

Sistemi Informativi Territoriali

Paolo Mogorovich

www.di.unipi.it/~mogorov

Nozioni di Cartografia

<http://www.di.unipi.it/~mogorov/>

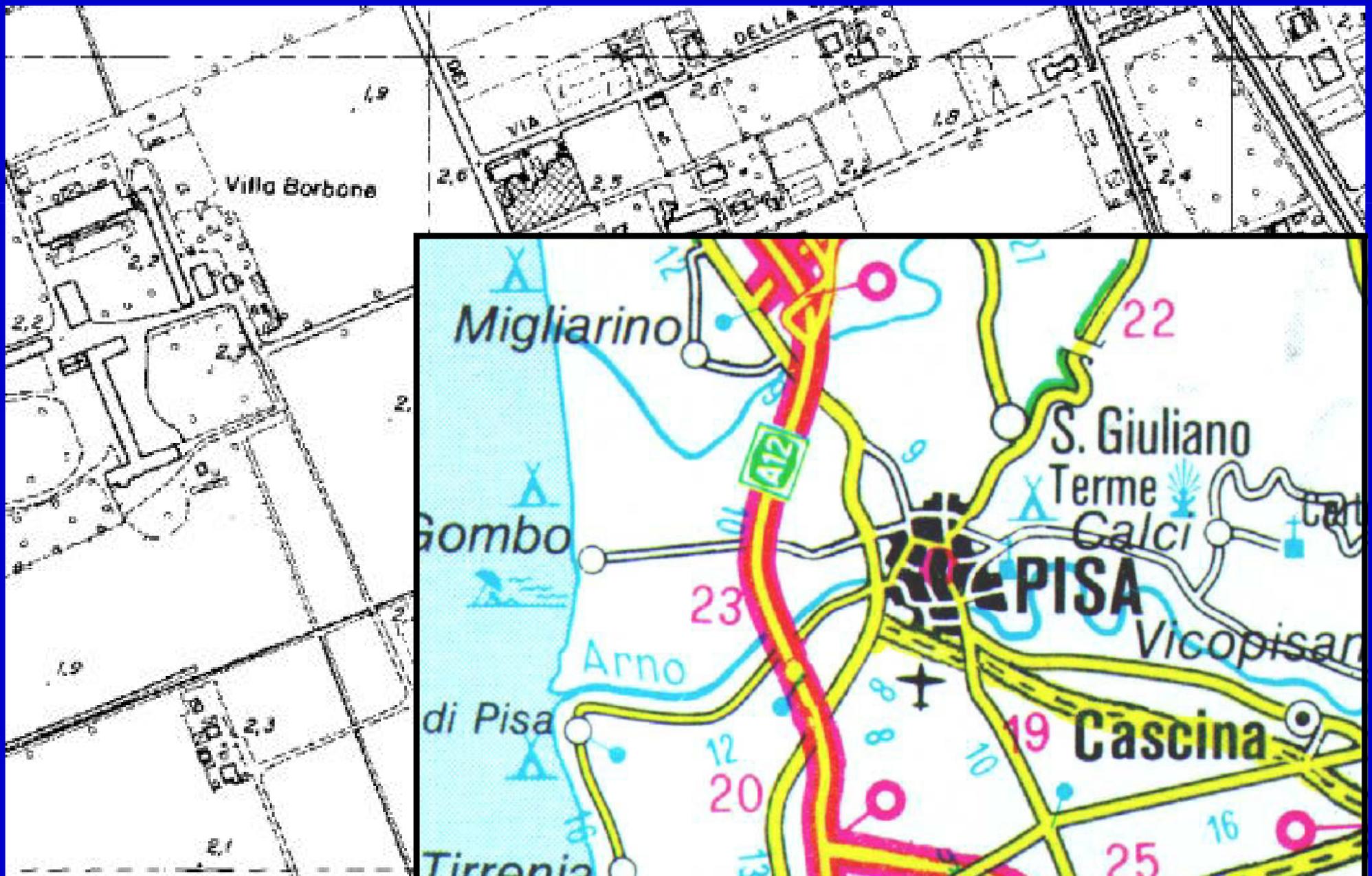
Indice

- **Cartografia: lo scopo e il prodotto**
- **La scala**
- **Sistemi di riferimento**
- **Produttori di cartografia in Italia**
- **Cartografia in "vera proiezione" e simbolica**
- **Cartografia topografica, tematica e fotografica**
- **Leggere le caratteristiche di una carta**
- **L'informazione altimetrica**
- **Livelli principali**
- **La scala e l'accuratezza**

Cartografia (razionale e artistica)

- Lo scopo della Cartografia è di riportare graficamente sul piano, mediante opportune leggi matematiche, quanto esiste sulla superficie terrestre
- La Cartografia razionale si occupa di stabilire una corrispondenza biunivoca, sotto forma di relazioni matematiche analitiche, tra i punti della superficie terrestre e gli omologhi punti sul piano.
- La Cartografia applicata si occupa di attuare nel piano, sotto forma di disegno artistico, il tipo di rappresentazione prescelto (dopo aver stabilito una certa scala).

Cartografia razionale e artistica



La carta

Prodotto della cartografia disegnata è un documento piano, in genere cartaceo, che descrive, con un'apposita simbologia e tramite alcune convenzioni, alcuni degli oggetti presenti in una certa parte di territorio, con un predefinito fattore di riduzione.

Il processo che porta al disegno di una carta include i seguenti passi fondamentali:

- definizione di un modello della terra (un ellissoide con determinate caratteristiche) che approssimi nel modo migliore la superficie terrestre con una figura esprimibile da una formula geometrica
- proiezione della superficie dell'ellissoide su un piano trovando un compromesso tra le inevitabili approssimazioni che questo processo produce
- definizione di un sistema di riferimento
- rilevamento degli oggetti presenti sul territorio e riporto sulla carta

I primi due passi introducono approssimazioni inevitabili dovute alla forma della terra (non descrivibile con una formula matematica) e alla impossibilità di riportare su un piano una figura sferica

La scala

La scala della carta è il rapporto di riduzione delle lunghezze tra la carta ed il terreno (1:25000 indica che ad un mm della carta corrispondono 25000 mm sul terreno, ossia 25 metri).

Si parla comunemente di

- **GRANDE SCALA** per scale 1:500, 1:1.000, 1:2.000
- **MEDIA SCALA** per scale 1:5.000, 1:10.000
- **PICCOLA SCALA** per scale 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, ...

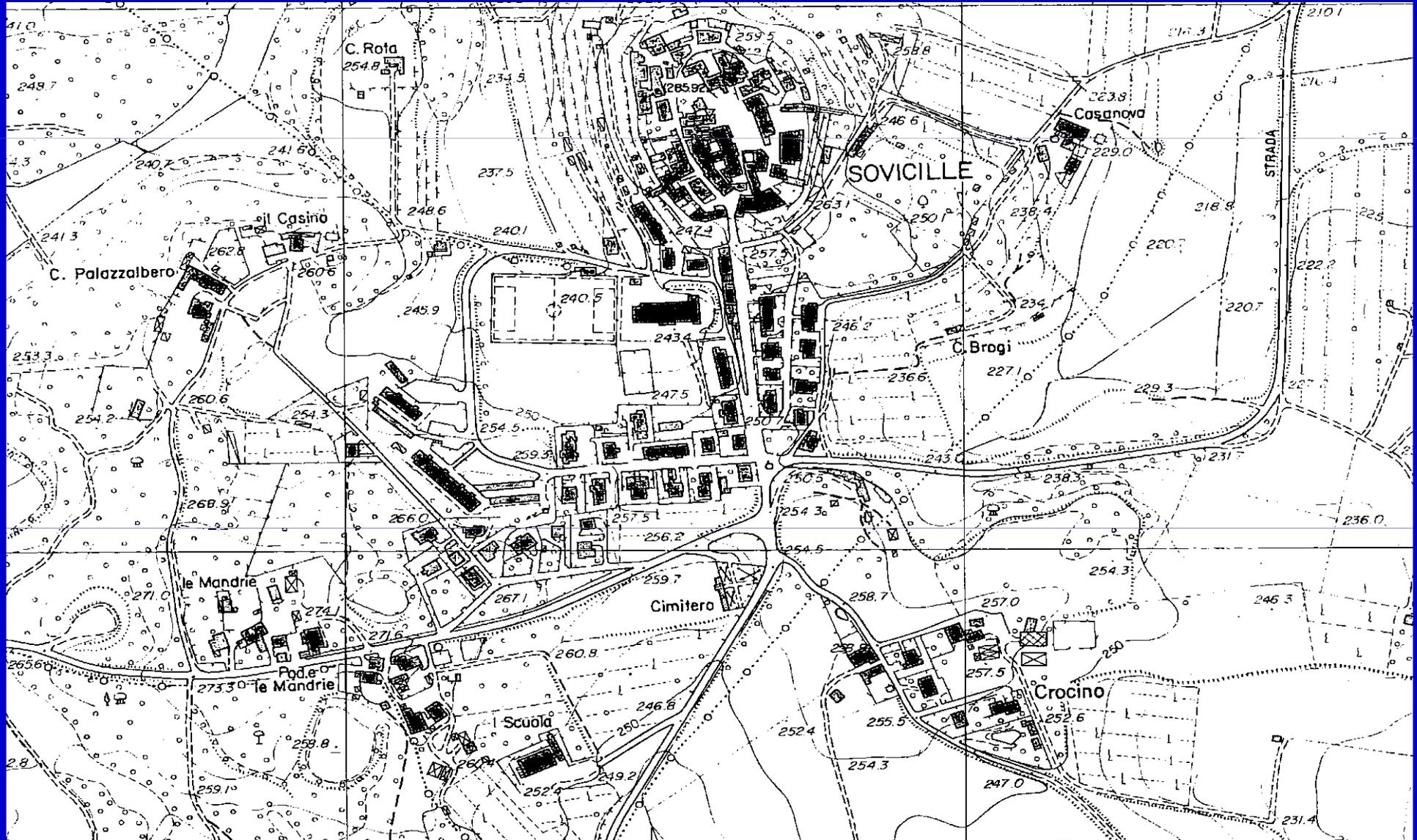
La scala non è esattamente costante in tutti i punti della carta, ma è riferita solo ad alcuni punti o direzioni particolari

Le informazioni presenti in una certa scala sono sufficienti a costruire una carta a scala più piccola, a meno che non si desideri introdurre nuovi temi (Processo di "Generalizzazione")

Cartografia: media scala

La scala influenza l'area rappresentabile, l'accuratezza geometrica della rappresentazione, il dettaglio e il modo con cui vengono rappresentati gli oggetti, ecc.

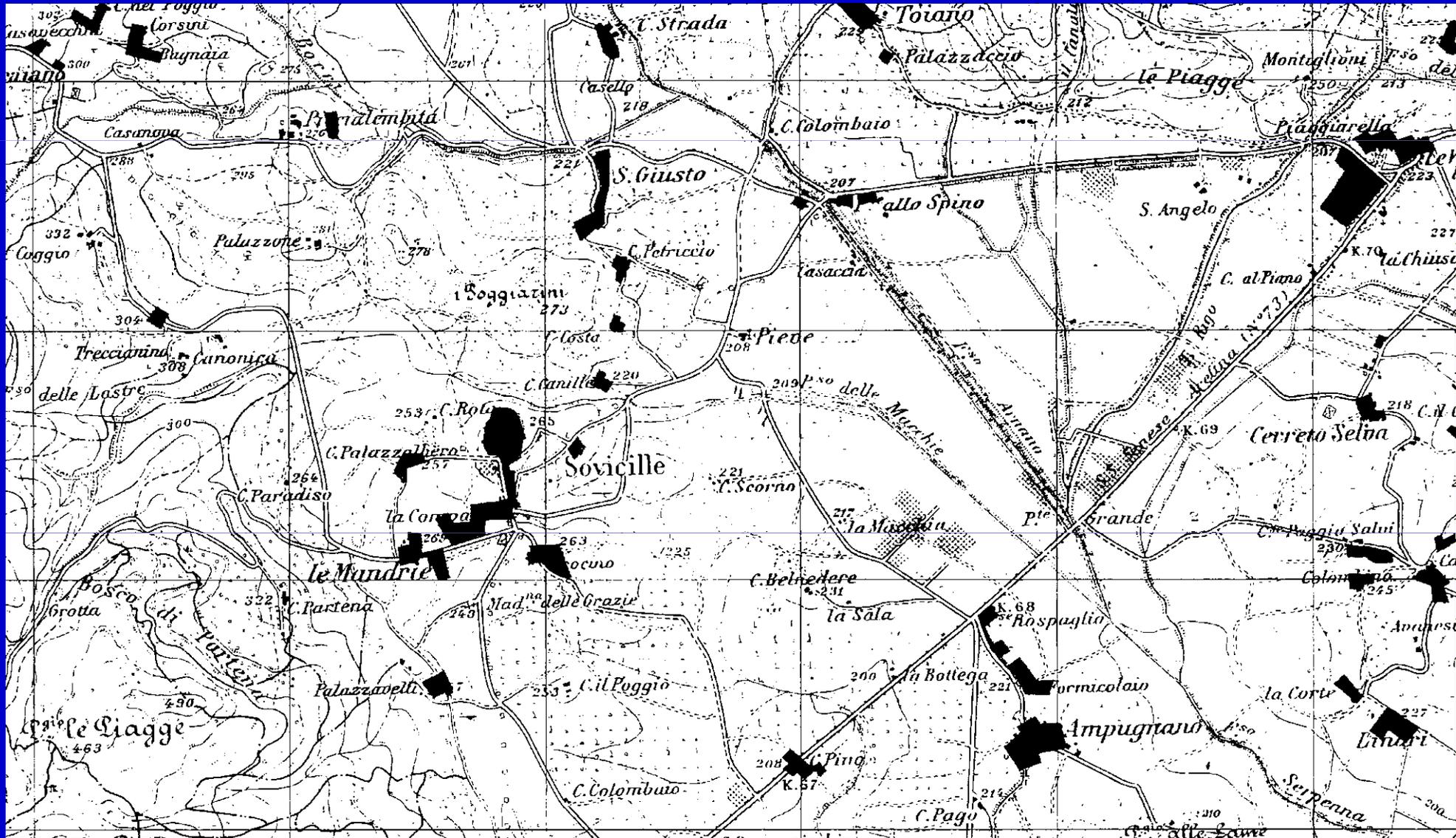
“grande scala = grande dettaglio”



Cartografia: piccola scala

La scala influenza l'area rappresentabile, l'accuratezza geometrica della rappresentazione, il dettaglio e il modo con cui vengono rappresentati gli oggetti, ecc.

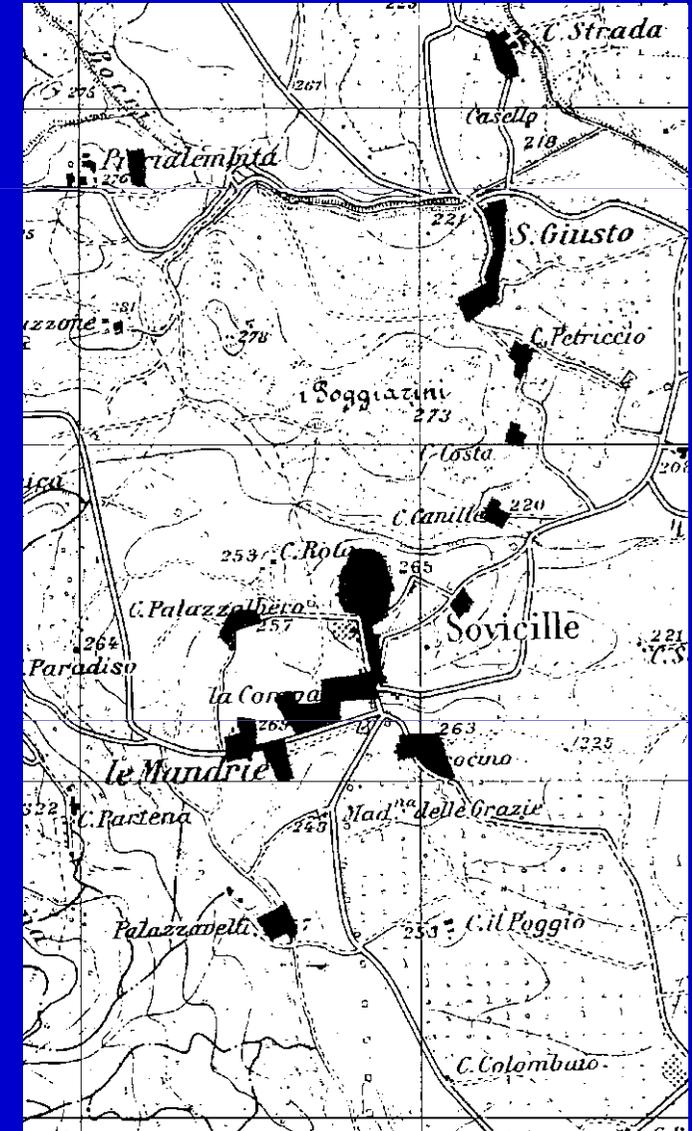
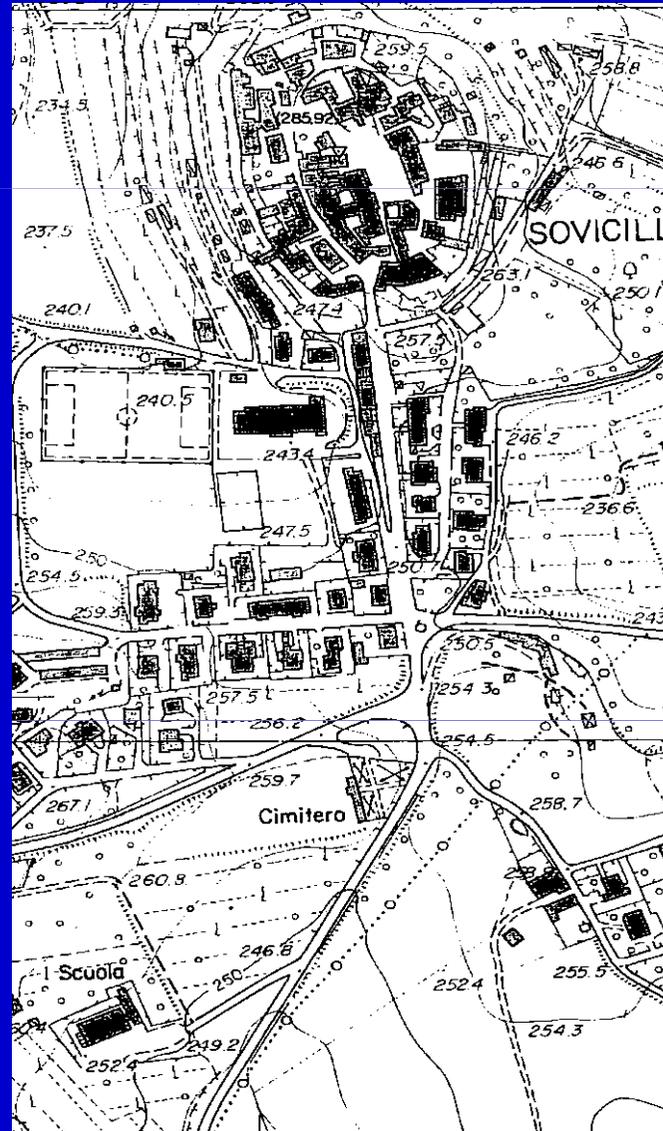
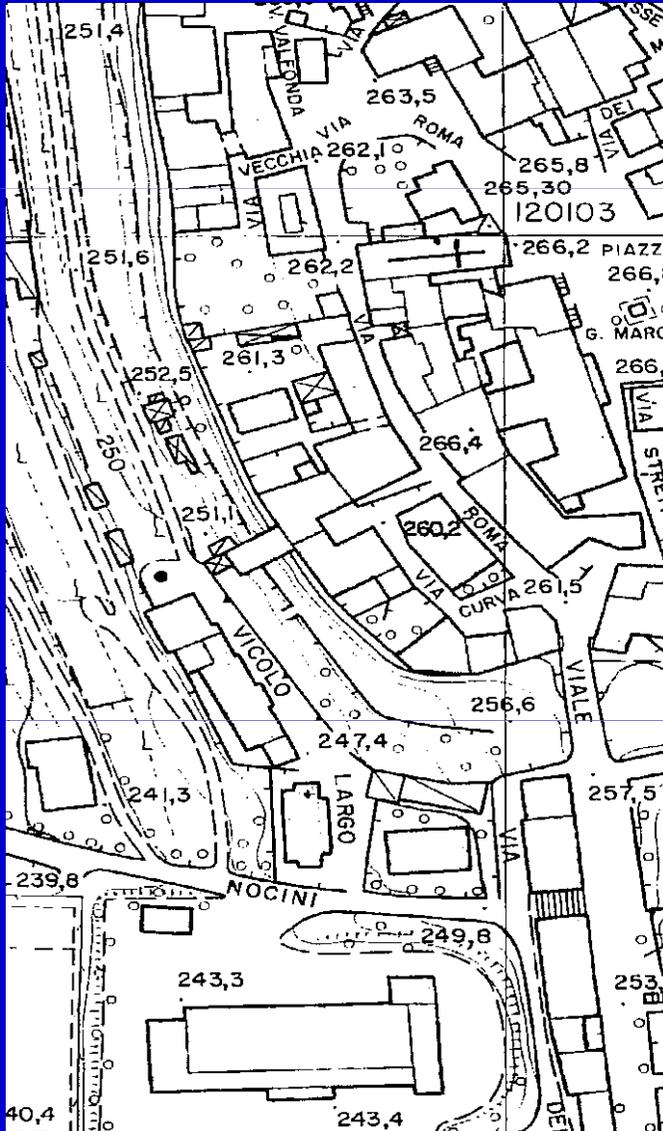
"grande scala = grande dettaglio"



Cartografia: confronto tra varie scala

La scala influenza l'area rappresentabile, l'accuratezza geometrica della rappresentazione, il dettaglio e il modo con cui vengono rappresentati gli oggetti, ecc.

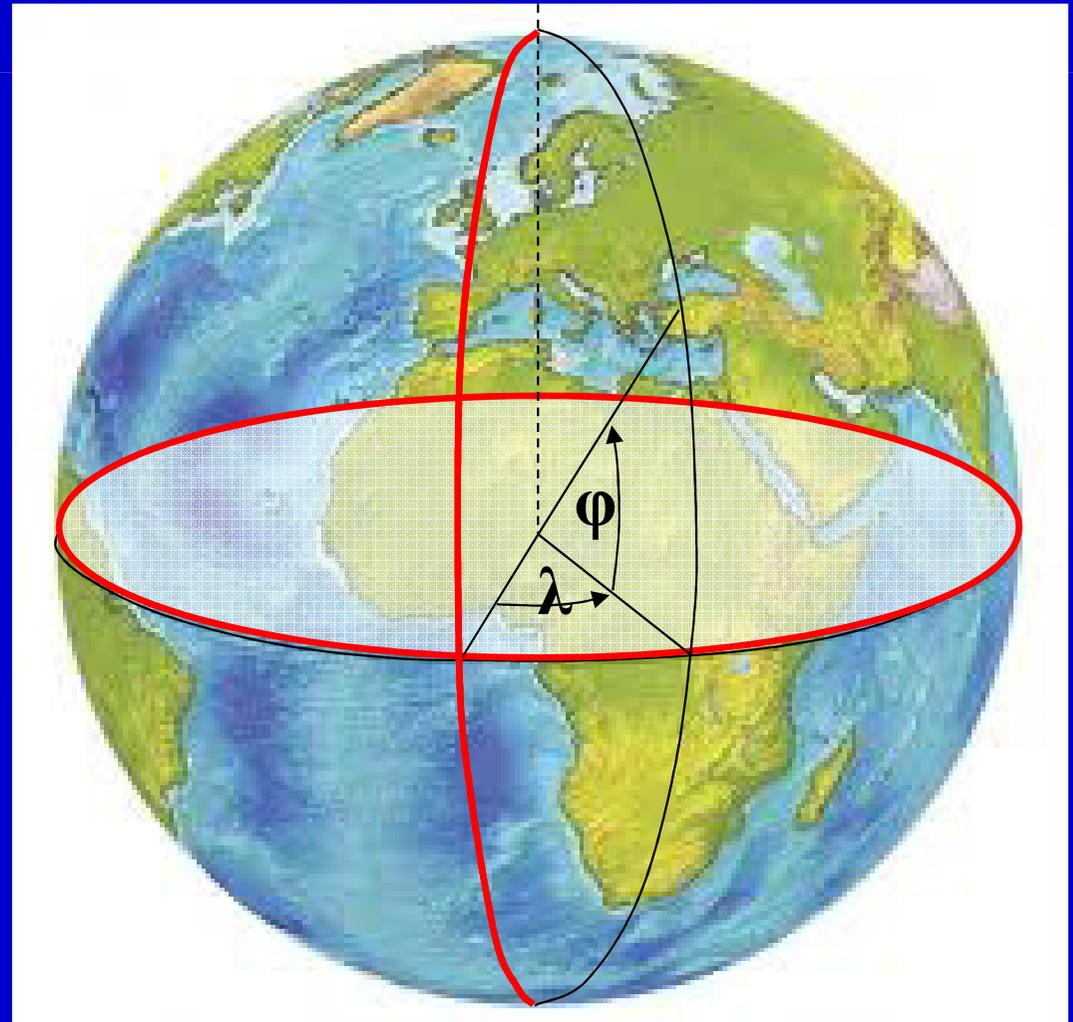
“grande scala = grande dettaglio”



Longitudine e latitudine

La posizione di un punto sulla Terra può essere definita da due angoli, la latitudine φ e la longitudine λ . Per questo occorre definire le caratteristiche dell'ellissoide che descrive la Terra e due piani di riferimento

- La latitudine " φ " è la distanza angolare di un punto dall'equatore
- La longitudine " λ " è la distanza angolare di un punto, misurata tra il meridiano che passa per quel punto e un meridiano di riferimento



Sistemi di Riferimento sferici

Dal geoide a un ellissoide

Sono stati usati, nel tempo, diversi modelli per descrivere, nel modo più conveniente, la forma della Terra.

A seconda dell'ellissoide utilizzato e del Sistema di Riferimento Geografico associato le coordinate dello stesso punto sono espresse da numeri diversi.

P.es. Ingresso all'Area di Ricerca del CNR di Pisa:

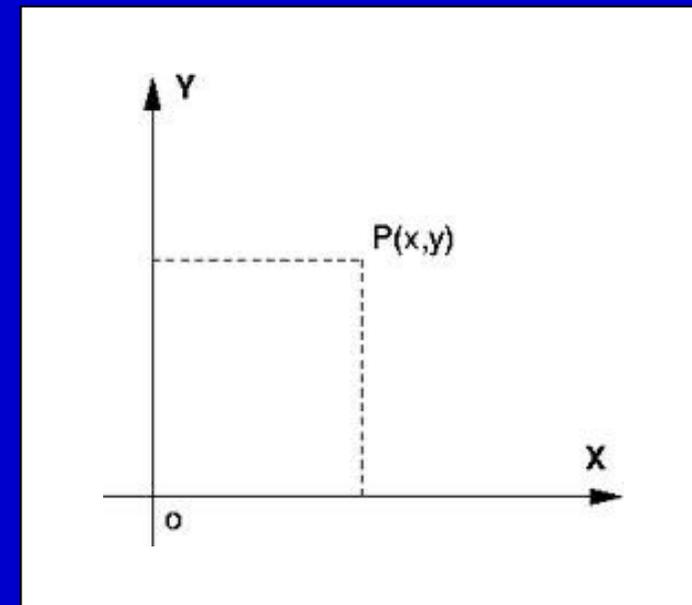
| | | |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| • Geografiche Roma40 M.Mario | Long. $-02^{\circ} 01' 42'',7$ | Lat. $43^{\circ} 43' 06'',9$ |
| • Geografiche ED50 | Long. $10^{\circ} 25' 28'',3$ | Lat. $43^{\circ} 43' 12'',9$ |
| • Geografiche (WGS84) | Long. $10^{\circ} 25' 24'',8$ | Lat. $43^{\circ} 43' 09'',3$ |

Coordinate piane

Se si considera un modello "piano" della terra (di una parte di essa !!) e si definisce su tale piano un sistema di assi ortogonali (x,y) , le coordinate di un punto, e di conseguenza le coordinate dell'oggetto corrispondente sul terreno, sono la distanza del punto dall'asse delle y (coordinata x) e la distanza del punto dall'asse delle x (coordinata y).

In genere si misurano in "metri".

Per questo occorre definire le caratteristiche dell'elissoide che descrive la Terra, il sistema con cui la superficie dell'elissoide viene proiettata su un piano e, su di esso, il sistema di riferimento.



Dall'ellissoide a un sistema di coordinate piane

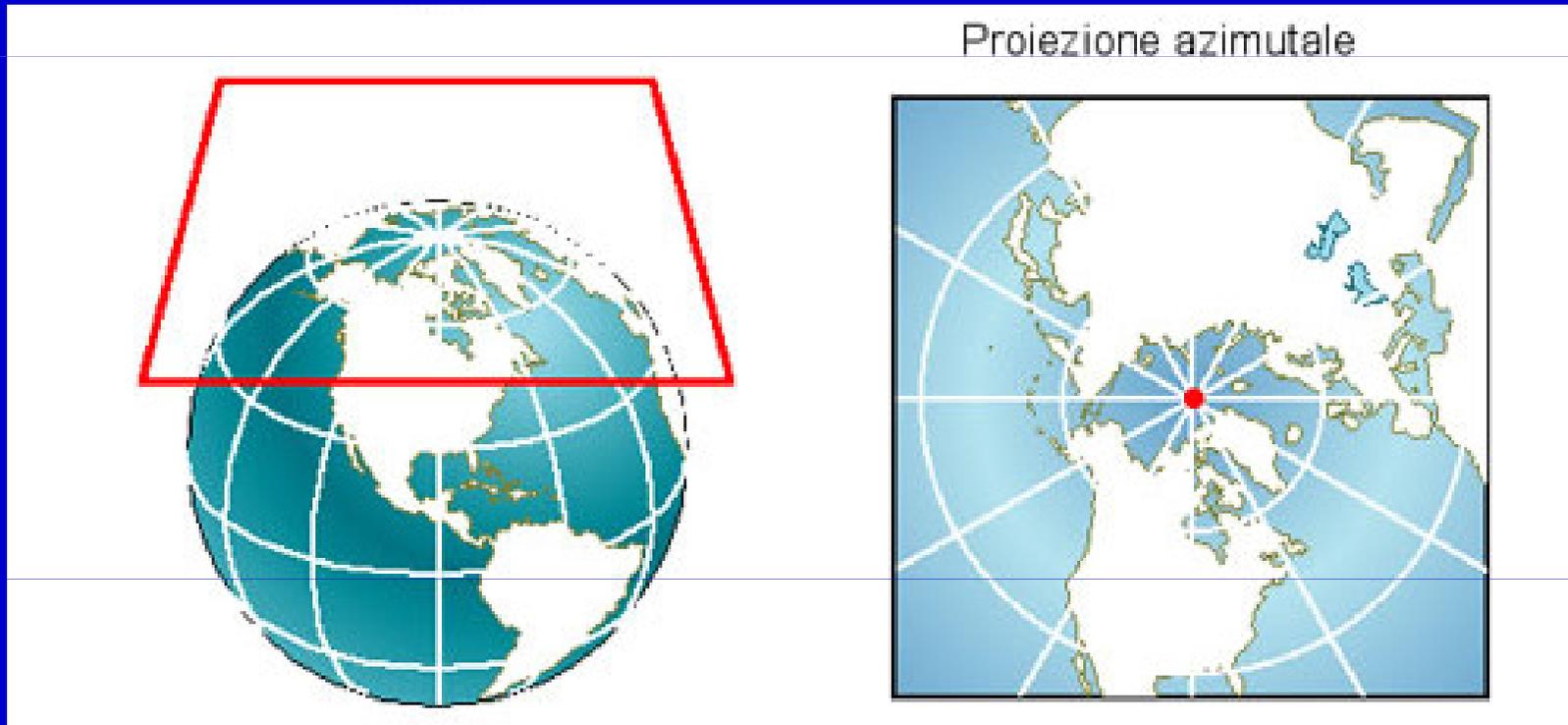
Si passa dall'ellissoide a un sistema di coordinate piane "proiettando" la superficie dell'ellissoide su un piano.

Intuitivamente è come appoggiare un foglio di carta sulla superficie ellissoidica e trasportare i punti dell'ellissoide sul foglio cercando di deformare il meno possibile le forme presenti sull'ellissoide.

È facilmente intuibile che ci saranno comunque deformazioni e che queste saranno tanto maggiori quanto più ci si allontana dalla zona di tangenza.

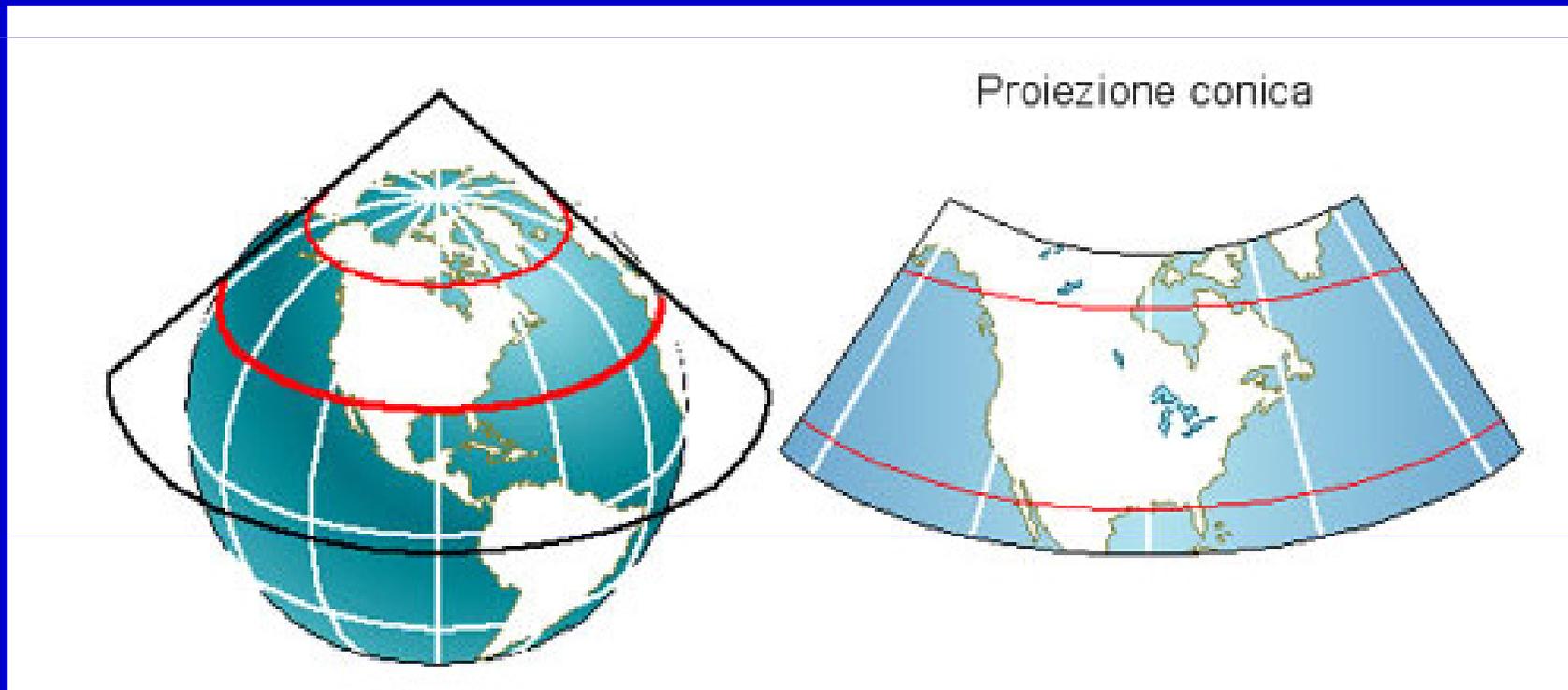
Ci sono diversi modi di "proiettare" la superficie dell'ellissoide su un piano, cioè di "appoggiare" il foglio di carta sulla superficie ellissoidica.

Dall'ellissoide a un sistema di coordinate piane



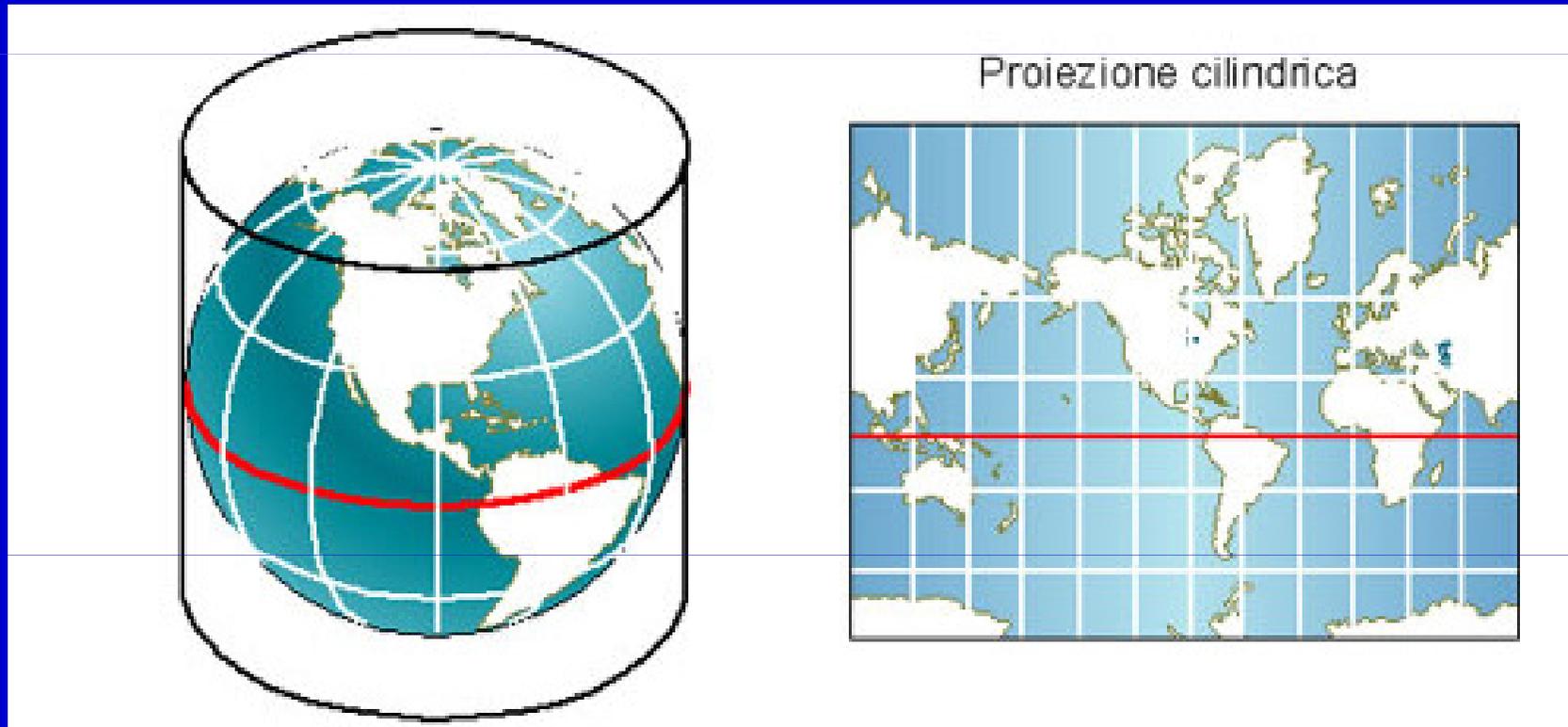
Proiezione azimutale

Dall'ellissoide a un sistema di coordinate piane



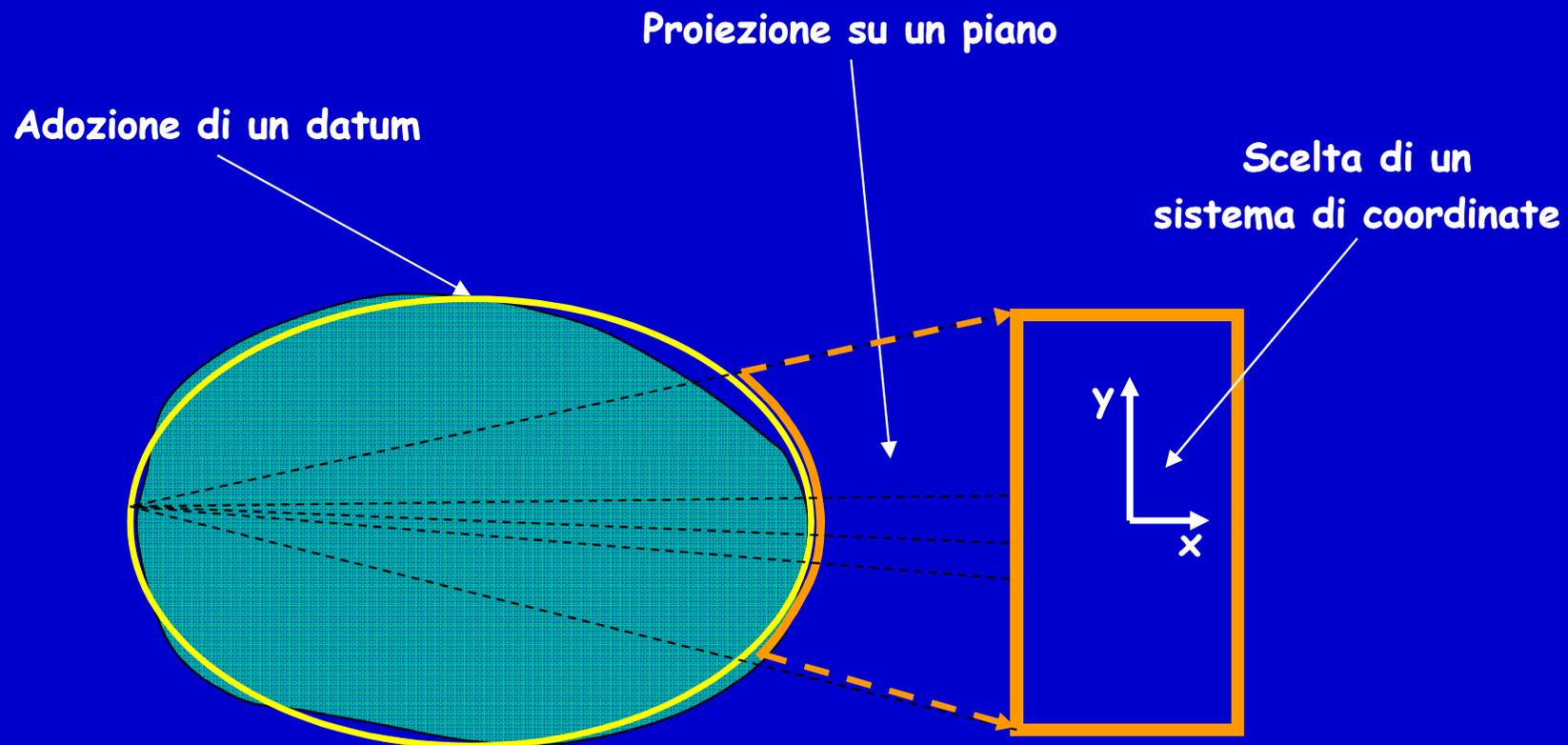
Proiezione conica

Dall'ellissoide a un sistema di coordinate piane



Proiezione cilindrica

Dal geoide a un sistema di coordinate piane



Sistemi di Riferimento sferici e piani

geoide



Dal geoide
a un sistema di riferimento
sferico e uno piano

Scelta di un ellissoide

Definizione di un ancoraggio

datum

Definizione di una proiezione

Definizione di un Sistema
di Coordinate cartesiane

Definizione di un Sistema
di Coordinate ellissoidiche

Sistema di
riferimento
proiettato

Sistema di
riferimento geodetico

φ, λ

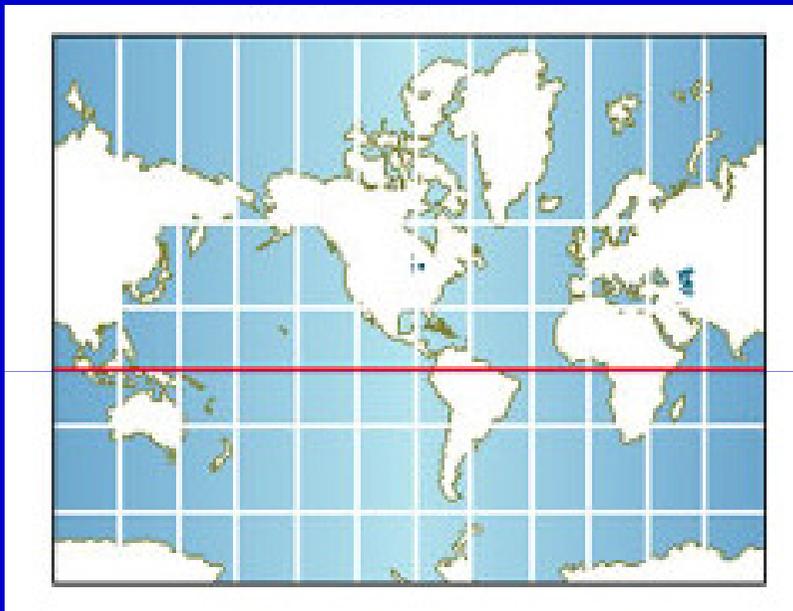
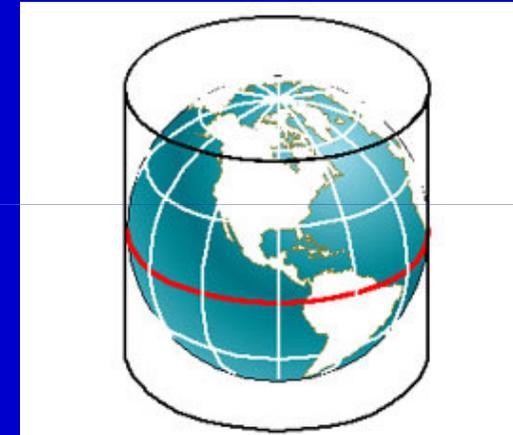
X,Y

Classificazione delle proiezioni secondo le deformazioni

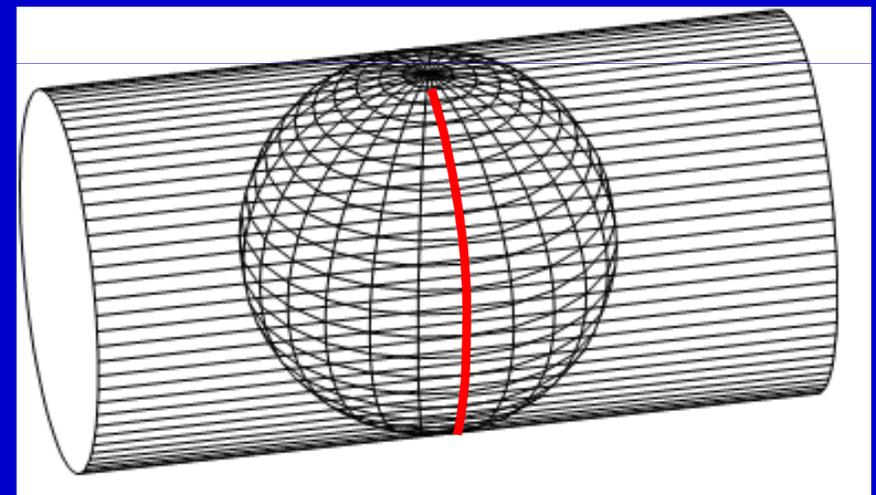
- **carte autogonali o isogoniche o conformi o ortomorfe**, quando gli angoli tra le direzioni spiccantisi dai singoli punti risultano inalterati, e di conseguenza è conservata la similitudine tra figure infinitesime corrispondenti dell'ellissoide e del piano;
- **carte equivalenti o autaliche**, quando vengono conservate le aree, pur presentando distorsione delle forme;
- **carte equidistanti o lineari**, quando il rapporto tra le lunghezze sul piano e sull'ellissoide è costante lungo particolari direzioni;
- **carte afillattiche**, quando, generalmente in misura limitata, sono presenti tutte le diverse possibili deformazioni.

Proiezione universale trasversale di Mercatore

Una proiezione risulta abbastanza fedele solo in una parte limitata della superficie terrestre, quella vicina a dove l'elissoide tocca la superficie di proiezione. Si noti nella proiezione cilindrica come la Groenlandia risulti più grande dell'intera Africa, mentre ne è il 7%

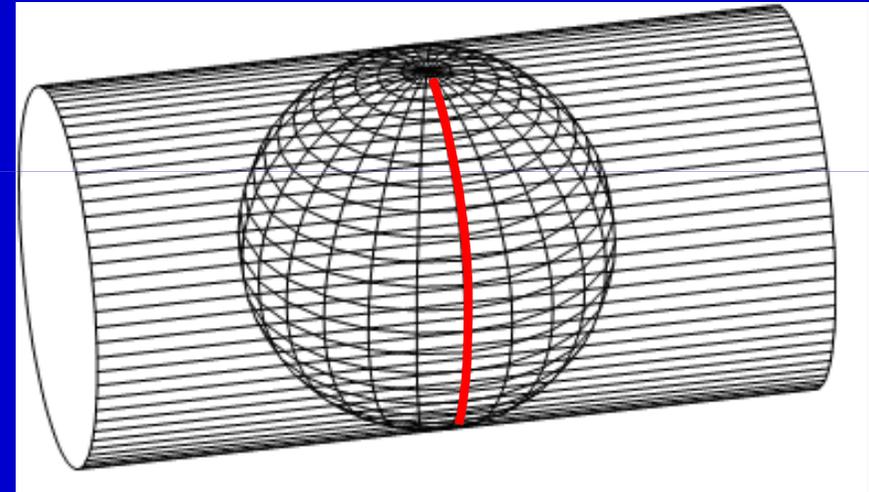


Per sfruttare al meglio i vantaggi della proiezione cilindrica, si è pensato di mettere il cilindro in posizione "trasversa".



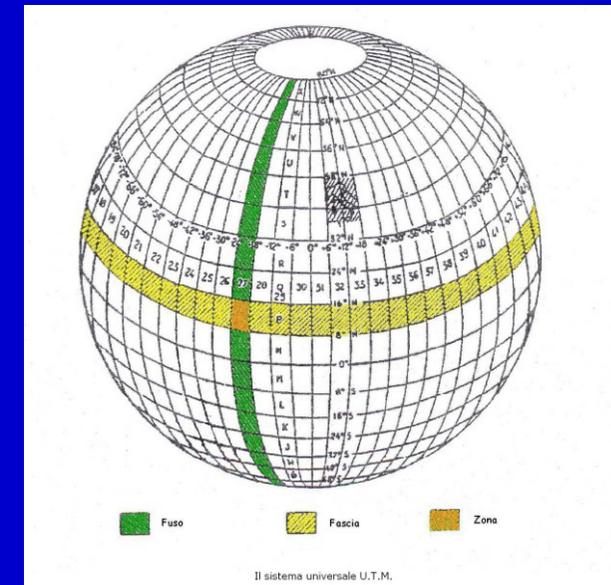
Proiezione universale trasversa di Mercatore

Utilizzando una proiezione cilindrica trasversa si ha una rappresentazione fedele per la parte limitata alla zona di tangenza della superficie terrestre, quella vicina a dove l'elissoide tocca la superficie di proiezione. Questa zona è una striscia che va dal polo Nord al polo Sud, intorno alla striscia rossa.

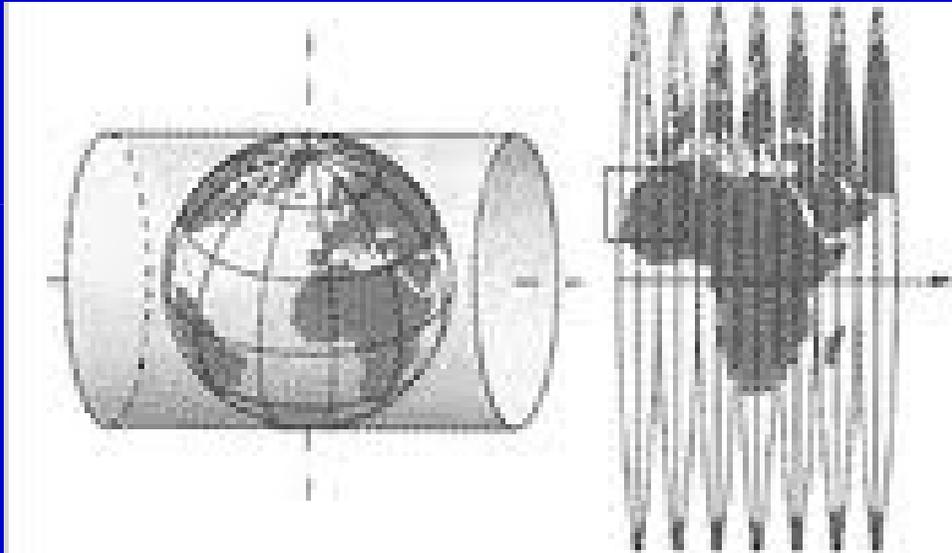


E' possibile usare la stessa proiezione ruotando di un po' il cilindro intorno all'asse terrestre. In questo modo si rappresenta in modo fedele un'altra striscia della superficie terrestre.

Ripetendo l'operazione più volte si riesce a coprire tutta la Terra con una serie di strisce ("fusi") facendo diventare la proiezione trasversa "universale"

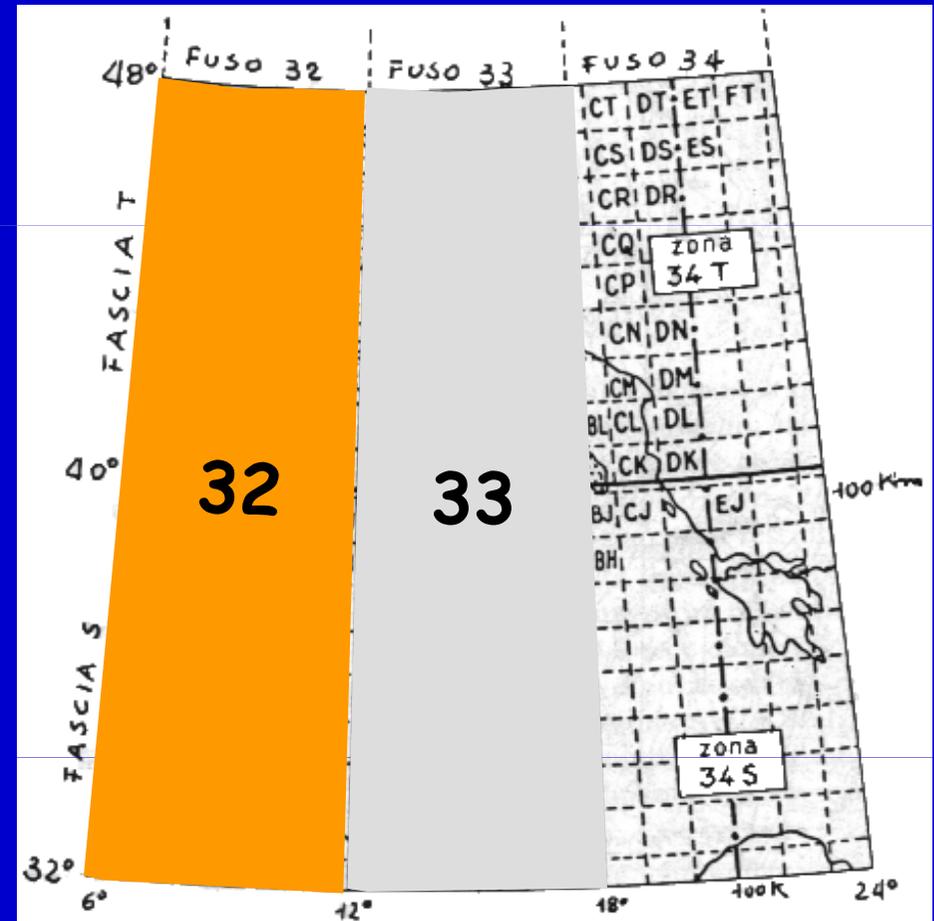


Proiezione universale trasversa di Mercatore



Ognuno dei 60 fusi che coprono la Terra è largo, all'equatore, circa 650 km e, alle nostre latitudini, circa 480 km.

L'Italia, larga circa 950 km, occupa poco più di due fusi, il 32, il 33 e una piccola parte del 34.



Una coppia di coordinate ha un significato solo se è associata a un SdR

Nel caso di un Sistema di riferimento sferico occorre conoscere:

- Il "datum" (le caratteristiche dell'elissoide e il suo orientamento)
- Il sistema di riferimento adottato

Nel caso di un Sistema di riferimento piano occorre conoscere:

- Il "datum" (le caratteristiche dell'elissoide e il suo orientamento)
- La proiezione adottata (il tipo e la zona)
- Il sistema di riferimento adottato

Le caratteristiche dei più usati Sistemi di Riferimento di tutto il mondo sono documentate in modo completo e strutturato in "EPSG Geodetic Parameter Dataset", gestito dal Geodesy Subcommittee of OGP (international association of Oil and Gas Producers) ed è accessibile liberamente

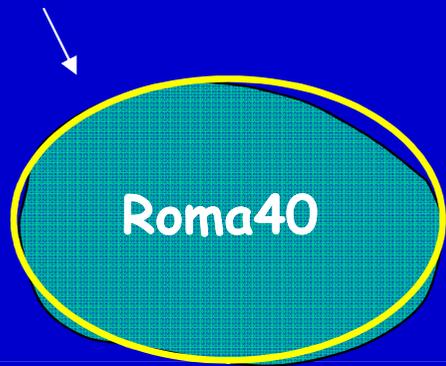
<http://www.epsg-registry.org>

Ulteriori strumenti di analisi e controllo relativi ai Sistemi di Riferimento sono disponibili in

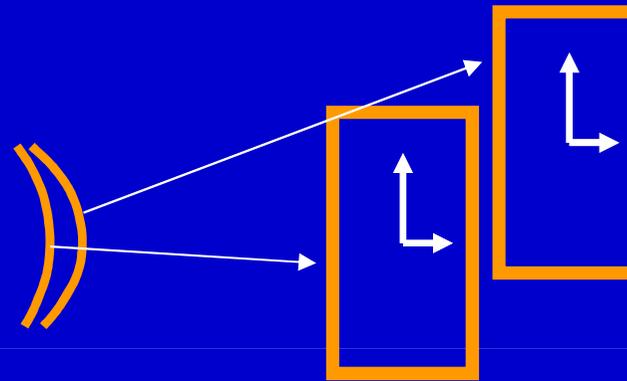
<https://epsg.io/>

Codici EPSG

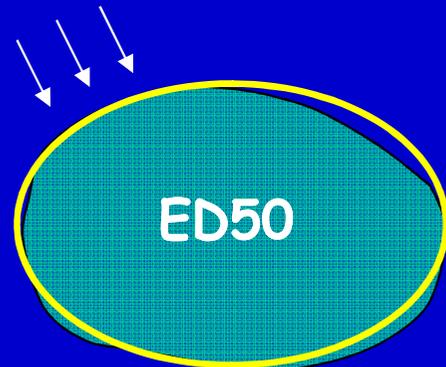
Sistemi di riferimento e codici EPSG



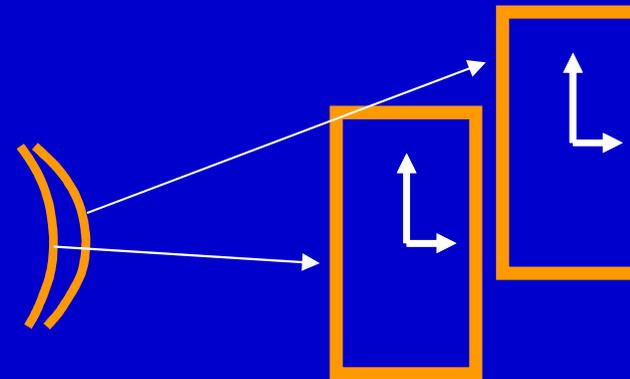
Lat.Long.
EPSG 4265



x,y
EPSG
3003 e 3004



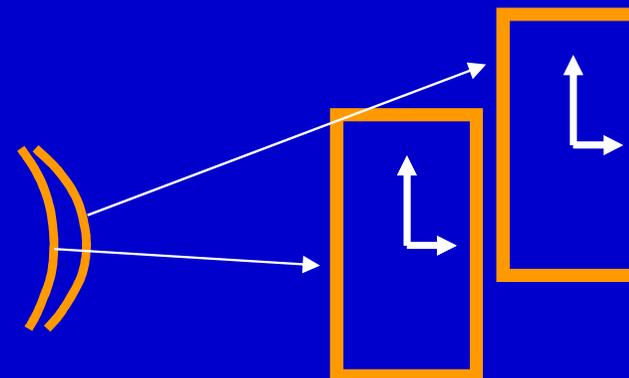
Lat.Long.
EPSG 4230



x,y
EPSG
23032 e 23033



Lat.Long.
EPSG 4326



x,y
EPSG
32632 e 32633

Codici EPSG

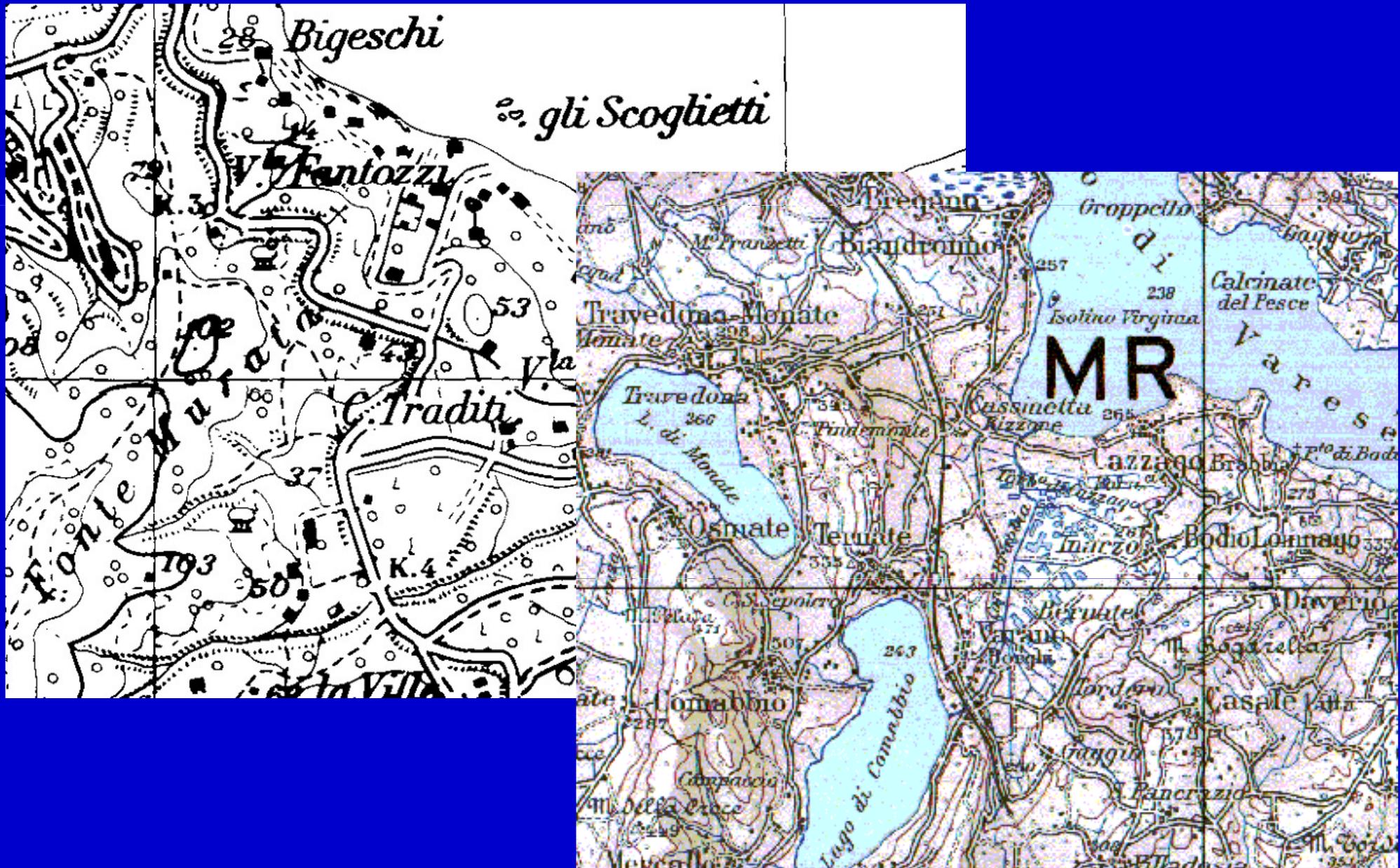
- **3003, 3004** datum Roma40, Proiez. di Gauss-Boaga, fusi ovest e est
- **23032, 23033** datum ED50, Proiezione UTM, fuso 32 e fuso 33
- **32632, 32633** datum WGS84, Proiezione UTM, fuso 32 e fuso 33
- **4265** datum Roma40, Lat.Long
- **4230** datum ED50, Lat.Long.
- **4326** datum WGS84, Lat.Long

| | | | |
|-----------------------|----------------------|--------------------|-------|
| Geografiche (WGS84) | Long. 10° 25' 24",8 | Lat. 43° 43' 09",3 | 4326 |
| Geogr. Roma40 M.Mario | Long. -02° 01' 42",7 | Lat. 43° 43' 06",9 | 4265 |
| Geografiche ED50 | Long. 10° 25' 28",3 | Lat. 43° 43' 12",9 | 4230 |
| UTM-WGS84 f.32 | Est 614.669,6 | Nord 4.841.677,2 | 32632 |
| GAUSS-BOAGA f.Ovest | Est 1.614.696,4 | Nord 4.841.690,5 | 3003 |
| UTM-ED50 f.32 | Est 614.751,4 | Nord 4.841.876,6 | 23032 |

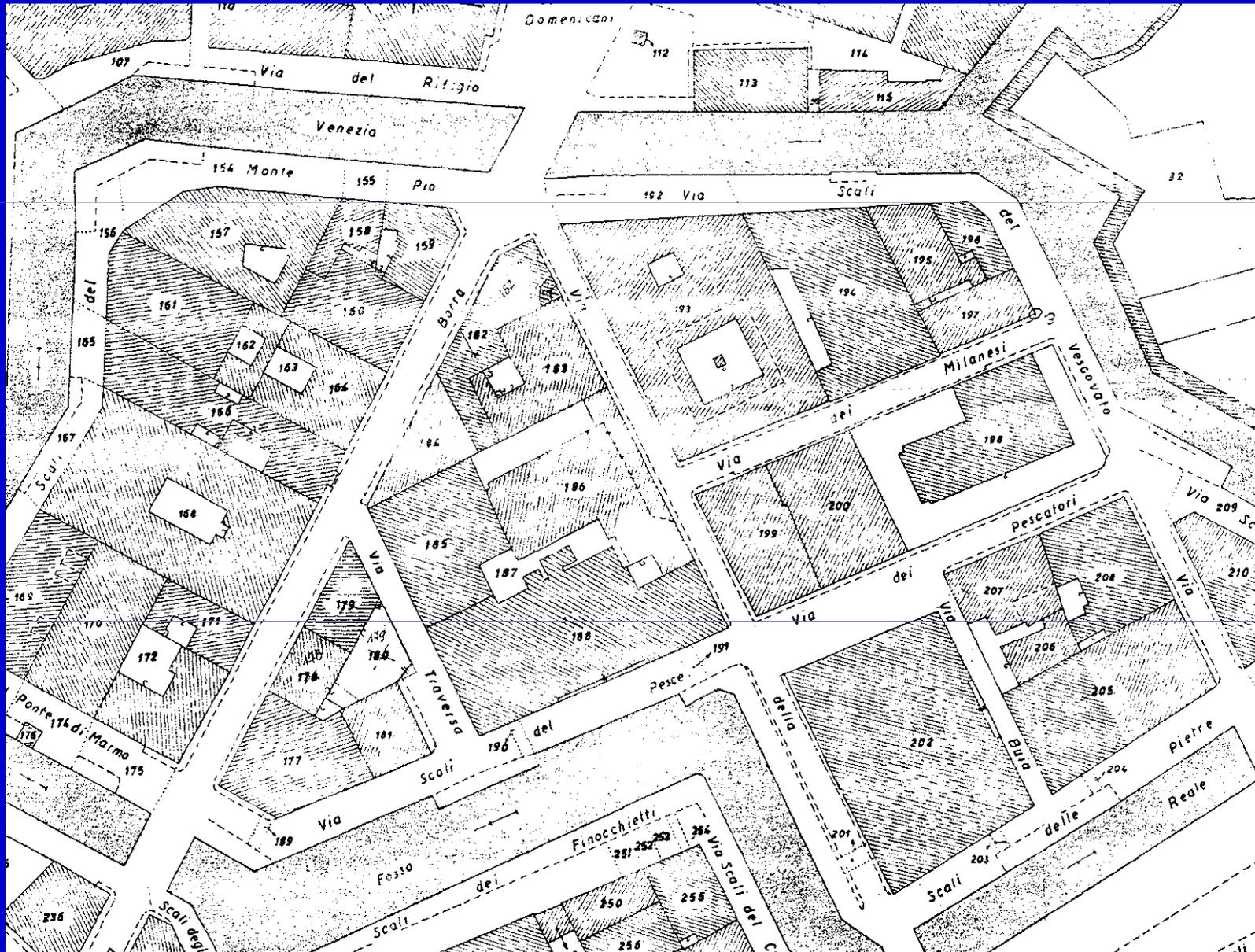
I produttori di cartografia in Italia

- **I.G.M.I.** si concentra soprattutto sulla produzione della nota cartografia in scala 1:25.000 ("tavole"), oltre a quella più datata in scala 1:100.000 (277 "fogli") ed a quella in scala 1:50.000 ("quadranti")
- Il **Catasto** produce cartografia a grande scala (1:2.000, ma talvolta anche 1:500, e 1:4.000), per una conoscenza dettagliata a fini fiscali del territorio e della sua ripartizione in unità elementari (le particelle) di cui sono conservate diverse informazioni, tra cui quelle relative alla proprietà. La cartografia catastale non riporta informazioni altimetriche.
- L' **Istituto Idrografico della Marina** opera soprattutto nella rilevazione delle coste e nella misura della profondità dei fondali marini (curve batimetriche), producendo cartografia finalizzata alla navigazione.
- Il **Centro informazioni geotopocartografiche aeronautiche (CIGA)**
- L'**Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA)**

Produttori di Cartografia: Istituto Geografico Militare



Produttori di Cartografia: Catasto

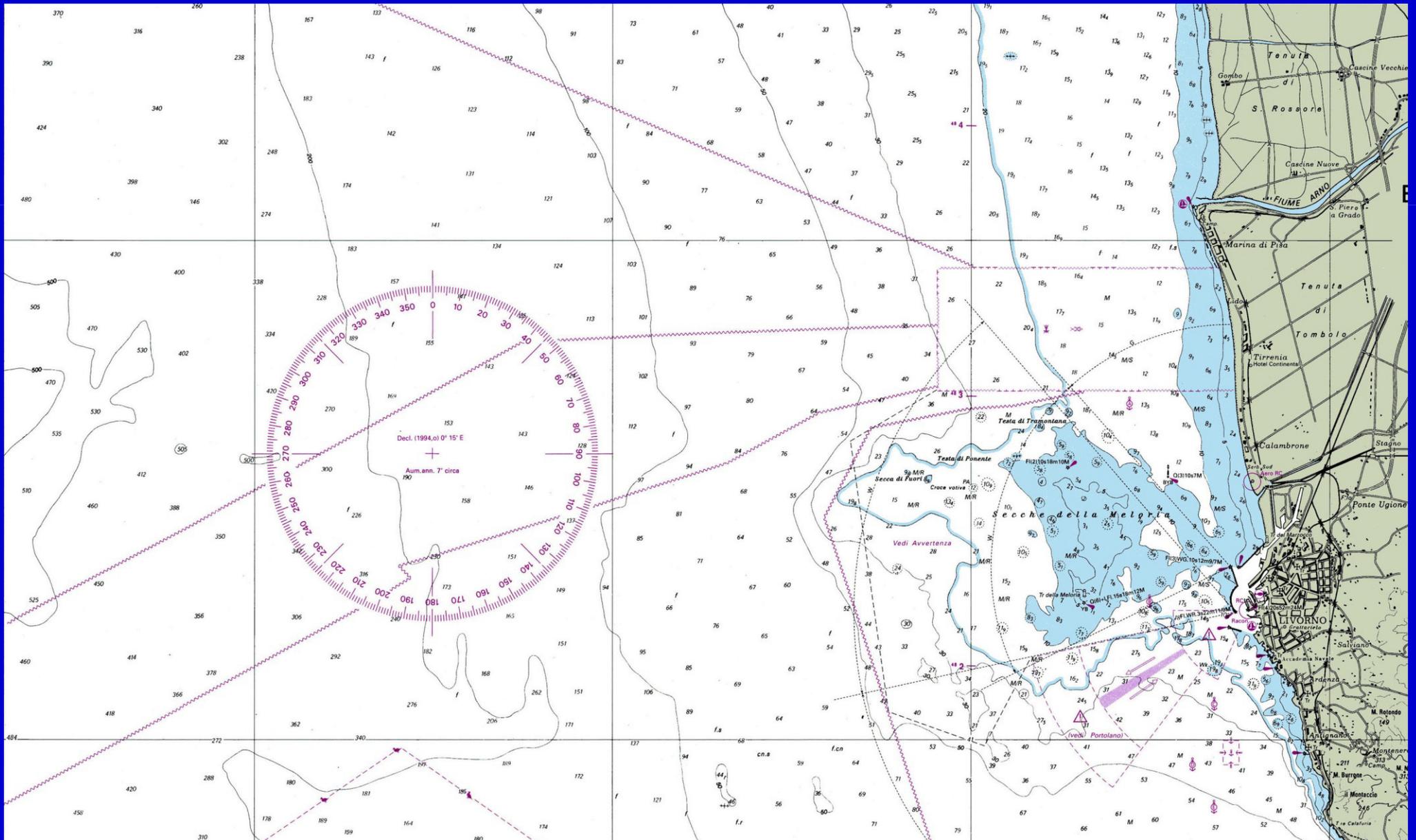


Coordinate in diversi Sistemi di Riferimento

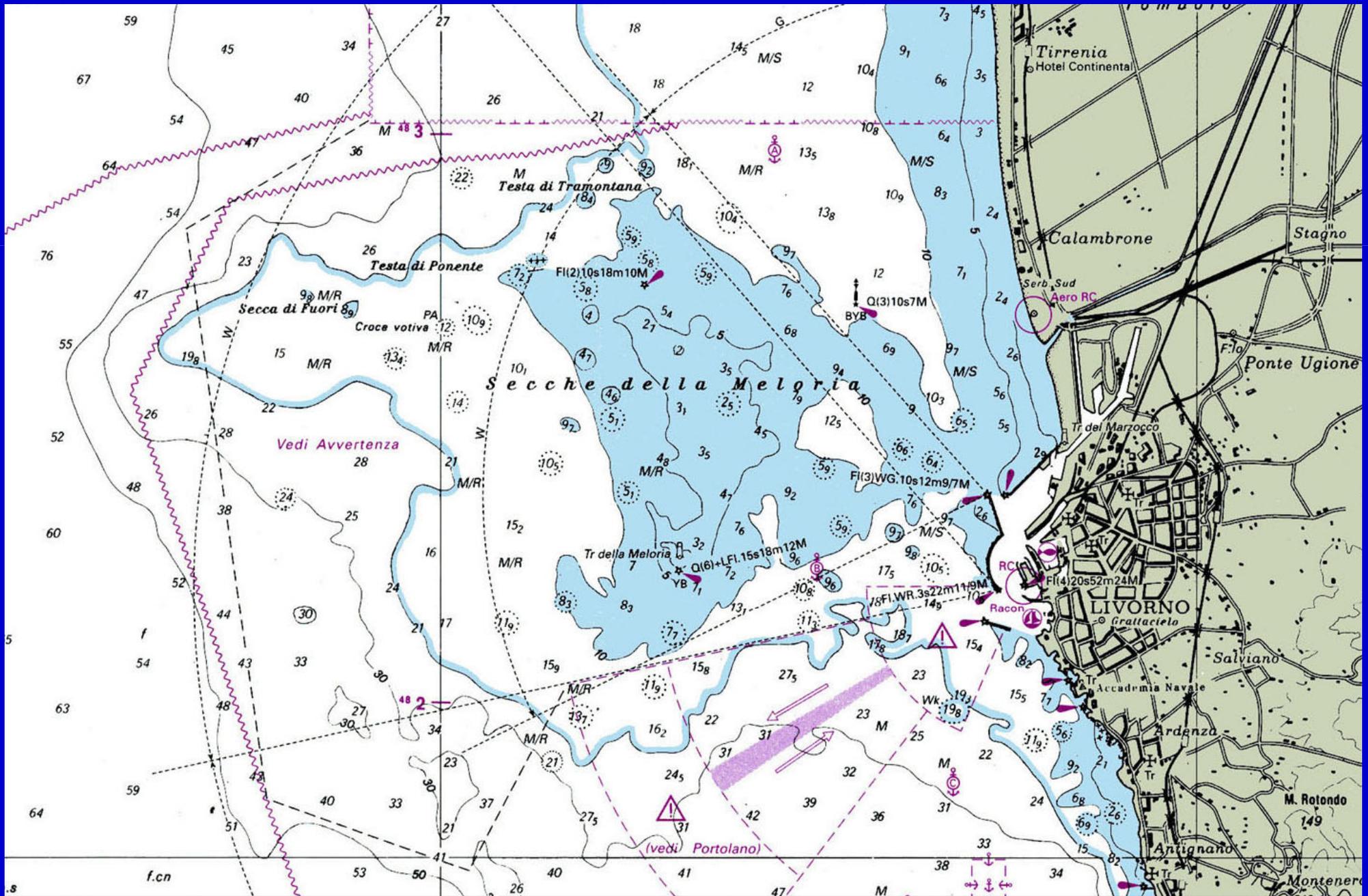
| | | |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|
| • Geografiche (WGS84) | Long. 10° 25' 24",8 | Lat. 43° 43' 09",3 |
| • Geografiche Roma40 M.Mario | Long. -02° 01' 42",7 | Lat. 43° 43' 06",9 |
| • Geografiche ED50 | Long. 10° 25' 28",3 | Lat. 43° 43' 12",9 |
| • UTM-WGS84 f.32 | Est 614.669,6 | Nord 4.841.677,2 |
| • GAUSS-BOAGA f.O | Est 1.614.696,4 | Nord 4.841.690,5 |
| • UTM-ED50 f.32 | Est 614.751,4 | Nord 4.841.876,6 |
| • Siena - Torre del Mangia | X= 44953,38 | Y= -73221,67 |
| • Elba - Monte Orello | X= 104321,62 | Y= 8253,16 |
| • Genova - Forte Diamante | X= -81364,98 | Y= 119586,54 |
| • Gorgona - Semaforo | X= 32521,59 | Y= 42664,47 |
| • Montecristo - Monte Fortezza | X= 153461,32 | Y= 9184,80 |
| • Capraia - Torre Fortezza | X= 74764,70 | Y= 46585,43 |

I vari sistemi di riferimento catastali nazionali non sono gestiti da EPSG

Produttori di Cartografia: Istituto Idrografico della Marina



Produttori di Cartografia: Istituto Idrografico della Marina



I produttori di cartografia in Italia

e inoltre

- Le Regioni
- Le Province
- I Comuni
- Istituto Geografico De Agostini
- Touring Club Italiano
- Automobil Club Italiano
- ENEL
- FF.SS.
- e altri

Rappresentazione di una strada a varie scale

Immaginiamo una strada larga 5 metri; questa è la distanza tra i due bordi e se riportiamo questa strada su una carta in scala 1:1000 disegneremo i due bordi come due linee distanti tra loro 5 mm.



Se riportiamo questa strada su una carta in scala 1:5000 i due tratti saranno distanti tra loro 1 mm.



In scala 1:10000 i due tratti sono distanti tra loro 0,5 mm.



In scala 1:25.000 i due tratti andrebbero disegnati distanti tra loro 0,2 mm (??).

La strada diventa una linea e la rappresentazione avviene tramite un simbolo.



Come rappresentare oggetti di piccole dimensioni

Dal testo "Segni convenzionali e norme sul loro uso - vol.I - cartografia alla scala 1:25000" pubblicato dall'I.G.M.I.:

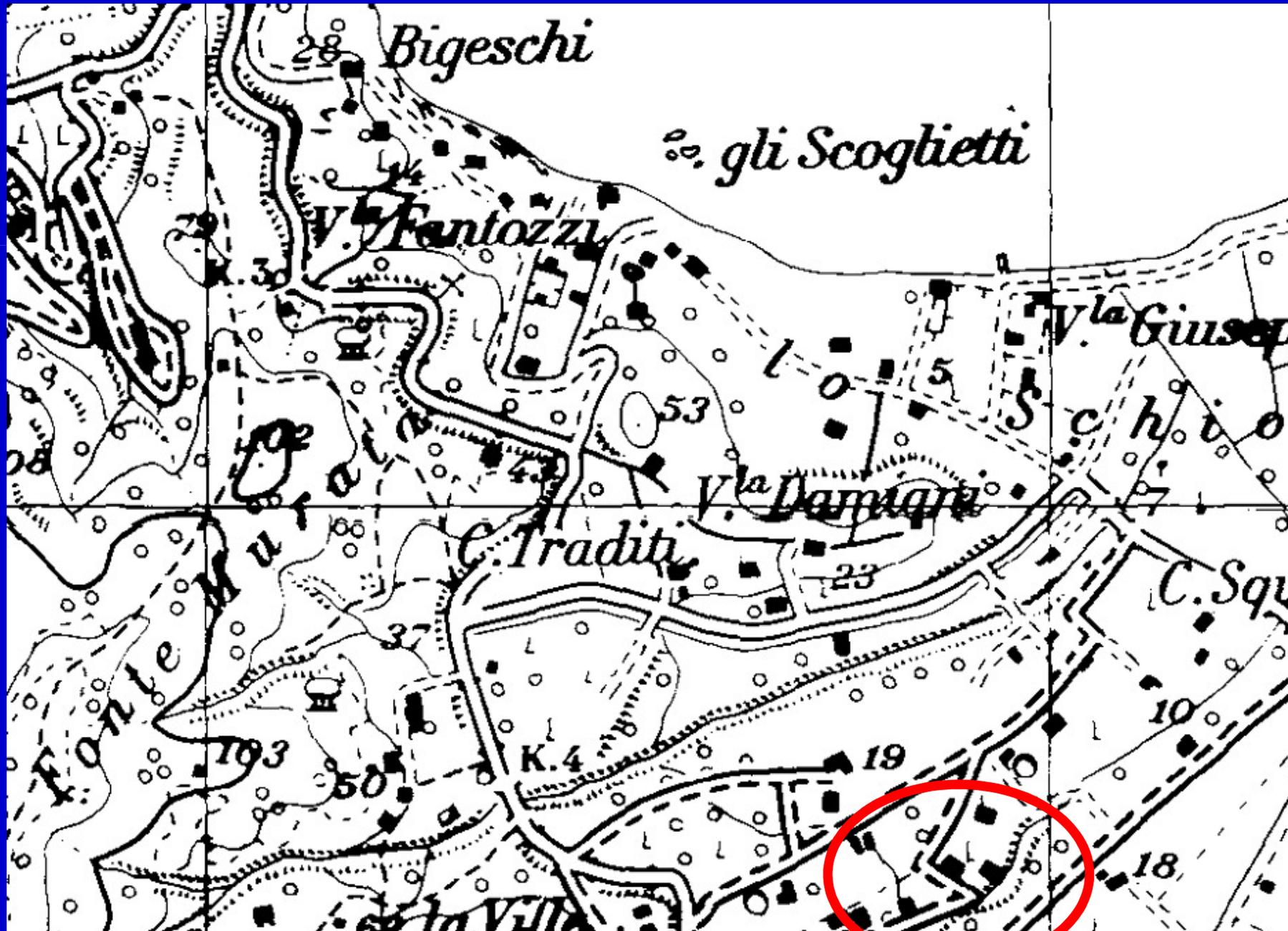
. . . "ogni segno ha forma simile e dimensione proporzionata a quella del particolare che rappresenta. Solo quando ragioni di graficismo rendano ciò impossibile, si usano segni convenzionali. Solo nelle carte topografiche a piccolo o a piccolissimo denominatore i segni possono essere proporzionati alla grandezza reale dei particolari che rappresentano; oltre un certo limite, acquisterebbero dimensioni così piccole da non potersi distinguere; da ciò emerge la necessità di ricorrere a segni imitativi (segni convenzionali) di dimensioni determinate."

. . . "per le case isolate di abitazione, le dimensioni grafiche non devono mai essere inferiori a 3/4 di millimetro per il lato più lungo (in scala 1:25000 corrisponde a circa 18 metri sul suolo). Quando per tale norma, la proiezione di una casa risulti ingrandita, si armonizza in relazione con le case vicine più grandi, ingrandendo alquanto anche il segno di queste"

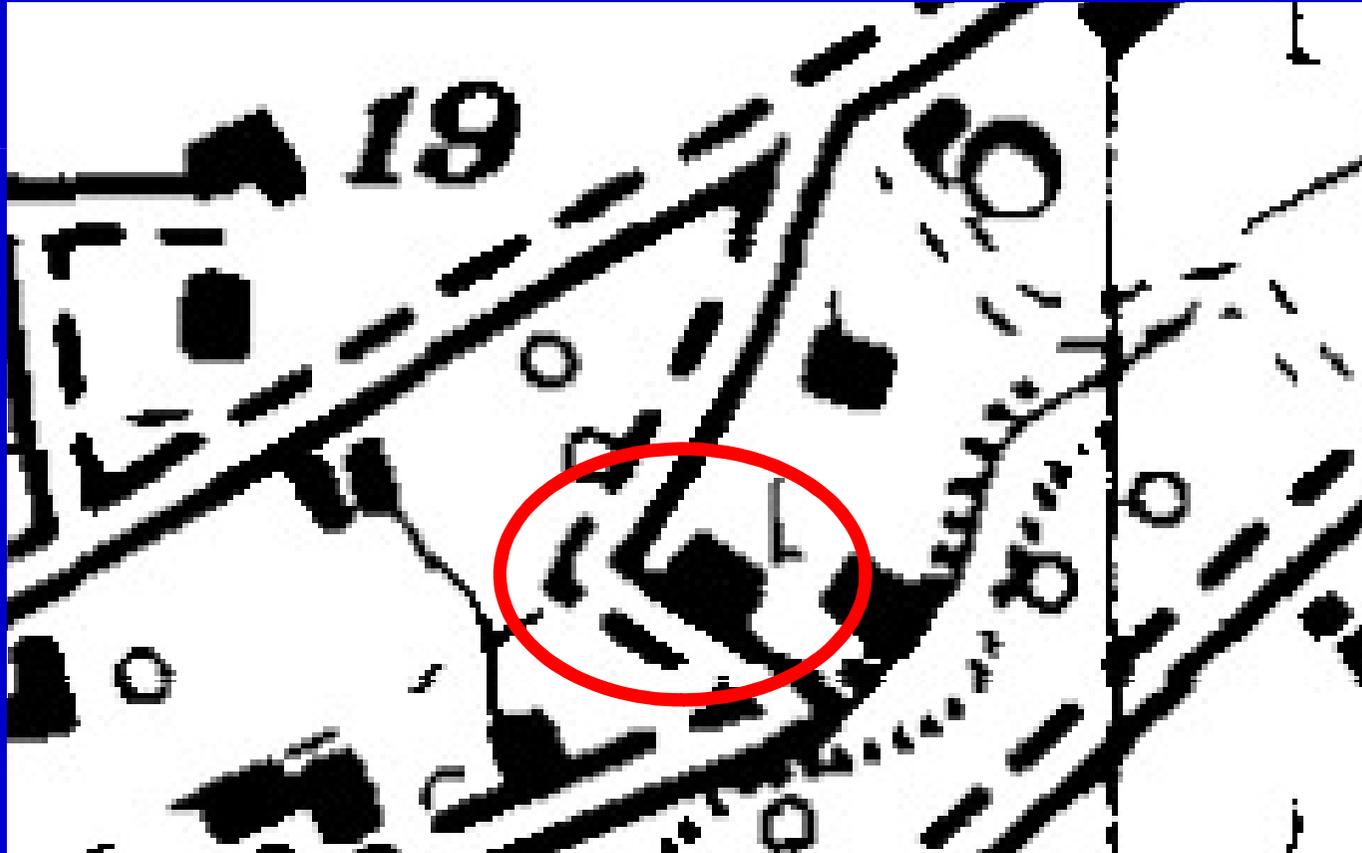
Rappresentazione a piccola scala Rappresentazione a media e grande scala

- Nella cartografia a piccola scala (es.: 1:25.000) ragioni di graficismo obbligano talvolta ad adottare segni convenzionali e a modificare dimensioni e posizione degli elementi. Di conseguenza gli oggetti possono apparire di dimensione e forma diverse e non nell'esatta posizione.
- Le Carte Tecniche sono caratterizzate dal fatto che tutti gli elementi sono rappresentati in vera proiezione, senza subire operazioni di "gonfiamento" o di "spostamento". Si tratta quindi di una cartografia a media scala (fino a 1:5.000, 1:10.000), adeguata per attività di progettazione.

Cartografia "simbolica" e "in vera proiezione"



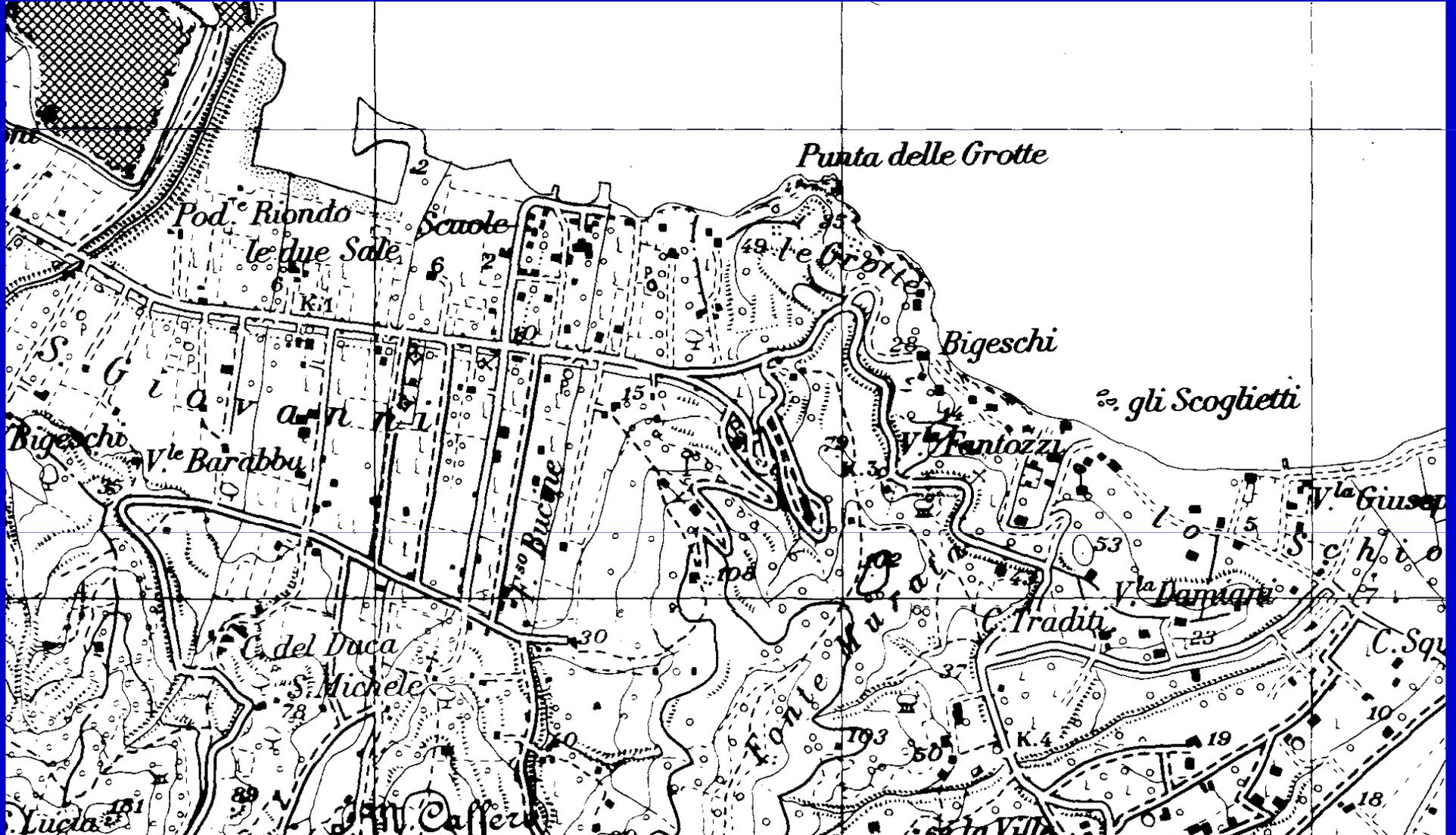
Cartografia "simbolica" e "in vera proiezione"



Casa "spostata" e probabilmente "ingrandita"

Cartografia topografica, tematica e fotografica

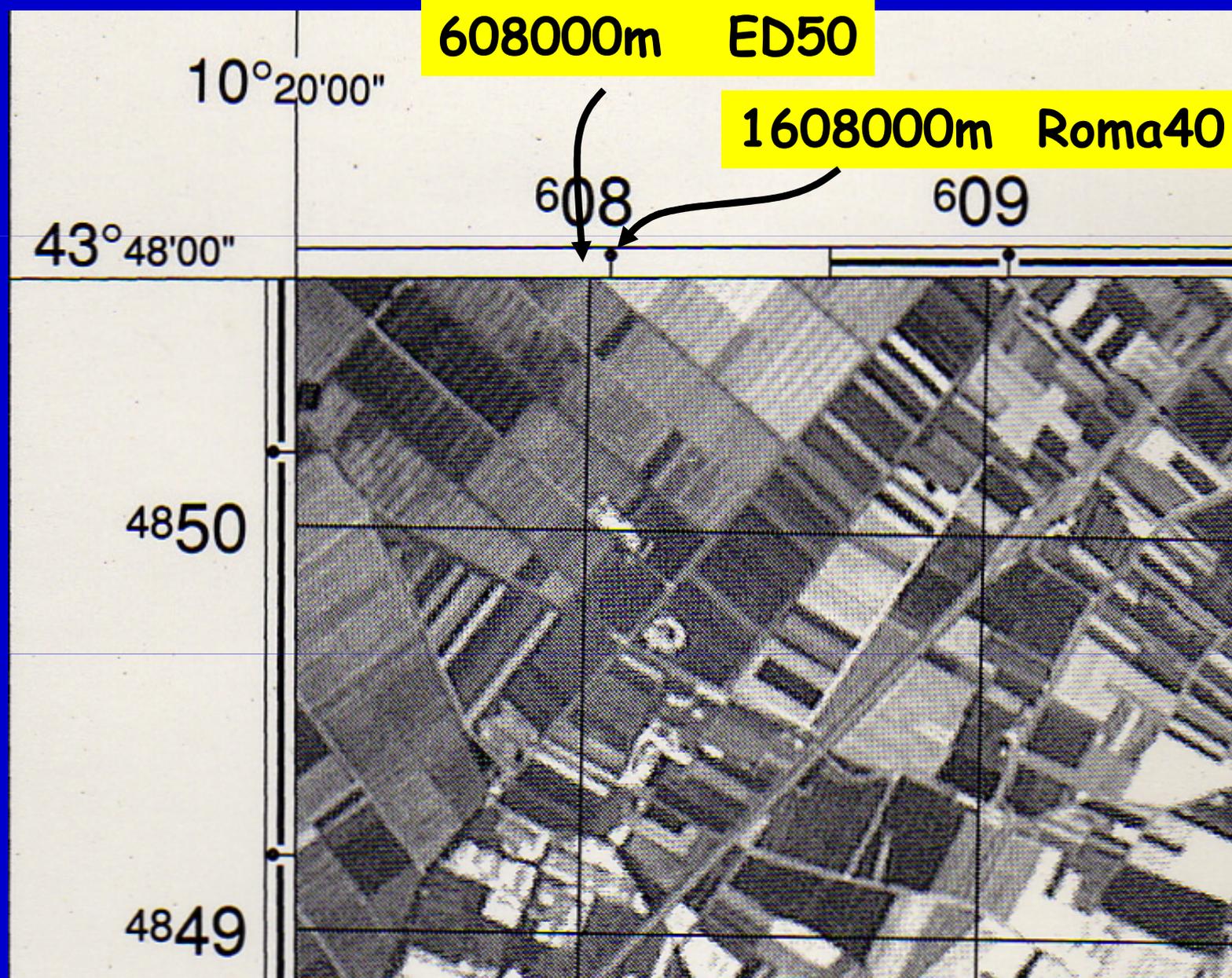
- **Cartografia topografica:** quella che contiene alcuni temi tipici: viabilità, edificato, idrografia, orografia, vegetazione, toponomastica e limiti amministrativi.
- **Cartografia tematica:** rappresenta solo un contenuto, un aspetto del territorio (un "tema") e non tutti gli elementi che normalmente lo descrivono
- **Cartografia fotografica:** cartografia in cui la forma grafica della carta è sostituita dall'immagine fotografica, globalmente o differenzialmente raddrizzata (ortofoto e fotocarte).





Cartografia fotografica





Capire e usare il contenuto informativo di una carta

Capire il contenuto della carta

- Individuare la scala
- Capire se la carta è in "vera proiezione" o simbolica
- Capire se la carta è di base o tematica
- Riconoscere gli oggetti
- Leggere il contenuto informativo generale:
 - Morfologia, mare, fiumi, ecc.
 - Strutture urbane
 - Infrastrutture
 - Le altre informazioni.... e quindi utilizzare il contenuto della carta
- Mettere in relazione spaziale i vari oggetti identificati

Riconoscere la scala di una carta

- Dalle informazioni ausiliarie a lato della carta
- Dalla presenza di oggetti in "vera proiezione" o simbolici
- Dalla dimensione di oggetti noti
- Dai temi rappresentati
- Dall'equidistanza

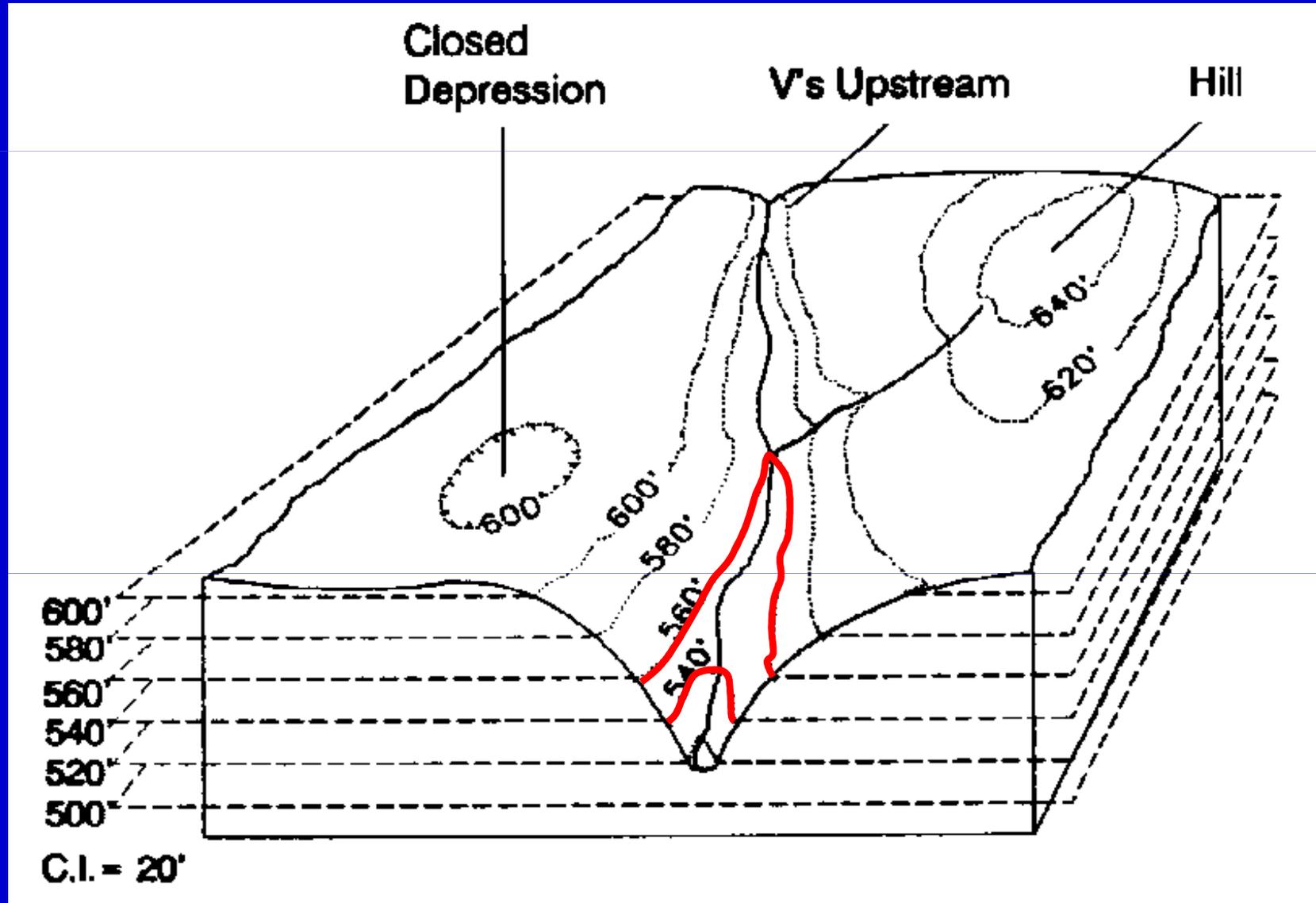
Riconoscere la scala di una carta

- Dalle informazioni ausiliarie a lato della carta
- Dalla presenza di oggetti in "vera proiezione" o simbolici
- Dalla dimensione di oggetti noti
- Dai temi rappresentati
- Dall'equidistanza

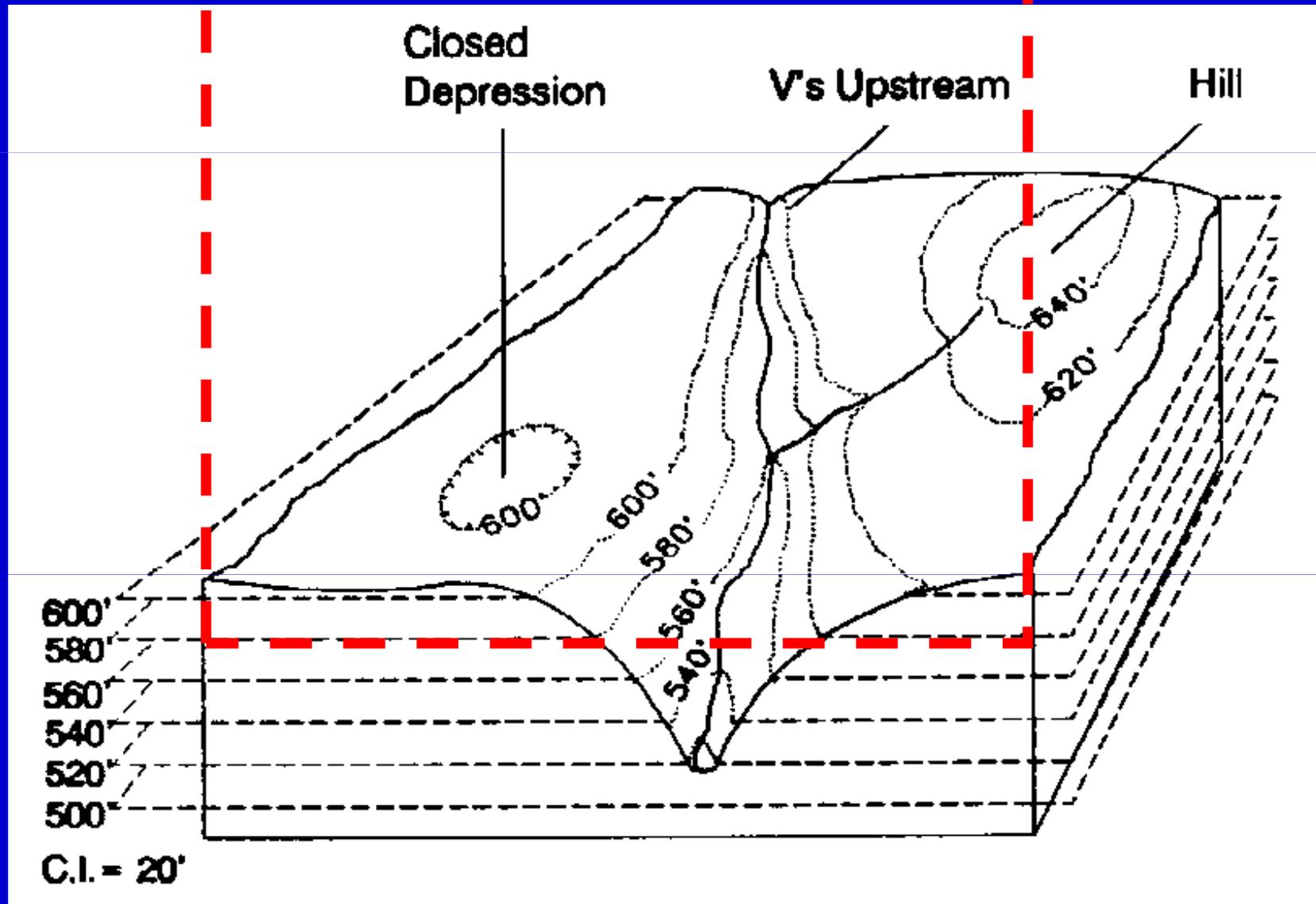


Le informazioni altimetriche

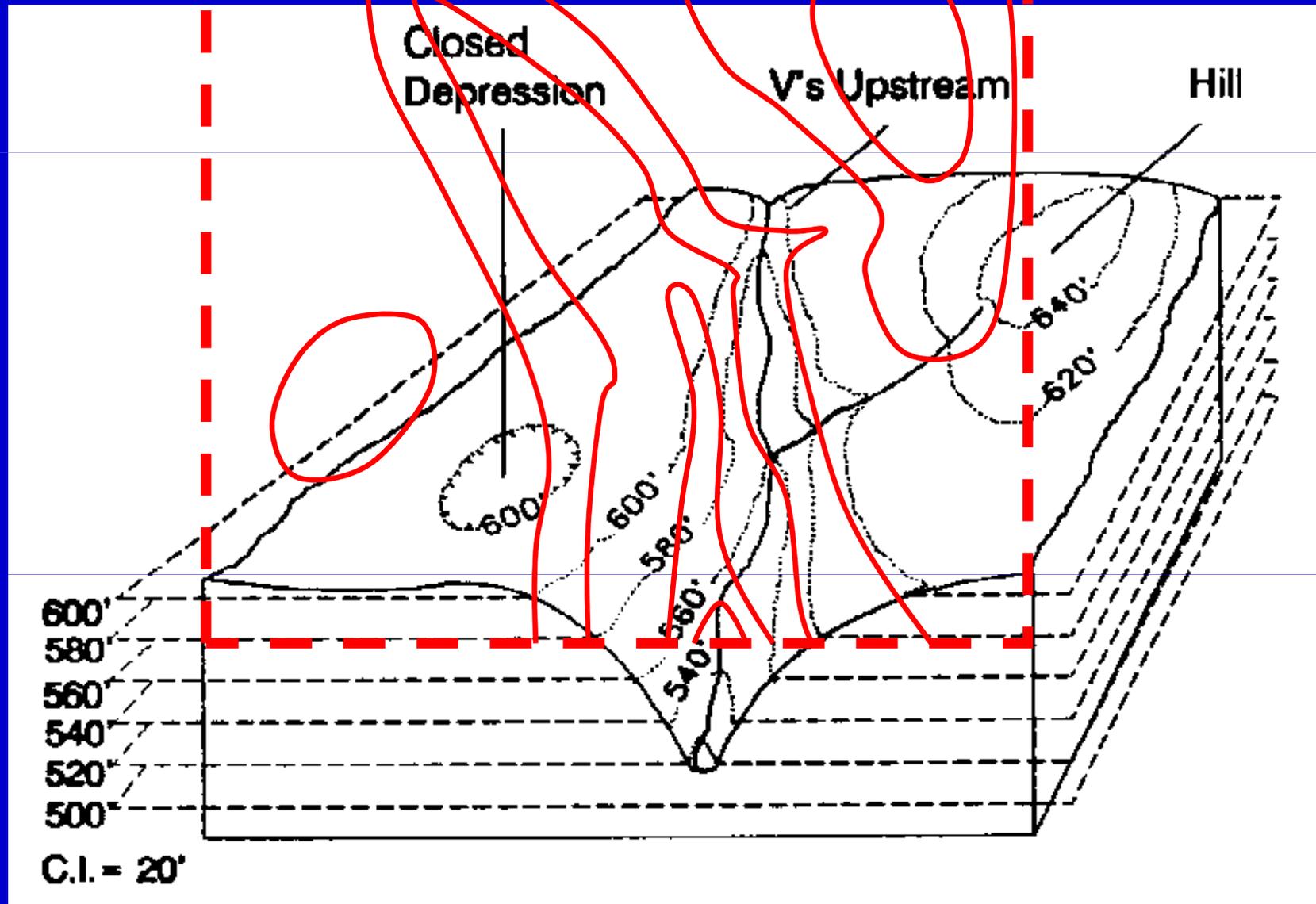
Le curve di livello o isoipse



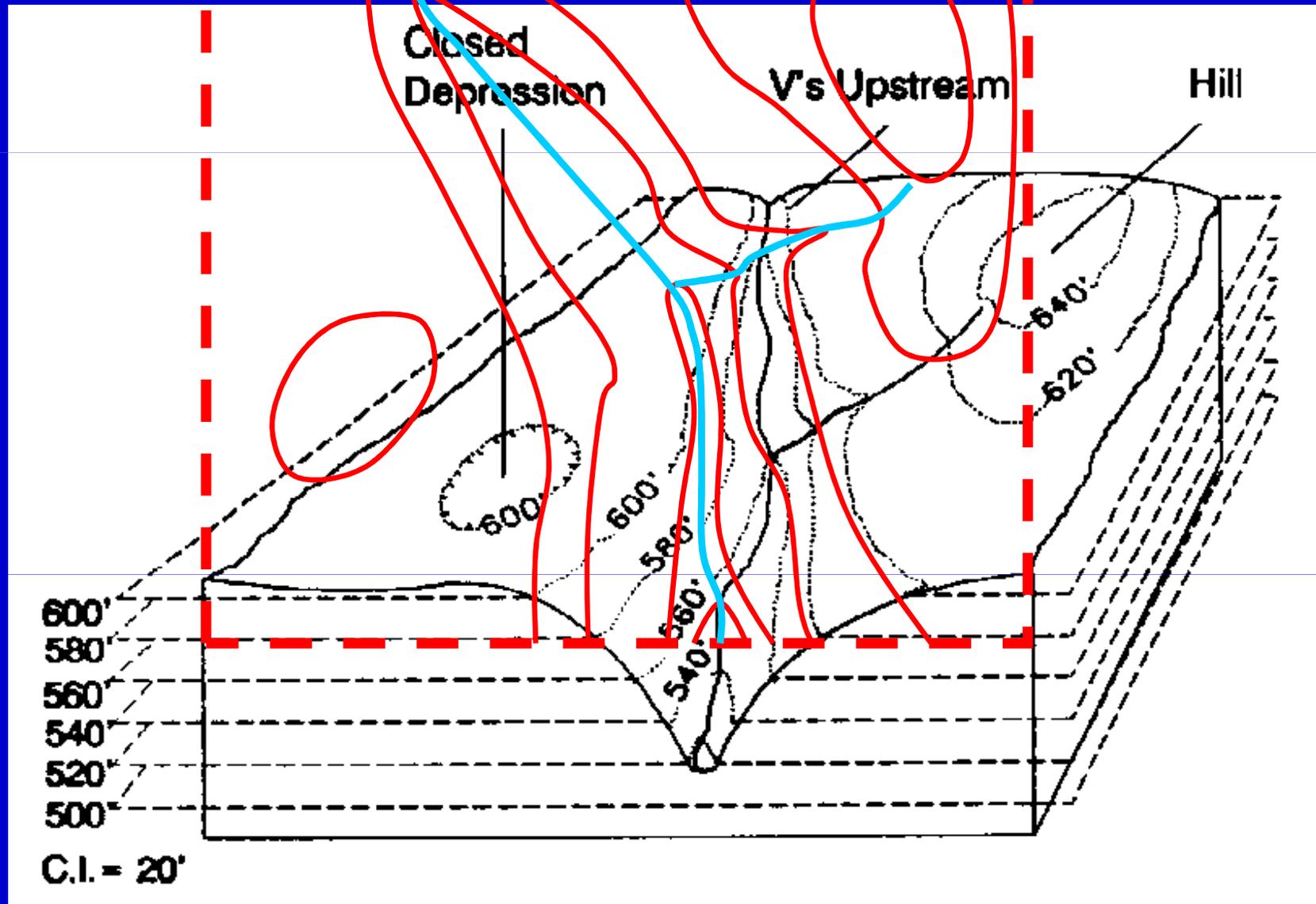
Le curve di livello o isoipse



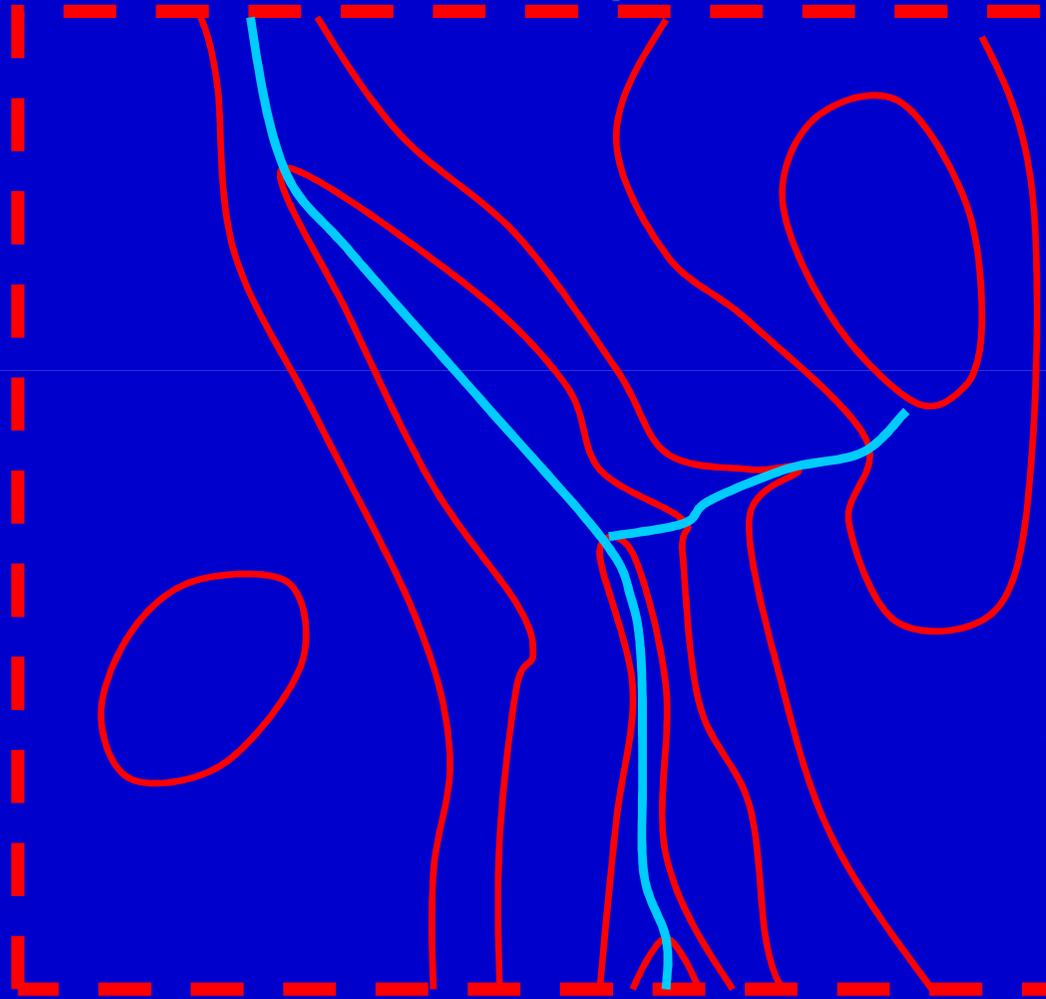
Le curve di livello o isoipse



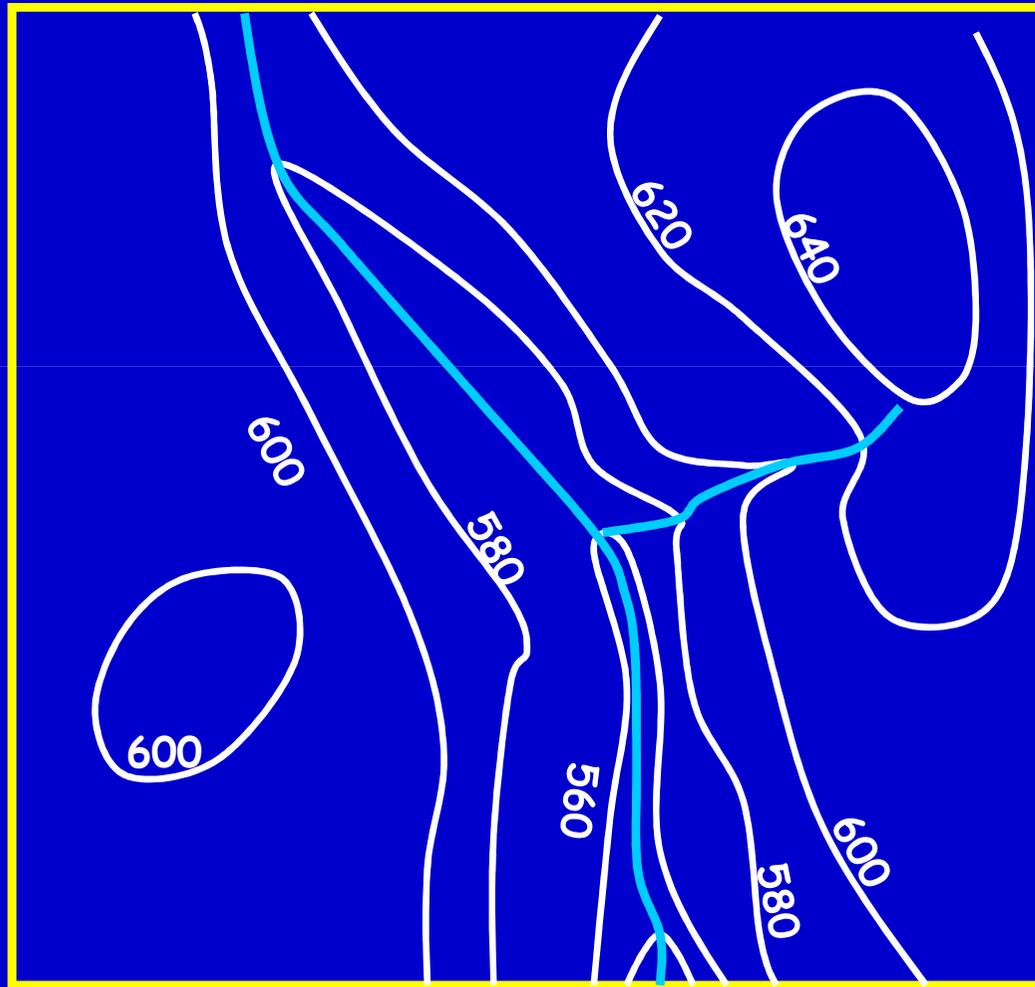
Le curve di livello o isoipse



Cartografia - Le informazioni altimetriche

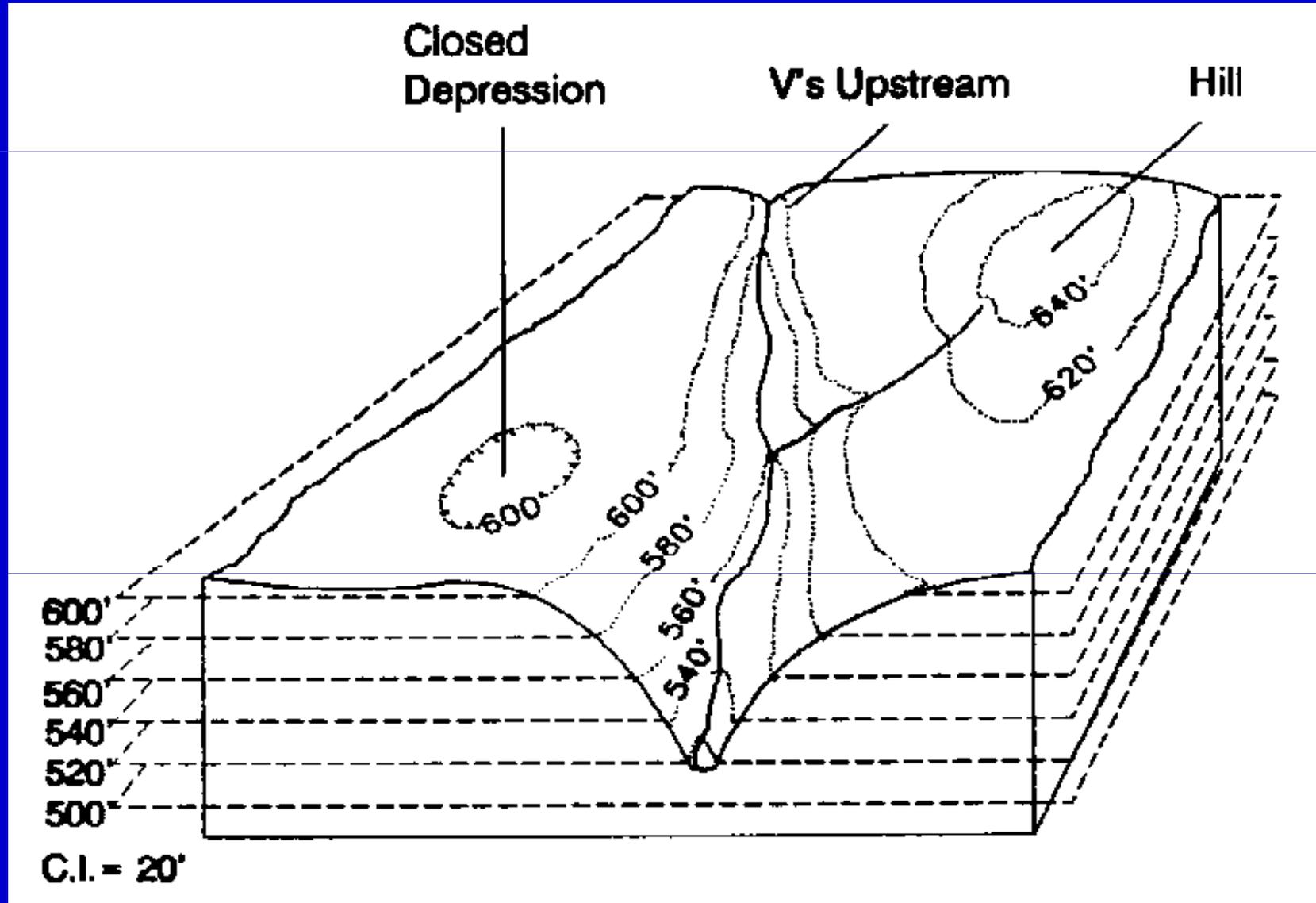


Le curve di livello o isoipse e, in blu, i corsi d'acqua

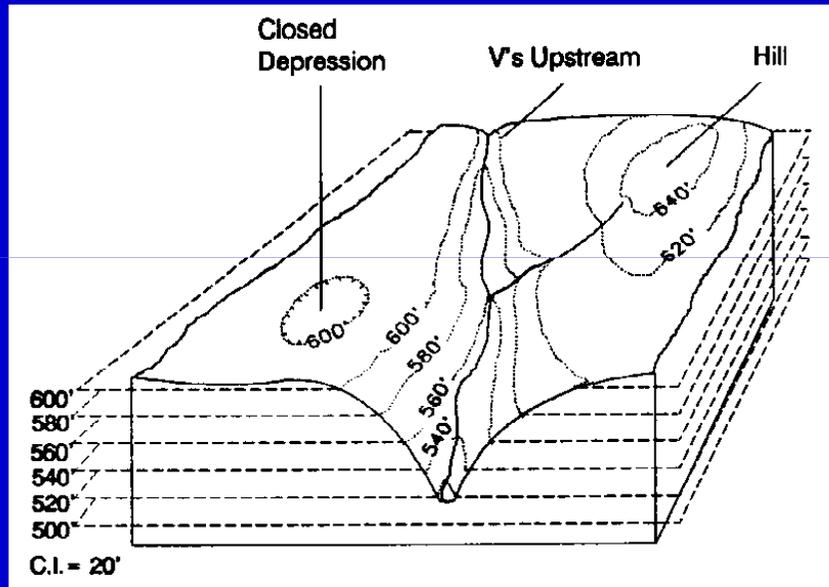


Le curve di livello o isoipse (in bianco)
L'idrografia (in celeste)

Le curve di livello o isoipse



Cartografia - Le informazioni altimetriche



Si dice equidistanza la differenza di quota tra due isoipse successive

Spesso l'equidistanza "k" misurata in metri tra curve di livello ordinarie e la scala della carta sono legate dalla relazione

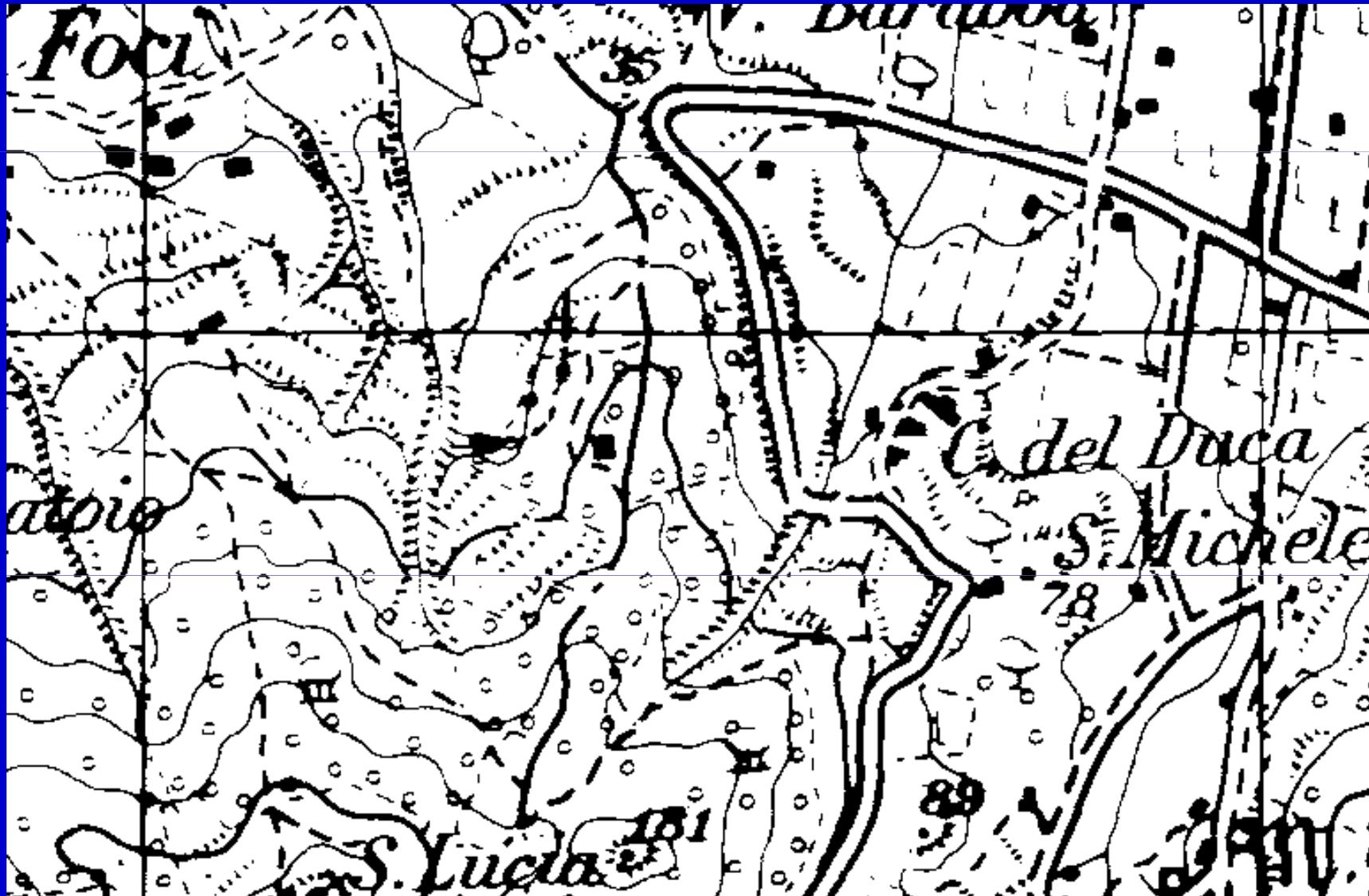
$$k = \frac{1}{(\text{scala} * 1000)}$$

Ad es. se la scala è 1/25.000, l'equidistanza è 25 m

Le curve di livello o isoipse si classificano in:

- Direttrici (in genere con linea ingrossata)
- Ordinarie
- Ausiliarie (discontinue, solo dove serve)

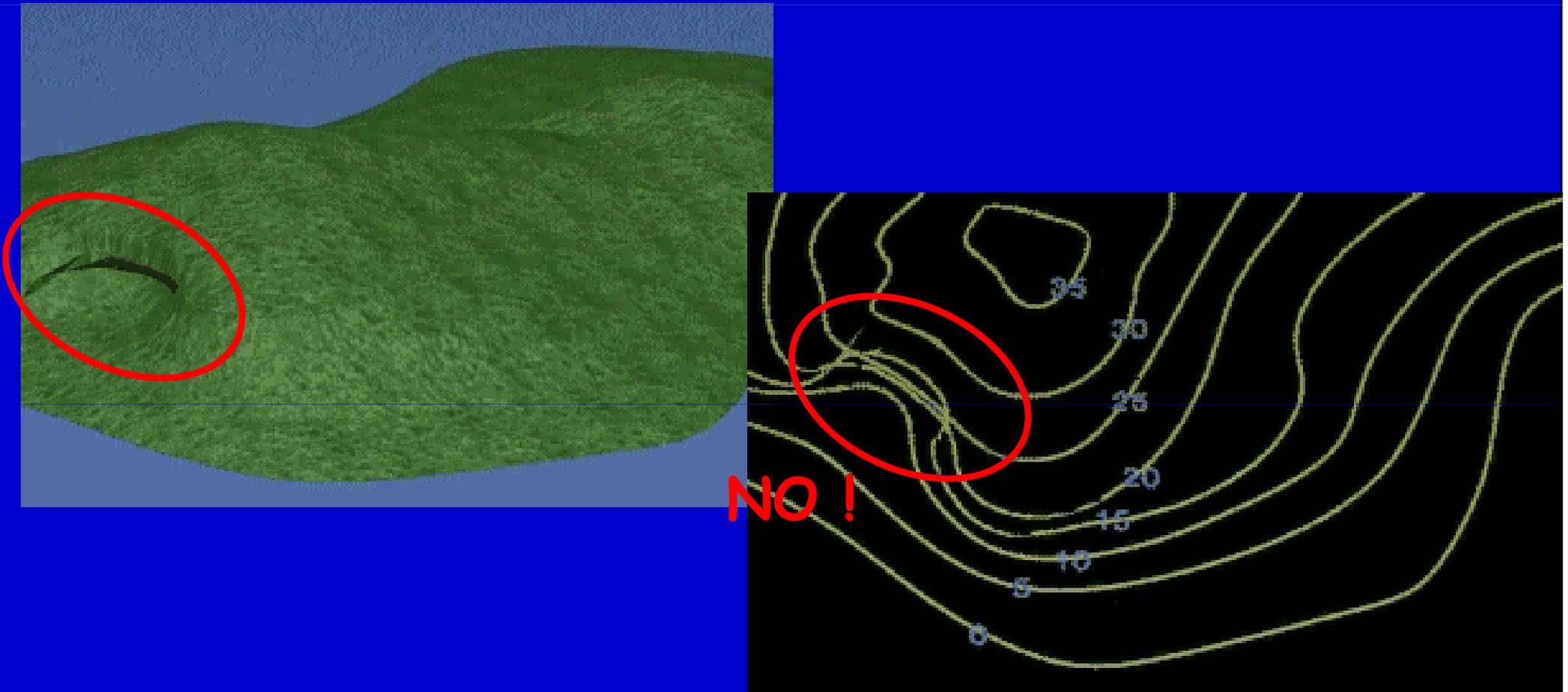
Modellazione delle informazioni altimetriche



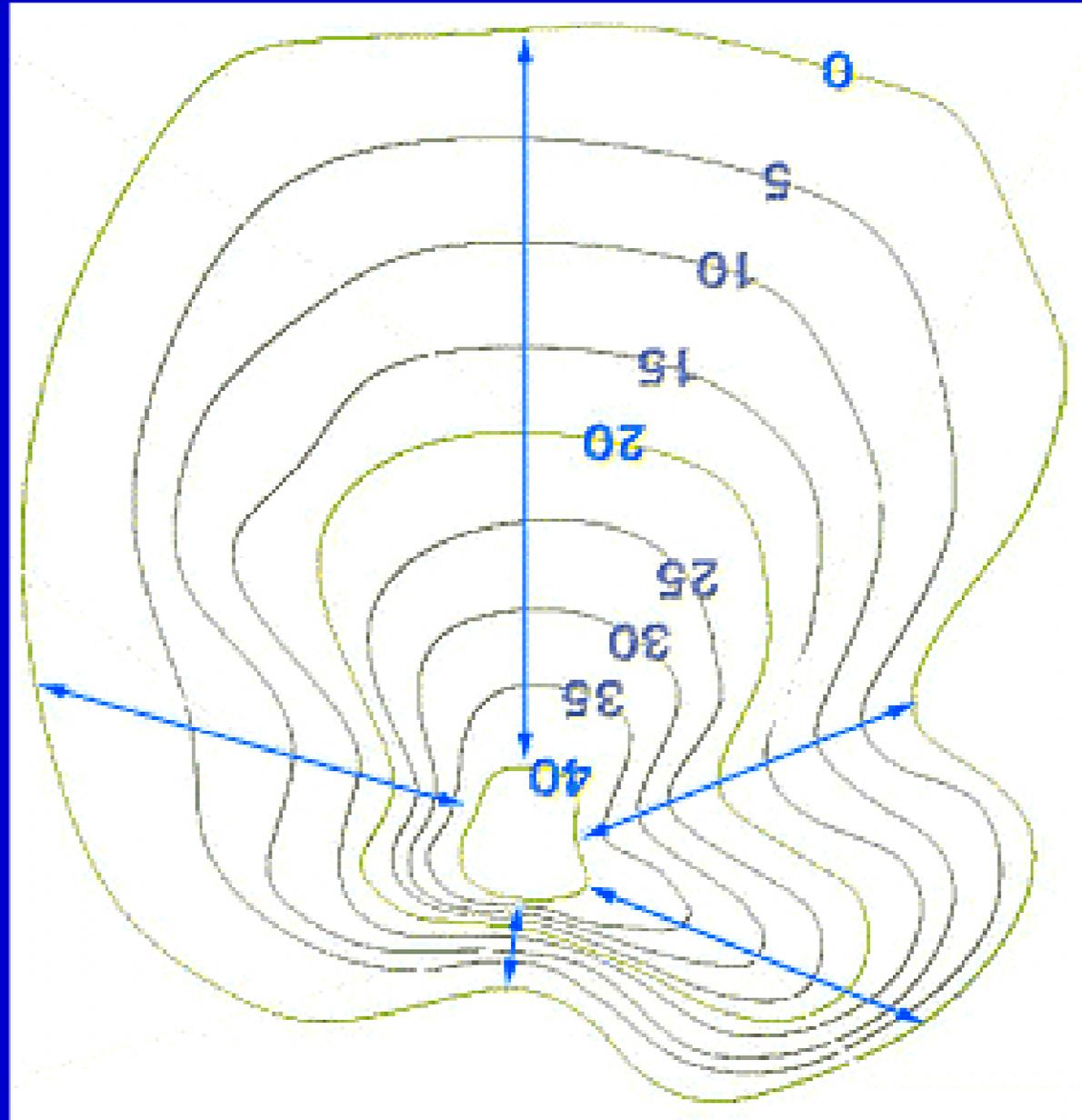
Modellazione delle informazioni altimetriche



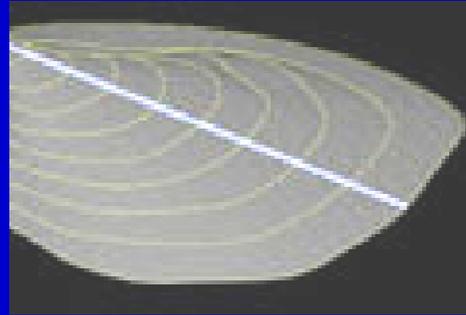
Le curve di livello



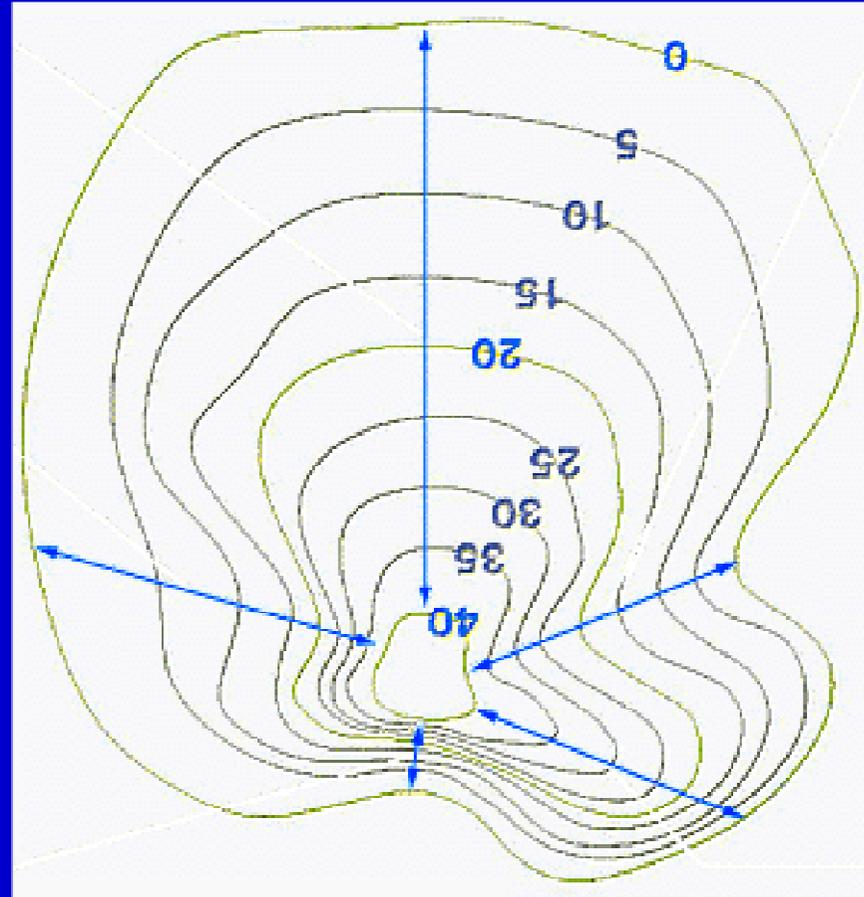
Cartografia - Le informazioni altimetriche



Cartografia - Le informazioni altimetriche



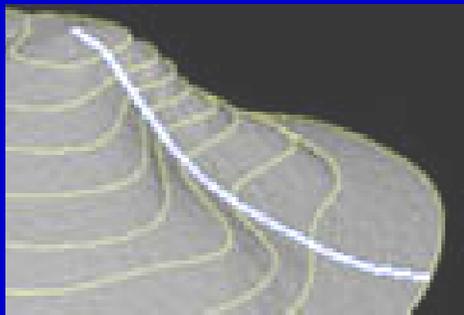
Uniforme



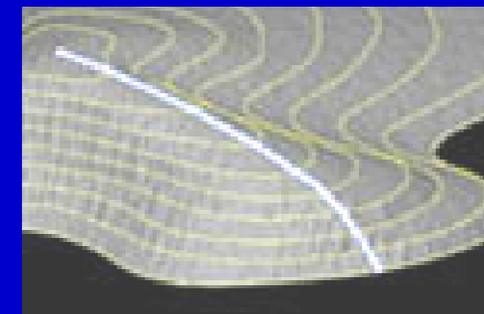
Vallata scavata da un corso d'acqua



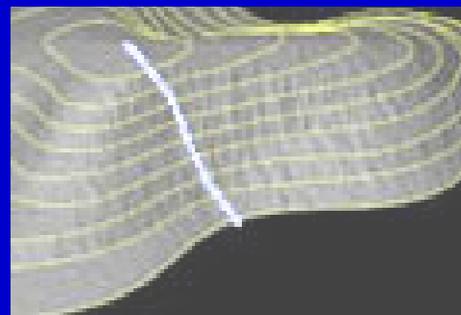
Concava



Convessa



Ripida



Carta IGM 1:25.000 - Livelli principali

- orografia
- idrografia
- edificato
- viabilità
- ferrovie
- vegetazione
- toponomastica e limiti amministrativi
- indicazioni ausiliarie (scala, ecc.).

Utilizzo di segni convenzionali:

- dimensioni minime per una casa isolata di 18 m terreno;
- case "spostate" se si sovrappongono alla rappresentazione di una strada.

Cartografia IGM 1:25.000

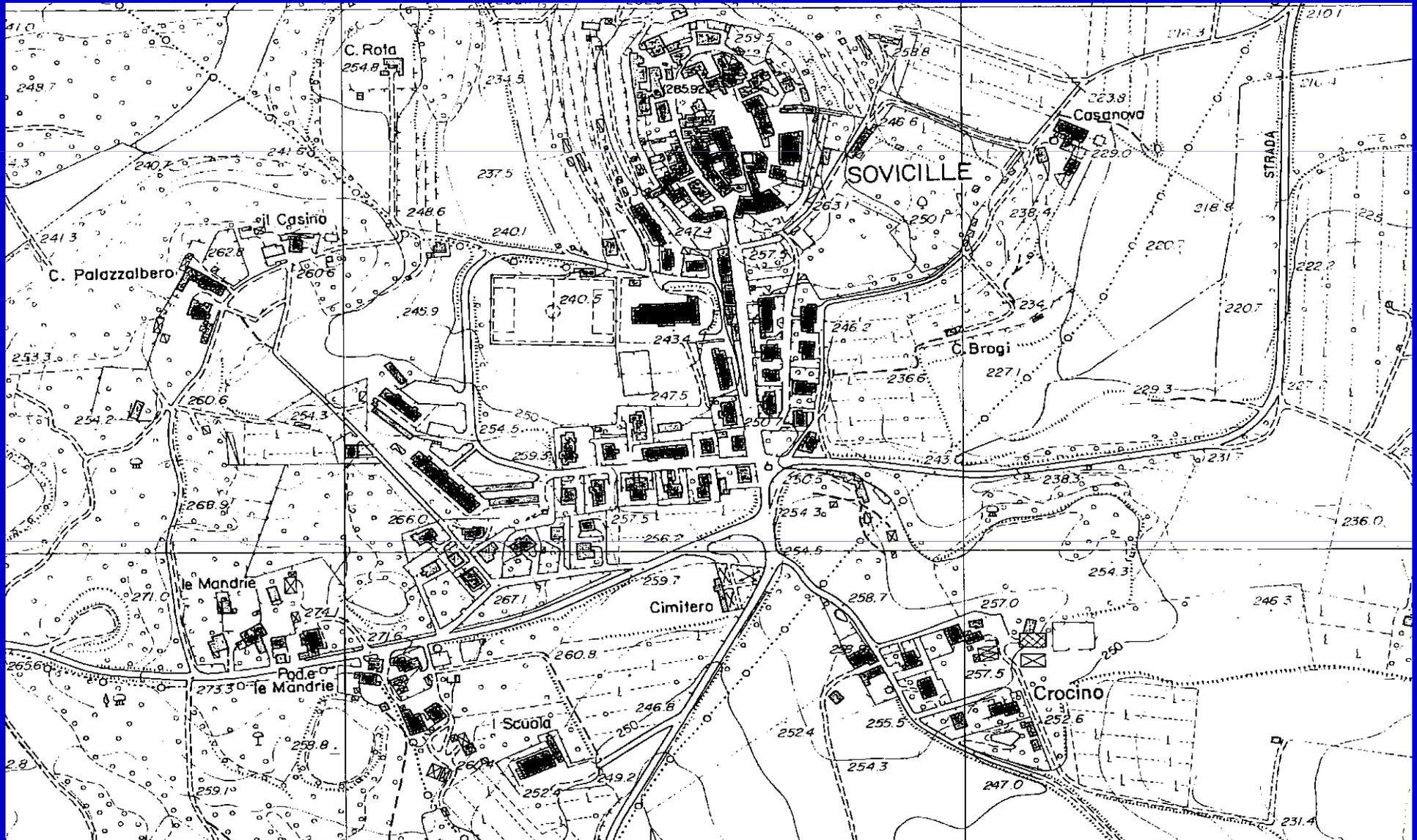


Carta CTR 1:5.000 - Livelli principali

- sistema delle comunicazioni
- edifici ed altre strutture
- acque
- impianti di estrazione, trasformazione, trasporto energia
- elementi divisorii e di sostegno del terreno
- forme terrestri
- vegetazione
- orografia
- limiti amministrativi, toponomastica e varie.
- indicazioni ausiliarie (scala, ecc.).

Tutti gli elementi in esatta proiezione

Carta Tecnica Regionale 1:5.000



La scala

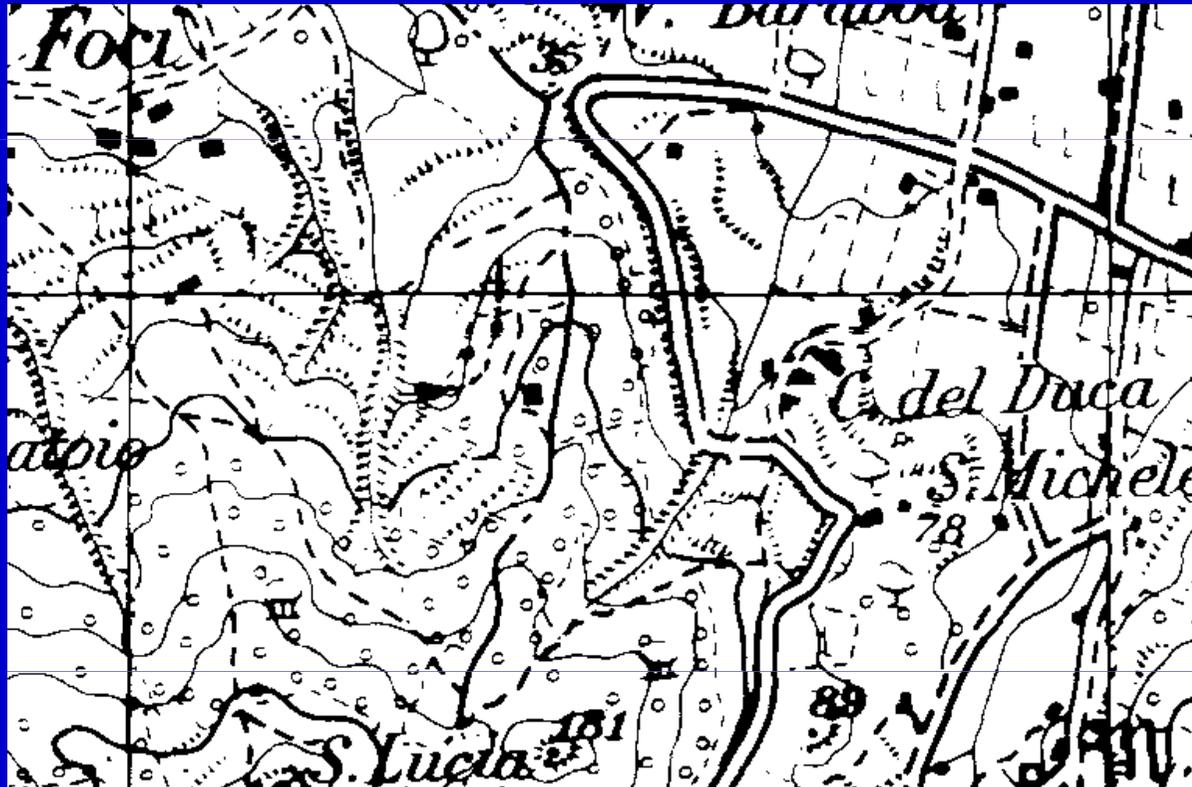
La scala della carta è il rapporto di riduzione delle lunghezze, misurate con la stessa unità di misura, tra la carta ed il terreno.

Ad es. 1:25000 indica che a 1 mm della carta corrispondono 25000 mm sul terreno, ossia 25 metri.

La scala è in relazione con:

- Il grado di risoluzione (il più piccolo oggetto rappresentabile)
- L'accuratezza posizionale

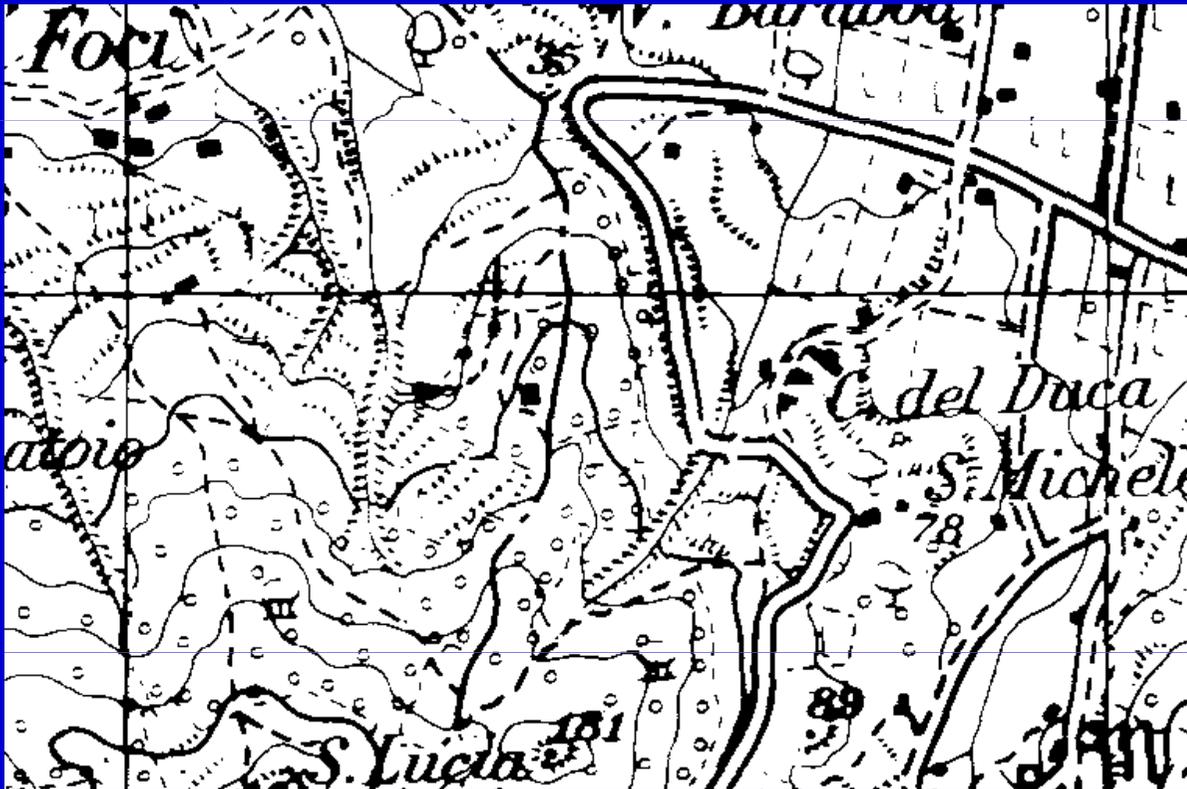
Grado di Risoluzione



Il grado di risoluzione, e cioè la dimensione lineare del particolare più piccolo rappresentabile, è dato dal minimo spessore del tratto grafico con cui la carta viene disegnata, e viene assunto, per convenzione, uguale a 0,2 mm

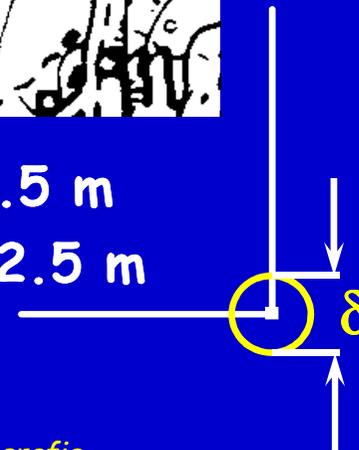
- Scala 1:5.000 : ris. = 1 m
- Scala 1:25.000: ris. = 5 m

Errore di posizionamento



L'errore massimo di posizionamento di un punto, che è tipicamente di 0,5 mm carta, rappresenta il diametro del cerchio al cui interno il punto è sicuramente contenuto; ovvero corrisponde all'incertezza con cui è rappresentata la posizione di un generico punto.

- Scala 1:5.000 : err.pos. = 2.5 m
- Scala 1:25.000: err.pos. = 12.5 m



L'ingrandimento

Ho una carta in scala 1:25.000

- Gli oggetti più piccoli di 5 m non sono rappresentati
- L'errore massimo planimetrico è 12,5 m

Ingrandisco la carta di 5 volte, portandola alla scala di 1:5000

- Oggetti di 2 m dovrebbero essere rappresentati, ...
ma non ci sono
- L'errore massimo planimetrico dovrebbe essere 2,5 m, ...
ma l'accuratezza non può migliorare con un
semplice ingrandimento.

Dopo l'ingrandimento ho una carta in scala 1:5.000,
con le caratteristiche di una scala 1:25.000.

L'ingrandimento è "inutile", anzi è un errore.

L'ingrandimento

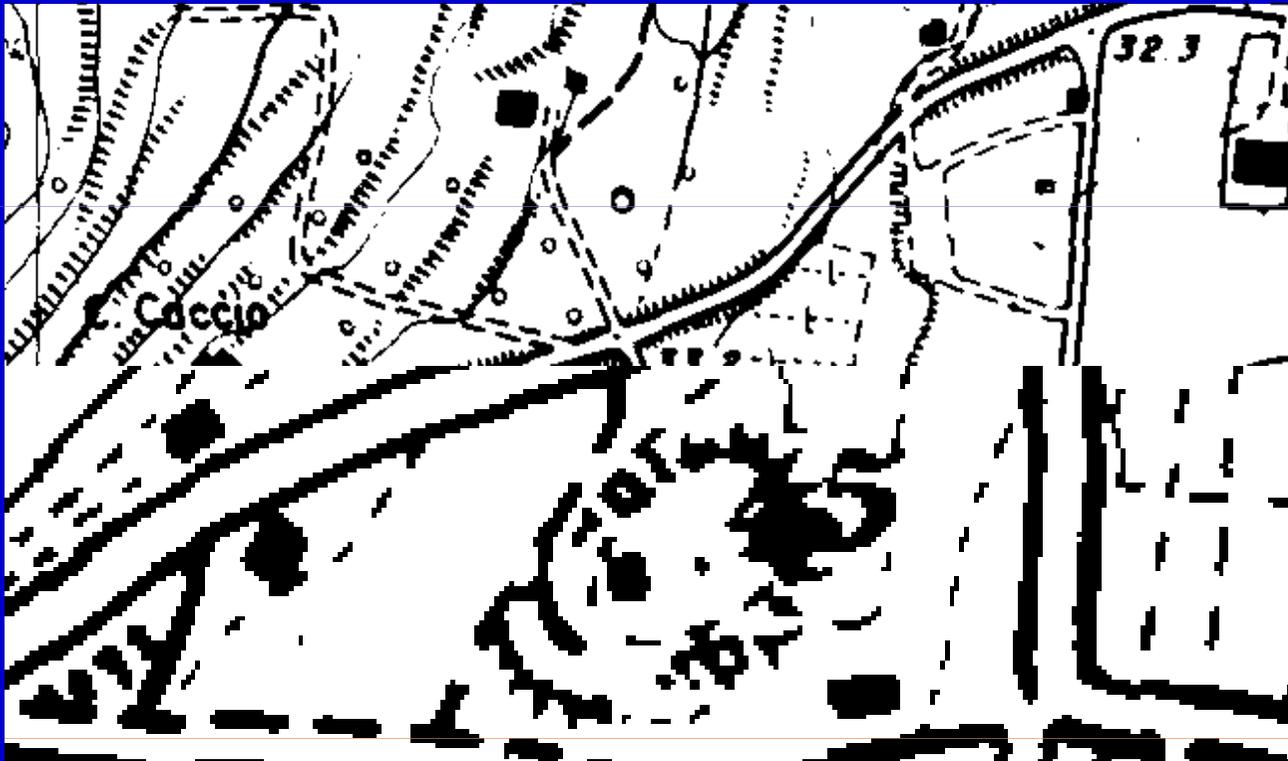
scala 1:5.000



scala 1:25.000

L'ingrandimento

scala 1:5.000



L'ingrandimento è
"inutile",
anzi è un errore.

scala 1:5.000, con le caratteristiche di una scala 1:25.000.

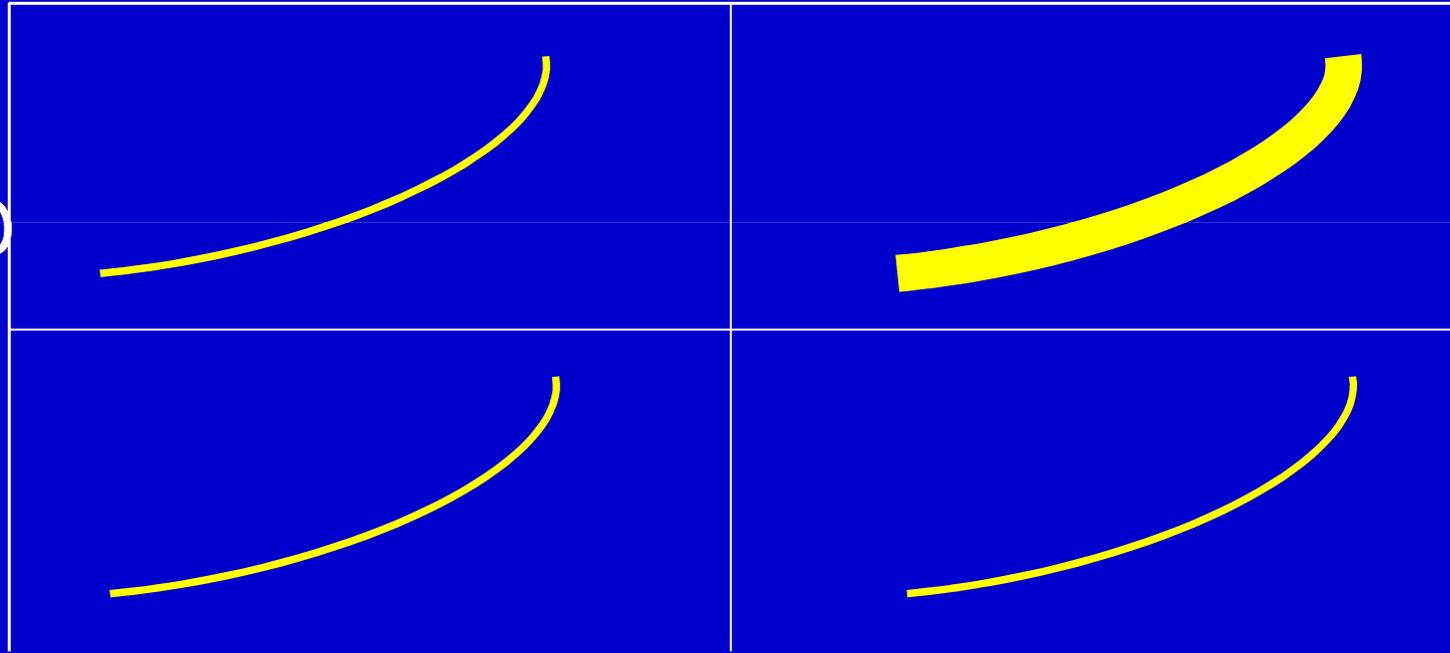
Purtroppo l'ingrandimento è possibile, anzi è facile e attraente !!

L'ingrandimento:

prima

dopo

Sulla carta
(fotocopiatrice)



Sul monitor
(zoom)

Purtroppo l'ingrandimento è possibile, anzi è facile e attraente !!

La fotocopiatrice è più onesta del terminale !!

Indice

- **Cartografia: lo scopo e il prodotto**
- **La scala**
- **Sistemi di riferimento**
- **Produttori di cartografia in Italia**
- **Cartografia in "vera proiezione" e simbolica**
- **Cartografia topografica, tematica e fotografica**
- **Leggere le caratteristiche di una carta**
- **L'informazione altimetrica**
- **Livelli principali**
- **La scala e l'accuratezza**

Caratteristiche di una carta

- Sistema di Riferimento e quindi ...
 - Conforme, equivalente, equidistante, afilattica
 - Coordinate ellissoidiche e coordinate metriche
- Scala (pianta, mappa, topografia, ecc.) e quindi ...
 - Simbolica o in vera proiezione
- Originale o generalizzata
- Topografica, tematica o fotografica
- Il Produttore

Sistemi Informativi Territoriali

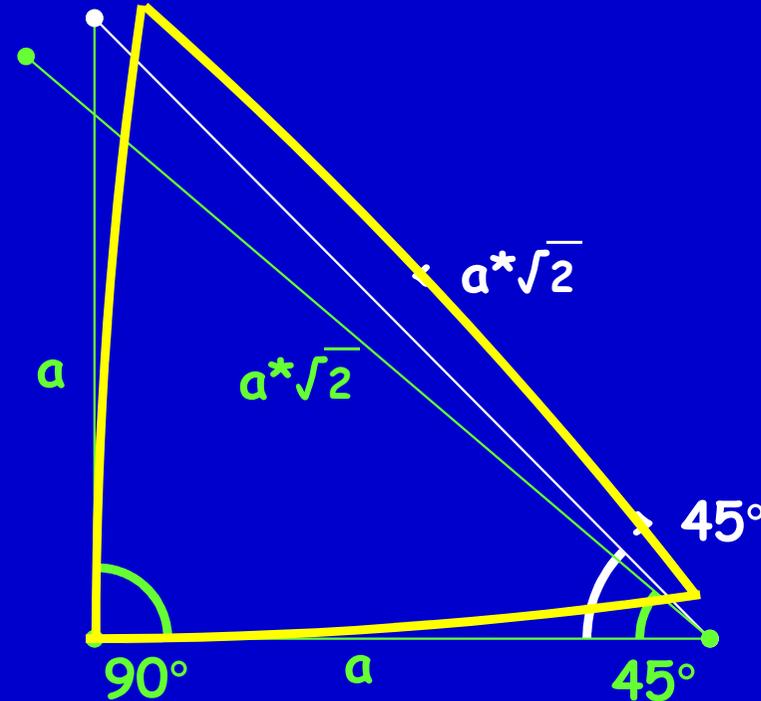
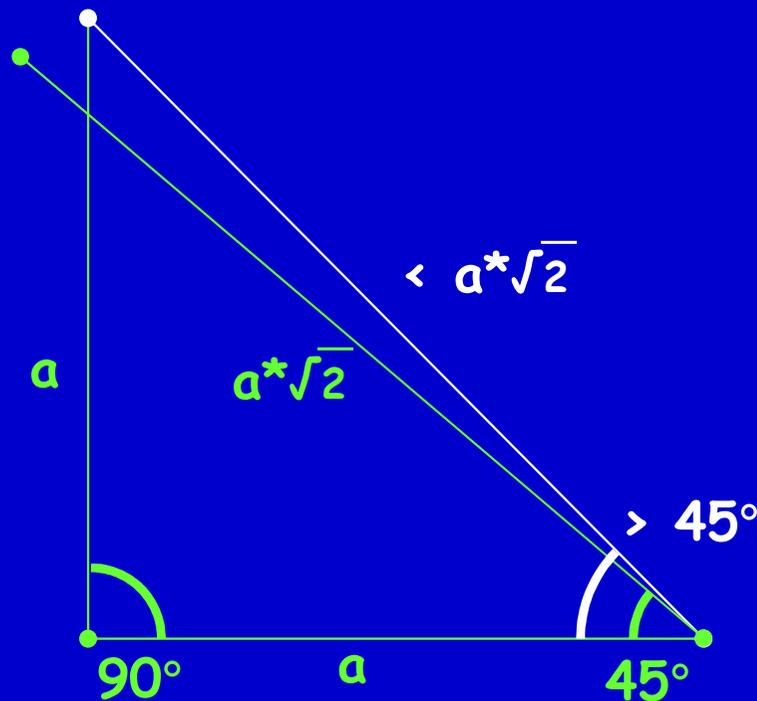
Paolo Mogorovich

www.di.unipi.it/~mogorov

Sistemi Informativi Territoriali

Appendice

Geometria piana e geometria sferica



Classificazione delle carte secondo la scala

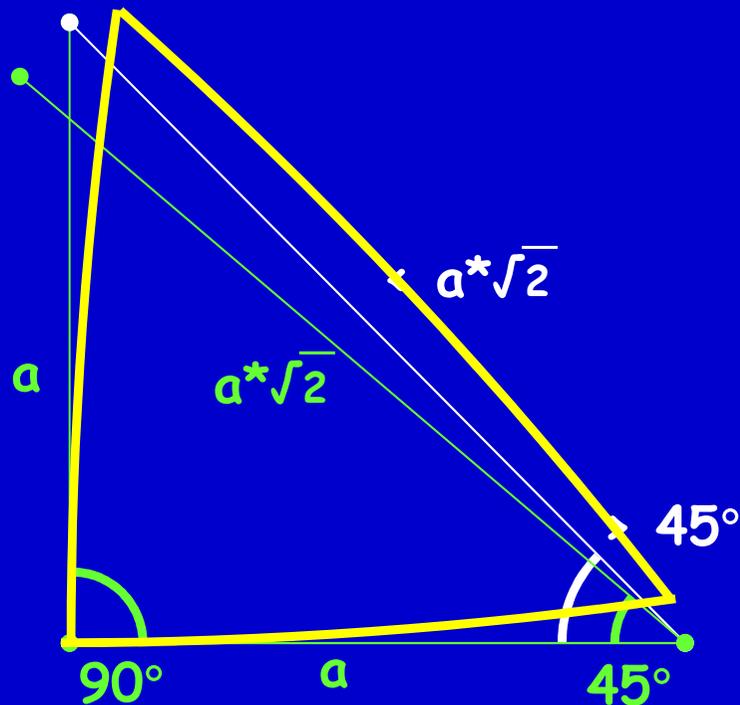
- **planisferi** quando rappresentano tutta la superficie terrestre;
- **mappamondi** quando la rappresentazione è effettuata su una sfera;
- **carte geografiche o generali** quando mostrano una grande estensione della superficie terrestre a piccolissima scala, fino ad 1:2.000.000;
- **carte corografiche** quando la rappresentazione è a scale comprese tra 1:1.000.000 e 1:200.000;
- **carte topografiche** quando la rappresentazione è a scale comprese tra 1:100.000 e 1:5.000;
- **mappe** quando la rappresentazione è tra 1:4000 e 1:1000;
- **piante** per scale grandissime, da 1:500 a valori maggiori;
- **Carte Tecniche Regionali**, che sono rappresentazioni specificamente finalizzate ad interventi sul territorio, in scale da 1:10000 sino ad 1:2000.

Coordinate sferiche

- Se si considera un modello tridimensionale della terra (in pratica l'ellissoide) le coordinate di un punto si misurano in latitudine e longitudine e vengono misurate in gradi e frazioni di grado (gradi sessagesimali $gg^{\circ} mm' ss''$ o decimali $gg.xxxx$)
 - Un secondo d'arco [$00^{\circ} 00' 01''$] corrisponde a circa 30 m
 - Un decimillesimo di grado [00.0001] corrisponde a circa 11 m
 - Un centomillesimo di grado [00.00001] corrisponde a circa 1 m

Sistemi di Riferimento sferici

Dal geoide a un ellissoide



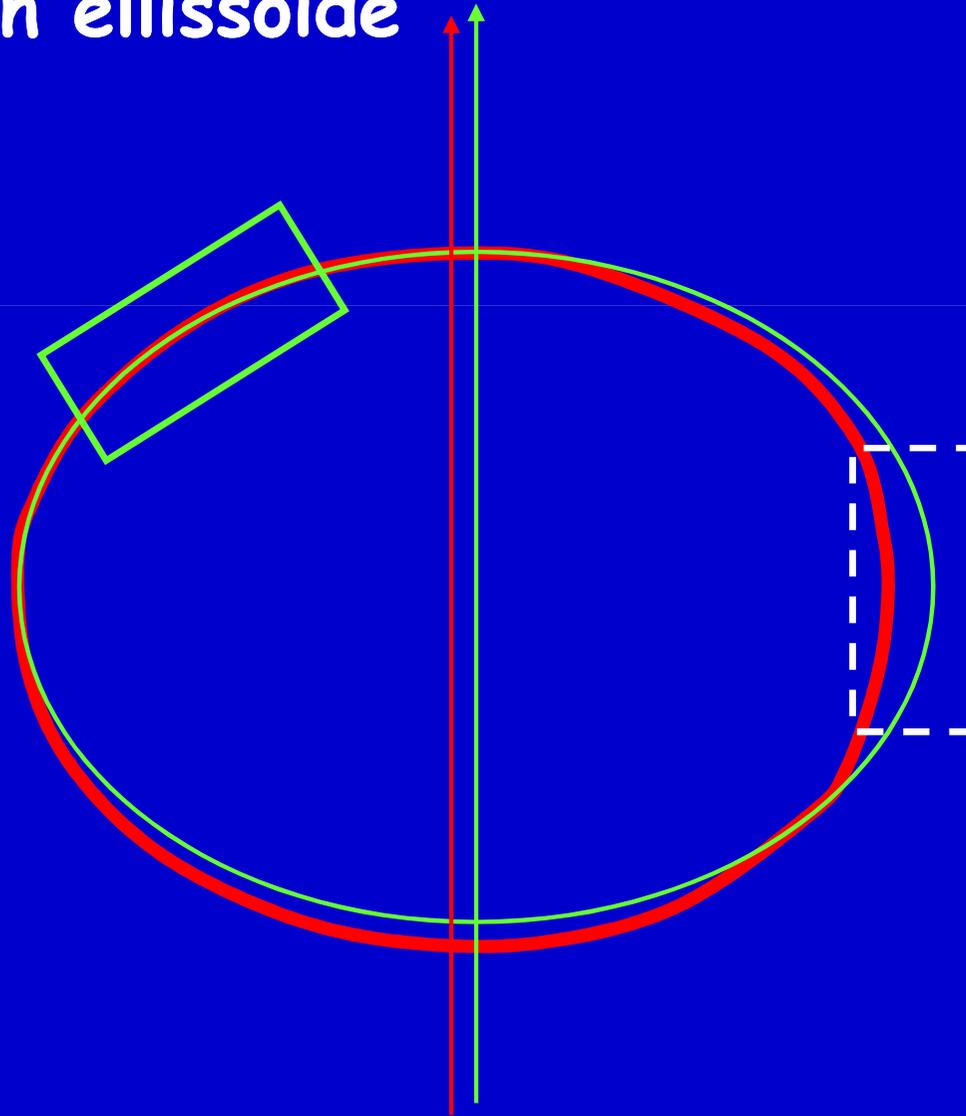
La prima operazione necessaria a definire un qualunque Sistema di Riferimento è trovare una figura geometrica regolare che approssimi nel modo migliore l'irregolare forma della Terra

Tale figura è un ellissoide di rotazione caratterizzato dalla dimensione dei due assi.

Nel tempo, sono stati definiti alcuni ellissoidi diversi tra loro, perché

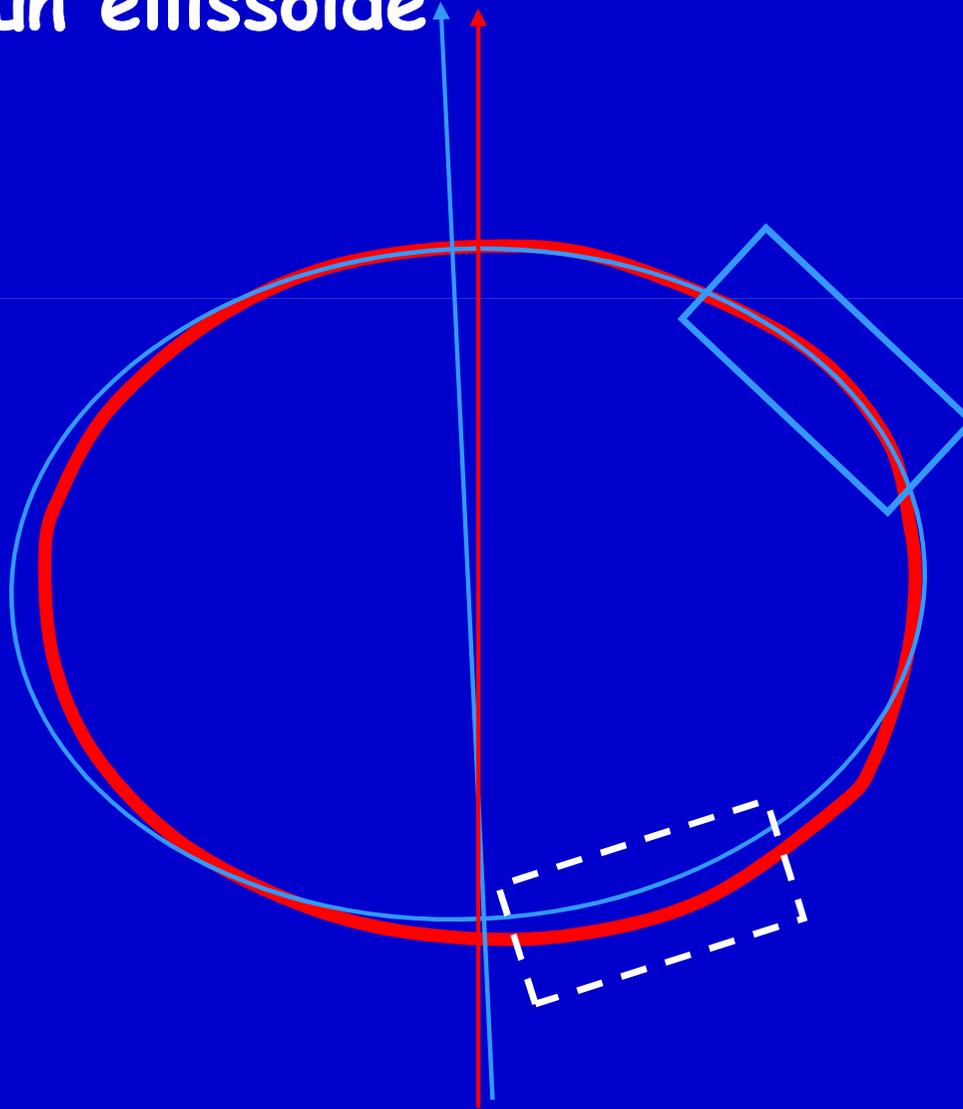
La scelta di un ellissoide

Il caso Verde



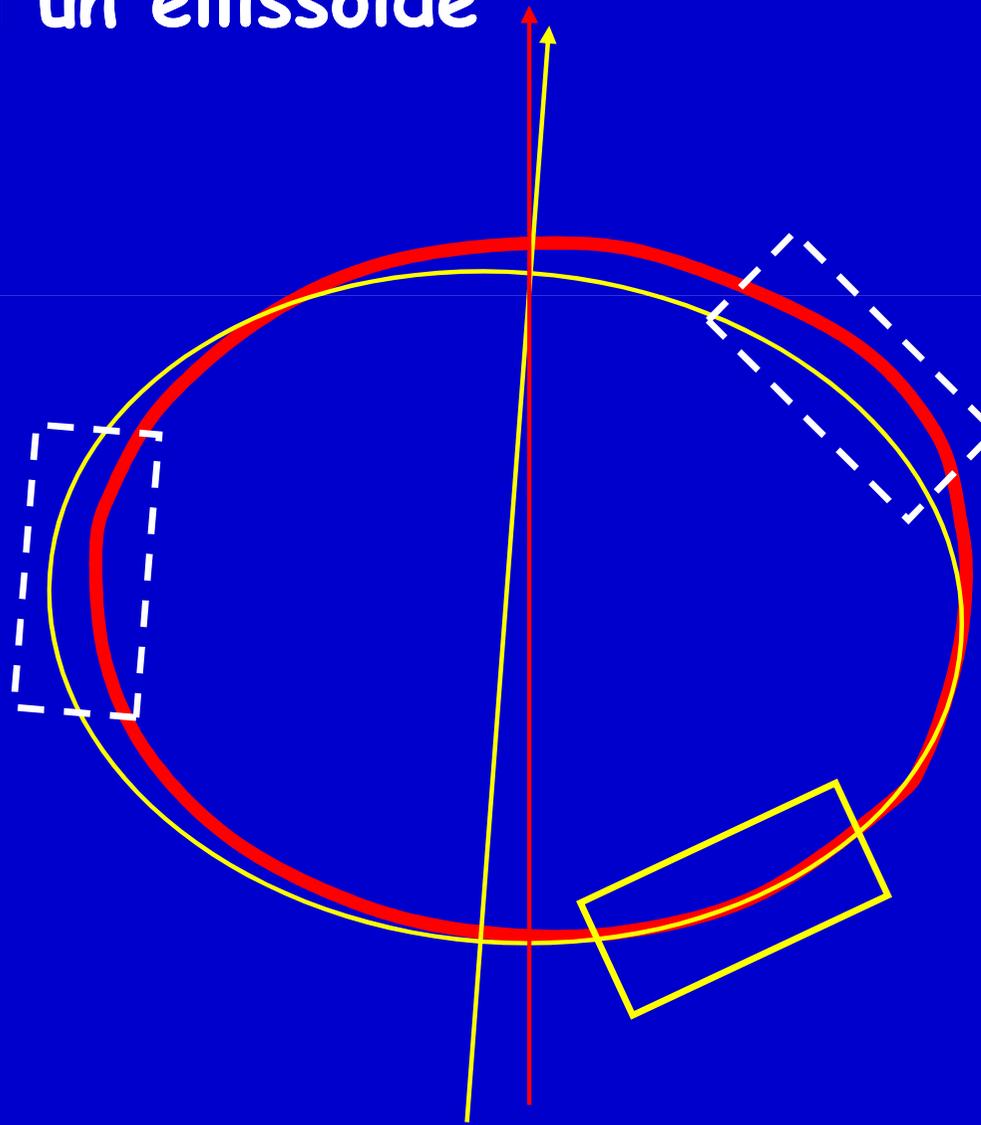
La scelta di un ellissoide

Il caso Blu



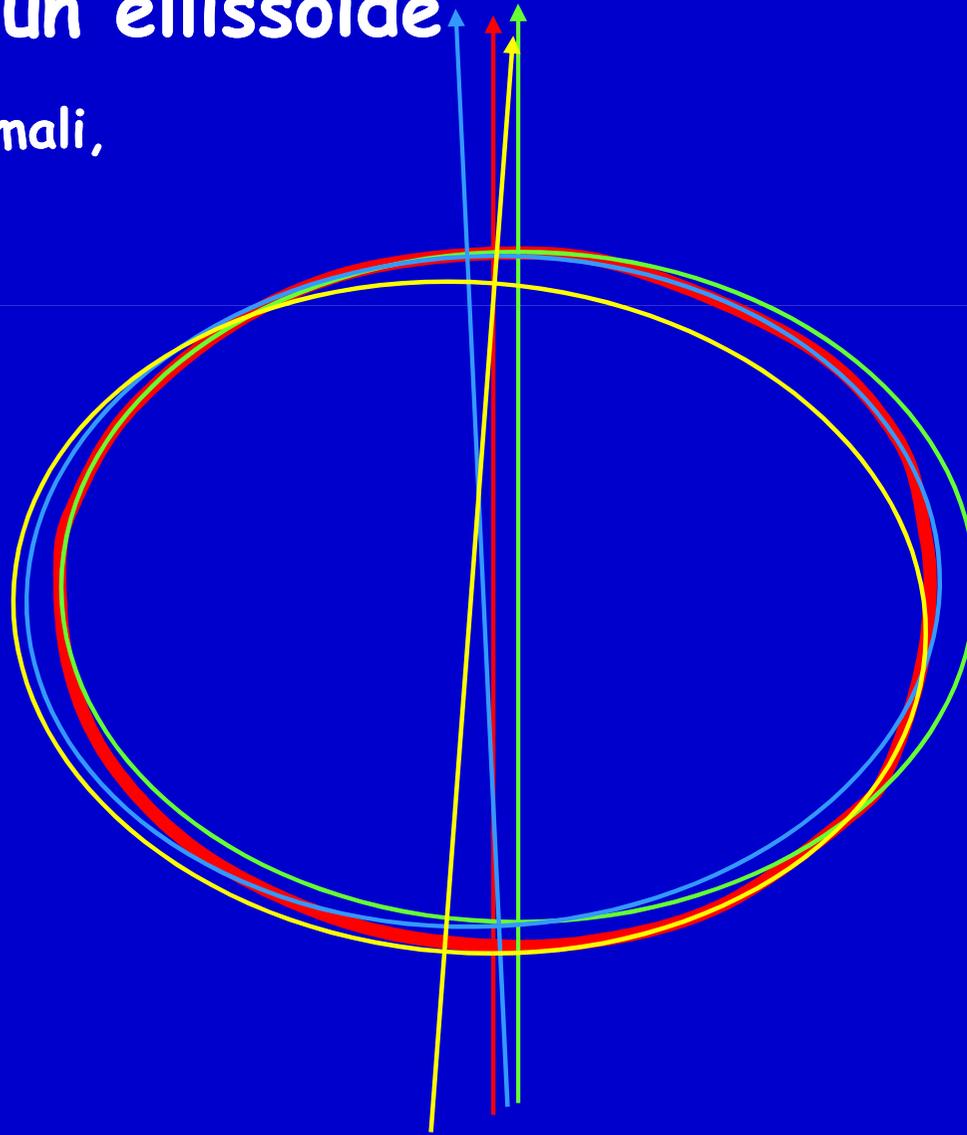
La scelta di un ellissoide

Il caso Giallo



La scelta di un ellissoide

Sistemi locali ottimali,
ma non integrabili



La scelta di un ellissoide

Il WGS84

