

2-Elementi di Cartografia

Premessa

Le **Carte** all'inizio nascono come prodotto "grafico"; la Carta cioè è il tentativo di indicare con un disegno come l'Uomo vede e sente l'Ambiente/Territorio attorno a se stesso. Ma già allora si sentiva l'esigenza di staccarsi dal punto di osservazione a terra ed alzarsi per vedere un po' di più, con le carte ad esempio a "volo di uccello". E poi le "carte" diventano per necessità sempre più "allargate" e fanno vedere ad esempio tutta l'Italia o sue parti, tutta l'Europa, le terre emerse, ecc. Nascono quindi grossi problemi di congruenze nella rappresentazione e di omogeneizzazione, a seconda di chi le costruisce, degli scopi e degli interessi che cerca di difendere o di affermare, ecc. Si arriva presto al nodo principale che se la Terra è sferica, non può essere rappresentata, trasportata, per grosse superfici, sul piano della carta (la superficie sferica non è sviluppabile!) e nascono quindi le prime proiezioni geometriche e le equazioni delle carte (trattamento analitico) e cioè si possono creare carte senza deformazioni angolari o areali o con minime deformazioni lineari- Si creano collegamenti necessari con la Geodesia. L'Italia arriva tardi a creare la sua cartografia unitaria oggettiva (si parte dopo le guerre per l'Unità-1861) rispetto ad esempio alle altre nazioni europee e per tutta la fine del secolo XIX e gli inizi del XX viene fatto il grande sforzo della formazione della cartografia nazionale a scala principale 1:25.000 da parte dell'**IGMI**, con scopi dapprima militari ma poi essenzialmente civili. Anzi in questi ultimi decenni diventa sempre più necessario disporre di carte a grande scala: nascono così le carte tecniche regionali a scale 1:10.000 e 1: 5.000. Si ricorda che esistevano già le **carte catastali**, nate per motivi economici -fiscali su iniziative dei poteri locali (regno lombardo -veneto, regno delle due Sicilie, ecc), già a fine del settecento.. Anche per queste è stata fatta un'azione di unificazione e di omogeneizzazione da parte del Catasto italiano.

Esistono anche carte speciali quali ad esempio quelle dell'Istituto Idrografico della Marina che interessano tutte le zone delle coste e quelle dell'Istituto Nazionale Geologico, per la descrizione anche a scale 1:100.000 della natura del territorio., ecc. La Fotogrammetria ha svolto un ruolo molto importante nella costruzione della cartografia recente. Le carte quindi da prodotto iniziale grafico diventano sempre più ricche di significati qualitativi e quantitativi, sino a giungere alla così detta "cartografia numerica", con l'avvento dei calcolatori elettronici che ne gestiscono quasi tutto il processo (carte = archivi numerici).

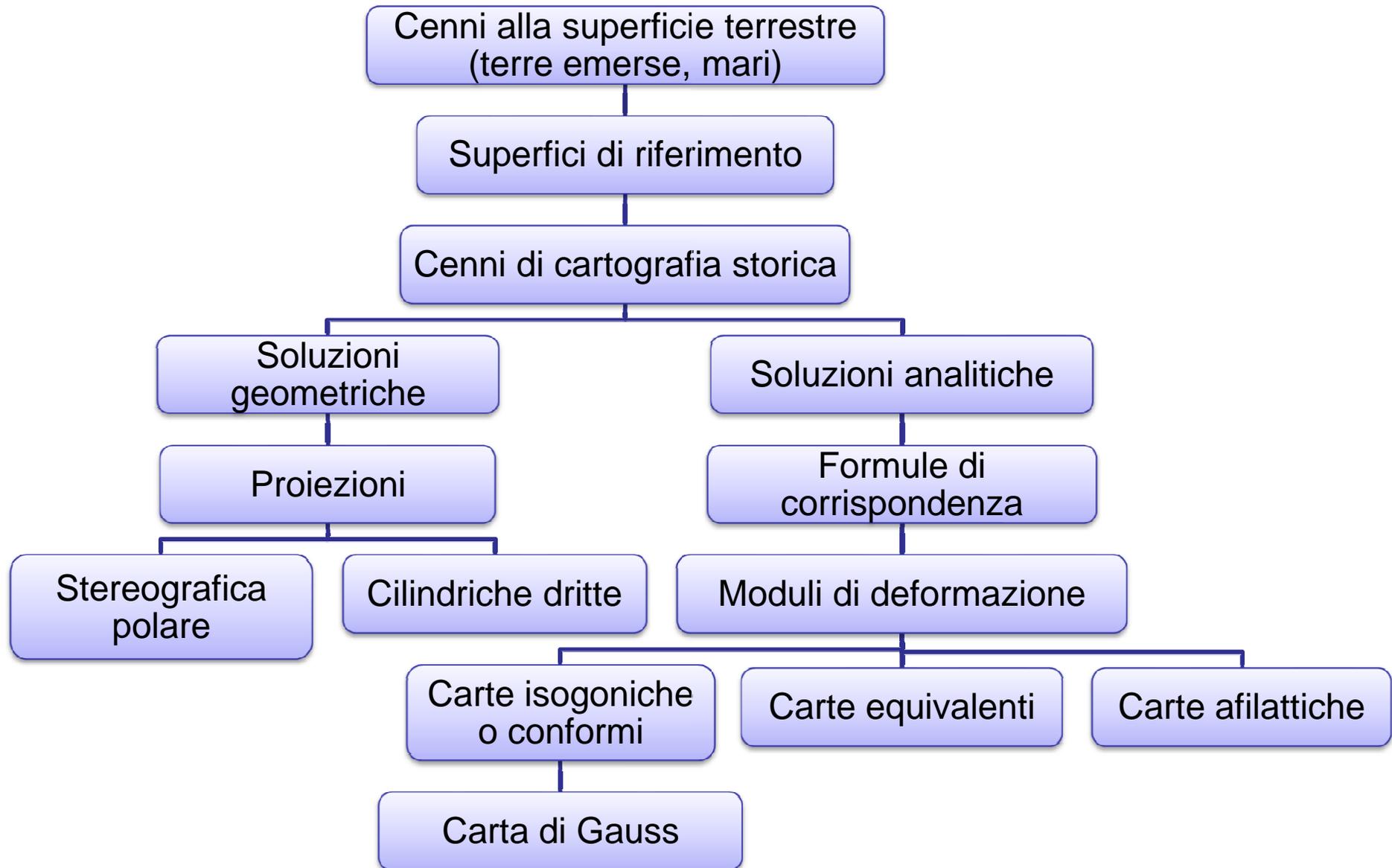
Vengono qui trattati i seguenti argomenti:

- Classificazioni ed utilizzi; Proiezioni e cartografia analitica
- Moduli di deformazione ed equazioni delle carte ; Carta di Gauss e cartografia ufficiale italiana
- Sistemi di riferimento; coordinate geografiche, Gauss-Boaga e U. T. M.; Sistema di riferimento catastale
- Cenni di cartografia numerica

2- Indice CARTOGRAFIA

1. Schemi introduttivi	4
2. Pianeta Terra	6
3. Classificazioni	8
4. Utilizzo	12
5. Classificazione Proiezioni	14
6. Proiezione stereografica polare	17
7. Proiezione cilindrica dritta	19
8. Cartografia analitica	21
9. Moduli di deformazione	22
10. Equazioni delle Carte	28
11. Carta di Gauss e calcoli geodetici nel piano di Gauss	35
12. Ellissoidi	42
13. Cartografia ufficiale italiana	45
14. Proiezione di Mercatore	46
15. Proiezione conforme di Gauss per l' Italia	50
16. Sistemi di riferimento	54
17. Cartografia I. G. M. I.	55
18. Coordinate geografiche e Gauss-Boaga	73
19. Reticolato chilometrico U T M	77
20. Sistema di riferimento catastale	83
21. Cenni di Cartografia Numerica	91

CARTOGRAFIA



CARTOGRAFIA UFFICIALE ITALIANA I.G.M.I

- +(Cartografie tematiche e Cartografia catastale)

1875

- proiezione di Flamsteed equivalente

- Proiezione di Bonne

1940

- Carta conforme di Gauss

- Fusi (ovest- est) 6°

1946

- Rappresentazione U.T.M.

1980

- Carte tecniche regionali

- Concetti di cartografia numerica

PIANETA TERRA

Superficie totale

510000000 km²

Superficie terre emerse

149450000 km²

Superficie Europa

10396839 km²

Superficie Asia

44443738 km²

Superficie America (sett.+cent.)

24227189 km²

Superficie America meridionale

17833382 km²

Superficie Australia

8939562 km²

Superficie Antartide

13176727 km²

Superficie Italia

324000 km²

- Le aree incolte e improduttive sono variabili e possono giungere in alcuni casi al 50% del totale.

- In Europa rimangono ancora (~ 2000÷2002) più di 500.000 km² con CARTOGRAFIA a scala minore di 1:250.000

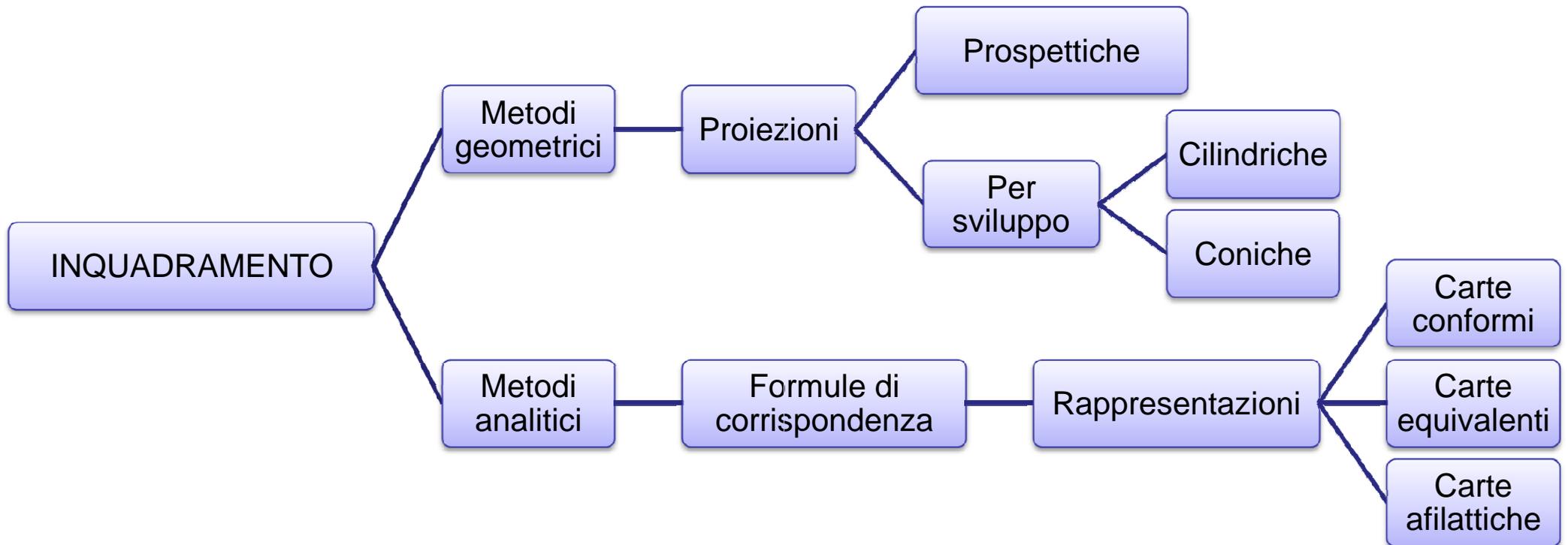
UTILIZZO CARTE

Strumenti di comunicazione
per fornire informazioni su
come certi fenomeni sono
distribuiti sul territorio.

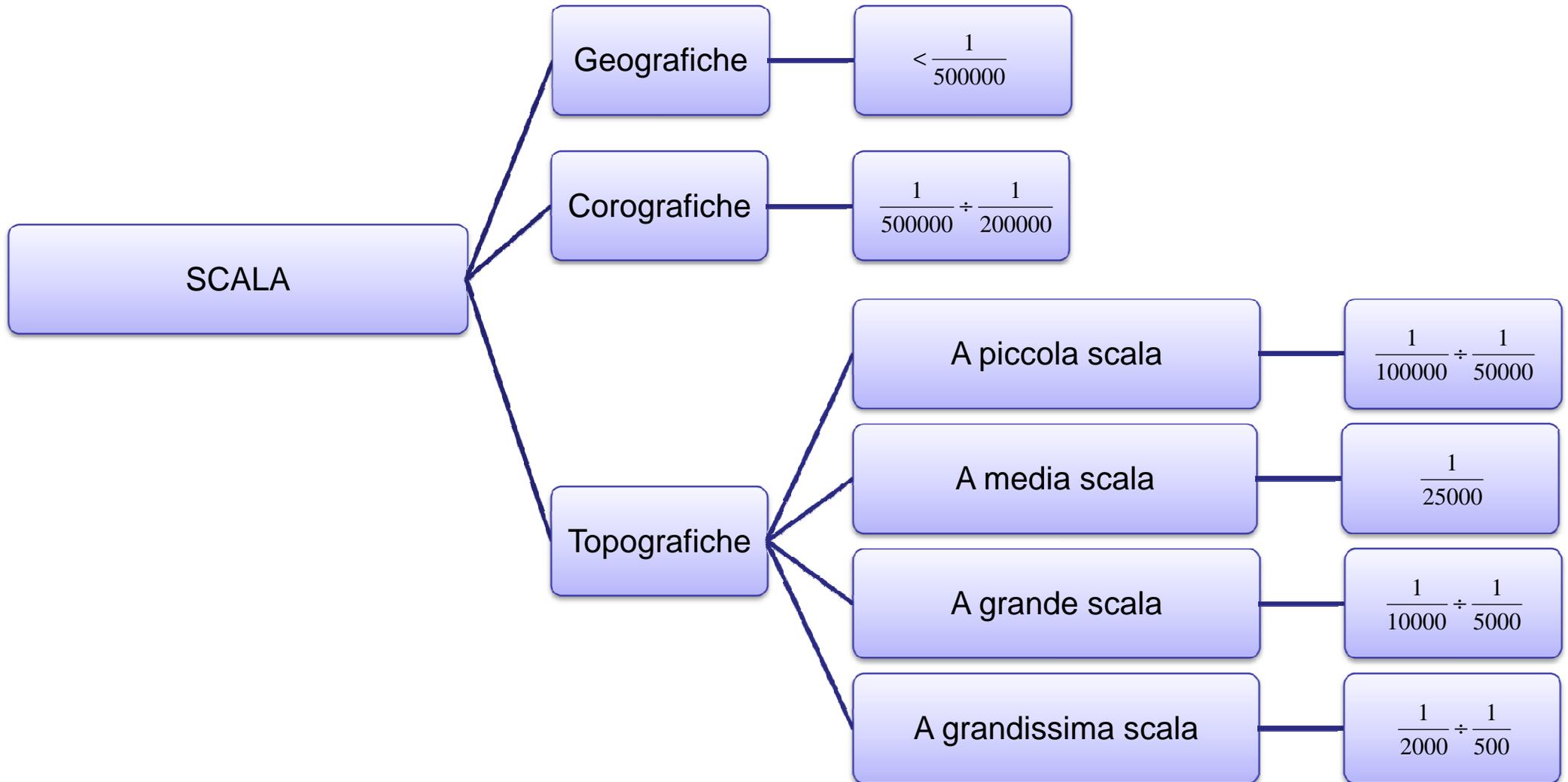
Strumenti per la registrazione
e la trasmissione
di informazioni su fenomeni
fisici e sociali.

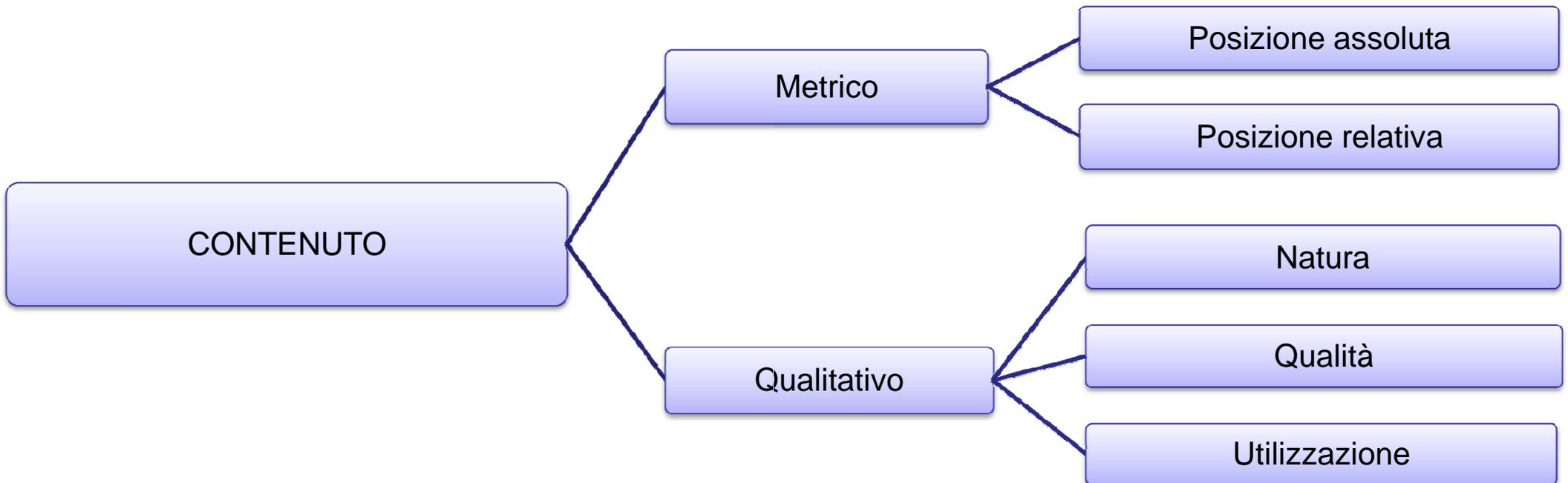
“Banca dati”
sistema di recupero di
informazioni spaziali.

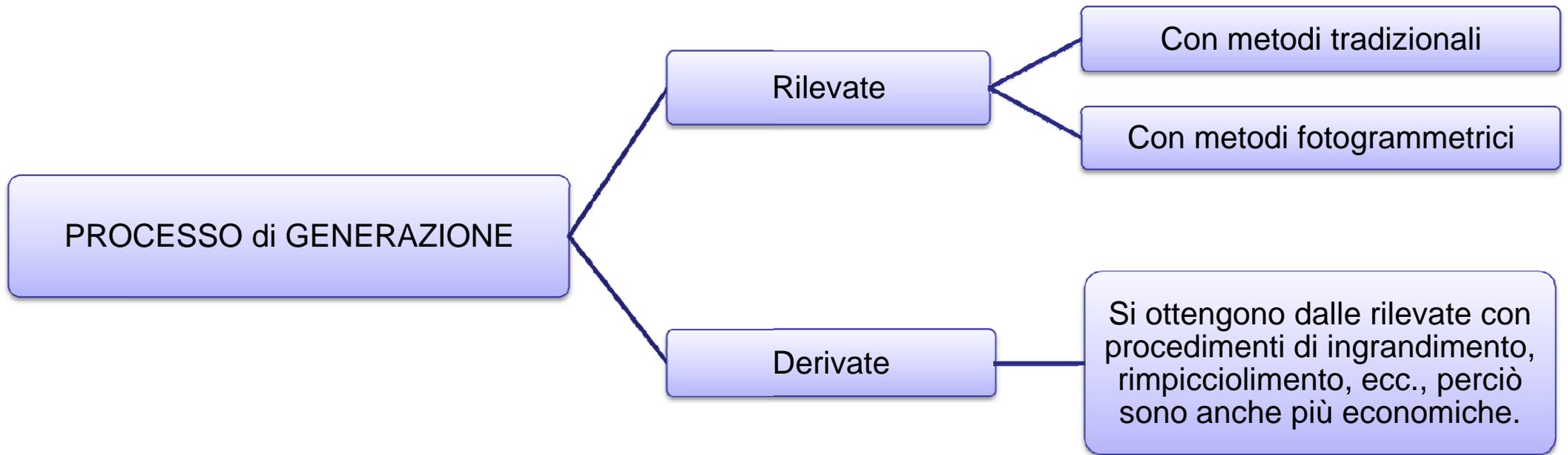
CLASSIFICAZIONE delle CARTE



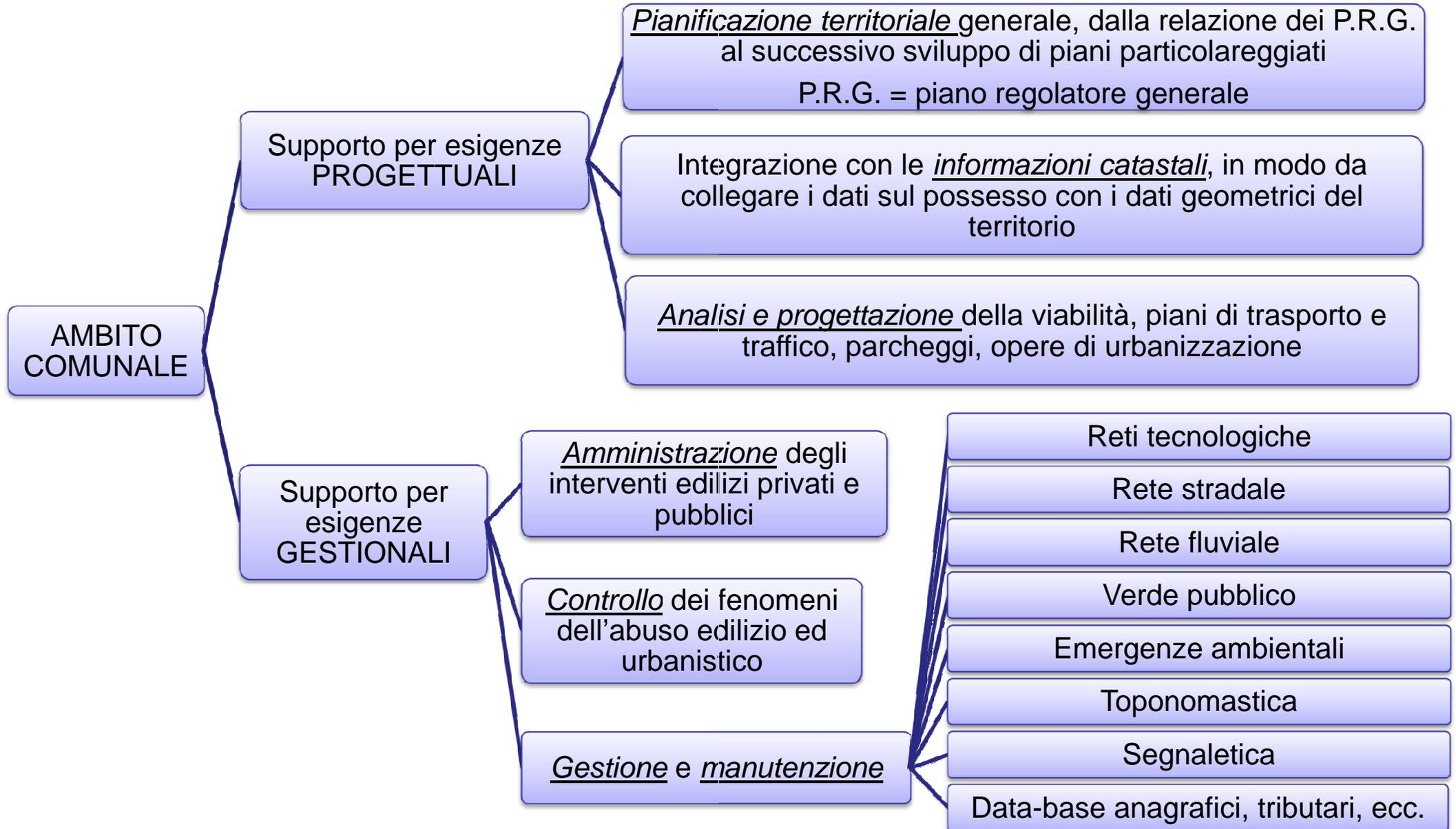
CLASSIFICAZIONE delle CARTE

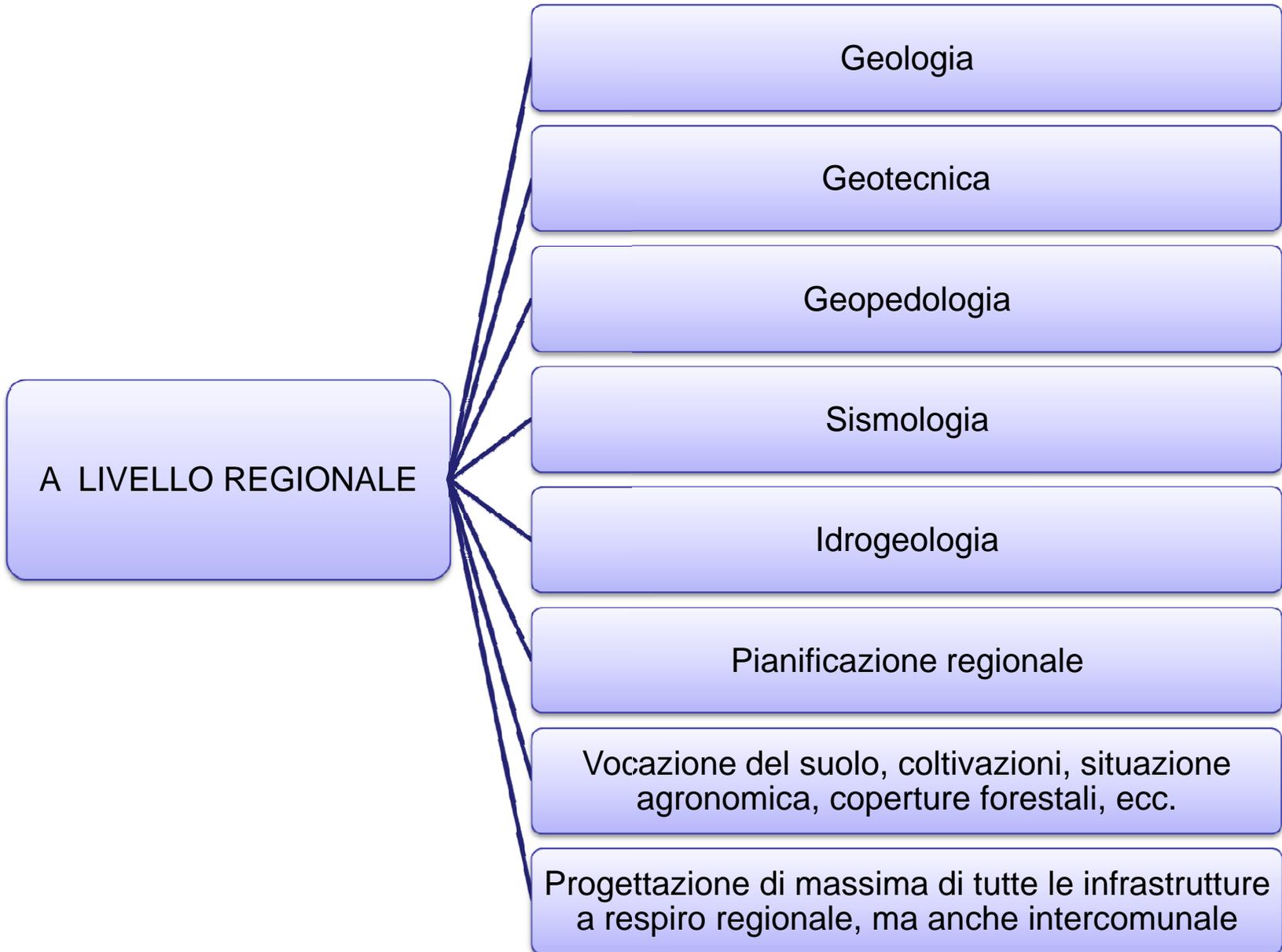






UTILIZZO delle CARTE





CLASSIFICAZIONE delle PROIEZIONI

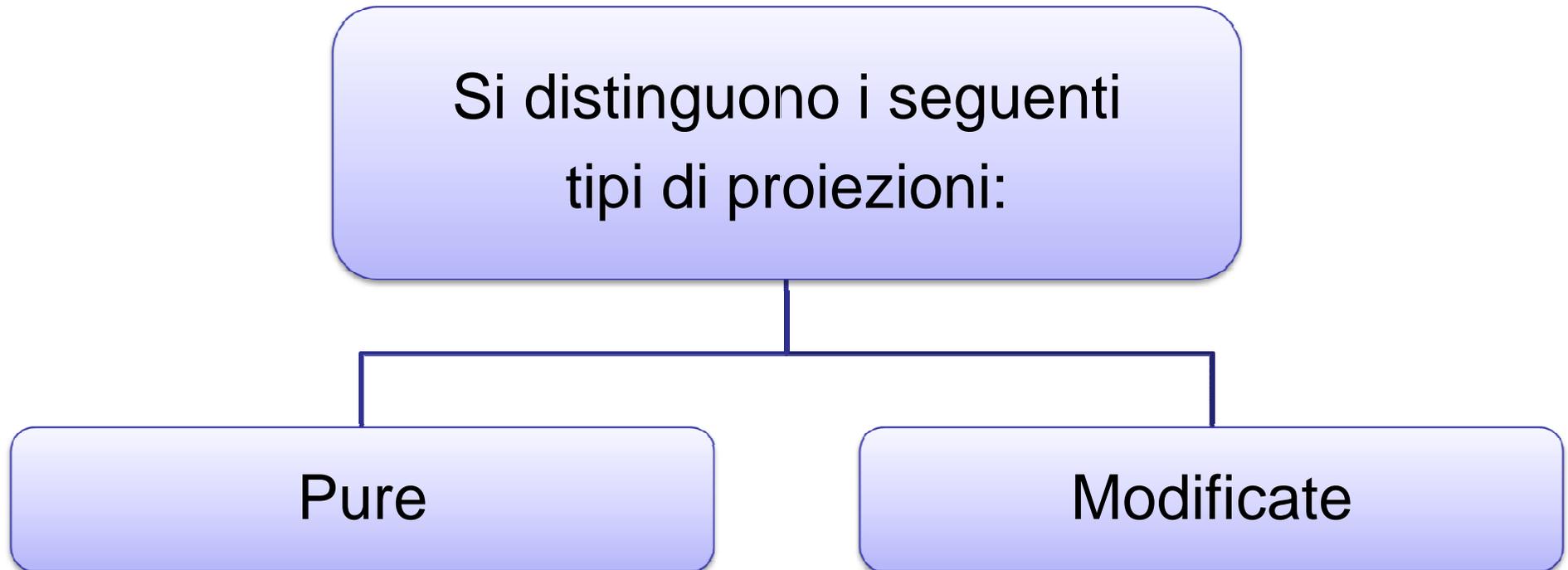


TAVOLA DELLE PROIEZIONI PROSPETTICHE PURE

In riferimento alla posizione del PUNTO di PROIEZIONE

CENTROGRAFICHE o GNOMONICHE

- Punto nel centro

STEREOGRAFICHE

- Punto sulla sfera

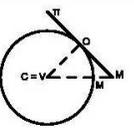
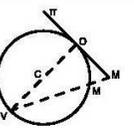
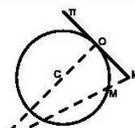
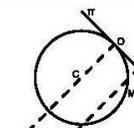
SCENOGRAFICHE

- Punto fuori dalla sfera

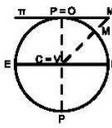
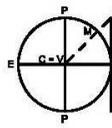
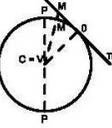
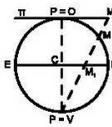
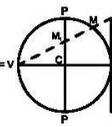
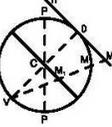
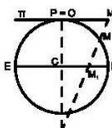
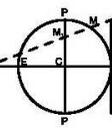
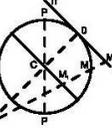
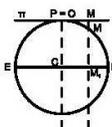
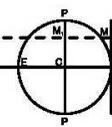
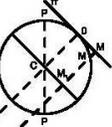
ORTOGRAFICHE

- Punto all'infinito

Secondo la posizione del punto di vista

			
gnomonica	stereografica	scenografica	ortografica

Secondo la posizione del punto di vista

polari	meridiane	azimutali
		
		
		
		

C = centro della Terra
 V = punto di vista
 TT = traccia del quadro
 O = centro della proiezione

M = punto generico obiettivo
 MM = rappresentazione subiettiva di M
 PP = asse polare
 EE = equatore

In riferimento alla posizione del QUADRO

POLARE

- Quadro tangente ad un polo

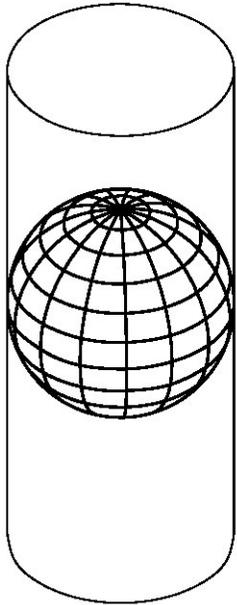
EQUATORIALE

- Quadro tangente all'equatore

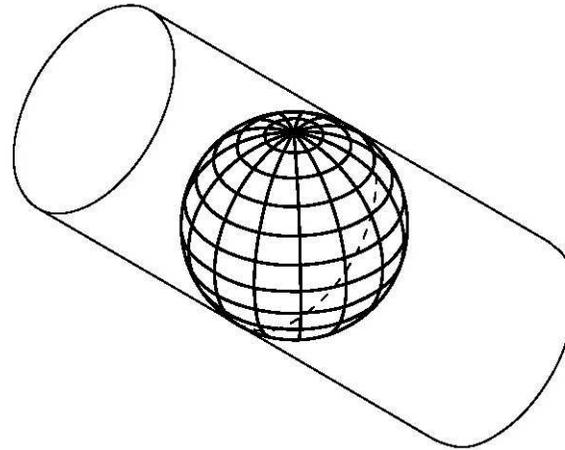
OBLIQUA

- Quadro tangente alla sfera in punto qualunque

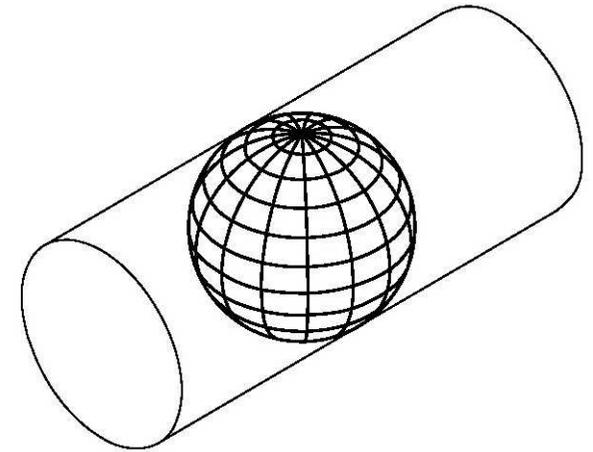
Modelli proiettivi



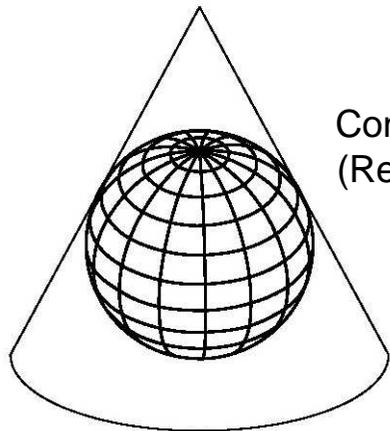
Cilindrica Regolare
(Regular Cylindrical)



Cilindrica Trasversale
(Transverse Cylindrical)

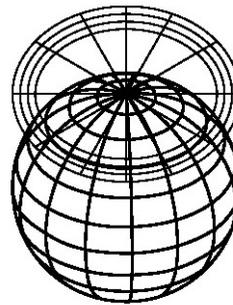


Cilindrica Obliqua
(Oblique Cylindrical)

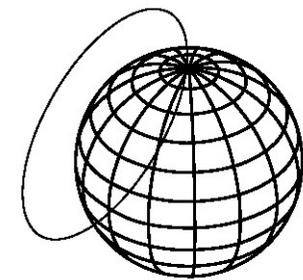


Conica regolare
(Regular Conic)

FIG.1

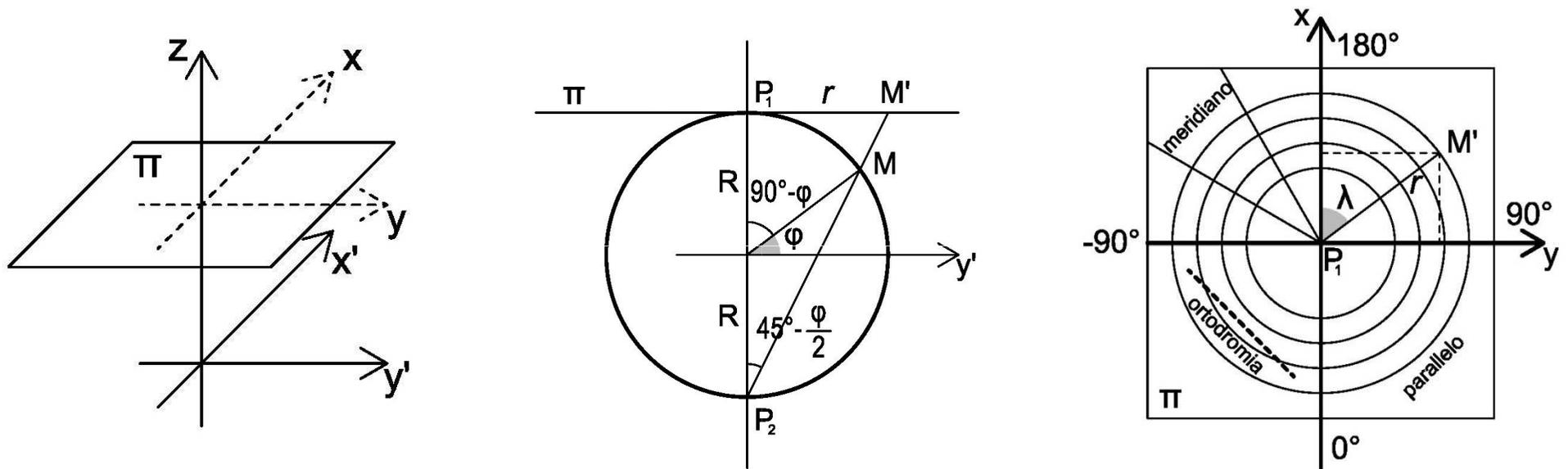


Polare azimutale piana
(Transverse Conic)



Obliqua azimutale piana
(Oblique Conic)

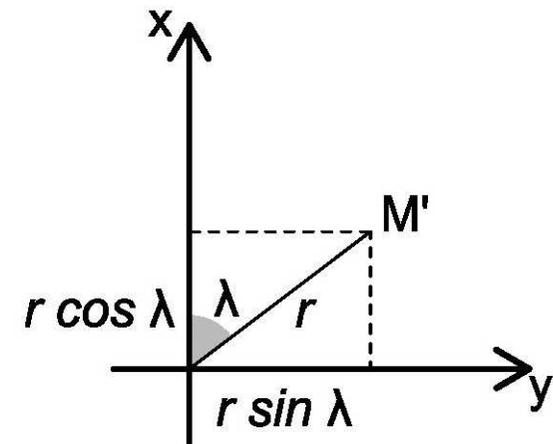
Proiezione stereografica polare (prospettica)



$$r = M'P_1 = 2R \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\begin{cases} x = r \cos \lambda = 2R \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \cos \lambda \\ y = r \sin \lambda = 2R \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \sin \lambda \end{cases}$$

FIG. 2



Eliminando λ si hanno le equazioni dei **paralleli** ($\varphi = \text{costante} \rightarrow$ sono circonferenze)

Eliminando φ si hanno le equazioni dei **meridiani** ($\lambda = \text{costante} \rightarrow$ sono rette)

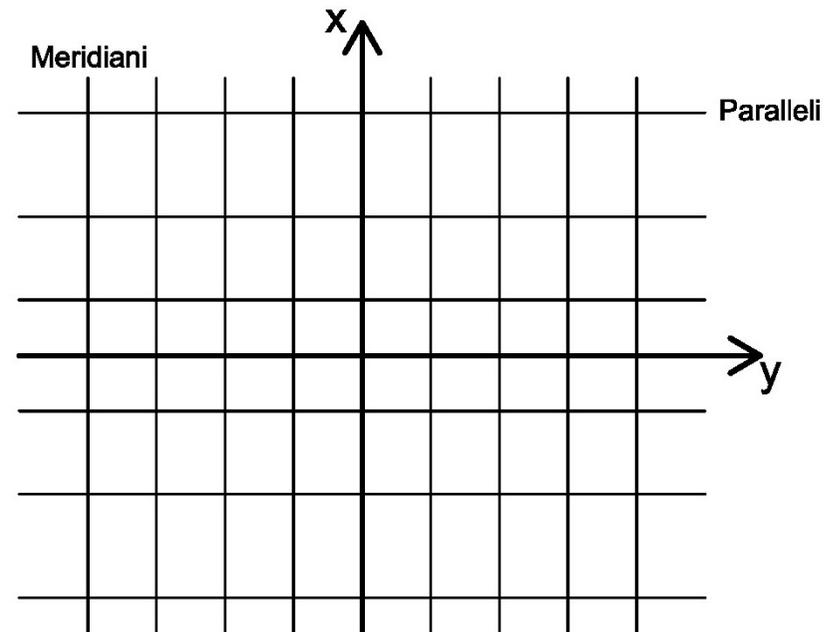
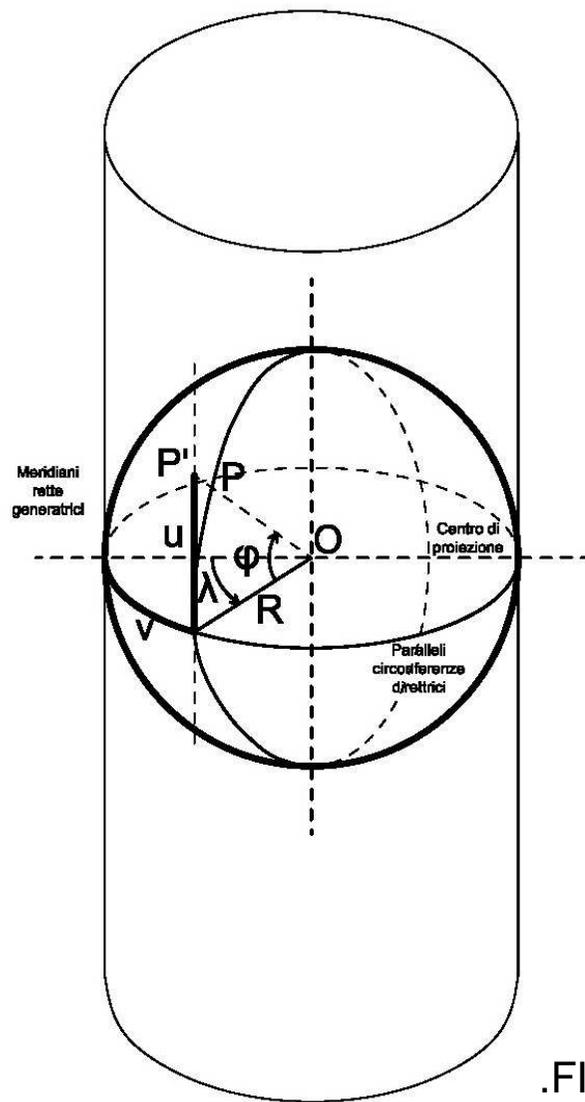
Questa proiezione conviene per rappresentare zone vicino ai poli.

E' usata principalmente:

- Nelle carte internazionali del mondo 1:1.000.000
- Nella carta aeronautica del mondo OACI-WAC
- Nella carta U.P.S (analoga alla U.T.M per le calotte polari)

E' una proiezione **CONFORME**; in questa carta l' **ortodromia** (ossia la geodetica) si può considerare rettilinea nell' ambito di un foglio.

Proiezione cilindrica dritta

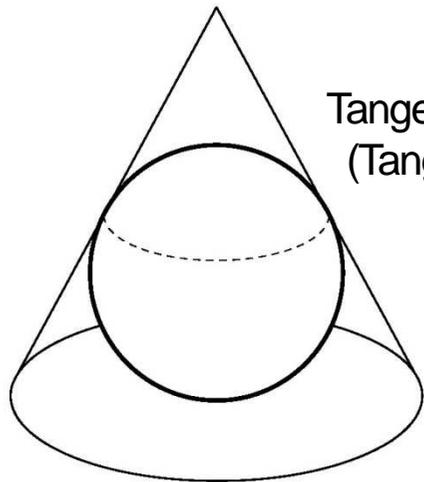


È una rappresentazione AFILATTICA

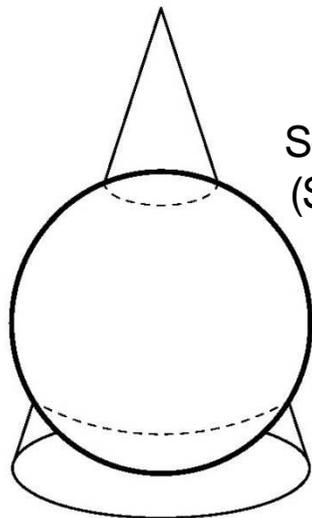
$$\begin{cases} y = R \cdot \lambda = v \\ x = R \cdot \operatorname{tg} \varphi = u \end{cases}$$

Proiezione conica e proiezione cilindrica

Coni tangenti e secanti



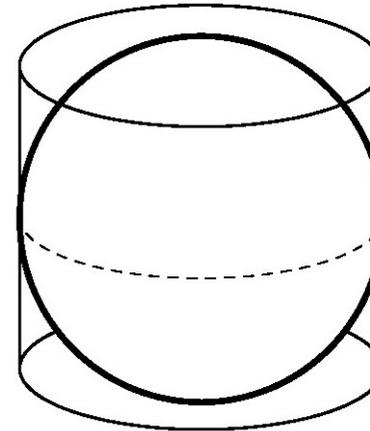
Tangente ad un parallelo standard
(Tangent one standard parallel)



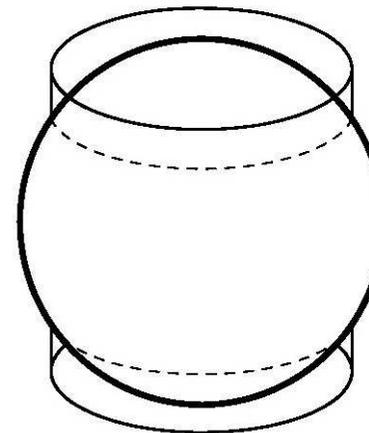
Secante a due paralleli standard
(Secant two standard parallels)

FIG.4

Cilindri tangenti e secanti



Tangente ad un parallelo standard
(Tangent one standard parallel)



Secante a due paralleli standard
(Secant two standard parallels)

CARTOGRAFIA ANALITICA

E' possibile estrapolare la rappresentazione cartografica tramite metodi analitici.

Un punto P della superficie di riferimento viene individuato sul piano cartografico dall'intersezione delle trasformate del parallelo ($\varphi = \text{cost.}$) e del meridiano ($\lambda = \text{cost.}$) passanti per il punto reale.

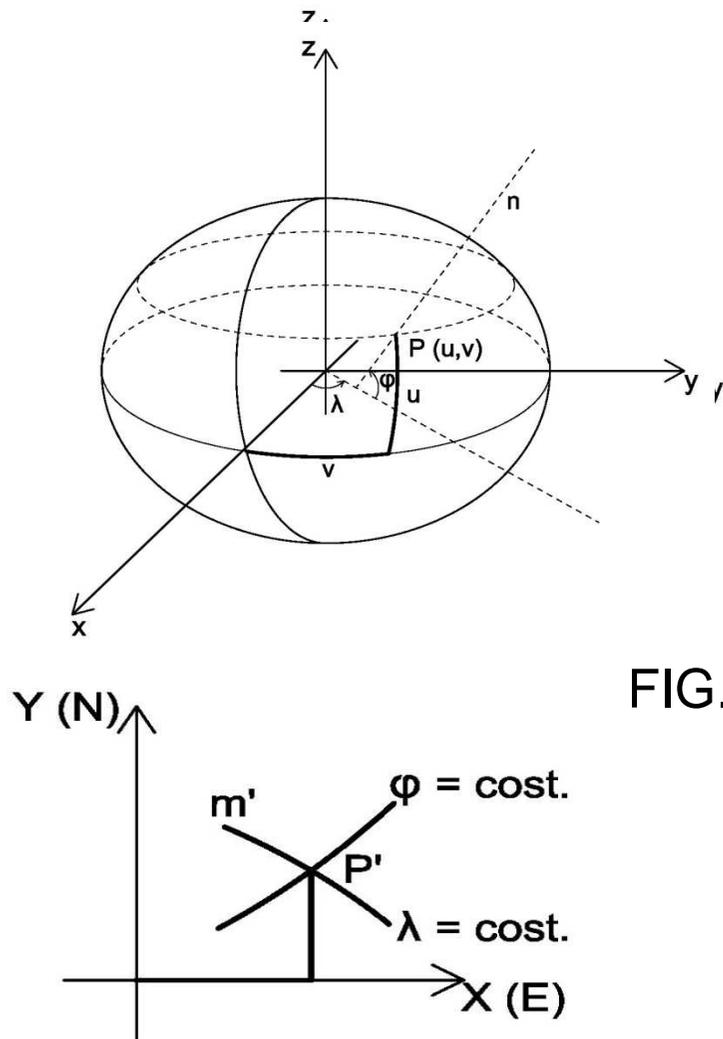


FIG.5

FORMULE di CORRISPONDENZA

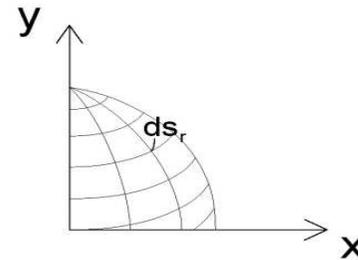
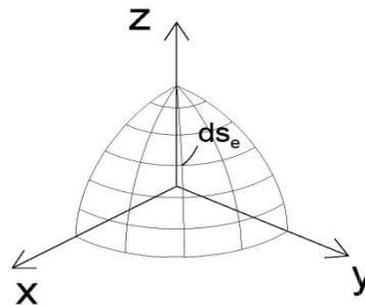
$$\begin{cases} x = x'(\varphi, \lambda) \\ y = y'(\varphi, \lambda) \end{cases} \quad \begin{cases} x = x(u, v) \\ y = y(u, v) \end{cases}$$

(λ, φ) rappresentano le coordinate ellissoidiche, mentre (u, v) le coordinate curvilinee che precisano le distanze sulla superficie di riferimento.

Moduli di deformazione

- **lineare**

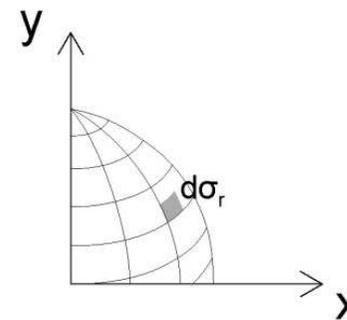
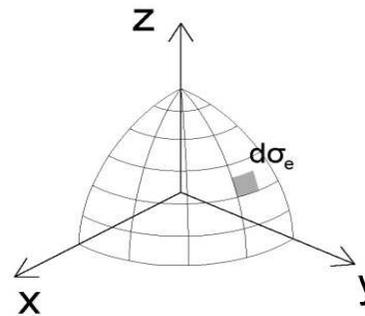
Rapporto tra la lunghezza dell'arco infinitesimo misurato sul piano cartografico e la lunghezza dello stesso arco sull'ellissoide.



$$m = \frac{ds_r}{ds_e}$$

- **areale**

Rapporto tra l'area infinitesima misurata sul piano cartografico e l'area corrispondente sull'ellissoide.

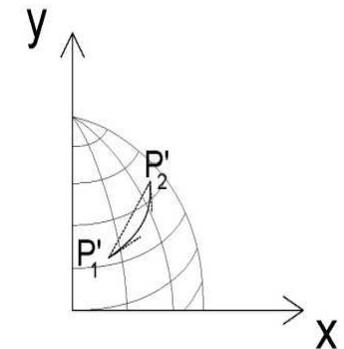
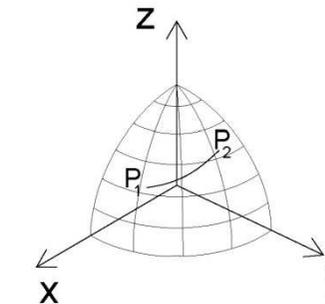
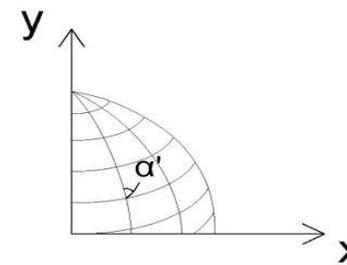
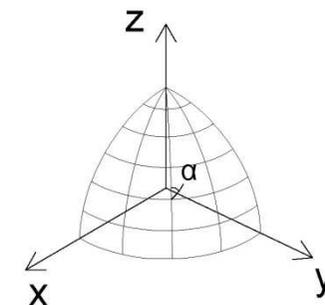


$$m_A = \frac{d\sigma_r}{d\sigma_e}$$

FIG.6

- **angolare**

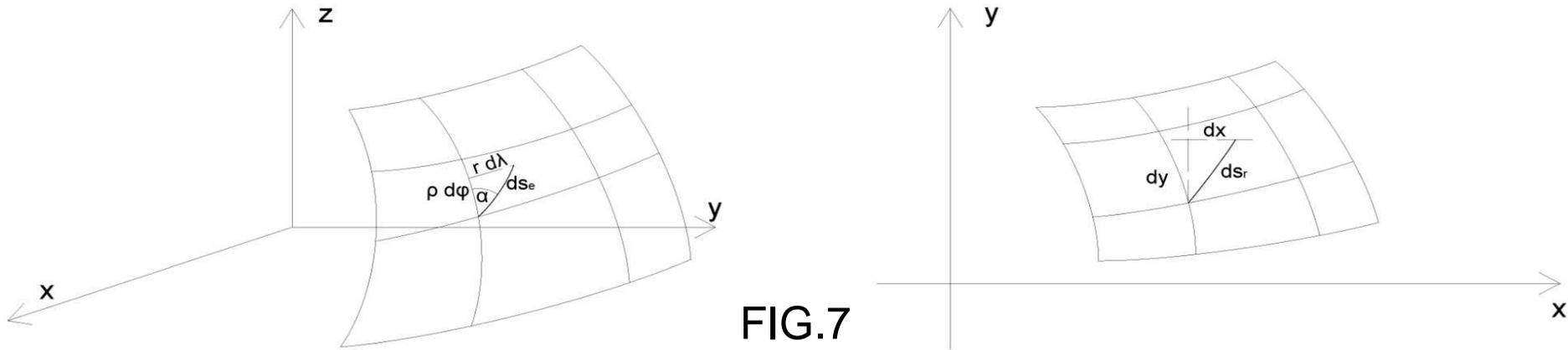
Differenza tra il valore di un angolo misurato sul piano cartografico, in riferimento alla trasformata di un arco di geodetica, ed il suo valore sulla superficie del geode, misurato in riferimento al medesimo arco di geodetica.



Trasformazione lineare di arco di geodetica

$$\delta = \alpha_r - \alpha_e = \alpha' - \alpha$$

Modulo di deformazione LINEARE



Si consideri un elemento lineare di lunghezza infinitesima sull'ellissoide (ds_e).

In riferimento al triangolo infinitesimo costruito su di esso, sapendo che:

- l'arco infinitesimo di parallelo ha valore : $r \cdot d\lambda$
- l'arco infinitesimo di meridiano ha valore: $\rho \cdot d\varphi$

si applica il teorema di Pitagora:

$$(1) \quad ds_e^2 = r^2 \cdot d\lambda^2 + \rho^2 \cdot d\varphi^2$$

Sul piano cartografico XY, si ricavano le coordinate degli estremi dell'elemento lineare, la cui distanza infinitesima è data da:

$$(2) \quad ds_r^2 = dx^2 + dy^2$$

Riconsiderando le formule di corrispondenza:

$$\begin{cases} x = x'(\varphi, \lambda) \\ y = y'(\varphi, \lambda) \end{cases}$$

si ricavano gli incrementi infinitesimi di ascissa e di ordinata:

$$dx = \frac{\partial x}{\partial \varphi} \cdot d\varphi + \frac{\partial x}{\partial \lambda} \cdot d\lambda$$

$$dy = \frac{\partial y}{\partial \varphi} \cdot d\varphi + \frac{\partial y}{\partial \lambda} \cdot d\lambda$$

Sostituendo nella (2) si ottiene:

$$\begin{aligned} ds_r^2 &= \left[\left(\frac{\partial x}{\partial \varphi} \right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \varphi} \right)^2 \right] \cdot d\varphi^2 + 2 \left[\frac{\partial x}{\partial \varphi} \frac{\partial x}{\partial \lambda} + \frac{\partial y}{\partial \varphi} \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right] \cdot d\varphi d\lambda + \left[\left(\frac{\partial x}{\partial \lambda} \right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)^2 \right] \cdot d\lambda^2 = \\ &= e \cdot d\varphi^2 + 2f \cdot d\varphi d\lambda + g \cdot d\lambda^2 \end{aligned}$$

Gli archi infinitesimi di meridiano e parallelo sono determinabili come:

$$\begin{aligned} \rho \cdot d\varphi &= ds_e \cdot \cos \alpha \\ r \cdot d\lambda &= ds_e \cdot \sin \alpha \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \begin{aligned} d\varphi &= \frac{ds_e}{\rho} \cos \alpha \\ d\lambda &= \frac{ds_e}{r} \sin \alpha \end{aligned}$$

Si calcola dunque il valore di modulo di deformazione lineare, ponendo:

$$m = \frac{ds_r}{ds_e}$$

Si ricava pertanto:

$$m^2 = \frac{e}{\rho^2} \cos^2 \alpha + \frac{2f}{r\rho} \sin \alpha \cos \alpha + \frac{g}{r^2} \sin^2 \alpha$$

o alternativamente:

$$m^2 = e^* \cos^2 \alpha + 2f^* \sin \alpha \cos \alpha + g^* \sin^2 \alpha$$

e si calcola la radice.

Modulo di deformazione AREALE

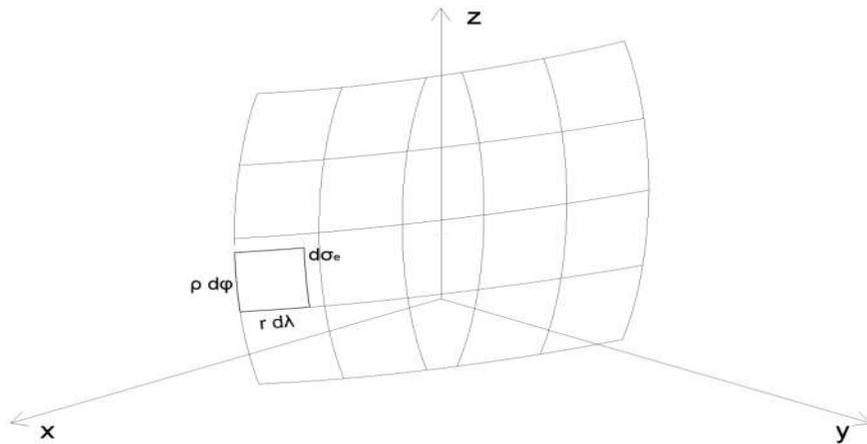
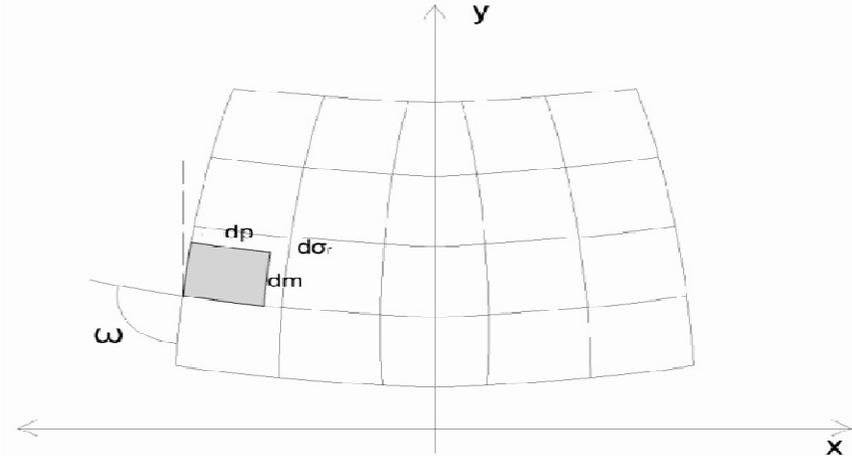


FIG.8



I valori assunti dall'area infinitesima rispettivamente sull'ellissoide e sulla carta sono:

$$d\sigma_e = \rho \cdot d\varphi \cdot r \cdot d\lambda$$

$$d\sigma_r = \rho \cdot d\varphi \cdot \sqrt{e^*} \cdot r \cdot d\lambda \cdot \sqrt{g^*} \cdot \text{sen}\omega$$

Dove :

ω = l'angolo formato tra la trasformata del parallelo e la trasformata del meridiano, che solitamente è diverso da $\frac{\pi}{2}$.

Dalla definizione di modulo di deformazione areale, si ricava il valore:

$$m_A = \frac{d\sigma_r}{d\sigma_e} = \sqrt{e^* \cdot g^*} \cdot \text{sen}\omega = \frac{\sqrt{e \cdot g}}{r \cdot \rho} \cdot \text{sen}\omega = \frac{1}{r\rho} \cdot \left(\frac{\partial y}{\partial \varphi} \frac{\partial x}{\partial \lambda} - \frac{\partial x}{\partial \varphi} \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)$$

Moduli di deformazione: RIEPILOGO

- **MODULO di DEFORMAZIONE LINEARE** $m^2 = e^* \cos^2 \alpha + 2f^* \sin \alpha \cos \alpha + g^* \sin^2 \alpha$

con:

$$e^* = \frac{e}{\rho^2} = \frac{\left[\left(\frac{\partial x}{\partial \varphi} \right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \varphi} \right)^2 \right]}{\rho^2} \quad f^* = \frac{f}{r\rho} = \frac{\left[\frac{\partial x}{\partial \varphi} \frac{\partial x}{\partial \lambda} + \frac{\partial y}{\partial \varphi} \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right]}{r\rho} \quad g^* = \frac{g}{r^2} = \frac{\left[\left(\frac{\partial x}{\partial \lambda} \right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)^2 \right]}{r^2}$$

- **MODULO di DEFORMAZIONE AREALE**

$$m_A = \frac{1}{r\rho} \cdot \left(\frac{\partial y}{\partial \varphi} \frac{\partial x}{\partial \lambda} - \frac{\partial x}{\partial \varphi} \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)$$

- **MODULO di DEFORMAZIONE ANGOLARE**

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\left(\frac{\rho}{r} \sqrt{\frac{g}{e}} - 1 \right) \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\frac{\rho}{r} \sqrt{\frac{g}{e}} \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

EQUAZIONI DELLE CARTE

• CARTE CONFORMI

Sono carte ISOGONE, ovvero l'angolo formato da due elementi infinitesimi sull'ellissoide (angolo tra le tangenti a due linee uscenti da un punto) è uguale all'angolo formato tra le tangenti alle trasformate di tali linee sulla piano cartografico della rappresentazione. Quindi nelle carte conformi la **deformazione angolare risulta nulla**:

$$m_{\alpha} = 0 \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\frac{g}{e} \frac{\rho}{r}} - 1 = 0 \quad \Rightarrow \quad g = \frac{r^2}{\rho^2} e$$

Inoltre fissato un punto:
 $m_l = \text{cost} \quad \forall \alpha_e$

$$m_l = \sqrt{\frac{e + 2f \frac{\rho}{r} \text{tg} \alpha_e + e \cdot \text{tg}^2 \alpha_e}{\rho^2 (1 + \text{tg}^2 \alpha_e)}} = \sqrt{\frac{e(1 + \text{tg}^2 \alpha_e) + 2f \frac{\rho}{r} \text{tg} \alpha_e}{\rho^2 (1 + \text{tg}^2 \alpha_e)}}$$

Ponendo $f = 0$ si ottiene:

$$m_l = \sqrt{\frac{e}{\rho^2}}$$

Le condizioni che caratterizzano le carte conformi sono, dunque:

$$\begin{cases} g = \frac{r^2}{\rho^2} e \\ f = 0 \end{cases}$$

Si introduce un parametro u (detto **latitudine ridotta o isometrica**) legato a φ dalla seguente relazione:

$$u = \int_0^{\varphi} \frac{\rho}{r} d\varphi = \ln \left\{ \left(\frac{1 - e \cdot \operatorname{sen} \varphi}{1 + e \cdot \operatorname{sen} \varphi} \right)^{\frac{e}{2}} \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right\}$$

Si può pertanto scrivere, a seguito di alcuni calcoli:

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial u} = \frac{\partial x}{\partial \lambda} \\ \frac{\partial x}{\partial u} = -\frac{\partial y}{\partial \lambda} \end{cases} \quad (1)$$

Le equazioni delle carte conformi possono anche essere scritte usando la seguente relazione:

$$x+i \cdot y = F(u+i \cdot \lambda)$$

Sviluppando, e separando la parte reale da quella immaginaria, si ottiene la forma definitiva delle equazioni delle carte conformi:

$$\begin{cases} x = F(u) - \frac{\lambda^2}{2} \cdot F''(u) + \dots \\ y = \lambda \cdot F'(u) - \frac{\lambda^3}{3} \cdot F'''(u) + \dots \end{cases}$$
$$x+i \cdot y = F(u) + i \cdot \lambda \cdot F'(u) - \frac{\lambda^2}{2} \cdot F''(u) - i \cdot \frac{\lambda^3}{3} \cdot F'''(u) + \dots$$

• CARTE EQUIVALENTI

Nelle rappresentazioni equivalenti ***il modulo di deformazione superficiale è unitario su tutta la carta.***

$$m_A = 1$$

Le carte equivalenti devono dunque soddisfare:

$$\frac{\partial y}{\partial u} \frac{\partial x}{\partial \lambda} - \frac{\partial x}{\partial u} \frac{\partial y}{\partial \lambda} = r^2 \quad (2)$$

Oppure:

$$\frac{\partial y}{\partial \varphi} \frac{\partial x}{\partial \lambda} - \frac{\partial x}{\partial \varphi} \frac{\partial y}{\partial \lambda} = \rho r \quad (2)$$

OSSERVAZIONE

Non è possibile che il sistema (1) e l'equazione differenziale (2) vengano soddisfatte contemporaneamente. Ne deriva che una carta può essere o ISOGONA o EQUIVALENTE, ma non può possedere entrambe le proprietà.

EQUAZIONI delle CARTE CONFORMI

Si sono già ricavate le relazioni che devono essere soddisfatte da una carta conforme:

$$\begin{cases} Y = f^I(u) \cdot \lambda - \frac{1}{6} \cdot f^{III}(u) \cdot \lambda^3 + \frac{1}{120} f^V(u) \cdot \lambda^5 - \dots = a_1 \lambda + \frac{1}{6} a_3 \lambda^3 + \frac{1}{120} a_5 \lambda^5 + \dots \\ X = f(u) - \frac{1}{2} \cdot f^{II}(u) \cdot \lambda^2 + \frac{1}{24} f^{IV}(u) \cdot \lambda^4 - \dots = M - \frac{1}{2} a_2 \lambda^2 + \frac{1}{24} a_4 \lambda^4 - \dots \end{cases}$$

Il valore M che compare è dato da:

$$M = Y(\lambda = 0) = f(u) = \int_0^u r \cdot du = \int_0^\varphi \rho \cdot d\varphi = A\varphi - B \operatorname{sen}2\varphi + C \operatorname{sen}4\varphi - D \operatorname{sen}6\varphi + \dots$$

Dove:

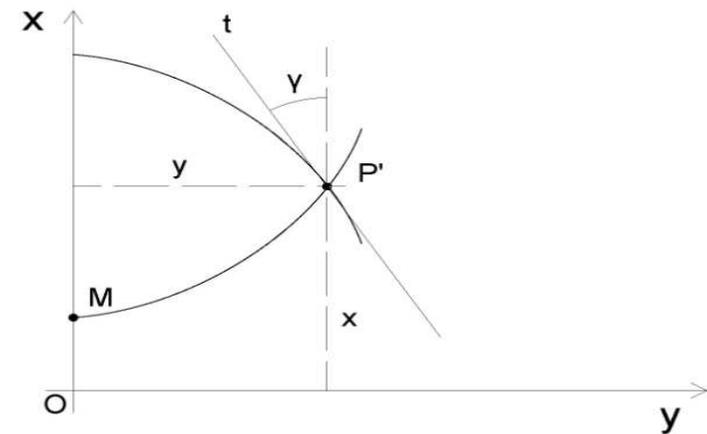
$$A = 1 + \frac{3}{4}e^2 + \frac{45}{64}e^4 + \frac{175}{256}e^6 + \dots$$

$$B = \frac{3}{4}e^2 + \frac{15}{16}e^4 + \frac{525}{512}e^6 + \dots$$

$$C = \frac{15}{64}e^4 + \frac{105}{256}e^6 + \dots$$

$$D = \frac{35}{512}e^6 + \dots$$

FIG.9



- PER FUSI LIMITATI si può scrivere:

$$\begin{cases} x = \lambda N \cos \varphi + \frac{1}{6} \lambda^3 N \cos^3 \varphi (1 - t^2 + \eta^2) + \frac{1}{200} \lambda^5 N \cos^5 \varphi (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58t^2\eta^2) \\ y = l\varphi + \frac{1}{2} \lambda^2 N \sin \varphi \cos \varphi + \frac{1}{24} \lambda^4 N \sin \varphi \cos^3 \varphi (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4) \end{cases}$$

Essendo:

$$t = \operatorname{tg} \varphi$$

$$\eta^2 = \frac{N - \rho}{\rho} = \frac{a^2 - c^2}{c^2} \cos^2 \varphi$$

$l\varphi =$ *lunghezza arco di meridiano*

Si ha la precisione dell'ordine del centimetro per $\lambda \leq 3^\circ$ e cioè per fusi di 6° .

FORMULE INVERSE:

$$\begin{cases} \varphi = \varphi_1 + \frac{X^2}{2N_1^2}(1 - \eta_1^2)t_1 + \frac{X^4}{24N_1^4}t_1(5 - 3t_1^2 + 6\eta_1^2 - 6\eta_1^2t_1^2) \\ \lambda = \frac{X}{N_1 \cos \varphi_1} - \frac{X^3}{6N_1^3 \cos \varphi_1}(1 + 2t_1^2 + \eta_1^2) + \frac{X^5}{120N_1^5 \cos \varphi_1}(5 + 28t_1^2 + 24t_1^4 - 6\eta_1^2t_1^2 + 8\eta_1^2t_1^4) \end{cases}$$

Essendo:

$$t_1 = \operatorname{tg} \varphi_1$$

$$\eta_1^2 = \left(\frac{N - \rho}{\rho} \right)_{\varphi = \varphi_1}$$

$l\varphi$ = lunghezza arco di meridiano

CARTA di GAUSS

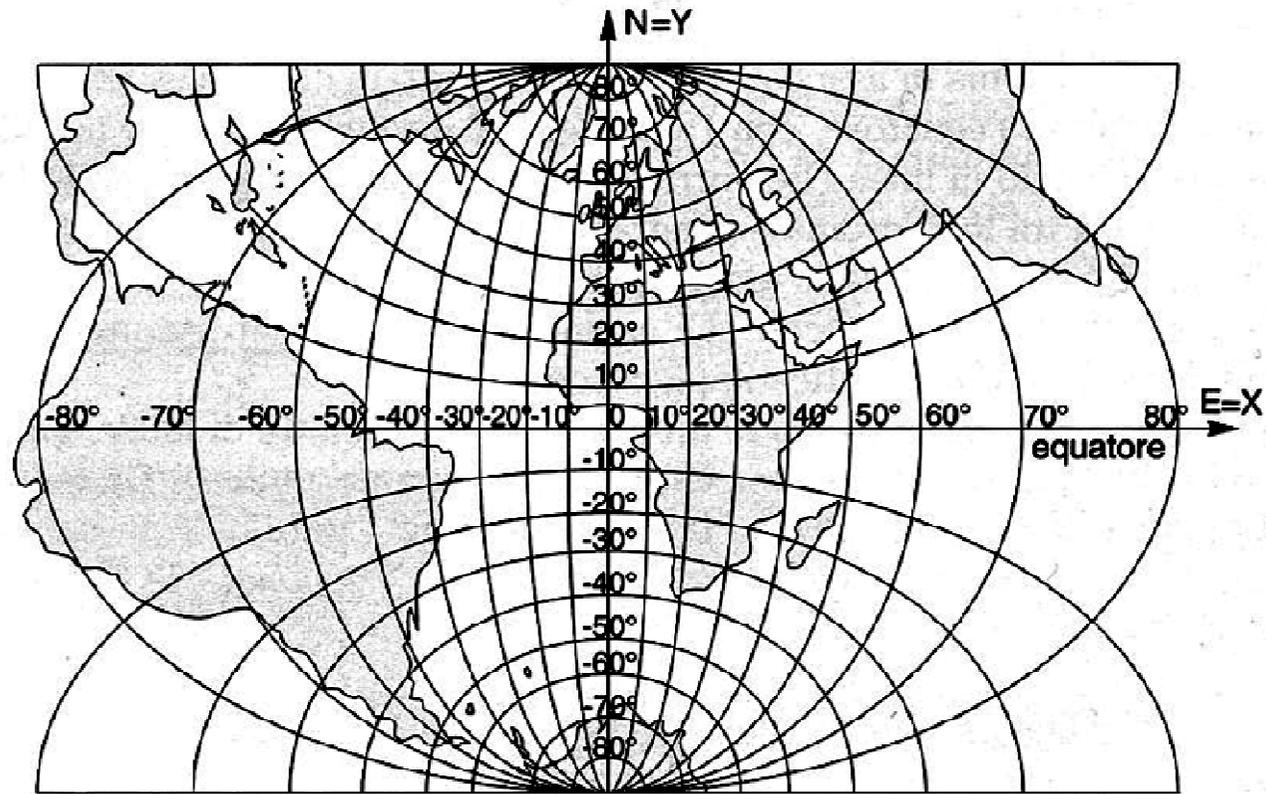


FIG.10

$$\left\{ \begin{array}{l} y = i\lambda F^I(u) - i\frac{\lambda}{3!} F^{III}(u) + \dots = \lambda N \cos \varphi + \frac{\lambda^3}{6} N \cos^3 \varphi (1 - t^2 + \eta^3) + \dots \\ x = F(u) - \frac{1}{2} F^{II}(u) + \dots = \int_0^\varphi \rho d\varphi + \frac{\lambda^2}{2} N \sin \varphi \cos \varphi + \dots \end{array} \right.$$

Rappresentazione conforme di Gauss

È caratterizzata dalle seguenti condizioni di base:

- il meridiano centrale della zona da cartografare e l'equatore si rappresentano come rette;
- le distanze siano conservate lungo il meridiano centrale;
- la carta è conforme.

È una carta pseudocilindrica inversa, e dà luogo a deformazioni lineari e superficiali assai ristrette. La deformazione lineare cresce col quadrato della distanza piana dal meridiano centrale e pertanto la rappresentazione ben si presta all'impiego su fusi meridiani (con fusi ad esempio di 6° di ampiezza).

Il sistema piano di Gauss serve come sostituto dei calcoli geodetici. Questi si riducono allora a semplici operazioni sul piano, con ricorso alla geometria analitica e alla trigonometria piana. I risultati vanno però sempre opportunamente corretti.

Modulo di deformazione lineare nella rappresentazione conforme

- Lungo un parallelo ($\alpha = 90^\circ$):

$$m_p^2 = g^* = \frac{1}{r^2} \left[\left(\frac{\partial x}{\partial \lambda} \right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)^2 \right]$$

$$m = \sqrt{1 + \lambda^2 \cos^2 \varphi} = 1 + \frac{1}{2} \lambda^2 \cos^2 \varphi = 1 + \frac{1}{2} \frac{x^2}{N^2}$$

- Lungo un segmento di retta che congiunge due punti $P_1 = (x_1, y_1)$ e $P_2 = (x_2, y_2)$:

$$m_{12} = \frac{S_r}{S_e} = 1 + \frac{x_1^2 + x_1 x_2 + x_2^2}{6 \rho_m N_m}$$

- Per archi di pochi chilometri:

$$m = 1 + \frac{x_m^2}{2 \rho N}$$

- Per archi oltre i 60 km:

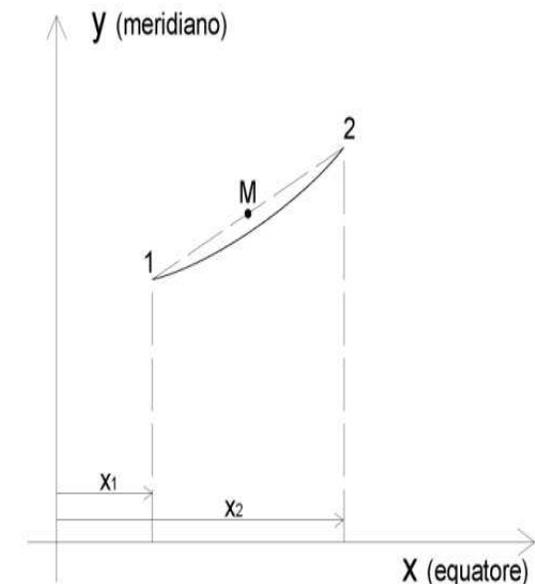
$$\frac{1}{m} = \frac{1}{6} \left(\frac{1}{m_i} + \frac{4}{m_m} + \frac{1}{m_j} \right)$$

con:

$$m_i = 1 + \frac{x_i^2}{2 \rho N}$$

$$m_j = 1 + \frac{x_j^2}{2 \rho N}$$

FIG.11



Calcoli geodetici sul piano di Gauss

- RIDUZIONE ALLA CORDA

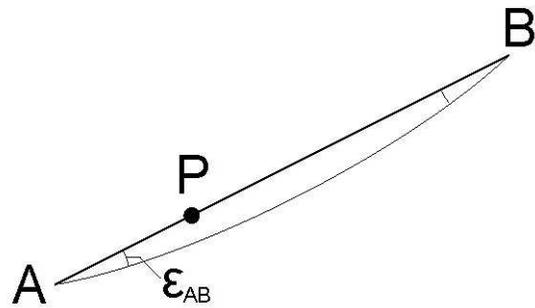


FIG.12

Essendo:

$X =$ *Coordinata Nord*

$Y =$ *Coordinata Est*

$y =$ *Coordinata Est – Falsa origine*

$\rho, N =$ *Raggi di curvatura di AB calcolati nel punto P, che dista $\frac{AB}{3}$ da A*

$$\varepsilon_{AB} = \frac{(2Y_A + Y_B)(X_A - X_B)}{6\rho N(0,9996)^2}$$

$$\varepsilon = \varepsilon \cdot 636620$$

$$\varepsilon'' = \varepsilon \cdot 206265$$

- CONVERGENZA del MERIDIANO

$$\gamma = \arctg \left(V \cdot \operatorname{tg} \xi \cdot \operatorname{tg} h \cdot \frac{y}{c} 0,9996 \right)$$

$$\gamma_{app} = \Delta\lambda \cdot \sin \varphi$$

Essendo:

$$\xi = \arctg \left(\operatorname{tg} \frac{\varphi}{\cos(V_1 \cdot \Delta\lambda)} \right)$$

φ = latitudine

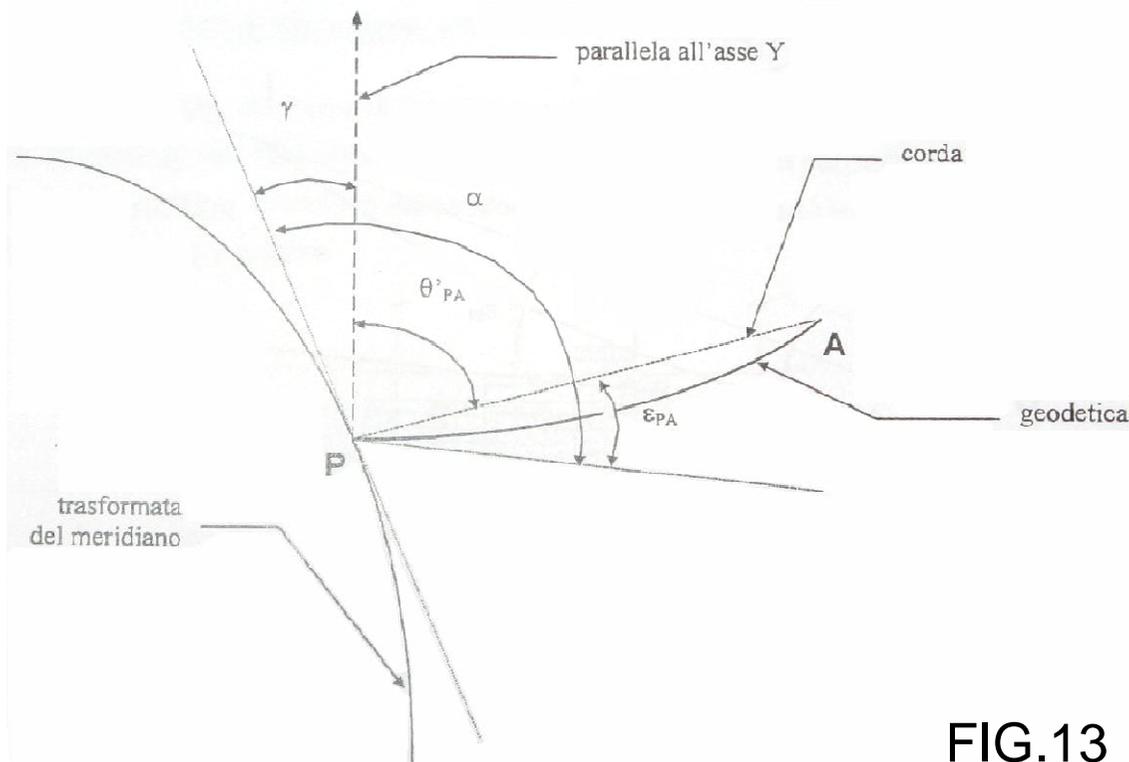
λ = longitudin e

$\Delta\lambda$ = differenza tra longit .del punto e longit .del meridiano centrale del fuso

$$V = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 \xi}$$

$$V_1 = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 \xi}$$

TRASFORMATE GEODETICHE sul PIANO



Conoscendo ad es. le coordinate cartografiche dei punti P e A, la relazione che permette il calcolo corretto dell'azimut è (fig.13):

$$\alpha = \theta'_{PA} + \gamma - e_{PA}$$

$$\theta'_{PA} = \arctan [(E_A - E_P) / (N_A - N_P)]$$

$$e_{PA} = (Y_P - Y_A)(2X_P - X_A) / 6r_C N_C$$

--> r_C e N_C sono i raggi di curvatura principali calcolati in C sulla geodetica che dista 1/3 da P. Per distanze di 300 km possono essere calcolati alla latitudine media di PA.

FIG.13

Le coordinate del punto C si ricavano empiricamente:

$$X_C = (2X_P + X_A) / 3$$

$$Y_C = (2Y_P + Y_A) / 3$$

ϵ_{PA} \square 0 Quando la parte positiva dell'asse Y incontra prima la corda e poi la trasformata della geodetica ruotando in senso orario

ϵ_{PA} \odot 0 se ruotando in senso orario incontra prima la trasformata

$$\epsilon_{PA} \neq \epsilon_{AP}$$

- MODULO di DEFORMAZIONE LINEARE per ELEMENTI FINITI \bar{M}

Distanza Gaussiana = Distanza Ellissoidica * \bar{M}

\bar{M} si calcola con diverse formule:

- Per distanze di qualche centinaio di km
- Per distanze fino a 20 km
- Per distanze sino a 10 km

ELLISSOIDI

BESSEL

locale

- $\alpha = 1 : 299,15281285 = 0,003342773181579$
- $a = 6'377'397,15500 \text{ m}$
- $b = 6'356'078,96325 \text{ m}$
- $e^2 = 0,006674372230614$

INTERNAZIONALE

di Hayford (1924) locale

- $\alpha = 1 : 297 = 0,003367003$
- $a = 6'378'388\text{m}$
- $b = 6'356'911,94613 \text{ m}$
- $e^2 = 0,006722670022333$
- eccentricità prima $= e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} = 8,199188998 \cdot 10^{-2}$
- eccentricità seconda $= e' = \sqrt{\frac{e^2}{1 - e^2}} = 8,226888961 \cdot 10^{-2}$

ELLISSOIDI

KRASSOWSKI

locale

- $\alpha = 1 : 298,3 = 0,003352330$
- $a = 6'378'245 \text{ m}$
- $b = 6'356'863,0188 \text{ m}$
- $e^2 = 0,00669342162297$

WGS 84

Geocentrico

- $\alpha = 1 : 298,257223563 = 0,003352811$
- $a = 6'378'137 \text{ m}$
- $b = 6'356'752,314 \text{ m}$
- $e = 8,181919084 \cdot 10^{-2}$
- $e' = 8,209443795 \cdot 10^{-2}$

Schema dei fusi sferici per la costruzione di un globo terrestre

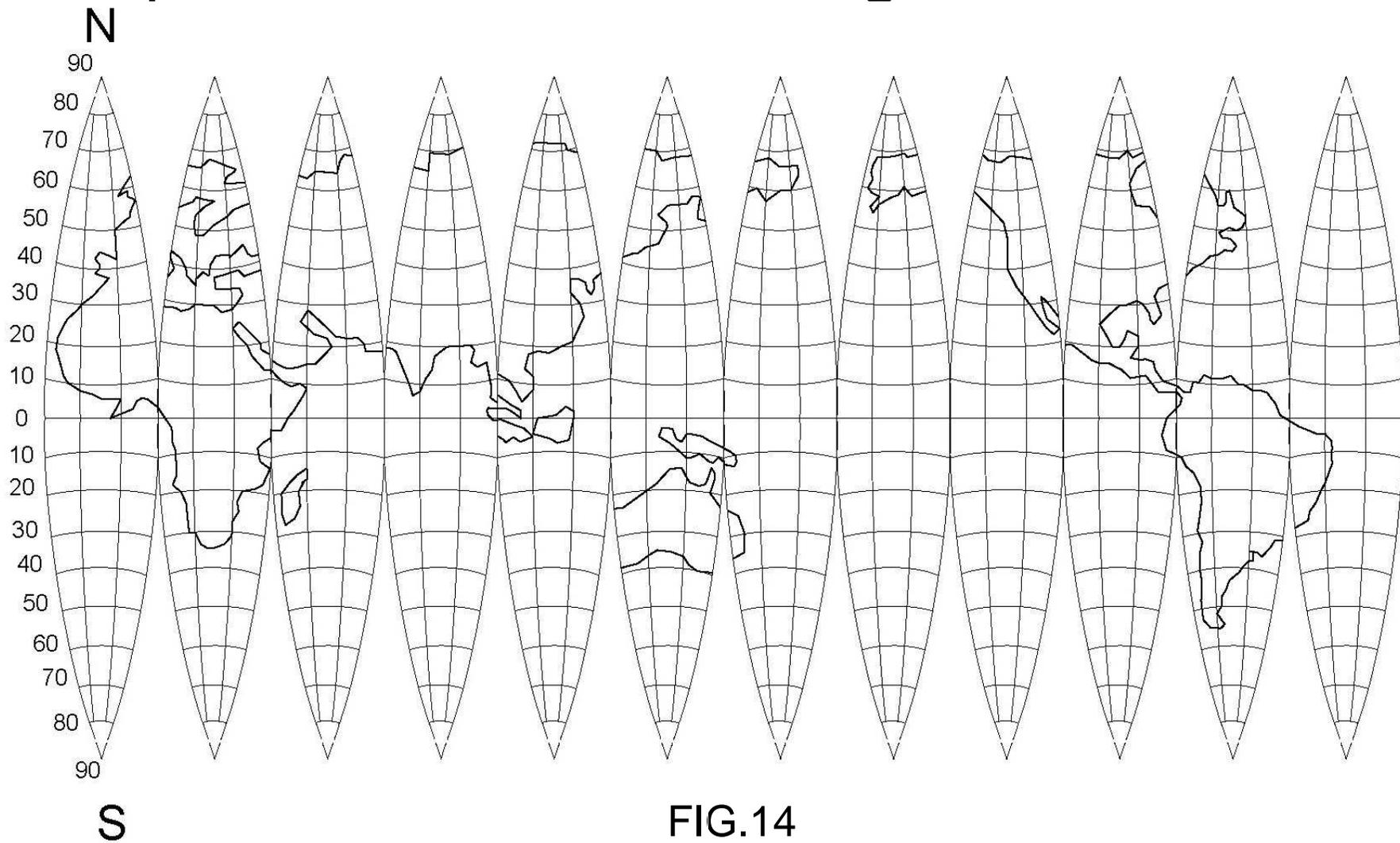
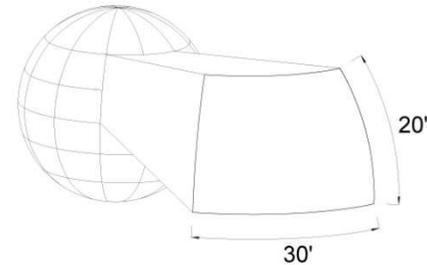


FIG.14

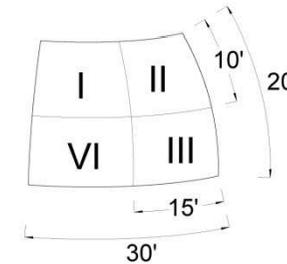
CARTOGRAFIA UFFICIALE ITALIANA

1875

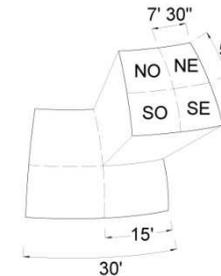
- Legge del 1875:
- **Proiezione equivalente di Flamsteed**
- Scala 1:100.000
- Dimensione fogli specificata a lato:



- **Proiezione di Bonne**
- Scala 1:50.000
- Foglio diviso in 4 quadranti



- Scala 1:25.000
- Quadrante diviso in 4 tavolette



1940

- **Proiezione conforme di Gauss**
- Fusi 6°

1946

- **Rappresentazione U.T.M. (Universal Transverse of Mercator Projection)**

PROIEZIONE di MERCATORE (1569)

Appartiene alla famiglia degli SVILUPPI CILINDRICI ed è AUTOGONALE.
La classica proiezione di Mercatore è uno sviluppo cilindrico diritto.

Proiezione cilindrica DIRITTA

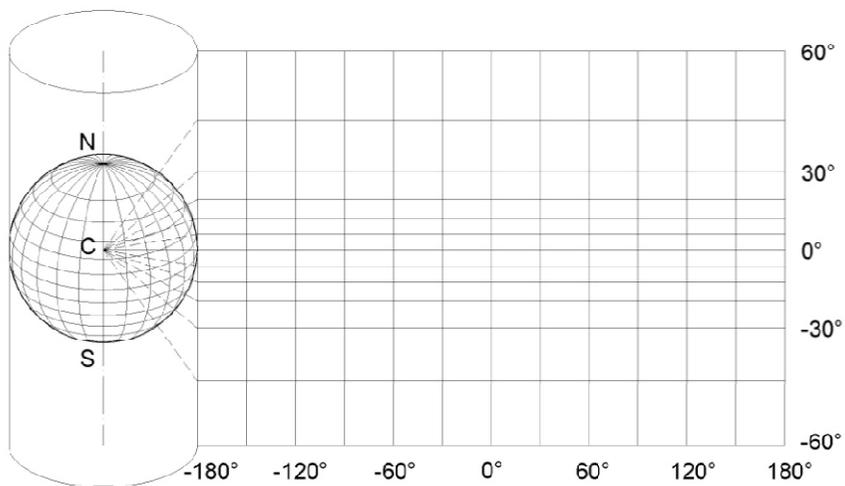
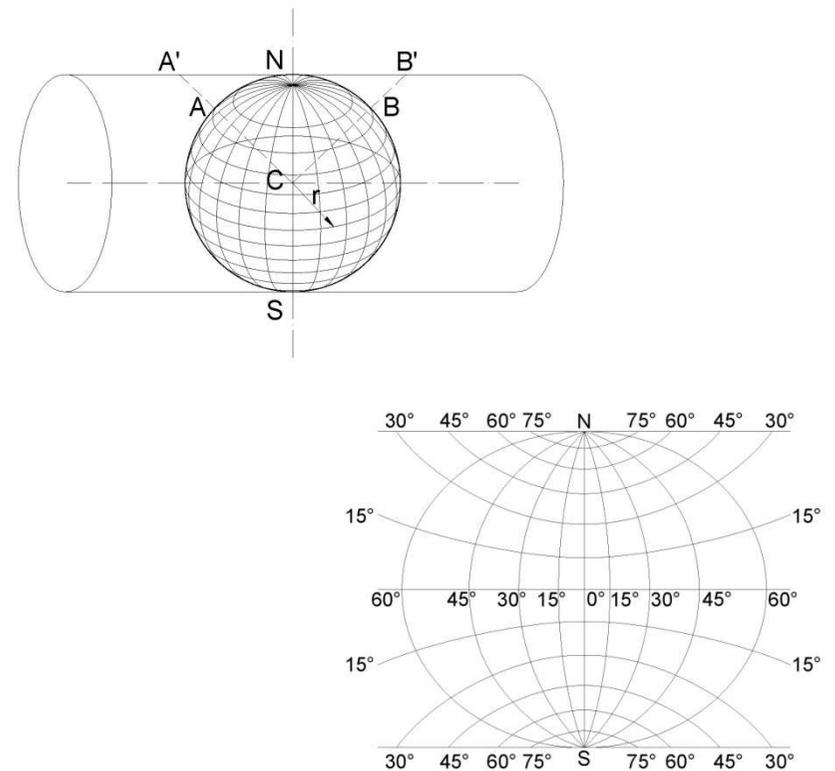


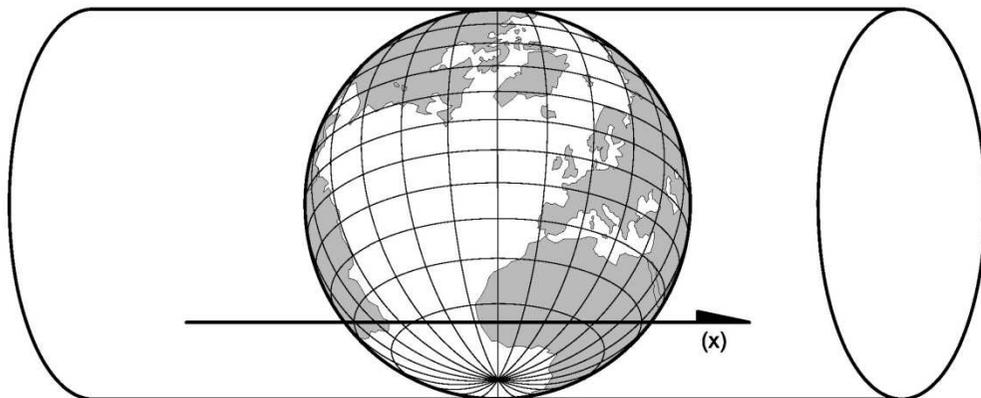
FIG.15

Proiezione cilindrica TRASVERSA



Proiezione universale trasversa di Mercatore (1569)

Vi è dimensione effettiva lungo il meridiano tangente



Transverse Mercator Projection

Se il cilindro risulta tangente alla superficie sferica (FIG. 16) si avrà nella carta una linea con $m_{lin}=1$.

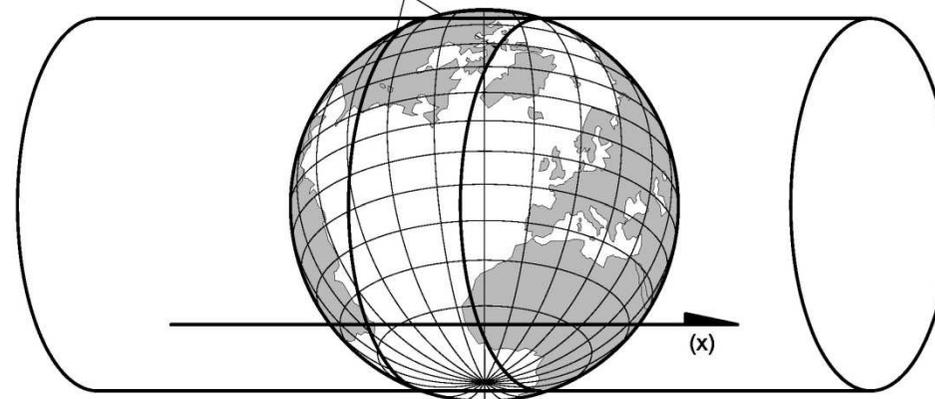
Nel caso invece di un cilindro secante si hanno due linee di intersezione tra le superfici (sempre con $m_{lin}=1$) (FIG.17).

Questo accorgimento consente quindi di diminuire le deformazioni sul bordo della carta.

FIG.16

FIG.17

Archi formati dall'intersezione del cilindro con il globo, lungo i quali si ha dimensione effettiva



Universal Transverse Mercator

RAPPRESENTAZIONE U.T.M. (Universal Transverse Mercator)

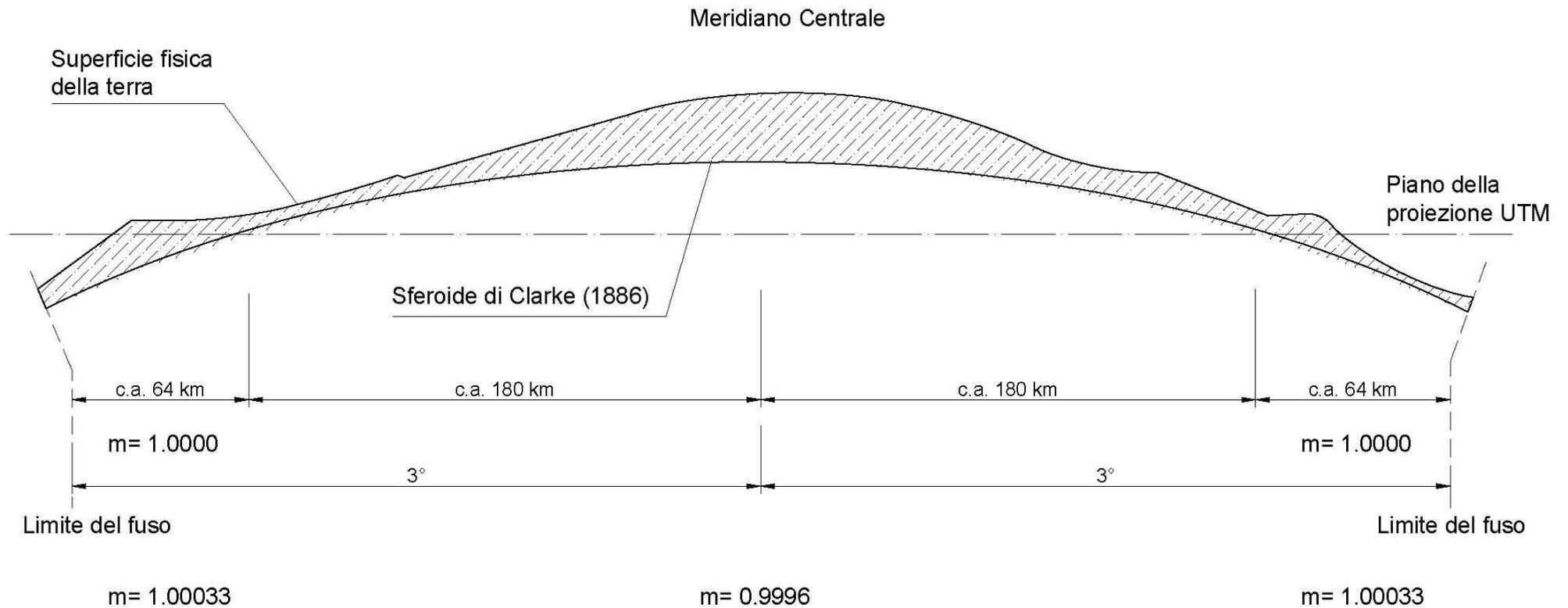


FIG.18

Sezione verticale di un fuso UTM da 6°

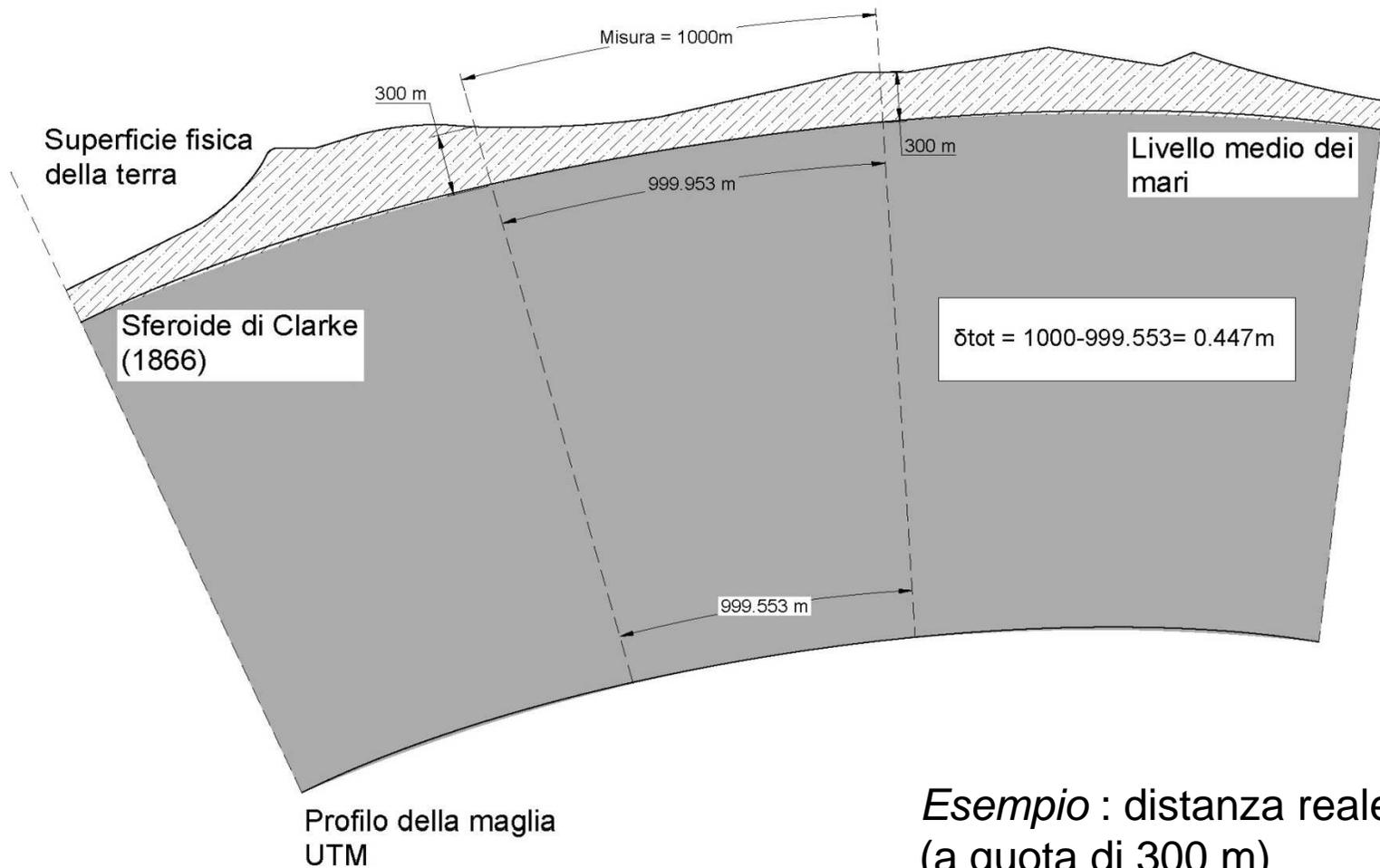


FIG.19

Esempio : distanza reale 1000 m
 (a quota di 300 m)
 Distanza ridotta s.r. = 999,953 m
 Distanza cartografica = 999,553

Sezione che illustra la quotatura lungo il meridiano centrale di una zona UTM

PROIEZIONE CONFORME di GAUSS: Italia

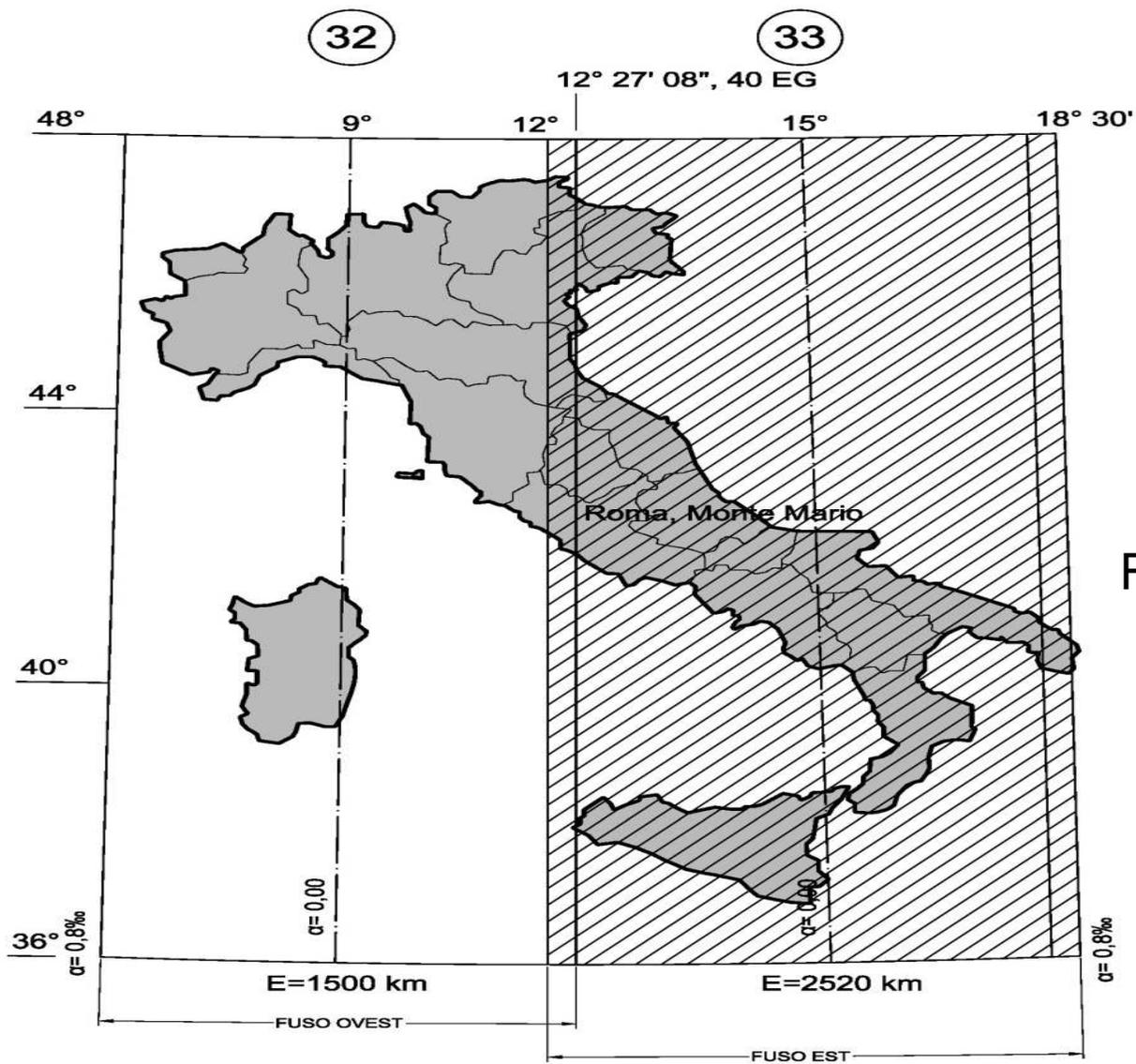


FIG.20

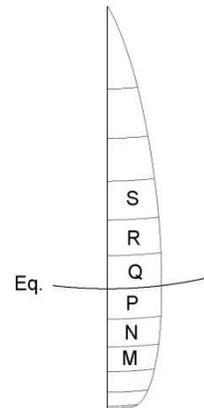
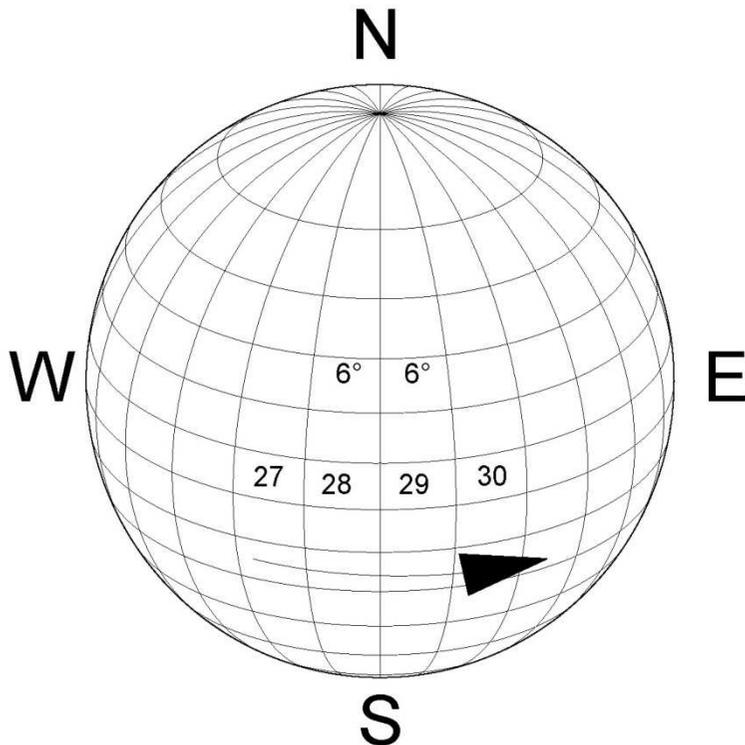
Italia, fusi di Gauss

RAPPRESENTAZIONE U.T.M. (Universal Transverse Mercator)

Divisione dei fusi:
n. 60 da 6° ciascuno

Numerazione da W a E

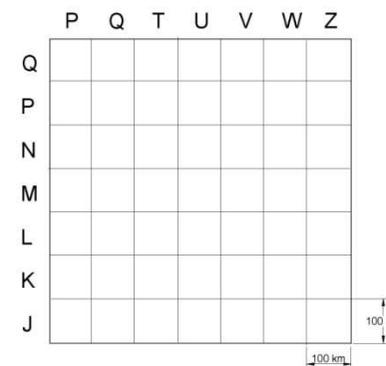
FIG.21



Taglio delle ZONE

6° x 8°

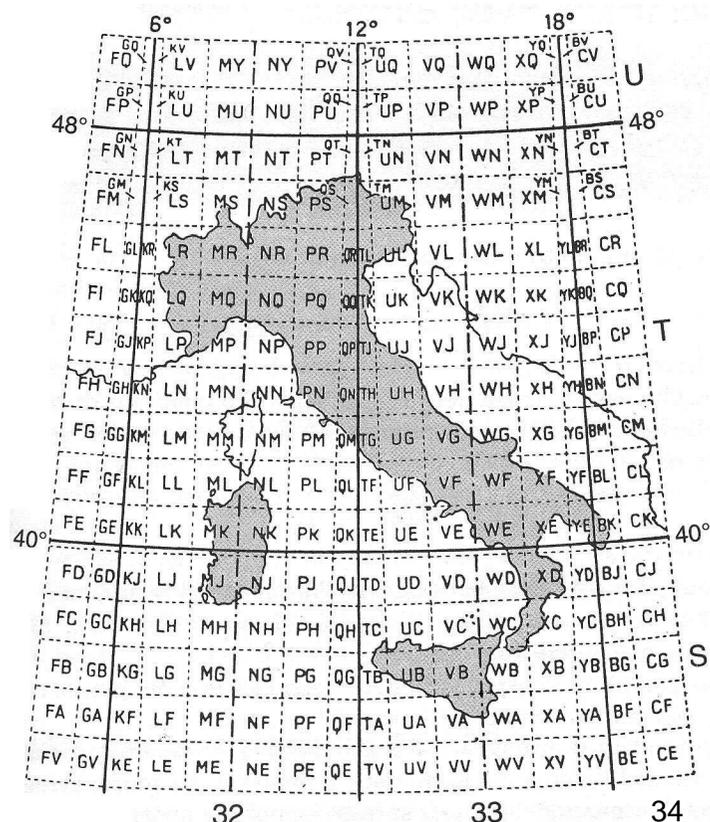
10 zone per ogni
emisfero, contrassegnate
con lettere alfabetiche
(escluse "I" e "O")



Taglio dei
QUADRANTI

100 km
di lato

FIG.22



Nuova carta d'Italia nella rappresentazione UTM:
fusi e zone UTM

Il territorio nazionale cade interamente nei fusi 32, 33, 34 e nelle fasce T ed S.

Le zone sono divise poi in un reticolato di maglie quadrate di 100 km di lato costruito con rette parallele all'equatore e al meridiano centrale del fuso. Ogni quadrato è identificato da 2 lettere di cui la prima indica la colonna e la seconda la riga. Tali lettere non hanno alcun riferimento alla lettera delle fasce; sono state scelte in modo tale che non si ripetano coppie di lettere in un' area sufficientemente estesa e quindi non siano possibili equivoci.

Le cifre relative alle migliaia e centinaia di chilometri sono scritte in piccolo; le rimanenti cifre (cifre principali) sono indicate in grassetto e sono le uniche da considerare per individuare un punto entro il quadrato.

Non vi sono formule rigorose per mettere in relazione le coordinate nel sistema UTM con quello Gauss-Boaga, tuttavia vi sono formule empiriche (dovute all' IGMI) che valgono per zone limitate, oppure apposite tabelle che forniscono le differenze delle coordinate di un punto.

TAGLIO dei FOGLI secondo la normativa vigente

Taglio delle
MAPPE

Scala
1:2.000

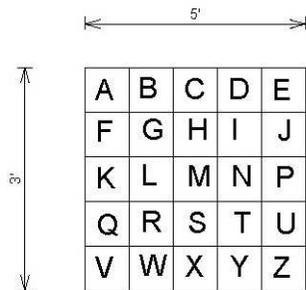
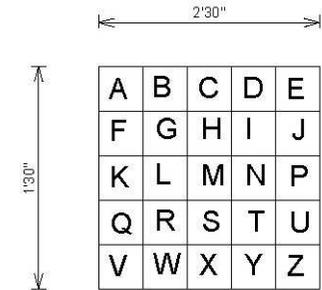


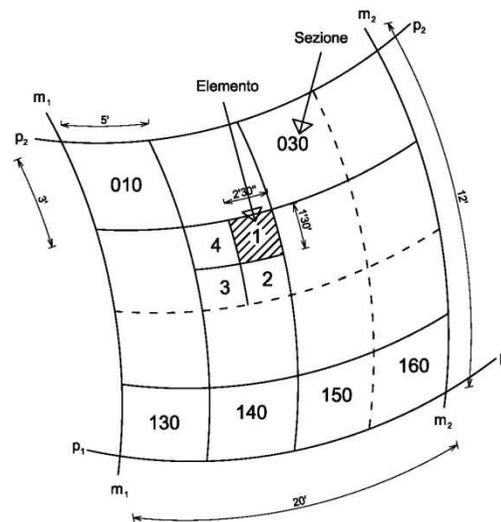
FIG.23

Taglio delle
MAPPE

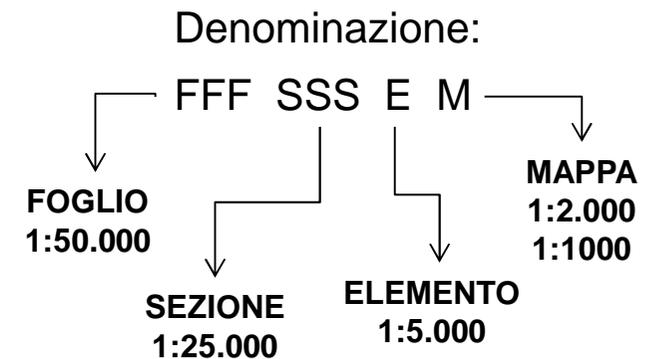
Scala
1:1.000



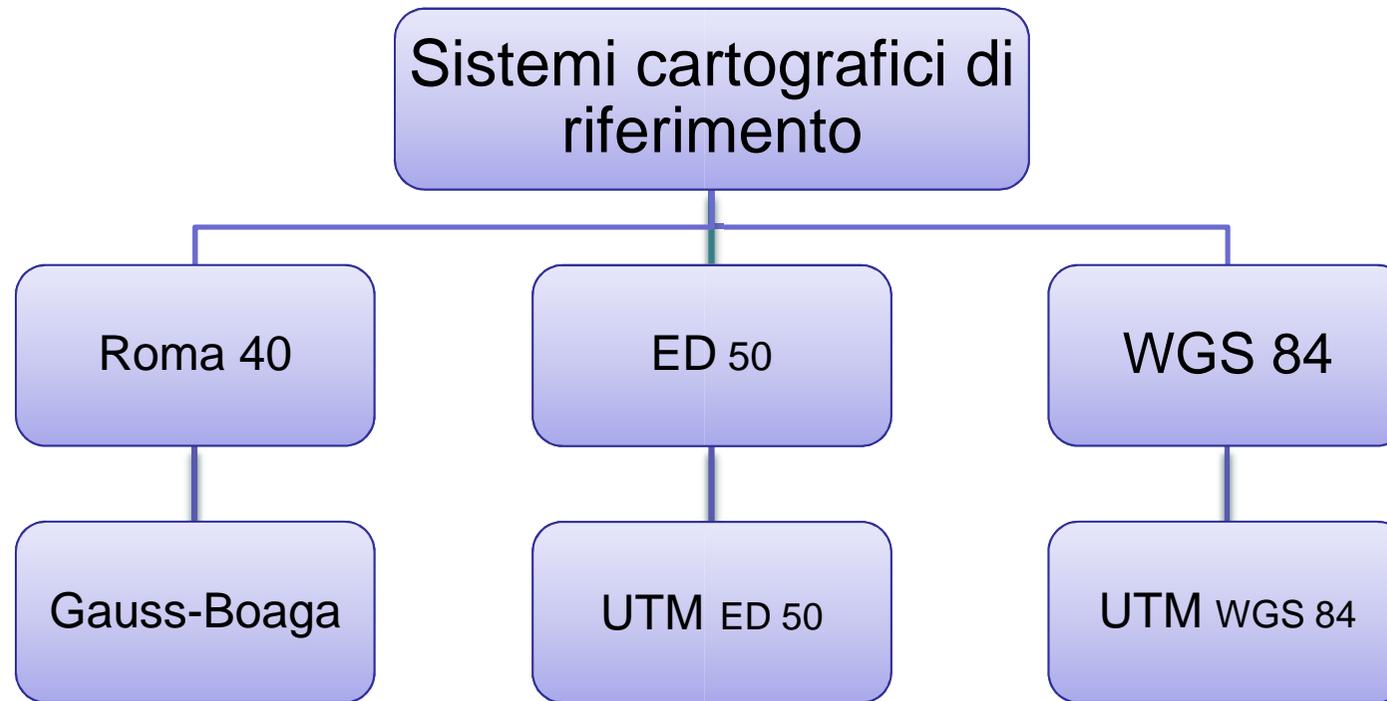
- Sezione 1:10.000
- Elemento 1:5.000
- Mappe 1:2.000
1:1.000



Foglio 1:50.000 I.G.M.I.



SISTEMI di RIFERIMENTO: Superfici e parametri di posizione



La nuova cartografia è riferita all'ellissoide geocentrico WGS 84: questo ellissoide è di diversa forma e dimensioni rispetto ad esempio all'ellissoide di Hayford. Gli scostamenti di questo ellissoide rispetto al geoide possono superare i 50 m (le misure GPS sono riferite a questo ellissoide).

-SISTEMA CATASTALE (rif. ellissoide di **BESSEL** su Genova).

CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:100.000

Il metodo di proiezione utilizzato inizialmente per questo tipo di carte è stata la proiezione equivalente di Flamsteed (fig.24).

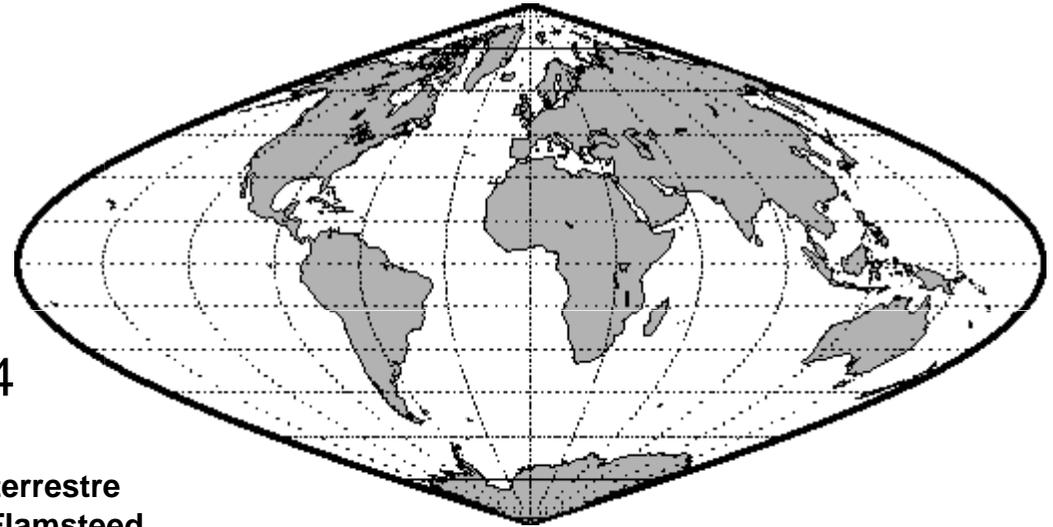


FIG.24

Rappresentazione della superficie terrestre utilizzando la proiezione di Sanson-Flamsteed

FOGLIO 1:100000

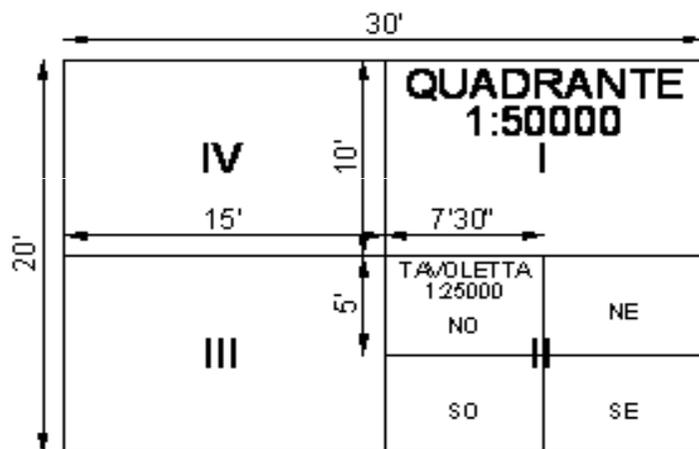


FIG.25

Si è pensato di rappresentare tutta la superficie d'Italia in un certo numero di fogli di dimensioni via via decrescenti, andando dalle zone meridionali a quelle settentrionali.

La divisione si è ottenuta con un reticolato di meridiani e paralleli (fig. 25).

In ogni foglio si rappresenta una superficie quadrilatera curvilinea compresa tra due meridiani che hanno una differenza di longitudine di 30' e due paralleli aventi una differenza di latitudine di 20'.

I fogli in realtà hanno forma trapezoidale (effetto esaltato nella figura 26 a fianco), tuttavia la differenza tra i due lati paralleli dello stesso foglio è così piccola che graficamente quasi non si avverte.

I fogli oltre da un numero progressivo sono individuati anche dal nome della più importante località in esso contenuta.

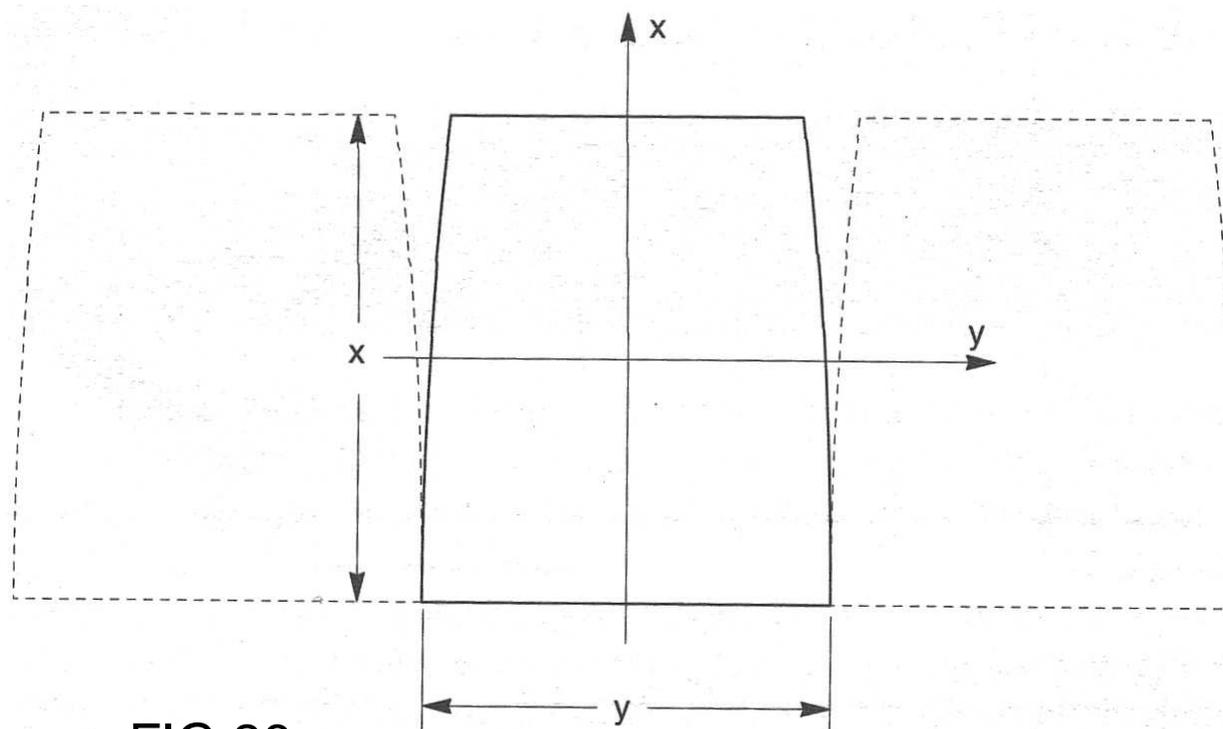


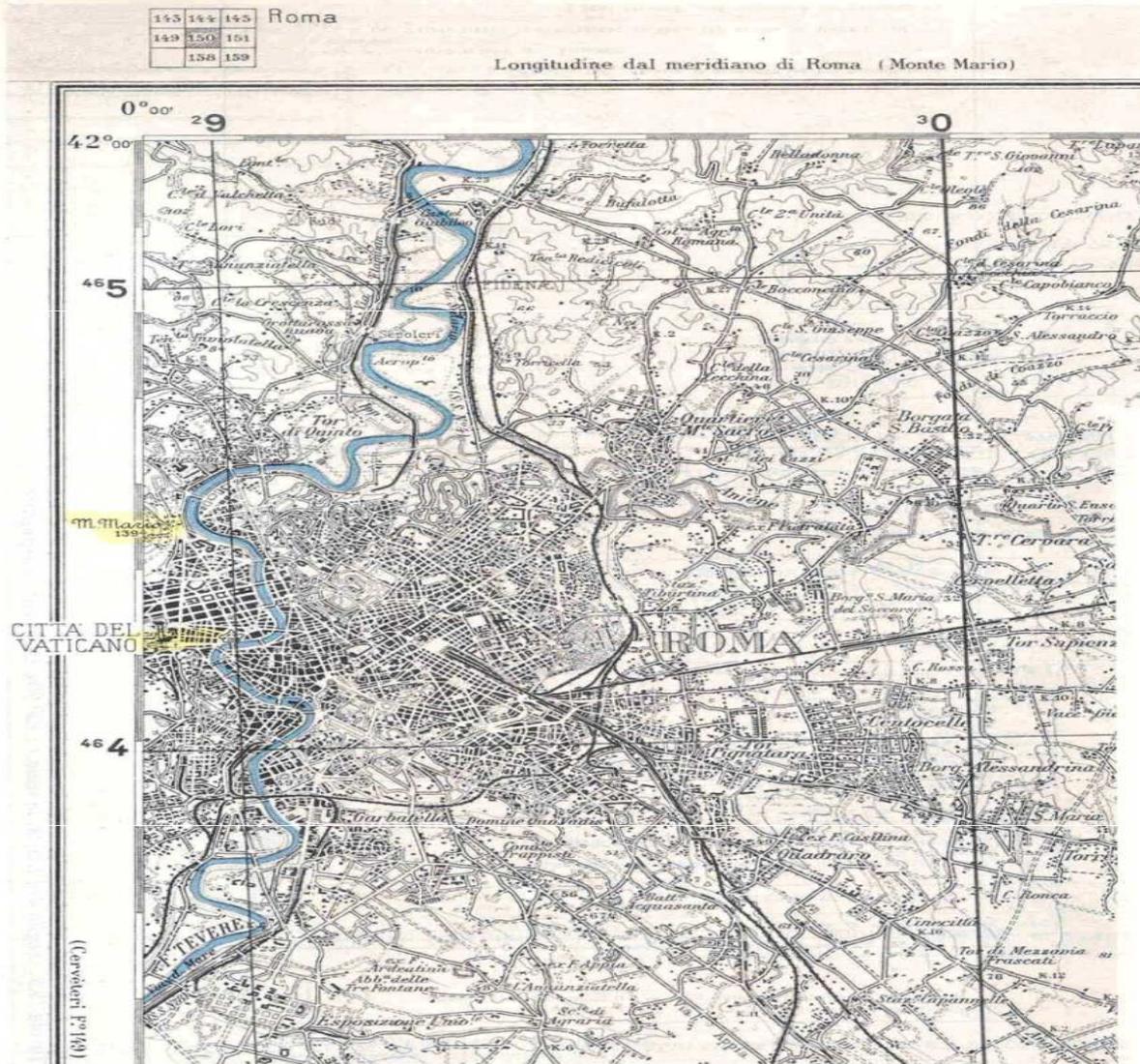
FIG.26

Forma dei fogli

Data la piccolezza della scala (1 mm sulla carta corrisponde a 100 m sul terreno) ben pochi sono i particolari che possono essere rappresentati in modo reale sulla carta, pertanto strade, fiumi, torrenti, ecc. verranno rappresentati con opportuni segni convenzionali.

Sulla carta 1:100.000 l'orografia è a sfumo e con curve di livello equidistanti 50 metri.

Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:100.000



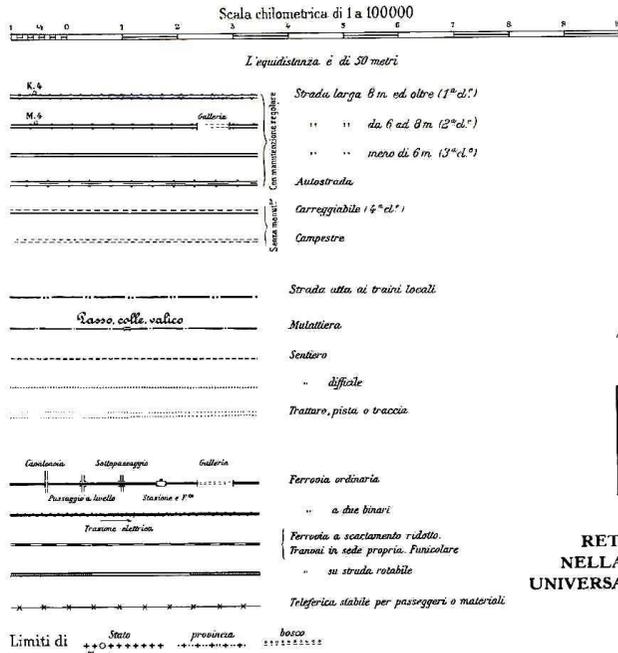
Riproduzione parziale del foglio 1: 100 000 - Roma

Il foglio è inquadrato nella rappresentazione conforme di Gauss-Boaga (vedi coordinata della longitudine), nel sistema geodetico nazionale (ellissoide internazionale con orientamento a Roma M. Mario - 1940).

Tuttavia il reticolato (che individua le decine di chilometri) è riferito al sistema UTM.

FIG.27

SEGNI CONVENZIONALI: Scala 1:100.000



Istituto geografico militare
 Compilato nel 1939 dai rilievi del 1929-30
 Aggiornato per le rotabili e particolari importanti nel 1954

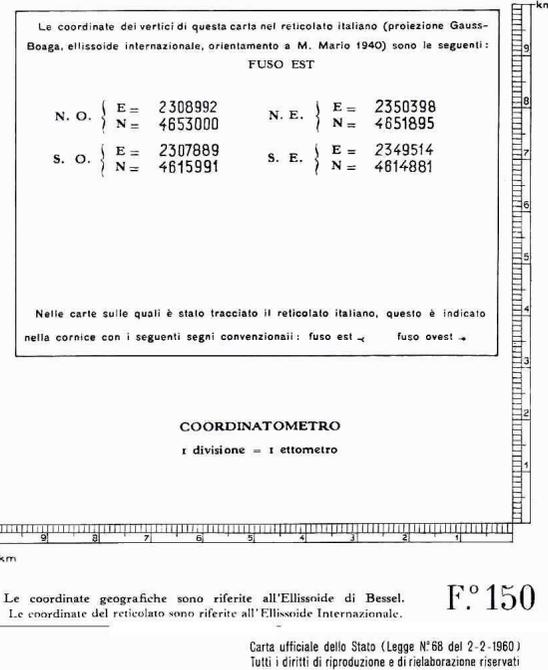
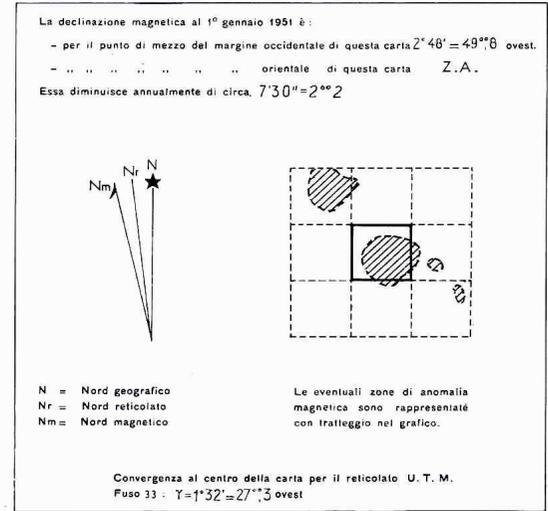
SERIE M 691
 FOGLIO ROMA 150
 EDIZIONE 4 - I G M I

RETICOLATO CHILOMETRICO
 NELLA PROIEZIONE CONFORME
 UNIVERSALE TRASVERSA DI MERCATORE
 Sistema U. T. M.
 (Dati europei 1950)

LE LINEE CONTRASSEGNAE DA NUMERI NERI INDICANO IL
 RETICOLATO U. T. M. FUSO 33, ELLISSOIDE INTERNAZIONALE

DESIGNAZIONE DI ZONA: 33T	ESEMPIO DI DESIGNAZIONE DI UN PUNTO CON L'APPROSSIMAZIONE DI 100 METRI
Identificazione di quadrato di 100 chilometri di lato:	NOME DEL PUNTO: - CANT. ^{RA}
	<p>1°) Leggere le lettere che identificano il quadrato di 100 chilometri di lato, nel quale si trova il punto:</p> <p>2°) Leggere il valore del meridiano reticolato immediatamente ad Ovest del punto considerato e registrare la sola cifra scritta in carattere grande; misurare col coordinatometro in km ed hm la distanza tra il punto e la linea suddetta:</p> <p>3°) Leggere il valore del parallelo reticolato immediatamente a Sud del punto considerato e registrare la sola cifra scritta in carattere grande; misurare col coordinatometro in km ed hm la distanza tra il punto e la linea suddetta:</p>
	<p>DESIGNAZIONE DEL PUNTO: UG177414</p> <p>Trascorrere nella designazione di un punto le cifre scritte in carattere piccolo di ogni numero del reticolato. Queste sono utilizzate nei calcoli. Usare soltanto le cifre scritte in carattere più grande.</p> <p>Preporre la designazione di zona quando non si è certi che la stessa sia già ben nota: 33TUG177414</p>

FIG.28



Esempio : CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:100.000

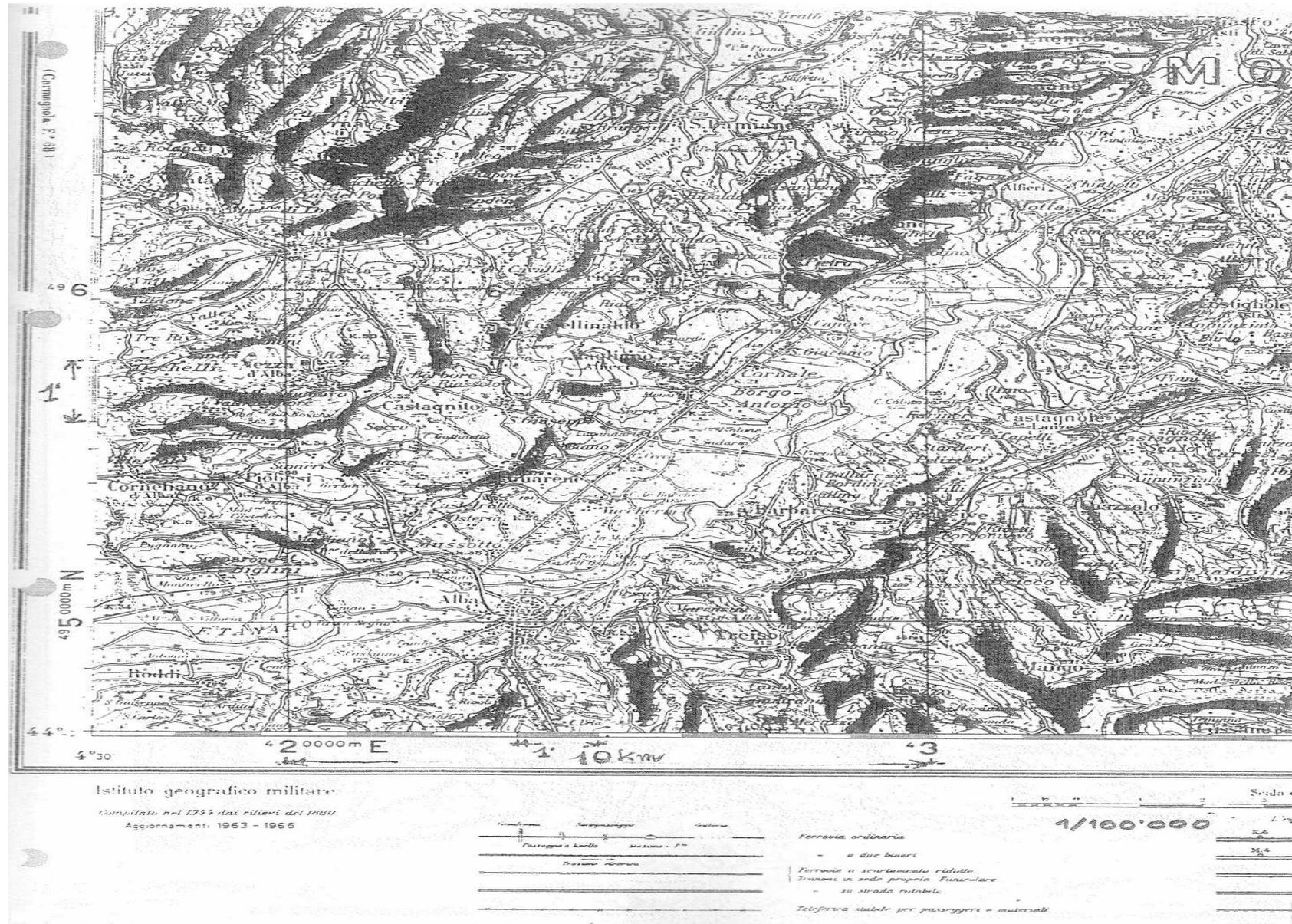


FIG.29

Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:100.000

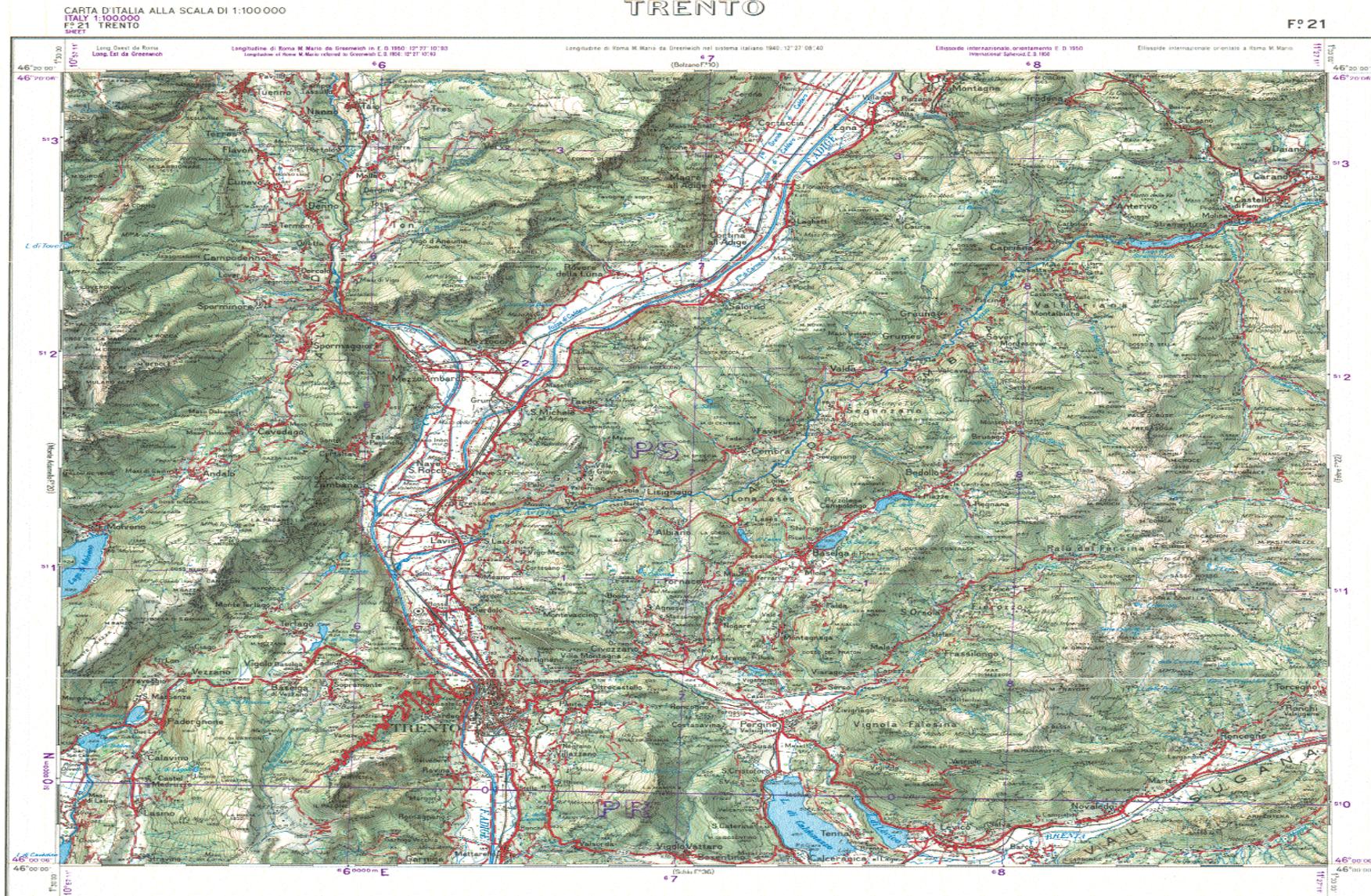


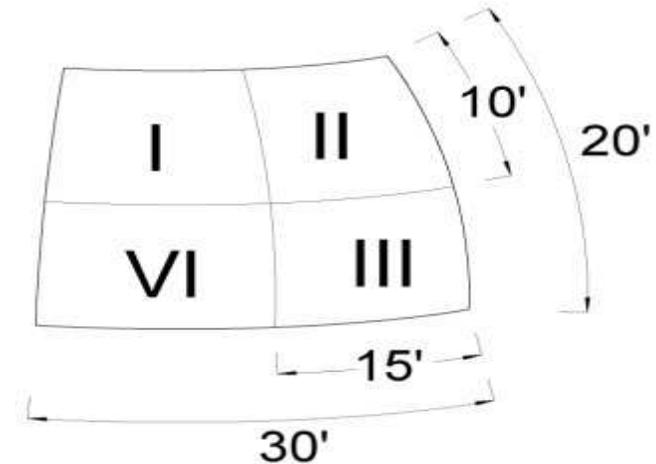
FIG.30

Carta topografica d'Italia alla scala 1:100 000 - F. 21 - Trento - Ed. 7 - 1963, Stampa, a sei colori con orografia a curve di livello e sfumo.

CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:50.000

Appurato che la rappresentazione 1:100000 non era in grado di fornire particolari dettagliati, si è prodotta la carta al 50000 utilizzando la proiezione di Bonne.

FIG.32



Rappresentazione della superficie terrestre utilizzando la proiezione di Bonne

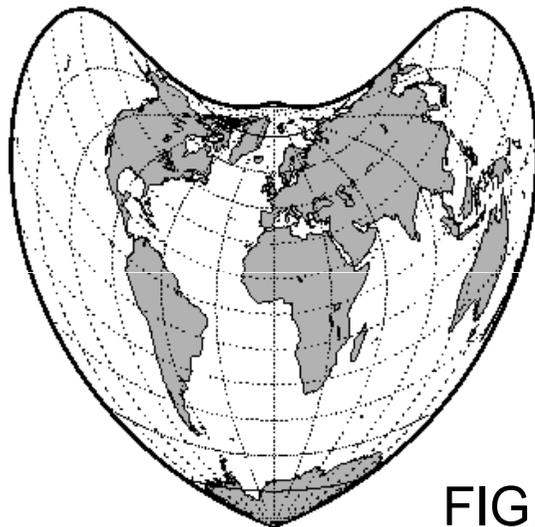


FIG.31

Gli elaborati prodotti in scala 1:50.000 vengono definiti "quadranti"; essi derivano dal taglio in quattro parti del foglio quindi ogni quadrante rappresenta 15' X 10' (fig.32).

Questi sono identificati con il numero del foglio dal quale discendono e da un numero romano; anche in questo caso è dato al quadrante il nome della più importante località in esso contenuta.

Sulla carta 1:50.000 l'orografia è a sfumo e con curve di livello equidistanti 25 metri.

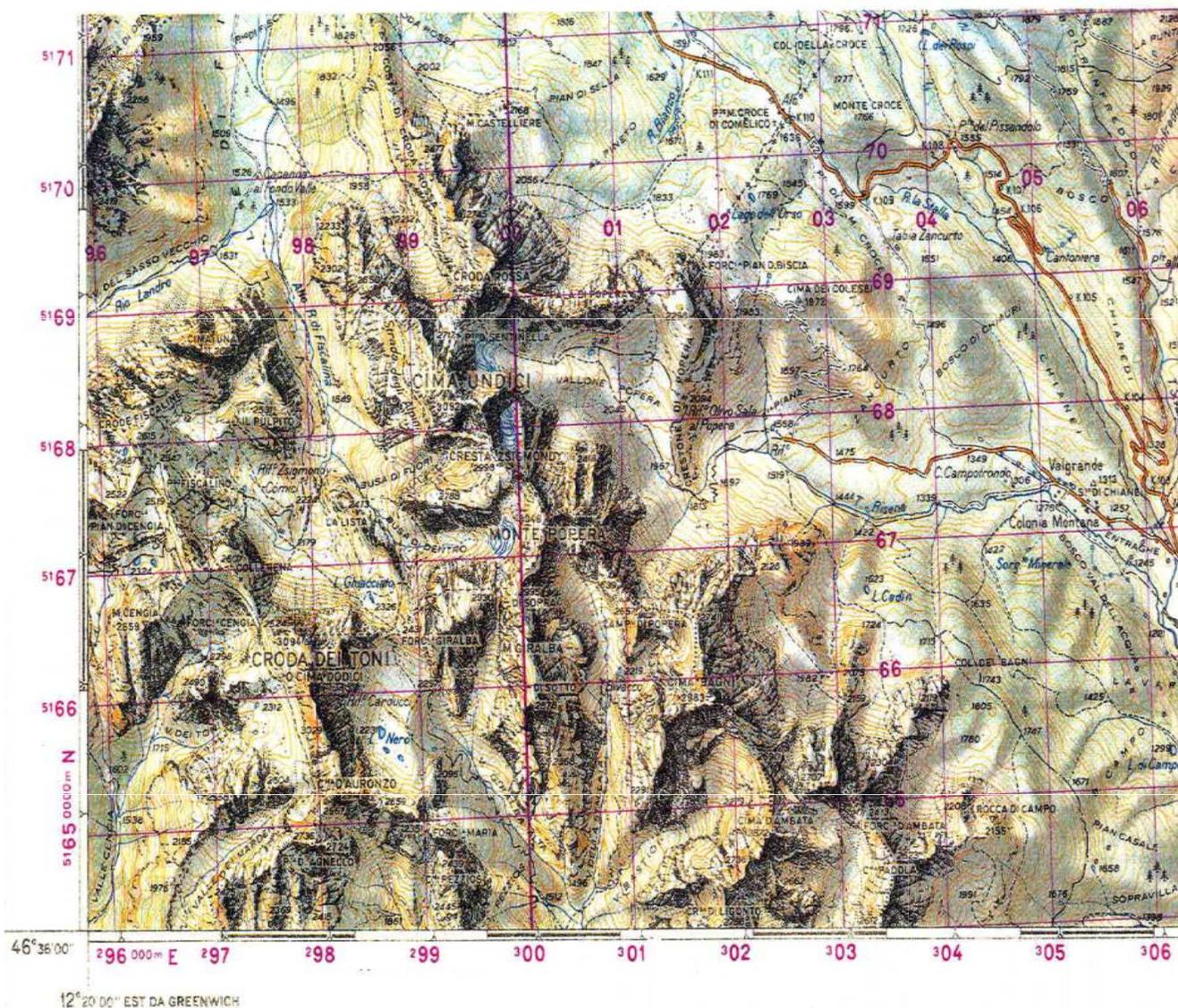
Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M.I : scala 1:50.000



Carta topografica d'Italia alla scala 1:50 000 - F. 60 - Trento - Ed. 1 - 1966.

FIG.33

Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:50.000



Il foglio non è più inquadrato nella rappresentazione conforme di Gauss-Boaga ma nella rappresentazione UTM.

Il reticolato è chilometrico.

FIG.34

Riproduzione parziale del quadrante 1: 50 000

SEGNI CONVENZIONALI: Scala 1:50.000

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE EDIZIONE 1 - 1968
Carta ufficiale dello Stato (Legge N°68 del 2-2-1960)
Tutti i diritti di riproduzione e di rielaborazione riservati

Official map of the State - Copyright I.G.M.
TAVOLETTE AL 25000 INTERESSATE DAL FOGLIO
1:25,000 MAPS COVERED BY THIS SHEET



QUADRO D'UNIONE
INDEX TO ADJOINING SHEETS

NL 33 4-1 ANTERSLVA 008	NL 33 4-2 MONTE CAVALLINO 017	NL 33 4-3 PESCO D.M. CROCI (TARNICO) 018
NL 33 4-4 DOBBIACO 016	NL 33 4-2 MONTE CAVALLINO 017	NL 33 4-3 PESCO D.M. CROCI (TARNICO) 018
NL 33 4-1 CORTINA D'AMPEZZO 029	NL 33 4-2 AUNZANO 030	NL 33 4-3 AAPEZZO 031

LIMITI DI STATO, REGIONE E PROVINCIA
STATE, REGION AND PROVINCE BOUNDARIES



Compilato nel 1967 dalle tavolette indicate nel
quadro. Sotto l'orientamento sono specificati l'anno
del rilievo o dell'ultimo aggiornamento e il numero
di edizione. Made in 1967 from the maps shown in
the index. Year of survey or last revision and edition number
are shown under the number of sheet.

Classifica stradale aggiornata al 1964
Road network classification up-to-date as of 1964

Cartografia utilizzata per la zona-oltrefrontiera.
Maps used for foreign territories

AUSTRIA - 1:50,000 F° 178 Hauptgarten in
Deferegggen, 1963. F° 179 Iienz, 1963.
F° 195 Sillian, 1962. F° 196 Obertilliach, 1962.



INQUADRAMENTO DELL'ELEMENTO 1:50,000 (SERIE M 792)
secondo le carte 1:1,000,000 serie 1301 e 1:250,000 serie 1501
INDEX TO MAPS OF ITALY 1:50,000 (SERIES M 792)
keyed on the 1:1,000,000 scale series 1301
and the 1:250,000 scale series 1501

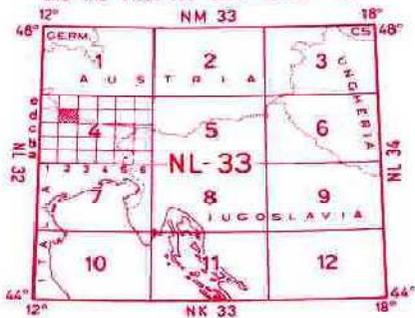


Tavola 18.4 Nuova carta dell'I.G.M.
in scala 1:50,000. Istruzioni cartografiche.

CARTA D'ITALIA - SCALA 1:50,000
FOGLIO N° 017 MONTE CAVALLINO
ITALY 1:50,000 - SHEET NL 33-4-d2

SERIE M 792
FOGLIO MONTE CAVALLINO NL 33-4-d2
EDIZIONE 1-1961

PROIEZIONE CONFORME UNIVERSALE TRASVERSA
DI MERCATORE (U.T.M.)
CONFORMAL UNIVERSAL TRANSVERSAL MERCATOR (U.T.M.) PROJECTION
LE COORDINATE GEOGRAFICHE SONO RIFERITE ALL'ELLISSOIDE
INTERNAZIONALE CON ORIENTAMENTO MEDIO EUROPEO (E.D. 1950)
LONGITUDE OF ROME (M. MARIO), DA GREENWICH: 12°37'10" 93
LATITUDE OF ROME (M. MARIO): 41°55'31" 49

GEOGRAPHICAL COORDINATES ARE REFERRED TO THE
INTERNATIONAL SPHEROID, ORIENTATION E.D. 1950.
LONGITUDE OF ROME (M. MARIO), REFERRED TO GREENWICH: 12°37' 10" 93
LATITUDE OF ROME (M. MARIO): 41° 55' 31" 49

QUADRETTATURA CHILOMETRICA GAUSS - BOAGA

PER TRACCIARE LA QUADRETTATURA:
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). Tracciare le rette F-O, e N-S, colleganti i contrassegni di
egual tipo, aventi lo stesso valore chilometrico.

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

VERTICE	FUSO OVEST		FUSO EST	
	E.	N.	E.	N.
N. O.	2316440	5186323		
N. E.	2341876	5185513		
S. O.	2315587	5164099		
S. E.	2341217	5163289		

QUADRETTATURA CHILOMETRICA U.T.M.
U.T.M. GRID (1000 METER INTERVAL)

DESIGNAZIONE DI ZONA 33T GRID ZONE DESIGNATION

IDENTIFICAZIONE DI QUADRATO
DI 100 CHILOMETRI DI LATO. 33TUM

100,000 M
SQUARE IDENTIFICATION

I VALORI CHILOMETRICI IN COLORE VIOLA SI RIFERISCONO
ALLA QUADRETTATURA U.T.M. FUSO 33
PURPLE FIGURES REFER TO U.T.M. GRID, ZONE 33

Altimetria in metri riferita al livello medio del mare (Mareografo di Genova periodo 1937-1946)
Equidistanza: metri 25 (per le curve a tratti: metri 5)
Heights referred to mean sea level (Genoa tide gauge 1937-1946)
Contour interval: 25 meters. Supplementary contour interval 5 meters

FOGLIO N° 017 MONTE CAVALLINO
SHEET NL 33-4-d2

ESEMPIO DI DESIGNAZIONE DI UN PUNTO
(approssimazione al 100 metri)
EXAMPLE OF A STANDARD REFERENCE
(to the nearest 100 meters)

NOME DEL PUNTO
SAMPLE POINT M. COVOLO - 1000

1) Leggere le lettere che identificano
il quadrato di 100 chilometri di lato
nel quale si trova il punto:
1) Read letters identifying 100,000 meter
square in which the point lies

2) Leggere il valore del meridiano
quadrestrutturato immediatamente ad Ovest
del punto considerato. Trascurare le cifre
scritte in carattere piccolo e registrare
le sole cifre scritte in carattere grande.

3) Misurare col coordinatometro in
estremo la distanza tra il punto e la
linea suddetta.

4) Leggere il valore del parallelo qua-
drestutturato immediatamente a Sud del
punto considerato. Trascurare le cifre
scritte in carattere piccolo e registrare
le sole cifre scritte in carattere grande.

5) Misurare col coordinatometro in
estremo la distanza tra il punto e la
linea suddetta.

2) Leggere il valore del meridiano
quadrestrutturato immediatamente ad Ovest
del punto considerato. Trascurare le
cifre scritte in carattere piccolo e registrare
le sole cifre scritte in carattere grande.

3) Locate first VERTICAL grid line to
left of point. IGNORE the SMALLER
figures and read LARGE figures labelling
the line either in the top, or bottom
margin, or on the line itself.

4) Locate first HORIZONTAL grid line
BELOW point. IGNORE the SMALLER
figures and read LARGE figures labelling
the line either in the left, or right margin,
or on the line itself.

5) Estimate tenths from grid line to
point.

DESIGNAZIONE DEL PUNTO: SAMPLE REFERENCE: UM 022720

Preparare la designazione di zona quando
non è a nord-est della sezione gaussiana.
1) repeating beyond 18° in any direction,
prefer Grid Zone Designation, as

UM 022720
33TUM 022720

DATI DI ORIENTAMENTO PER IL CENTRO DELLA CARTA
DATA REFERRED TO THE CENTRE OF THE SHEET

N = Nord geografico
Nm = Nord magnetico
D = Declinazione magnetica
Nq = Nord quadrestutturato
γ = Convergenza

N = True North
Nm = Magnetic North
d = Magnetic Declination
Ng = Grid North
γ = Grid Convergence

Nel grafico sono tracciate le linee di
egual declinazione intervallate di 5'.
Le eventuali zone di anomalia magne-
tica sono rappresentate con tratteggio.
The lines of equal declination are spaced
on the graphic by 5' eventual zones of
magnetic anomaly are cross-hatched.

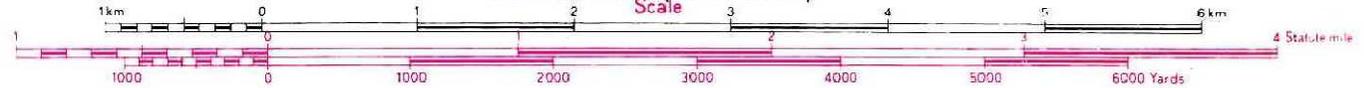
Declinazione magnetica nel centro carta al 1° gennaio 1959: $d = 1^{\circ}56' = 34^{\circ}24'$ verso Ovest
Magnetic declination at centre of sheet as of 1st January 1959: $d = 1^{\circ}56'$ west
Il valore della declinazione diminuisce annualmente di circa $6'30'' = 1^{\circ}9'$
Annual decrease of value of magnetic declination about $6'30'' = 1^{\circ}9'$

Per determinare la direzione del Nord magnetico si misura il punto -P-, al centro del lato Sud, con il tratto
del lombo graduato sul lato Nord, che individua il valore dell'angolo di declinazione magnetica.
To determine the magnetic North direction, corner point -P-, on the middle of the southern edge, is
the value of the magnetic declination, as plotted on the graduated protractor, on the northern edge.

Segni convenzionali (Norme 1965)

Symbols (1965 Specifications)

Scala 1:50 000 (1cm = 500 m)



A scari ordinario Normal street railway	Ferrovia a due o più binari Double or multiple track railroad	Staz. ^o grande Large station	Fermata Halt	Stazione piccola Small station	in costruzione under construction
	Ferrovia ad un binario Single track railroad	Staz. ^o a trazione elettrica Large station electric traction	Cavalcavia Tunnel	Passaggio a livello Level crossing	in disarmo abandoned
A scari ridotto Narrow street railway	Attraversamenti Crossings	in sede stradale in road	in sede propria on own ballast	Staz. ^o Station	Staz. ^o a sottostazione elettr. ^o Electric substation
	Ferrovia a due binari Double track railroad	Ferrovia ad un binario Single track railroad	Tramvia o funicolare Streetcar line or funicular	Teleferica stabile; funivia Material cableway; passenger cableway	Soggiovia; scivola Chair lift; ski tow
Limiti di Boundaries	Stato; regione State; region	Provincia; comune Province; commune	Punti: geodetico, topografico, quota topogr. ^{ca} irrig point; cadastral point; spot height (elevation referred to the ground)	Costruzioni: stabile, provvisoria; rudere Buildings: stable, temporary; ruins	Chiese; cappella; tabernacolo Churches; chapel; christian shrine
			Centrali: idroelettrica, sotterranea, termoelettrica Hydroelectric plants; underground; steam electric plant	Miniera; pozzo di petrolio o di metano; grotta Mine; oil or gas well; cave	Stabilimenti: a forza idraulica, a forza elettrica Mills; water powered, electrically powered

Strade utilizzabili in tutte le stagioni. All weather roads

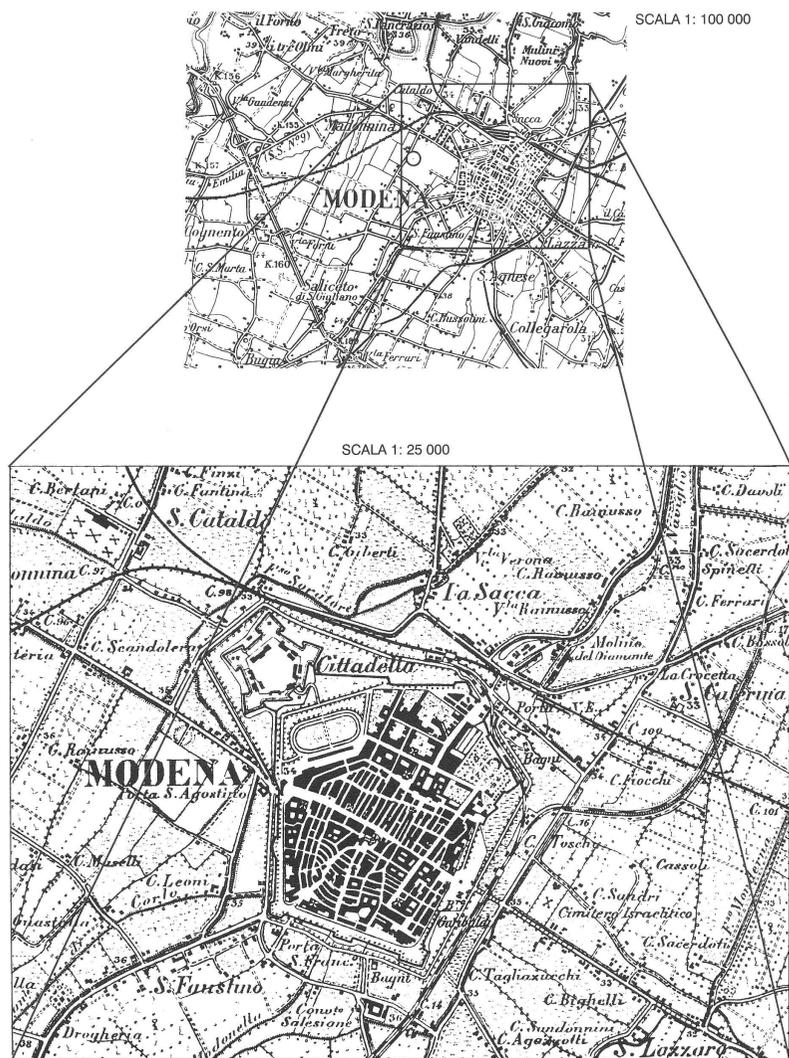
Autostrada: con e senza spartitraffico Highway with without central fence	Area di parcheggio Parking area	Indicatore marker	Staz. ^o riform. ^o auto Service station	K.2
Strada a due o più corsie (7m ed oltre) Road: two or more lanes wide (7m and more)	con rivestimento duro hard surface	Indicatore strada statale National road marker	con rivestimento leggero light surface	pendenza oltre il 12% gradient over 12%
Strada ad una corsia (fra 3.50 e 7m) Road: one lane wide (between 3.50 and 7m)	con rivestimento duro hard surface	con muri walls	con rivestimento leggero light surface	(2.5) Strozatura Bollenecci
Strade soggette ad interruzioni stagionali Fair weather roads	Rotabile secondaria; carrareccia Secondary road; cart track	Mulattiera; sentiero Mule track; trail; foot path	Trattura; pista o traccia; strada in costruzione Cattle track; road under construction	Ponti: per ferrovie; per autostrade Bridges: railroad; highway
Ponti: per strade ordinarie Bridges: road	Oleodotto; metanodotto Oil pipeline; gas pipeline	Muri: di sostegno, a calce Retaining wall; masonry wall	Muro a secco o maceria; recinzione Dry masonry wall; enclosure	Palizzata o staccionata a filo spinato Fence: barbed wire

Acquedotti: sotterraneo, scoperto, in galleria Aqueducts: underground, surface, tunnel	Acquedotti: sopraelevato, su viadotto, diruto Aqueducts: elevated, on viaduct, abandoned	Canali: navigabile, su viadotto, in galleria Canals: navigable, on viaduct, tunnel	Salto in condotta forzata; canaletto d'irrig. ^o montana Penstock; mountain irrigation ditch	Pozzi: perenne, con aeromotore, con noria, artesiano Wells: perennial, with windmill, with derrick, artesian	Sorgente; presa; fontana; cisterna Spring; water intake; fountain; cistern	Abbeveratoio; abb. ^o con fontana; cascata Watering trough; with fountain; waterfall	Limiti di: coltura, bosco; siepe Boundaries: field, wood; hedge
Frutteti Orchard	Vigneti Vineyard	Oliveti Olive grove	Mandorleti Almond-tree	Agrumeti Citrus grove	Macchie e cespugli Scrubs	Rimboschimenti Reafforestation	Boschi cedui Coppice
Boschi a foglie caduche Oak and elm	Castagni Chestnut-tree	Faggi Beech	Larici Larch	Pioppi Poplar	Boschi sempreverdi Fir	Pini Pine	Cipressi Cypress
Bosco rado: 1 segno di essenza - Bosco fitto: 3 segni di essenza Open wood one symbol - Thick wood group of three symbols							

ABBREVIAZIONI

Alb.	albergo
B.	bagno
B.	bosco
Camp.	campanili
Capp.	cappella
C.	casa
C.	cassa
C.	casera
C.	cima
C.	costa
Cr.	cresta
Cr.	croda
F.	fermata
F.	fienile
F.	fiume
Forc.	forcella
Inf.	inferiore
L.	lago
M.	maiga
M.	maso, masi
M.	molino
M.	monte
Ost.	osteria
P.	passo
P.	piano
P.	ponte
Pr.	prato, prati
Rif.	rifugio
R.	rio
S.	santo
S.	sasso
S.	sostera
S.	segheria
S.	selva
S.	serbatoio
S.	sorgente
S.	superiore
T.	torrente
V.	valle

CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:25.000



Paragone tra rappresentazione
al 100.000 e al 25.000

Per una più precisa e particolareggiata rappresentazione del terreno i quadranti sono stati ulteriormente divisi in 4 “tavolette” in scala al 25.000 in grado di visualizzare 7'30" X 5' di territorio.

L'altimetria del terreno è rappresentata con curve di livello equidistanti 25 metri.

Ogni tavoletta viene indicata con il numero arabo del foglio ed il numero romano del quadrante ai quali appartiene e con la posizione geografica assunta all'interno del quadrante.

Per rappresentare il territorio compreso in un foglio al 100.000 occorrono 16 tavolette che, nel loro insieme, costituiscono un trapezio piano la cui area è 16 volte maggiore rispetto a quella del foglio al 100,000.

Pertanto si possono rappresentare moltissimi particolari in vera grandezza senza ricorrere a segni convenzionali; tuttavia non si può far a meno di quest'ultimi per evidenziare strade, ponti, chiese, colture varie, ecc.

FIG.35

Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:25.000

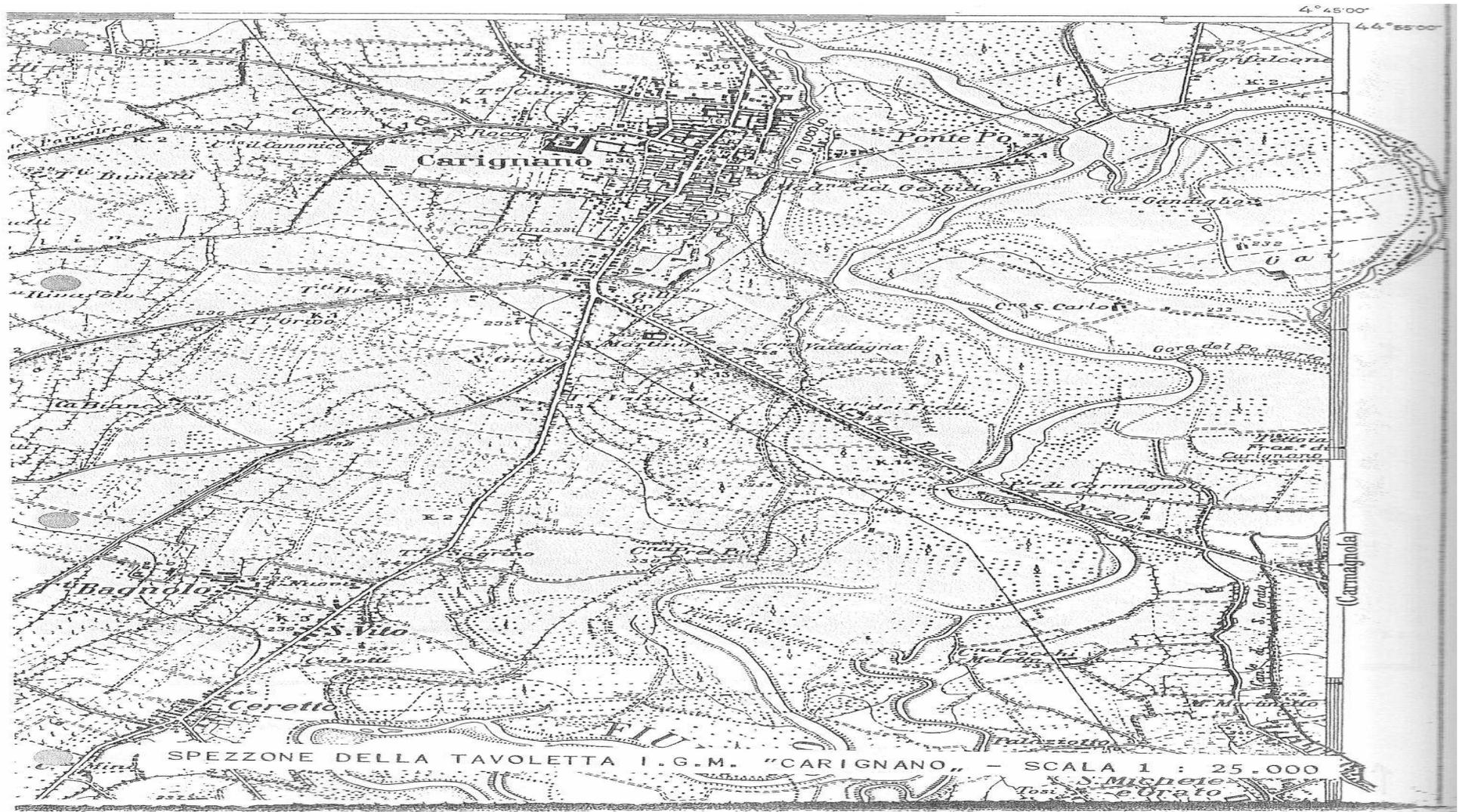
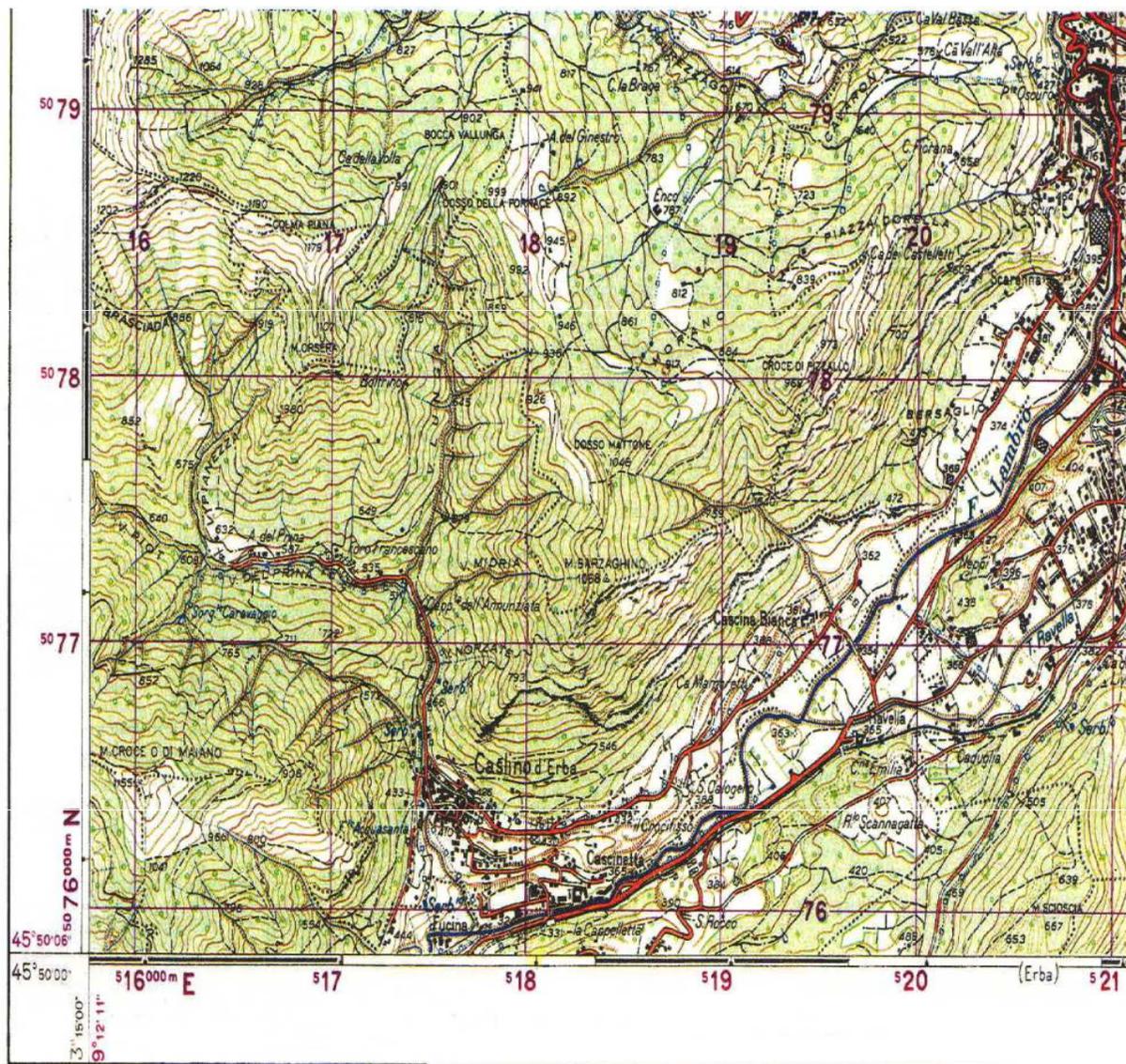


FIG.36

Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:25.000



Riproduzione parziale della tavoletta

La tavoletta è inquadrata sia nella rappresentazione conforme di Gauss-Boaga che nella rappresentazione UTM; il reticolato è chilometrico tuttavia si può risalire al reticolato Gauss-Boaga congiungendo i simboli presenti a margine della stessa:

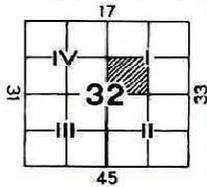
- per il fuso Ovest
- ⋈ per il fuso Est

FIG.37

SEGNI CONVENZIONALI: Scala 1:25.000

SERIE M 891
FOGLIO ASSO 32 I SO
EDIZIONE 6 - I G M I

CARTA D'ITALIA ALLA SCALA DI 1:25 000



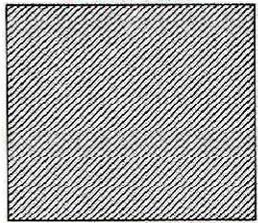
ITALY 1:25 000
FOGLIO N° 32
SHEET
QUADRANTE: I
ORIENTAMENTO: S.O. ASSO
ORIENTATION

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE - EDIZIONE 6-1975
ITALIAN MILITARY GEOGRAPHIC INSTITUTE

EQUIDISTANZA FRA LE CURVE DI LIVELLO: METRI 25. PER LE CURVE A TRATTI È DI METRI 5
CONTOUR INTERVAL 25 METERS. SUPPLEMENTARY CONTOUR INTERVAL 5 METERS

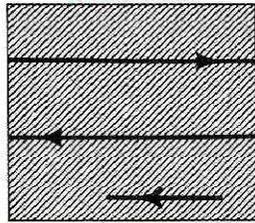
ALTIMETRIA ESPRESSA IN METRI E RIFERITA AL LIVELLO MEDIO DEL MARE
HEIGHTS IN METERS. VERTICAL DATUM REFERRED TO MEAN SEA LEVEL

RILIEVO DELLE PARTI DELLA CARTA
COMPILED DIAGRAM



1959 Aerofgm. Air photogr svy
Aggiornam. 1972 Revised in 1972

COPERTURA DI FOTOGRAFIE AEREE
AIR PHOTO COVERAGE



1970 Wild RC5a 23x23

QUADRO D'UNIONE
INDEX TO ADJOINING SHEETS

32 IV NE CASTIGLIONE D'INTELY	32 I NO BELLAGIO	32 I NE PASTURO
32 IV SE MOLTRASIO	32 I SO ASSO	32 I SE LECCO
32 III NE COMO	32 II NO ERBA	32 II NE OGGIONO

RETICOLATO CHILOMETRICO NELLA PROIEZIONE CONFORME
UNIVERSALE TRASVERSA DI MERCATORE
U.T.M. (Dati europei 1950)

LE LINEE CONTRASSEGNALE DA NUMERI VIOLA INDICANO IL
RETICOLATO U.T.M. FUSO 32. ELLISSOIDE INTERNAZIONALE.
TALI NUMERI SONO ESPRESSI IN km

DESIGNAZIONE DI ZONA: 32T	ESEMPIO DI DESIGNAZIONE DI UN PUNTO CON L'APPROSSIMAZIONE DI 100 METRI
Identificazione di quadrato di 100 chilometri di lato: NR	NOME DEL PUNTO: = 9 643 1) Leggere le lettere che identificano il quadrato di 100 chilometri di lato nel quale si trova il punto: 2) Leggere il valore del meridiano reticolato immediatamente ad Ovest del punto considerato e registrare le sole cifre scritte in carattere grande: misurare col coordinatometro in etto-metri la distanza tra il punto e la linea suddetta: 3) Leggere il valore del parallelo reticolato immediatamente a Sud del punto considerato e registrare le sole cifre scritte in carattere grande: misurare col coordinatometro in etto-metri la distanza tra il punto e la linea suddetta: NR 23 2 79 3
Trascurarsi nella designazione del punto le cifre scritte in carattere piccolo di ogni numero del reticolato. Questo sono utilizzate nei calcoli. Usare soltanto le cifre scritte in carattere più grande.	DESIGNAZIONE DEL PUNTO: NR232793 Preporre la designazione di zona quando non si è certi che la stessa sia già ben nota: 32TNR232793

RETICOLATO CHILOMETRICO GAUSS-BOAGA

Le coordinate dei vertici di questa carta nel reticolato italiano (proiezione Gauss-Boaga, ellissoide internazionale, orientamento a N. Mario 1940) sono le seguenti:

VERTICE	FUSO OVEST		FUSO EST	
	E	N	E	N
N. O.	1515691	5084905		
N. E.	1525385	5084937		
S. O.	1515715	5075646		
S. E.	1525424	5075678		

Nella carta il reticolato italiano, è indicato nella cornice con i seguenti segni convenzionali:
fuso ovest ← fuso est →

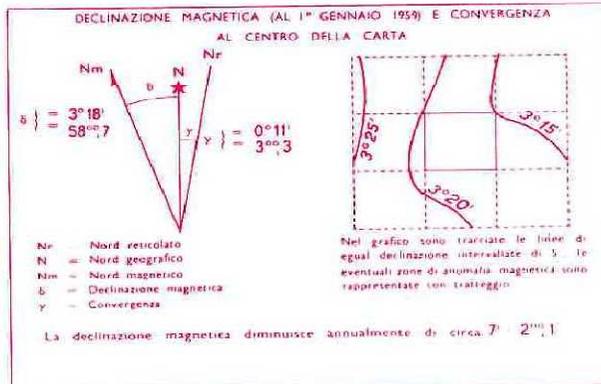
REGIONE
LOMBARDIA
PROVINCIA DI:
COMO

COMUNE DI:
1 LEZZENO
2 VELESO
3 BELLAGIO
4 MAGREGLIO
5 OLIVETO LARIO
6 MANDELLO DEL LARIO
7 ZELIBO
8 FASCIETTO LARNO
9 NESSO
10 REZZAGO
11 VALMADRERA
12 ERBA
13 PONTE LAMBRO
14 CASTELMARTE

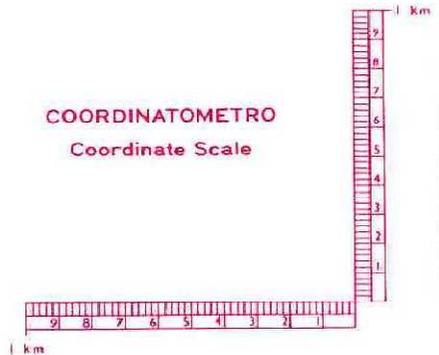
LIMITI AMMINISTRATIVI
ADMINISTRATIVE BOUNDARIES



15 PROSERPIO
16 LONGONE AL SEGRINO
17 LUPILIO
18 PUSTIANO
19 CESANA BRIANZA
20 CIVATE

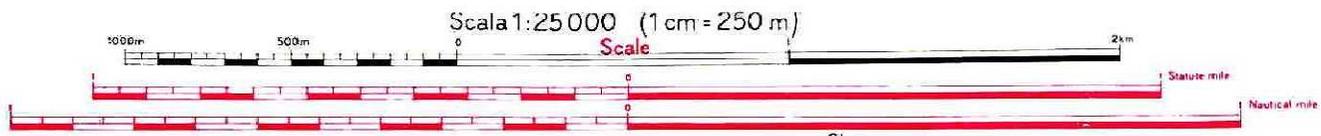


COORDINATOMETRO
Coordinate Scale



Carta ufficiale dello Stato (Legge N°68 del 2-2-1960)
Tutti i diritti di riproduzione e di rielaborazione riservati

VALUTAZIONE DELLA CARTA: OTTIMA
MAP EVALUATION VERY GOOD



Segni convenzionali (Norme 1959 - 62)

Symbols (1959 - 62 Specifications)

A scartamento ordinario
Normal gauge railroads

A scartamento ridotto
Narrow gauge railroads

Staz. grande
Large station

Staz. piccola
Small station

Strada a due o più binari
Double or multiple track railroad

Ferrovia ad un binario
Single track railroad

Ferrovia in costruzione
Railroad under construction

Ferrovia in disarmo
Abandoned railroad

Attraversamenti
Crossings

Ferrovia a due binari
Double track railroad

Ferrovia ad un binario
Single track railroad

Ferrovia in costruzione
Railroad under construction

Tramvie
Streetcar line

Teleferica stabile
Material cableway

Funivia
Passenger cableway

Sittovia e rotovia
Sleigh tow, carl tow

Seggiovia e scivola
Chair lift, ski tow

Classe K 2 Classification

(A1) Autostrada con spartitraffico
Dual highway

(A2) Autostrada senza spartitraffico
Highway (not dual)

(A3) Strada a due o più corsie (6 m ed oltre)
Road, two or more lanes wide (6 m and more)

(A4) Strada a due o più corsie (6 m ed oltre)
Road, two or more lanes wide (6 m and more)

(A5) Strada ad una corsia (fra 3 e 6 m)
Road one lane wide (between 3 and 6 m)

(A6) Strada ad una corsia (fra 3 e 6 m)
Road one lane wide (between 3 and 6 m)

(A7) Strada a corsia stretta con rivestimento duro o leggero
Narrow lane road, hard or light surface

(B1) Rotabile a fondo naturale
Loose surface road

(B2) Camareccia
Cart track

(B3) Mulattiera
Mule track

(B4) Sentiero
Trail, foot path

(B5) Trattura, pista o traccia
Cattle track

Strada in costruzione
Road under construction

Ponti:

per ferrovie railroad

per strade ord. road

in muratura masonry

di ferro metal

di legno wooden

dibanche pontoon

sospeso suspension

pedanca footbridge

Vegetazione:
Vegetation:

Frutteti
Orchard

Vigneti
Vineyard

Oliveti
Olive grove

Agrumeti
Citrus grove

Macchie e cespugli
Scrub

Boschi:
Woods:

Sempreverdi
Coniferous

A foglie caduche
Deciduous

Cedui
Copse

Il bosco fitto è rappresentato con 3 segni di essenza.
Thick woods are marked by 3 symbols.

Limiti di:
Boundaries:

Stato State

Regione Region

Provincia Province

Comune Commune

coltura field

bosco wood

Casa in muratura, baracca, capanna, rudero
House, barracks, hut, ruins

Staz. rifornimento ed assistenza auto
Service station

Centrali idroelettriche, sotterranee, termoelettriche
Hydroelectric plants, underground, steam, electric plant

Opifici a forza idraulica, elettrici
Mills, water-powered, electrically powered

Chiese, cappelle od aratori
Churches, chapels or houses of worship

Tabernacolo o pilone, croce isolata, cimitero
Christian shrine, cross, cemetery

Fumaiolo, torre, guglia, campanile
Chimney, tower, spire, belltower

Pietra o colonna indicatrice, monumento notevole
Sign post, landmark monument

Staz. antenna per telecomunicazioni
Station and antenna for telecommunications

Miniera, aeromotore, pozzo di petrolio o di metano
Mine, windmill, oil or gas well

Faro, fanale, boa luminosa
Lighthouse, light, lighted buoy

Scogli isolati
Isolated rocks

Pista in cemento negli aeroporti
Landing strip, runway

Muri a calce a secco e maceria di sostegno
Masonry wall, dry masonry wall, retaining wall

Palizzata, staccionata o filo spinato
Fence, barbed wire

Pozzo, sorgente, presa
Well, spring, water intake

Pozzo con aeromotore, con noria ecc.
Well with windmill, with derrick etc.

Pozzo artesiano, fontana, cisterna
Artesian well, fountain, cistern

Abbeveratoio, abb. con fontana, cascata
Watering trough, with fountain, waterfall

Acquedotti:
Aqueducts:

Canali:
Canals:

Canalotto d'irrigazione montano
Mountain irrigation ditch

Metanodotto
Gas pipeline

Conduttura importante di energia elettrica
Important power transmission line

Aeroporto
Airfield

Idroscalo
Seaplane base

Campo di fortuna
Emergency airfield

Ancoraggio protetto
Protected anchorage

Punto geodetico, topografico con quota riferita al suolo
Trig point, cadastral point (elevation referred to the ground)

Quota topografica
Spot height

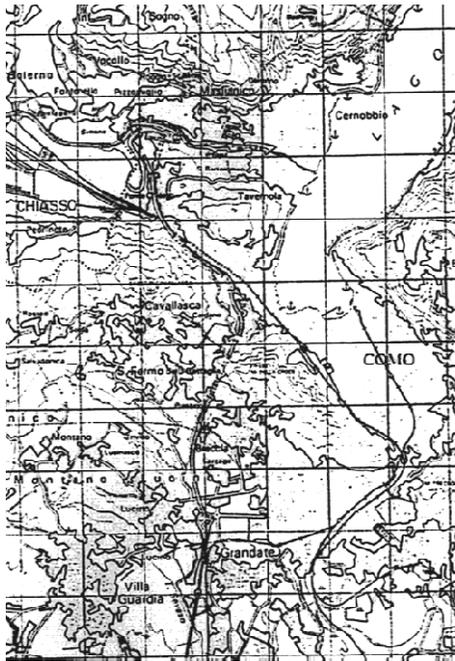
Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M. : foglio 1:25.000



FIG.38

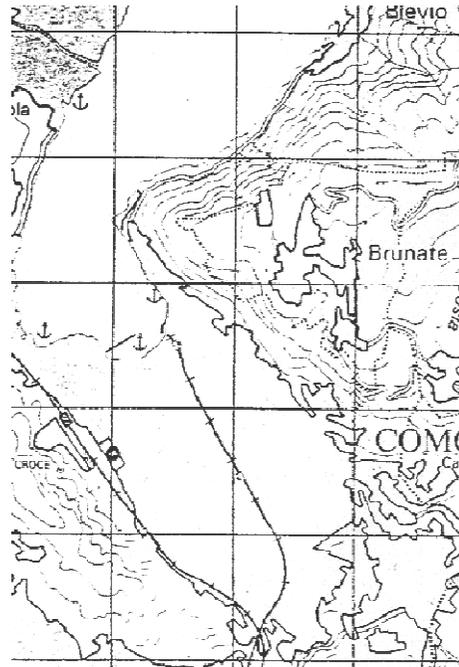
Quadro 5 - F. 47 II S.E. - Montichiari - Serie 25V

Confronto tra alcune scale di rappresentazione



VECCHIO FOGLIO
scala 1:100000

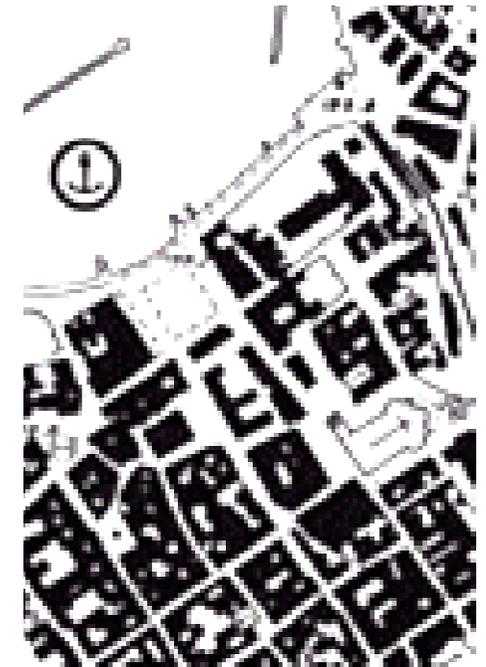
NUOVO FOGLIO
scala 1:50000



SEZIONE
scala 1:10000

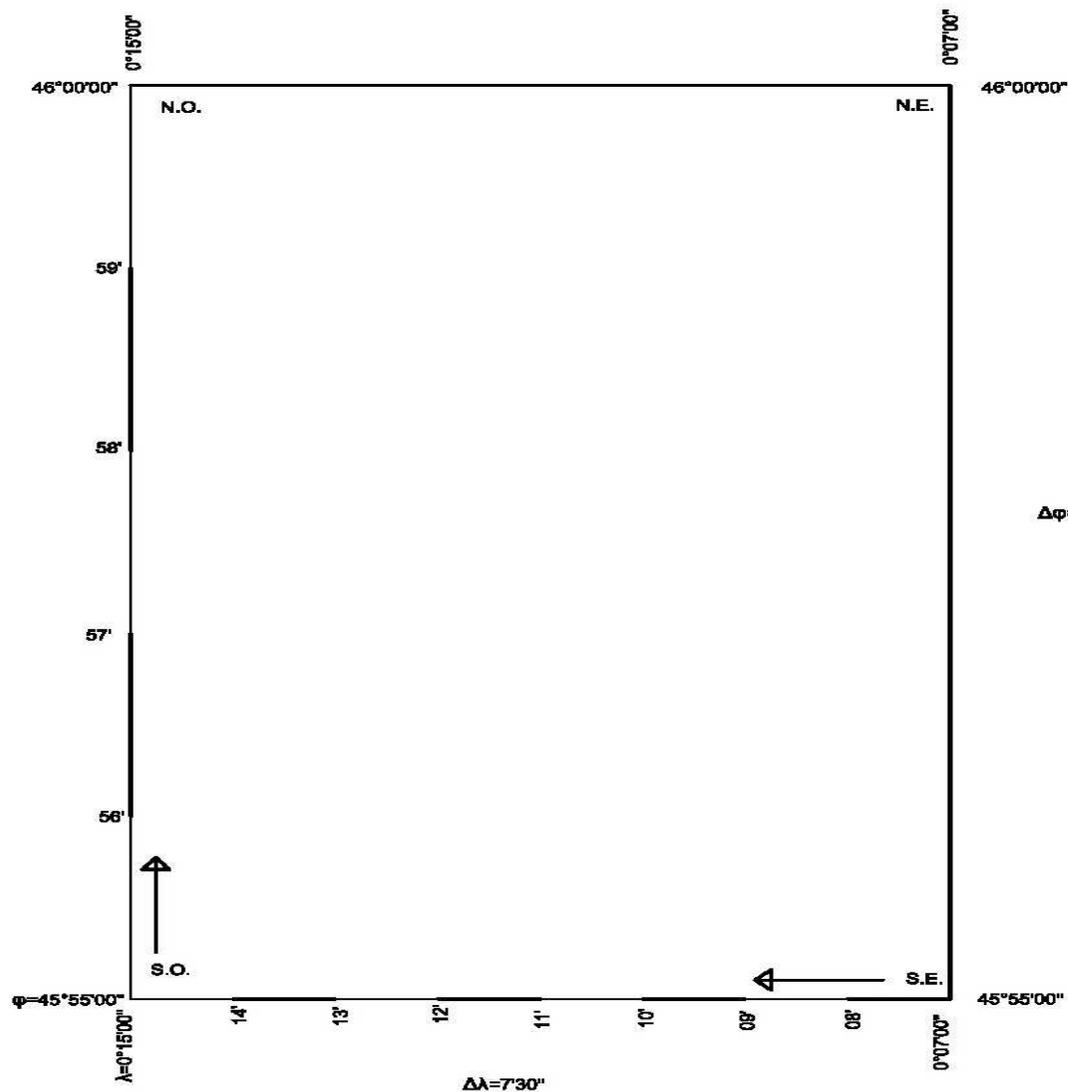
FIG.39

ELEMENTO
scala 1:5000



Esempio delle cartografie riguardanti la stessa zona in alcune delle più importanti scale di rappresentazione.

Coordinate geografiche (φ, λ) 1

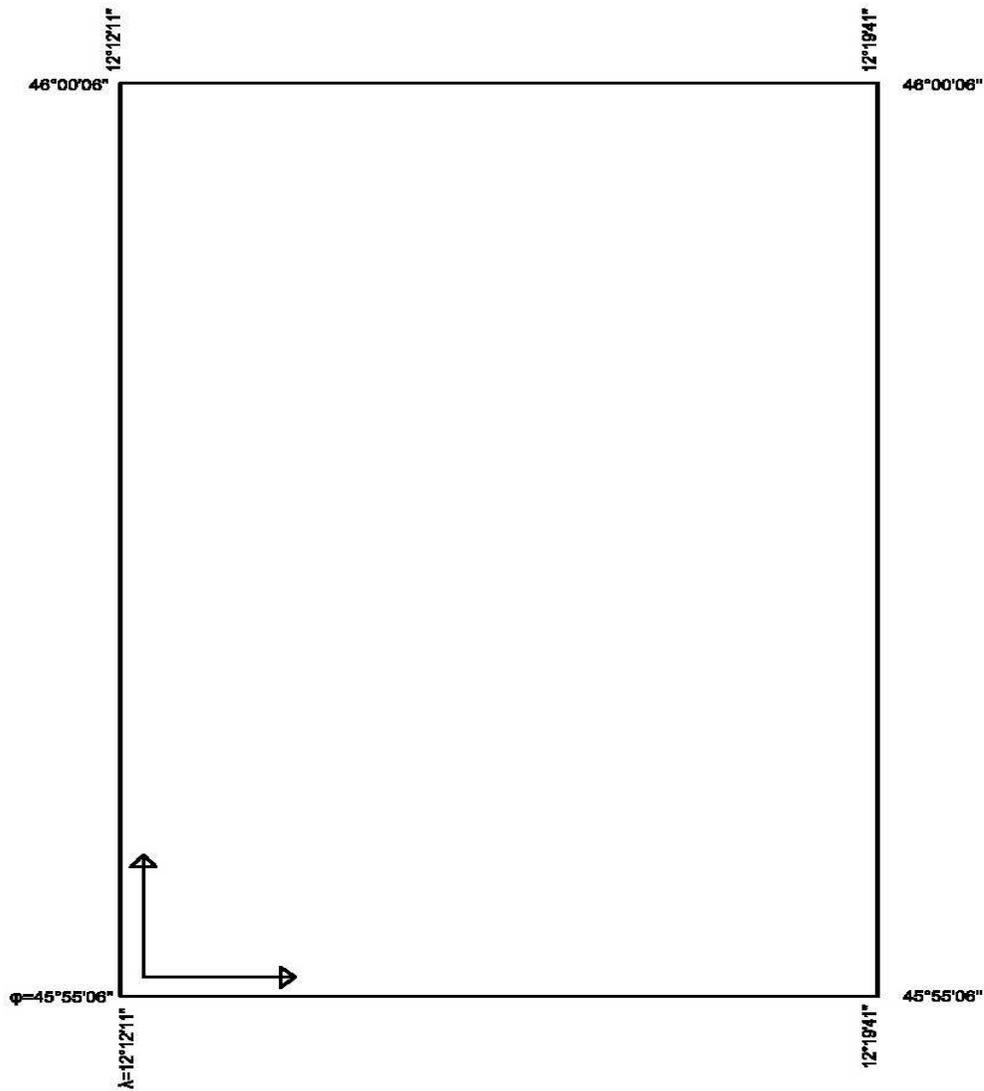


Ellissoide internazionale, orientato a Roma (Monte Mario).
È da notare che il meridiano per Monte Mario (origine della λ) si trova alla destra della tavoletta.

FIG.40

Nel sistema italiano, che è quello qui usato, il meridiano da Roma Monte Mario dista da Greenwich $\lambda=12^{\circ} 27' 08'',40$

Coordinate geografiche (φ, λ) 2



Ellissoide internazionale,
orientamento E.D. 1950.
L'origine della λ è collocata sul
meridiano di Greenwich).

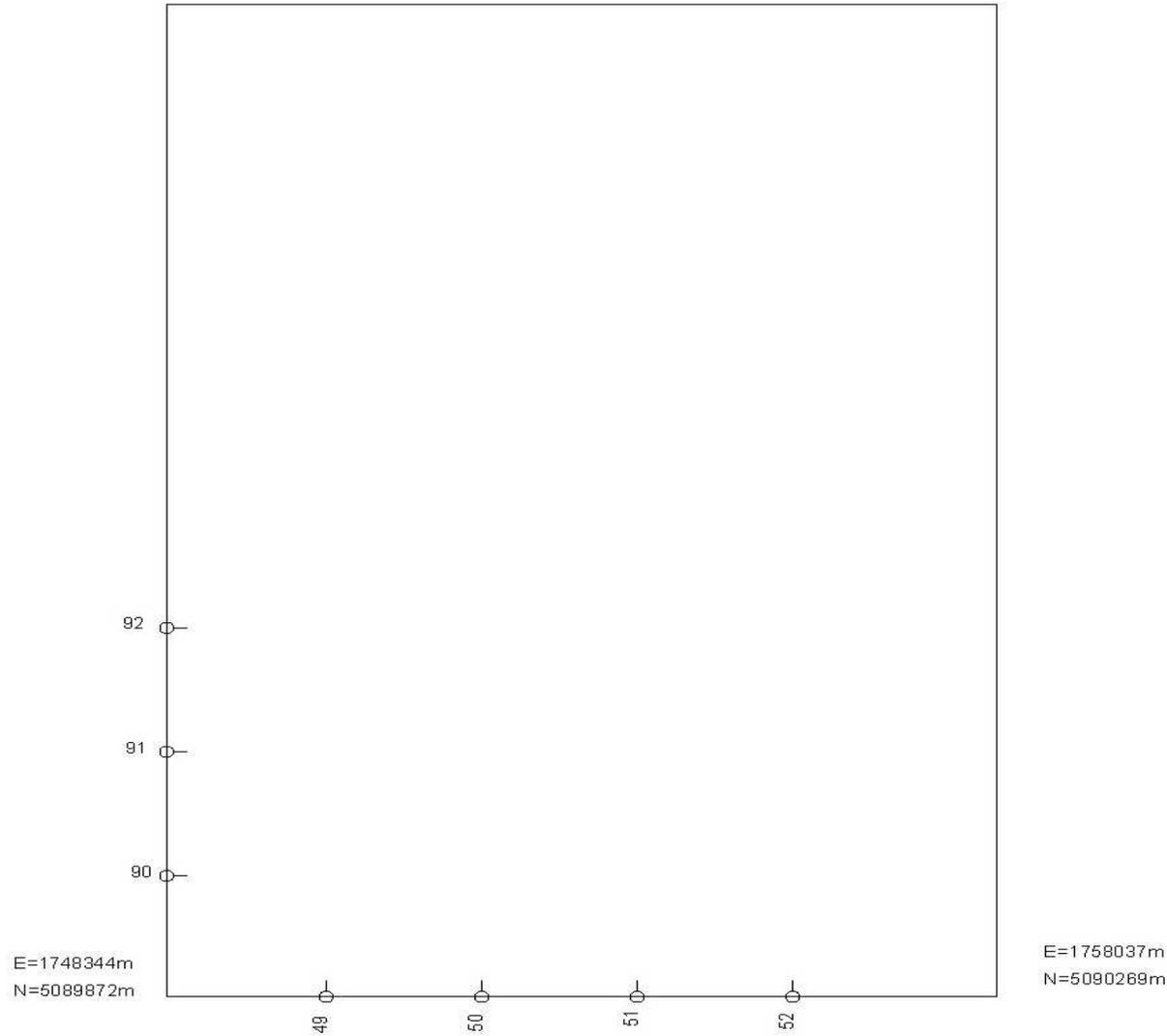
FIG.41

In questo riferimento il meridiano
di Roma Monte Mario dista
 $\lambda=12^{\circ} 27'10'',93$

Coordinate Gauss - Boaga (E,N) 1

E=1747972m
N=5099131m

E=1757850m
N=5099528m



Ellissoide internazionale,
orientato a Roma (Monte Mario
1940).

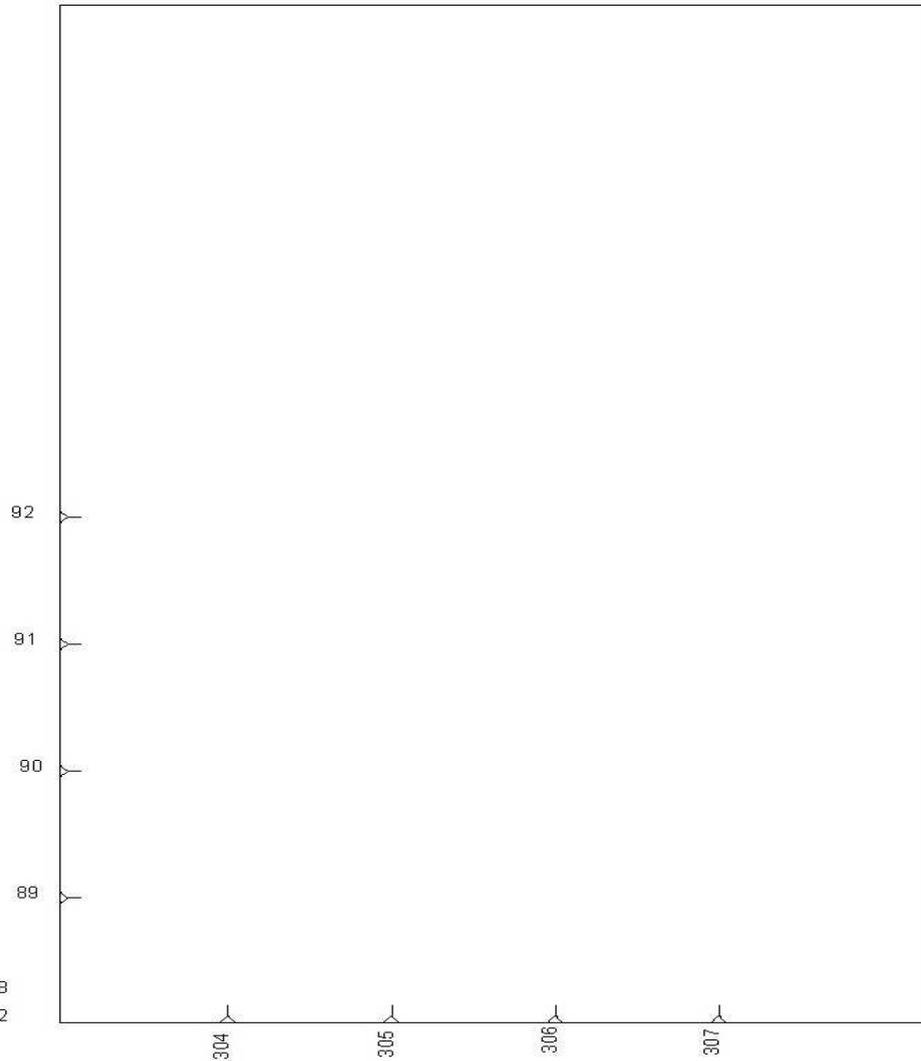
Coordinate riferite al fuso ovest.

FIG.42

Coordinate Gauss - Boaga (E,N) 2

E=2303363
N=5097950

E=2313042
N=5097617



E=2303038
N=5088692

E=2312731
N=5088359

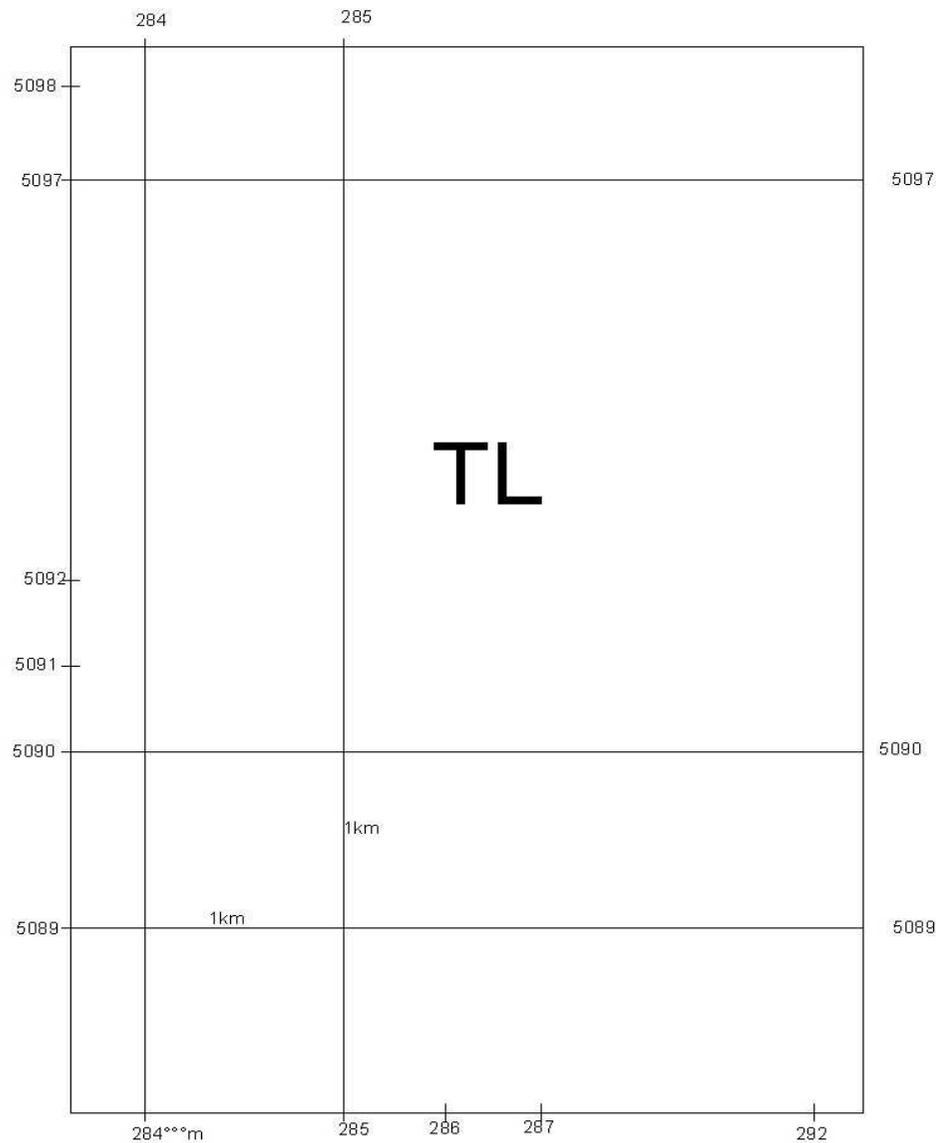
Ellissoide internazionale,
orientato a Roma (Monte Mario
1940).

Coordinate riferite al fuso est.

FIG.43

Reticolato chilometrico U.T.M. 1

(dati europei 1950)



Questa tavoletta appartiene ai fusi 32 e 33.
Le coordinate riportate sono relative al fuso 33 (vecchio fuso est).

- disposizione di zona (fuso + fascia): 33T
- identificazione nel quadrato di 100 Km di lato: TL

- coordinate nel punto
- E = 3 o 4 cifre
N = 3 o 4 cifre

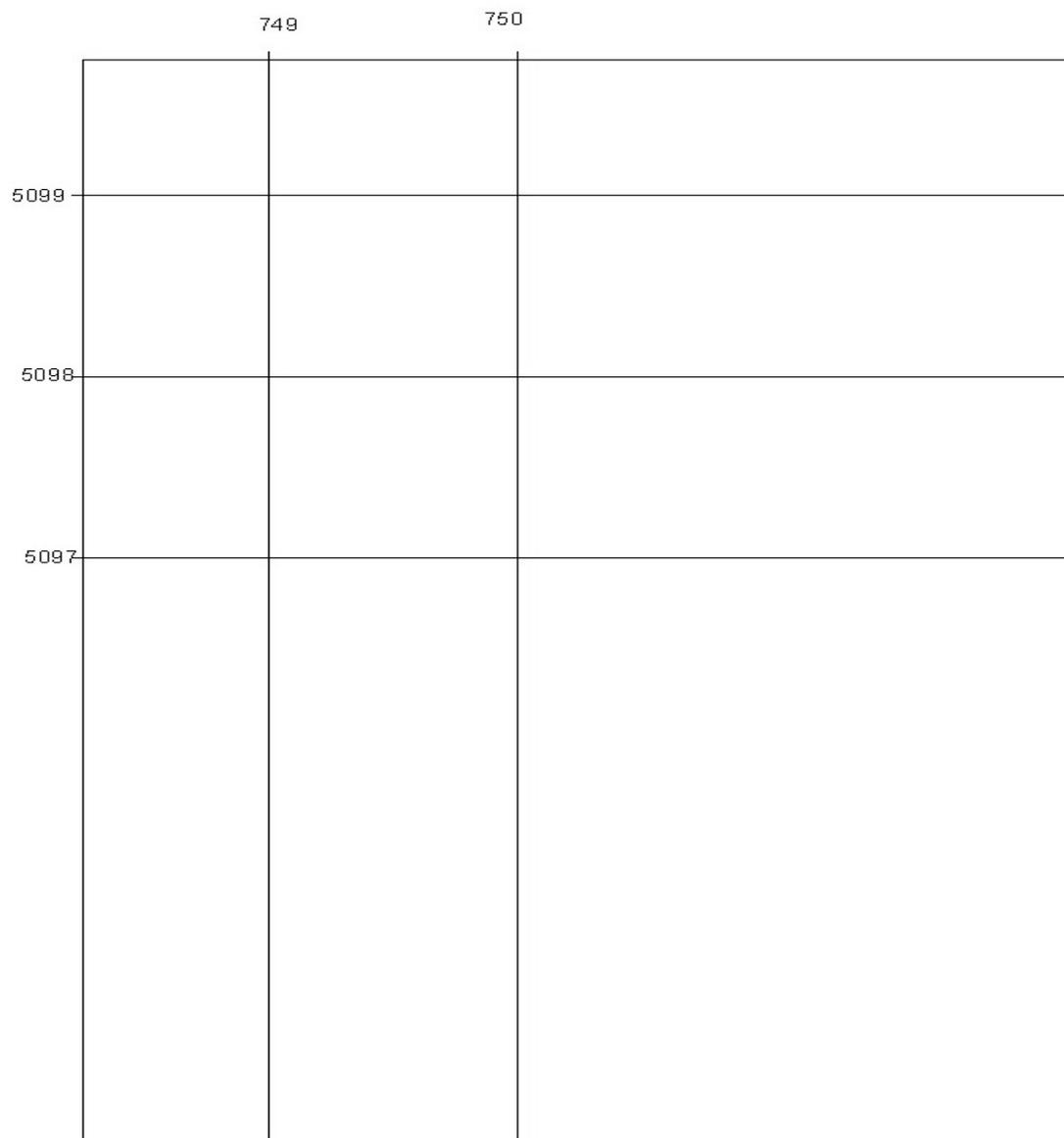
dove:

- 3 cifre = hm;
- 4 cifre = dam.

FIG.44

Reticolato chilometrico U.T.M. 2

(dati europei 1950)



Coordinate relative al fuso 32.

FIG.45

TABELLA delle LONGITUDINI 1

Ellissoide di BESSEL orientato a Genova

$$\varphi = 41^{\circ} 55' 24'',399$$

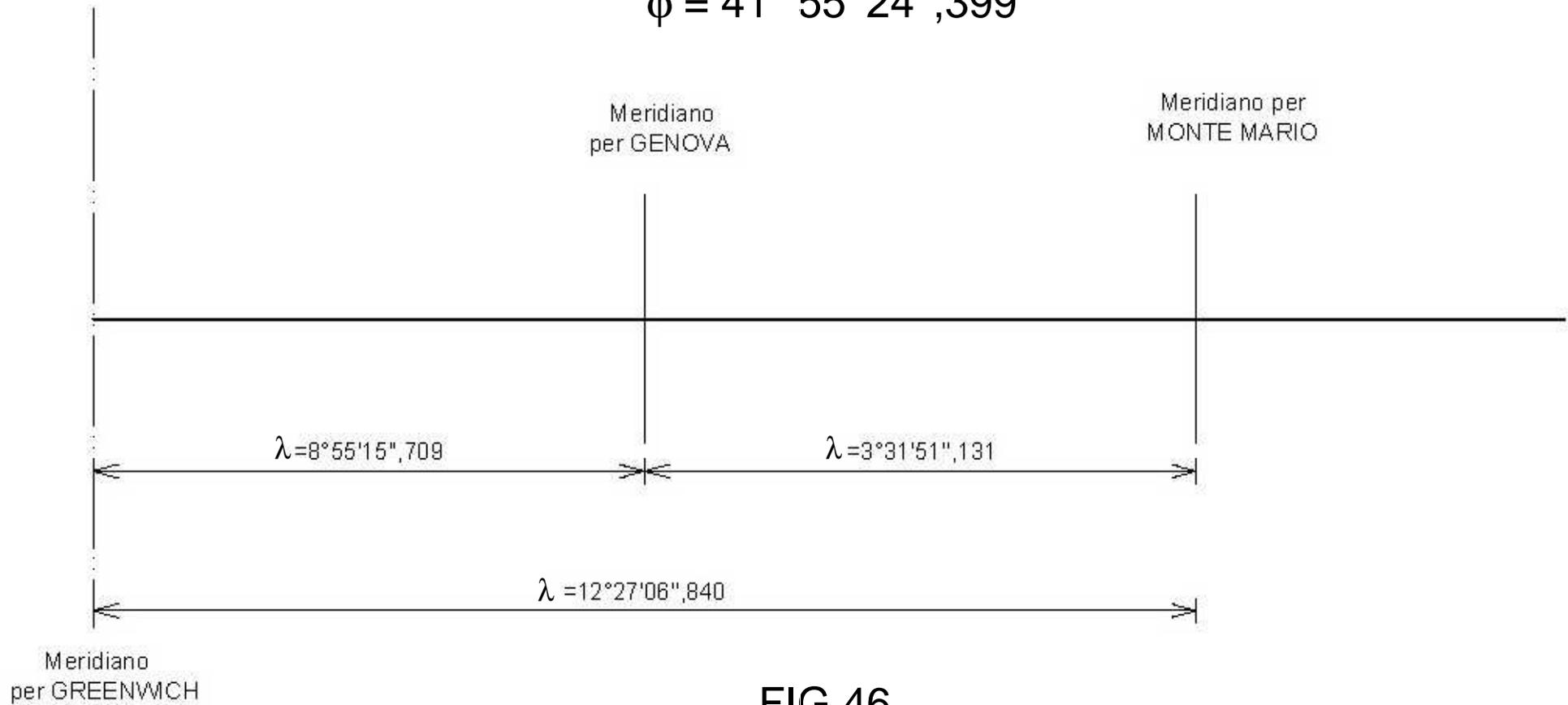


FIG.46

TABELLA delle LONGITUDINI 2

Ellissoide INTERNAZIONALE

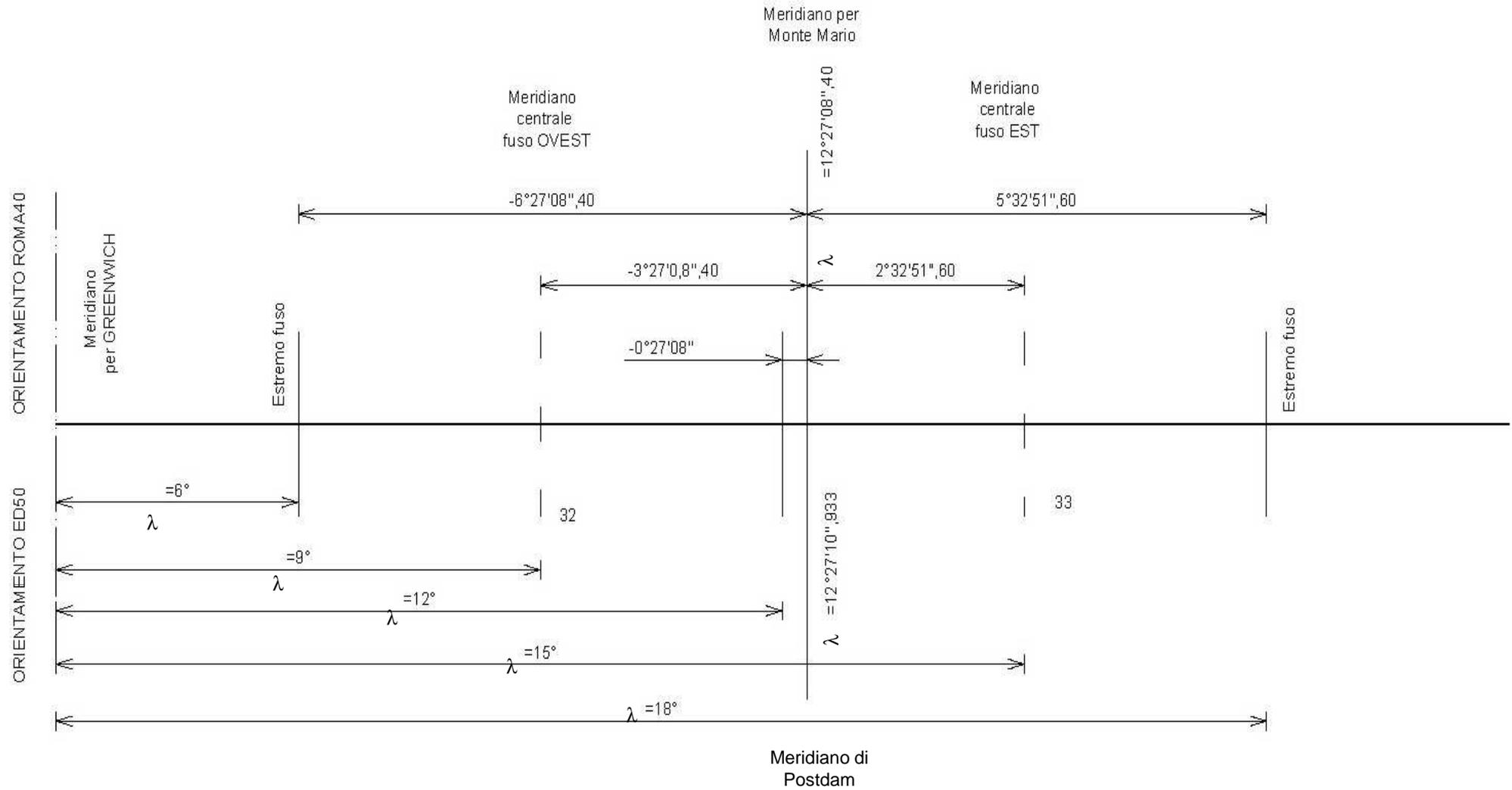
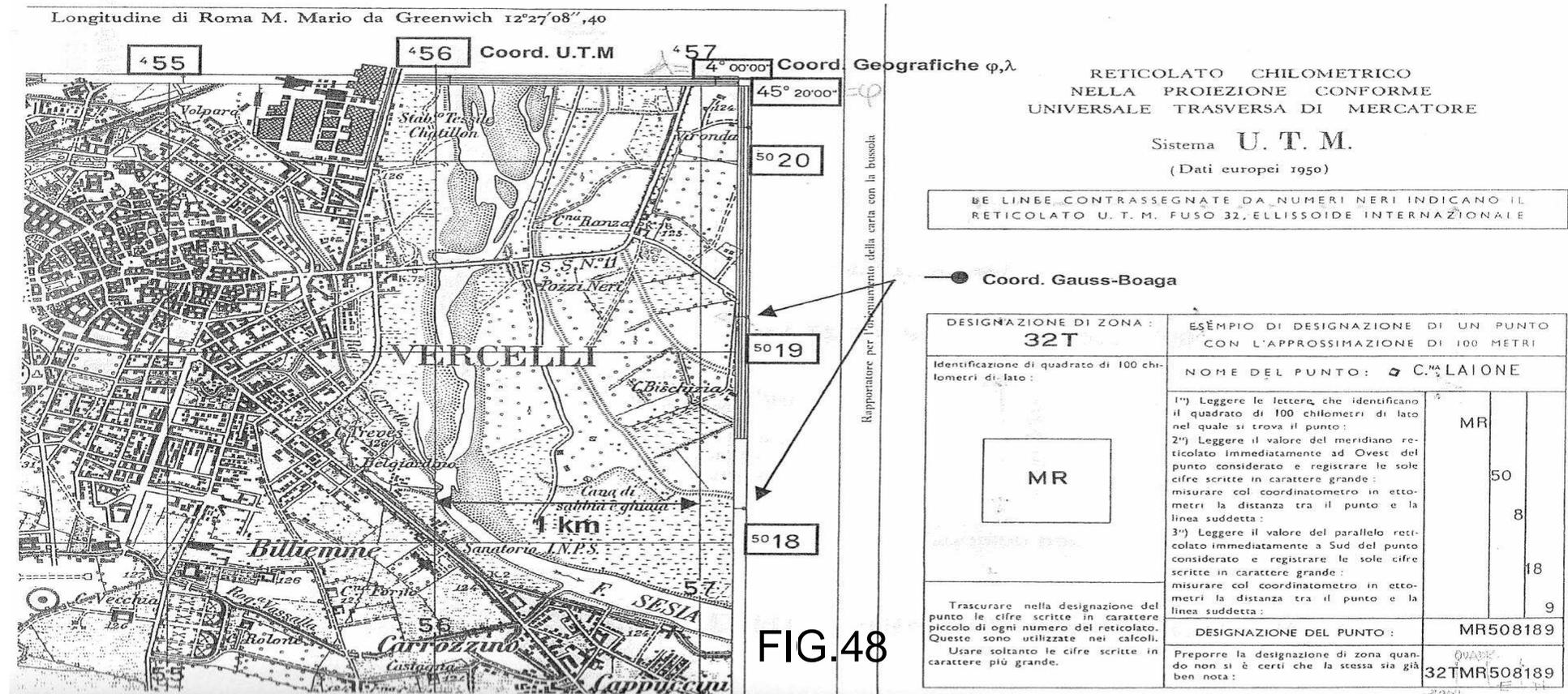


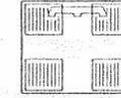
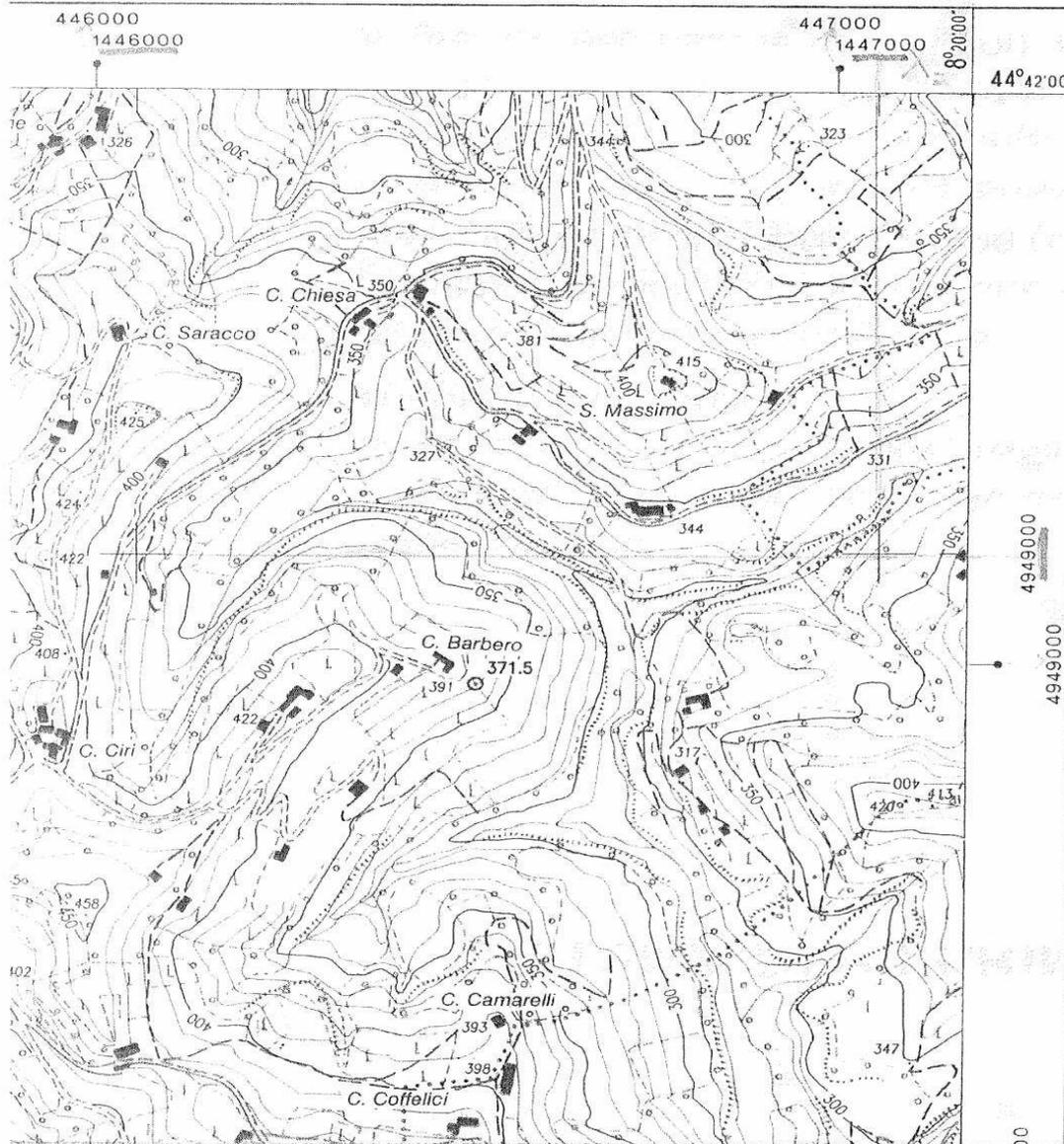
FIG.47

CARTOGRAFIA I.G.M.I. - Coordinate UTM e Gauss - Boaga



L'IGMI consente all'utenza nazionale di utilizzare il suo Servizio Geodetico. Si è così in condizioni di conoscere ed utilizzare: 1) la rete trigonometrica classica (circa 20.000 vertici) ;2) la rete IGMI 95 (da tecniche differenziali GPS);3) la rete di livellazione di alta precisione (oltre 20.000 capisaldi);4) la rete dinamica nazionale R.D.N (99 stazioni permanenti GPS)..

CARTOGRAFIE TECNICHE-Coordinate UTM e Gauss - Boaga



REGIONE PIEMONTE

SERVIZIO CARTOGRAFICO

λ da Greenwich
 ϕ dall'equatore

CTR

CARTA TECNICA REGIONALE

SEZIONE N° **193120**

BUBBIO

FIG.49

CARTA AL TRATTO

Scala 1 : 10 000

SISTEMA di RIFERIMENTO CATASTALE

Definizione

- Ellissoide di Bessel (1841) con
 - $a = 6.377.397,155$ m
 - $\alpha = 1/299,1528128$
- Orientamento: Genova IIM (definizione astronom. 1902)
 - $\varphi = 44^{\circ}25'08,235''$
 - $\lambda = 0^{\circ}$
 - Azimut su Monte del Telegrafo $\alpha = 117^{\circ}31'08,91''$

Realizzazione

- Rete di inquadramento costituita dalla triangolazione dell'IGM (limitatamente ai vertici di 1°, 2° e 3° ordine) infittita con la triangolazione catastale di rete, sottorete e dettaglio.

Rappresentazione cartografica

- Cassini-Soldner con suddivisione del territorio nazionale in 32 zone riferite ciascuna ad una diversa origine (*centro di sviluppo*), coincidente in molti casi con un vertice IGM. L'estensione di ogni sistema è, in genere, limitata ad un massimo di 70 Km dall'origine in direzione Est-Ovest e a 100 Km in direzione Nord-Sud. La maggior parte delle Province è compresa in sistemi di grande estensione (31 origini); il rimanente territorio è suddiviso in sistemi più piccoli (817 complessivamente).

Coordinate di Gauss-Boaga

- ellissoide internazionale orientato a Roma.

Coordinate Cassini-Soldner

- ellissoide di Bessel con vari orientamenti (M.te Mario per l'Italia centrale; Genova per l'Italia Settentrionale; Castanea delle Furie in Sicilia per l'Italia Meridionale).

Passaggio di coordinate tra i due sistemi

- Si riducono le coordinate Cassini-Soldner alla loro vera grandezza:
- Si trasportano nell'orientamento Gauss-Boaga:
ottenendo coordinate parziali, prive di deformazioni.

Il Territorio nazionale risultava diviso in 32 zone, per ognuna delle quali è definita un'origine (in complesso però si hanno ben 849 origini, prendendo in esame anche le origini per piccole estensioni, cioè il territorio di un Comune).

Le coordinate **GAUSS-BOAGA** sono riferite all'ellissoide internazionale orientato a Roma M. Mario.

Le coordinate **CASSINI-SOLDNER** sono riferite all'ellissoide di Bessel, con vari orientamenti (M.te Mario per l'Italia centrale; Genova per l'Italia Settentrionale; Castanea delle Furie in Sicilia per l'Italia Meridionale).

Le mappe catastali sono a scale molto grandi ($1/4000 \div 1/1000$) e sono planimetriche (con qualche eccezione).

1. Si riducono le coordinate Cassini-Soldner alla loro vera grandezza:

$$\begin{cases} x_c = x - d_1 \\ y_c = y \end{cases}$$

2. Si trasportano nell'orientamento Gauss-Boaga:

$$\begin{cases} \Delta X = (x - d_1) \cdot \cos \gamma + y \sin \gamma \\ \Delta Y = y \cdot \cos \gamma - (x - d_1) \cdot \sin \gamma \end{cases}$$

Coordinate parziali prive di deformazione

3. Si attribuiscono a queste coordinate parziali le deformazioni caratteristiche delle coordinate Gauss-Boaga:

- Deformazione per elementi finiti:

$$s \cdot \frac{Y_1^2 + Y_1 Y_2 + Y_2^2}{6 \cdot \rho \cdot N} \left\{ \begin{array}{l} inX \longrightarrow \Delta X \cdot \frac{3 \cdot Y^2}{6 \cdot \rho \cdot N} \\ inY \longrightarrow \Delta Y \cdot \frac{Y_0^2 + Y_0 Y + Y^2}{6 \cdot \rho \cdot N} \end{array} \right.$$

- Modulo di deformazione per elementi infinitesimi:

$$m = 1 + \frac{Y^2 \cdot \cos^2 \alpha}{2 \cdot \rho \cdot N}$$

- Riduzione del 0,4 ‰

Queste ultime correzioni danno luogo a ($m - 4 \cdot 10^{-4}$)

IN DEFINITIVA

$$\begin{cases} \Delta X = X - X_0 = x \cdot [\cos \gamma \cdot (m - 4 \cdot 10^{-4})] + y \cdot [\sin \gamma \cdot (m - 4 \cdot 10^{-4})] + d_1 \\ \Delta Y = Y - Y_0 = y \cdot [\cos \gamma \cdot (m - 4 \cdot 10^{-4})] + x \cdot [\sin \gamma \cdot (m - 4 \cdot 10^{-4})] \end{cases}$$

Da circa 40 anni la rappresentazione Cassini - Soldner è stata abbandonata dal Catasto italiano e sostituita da quella di Gauss - Boaga: è stata così fatta la trasformazione dei punti trigonometrici catastali, ecc. Molte mappe riportano ancora però i parametri della rappresentazione originaria.

Oggi il Catasto (passato nell'Agenzia del Territorio e poi nell'Agenzia delle Entrate) è quasi completamente informatizzato e molte procedure operative sono state modificate ed aggiornate, specie in questi ultimi anni (ad esempio si veda il programma DOCFA e il PREGEO) e l'abolizione del N.C.E.U.

Esempio di MAPPA CATASTALE 1/4.000 – 1/ 2.000

SCRITTURAZIONI INTERNE ED ESTERNE DEL FOGLIO DI MAPPA

ROMA 62

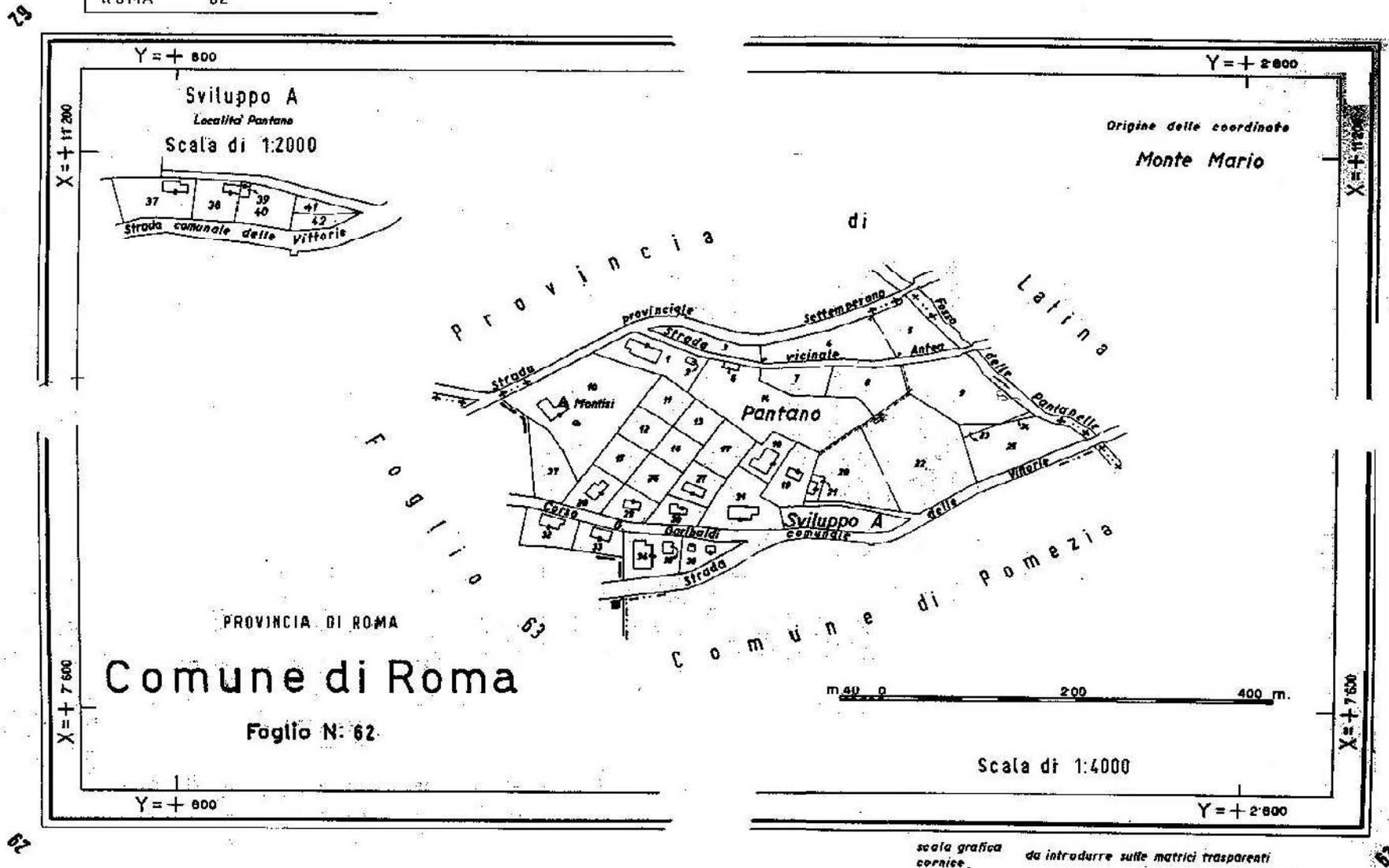


FIG.50

I fogli di mappa hanno dimensioni notevoli, qui ne riportiamo uno ridotto opportunamente per rientrare nell'impaginazione.

Esempio di MAPPA CATASTALE 1:2.000

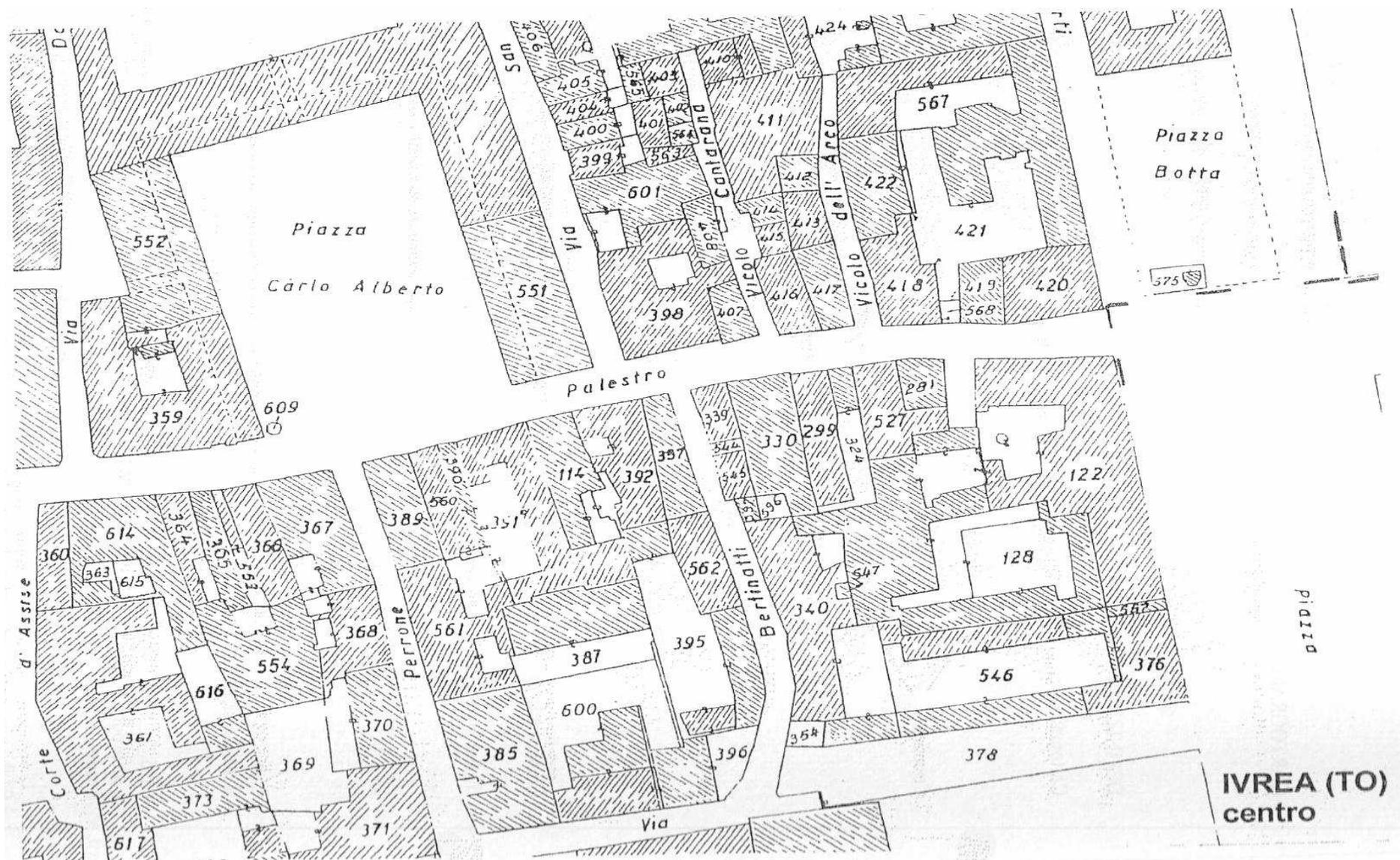
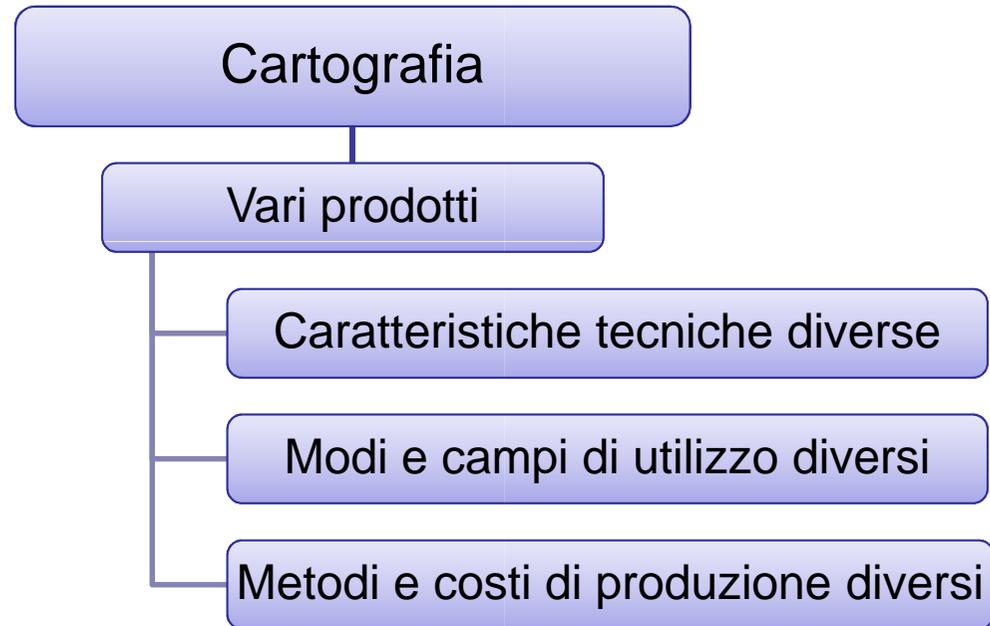


FIG.51

Particolare di una mappa catastale

CARTOGRAFIA NUMERICA



Definizione

- Cartografia costituita da coordinate di punti, memorizzate su supporto magnetico, elaborate da calcolatore.

Coordinate

```
graph TD; A[Coordinate] --> B[Associate ad un codice]; A --> C[Strutturate in una forma logica che permette di ricostruire, con opportune elaborazioni al calcolatore, l'informazione]; C --> D[Informazione qualitativa]; C --> E[Informazione metrica];
```

Associate ad un codice

Strutturate in una forma logica che permette di ricostruire, con opportune elaborazioni al calcolatore, l'informazione

Informazione
qualitativa

Informazione
metrica

La produzione di cartografia numerica avviene

Mediante rilievo topografico
(cart.topografica.num.)

Per digitalizzazione (manuale
o con dispositivi di scansione)
di cartografia tradizionale
(cart.num.digitale)

Mediante restituzione
fotogrammetrica numerica
(c.fotogrammetrica.n.)

c.t.n.

- Si ottiene da rilievi topografici, con strumentazione opportuna (quale ad esempio stazioni totali, ecc).

c.n.d.

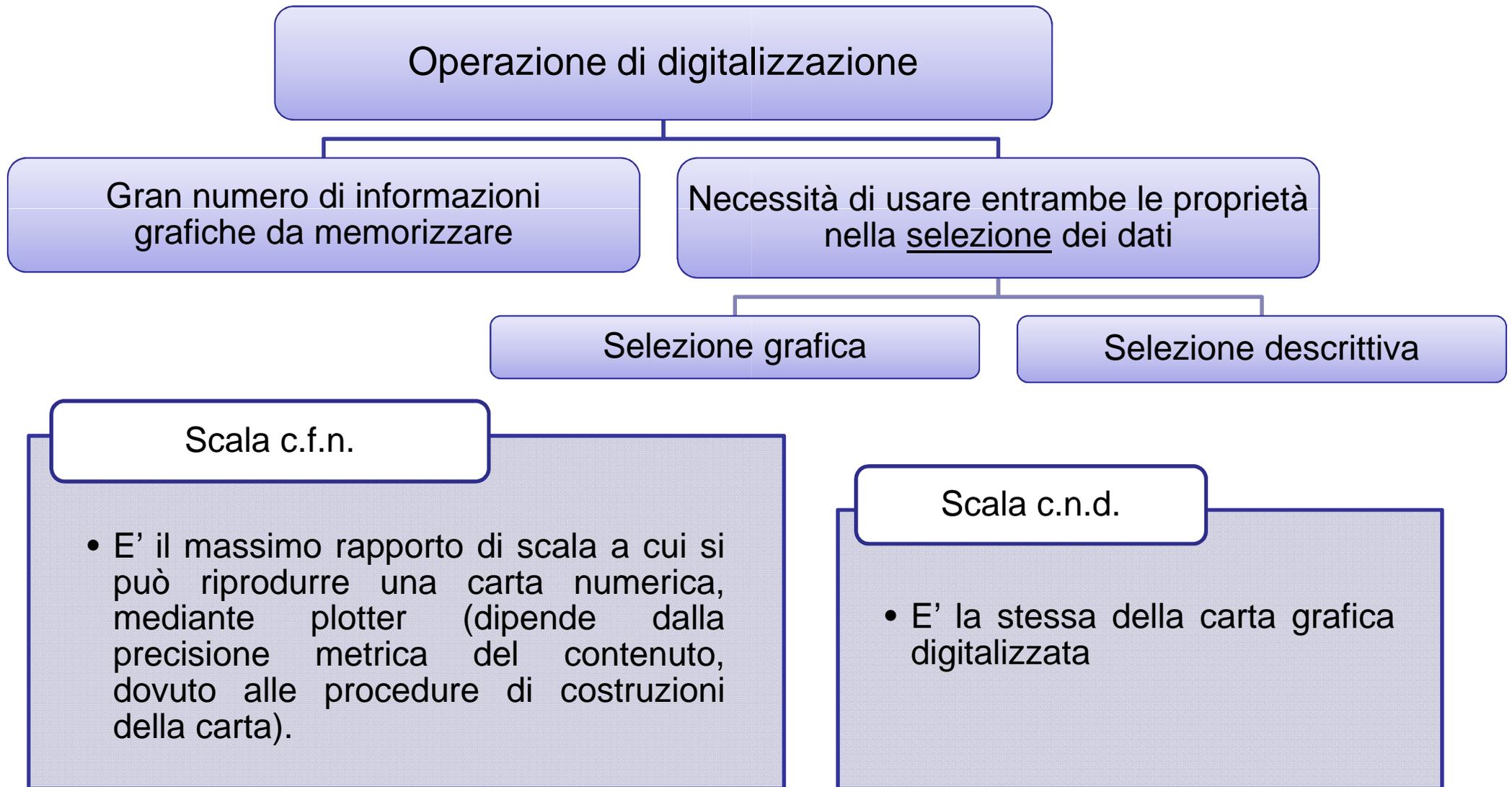
- E' un prodotto "derivato": trasposizione in forma numerica di una carta tradizionale (dalla carta "sorgente"). Viene mantenuta la divisione tra planimetria ed altimetria.

c.f.n.

- E' un prodotto ottenuto in forma numerica direttamente nella fase di restituzione fotogrammetrica (sia da restitutori analitici, che da restitutori analogici, muniti di encoders e di registrazione automatica dei dati).

Costituisce un vero modello tridimensionale del terreno.

Cartografia numerica digitalizzata



Costruzione della cartografia numerica



Nel caso di **c.f.n.** occorre aggiungere l'operazione di "EDITING": cioè ripulire e completare con procedure ed algoritmi di tipo analitico, basati sull'uso di sistemi videografici interattivi, le congruenze geometriche e le omissioni.

Sviluppo dell' **INFORMAZIONE GEOGRAFICA** nelle Regioni

A livello della *Pubblica Amministrazione (P.A.)* si effettuano delle azioni programmate per un percorso di trasformazione nel passaggio da rappresentazione classica, esclusivamente “grafica” del territorio (Carte Tecniche Regionali sia analogiche che digitali) ad una rappresentazione che abbia anche “contenuti informativi” (moderni strumenti della “Spatial Data Infrastructure”, cioè fenomeni fisici, biologici, economici, ecc.).

Si impongono quindi regole tecniche precise, al contrario di quanto si era fatto in passato, in cui si fornivano soltanto indirizzi di politica territoriale (ad esempio : Intesa-GIS ; approvazione del Codice dell'Amministrazione Digitale: approvazione della Direttiva europea INSPIRE; ecc).

E' poi forse più corretto parlare di **SIT** (sistemi informativi territoriali) piuttosto che di GIS (geographic information system).

INSPIRE = Infrastructure for Spatial Information in Europe

I.D.T. = Infrastruttura Dati Territoriali.