

**GRUPPO SPELEOLOGICO SACILE**

**PRONTUARIO**  
**DI TOPOGRAFIA E RILIEVO IPOGEO**  
**AD USO DEGLI SPELEOLOGI**

a cura di

Costantino Bottoli e Guglielmo Esposito

# **I N D I C E**

**Premessa**

**Strumenti e materiali per topografia e rilievo**

**Le carte topografiche**

**Scale**

**Punti quotati e curve di livello**

**Misura delle distanze sulle carte topografiche**

**Sistemi di coordinate**

**Relazione tra diversi sistemi di coordinate**

**Determinazione delle coordinate di un punto della carta**

**Ubicazione sulla carta di un punto di coordinate note**

**Posizionamento di una cavità**

**Rilievo topografico di una cavità**

**Restituzione del rilievo (disegno) di una cavità**

**Compilazione scheda catastale**

**Quadro d'unione delle tavolette I.G.M. 1:25.000 - Prov. di PN**

**Quadro d'unione delle tavolette I.G.M. 1:25.000 -Prov. di GO e TS**

**Quadro d'unione delle tavolette I.G.M. 1:25.000 -Prov. di UD**

**Quadro d'unione degli elementi C.T.R. 1:5.000 - Prov. di PN**

**Quadro d'unione degli elementi C.T.R. 1:5.000 - Prov. di GO e TS**

**Quadro d'unione degli elementi C.T.R. 1:5.000 - Prov. di UD**

**Tabella di conversione per C.T.R. scala 1:5.000**

**Tabella di conversione per carte I.G.M. scala 1:25.000**

**Stampati per libretto delle rilevazioni**

**Coordinatometri e scalimetri**

## PREMESSA

Abbiamo denominato questo fascicoletto "Prontuario", per sottolinearne la finalità di "strumento di pronto impiego", quale vorrebbe essere.

Esso è destinato a coloro che si avvicinano per la prima volta alla topografia e al rilievo ipogeo o a coloro che, sapendo già qualcosa, vogliono riordinarsi le idee o semplicemente giovare dei coordinatometri, tabelle e quadri d'unione che contiene.

Di manuali e manualetti di topografia, ne esistono già molti e per tutti gli usi, compreso quello speleologico; non era quindi nostra intenzione farne un altro.

Non ci si aspetti dunque una trattazione, neanche in forma ridotta, di tutte le problematiche sull'argomento.

Il "Prontuario" semplicemente analizza, una per una, le varie operazioni topografiche che servono allo Speleologo e spiega il modo di farle: come ubicare un punto sulla carta topografica, come fornire la posizione di una cavità, come fare un rilievo speditivo....

Si tratta, alla fin fine, di poche e semplici cose, alla portata di tutti, ma che tutti gli Speleologi dovrebbero saper fare, perché è grazie a questo pur umile lavoro che è nato e vive il grande patrimonio del Catasto delle cavità naturali, tramite il quale noi sappiamo quante sono, dove sono e come sono fatte, le nostre grotte.

L'importante è non farsi prendere dal panico di fronte alla miriade di nozioni e formule trigonometriche che invadono i manuali specifici e non impantanarsi nella ricerca di una precisione onerosa e raramente necessaria.

Noi proponiamo metodi semplici e veloci, senza formule e calcoli strani e con un'approssimazione dignitosa. In più, la semplicità delle operazioni, ridurrà anche le possibilità di errori.

Chi si appassionerà alla materia potrà sempre, in un secondo tempo, approfondire gli argomenti, studiarsi le teorie o utilizzare metodi e strumenti più precisi.

Noi siamo fondamentalmente d'accordo con quanti affermano che l'attività speleologica offre tante cose più piacevoli che non fare misurazioni in grotta e disegni a tavolino. Ma siccome vogliamo essere Speleologi e non solo turisti ipogei, un minimo sforzo lo dobbiamo pur fare.

Con il nostro "Prontuario" vorremmo proprio aiutare i volonterosi, disposti a questo minimo sforzo, a ottenere il massimo risultato.

Costantino Bottoli      Guglielmo Esposito

## **STRUMENTI E MATERIALI PER TOPOGRAFIA E RILIEVO**

I metodi di topografia e rilievo, contemplati nel presente manuale, richiedono i seguenti strumenti e materiali accessori:

**Rotella metrica da 20 metri:** con nastro in fibra, per le misure in grotta; preferibilmente con i numeri scritti in nero, perché il rosso si legge male alla luce dell'acetilene.

**Rotella metrica da 50 metri:** con nastro in fibra, per le misure sul territorio;

**Bussola:** sessagesimale (360"), possibilmente tipo Suunto;

**Clinometro (eclimetro):** possibilmente tipo Suunto;

**Borsa da rilievo:** dimensioni circa cm.25x25, impermeabile, con tracolla, in grado di contenere: rotella metrica, bussola, clinometro, un blok notes dim. cm.15x21, penne e matite.

**Scalimetro** con le scale più comuni; si consiglia il tipo a sei scale (a sezione triangolare), con scale 1:100, 1:200, 1:250, 1:300, 1:400, 1:500;

**Goniometro:** sessagesimale, a cerchio completo (360") con diametro 10 cm circa;

**Riga:** da cm.70;

**Squadretta 30":** da cm.30;

**Coordinatometro 1:25.000:** per tavolette I.G.M.;

**Coordinatometro 15000:** per carte C.T.R.;

**Matita:** del tipo a micromina con mina tenera "2B" o "B", per lavori a tavolino; matita tradizionale e penna biro per lavori sul campo o in cavità;

**Penna a china:** Rapidograf o simili per disegno su carta da lucidi, con pennini di misura 0.2 - 0.5 - 0.8;

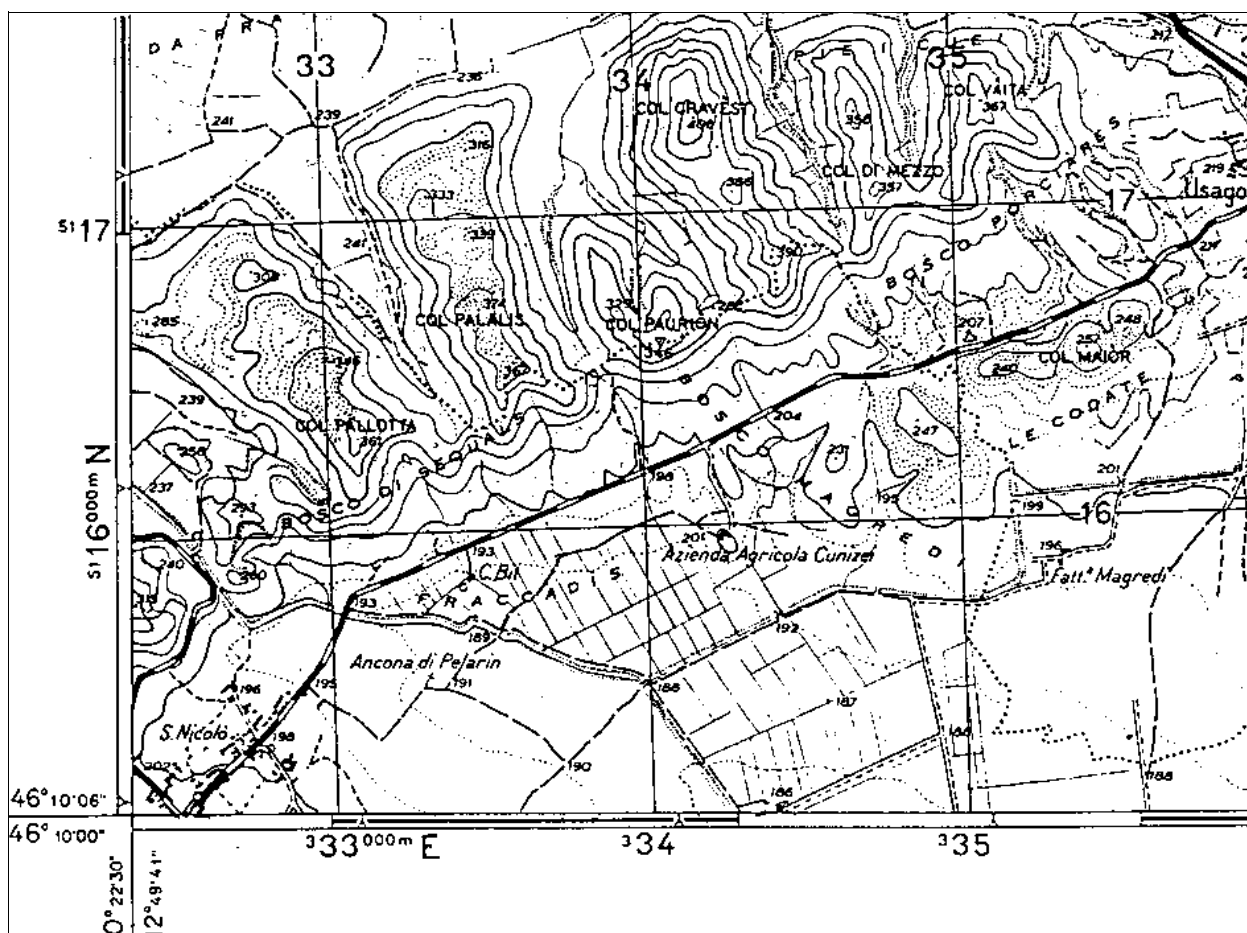
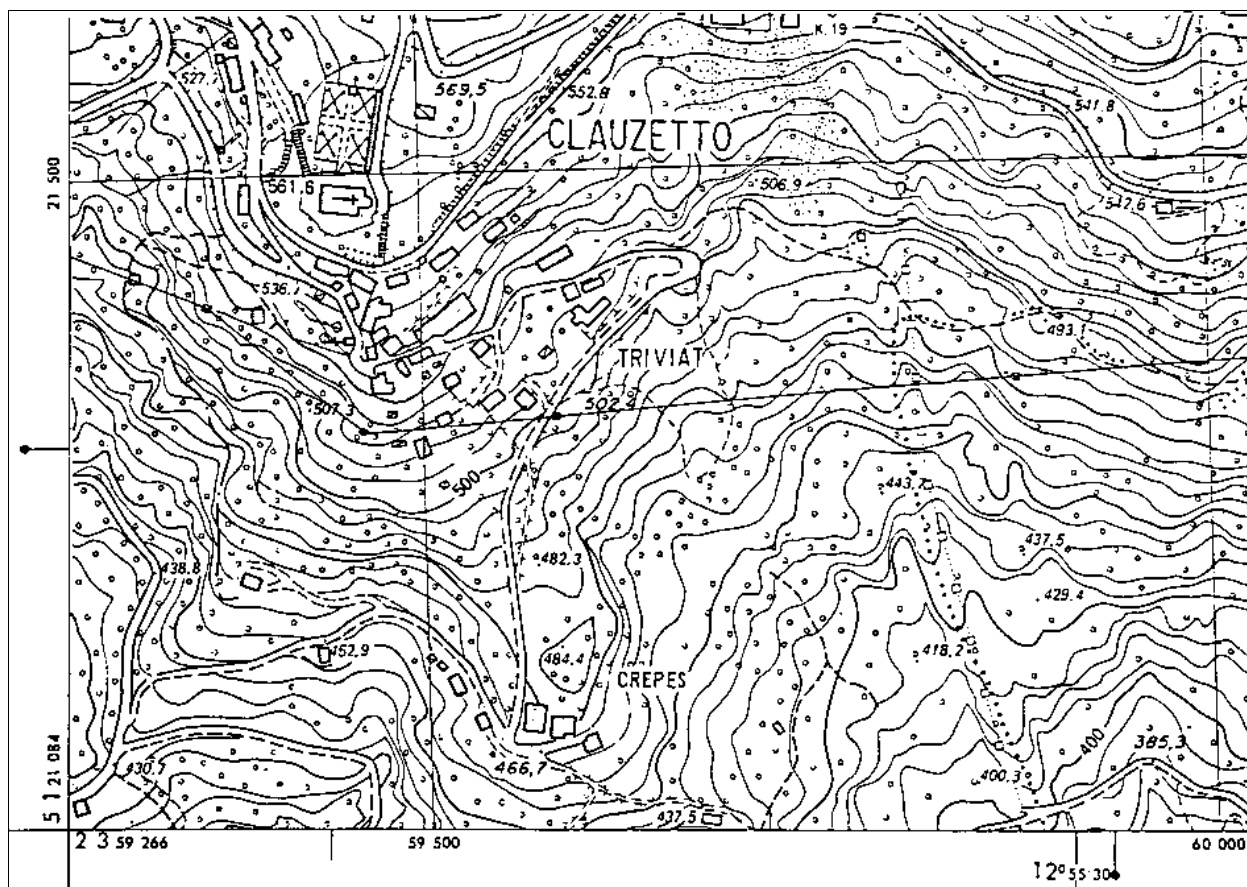
**Penna biro rossa:** a punta fine;

**Gomma da matita e lametta:** per cancellare matita o china;

**Fogli di carta:** a quadretti o millimetrata di formato A3 (cm.29.7x42) o simile;

**Carta da lucidi:** formato A4 (cm.21x29.7) A3 (cm.29.7x42) rotolo altezza cm. 33 o cm. 66. Esistono sia fogli, che rotoli, già con il bordo.

**Caratteri trasferibili:** con numeri, di varie misure (2 - 2,5 - 3 mm).



## LE CARTE TOPOGRAFICHE

Le carte topografiche hanno lo scopo di rappresentare una porzione di superficie terrestre. In pratica sono una specie di fotografia dall'alto di un certo territorio, nella quale si vedono montagne, fiumi, strade e altri particolari, a seconda del tipo di carta.

Il primo problema incontrato dai cartografi è stato quello di rappresentare su un foglio piano la superficie terrestre che è di forma pressoché sferica (geoide).

Per far questo, si è diviso il globo terrestre con delle linee immaginarie, denominate rispettivamente **meridiani** (archi verticali passanti per i poli) e **paralleli** (circonferenze orizzontali parallele all'equatore), che individuano porzioni di territorio sufficientemente ridotte, da poterle rappresentare, con accettabile approssimazione, come se fossero piane.

Per convenzione tutte **le carte sono orientate al Nord**, ossia ponendo la carta davanti a noi, con le scritte diritte, il Nord è situato in alto, l'Est è alla nostra destra e l'Ovest a sinistra.

Nelle carte topografiche, per ovvi motivi, il territorio è rappresentato in **scala ridotta** (vedi capitolo "scale"). Tanto più il territorio è "rimpicciolito", tanto più ce ne sta su un foglio, ma per contro, tanto meno leggibili appaiono i particolari e le distanze.

Sulle carte topografiche compaiono innanzitutto i vari elementi costitutivi del territorio, montagne, mari, fiumi, strade, ecc. e nelle carte più dettagliate, anche fabbricati, sentieri, tipi di vegetazione e altri particolari quasi sempre comprensibili intuitivamente o spiegati da apposite "legende" sui margini delle carte.

Sulla maggior parte delle carte topografiche sono visibili dei reticoli e/o delle indicazioni lungo i margini. Si tratta dei **sistemi di coordinate** (vedi omonimo capitolo), che servono per definire la posizione di punti del territorio.

Sulle carte figurano inoltre delle linee curve, più o meno distanti tra loro e più o meno parallele. Si tratta delle **curve di livello** (vedi omonimo capitolo), che danno la quota dei punti sul livello del mare.

Le carte più usate dagli speleologi sono:

**Elementi C.T.R. in scala 15000 (Carte tecniche Regionali) (fig.2)**, in bianco e nero, edite dalle Regioni; ogni elemento comprende un territorio pressoché quadrato di circa 3 Km. di lato.

**Le tavolette I.G.M. in scala 1:25.000** (fig. 3) a colori, edite dall'Istituto Geografico Militare; ogni tavoletta comprende un territorio pressoché quadrato di circa 9,5 Km. di lato.

Poiché queste carte abbracciano zone di territorio limitate, per trovare rapidamente la tavoletta o elemento che ci interessa, si farà ricorso ai rispettivi **quadri di unione**, allegati al presente prontuario.

Si fa presente che esistono in commercio, anche se meno diffuse, le tavolette I.G.M. in scala 150.000 e gli elementi C.T.R. in scala 1:10.000, che contengono gli stessi particolari delle corrispondenti carte sopradescritte, ma in scala ridotta.

Merita infine ricordare anche le **carte topografiche per escursionisti in scala 1:25.000** ("Tabacco" ecc.), che hanno grafica simile alle tavolette I.G.M., ma che in più riportano anche i principali sentieri. Ogni carta, abbraccia un territorio pressoché quadrato di circa 25 Km. di lato. Purtroppo, su queste carte manca ogni indicazione relativa alle coordinate geografiche e ciò rende impossibili molte delle operazioni necessarie allo speleologo!

## **Esempi pratici di utilizzo delle scale**

### **1° esempio**

Su un rilievo di cavità in scala 1:200, misuro un tratto lungo 6 cm. Quanto è lungo nella realtà.

Nella scala 1:200, 1 cm = 200 cm, che è come dire che 1 cm = 2 m;

quindi 6 cm sulla carta corrispondono a 12 m nella realtà.

### **2° esempio**

Abbiamo misurato, sul terreno, una distanza di 250 m. Riportandola su una carta topografica in scala 1:5.000, a quanti cm corrisponde?

Nella scala 1:5.000, le misure sono ridotte di 5.000 volte.

$250 \text{ m} = 25.000 \text{ cm};$

$25.000 \text{ cm} : 5.000 = 5 \text{ cm}.$

### **3° esempio**

Abbiamo rilevato un inghiottitoio profondo 42 m e vogliamo disegnarlo su un foglio di formato A4 (altezza disponibile circa 26 cm). Che scala dobbiamo usare?

$42 \text{ metri} = 4.200 \text{ cm};$

$4.200 \text{ cm} : 26 \text{ cm} = 161,5$

Poiché la scala 1:160 non è unificata, useremo la scala più vicina, cioè

Con questa scala, la cavità, sul disegno, avrà dimensione:

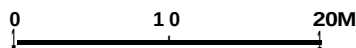
$4.200 \text{ cm} : 200 = 21 \text{ cm}.$

## SCALE

Ogni disegno e ogni carta topografica devono riportare la “scala” ovvero la proporzione, rispetto alla realtà, in cui l'oggetto è rappresentato. Nell'uso topografico e speleologico, per ovvii motivi si troveranno sempre rappresentazioni in scala ridotta.

Le scale si possono indicare con un'espressione numerica o con una rappresentazione grafica, come nel seguente esempio:

**scala 1:500**



L'espressione 1:500 significa che 1 mm sulla carta equivale a 500 mm nella realtà, ovvero 10 mm sulla carta equivalgono a 5000 mm, cioè 5 m.

L'ideale è mettere entrambe le indicazioni, salvo il caso dei disegni che saranno oggetto di riduzione fotomeccanica, in cui si eviti l'indicazione numerica per i motivi più sotto specificati.

Nelle tavolette I.G.M. scala 1:25.000, 1 cm = 250 m;  
nelle carte tecniche regionali C.T.R. in scala 1:5.000, 1 cm = 50 m.

Nell'eseguire disegni di cavità si usino possibilmente scale unificate, scegliendole tra quelle sottoindicate, a seconda della dimensione della grotta, della misura del foglio, ecc:

|        |                |                               |
|--------|----------------|-------------------------------|
| 1:100  | (1 cm = 1 m),  | per cavità fino a 20 m;       |
| 1:200  | (1 cm = 2 m),  | per cavità da 20 a 100 m;     |
| 1:500  | (1 cm = 5 m),  | per cavità da 100 m a 500 m;  |
| 1:1000 | (1 cm = 10 m), | per cavità da 500 m a 1000 m; |
| 1:2000 | (1 cm = 20 m), | per cavità oltre 1000 m.      |
| 1:5000 | (1 cm = 50 m), | per altri usi.                |

Di grande aiuto nella pratica sono gli scalimetri.

### Riproduzioni e riduzioni con macchine eliografiche o fotocopiatrici

Con queste apparecchiature è facile ottenere riduzioni (o volendo ingrandimenti) di disegni, variandone la scala. Si tenga conto però dei seguenti accorgimenti:

a) La riduzione di un disegno comporta anche la riduzione del segno grafico e delle scritte, che potrebbero diventare illeggibili, quindi, se del caso, prevedere l'uso di un segno più grosso e caratteri più grandi.

b) In un disegno che è stato ridotto l'indicazione grafica della scala risulta sempre corretta, mentre quella numerica diventa ovviamente errata e ingannatoria, quindi meglio non metterla.

c) Il disegno non dovrà essere ridotto a caso, bensì dovrà risultare in una delle scale unificate; richiederlo espressamente alla eliografia e poi fare una prova, controllando con il righello o lo scalimetro, la lunghezza della barra della scala grafica.

d) Le macchine fotocopiatrici, soprattutto quelle a rapporto variabile, non sempre rispettano l'esatto rapporto 1:l e ciò può comportare imprecisioni non indifferenti soprattutto nel caso di carte topografiche usate per posizionamenti ecc. Dopo aver fatto la copia, si verifichi con un righello la misura dei riquadri chilometrici.



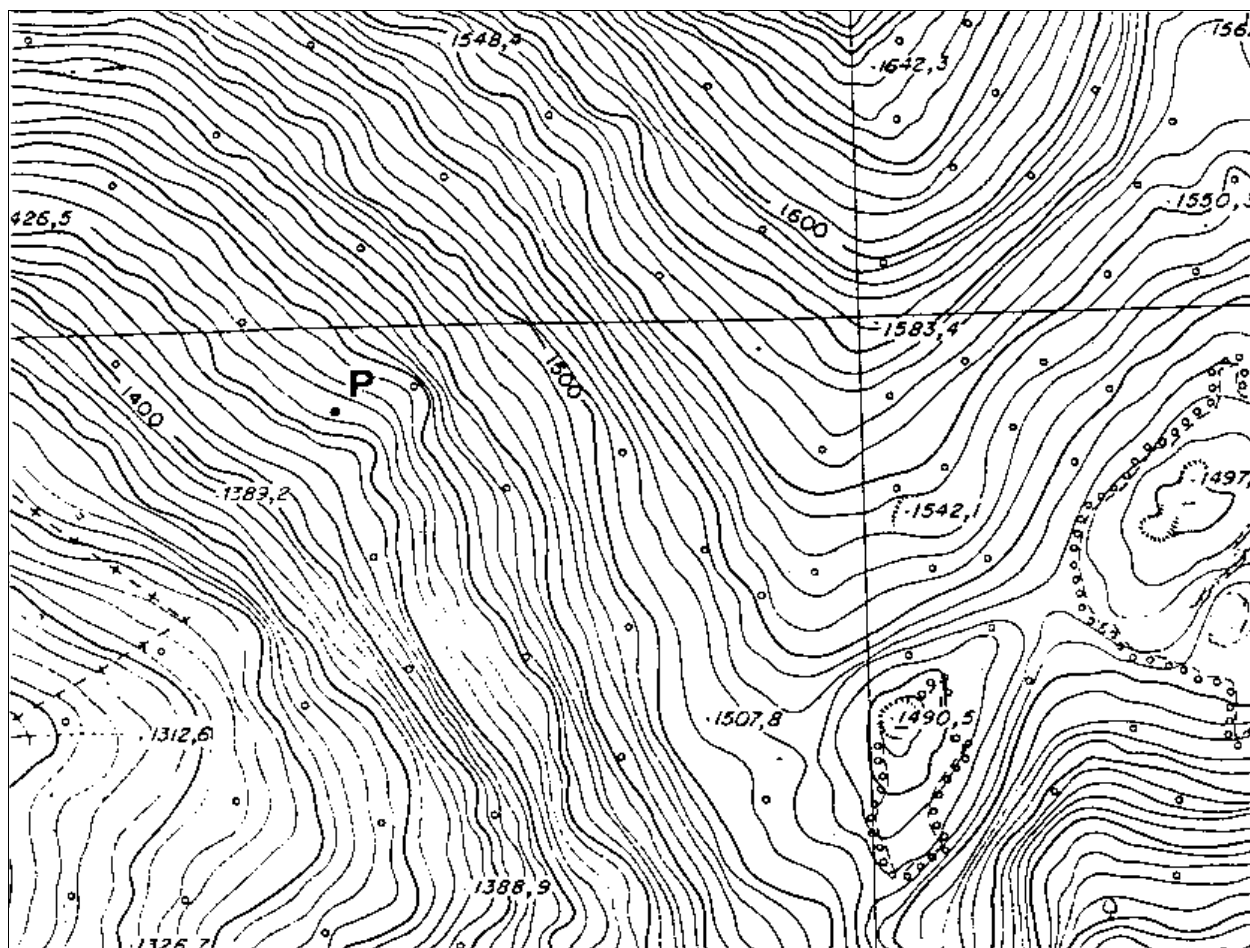


FIG.5 - Curve di livello su C.T.R. 1:5000: punto a quota 1433 m. s.l.m.

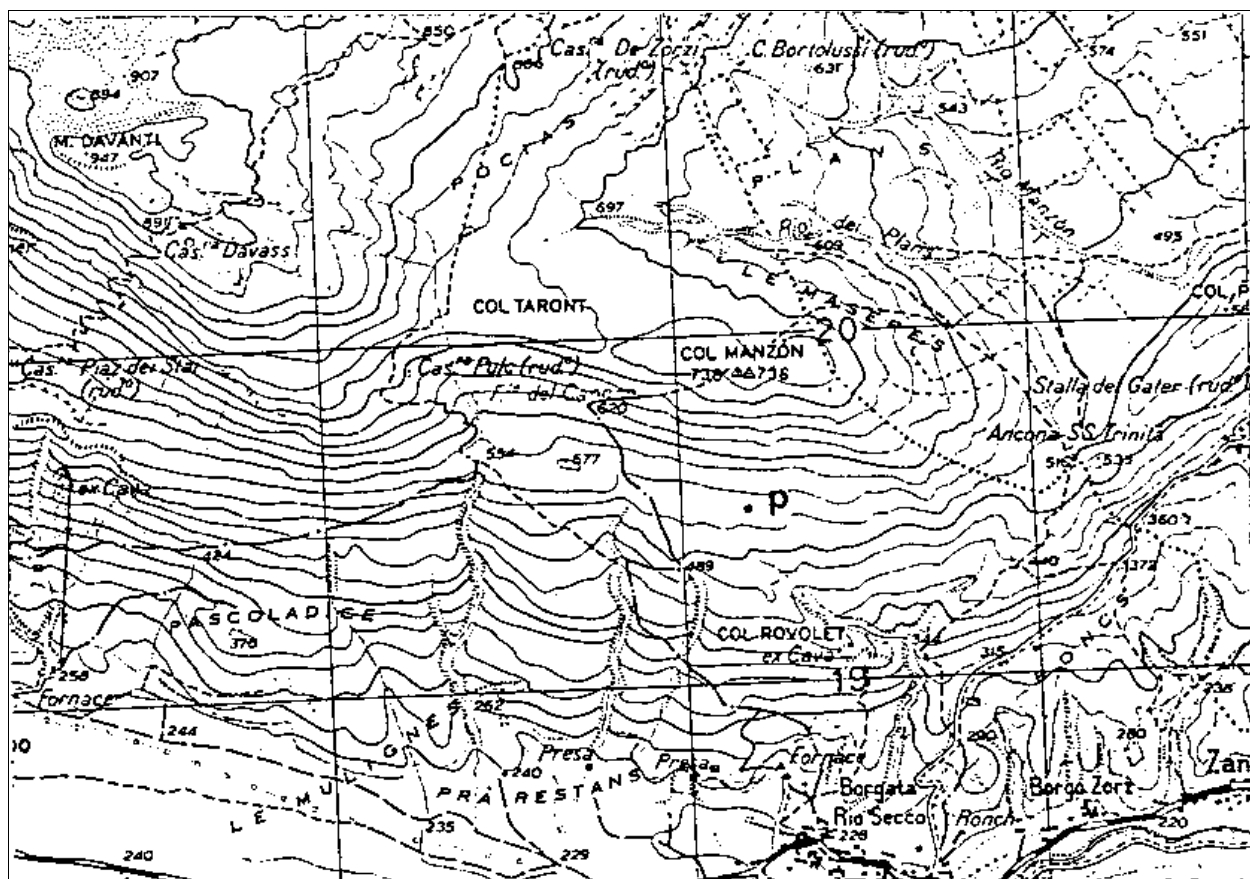


FIG.6 - Curve di livello su I.G.M. 1:25000: Punto a quota 537 m. s.l.m.

## PUNTI QUOTATI E CURVE DI LIVELLO

Queste indicazioni si trovano sia sulle carte I.G.M., che sulle C.T.R..

I punti quotati sono dei punti a fianco dei quali c'è l'indicazione numerica (in metri) della **quota altimetrica** (altezza sul livello medio del mare).

Le curve di livello o isoipse (=stessa altezza), sono curve formate da punti aventi tutti la medesima quota altimetrica.

Esse danno immediatamente l'idea dell'andamento altimetrico del terreno: curve più fitte indicano forti pendenze, curve molto distanti terreni più pianeggianti.

Per conoscere la quota altimetrica di un punto qualsiasi, bisogna innanzitutto individuare la quota altimetrica delle curve di livello tra le quali il punto stesso è compreso, secondo le indicazioni fornite più sotto.

A questo punto, in proporzione alla distanza da una o dall'altra curva, si stabilisce la quota intermedia del punto (il sistema è empirico ma si sbaglia di poco).

**Sugli elementi C.T.R. 15000** (vedi esempio fig. 5)

**L'equidistanza** (differenza di quota) **tra le curve di livello è di 5 metri**. Ogni cinque linee se ne trova una di segno più grosso: l'equidistanza tra le linee grosse è quindi di 25 metri.

Nelle zone più pianeggianti vengono usate anche delle curve ausiliarie, tratteggiate, con equidistanza di 1 metro.

Le curve più grosse sono generalmente interrotte da un numero che rappresenta la sua quota altimetrica.

In mancanza si farà riferimento ad altre curve quotate o a punti quotati nelle vicinanze, contando 25 metri per ogni linea di distanza. Attenzione a stabilire la giusta pendenza!

Si fa notare che i punti quotati che si trovano sul fondo di doline o avallamenti, generalmente contenuti in un cerchietto, riportano il segno " - "

**Sulle tavolette I.G.M. 1:25.000** (vedi esempio fig. 6)

Le curve di livello hanno un colore marrone **e l'equidistanza** (differenza di quota) **tra una curva e l'altra è di 25 metri**. Ogni quattro linee, se ne trova una di segno più grosso e quindi l'equidistanza tra le linee grosse è di 100 metri.

Nelle zone più pianeggianti vengono usate anche delle linee ausiliarie, tratteggiate, con equidistanza 5 metri.

Sulle tavolette I.G.M., le curve di livello non riportano una specifica indicazione della quota, pertanto, per conoscere il loro valore altimetrico, bisogna far riferimento ai punti quotati più vicini.

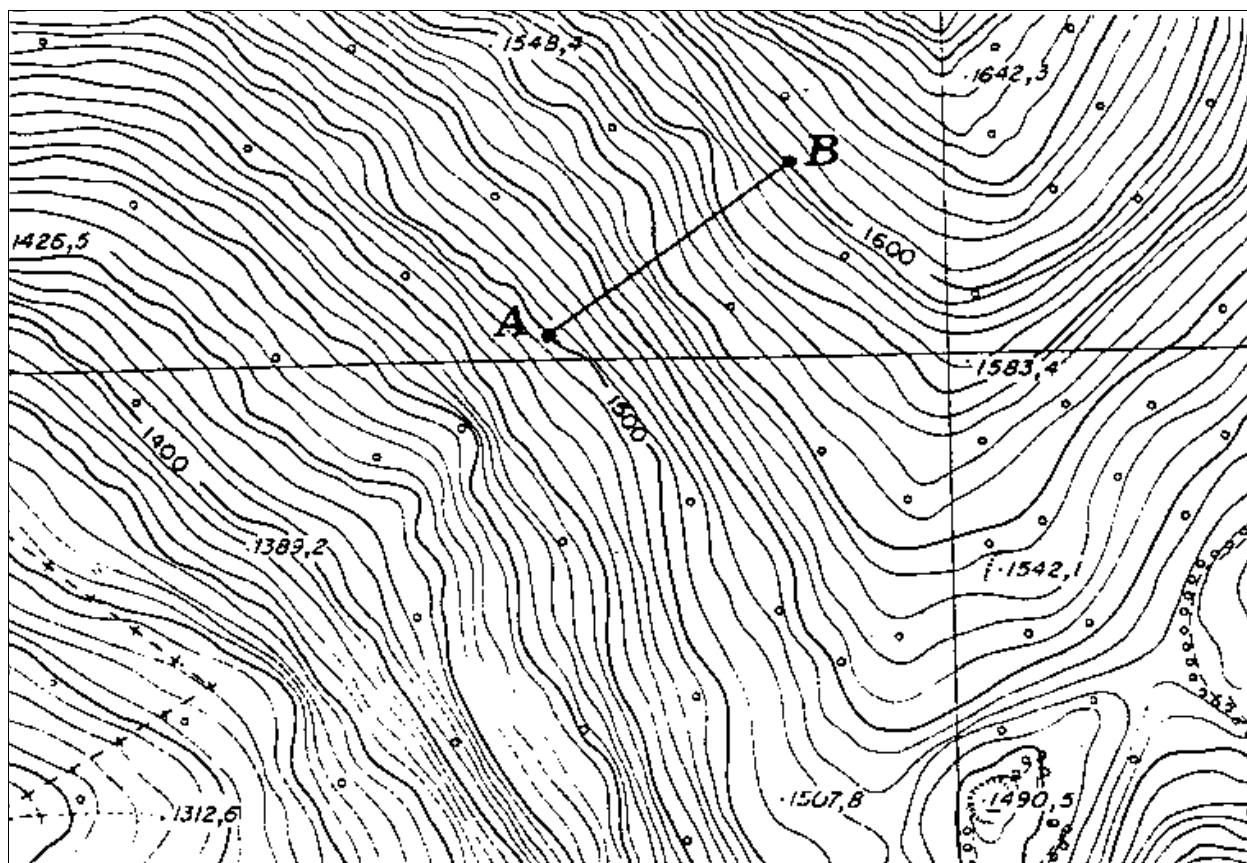


FIG.7 - Misura di distanza per terreno in pendenza

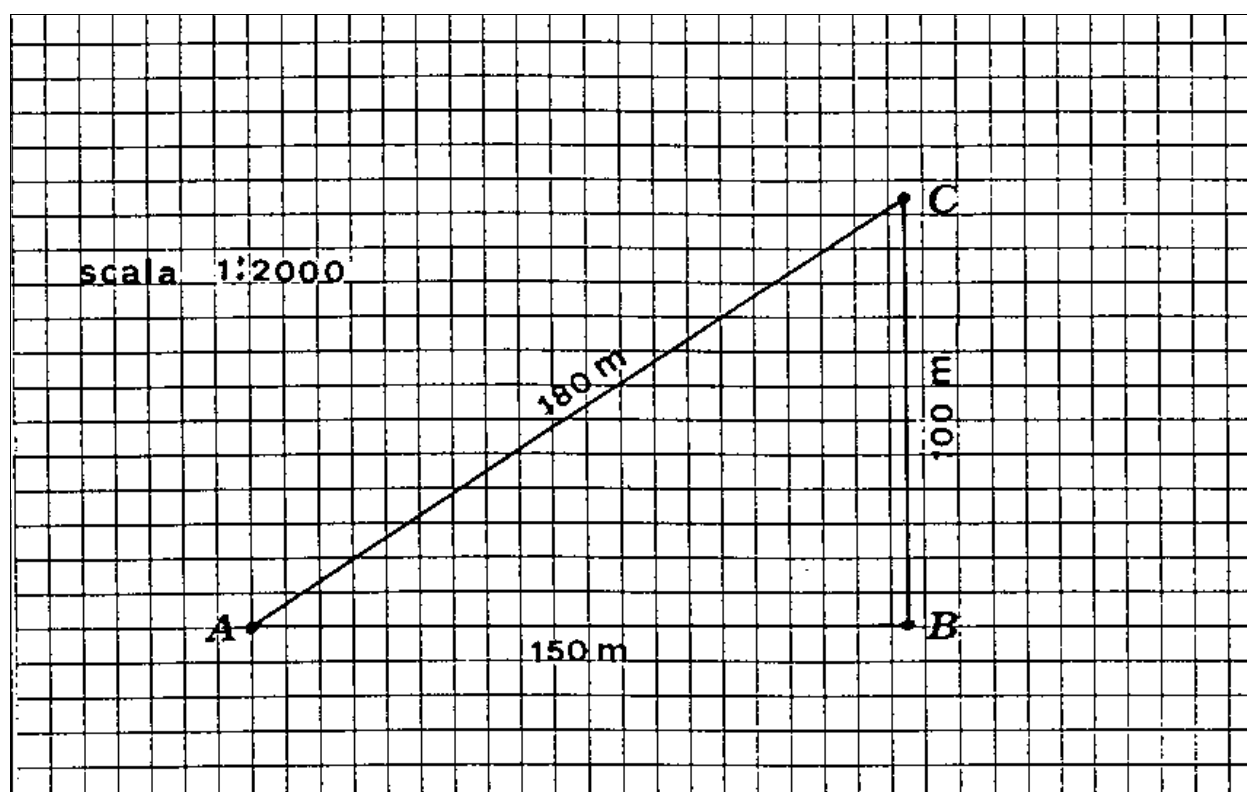


FIG.8 - Misura di distanza per terreno in pendenza

## MISURA DELLE DISTANZE SULLE CARTE TOPOGRAFICHE

Come accennato in precedenza, le carte topografiche sono una specie di fotografia dall'alto del territorio e quindi, di per sé, non mostrano i rilievi, tant'è vero che, per rappresentarli, si ricorre a delle linee immaginarie, che sono le curve di livello.

Conseguenza di ciò, è che le **distanze misurate su una carta non sono le reali distanze sul terreno**, bensì la loro proiezione sull'orizzontale. L'unico caso in cui le misure coincidono è quando il terreno è pianeggiante. Diversamente, le misure fatte sulla carta, saranno sempre inferiori alla realtà, quanto maggiore è la pendenza del terreno.

Per conoscere la distanza reale tra due punti di un terreno inclinato, la cosa più semplice è usare il sistema grafico illustrato in fig. 7 e in fig. 8.

Si misura sulla carta la distanza tra i due punti e la si assume (in opportuna scala) come base del triangolo;

Si rileva sulla carta la quota altimetrica dei due punti, se ne fa la differenza, e la si assume (nella stessa scala) come altezza del triangolo;

La distanza cercata è la misura (sempre nella stessa scala), della diagonale del triangolo.

Questo metodo vale naturalmente per brevi tratti, di pendenza pressoché costante.

Per conoscere la reale distanza "di calpestio" tra due punti lontani con terreno irregolare, l'operazione è molto più onerosa. Diremo soltanto che si tratta di costruire un susseguirsi di triangoli (col metodo citato), uno per ogni cambio di pendenza del terreno. Si otterrà una spezzata, che rappresenta il "profilo" del terreno.

L'importante è ricordarsi il concetto fondamentale: che i percorsi reali su terreni inclinati, sono sempre più lunghi delle misure sulla carta.

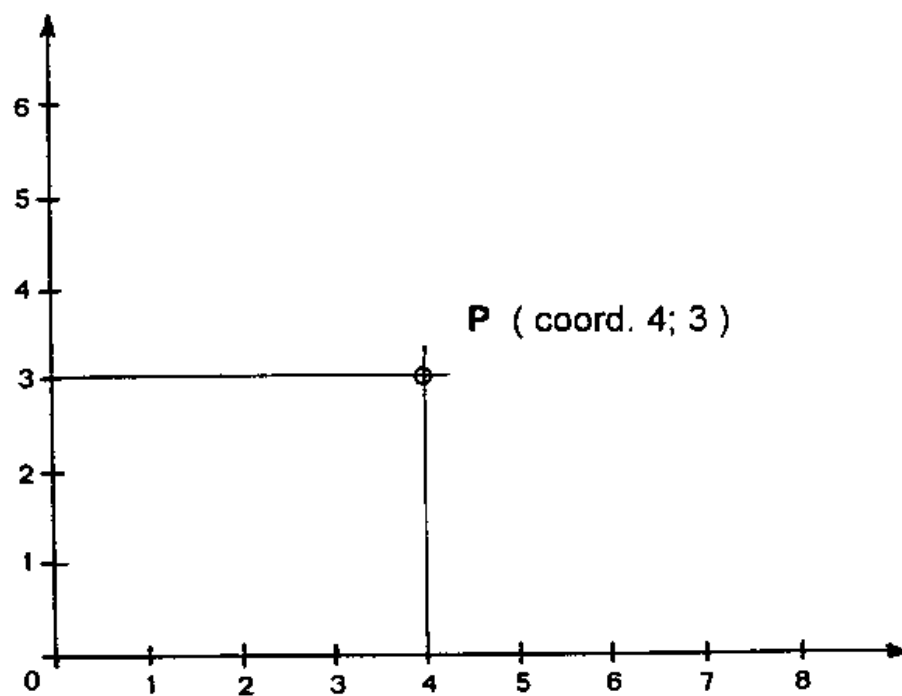


FIG.9 - Coordinate cartesiane

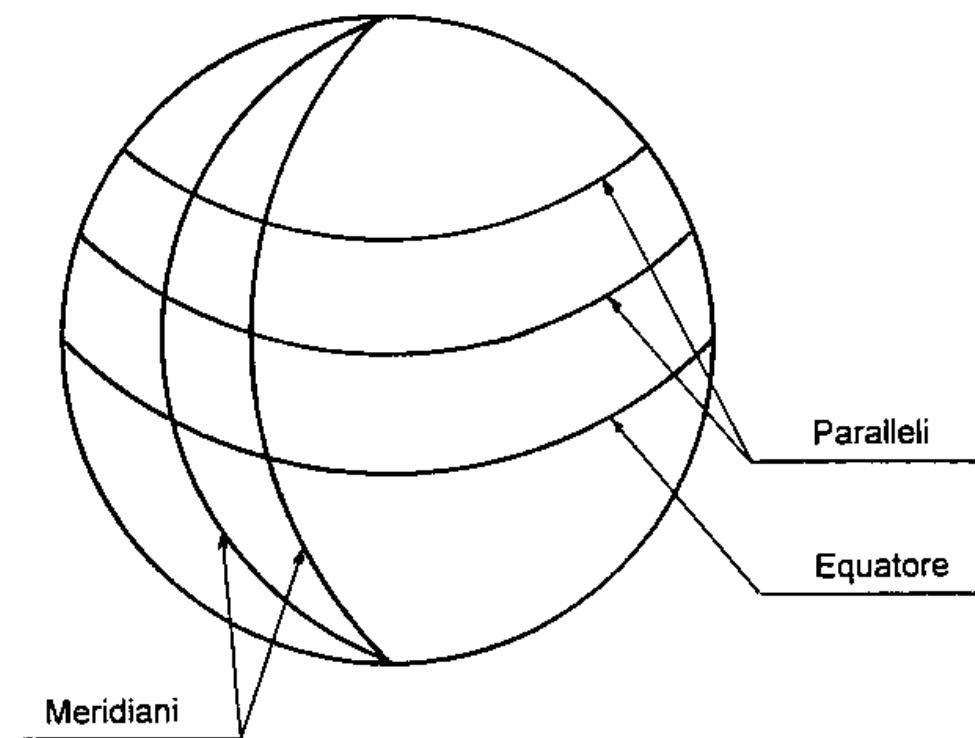


FIG..9/a - Coordinate geografiche

## SISTEMI DI COORDINATE

I sistemi di coordinate servono principalmente per poter definire la posizione di un punto del territorio sulla carta topografica.

Qui parleremo delle **coordinate cartesiane** (o rettangolari), che sono un sistema, essenzialmente costituito da due assi a 90° tra loro, uno verticale ed uno orizzontale (vedi Fig.9).

La posizione di un punto viene facilmente definita fornendo i due numeri che rappresentano la distanza dall'asse verticale e da quello orizzontale. (Si ricordi il noto gioco della battaglia navale).

Esistono due tipi fondamentali di coordinate: quelle geografiche e quelle chilometriche.

Nelle **coordinate geografiche** (vedi Fig. 9/a), gli assi verticali corrispondono ai meridiani e gli assi orizzontali ai paralleli e quindi sono allineati con i bordi della carta. Le distanze del punto dagli assi di origine si chiamano, rispettivamente, longitudine e latitudine e vengono misurate in maniera angolare, cioè in gradi, primi e secondi.

In Italia sono in uso due sistemi di coordinate geografiche: il **sistema nazionale**, nel quale il meridiano di origine è quello di Monte Mario ed il **sistema E.D. 1950** (European Datum), nel quale il meridiano di origine è quello di Greenwich. Il parallelo di origine è per entrambi l'equatore.

Nelle **coordinate chilometriche**, invece, gli assi verticali e orizzontali non coincidono con i meridiani ed i paralleli e quindi il loro reticolo può risultare inclinato rispetto a quello geografico. Le distanze dagli assi principali (meridiano convenzionale ed equatore), vengono misurate in metri.

Esistono due tipi di coordinate chilometriche: le **coordinate chilometriche Gauss-Boaga** e le **coordinate chilometriche U.T.M.** (Universale Trasversa di Mercatore). Quest'ultimo tipo è attualmente in disuso.

### Esempio

Forniamo qui di seguito, il valore delle coordinate di uno stesso punto (Chiesa di Campone Tav. I.G.M. 24 I NE; Elem. C.T.R. 048.012) secondo i vari sistemi:

#### Coordinate geografiche sistema europeo

Long. Est 12° 49' 52";      Lat. Nord 46° 15' 37"

#### Coordinate geografiche sistema nazionale

Long. Est 0° 22' 41,2";      Lat. Nord 46° 15' 31,5"

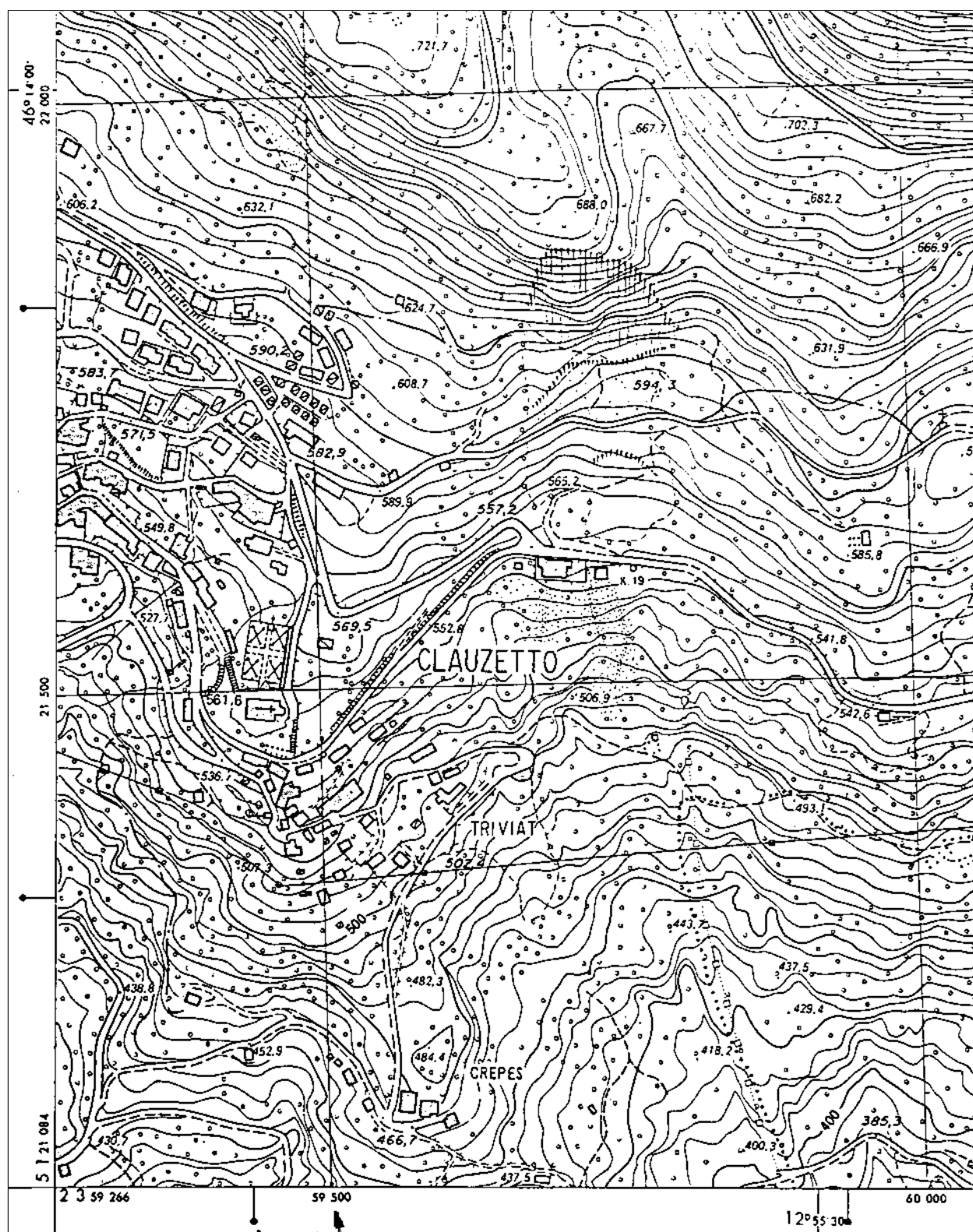
#### Coordinate chilometriche Gauss-Boaga

2.352.790 mE;      5.125.155 mN

#### Coordinate chilometriche U.T.M.

332.856 mE;      5.125.325 mN

UM328253 (designazione abbreviata)



Coordinate geografiche (da Greenwich)

Coordinate chilometriche Gauss-Boaga

Coordinate chilometriche U.T.M.

Fig.10 - Sistemi di coordinate sulle C.R.T. 1:5.000

## **SISTEMI DI COORDINATE SULLE C.T.R. 1:5.000 (vedi fig. 10).**

### **Coordinate geografiche sistema europeo (E.D. 1950)**

Sono riportate sui margini della carta, con l'indicazione dei gradi, primi e secondi a distanza, pari a 30". Le rette delle coordinate bisogna tracciarsele e risultano parallele ai margini della carta. Quest' ultimi vengono a far parte del reticolo geografico.

Queste coordinate sono riferite al sistema europeo (European Datum ED 1950) e partono dal **meridiano di Greenwich** e dal parallelo dell'equatore.

### **Coordinate chilometriche Gauss-Boaga**

Sono riportate sulla carta con un reticolo quadrato di 10 cm. di lato, pari a 500 m reali; il valore espresso in metri si legge sui margini in corrispondenza del reticolo, partendo dal valore indicato ai vertici della carta.

Queste coordinate derivano dalla proiezione Gauss-Boaga riferita al sistema nazionale, ma il valore della longitudine non rappresenta la distanza da Monte Mario, bensì da un meridiano convenzionale (falsa origine del meridiano 15) ed è sempre EST. Il valore della latitudine invece rappresenta la distanza dall'equatore.

\* \* \* \* \*

### **(\*) Coordinate chilometriche U. T. M.**

*Sono riportate sui margini della carta con i simboli "⚓", distanti tra loro 10 cm e costituiscono anch'esse, se vengono tracciate, un reticolo con quadrati di lato 10 cm, pari a 500 m reali. I valori delle coordinate U. T. M. sono dati solo per i vertici e sono indicati in una apposita tabellina sulla cornice destra della carta.*

Attenzione: *il reticolo delle coordinate U. T. M. non è quello già prestampato sulle C. T. R. (coordinate chilometriche Gauss-Boaga), anche se le coordinate dei due sistemi sono tra loro parallele. (non sono parallele invece ai margini della carta).*

*(\*) I paragrafi in corsivo non interessano per le applicazioni comuni. Li riportiamo per completezza di informazione o per la soluzione di qualche caso particolare.*



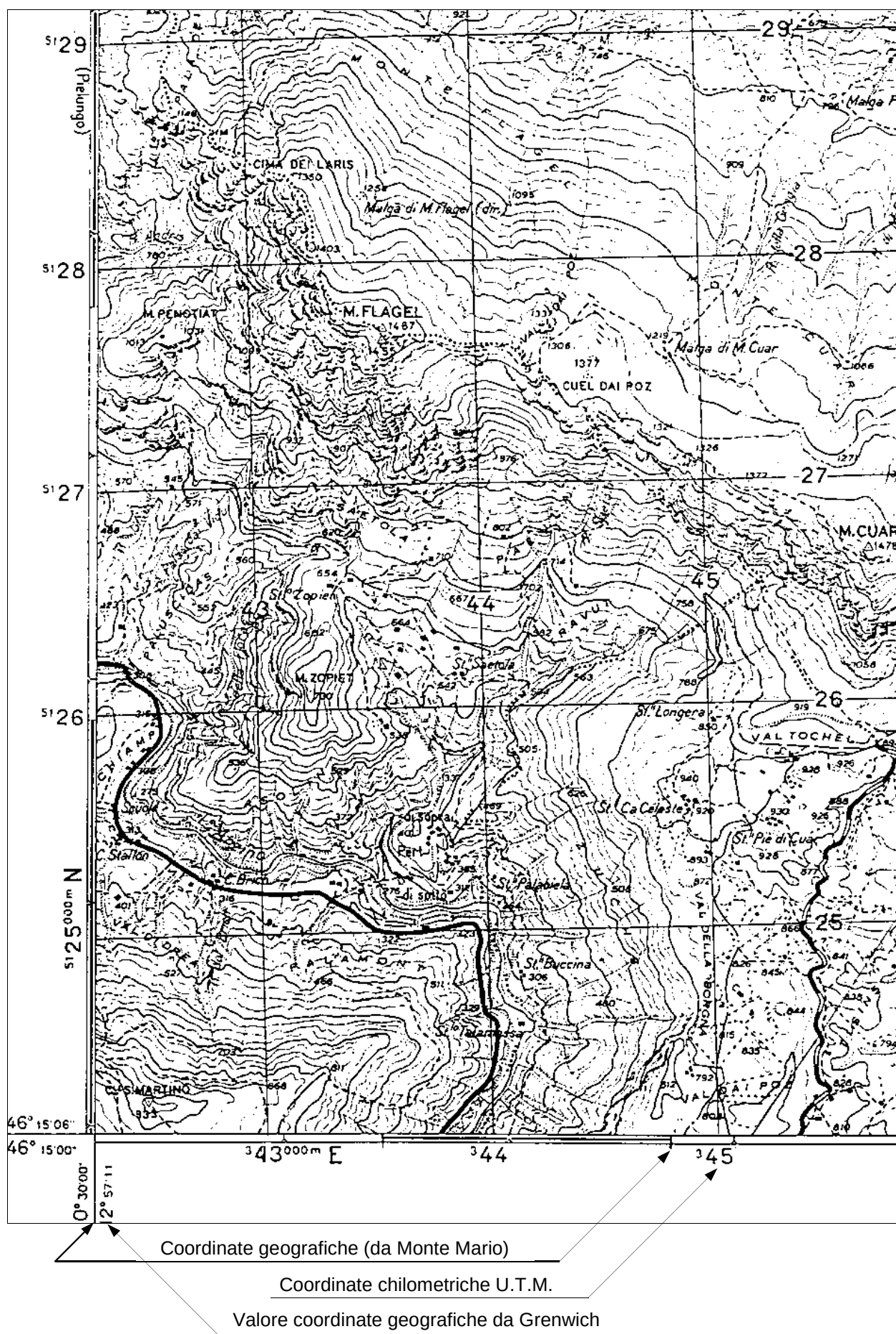


FIG.10/b - Sistemi di coordinate sulle I.G.M. 1:25.000

## SISTEMI DI COORDINATE SULLE I.G.M. 1:25.000 (vedi fig.10/b)

### **Coordinate geografiche sistema nazionale**

Sono riportate sui margini della carta con delle barre bianche alternate a barre bianconere. Ogni barra corrisponde a 1' pari a 60". Le rette delle coordinate bisogna tracciarsele e risultano parallele ai margini della carta.

Queste coordinate derivano dalla proiezione Gauss-Boaga riferita al sistema nazionale e partono dal **meridiano di Monte Mario** a Roma e dal parallelo dell'equatore.

L'indicazione numerica dei gradi, primi e secondi è riportata solo ai vertici della tavoletta.

Attenzione: la longitudine può essere Est o Ovest a seconda che il punto si trovi rispettivamente a destra o a sinistra del meridiano di Monte Mario. Pertanto, qualora non sia evidente, bisogna specificarlo.

\* \* \* \* \*

### **(\*) Coordinate geografiche sistema europeo (ED 1950)**

*Le tavolette edite negli ultimi anni, riportano anche il valore di queste coordinate, negli angoli della tavoletta, vicino al valore delle coordinate nel sistema nazionale, ma in colore magenta.*

### **(\*) Coordinate chilometriche Gauss-Boaga**

*Sono indicate ai margini della carta solo con i simboli "↖", o "↘", distanti tra loro 4 cm, pari a 1 Km reale. I valori, espressi in metri vengono dati solo per i vertici della tavoletta e sono riportati in un apposito riquadro sulla cornice della tavoletta (in basso a sinistra).*

Attenzione: questo non è il reticolo stampato in color magenta sulle tavolette (coordinate U. T. M.).

### **(\*) Coordinate chilometriche U.T.M.**

*Sulle tavolette I. G.M. più recenti, sono riportate con un reticolo di colore magenta con quadrati di 4 cm di lato, pari a 1 km nella realtà.*

*I valori delle coordinate si leggono sui margini della carta in corrispondenza del reticolo.*

*Nel sistema U.T. M. la designazione di un punto viene espressa con un unico numero ( es.: UM328253), che contiene entrambe le coordinate, con l'approssimazione di 100 metri. La spiegazione la si può trovare in una apposita tabellina, sulla cornice delle tavolette (in alto a destra).*

*(\*) I paragrafi in corsivo non interessano per le applicazioni comuni. Li riportiamo per completezza di informazione o per la soluzione di qualche caso particolare.*

## Esempi di relazione tra diversi sistemi di coordinate

### 1° esempio

La cavità "Pozzo della confluenza" ha coordinate I.G.M. (sistema nazionale): Long. 0° 27' 18"; Lat. 46° 15' 50". Qual'è il valore delle sue coordinate C.T.R. (sistema europeo) ?

|               |   |     |     |       |  |     |     |       |
|---------------|---|-----|-----|-------|--|-----|-----|-------|
| Coord. I.G.M. |   | 0°  | 27' | 18"   |  | 46" | 15' | 50"   |
| Costante      | + | 12" | 27' | 11,3" |  | +   | 0"  | 0'    |
|               |   |     |     |       |  |     |     |       |
| Coord. C.T.R. |   | 12" | 54' | 29,3" |  | 46" | 15' | 55,5" |

### 2° esempio

La cavità "Abisso del gufo reale" ha coordinate I.G.M.: Long. 0° 1' 54" W e Lat. 46° 2' 52". Qual'è il valore delle sue coordinate C.T.R.?

N.B. La cavità ha il valore della longitudine accompagnato dalla lettera 'W' (Ovest), il che significa che è situata alla Sx del meridiano di Monte Mario. Pertanto il valore della longitudine, nel calcolo, va considerato negativo.

|               |   |      |     |       |  |     |    |       |
|---------------|---|------|-----|-------|--|-----|----|-------|
| Coord. I.G.M. |   | - 0° | 1'  | 54"   |  | 0°  | 2' | 52"   |
| Costante      | + | 12"  | 27' | 11,3" |  | +   | 0" | 0'    |
|               |   |      |     |       |  |     |    |       |
| Coord. C.T.R. |   | 12"  | 25' | 17,3" |  | 46" | 2' | 57,5" |

### 3° esempio

La cavità "Inghiottitoio di Juris" ha coordinate C.T.R. (sistema europeo): Long. 12° 55' 30,5" e Lat. 46° 15' 56,5". Qual'è il valore delle sue coordinate I.G.M. (sistema nazionale) ?

|               |   |     |     |       |  |     |     |       |
|---------------|---|-----|-----|-------|--|-----|-----|-------|
| Coord. C.T.R. |   | 12" | 55' | 30,5" |  | 46" | 15' | 56,5" |
| Costante      | - | 12" | 27' | 11,3" |  | -   | 0"  | 0'    |
|               |   |     |     |       |  |     |     |       |
| Coord. I.G.M. |   | 0°  | 28  | 19,2" |  | 46" | 15' | 51"   |

## RELAZIONE TRA DIVERSI SISTEMI DI COORDINATE

Vi sono alcuni casi, nella pratica, in cui risulta utile e talvolta necessario trasformare le coordinate da un sistema all'altro.

Ad esempio, per le grotte catastate fino a qualche anno fa, si conoscono solo le coordinate geografiche secondo il sistema nazionale, ma, per ubicarle sulle C.T.R. 15.000, ci servono le coordinate nel sistema europeo.

Viceversa, per una cavità posizionata di recente, potremmo conoscere solo le coordinate europee, ma, volendo ubicarla sulle I.G.M. 1:25.000, ci serve la posizione nel sistema nazionale.

Queste trasformazioni sono relativamente facili tra sistemi omogenei (coordinate parallele tra loro), trattandosi di sommare o sottrarre dei numeri fissi, come sotto specificato.

### Relazione tra le coordinate geografiche delle C.T.R. e quelle I.G.M.

Per passare dalle coordinate delle I.G.M. a quelle C.T.R. bisogna sommare le seguenti costanti:

|                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| Longitudine: 12° 27' 11",3 | Latitudine 00° 00' 05",5 |
|----------------------------|--------------------------|

Viceversa, per passare dalle coordinate C.T.R. alle I.G.M., le costanti vanno sottratte. (Vedi gli esempi a pag. 20).

Attenzione: se il punto ha longitudine I.G.M. "Ovest" (punto a sx del meridiano di Monte Mario), il relativo valore va considerato negativo e sottratto a 12° 27' 11". (Vedi il 2° esempio a pag. 20).

\* \* \* \* \*

### **(\*) Relazione tra le coordinate chilometriche U.T.M. e quelle Gauss-Boaga.**

Per passare dalle coordinate chilometriche U.T.M. (reticolo color magenta delle tavolette I.G.M.), alle coordinate chilometriche Gauss-Boaga, si devono sommare le seguenti costanti:

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| Longitudine + 2.07 9.934 mE | Latitudine - 170 mN |
|-----------------------------|---------------------|

Viceversa, per passare dalle coordinate Gauss-Boaga alle U.T. M., le costanti vanno sottratte. (Si faccia una verifica con l'esempio riportato a pag. 15).

(\*) I paragrafi in corsivo non interessano per le applicazioni comuni. Li riportiamo per completezza di informazione o per la soluzione di qualche caso particolare.

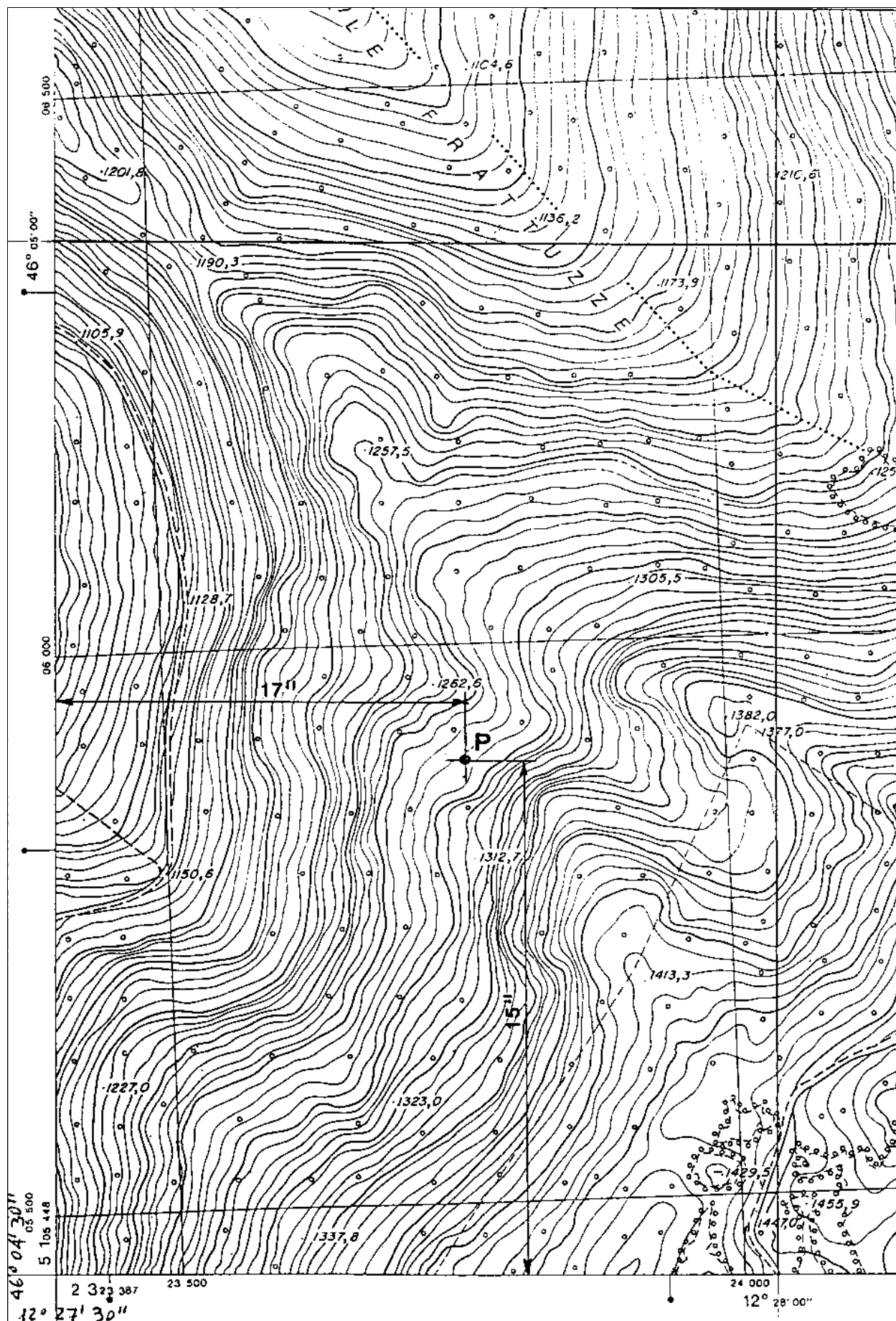


FIG.11 - Determinazione delle coordinate geografiche di un punto sulle C.R.T. 1:5.000  
(Punto di coord.  $12^{\circ} 27' 47''$ ,  $46^{\circ} 04' 45''$ )

## DETERMINAZIONE DELLE COORDINATE DI UN PUNTO DELLA CARTA

Dopo aver posizionato una cavità, cioè aver segnato sulla carta il punto in cui si trova l'ingresso, bisogna fornire le coordinate, cioè quei due numeri che, convenzionalmente, ne definiscono la posizione. Essi sono: la longitudine (distanza dall'asse verticale) e la latitudine (distanza dall'asse orizzontale).

Come si è visto, esistono vari sistemi di coordinate, ma qui ci occuperemo solo di quelle normalmente usate in speleologia e richieste dal Catasto regionale delle grotte:

### **Coordinate geografiche sugli elementi C.T.R. 1:5.000** (vedi esempio fig. 11)

Per prima cosa, si tracci sulla carta il reticolo delle coordinate geografiche, unendo con linee sottili (meglio in penna rossa) gli appositi tratti riportati sui margini della carta con indicazioni in gradi, primi e secondi.

Riportare il valore in gradi, primi e secondi anche in corrispondenza dei vertici della carta, in quanto le linee di margine fanno parte del reticolo delle coordinate. Tra una retta e l'altra vi è una differenza di trenta gradi.

A questo punto, per sapere la **longitudine** del punto, si legge il valore in corrispondenza della coordinata verticale più vicina a sinistra del punto e a questa si somma il numero di secondi, che si ottiene misurando con il coordinatometro 1:5.000 la distanza del punto dalla suddetta coordinata verticale.

Per la **latitudine**, si fa la stessa operazione, partendo però dalla coordinata orizzontale situata subito al di sotto del punto.

In alternativa al coordinatometro, si può usare la **tabella di conversione per le C.T.R. 1:5.000**, che fornisce la corrispondenza tra i secondi (") ed i millimetri (mm) misurati sulla carta.

### **Coordinate chilometriche sulle C.T.R. 1:5.000** (vedi esempio fig. 12)

Il reticolo di queste coordinate è già prestampato sulla carta, con rette distanti tra loro 10 cm, pari a 500 metri di territorio. In corrispondenza di ogni linea è riportato il suo valore (longitudine o latitudine) espresso in metri.

Attenzione: vengono riportate solo le cifre finali; il numero completo si legge solo nei vertici della carta.

Per sapere la **longitudine** del punto basta leggere il numero in corrispondenza della coordinata verticale più vicina a sinistra del punto ed a questo si somma la distanza del punto da questa coordinata, misurandola con lo scalimetro 1:5.000.

Per la **latitudine** si fa la stessa operazione, partendo però dalla coordinata orizzontale situata subito al disotto del punto.

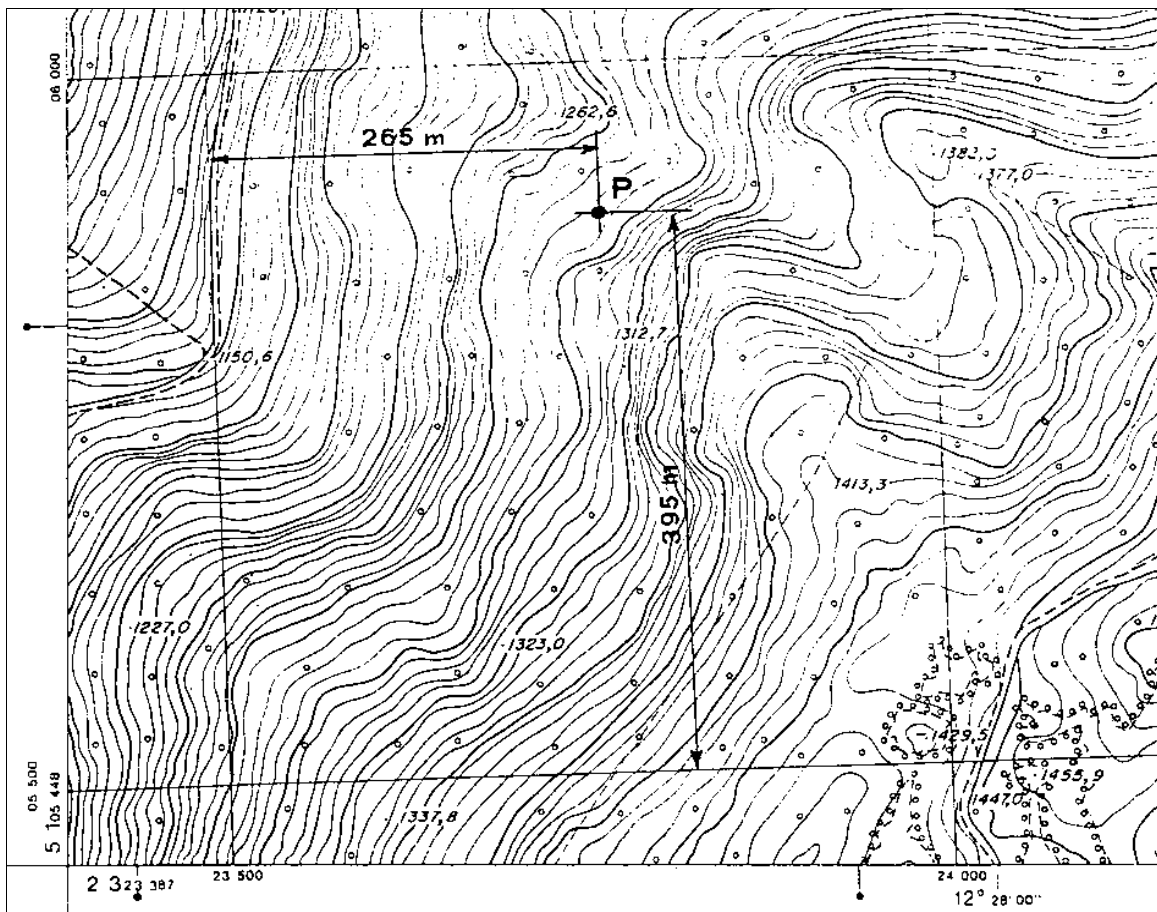


FIG.12 - Determinazione delle coordinate chilometriche di un punto sulle C.R.T. 1:5.000  
(Punto di coord. 2.323.765; 5.105.895)

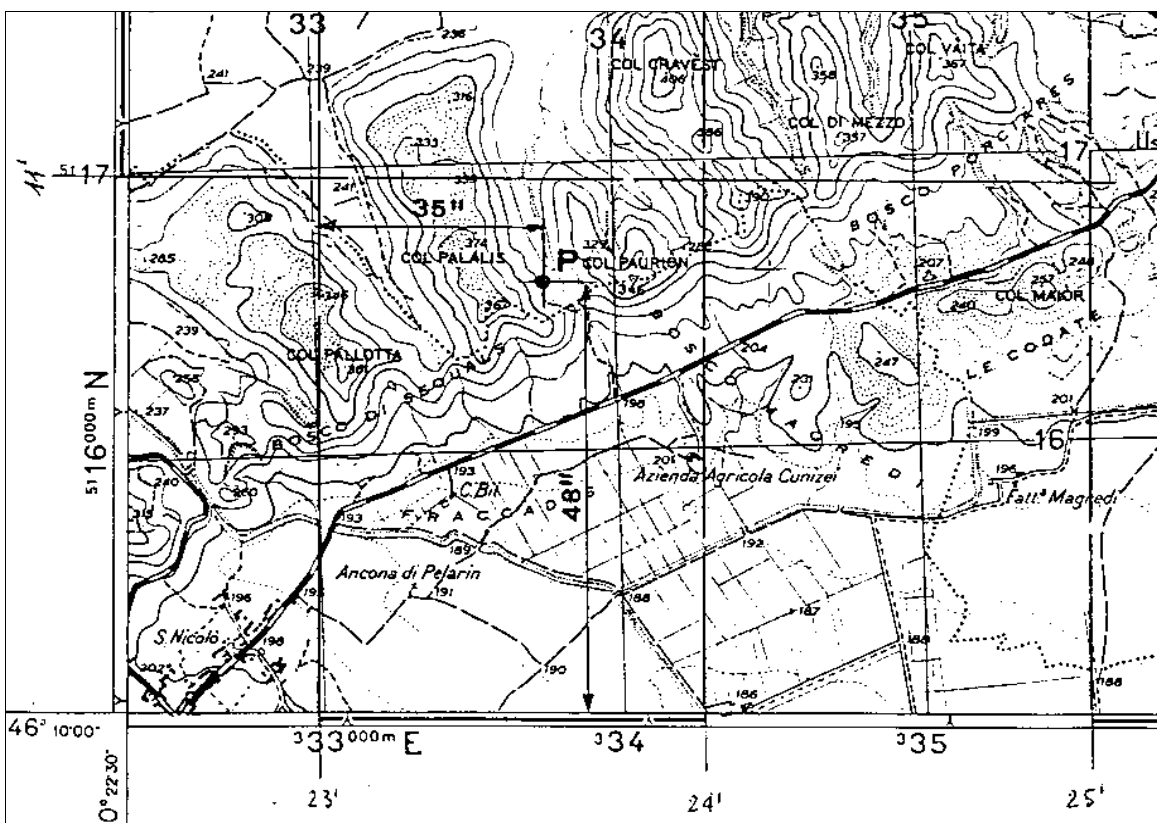


FIG.13 - Determinazione delle coordinate geografiche di un punto sulle I.G.M. 1:25.000  
(Punto di coord. 0° 23' 35"; 46° 10' 48")

### **Coordinate geografiche sulle tavolette I.G.M. 1:25.000 (vedi esempio fig. 13)**

Innanzitutto sulla tavoletta I.G.M. si dovrà tracciare il reticolo delle coordinate geografiche, unendo con linee molto sottili gli appositi tratti (bande bianco-nere) sul margine della tavoletta.

Attenzione a non confondere questo reticolo con quello di colore magenta che si trova già prestampato su alcune tavolette.

In corrispondenza di ogni linea tracciata, sia verticale che orizzontale, riportare il suo valore in primi, iniziando dai valori prestampati che si trovano negli angoli delle tavolette. Ogni linea corrisponde ad un primo.

Ciò fatto, leggendo il valore in corrispondenza della linea verticale situata subito a sinistra (\*) del punto, abbiamo già i gradi ed i primi della **longitudine**.

Il valore dei secondi lo otteniamo misurando con il **coordinatometro 1:25.000** la distanza del punto dalla suddetta linea coordinata.

Per la **latitudine**, si fa la stessa operazione, partendo però dalla retta orizzontale situata subito al disotto del punto.

In alternativa al coordinatometro, si può usare la **tabella di conversione per le I.G.M. 1:25.000**, che fornisce la corrispondenza tra i secondi (") ed i millimetri (mm) misurati sulla carta.

(\*) Attenzione: per i punti situati a ovest del meridiano di Monte Mano (0", 0', 0") la misura della longitudine va fatta da destra verso sinistra.

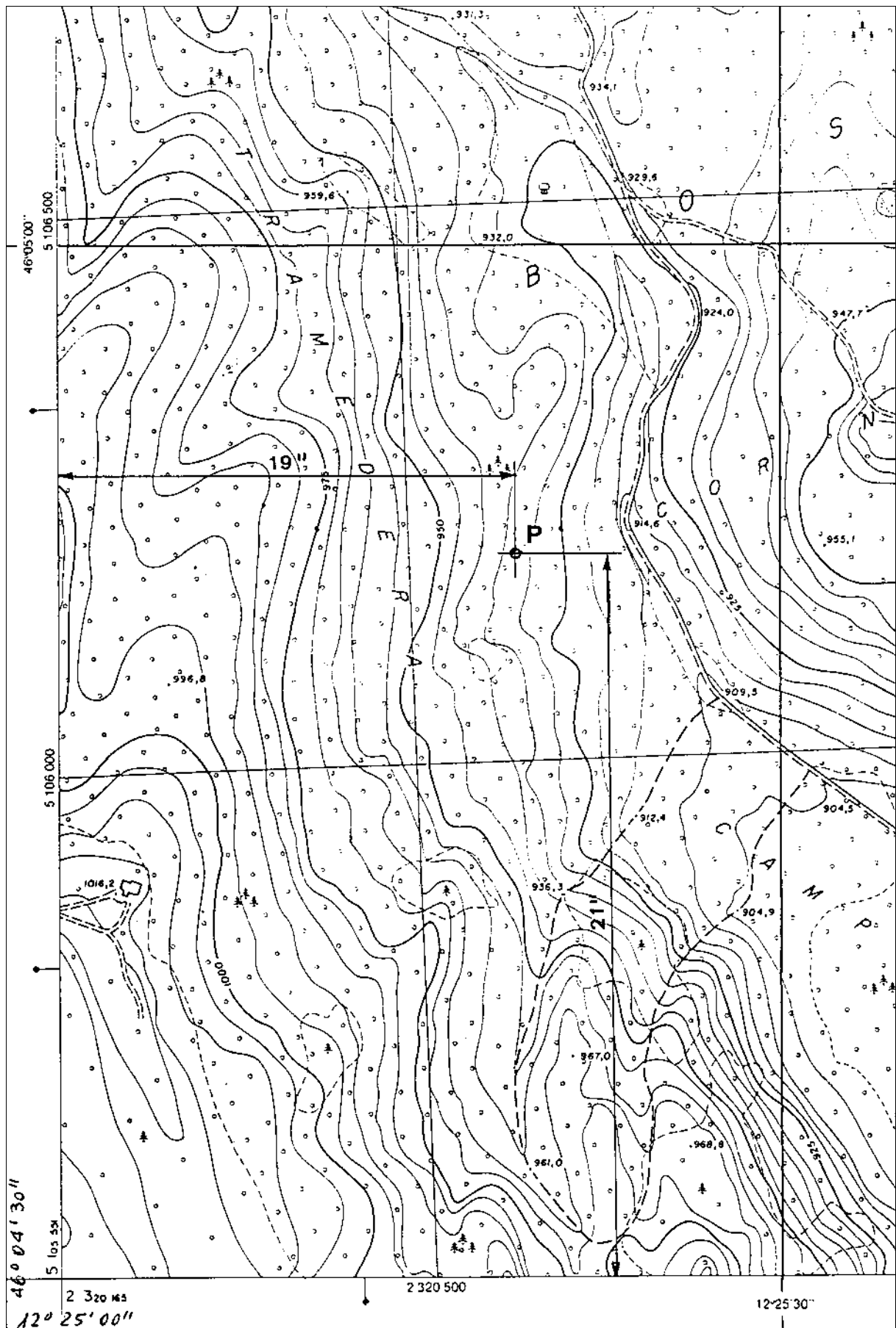
#### **Nota:**

Se la grotta è già stata posizionata sulle C.T.R. 1:5.000, si determinino prima le coordinate geografiche su questa carta, con il metodo sopradescritto.

Poi, volendo avere le coordinate geografiche per le I.G.M. 1:25.000, conviene ottenerle con il calcolo, sottraendo le seguenti costanti:

Longitudine 12" 27' 11",3; Latitudine 0" 0' 05",5





064104 VALLE SCURA

FIG.14 - Ubicazione di un punto sulle C.T.R. 1:5.000  
(Punto di coord. 12° 25' 19"; 46° 04' 51")

## UBICAZIONE SULLA CARTA DI UN PUNTO DI COORDINATE NOTE

Supponiamo di conoscere le coordinate geografiche di una cavità e volerla indicare sulla carta topografica.

Si deve innanzitutto verificare che queste coordinate corrispondano alla carta che vogliamo, usare.

Si ricordi, in particolare, che le coordinate geografiche usate per le tavolette I.G.M., sono diverse da quelle usate per le C.T.R..

Per passare dal valore I.G.M. a quello C.T.R., sommare i seguenti valori sessagesimali:

Longitudine 12° 27' 11", 3; Latitudine 00° 00' 05", 5

### Sugli elementi C.T.R. 1:5.000 (vedi esempio fig.14)

La prima cosa da fare è individuare l'elemento sul quale si trova il punto da ubicare. Per far questo si utilizza il **quadro d'unione delle C.T.R. 1:5.000**, leggendo le indicazioni delle coordinate riportate ai margini.

Una volta individuato l'elemento che ci interessa, si tracci su di esso il reticolo delle coordinate geografiche, unendo con linee sottili gli appositi tratti riportati sui margini della carta con indicazioni in gradi, primi e secondi.

Si consiglia di eseguire questo reticolo in colore rosso, per non confonderlo con il reticolo prestampato sulle C.T.R. (coordinate chilometriche Gauss-Boaga) .

Riportare il valore in gradi, primi e secondi anche in corrispondenza dei vertici della carta, in quanto le linee di margine fanno parte del reticolo delle coordinate. Tra una retta e l'altra vi è una differenza di 30".

A questo punto, in base al valore delle coordinate conosciute, è già possibile individuare in quale riquadro è situato il punto cercato.

Per ubicarlo esattamente, con il **coordinatometro 1:5.000**, si riporta sulla carta il valore dei secondi della longitudine, misurandoli a destra della coordinata verticale più vicina; poi si riporta il valore dei secondi della latitudine, misurandoli sopra la coordinata orizzontale più vicina.

Per i valori superiori a 30", la misura va fatta partendo dalla retta relativa, riportando il valore eccedente i 30".

N.B.: tenere il coordinatometro diritto rispetto alla C.T.R., perchè le scale delle longitudini e delle latitudini sono diverse.

In alternativa al coordinatometro si può utilizzare la **Tabella di conversione per le C.T.R. 1:5.000**, che fornisce la corrispondenza tra i secondi (") ed i millimetri (mm) da riportare sulla carta.

Attenzione: qualora il valore delle coordinate note superi i 30" si passa alla retta successiva, cercando sulla tabella il numero eccedente i 30".

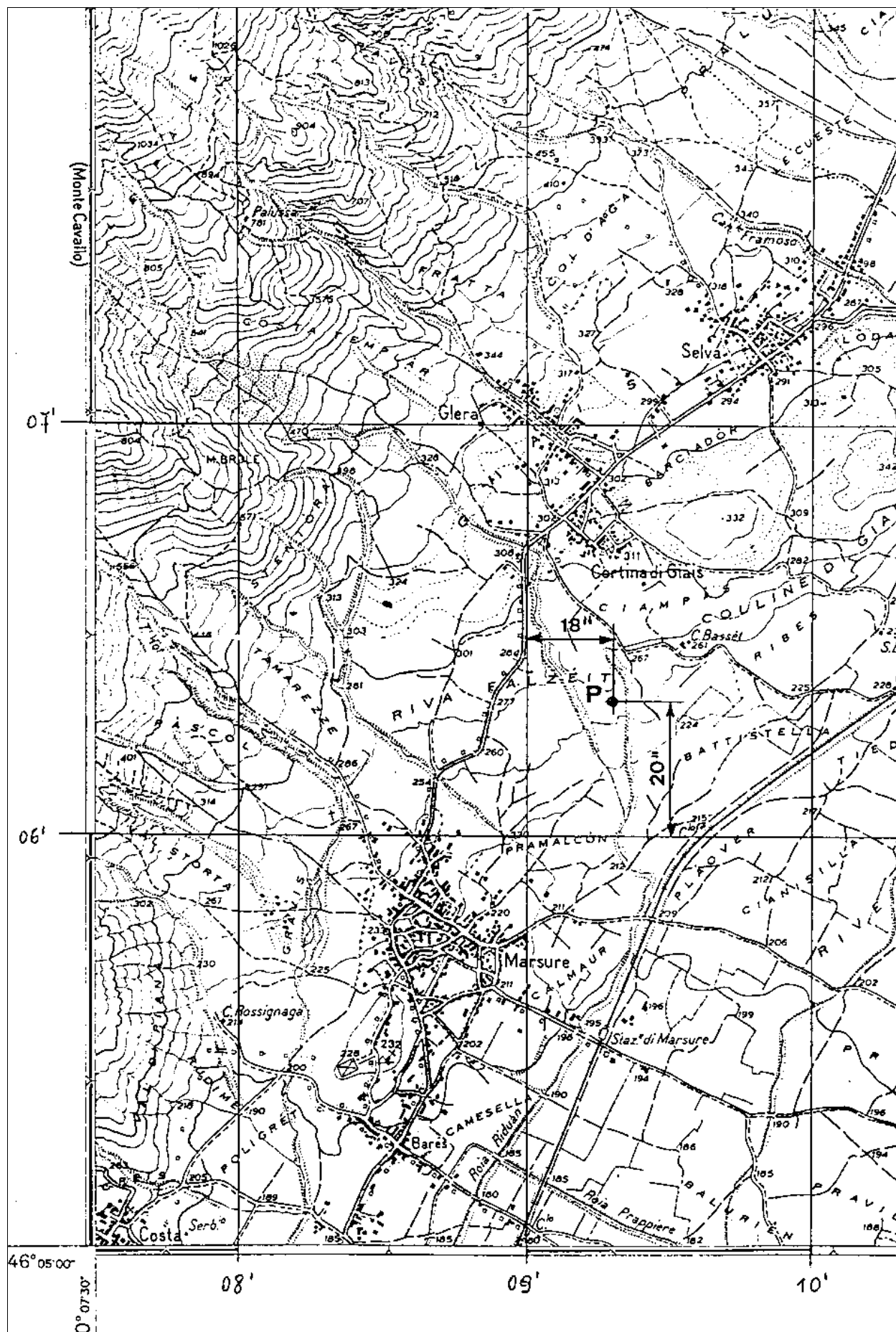


FIG.15 - Ubicazione di un punto sulle I.G.M. 125.000  
(Punto di coord. 0° 09' 18"; 46° 06' 20")

**Sulle tavolette I.G.M. 1:25.000** (vedi esempio fig. 15)

La prima cosa da fare è individuare la tavoletta sulla quale si trova il punto da ubicare. Per far questo si utilizza il **quadro d'unione delle I.G.M. 1:25.000** leggendo le indicazioni delle coordinate riportate ai margini.

Una volta individuata la tavoletta che ci interessa, si dovrà tracciare su di essa il reticolo delle coordinate geografiche, unendo con linee molto sottili gli appositi tratti (barre bianconere) riportati sul margine della carta.

Attenzione a non confondere il suddetto reticolo geografico con il reticolo di colore magenta che si trova già prestampato su alcune tavolette (reticolo U.T.M.)

In corrispondenza di ogni linea tracciata, sia orizzontale che verticale, riportare il suo valore in primi, iniziando dai valori prestampati che si trovano negli angoli delle tavolette. Ogni linea corrisponde ad un primo.

A questo punto in base al valore dei gradi e dei primi è già possibile individuare in quale riquadro della tavoletta è situato il punto cercato. Per ubicarlo esattamente, **con il coordinatometro scala 1:25.000**, si riporta sulla carta il valore dei secondi della longitudine, misurandoli a destra (\*) della coordinata verticale più vicina; poi si riporta il valore dei secondi della latitudine, misurandoli sopra la coordinata orizzontale più vicina.

(\*) Attenzione: per i punti situati a ovest del meridiano di Monte Mario ( $0^{\circ},0',0''$ ), la misura della longitudine cresce da destra verso sinistra.

N.B.: tenere il coordinatometro diritto rispetto alla tavoletta, perchè le scale delle longitudini e delle latitudini sono diverse.

In alternativa al coordinatometro si può utilizzare la **Tabella di conversione per le I.G.M. 1:25.000**, che fornisce la corrispondenza tra i secondi (") ed i millimetri (mm) da riportare sulla carta.

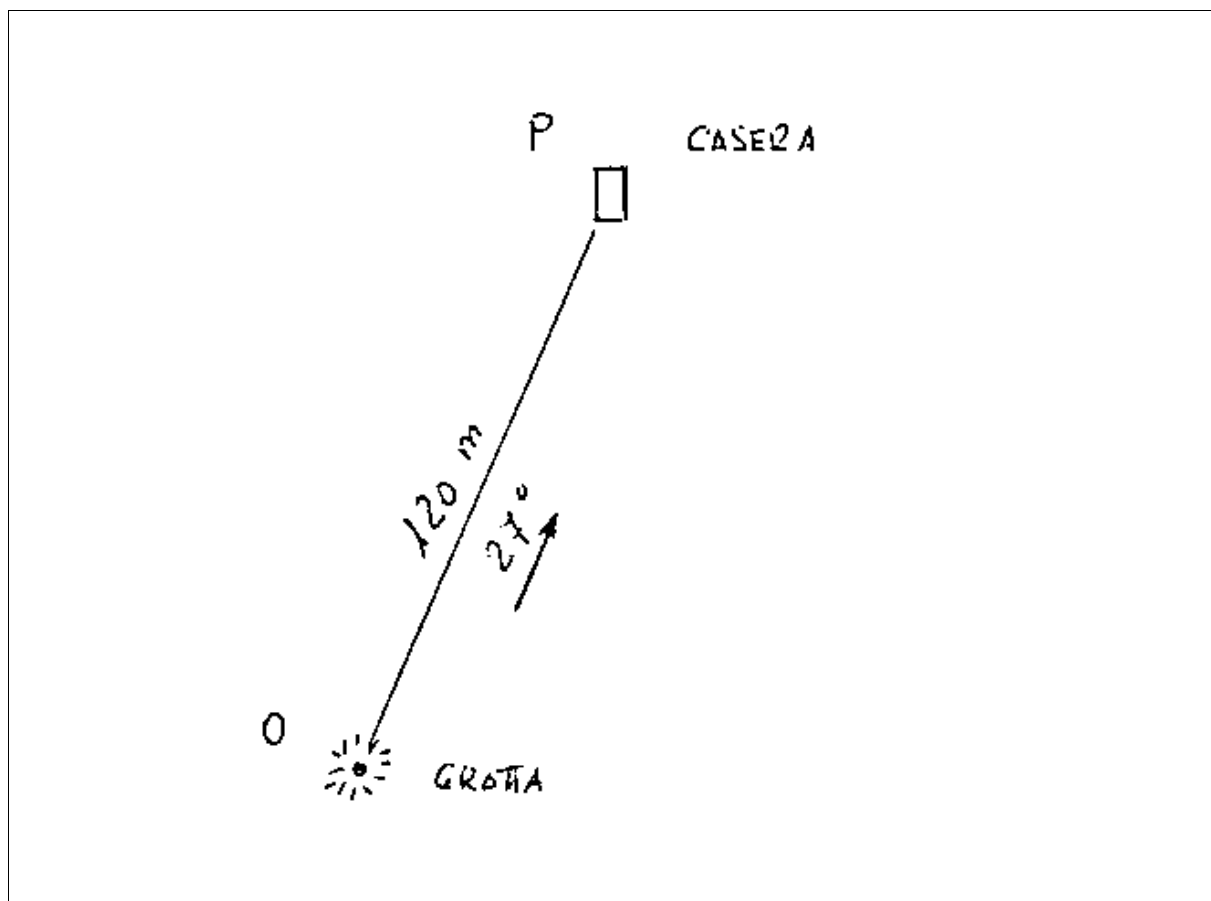


FIG.16 - Metodo delle coordinate polari (sul terreno)

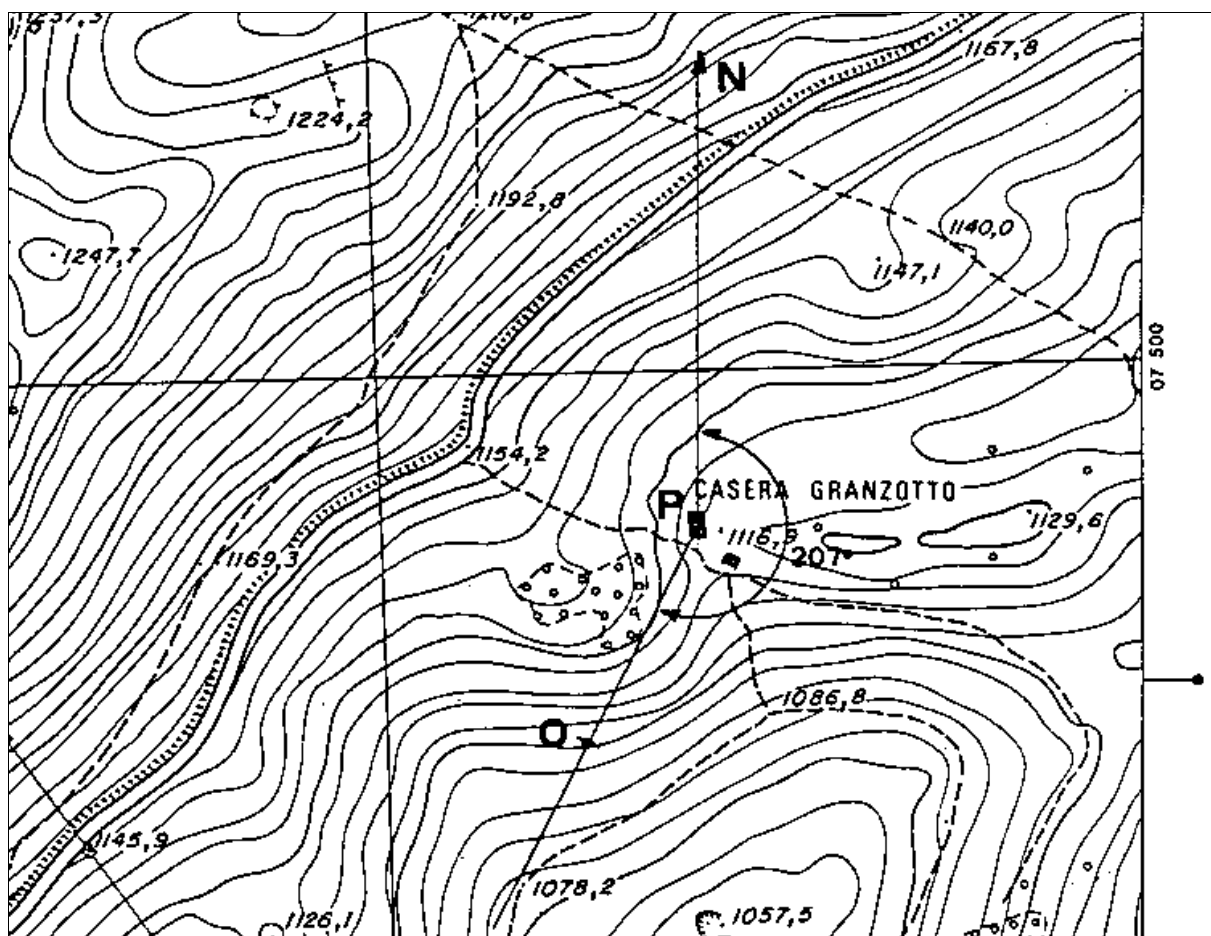


FIG.17 - Metodo delle coordinate polari (al tavolo)

## POSIZIONAMENTO DI UNA CAVITA'

Posizionare una cavità significa stabilire la posizione del suo ingresso su una carta topografica.

Per far ciò, ci si dovrà recare sul terreno, muniti di carta topografica della zona ed effettuare alcune misurazioni, secondo i metodi sottoriportati.

La semplicità e la precisione delle operazioni dipendono dalla vicinanza, o quantomeno dalla visibilità, di punti noti, riconoscibili sulla nostra carta.

Non si nasconde che in taluni casi (per esempio grotte all'interno di estesi boschi), le operazioni di posizionamento siano alquanto laboriose e richiedano a volte l'utilizzo contemporaneo di più di uno dei metodi descritti.

### 1° METODO (coordinate polari).

La cavità si trova a breve distanza da un punto noto, riconoscibile sulla carta.

Sul terreno (vedi fig. 16)

Stando presso la cavità, si punta la bussola verso il punto noto "P" e si annota l'angolo (per esempio 27°); con la cordella metrica si misura la distanza dalla cavità al punto noto (per es. 120 metri).

A tavolino (vedi fig. 17)

1- Sulla carta topografica tracciare a matita una retta verticale parallela ai bordi della carta, passante per il punto noto: essa rappresenta la direzione del Nord (verso l'alto).

2- Centrando il goniometro sul punto noto "P" segnare, rispetto a questa retta, un angolo pari a quello rilevato sul campo più 180° (nel nostro esempio  $27^\circ + 180^\circ = 207^\circ$ ) e da "P" tracciare una retta secondo questa direzione. Se l'angolo rilevato sul campo fosse maggiore di 180°, questi vanno sottratti.

3- Dal punto noto misurare su questa retta, ovviamente nella giusta scala, la distanza cavità-punto noto (nel nostro esempio 120 m) e indicare sulla carta il punto trovato che corrisponde all'ubicazione della cavità.

segue

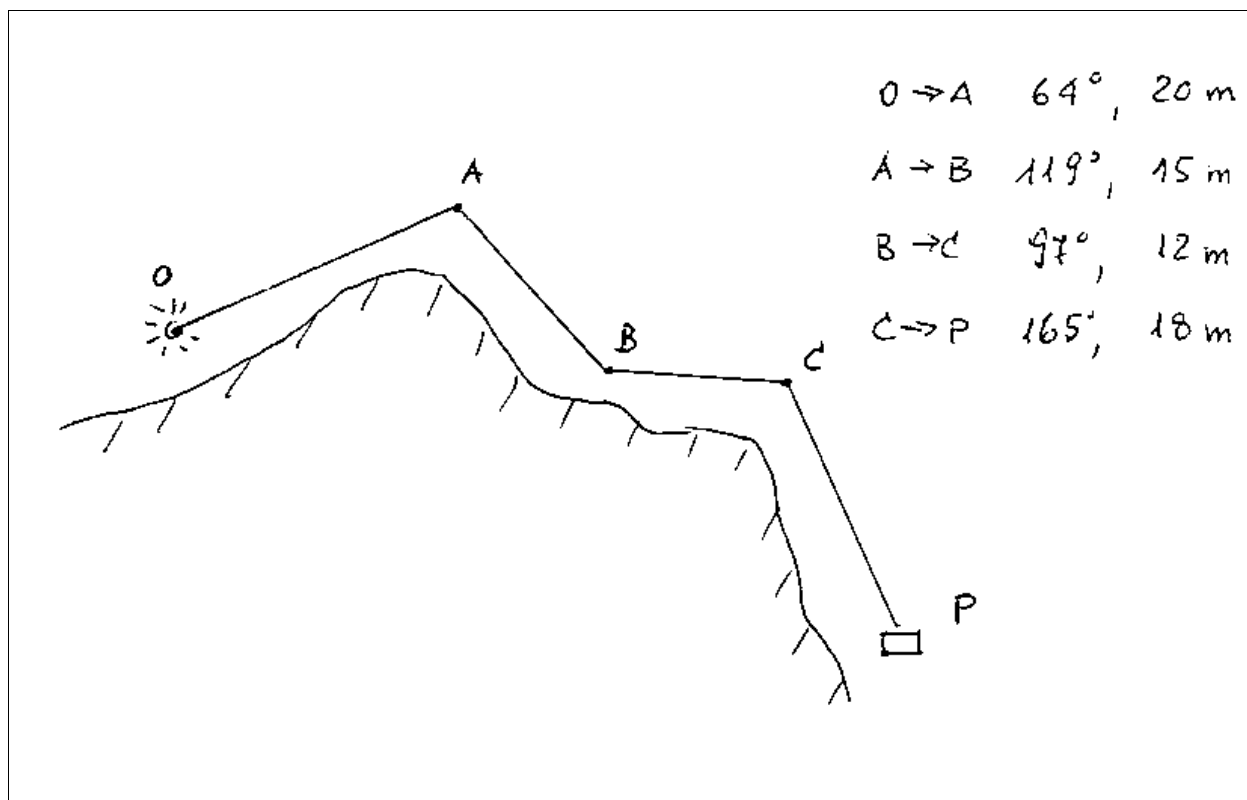


FIG.18 - Metodo della poligonale (sul terreno)

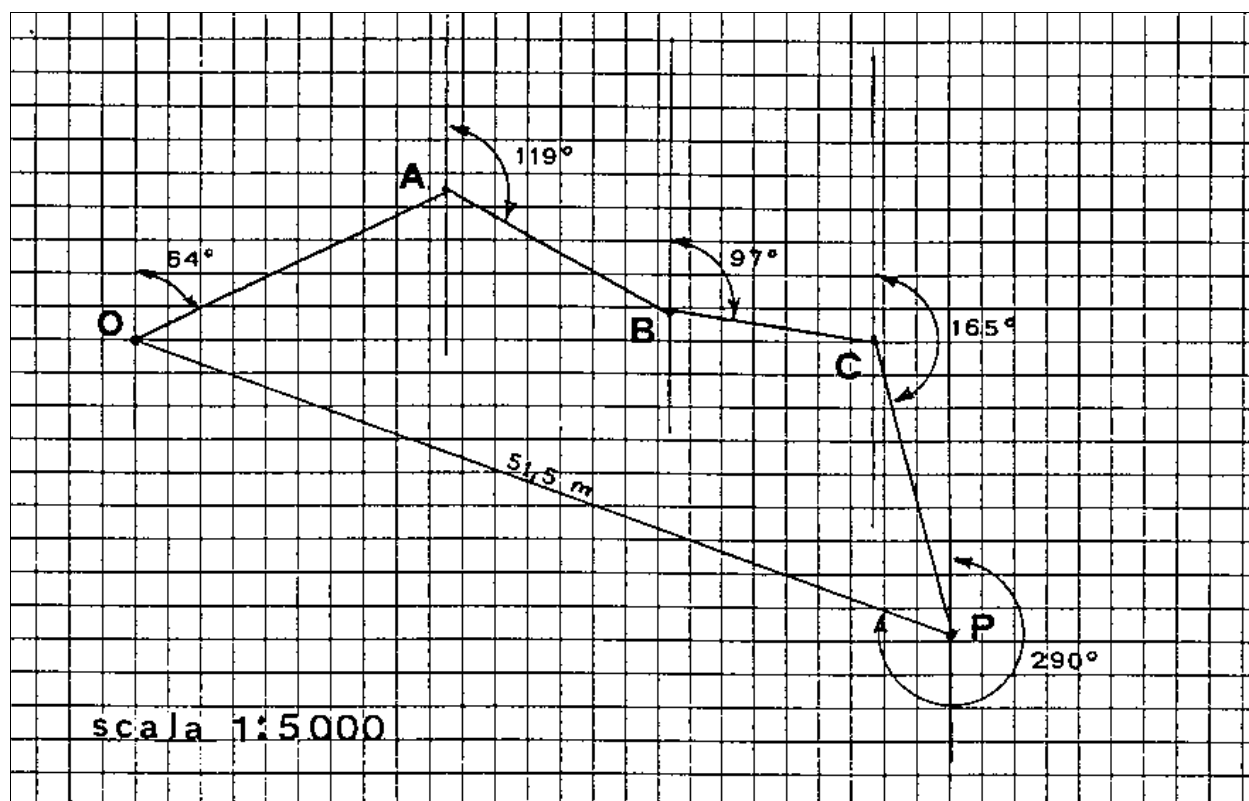


FIG.19 - Metodo della poligonale (al tavolo)

## **2° METODO (poligonale).**

La cavità si trova in vicinanza di un punto noto riportato sulla carta topografica, ma che non è visibile o misurabile in linea retta, dalla cavità.

Si usa il metodo della poligonale, utilizzando dei caposaldi ausiliari (A, B, C,...), scelti lungo un tragitto percorribile dalla cavità al punto noto.

Sul terreno (vedi fig. 18)

1- Stando presso la grotta, che chiameremo punto "O", disporre un aiutante nel punto "A", scelto in modo che sia visibile dalla grotta e la sua distanza sia misurabile con la cordella metrica; rilevare l'angolo con la bussola e la distanza con la cordella metrica e annotare i valori.

2- Spostarsi al punto "A" e mandare l'aiutante al punto "B"; ripetere il rilievo con la bussola e la misura della distanza con la cordella metrica.

3- Procedere allo stesso modo fino al punto noto "P", sempre annotando i valori misurati.

A tavolino (vedi fig. 19)

1- Su un foglio di carta millimetrata o a quadretti, segnare un punto a caso (punto "O") e tracciare per esso una retta verticale orientata verso l'alto del foglio: questa sarà per noi la direzione del Nord.

2- Centrando il goniometro sul punto "O", misurare un angolo pari a quello "O-A" rilevato sul campo ( $64^\circ$ ) tracciare la retta passante per "O" con questo angolo e su di essa riportare la distanza O-A (20 m) in opportuna scala. Si ottiene così il punto "A".

3- Partendo dal punto "A", ripetere la stessa operazione, usando i dati relativi alla tratta A-B e si ottiene il punto "B".

4- Continuare allo stesso modo, costruendo la poligonale, fino ad arrivare al punto noto "P".

5- Ora unire con una retta (risultante della poligonale), i punti estremi "P" ed "O" e, centrando il goniometro in "P", misurare l'angolo della risultante rispetto alla direzione Nord (nell'esempio  $290^\circ$ ), e la distanza P-O (51,5 m).

6- Riportare questi elementi sulla carta topografica, nella giusta scala, partendo dal punto noto (metodo delle coordinate polari). Viene così individuato il punto "O".

segue



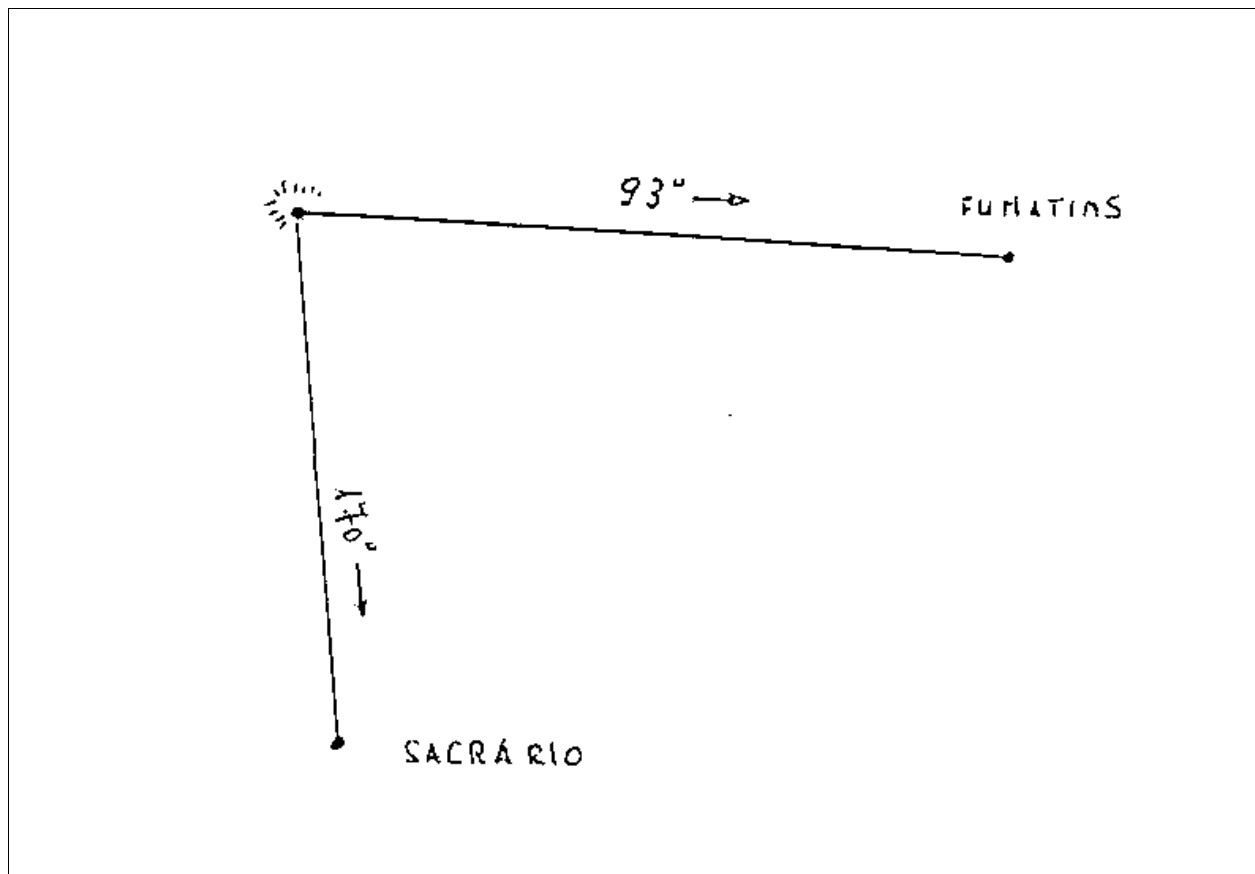


FIG.20 - Metodo per intersezione di punti (sul terreno)

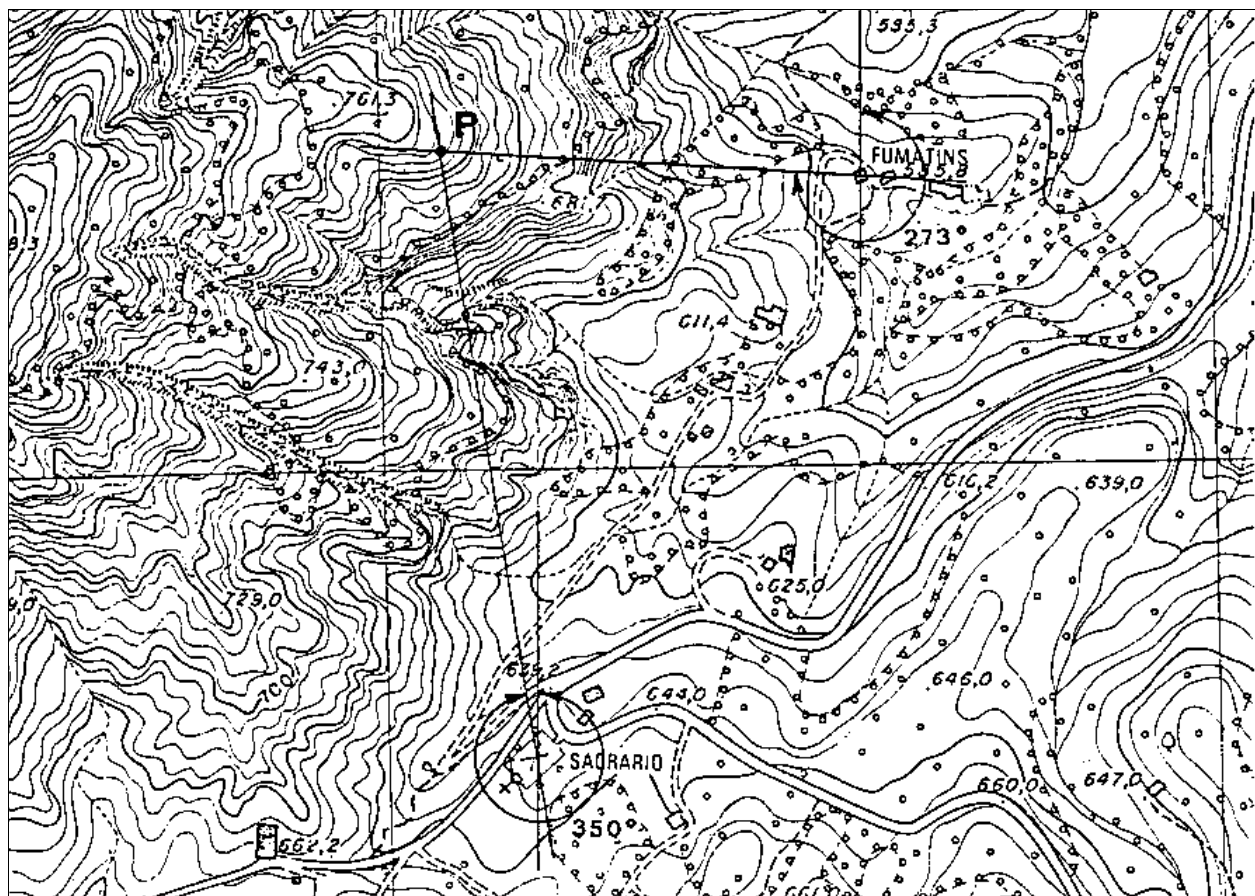


FIG.21 - Metodo per intersezione di punti (al tavolo)

### **3° METODO (Per intersezione di punti)**

Non vi è alcun punto noto in prossimità della cavità, ma sono visibili almeno due (meglio se sono tre o più), punti noti lontani (per esempio: campanili di paesi, rifugi, vette di monti, ecc..).

Sul terreno (vedi fig. 20)

Si punta la bussola verso il primo punto noto, si rileva e si annota l'angolo; poi verso il secondo punto noto; poi verso il terzo (se c'è), ecc., sempre annotando l'angolo.

La maggiore precisione si ottiene quando l'angolo tra i rilevamenti è prossimo ai 90°.

A tavolino (vedi fig. 21)

Sulla carta topografica, per ognuno dei punti noti si procede così:

- 1- Tracciare la verticale per il punto noto.
- 2- Centrare il goniometro sul punto, orientandolo al Nord e misurare un angolo pari a quello rilevato sul campo, sommandovi 180° (o sottraendoli se supera i 180°).
- 3- Tracciare una retta dal punto noto, secondo questa direzione.

La cavità è ubicata nel punto di incontro di queste rette (o all'interno del poligono che generalmente si forma se le rette sono tre o più).

### **4° METODO (uso del G.P.S. Global Position System)**

Si tratta di uno strumento che determina la posizione in cui si trova, in base a dei satelliti artificiali. Lo strumento fornisce istantaneamente, sul quadrante, il valore delle coordinate.

Costituisce il massimo della comodità, ma presenta due inconvenienti: il primo è l'elevato costo, il secondo, più grave, è la scarsa precisione dovuta a segnali di disturbo introdotti dai militari. Si possono avere errori anche superiori ai 50 m.

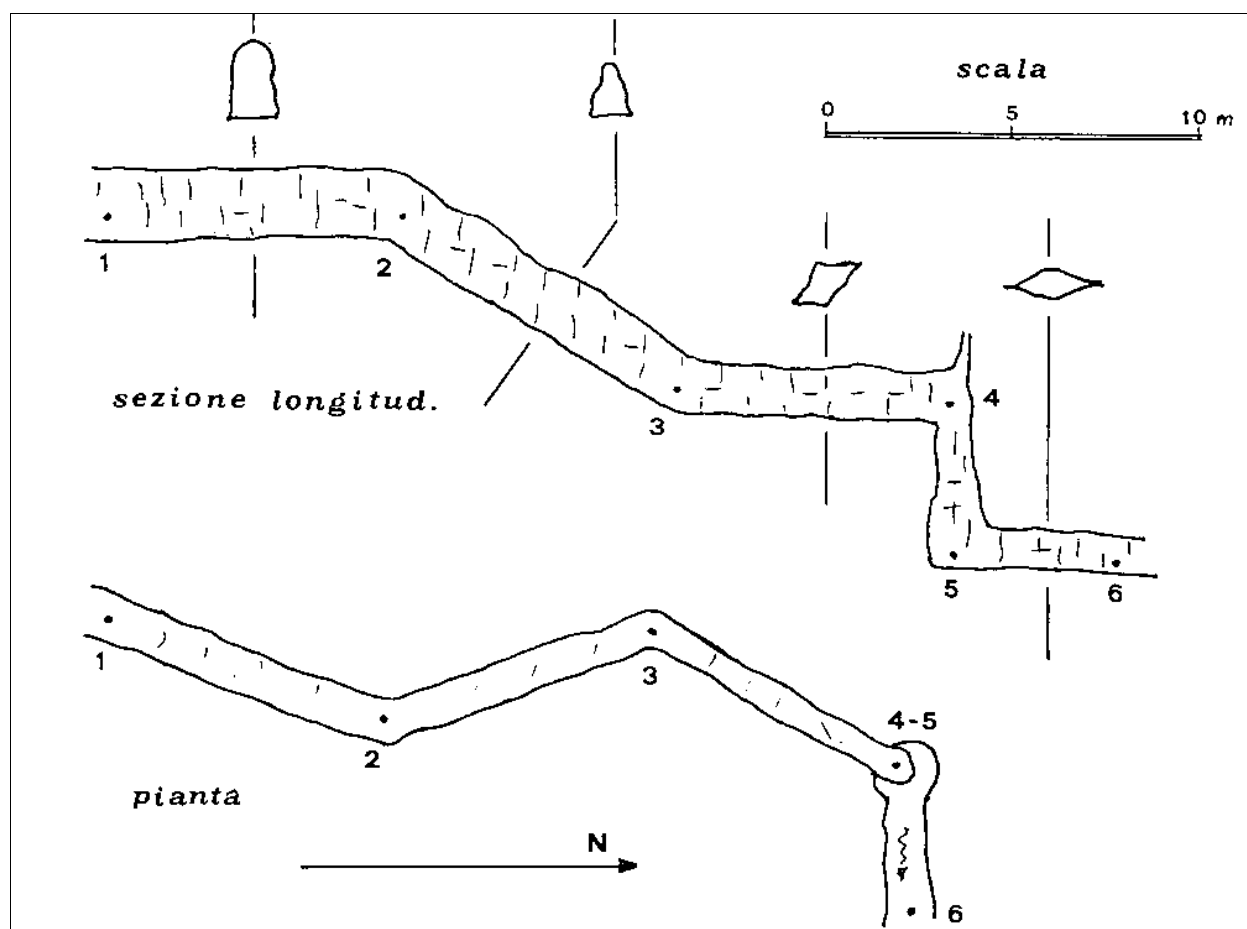


FIG.22 - Rappresentazione di cavità

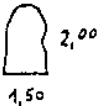
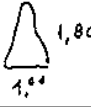
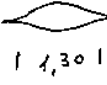
| TRATTA | L<br>metri | BUSSOLA<br>gradi | CLINOM.<br>gradi | SEZIONI                                                                             |
|--------|------------|------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-2    | 8          | 20°              | 0                |  |
| 2-3    | 8,5        | 340°             | 31°              |  |
| 3-4    | 7,5        | 30°              | 2°               |  |
| 4-5    | 4,5        | —                | 90°              |  |
| 5-6    | 4          | 85°              | 2°               |  |
|        |            |                  |                  |                                                                                     |

FIG. - Esempio tabella di rilevazione