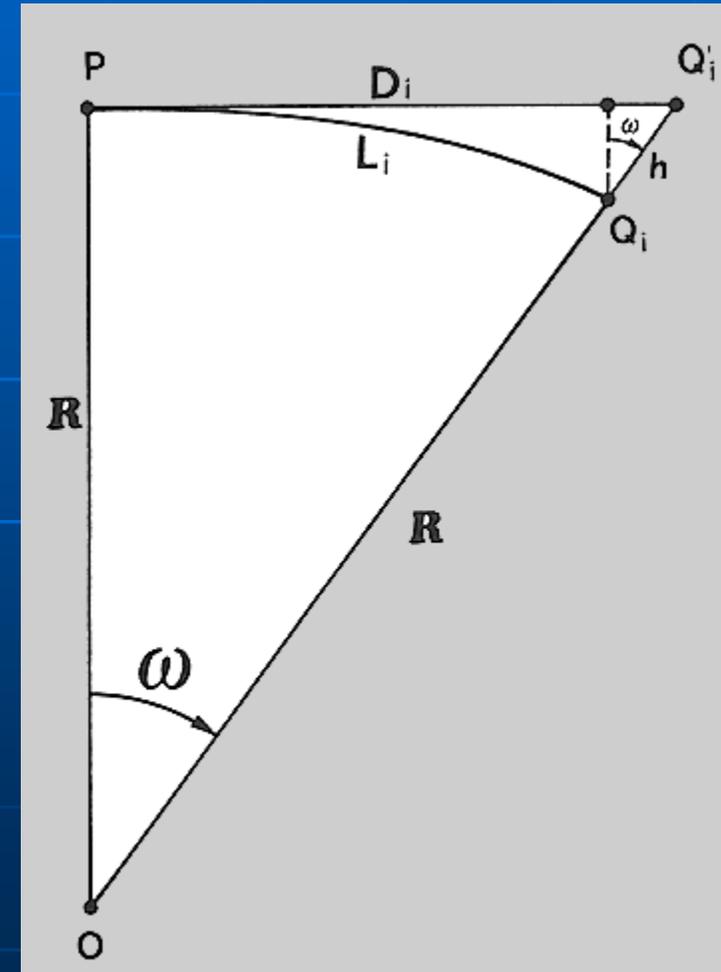


Ellissoide, sfera locale, piano



*M. Fondelli, 2000, Cartografia Numerica I,
Pitagora Editrice, Bologna*



Applicabilità tra superfici

per il Teorema di Gauss due superfici sono tra loro applicabili in ciascun punto corrispondente quando presentano la stessa *curvatura totale*, definita dall'inverso del prodotto dei raggi principali di curvatura

Curvatura totale

ellissoide e piano non sono tra loro applicabili

- *curvatura totale dell'ellissoide* $K = 1/\rho N$
- *curvatura totale della sfera* $K = 1/R^2$
- *curvatura totale del piano* $K' = 0$

La non applicabilità tra ellissoide e piano limita fortemente l'uso del "campo topografico" nella fase di misurazione delle distanze e coordinate;

diventa un grande problema nella successiva fase di rappresentazione

(dall'ellissoide al foglio di carta!!)

Proiezioni e tipi di carte

Corrispondenze cartografiche

si effettua la rappresentazione di una superficie su di un'altra quando si stabilisce la *corrispondenza biunivoca* tra i punti delle due superfici, e cioè quando ad ogni punto di una di esse si fa corrispondere un unico e determinato punto dell'altra e viceversa

Formule di corrispondenza Equazioni della carta

legano fra loro le coordinate dei punti corrispondenti dell'ellissoide terrestre (*superficie obiettiva od oggettiva*) e del piano rappresentativo (*superficie subjettiva o rappresentativa*)

dirette $X = x(\varphi, \lambda); Y = y(\varphi, \lambda)$

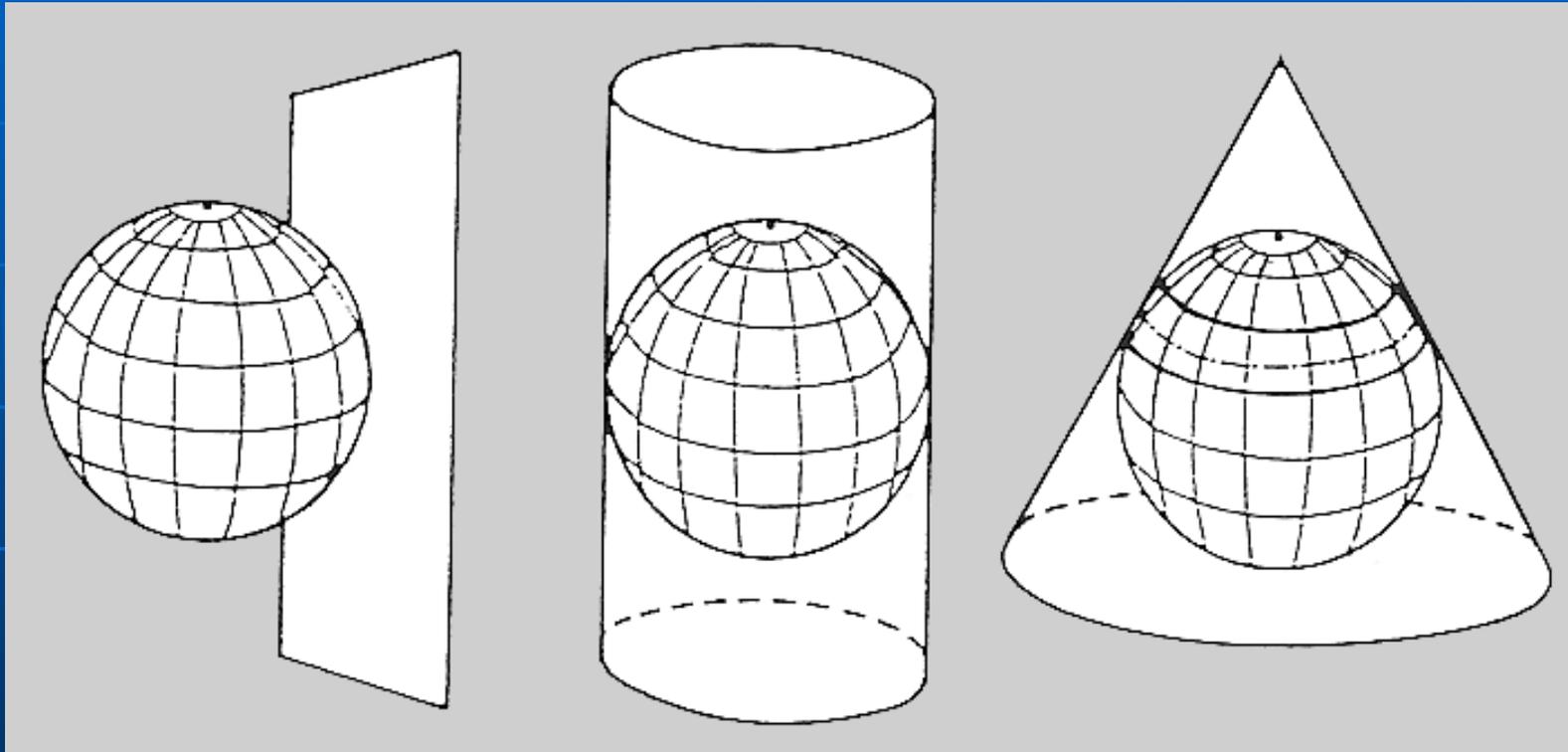
inverse $\varphi = \varphi(X, Y); \lambda = \lambda(X, Y)$

Centro della proiezione

Centro della carta

si definisce così *l'origine delle coordinate*
mentre il meridiano origine prende il nome di
primo meridiano o meridiano centrale,
diverso dal *meridiano di riferimento*
identificato (quasi sempre!) da quello di
Greenwich

Proiezioni prospettiche, cilindriche e coniche



*M. Fondelli, 2000, Cartografia Numerica I,
Pitagora Editrice, Bologna*

Variabili del problema cartografico

- scala di riduzione
- estensione della superficie obiettiva
- posizione sull'ellissoide terrestre
- finalità da soddisfare

Scala di riduzione

1:W

- è la riduzione di dimensione che subisce l'ellissoide terrestre (**superficie obiettiva**) prima della rappresentazione sul piano
- nella rappresentazione dell'ellissoide terrestre sul piano (**superficie subjettiva**) la scala non si mantiene costante

Approssimazione grafica

si definisce *approssimazione grafica* di una carta la distanza obiettiva corrispondente alla minima distanza apprezzabile sulla carta (*distanza subiettiva*), l'approssimazione grafica è funzione della scala di rappresentazione prescelta

Errore di graficismo o Graficismo

dipende dall'*acuità visiva* e dalla *distanza della visione distinta*, per cui mediamente corrisponde ad un quinto di millimetro

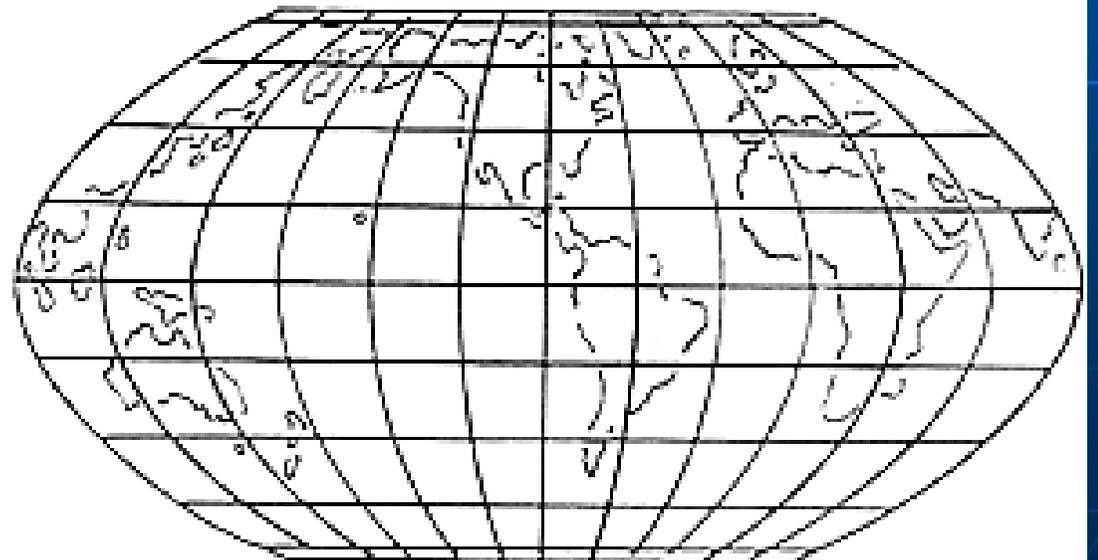
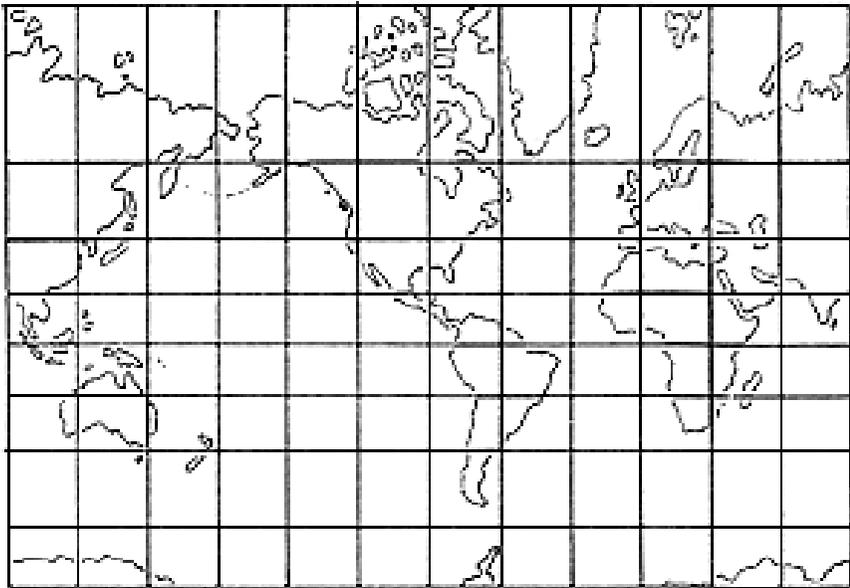
0,2 mm

Estensione della superficie obiettiva

l'esatta rappresentazione sul piano di grandi zone del globo terrestre, o dell'intero globo terrestre, è matematicamente impossibile

Posizione sull'ellissoide terrestre

pone il problema della scelta del sistema di rappresentazione da adottare per la miglior descrizione del terreno interessato e la più idonea utilizzazione degli elaborati cartografici prodotti



Finalità da soddisfare

pone il problema di studiare il *modulo di deformazione lineare*, il *modulo di deformazione superficiale* e il *modulo di riduzione angolare* più idonei a soddisfare le finalità medesime

CLASSIFICAZIONE DELLE RAPPRESENTAZIONI CARTOGRAFICHE

i criteri di classificazione variano a seconda della scala, della procedura di formazione, delle caratteristiche geometriche e delle finalità proprie delle varie rappresentazioni cartografiche

Classificazione secondo la scala

- **planisferi (tutta la superficie)**
- **mappamondi (due emisferi)**
- **carte geografiche (sino a 1:2.000.000)**
- **carte corografiche (1:1.000.000-1:200.000)**
- **carte topografiche (1:100.000-1:5.000)**
- **mappe (1:4.000-1:1.000)**
- **piante (1:500 o maggiori)**

Classificazione secondo la scala

**Piccola scala = minor dettaglio, grandi
superfici rappresentate**

1:2.000.000

**Grande scala = maggior dettaglio,
piccole superfici**

1:500

Classificazione della cartografia tecnica

- **carte tecniche (1:10000 ed 1:5000)**
- **mappe (1:2000)**
- **levate (1:1000 ed 1:500)**

Classificazione secondo la formazione

- **carte rilevate o carte di base**
- **carte derivate**

Classificazione secondo il contenuto

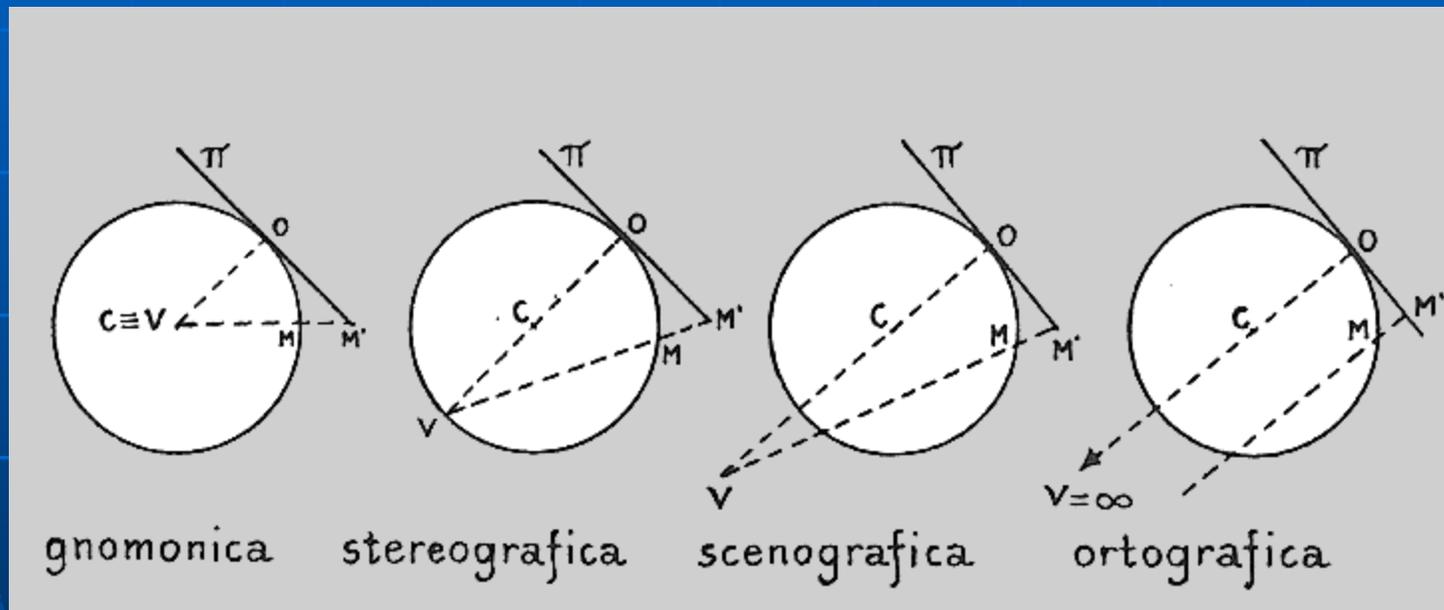
- **carte generali**
- **carte tematiche analitiche** (carte litologiche, geologiche di base)
- **carte tematiche sintetiche** (carte geologiche derivate)

Classificazione in base alle proprietà geometriche

- **proiezioni prospettiche**
- **proiezioni per sviluppo**
- **prospettive epicilindriche o epiconiche**

Proiezioni prospettiche

secondo la posizione del punto di vista

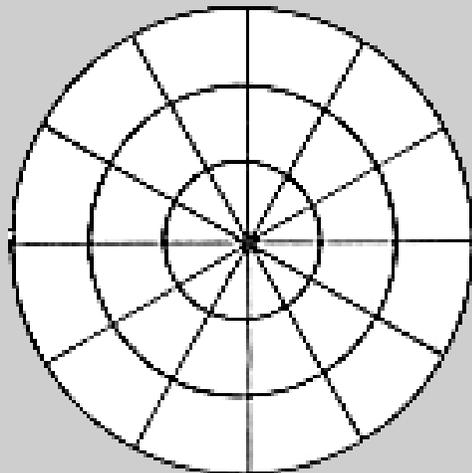


*M. Fondelli, 2000, Cartografia Numerica I,
Pitagora Editrice, Bologna*

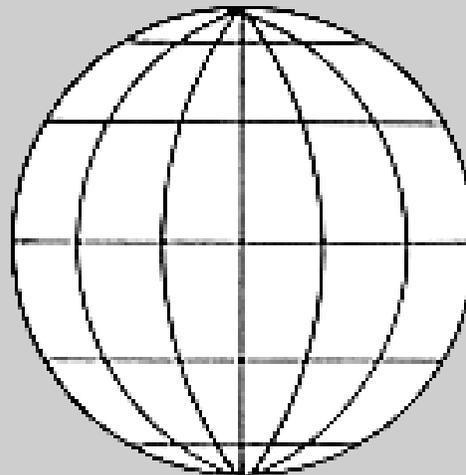
Proiezioni prospettiche

Secondo il punto di vista

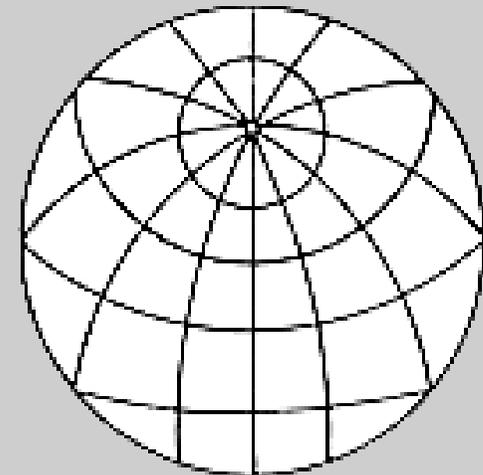
Polare



Meridiana



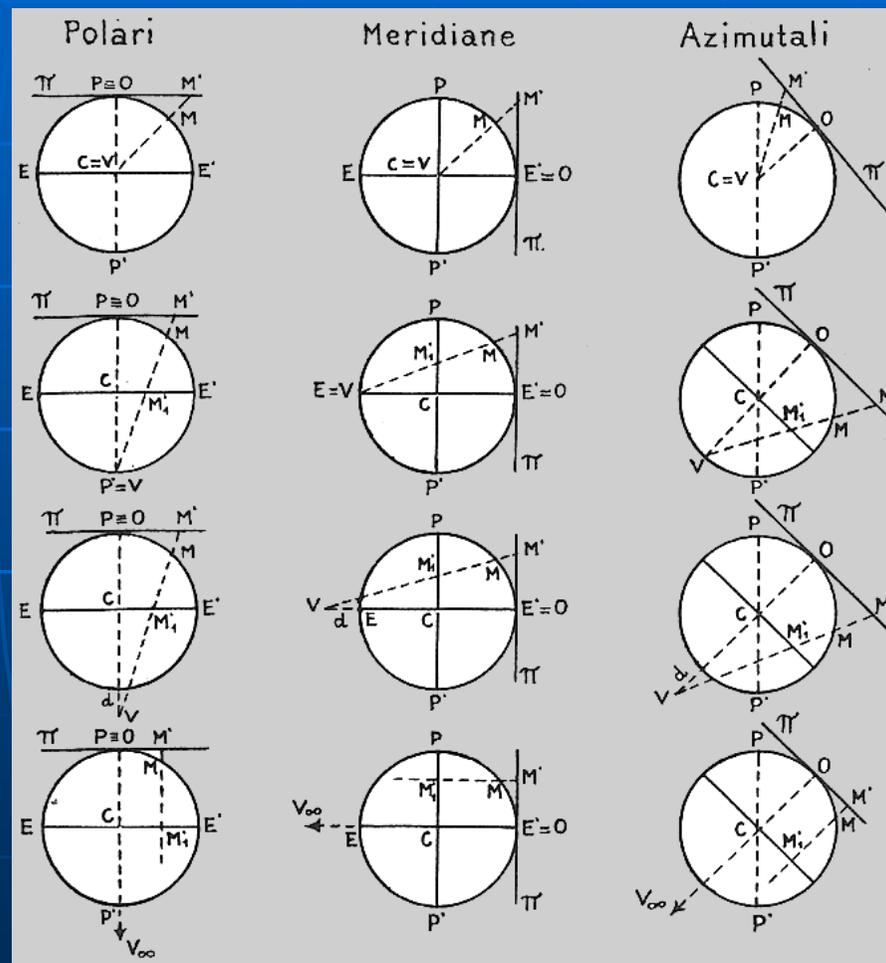
Zenitale



*M. Fondelli, 2000, Cartografia Numerica I,
Pitagora Editrice, Bologna*

Proiezioni prospettiche

secondo la posizione del quadro



M. Fondelli, 2000, *Cartografia Numerica I*,
 Pitagora Editrice, Bologna



Fig. 35 — Emisfero in proiezione azimutale equidistante polare.

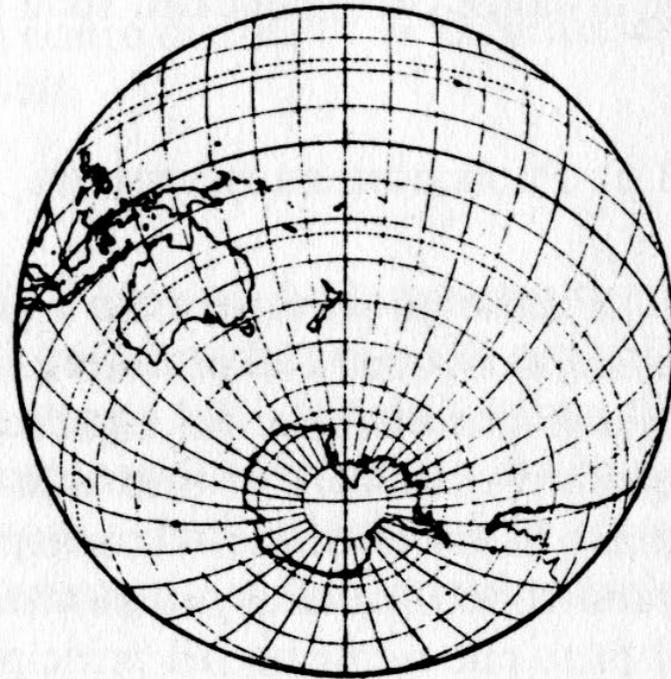


Fig. 36 — Proiezione azimutale equivalente obliqua, con centro di proiezione alla latitudine 50°. Rappresenta l'emisfero «oceanico».

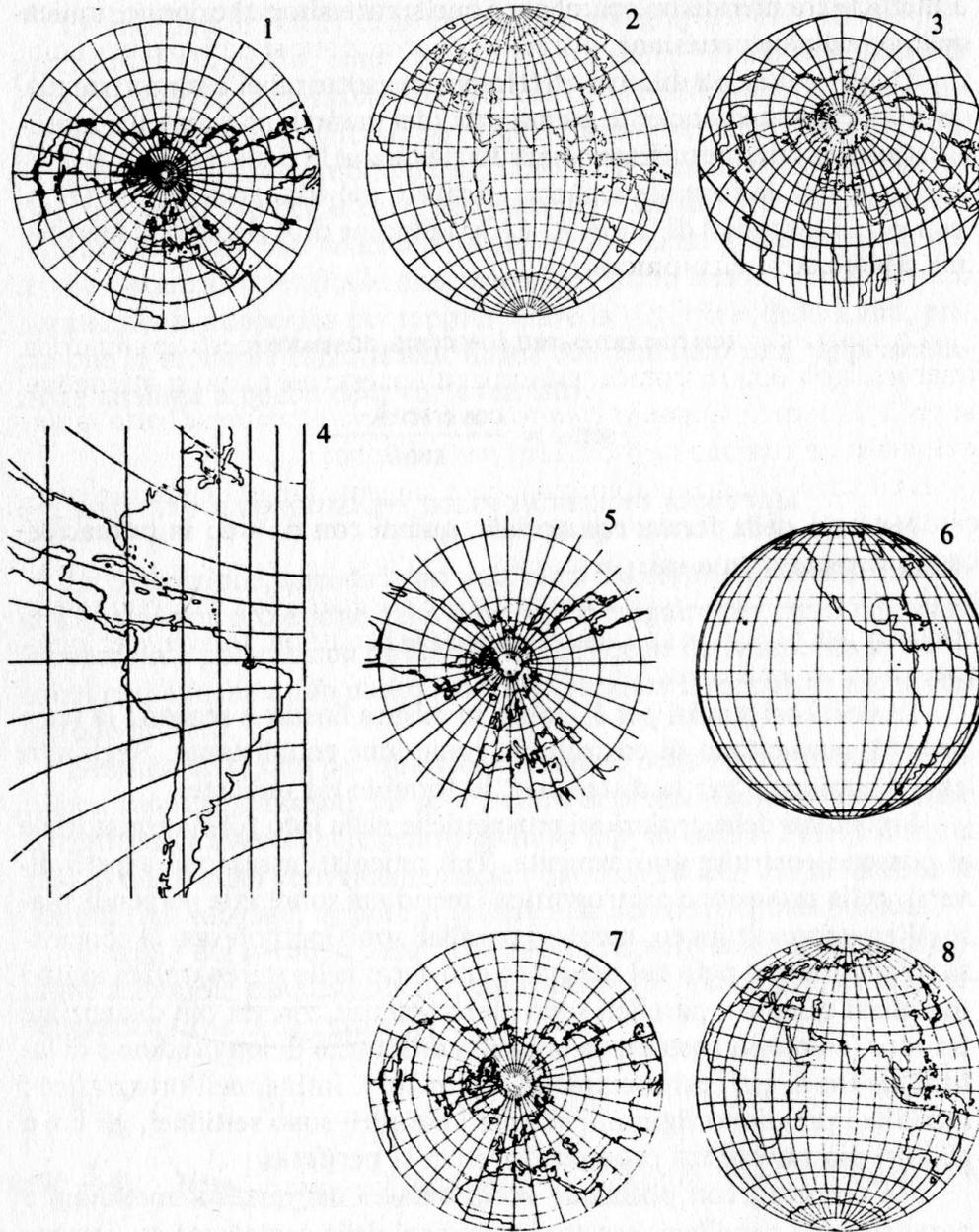
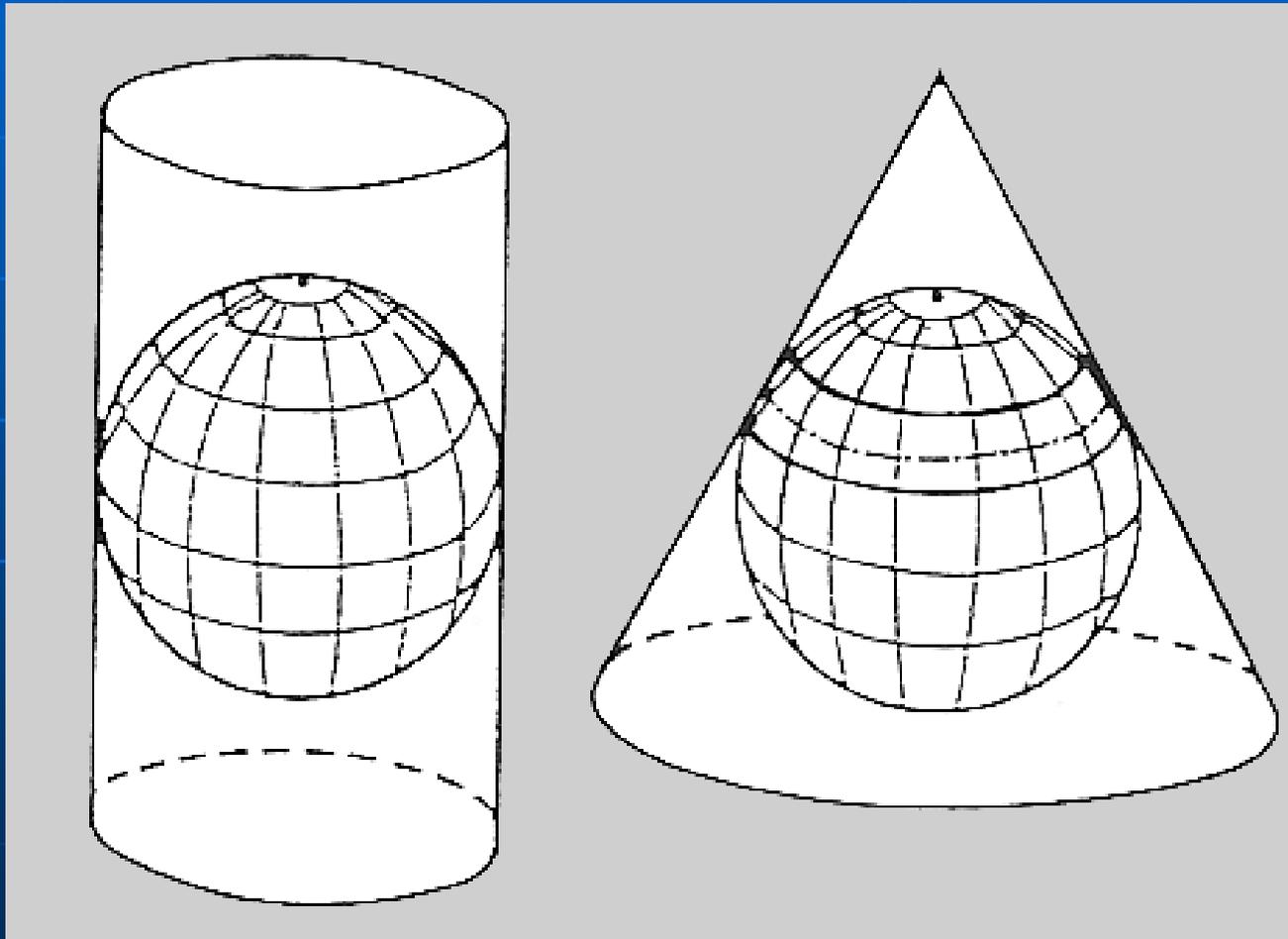


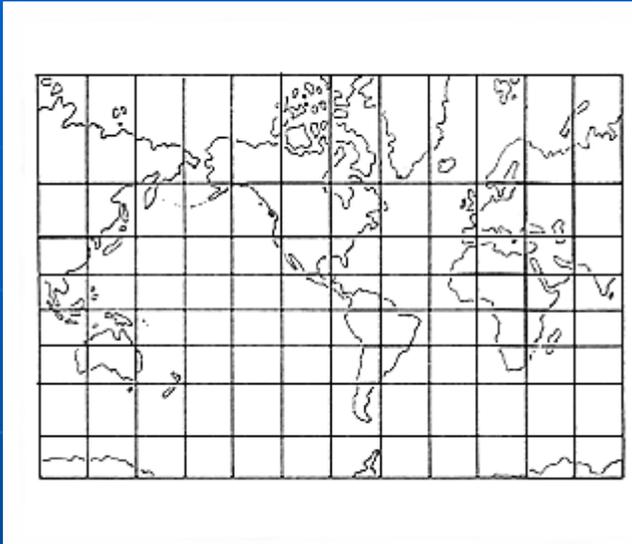
Fig. 40. — Proiezioni azimutali: 1, stereografica polare; 2, stereografica equatoriale; 3, stereografica obliqua; 4, centrografica equatoriale; 5, centrografica polare; 6, ortografica equatoriale; 7, azimutale equivalente polare; 8, azimutale equivalente equatoriale.

V. Di Donna, 2000,
Elementi di Cartografia,
 Liguori Editore, Napoli

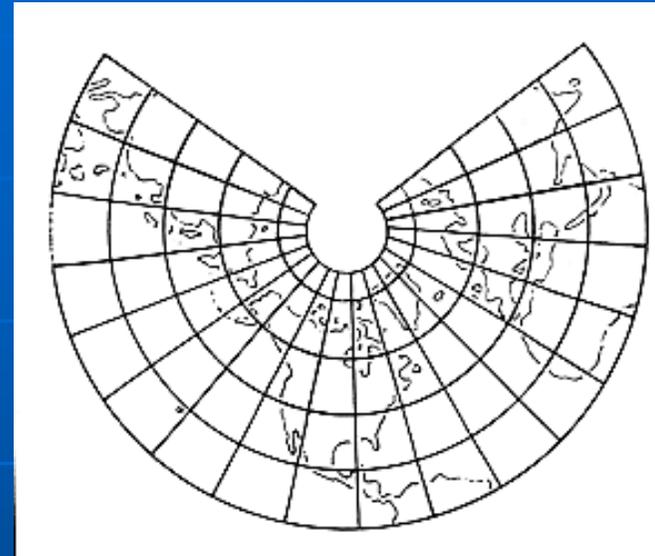
Proiezioni per sviluppo: cilindriche e coniche



*M. Fondelli, 2000, Cartografia Numerica I,
Pitagora Editrice, Bologna*



Cilindrica



Conica

Classificazione in base alla forma del reticolato geografico

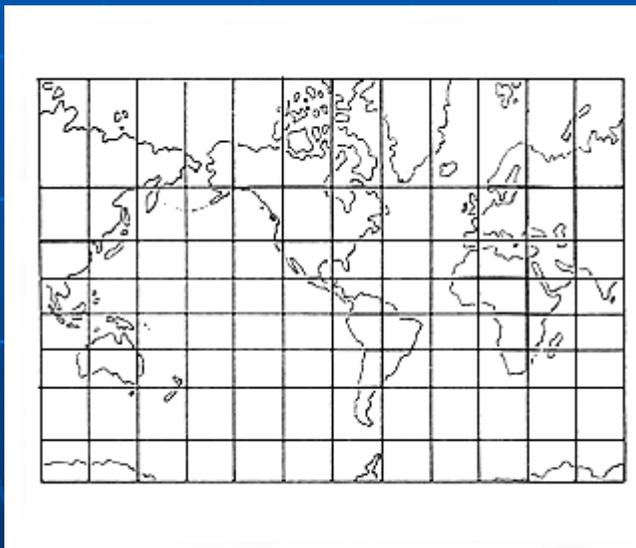
**il reticolato dei paralleli e dei meridiani
costituisce il *canovaccio geografico***

Costruzione del canovaccio geografico

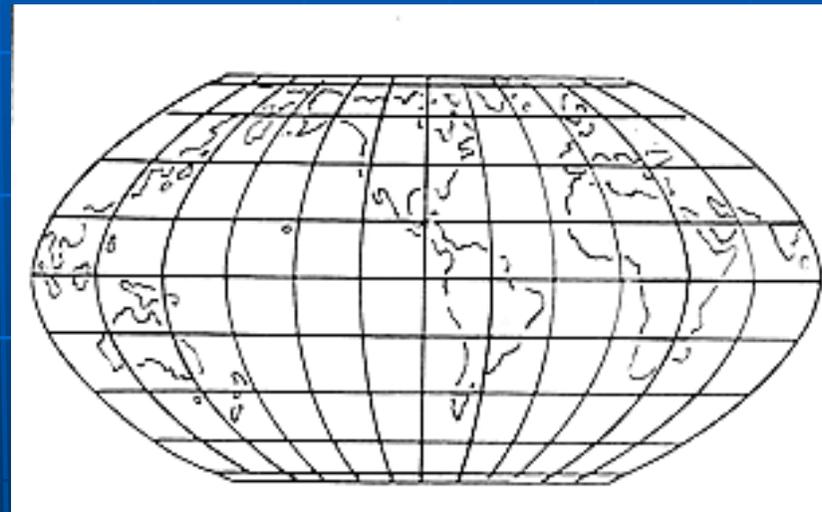
si realizza calcolando per punti discreti le coordinate X, Y nel piano delle varie linee del reticolato geografico attraverso le formule di corrispondenza della carta

Classificazione in base alla forma del reticolato geografico

- **proiezioni cilindriche** (meridiani e paralleli rette tra loro ortogonali)
- **proiezioni mericilindriche** (meridiani non rette)

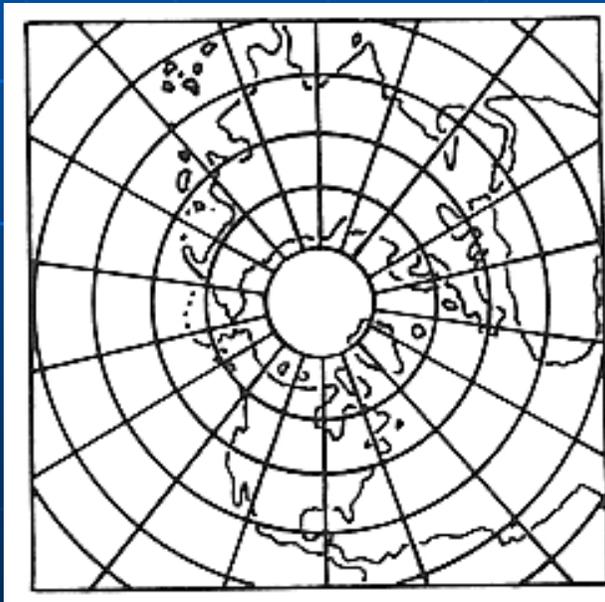


Cilindrica

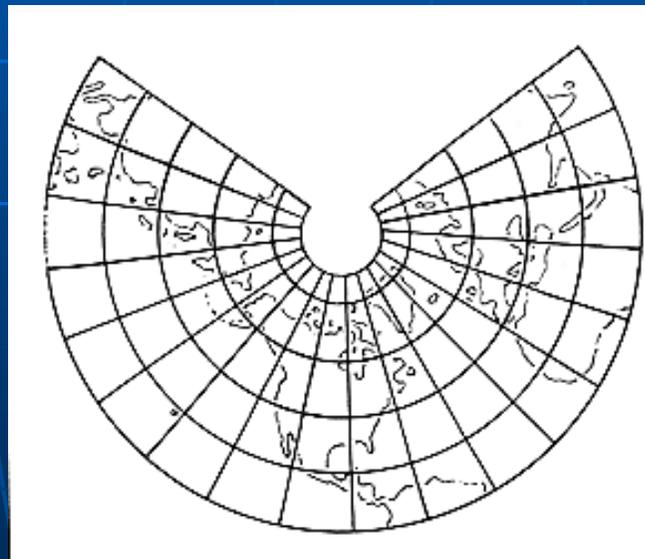


Merocilindrica

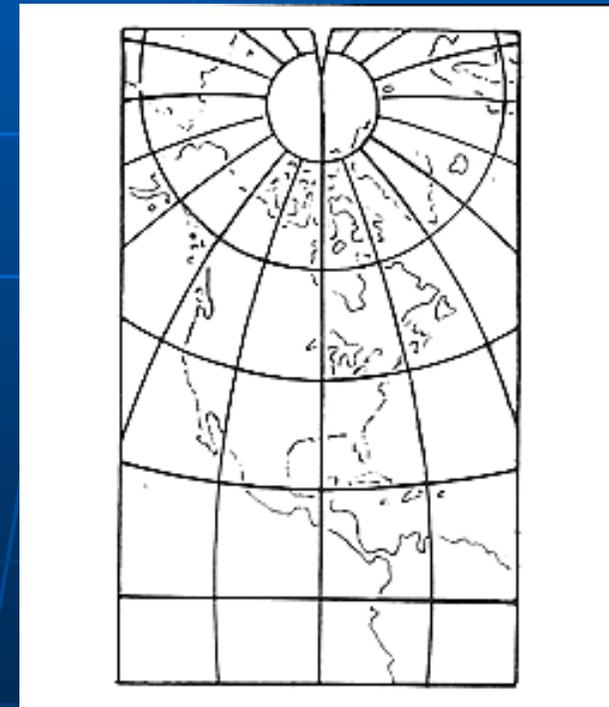
- **proiezioni coniche** (paralleli cerchi concentrici, paralleli rette uscenti da centro comune, angoli diversi tra meridiani e paralleli)
- **proiezioni centrali** (proiezioni coniche con angoli meridiani = a quelli su ellissoide)
- **proiezioni mericoniche** (meridiani non rette)
- **proiezioni policoniche** (paralleli circonferenze non concentriche con centri su stessa linea)



Centrale

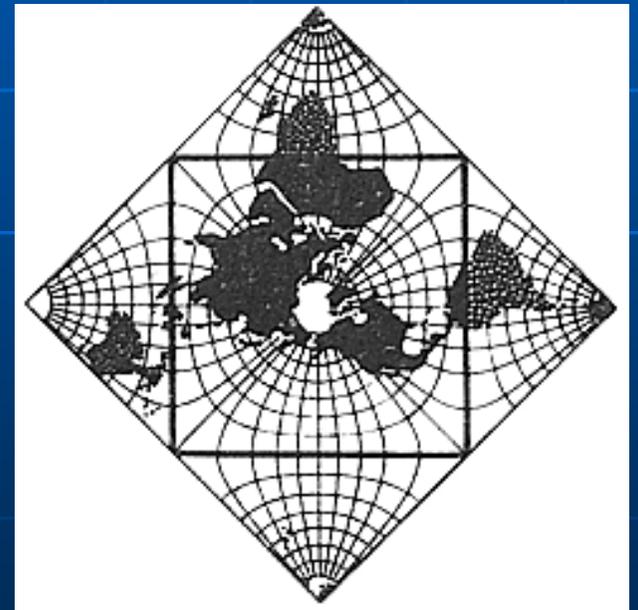


Conica



Policonica

- **proiezioni sferiche** (meridiani e paralleli sono circonferenze)
- **proiezioni merisferiche** (paralleli non circonferenze)
- **proiezioni non classate**
- **proiezioni stellate**



Stellata

Classificazione in base alle deformazioni

- rappresentazioni *autogonali* o *isogoniche* o *ortomorfe, conformi* (*angoli preservati*)
- rappresentazioni *equivalenti* o *autaliche* (*rapporto tra le aree preservato*)
- rappresentazioni *afilattiche* (*angoli e aree non preservati*)
- rappresentazioni *equidistanti* (*rapporto tra le lunghezze delle linee preservato*)

STUDIO DELLE DEFORMAZIONI CARTOGRAFICHE

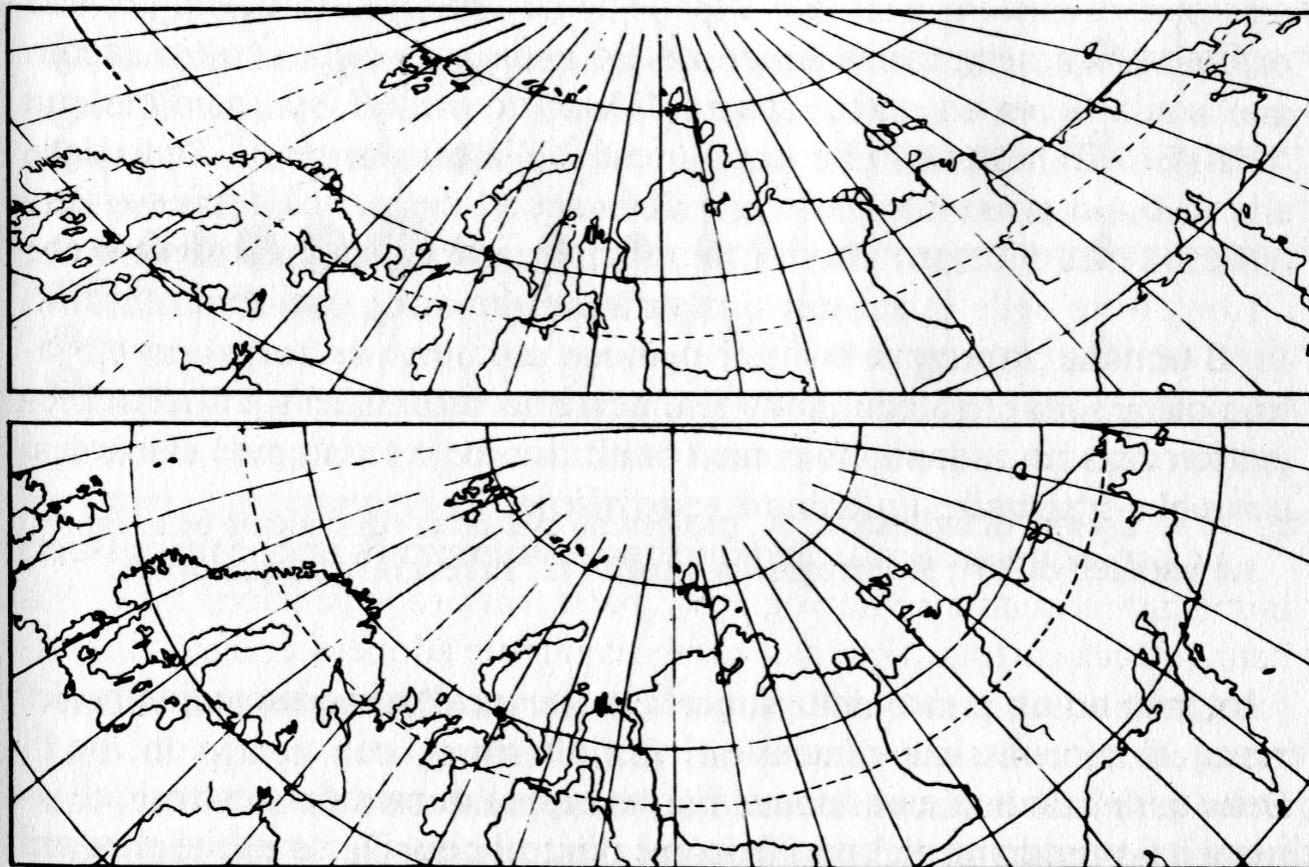
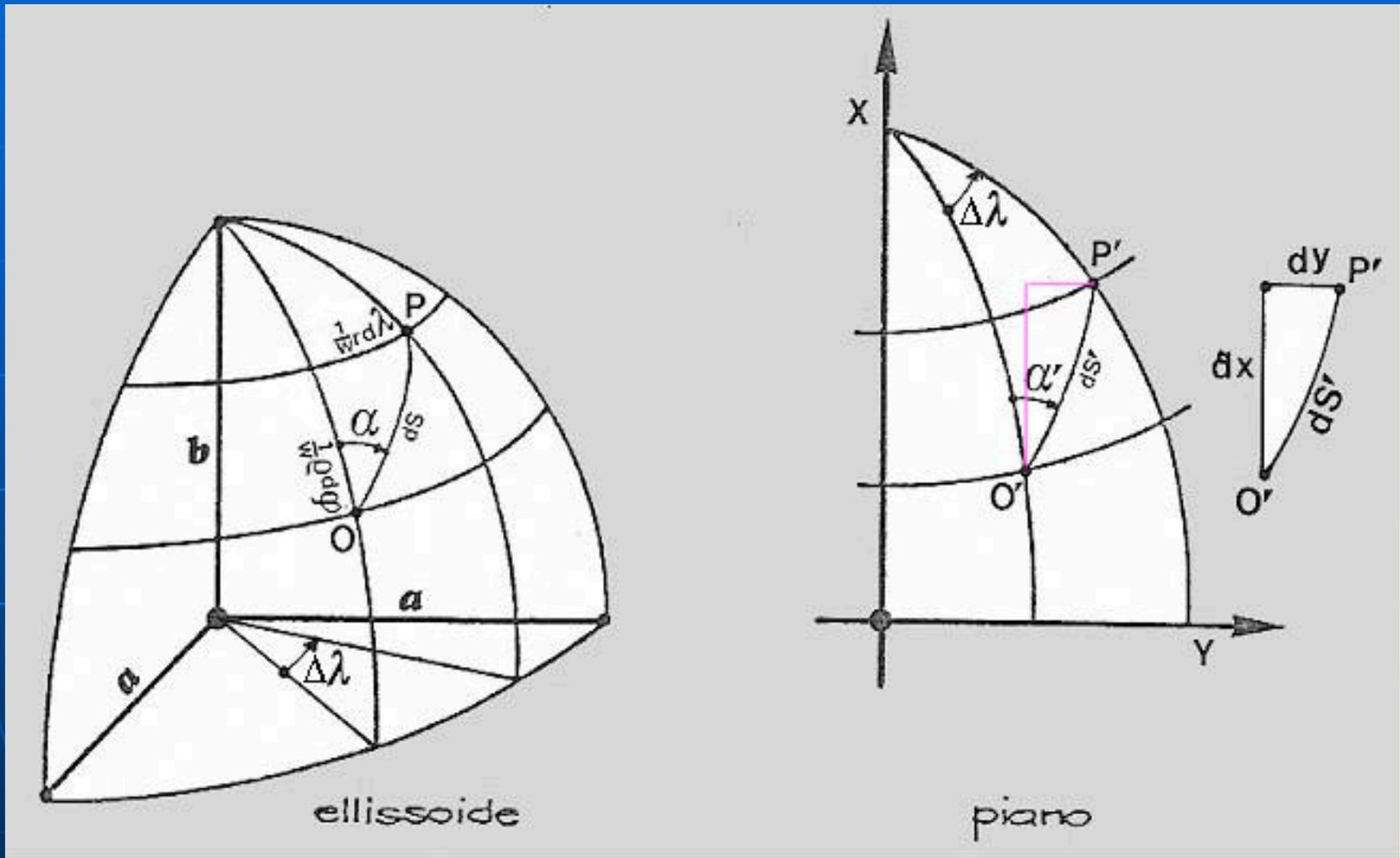


Fig. 32 — L'Asia settentrionale rappresentata con la proiezione di Bonne (sopra) e quella azimutale equivalente: la prima porta a deformazioni molto maggiori, specialmente angolari (confronta la figurazione di trapezi sferici corrispondenti).

Il problema della rappresentazione di una superficie su di un'altra viene risolto dalla “teoria generale delle carte geografiche” avvalendosi della *geometria differenziale* che fornisce indicazioni sulle differenti deformazioni indotte

Corrispondenze tra ellissoide e piano



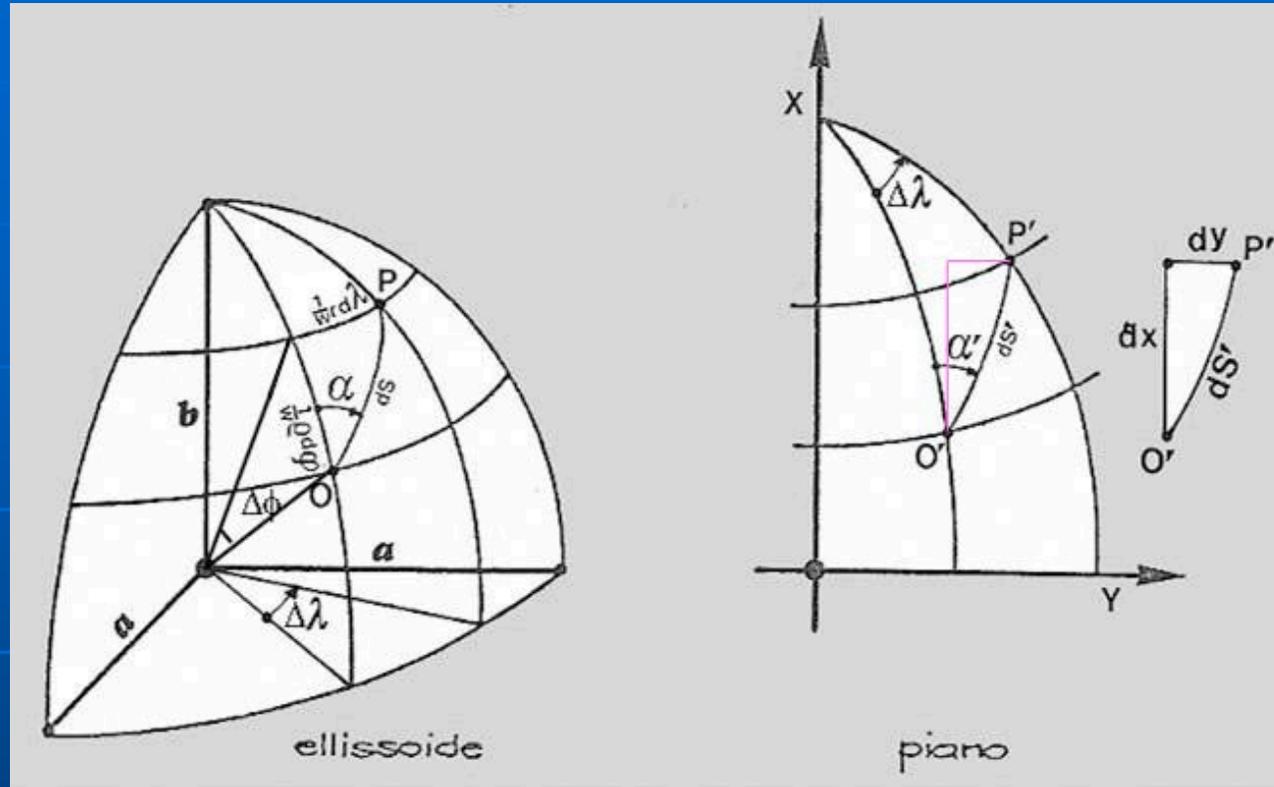
Elementi infinitesimi corrispondenti

Ellissoide

$$ds^2 = (r d\lambda)^2 + (\rho d\phi)^2$$

Piano

$$ds'^2 = dx^2 + dy^2$$



M. Fondelli, 2000, *Cartografia Numerica I*, Pitagora Editrice, Bologna

$$\rho = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin^2 \phi)^{3/2}}$$

Raggio di curvatura
del meridiano

$$r = \frac{a \cos \phi}{(1-e^2 \sin^2 \phi)^{1/2}}$$

Raggio di curvatura
del parallelo

Modulo di deformazione lineare

$$n = \frac{ds'}{ds}$$

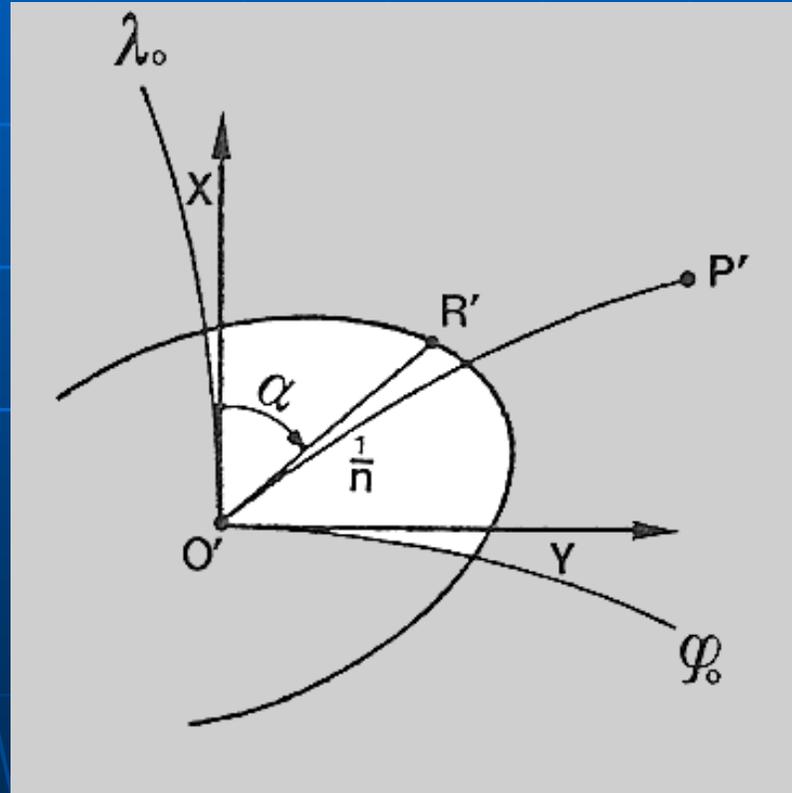
$n > 1$ allungamento

$n = 1$ conserva le distanze

$n < 1$ accorciamento

Ellisse indicatrice dei moduli di riduzione

Ellisse di Tissot



*M. Fondelli, 2000, Cartografia Numerica I,
Pitagora Editrice, Bologna*

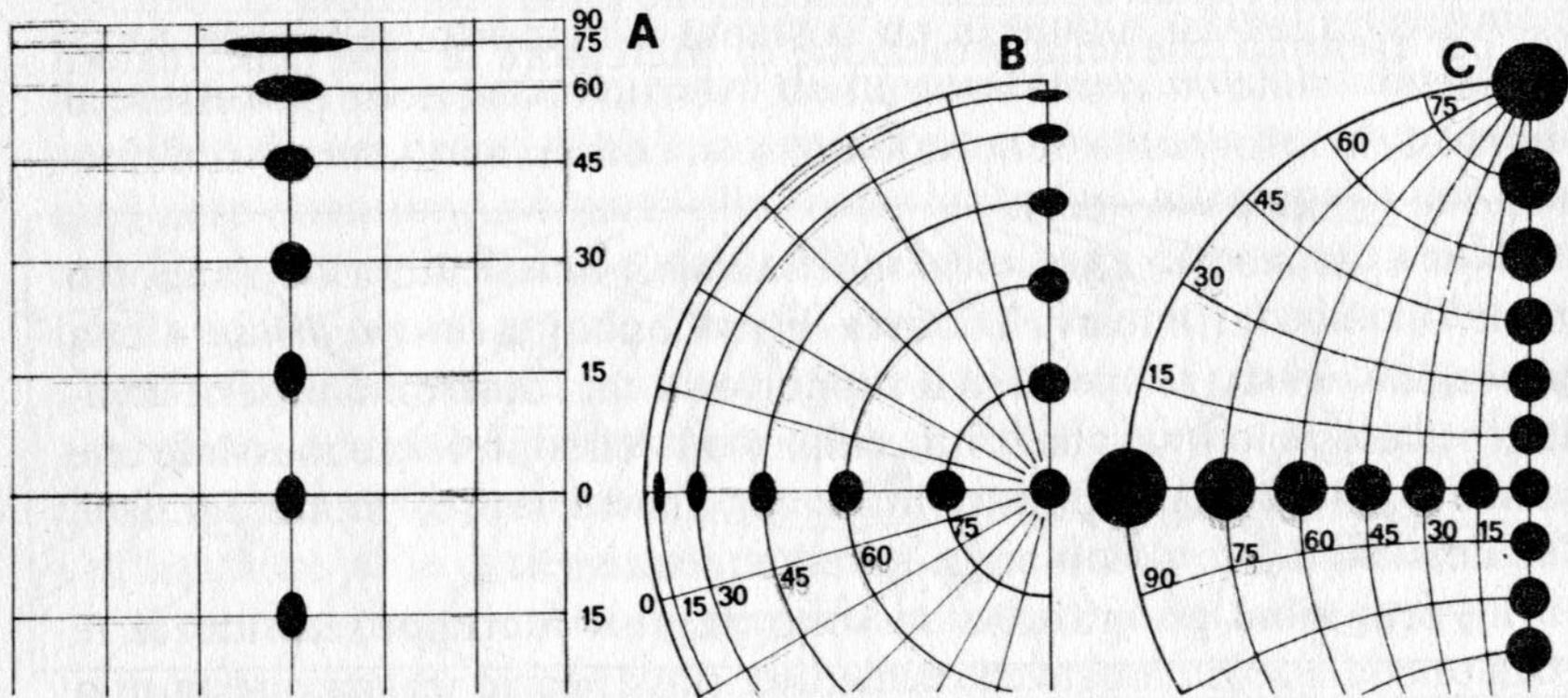


Fig. 33 — Esempi di indicatrici: A, proiezione cilindrica equivalente penetrante sui paralleli di 30°; B, ortografica polare; C, stereografica equatoriale.

Modulo di deformazione superficiale

Modulo di riduzione areale

$$\mu = \frac{dS'}{dS}$$

$\mu > 1$ quantitativa

$\mu = 1$ equivalente

$\mu < 1$ quantitativa

Modulo di deformazione angolare

Deformazione angolare

$$\delta = \alpha' - \alpha$$

$\delta = 0$ isogoniche

Riduzione del modulo di deformazione lineare

Invece di ridurre l'ellissoide del rapporto
1:W (fattore di scala) si riduce di un
valore 1:W'

$$W' = 0,9996 \cdot W$$

Anche il modulo di deformazione lineare
sarà ridotto a n'

$$n' = 0.9996 \cdot n$$