



REGIONE AUTONOMA FRIULI—VENEZIA GIULIA
Direzione regionale della pianificazione territoriale



Redatto a cura della Società Alpina delle Giulie, Sezione di Trieste del Club Alpino Italiano, su commissione della Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia, Direzione regionale della pianificazione territoriale, Servizio della tutela del paesaggio e delle bellezze naturali.

Testi, disegni, tavole e materiale fotografico sono di esclusiva proprietà della Regione e vengono a far parte della documentazione del Catasto Regionale delle Grotte.

Finito di stampare nel dicembre 1992 dalla Tipografia Centralgrafica - Trieste

Fin dal 1966 la Regione ha inteso provvedere al riconoscimento del valore documentale e scientifico del patrimonio speleologico istituendo con apposita legge regionale il Catasto delle grotte, nel quale confluiscono le informazioni raccolte nel corso di anni di esplorazioni e indagini condotte da gruppi speleologici e ordinate dalla Sezione di Trieste del C.A.I.

Oggi, a fronte di un affinamento della sensibilità nei confronti dell'ambiente, con questo volume dedicato ai metodi di rilevamento, posizionamento e restituzione su scheda dei dati relativi alle cavità esplorate, si è voluto contribuire al miglioramento della qualità del prodotto derivante dall'attività dei rilevatori, al fine di mettere a disposizione anche degli operatori pubblici e privati, uno strumento di conoscenza utile alla salvaguardia di quel terzo del territorio regionale interessato da aree carsiche, anche nei suoi ambienti più riposti quali quelli ipogei.

L'impegno disinteressato profuso dagli estensori è andato oltre alle aspettative dell'incarico, affrontando argomenti specifici come cartografia, topografia, strumentazioni, nell'intento di suscitare sull'argomento un interesse diffuso all'interno e all'esterno degli addetti ai lavori.

In tal senso si esprime riconoscimento agli autori e un ringraziamento a quanti hanno voluto, con suggerimenti e critiche, contribuire ad affinare questo strumento di lavoro.

L'ASSESSORE
ALL'UFFICIO DI PIANO ED
ALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
dott. Gianfranco Carbone

La ristampa del Manuale di rilievo ipogeo, resasi necessaria dato il favore con cui la prima edizione è stata accolta, ci rassicura sull'interesse dell'Amministrazione regionale alla conservazione ed al completamento di quel patrimonio comune che è il Catasto regionale delle grotte del Friuli-Venezia Giulia.

Si è dato il via, con il supporto del Servizio della tutela del paesaggio e delle bellezze naturali della Direzione regionale della pianificazione territoriale, ad una ristampa, approfittando dell'occasione anche per rimediare agli inevitabili antichi errori di stampa e per aggiungere alcune tabelle e figure a corredo del testo per maggiore completezza d'informazione.

Corre l'obbligo di ringraziare ancora una volta gli Autori e tutti coloro che, in seguito alla prima edizione, hanno voluto aiutarli con costruttivi suggerimenti.

Agli Amministratori regionali, per il loro sostegno alla Speleologia, un rinnovato plauso.

IL CURATORE DEL CATASTO REGIONALE
DELLE GROTTI DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA

Franco Cucchi

Il Catasto delle Grotte è una delle realizzazioni per la conoscenza e la corretta gestione del territorio di cui la Regione Friuli-Venezia Giulia può andare orgogliosa e il suo costante aggiornamento è uno dei compiti societari della Società Alpina delle Giulie.

E' essenziale infatti, per chi gestisce la cosa pubblica, avere catasti moderni ed aggiornati ed è importante per un catasto crescere e modernizzarsi ulteriormente.

Per crescere, il Catasto delle Grotte, ha bisogno degli speleologi che, a loro volta poi, usufruiscono dei dati ivi raccolti per dare sfogo a quella che può essere definita la loro vocazione.

E' agli speleologi, quindi, ed in particolare a quelli fra loro che per primi hanno avuto la ventura e la fortuna di visitare una nuova grotta o nuovi rami di una grotta già nota, che questo volume è dedicato. Con un pensiero anche a quelli che più semplicemente consultano il Catasto per trarne conoscenza, affinché il loro essere speleologi vada a vantaggio della categoria ed a vantaggio della comunità tutta.

Catastare, cioè misurare, analizzare, mappare, descrivere, riprodurre le caratteristiche spaziali e fisiche di una cavità, è compito apparentemente semplice: sono infatti necessarie alcune precise conoscenze tecniche che consentono di "schedare" la grotta in modo che essa sia successivamente "leggibile" e correttamente interpretabile da tutti coloro che nel tempo potranno essere interessati tanto alla semplice visita esplorativa quanto allo studio scientifico della grotta stessa.

Le problematiche della esatta localizzazione, della efficace rappresentazione e della corretta descrizione di ciò che è il vano ipogeo e di ciò che lo delimita, sono esaurientemente sviscerate in questo volume, per la redazione del quale quattro speleologi-esploratori hanno dato il meglio di sé stessi, affinché tutti i loro colleghi possano utilmente collaborare alla gestione ed alla crescita del Catasto delle Grotte della nostra regione.

E quindi alla maturità della Speleologia più valida, quella intesa come attività sociale e culturale inserita nella realtà comune.

Agli Autori ed alla lungimiranza della Regione Friuli-Venezia Giulia e dei suoi Amministratori il grazie da parte dei fruitori delle aree carsiche e delle meraviglie del mondo ipogeo.

IL PRESIDENTE
DELLA SOCIETA' ALPINA DELLE GIULIE
Sezione di Trieste del Club Alpino Italiano
Fabio Forti



REGIONE AUTONOMA FRIULI—VENEZIA GIULIA
Direzione regionale della pianificazione territoriale

MANUALE DI RILIEVO IPOGEO

a cura di

FURIO BAGLIANI, MAURIZIO COMAR, FRANCO GHERBAZ, GIACOMO NUSSDORFER

Seconda edizione, riveduta e corretta.
TRIESTE 1992

1 - CENNI DI CARTOGRAFIA

1.01 - Premessa

Il nostro pianeta possiede una forma sferica che a causa del moto di rotazione attorno al proprio asse ha subito una deformazione. Tale deformazione consiste in uno schiacciamento ai Poli ed un rigonfiamento attorno al Piano Equatoriale. Tale forma è stata dapprima chiamata "Ellissoide di rotazione" ed è stata sino a pochi decenni fa la superficie di riferimento di ogni misura topografica. Attualmente, questa superficie di riferimento è stata meglio definita dal punto di vista matematico, osservando che è una superficie notevolmente complicata a cui è stato dato il nome di "Geoide". Per cui tutte le misure di precisione sono ora riferite alla superficie del geoide; ma dal punto di vista cartografico si usa ancora come superficie di riferimento l'ellissoide di rotazione per semplicità di metodo. Il modo più comodo ed esatto per rappresentare la superficie terrestre sarebbe appunto di costruire degli ellissoidi o porzioni di essi (mappamondi), di dimensioni convenientemente ridotte, su cui si dovrebbero disegnare le proiezioni di tutti i particolari planimetrici. Costruire tali mappamondi è naturalmente poco pratico in quanto questo è possibile solo in dimensioni notevolmente ridotte, cosa che non è molto utile per chi deve fare misure di una certa entità nella superficie terrestre. Si ricorre allora a rappresentazioni piane della superficie curva, cioè alle carte.

Il problema della costruzione delle carte sarebbe pienamente risolto se si potesse rappresentare su di esse, senza alcuna deformazione, ciò che si dovrebbe disegnare sul mappamondo; questo però è impossibile in quanto non si può adagiare la superficie dell'ellissoide sopra un piano o viceversa, senza deformazioni sensibili. Il compito di una carta è quindi quello di rappresentare la planimetria del terreno con le minime deformazioni possibili o, almeno, che di tali deformazioni si possa tener conto per risalire, dalla posizione dei punti sulla carta, a quella sull'ellissoide e quindi si possa calcolare la loro effettiva distanza e l'azimut della loro congiungente. Il problema della costruzione di una carta diviene semplice quando la zona da rappresentare ha le dimensioni non superiori a qualche decina di chilometri (campo topografico). In questo caso, se tutta la zona da rappresentare è compresa in queste condizioni operative, si può sostituire alla porzione di ellissoide interessato, il piano tangente nel punto centrale della zona in oggetto, senza errori sensibili. La superficie terrestre può essere così considerata piana e la rappresentazione cartografica è praticamente fedele. Questo metodo serve ad eliminare ogni problema cartografico in tutti i rilievi a scopo tecnico, che si svolgono generalmente nell'ambito del campo topografico. In tutti questi casi il disegno della carta è relativamente facile perchè, calcolate le coordinate dei punti rilevati rispetto ad un sistema di assi scelto sul terreno, basta disegnare sulla carta il sistema di assi e fissare i punti rispetto ad esso, dopo aver ridotto le coordinate nella scala voluta. Il problema si pone invece nel disegno di grandi carte d'insieme (carte nazionali, di navigazione, ecc.). Siccome non è possibile disegnare una carta perfetta per tutti gli usi, ne esistono di moltissimi tipi, costruite con vari metodi matematici, tutte però posseggono alcuni requisiti particolari che le rendono utili per i determinati scopi. Anche la Carta Topografica d'Italia redatta dall'I.G.M. è costruita secondo determinati metodi che la rendono utile per lo scopo topografico di campagna.

1.02 - La carta topografica d'Italia I.G.M.

1.02.1 - Generalità

La cartografia nazionale fu introdotta nel 1875 in sostituzione di altre rappresentazioni non omogenee con le quali erano state redatte le carte dei diversi stati italiani, riuniti poi nel Regno d'Italia. Per redarre la carta fondamentale d'Italia venne usata la "proiezione naturale o sinusoidale di Samson-Flamsteed", con la quale la superficie dell'ellissoide venne divisa in tante piccole porzioni, limitate da due meridiani di 30' di differenza in longitudine e da due paralleli di 20' di differenza in latitudine; ciascuna porzione è stata rappresentata su un foglio di carta. Ogni foglio era riferito ad un sistema di riferimento proprio e non era possibile alcun legame fra fogli diversi anche se adiacenti. Fu redatta alla scala 1:100.000 e fu completata nel 1900; contemporaneamente fu intrapresa la redazione della carta alla scala 1:25.000 con fogli detti "tavolette". Questo tipo di rappresentazione a fogli non sovrapponibili è anche detta "policentrica".

Verso il 1948 l'Istituto Geografico Militare scelse la rappresentazione conforme di "Gauss" (conforme significa che conserva gli angoli). La sua applicabilità fu studiata dal prof. Boaga (geodeta capo dell'IGM) e questa rappresentazione fu detta di "Gauss-Boaga". Essa ha la proprietà di conservare sia gli angoli che le aree; il rapporto di similitudine, ossia la scala della carta, è variabile da punto a punto. La deformazione lineare cresce allontanandosi dal meridiano di riferimento. Si rimediò a questo inconveniente dividendo il territorio da rappresentare in fusi, compresi fra meridiani di 6° di



Walter Maucci nel 1950 alla Grotta Gigante (sala dell'Altare) durante la simulazione di campo base, organizzato dalla Commissione Grotte (Foto Archivio S.A.G.)

differenza in longitudine; prendendo, per ogni fuso, come sistema di riferimento l'equatore (l'asse delle ascisse) ed il meridiano centrale del fuso (asse delle ordinate). Questa rappresentazione si presta assai bene per la particolare situazione geografica dell'Italia, le cui dimensioni si sviluppano nel senso dei meridiani e quindi una rappresentazione di questo tipo produce deformazioni piuttosto limitate. I due meridiani, ad E ed a W del meridiano centrale che non rappresentano deformazioni, si chiamano «meridiani standard». Nella nuova cartografia italiana i meridiani standard sono a 2° di differenza di longitudine rispetto al meridiano centrale del fuso.

Il territorio italiano è diviso in due fusi di 6° di ampiezza ciascuno; il fuso W è compreso fra il meridiano di Monte Mario a Roma e quello di 6° E Greenwich (ossia 6° 27' 08",4 Ovest di M. Mario). Il fuso E è compreso fra 11° 57' 08",4 E (ossia 0° 30' W di M. Mario) e 18° 30' E (ossia 6° 02' 51",6 E di M. Mario). È stato esteso il fuso fino a 18° 30', invece che a soli 18° 00', per comprendere in esso anche la parte della penisola Salentina in Puglia.

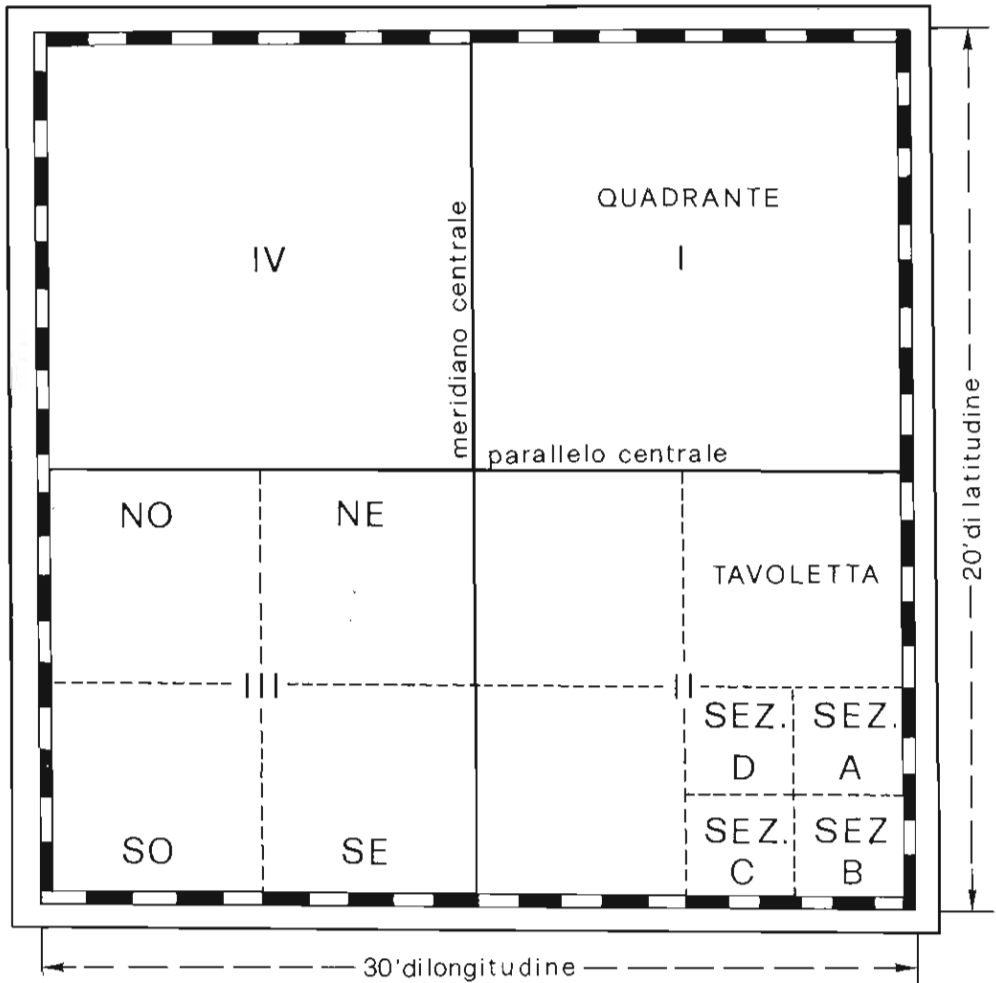


Fig. 1,1 - Suddivisione di un foglio della carta topografica d'Italia a scala 1:100.000 in quadranti, tavolette, sezioni.

I meridiani di riferimento dei fusi sono di 9° E e di 15° E Greenwich, per consentire l'inserimento nel sistema UTM mondiale.

Allo scopo di utilizzare il vecchio materiale cartografico, la squadratura dei fogli, anziché rispettare la suddivisione di 30' in 30' Greenwich, è iniziata dal meridiano di M. Mario (12° 27' 08".4 E Greenwich) come nella proiezione sinusoidale o naturale, e cioè in modo che l'ultima striscia di fogli del fuso W coincida con la prima striscia del fuso E entro una longitudine di 11° 57' 08".4 e 12° 27' 08".4, per un'estensione di 30' (questo per i fogli in scala 1:100.000 in cui 30' è la larghezza del foglio). In tale zona di sovrapposizione è eseguita la cartografia rispetto ad entrambi i fusi ed è stampata ciascuna sopra una delle due facce del foglio di carta. La zona di sovrapposizione si è resa necessaria per risolvere i problemi relativi a punti situati nelle vicinanze del meridiano di separazione, ma su fusi diversi.

La Carta Topografica d'Italia è pubblicata (come già accennato prima) a cura dell'Istituto Geografico Militare (I.G.M.) italiano; si compone attualmente di 285 fogli a scala 1:100.000. Ogni «foglio» è diviso in quattro parti uguali dette "quadranti" che a loro volta sono divisi in altre quattro parti uguali dette "tavolette"; per cui ogni foglio è diviso in quattro quadranti e sedici tavolette. I fogli sono identificati da numeri arabi (1, 2, ..., 285), i quadranti da numeri romani (I, II, III, IV) procedendo in senso orario cominciando da quello orientato in alto a destra; le tavolette dalla posizione cardinale occupata nel quadrante (NE, SE, SW, NW) (vedi fig. 1,1). Qualche tavoletta è divisa ancora in quattro parti uguali dette "Sezioni" a scala 1:10.000, indicati con le lettere A, B, C, D sempre partendo, in senso orario, da quello in alto a destra. Ogni carta è contrassegnata, oltre dalla sigla che ne indica la posizione all'interno dei fogli a scala 1:100.000, dal nome della località più importante in essa contenuta (una città, una montagna, ecc.).

Sui margini vengono riportati i vari tipi di coordinate di cui si parlerà più avanti. Nelle vecchie carte vengono riportate solo le coordinate geografiche con ellissoide internazionale orientato a Roma-M. Mario, nella rappresentazione di Gauss modificata per l'Italia da Boaga. Dal 1986 è iniziato l'aggiornamento parziale delle tavolette della zona Nord-Orientale dell'Italia, ma la scarsità di personale dell'I.G.M. non ne consente un costante aggiornamento. Un buon terzo della cartografia italiana risale a prima della seconda guerra mondiale ed è stampata in bianco e nero: non è molto utile visto il notevole cambiamento che ha subito il territorio italiano in questi ultimi decenni. Per cui è stato sospeso il lavoro di aggiornamento del vecchio materiale cartografico ed è stato deciso di dedicarsi alla stampa della nuova carta topografica d'Italia alla scala 1:50.000, già iniziata nel 1964. Con i nuovi sistemi di rilevamento aereofotogrammetrici e nuove tecniche di restituzione da foto aerea si riesce ad avere un prodotto notevolmente più preciso e con costi più contenuti.

1.02.2 - Cartografia 1:100.000

La divisione dei vari fogli è ottenuta con un reticolato di meridiani e paralleli che suddividono una serie di superfici quadrilatera curvilinee comprese tra due meridiani che hanno una differenza di longitudine di 30' e tra due paralleli con una differenza di 20' di latitudine. Siccome i meridiani sono convergenti, i quadrilateri hanno un'altezza costante (37 km), ma una larghezza che varia da una massima di 45 km per le regioni più meridionali, ad una minima di 38 km per quelle più settentrionali.

I fogli hanno in realtà la forma di un trapezio (dovuta alla convergenza dei lati del fuso), ma la differenza tra i due lati di uno stesso foglio è così piccola che graficamente non s'avverte. Tutto il territorio italiano è compreso in 285 fogli e, per quanto riguarda la

latitudine, tra il 37° ed il 47° parallelo. Il meridiano fondamentale è quello passante per Monte Mario, a Roma. Nei riguardi della longitudine il territorio italiano è compreso quasi tutto tra il 6° di longitudine E ed il 6° di longitudine W, rispetto M. Mario. Nei fogli della carta a scala 1:100.000 un segmento di un millimetro corrisponde a 100 m di lunghezza sul terreno.

Dato il grande rapporto di riduzione della scala, sono ben pochi i particolari che possono essere rappresentati. Le strade ed i fabbricati sono riportati con opportuni segni convenzionali data l'impossibilità grafica di rappresentarli in scala, come anche fiumi, torrenti, ecc. L'altimetria del terreno è rappresentata con curve di livello da 50 m in 50 m. Sono segnati tutti i vertici trigonometrici, cioè i punti di coordinate note, che sono stati scelti per effettuare il rilievo (sono indicati con un triangolino i vertici di I° ordine, con un circoletto quelli di II° ordine, con un quadrettino quelli di III° ordine e con un puntino quelli di IV° ordine). Accanto a ciascuno di essi è scritta la corrispondente quota. Questa cartografia è derivata da rilievi alla scala 1:25.000 e la ristampa è limitata alle zone non ancora coperte dalla nuova cartografia a scala 1:50.000. È pubblicata in due serie: a 5 colori, per alcuni fogli a 7 colori, con l'orografia a sfumo e curve di livello; a 2 colori con i limiti amministrativi in viola. Per la prima serie ne è disponibile anche una a 3 colori con l'orografia a sole curve di livello, la disponibilità di una ne esclude la disponibilità dell'altra.

Normalmente non è molto usata in speleologia in quanto la scala di riduzione è molto grande ed è difficoltoso risalire da un punto sulla carta ad uno sul terreno; è utile per avere una buona visione di un'ampia porzione di terreno attorno all'area di ricerca o di studio.

1.02.3 - Cartografia 1:50.000

È più dettagliata di quella alla scala 1:100.000.

Come già detto, nel 1983 è stato deciso di promuovere l'edizione della nuova carta topografica d'Italia alla scala 1:50.000 a 6 colori, derivando dalle tavolette 1:25.000 per riduzione, riferendosi però ad un quadro d'unione differente da quello riportato sui fogli in scala 1:100.000. I nuovi fogli a scala 1:50.000 non coincidono con i vecchi quadranti e coprono l'area non di quattro ma parziale di sei tavolette.

Si compone di 636 elementi, hanno le dimensioni di 20' in longitudine e 12' in latitudine, con un'area coperta di circa 600 km². È disegnata nella rappresentazione conforme UTM inquadrata nel sistema geodetico europeo (ED 1950). È pubblicata in due serie: a sei colori con orografia a sfumo e curve, con sovrastampa del reticolato chilometrico in magenta; a tre colori con orografia a sole curve e con sovrastampa dei limiti amministrativi in viola. L'edizione a sei colori presenta un certo effetto plastico dell'insieme dovuto all'uso della tecnica dello sfumo in grigio azzurro. Anche qui le rappresentazioni grafiche sono disegnate tramite segni convenzionali: in nero tutti i manufatti umani, le vie di comunicazione percorribili solo stagionalmente, i limiti amministrativi, le rocce, la toponomastica, tranne i toponimi idrografici; in arancione le vie di comunicazione percorribili in tutte le stagioni, le curve di livello e le scarpate; in azzurro l'idrografia ed i toponimi relativi, le curve di livello sui ghiacciai e le batimetrie; in verde la vegetazione; con il grigio azzurro lo sfumo per l'orografia; inoltre il magenta per la sovrastampa del reticolato UTM, per la parte inglese del testo e le tabelle del margine destro della cornice del foglio. L'equidistanza fra le curve di livello è di 25 m per le direttrici e 5 m per le ausiliarie.

I fogli pur derivando dalla riduzione dei rilievi fatti in scala 1:25.000, sono una suddivisione della Carta dell'Europa Occidentale nella scala 1:250.000 che a sua volta è una suddivisione della Carta del Mondo in scala 1:1.000.000.

Normalmente la carta in scala 1:50.000 viene usata per avere una vista d'insieme di una zona che comprende più tavolette da usare in uno studio di una data zona, soprattutto

dal punto di vista morfologico visto il notevole effetto plastico dell'orografia rappresentata; viene usata poco o niente per segnare i punti di ubicazione di grotte in quanto la scala ha un rapporto troppo grande per quest'uso.

1.02.4 - Cartografia 1:25.000

Per una più precisa e particolareggiata visione del terreno che compone un dato territorio descritto in una carta topografica, il territorio italiano è stato rappresentato con carte topografiche in scala 1:25.000 dette "tavolette"; si chiamano "tavolette" in quanto il rilievo originale di gran parte della cartografia è stata fatta con la "tavoletta pretoriana", uno strumento particolare per i rilievi topografici. Si ottengono dividendo ogni quadrante in quattro parti per mezzo del meridiano e del parallelo passanti per il centro del quadrante. Ogni tavoletta viene indicata precisando la posizione geografica nel quadrante a cui appartiene, nonché col nome della località più importante che contiene ed il numero del foglio in scala 1:100.000.

Esempio:

la tavoletta "Paularo" si indica F° 14 IV SE;
dove il foglio a scala 1:100.000 è il n° 14;
il quadrante a scala 1:50.000, il quarto;
orientamento della tavoletta SE.

Ogni quadrante ha pertanto le tavolette: Nord-Est (NE), Sud-Est (SE), Sud-Ovest (SW), Nord-Ovest (NW). Per rappresentare tutto il territorio, compreso in un foglio 1:100.000 occorrono 16 tavolette in scala 1:25.000; costituiscono un trapezio piano la cui area è 16 volte maggiore rispetto a quella di un foglio in scala 1:100.000. Il territorio italiano consta, attualmente, di 3445 elementi con dimensioni di 7°30' in longitudine e 5° in latitudine. È usata la rappresentazione conforme di Gauss-Boaga con ellissoide internazionale orientato a Roma-M. Mario (1940) con reticolato UTM riferito al sistema geodetico europeo (ED 1950). È pubblicata in una sola delle tre edizioni (un'edizione ne esclude l'altra): un solo colore (nero), a tre colori (nero, bistro, azzurro), a cinque colori (nero, bistro, azzurro, verde, rosso arancio). Dal 1986 è iniziato l'aggiornamento parziale delle tavolette della parte Nord-orientale dell'Italia. Una tavoletta è composta da un quadro centrale e da una cornice che riporta tutte le informazioni utili alla lettura della carta. Da sinistra in alto verso destra si trova la posizione della tavoletta, il suo nome e la ripetizione degli estremi. In basso da sinistra verso destra, sono poste le informazioni generali della tavoletta: un dato importante è quello relativo alla data di pubblicazione ed eventuali successive edizioni, in quanto fornisce il grado di aggiornamento e l'attendibilità della carta. Si trova poi il quadro d'unione delle tavolette immediatamente circostanti; i limiti amministrativi e l'elenco dei comuni compresi nel disegno topografico del quadro centrale. Altra importante informazione è quella relativa all'equidistanza fra le curve di livello (isoipse) che nelle tavolette è di 25 m, 5 m per le ausiliarie, mentre per le principali (a tratto più marcato) è di 100 m.

Visto che la carta riporta pure il reticolato chilometrico Gauss-Boaga ai bordi (il suo utilizzo verrà trattato all'1.03.4), vi è uno specchio con i dati delle coordinate chilometriche dei vertici del quadro, in modo da costruire la quadrettatura chilometrica del reticolato. Questa si realizza congiungendo dei segmenti di retta dagli appositi segni disposti alla distanza reale di 1 km, sui bordi del quadro (tali segni sono delle linette con un punto per il fuso Ovest, con una forcella per il fuso Est). (Fig. 1.2).

Le coordinate dei vertici di questa carta nel reticolato italiano (proiezione Gauss-Boaga, ellissoide internazionale, or.M.Mario 1940) sono le seguenti:				
VERTICE	FUSO OVEST		FUSO EST	
	Est	Nord	Est	Nord
N. O.			2419212	5076445
N. E.			2428921	5076295
S. O.			2419063	5067186
S. E.			2428786	5067035

Nella carta il reticolato italiano è indicato nella cornice con i seguenti segni convenzionali: $\rightarrow \bullet$ (E) \leftarrow (N)

Fig. 1,2 - Tabellina delle coordinate chilometriche dei quattro vertici di una tavoletta 1:25.000, secondo il reticolato Gauss-Boaga.

Nella parte centrale della carta si ha la scala numerica e grafica, nelle carte di uso militare con scritte bilingui (lingua italiana in nero, inglese in magenta) si trovano le scale in miglia terrestri e marine.

Posti sotto queste vi sono i segni convenzionali che occupano gran parte dello spazio cornice dal centro verso destra. La loro esatta conoscenza è basilare per il corretto uso e lettura della carta. La cartografia a cinque colori presenta alcune varianti rispetto alle altre (a tre o ad un solo colore) nei segni convenzionali; in quella di uso militare le didascalie all'iconografia sono riportate anche in lingua inglese, in colore di tipo magenta. All'estrema destra in basso della cornice si trova un glossario bilingue (solo per le tavolette di uso militare) sulle abbreviazioni presenti nella rappresentazione topografica.

Lungo il margine destro della cornice è riportato uno specchietto con i valori della declinazione magnetica riferita all'anno dell'edizione, con i dati delle correzioni da apportare per l'orientamento con la bussola grazie ad un rapportatore disegnato lungo il lato destro del quadro.

Nella parte superiore del bordo destro della cornice si trovano infine i dati riferiti al reticolato UTM (ED 1950), sovrastampato in magenta per le tavolette più recenti o di uso militare, con i relativi valori riportati sui margini del quadro in magenta. Nello specchietto si trova la designazione della zona, del quadrato di 100 km ed un esempio pratico di calcolo delle coordinate di un punto.

Ai bordi della carta, lungo il quadro, si trova indicato il reticolato geografico con variazioni delle indicazioni al primo di grado. Sempre sui vertici del quadro sono riportate le coordinate per i paralleli ed i meridiani sia riferite all'ED 1950 (partono dal meridiano fondamentale di Greenwich e dall'equatore), sia riferite al sistema nazionale (meridiano M. Mario ed equatore come parallelo).

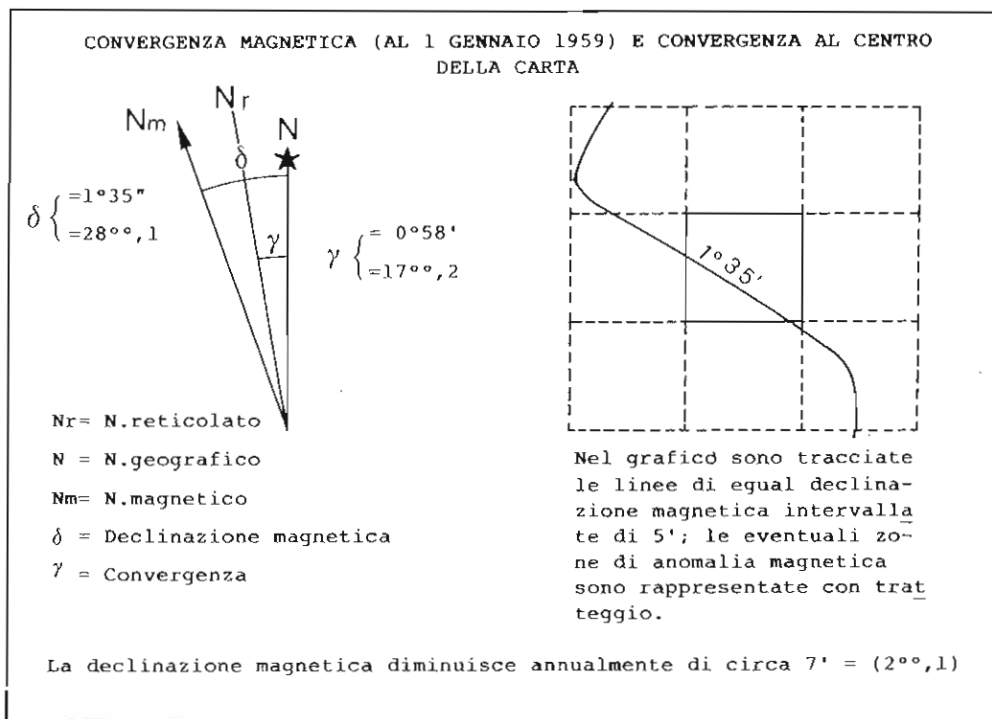


Fig. 1,3 - Tabellina della declinazione magnetica e della convergenza al centro della carta per una tavoletta 1:25.000.

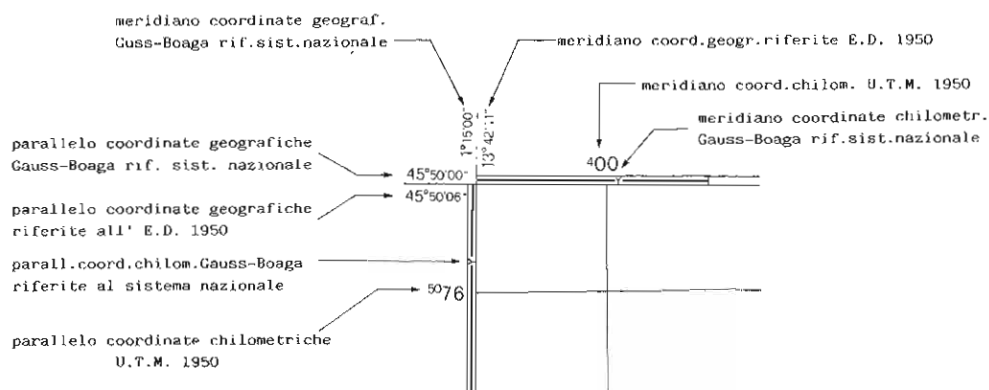


Fig. 1,4 - Specchietto riassuntivo delle principali coordinate riscontrabili su una tavoletta 1:25.000

In qualche tavoletta è riportata una scala grafica per i minuti secondi dei reticolati geografici e metrica per i reticolati chilometrici. Questi sono definiti come coordinatometri, reperibili pure in negozi specializzati.

Le tavolette sono le carte più utilizzate in speleologia nel posizionamento degli ingressi delle cavità o per studi in dettaglio di una zona; negli ultimi anni, dove introdotta, prendono sempre più parere favorevole le cartografie tecniche alla scala 1:5.000 o 1:10.000.

1.03 - La carta tecnica

1.03.1 - Generalità

Attualmente l'Italia, come gran parte dei paesi europei, ha in redazione una nuova cartografia fondamentale.

Questa dev'essere a livello tecnico, quindi in una scala con un non elevato rapporto di riduzione.

Per la sua realizzazione si sono fatte onere le varie amministrazioni regionali data la notevole mole di lavoro, a livello nazionale, che un istituto come l'I.G.M. non ne avrebbe avuto la potenzialità.

Al giorno d'oggi, nonostante delle piccole diversità fra la cartografia tecnica di una regione ed un'altra, tutte hanno dei parametri uniformi quali ad esempio la scala (1:5.000 o 1:10.000), la rappresentazione gaussiana internazionale (ED 1950). Si ricordano le cartografie tecniche in scala 1:5.000 della Regione Friuli-Venezia Giulia, della Lombardia, della Liguria e dell'Emilia Romagna, realizzate tramite restituzione stereoscopica di foto aeree con strumentazione analogica. Stesso procedimento per la realizzazione lo sta seguendo la Cassa del Mezzogiorno per la cartografia tecnica dell'Italia meridionale.

Nella Regione Umbria e Marche la sua realizzazione è disegnata tramite metodi fotografici, ricorrendo al raddrizzamento ed all'ortoproiezione. Anche per la Regione Veneto si è utilizzato il raddrizzamento integrato da misure altimetriche terrestri.

1.03.2 - Carta tecnica regionale 1:5.000

Per la costruzione della C.T.R. si è impiegata la rappresentazione di Gauss, sistema nazionale (Gauss-Boaga) omogenea con la cartografia topografica dell'I.G.M.. Nella stessa proiezione sono espresse le coordinate dei vertici trigonometrici nazionali e regionali, e quelle del reticolato chilometrico riportato sulla carta.

La rappresentazione è conforme, cioè con gli angoli misurati sulla carta corrispondenti con quelli sul terreno. Le lunghezze misurate sulla carta sono invece deformate rispetto quelle reali, ma sono trascurabili nelle ordinarie operazioni topografiche; bisogna tener conto di tale problema solo per misure di alta precisione o con dati di rilevante lunghezza, mediante l'applicazione del modulo di deformazione lineare.

Le caratteristiche di impianto della rappresentazione di Gauss nel sistema nazionale italiano (proiezione di Gauss-Boaga) sono le seguenti:

- Ellissoide internazionale orientato a Roma-Monte Mario ($\varphi = 41^\circ 55' 25''$; $\lambda = 12^\circ 27' 08'' 40$ Est Greenwich).
- Due fusi di 6° di ampiezza, denominati "fuso Ovest" (meridiano centrale 9° Est Greenwich, valore di falsa origine $E_0 = 1500$ km, e "fuso Est" (meridiano centrale 15° Est Greenwich con valore di falsa origine $E_0 = 2520$ km), zona di sovrapposizione di $40'$.
- Riduzione delle coordinate con coefficiente 0,9996.

Come si osserva dalla fig. 1.5, il territorio della Regione Friuli Venezia Giulia è tutto compreso entro il fuso Est, e resta ad Ovest del meridiano centrale; la convergenza (γ) dei meridiani dovrà sempre essere sottratta dall'azimut rete per ottenere l'azimut geografico. Verso il bordo Est (deformazione ai bordi) la deformazione è massima e ad una distanza reale di 10 Km viene accorciata sulla carta di circa tre metri. Sulla carta sono riportate di 10 cm in 10 cm le linee del reticolato chilometrico, le quali ripartiscono così la superficie cartografata in quadrati con lato di 500 m. Il formato dei fogli è di 59,4 x 84,1 cm, cioè 0,5 mq. La squadratura degli elementi è geografica, cioè i bordi del campo cartografico sono costituiti da meridiani e paralleli. Le dimensioni del campo cartografico sono di 2' 30" x 1' 30" che corrispondono a circa 3200 x 2800 m pari a 65 x 56 cm, con un'area di circa 900 ettari alla latitudine media della Regione. Le coordinate geografiche della C.T.R. sono riferite all'ellissoide internazionale con orientamento medio europeo, sistema ED 1950 e le longitudini sono contate dal meridiano di Greenwich a Londra.

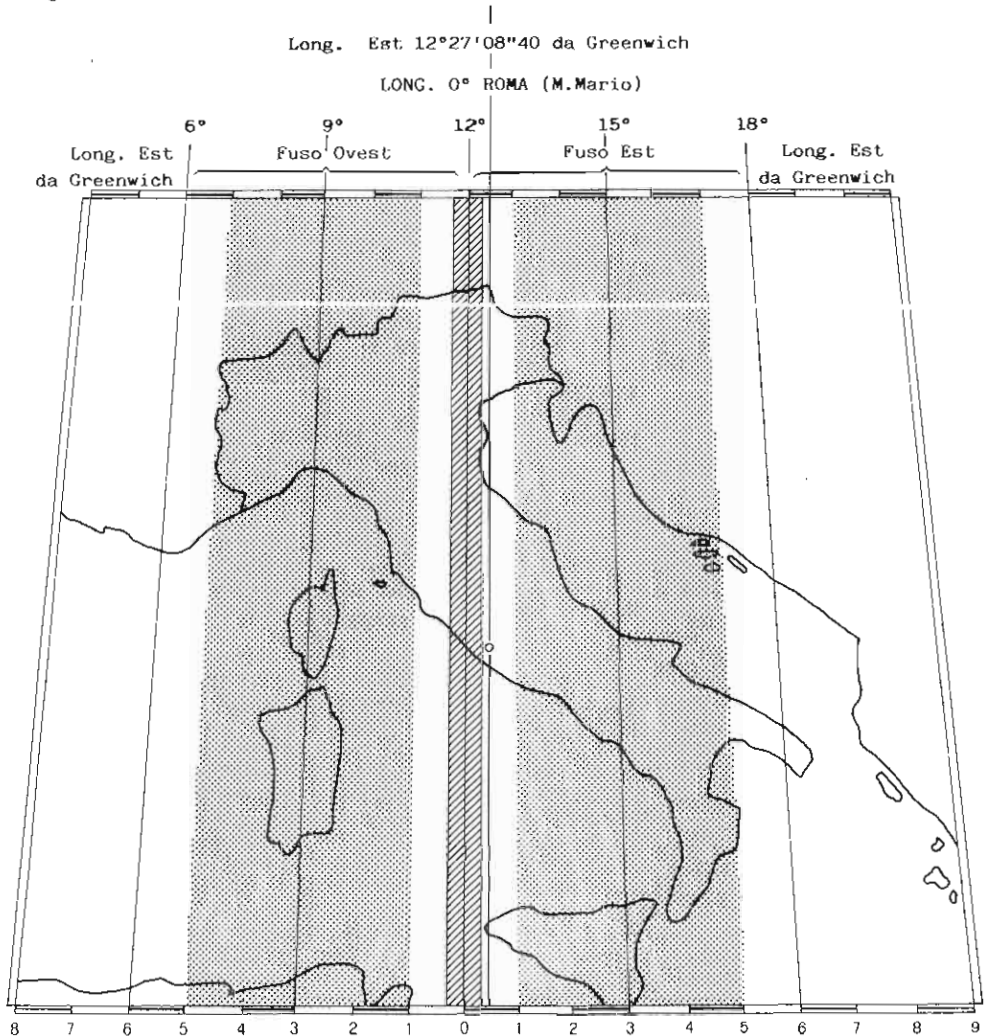


Fig. 1.5 - Applicazione della rappresentazione di Gauss (sistema Gauss-Boaga) al territorio italiano

64 elementi a scala 1:5.000 costituiscono un foglio a scala 1:50.000 I.G.M..

Ogni sezione a scala 1:10.000 o elemento 1:5.000 è designato da un numero di sei cifre, tipo xxxyyz, delle quali (vedi fig. 1,6):

- le prime tre cifre,xxx designano il foglio a scala 1:50.000 cui la sezione o l'elemento appartengono,
- la quarta e la quinta cifra yy (da 01 a 16) designano la posizione della sezione a scala entro il foglio 1:50.000,
- la sesta cifra z (da 1 a 4) designa la posizione dell'elemento 1:5.000 entro la sezione 1:10.000. Se essa è zero (cioè manca), resta designata la sezione 1:10.000 stessa.

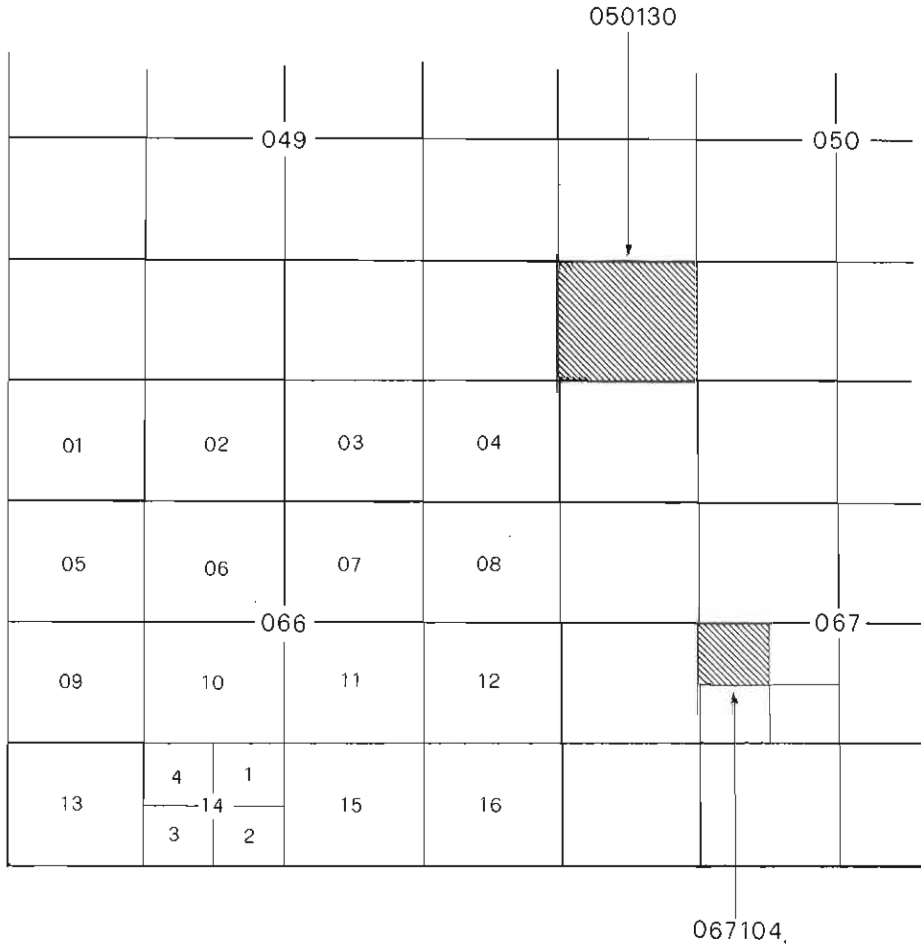


Fig. 1,6 - Suddivisione di fogli al 50.000 in sezioni al 10.000 ed in elementi al 5.000.

Con la numerazione 050130 si intende il foglio 050 e la sezione 13.

Con la numerazione 067104 si intende il foglio 067, la sezione 10 e l'elemento 4.

Nella fig. 1,6 si osserva un esempio di designazione di un elemento o di una sezione, che è completata dal nome della località o particolare topografico più importante in esso contenuti.

Per quanto riguarda l'omogeneità fra le coordinate della C.T.R. e delle carte I.G.M., si tenga conto che:

- le coordinate geografiche della C.T.R. (delimitanti i bordi del campo cartografico) sono omogenee con quelle delle carte a scala 1:50.000 e 1:250.000 I.G.M., essendo queste riferite all'ED 1950, mentre non sono omogenee con quelle delle carte a scala 1:25.000 e 1:100.000, le quali sono riferite al sistema nazionale;
- le coordinate piane della C.T.R. (reticolato chilometrico e punti trigonometrici) non sono omogenee con quelle riportate in color magenta sulle carte dell'I.G.M., le quali sono nel sistema UTM, anziché in quello nazionale. L'omogeneità esiste invece con il reticolato nazionale riportato a margine delle carte I.G.M. (mediante indici) e con le coordinate dei vertici trigonometrici riportate sui cataloghi I.G.M. in commercio.

Per passare dalle coordinate della C.T.R. alle coordinate della cartografia I.G.M. si devono sommare alle prime le costanti del seguente specchio:

$\Delta \varphi$	$\Delta \lambda$	ΔE	ΔN
- 5",5	- 12° 27' 11",3	- 2.019.934 m	+ 170 m

Per esempio con il punto di coordinata su C.T.R.:

Coordinate C.T.R. :	46° 15' 42",7	13° 30' 24",5
Costanti :	-5",5	-12° 27' 11",3
Coordinate I.G.M. :	46° 15' 37",2	1° 03' 13",2

Lo stesso per le coordinate piane:

Coordinate C.T.R. :	5.103.646 (N)	2.360.457 (E)
Costanti :	+170	-2.019.934
Coordinate I.G.M. :	5.103.816	340.523

Per il passaggio inverso le costanti vanno sottratte. L'approssimazione della trasformazione è di circa ± 5 m; per una maggiore approssimazione è consigliabile l'interpolazione fra dati più rigorosi come ad esempio le coordinate UTM dei vertici, riportate fra le informazioni marginali.

L'equidistanza delle curve di livello direttrici è di 25 m, quelle delle curve ordinarie di 5 m. I particolari morfologici (cocuzzoli, selle, brusche variazioni di pendenza) non sufficientemente evidenziati dalle curve ordinarie, sono rappresentati con curve ausiliarie equidistanti 1 m. Nelle zone pianeggianti (pendenza media inferiore al 5%) le curve ausiliarie sono tracciate sull'intero territorio. Se la pendenza media è inferiore all'1% non vengono riportate curve di livello.

Negli elementi in scala 1:5.000 la maggior parte dei particolari topografici sono rappresentati in scala alla loro effettiva dimensione.

Guardando un foglio di un elemento in scala 1:5.000, si osserva il quadro contenente la zona cartografata con il reticolato chilometrico i cui valori sono riportati nella sua intersezione con i bordi; inoltre, sui bordi si trovano gli indici del reticolato geografico con i loro valori. Nello spazio al margine destro si ha in alto il numero dell'elemento e la sua

denominazione, sotto la scala e la scritta con l'equidistanza delle curve di livello. In basso si trovano i valori della declinazione magnetica e del modulo di deformazione lineare dell'elemento assieme al valore della convergenza del meridiano; i valori delle coordinate UTM dei vertici dell'elemento, l'inquadramento dell'elemento nel foglio 1:50.000 I.G.M., nella sezione 1:10.000 e situazione nel mosaico delle C.T.R. 1:5.000. In basso vi è un riepilogo dell'inquadramento dell'elemento.

I fogli degli elementi in scala 1:5.000 della C.T.R. sono ora i più usati in speleologia per la determinazione dei punti topografici degli ingressi di cavità, essendo questa una carta di grande precisione a basso rapporto di riduzione.

Vengono inoltre usate facilmente per studi di dettaglio in aree di interesse speleologico o per lavori particolari.



Fabio Forti nel 1951 nell'esecuzione del rilievo planimetrico della Grotta Gigante, con squadra agrimensorio con bussola (Foto Archivio S.A.G.)

1.04 - Coordinate di un punto sulle cartografie di uso speleologico

1.04.1 - Generalità

Un rilievo di una cavità non ha valore senza la definizione, più esatta possibile, della posizione del suo ingresso (od ingressi) sulla carta di riferimento mediante un sistema di coordinate.

A questo proposito prendiamo in esame i vari tipi di coordinate che si possono usare nella cartografia I.G.M. e C.T.R. per la definizione di un punto sulla carta.

1.04.2 - Coordinate geografiche sulla tavoletta 1:25.000 I.G.M.

Vengono indicate in gradi, primi, secondi di latitudine e longitudine. Per la cartografia I.G.M. delle tavolette a scala 1:25.000 viene usata la proiezione di Gauss-Boaga (come già visto) riferita al sistema nazionale che ha per origine della graduazione dei meridiani da M. Mario a Roma e per i paralleli dall'equatore. Si ha per cui una latitudine sempre Nord ed una longitudine Est od Ovest (vedi fig. 1,5). Sulle tavolette in scala 1:25.000 I.G.M. la suddivisione ai lati della carta della latitudine e della longitudine è di 0,1' pari a 60" (la suddivisione in primi sulle tavolette si osserva sui margini del quadro con la topografia della zona interessata, tramite una serie di barre bianche alternata con altre con una striscia nera all'interno).

Per la definizione di un punto all'interno dell'area di un primo di latitudine ed un primo di longitudine è necessario ricorrere o al sistema matematico di calcolo o all'utilizzo di un "coordinatometro". Nel primo caso di calcolo matematico è sufficiente istituire le proporzioni.

$$\begin{aligned} 60'' \text{ lat.} & : L_1 \equiv X_1 : L^* \\ 60'' \text{ long.} & : L_2 \equiv X_2 : L^\circ \end{aligned}$$

dove:

L_1 = Lunghezza in mm di 60" di latitudine

L_2 = Lunghezza in mm di 60" di longitudine

X_1 = Centesimi di secondo di latitudine del punto P

X_2 = Centesimi di secondo di longitudine del punto P

L^* = Lunghezza in mm di latitudine dal parallelo di riferimento al punto P

L° = Lunghezza in mm di longitudine dal meridiano di riferimento al punto P

Risolvendo le due proporzioni si avrà che:

$$X_1 = \frac{60'' \text{ lat.} \cdot L^*}{L_1} \qquad X_2 = \frac{60'' \text{ long.} \cdot L^\circ}{L_2}$$

Esempio pratico (fig. 1,7):

$X_1 = ?$ $X_2 = ?$

$L_1 = 75$ mm (lunghezza di un primo di latitudine)

$L_2 = 51,5$ mm (lunghezza di un primo di longitudine)

$L^* = 30$ mm (distanza del punto P dal parallelo più prossimo)

$L^\circ = 29$ mm (distanza del punto P dal meridiano più prossimo)

Perciò applicando le formule precedenti:

$$X_1 = \frac{60'' \text{ lat.} \cdot 30 \text{ mm}}{75 \text{ mm}} = 24'' \qquad X_2 = \frac{60'' \text{ long.} \cdot 29 \text{ mm}}{51,5 \text{ mm}} = 33'',79$$

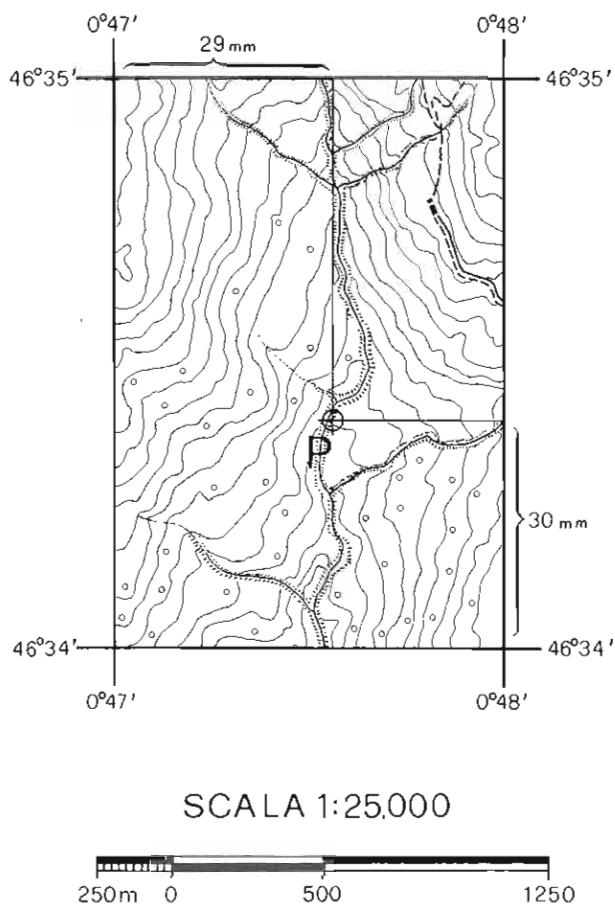


Fig. 1,7 - Esempio di calcolo delle coordinate geografiche di un punto "P" su una tavoletta.

Il punto "P" ha come coordinate geografiche:
 latitudine Nord 46° 34' 24", longitudine Est 0° 47' 34"

Se non si vogliono eseguire calcoli matematici, è possibile utilizzare uno speciale "coordinatometro" che con una certa approssimazione (vista la scala delle carte anche accettabile) dà automaticamente il valore dei secondi. Questo speciale rapportatore (vedi fig. 1,8), reperibile nei migliori negozi di articoli tecnici e da disegno, è realizzato generalmente in materiale plastico trasparente.

Per il calcolo dei secondi di grado, è sufficiente osservare che sulle tavolette in scala 1:25.000, i 00"5 corrispondono a circa 12 m nella realtà. Questo dato risulta accettabile per questo genere di cartografia.

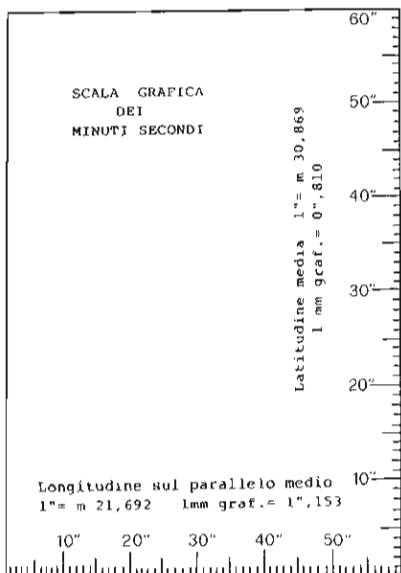


Fig. 1,8 - Coordinatometro per tavolette 1:25.000 del tipo più comune.

1.04.3 - Coordinate geografiche sull'elemento 1:5.000 C.T.R.

La Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 o 1:10.000 riporta le coordinate geografiche riferite all'ED (European Datum) 1950 che si riferiscono al meridiano di Greenwich ed al parallelo dell'Equatore (come già visto precedentemente). Su ogni elemento la suddivisione della latitudine e della longitudine è ogni 30".

Il calcolo della posizione di un punto nell'intervallo di 30" di latitudine e 30" di longitudine è opportuno eseguirla per via matematica in quanto visto il basso rapporto di riduzione della carta è necessario avere la più accurata precisione possibile; si possono anche usare degli appositi coordinatometri, più pratici, ma meno precisi.

Per l'assegnazione dei secondi di grado dopo lo svolgimento della proporzione (metodo matematico), per questo genere di cartografia, si può arrivare al decimo di secondo (00"10) in quanto questa misura viene ad essere di circa 4 m in latitudine e 6 m in longitudine.

Esempio pratico (fig. 1,9):

$L_1 = 185$ mm (lunghezza 30" di latitudine)

$L_2 = 129$ mm (lunghezza 30" di longitudine)

$L^* = 105$ mm

$L^o = 65$ mm

Applicando la relazione precedentemente espressa:

$$X_1 = \frac{30'' \text{ lat.} \cdot 105 \text{ mm}}{185 \text{ mm}} = 17'',03$$

$$X_2 = \frac{30'' \text{ long.} \cdot 65 \text{ mm}}{129 \text{ mm}} = 15'',12$$

Il punto "P" ha come coordinate geografiche:

latitudine Nord 45° 44' 17". longitudine Est 13° 43' 15",10

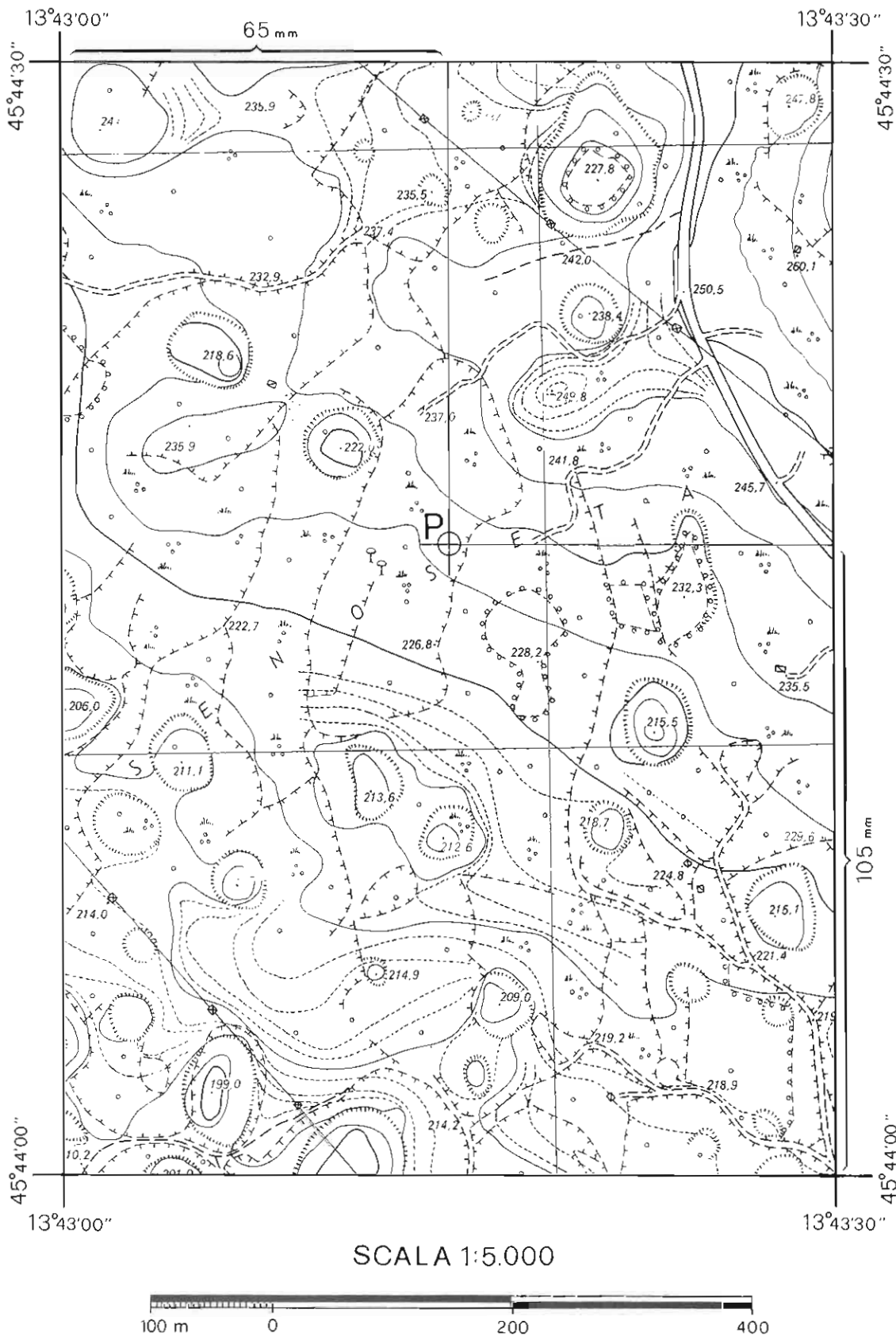


Fig. 1.9 - Esempio di calcolo delle coordinate geografiche di un punto "P" su un elemento

1.04.4 - Coordinate chilometriche sulla tavoletta 1:25.000 I.G.M.

Questo tipo di coordinate si differenziano da quelle viste al punto 04.2 (geografiche) esclusivamente per la numerazione e suddivisione dei meridiani e dei paralleli in metri di distanza da quelli di riferimento. Per le tavolette I.G.M. il reticolato chilometrico di riferimento è quello di Gauss-Boaga riferito al sistema nazionale (come già visto) che parte da M. Mario per le longitudini e dall'equatore per le latitudini.

La suddivisione sulle tavolette in scala 1:25.000 I.G.M. della latitudine e della longitudine è ogni 1000 m (1 Km), formando quindi una quadrettatura completa di tutta la carta con ogni singolo quadretto di 4 cm di lato.

Per il calcolo delle coordinate di un punto il procedimento è lo stesso che per le coordinate geografiche, salvo la semplificazione dei calcoli in quanto è sufficiente riportare alla realtà in metri la distanza misurata sulla carta in scala.

Nella parte bassa sinistra di ogni tavoletta I.G.M. è presente una tabellina riportante le coordinate dei vertici della carta grazie a cui è possibile risalire alle singole latitudini e longitudini del reticolato chilometrico (fig. 1,3).

Esempio pratico (fig. 1,10):

Coordinate chilometriche desunte dalla cartografia:

2365000 m E, 5169000 m N

Misure in millimetri delle distanze da tali coordinate al punto "P":

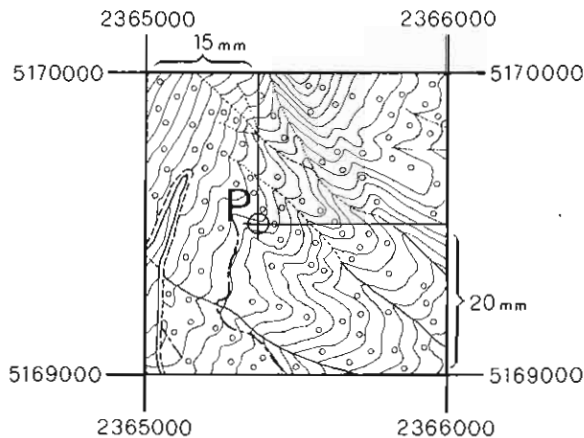
15 mm E, 20 mm N

Trasformazione dei millimetri misurati in metri reali (1 mm = 25 m):

15 mm E = 375 m E, 20 mm N = 500 m N

Il punto "P" ha come coordinate chilometriche:

longitudine 2365375 m E, latitudine 5169500 m N



SCALA 1:25.000

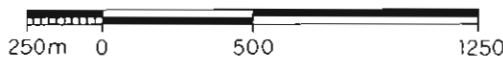


Fig. 1,10 - Esempio di calcolo delle coordinate chilometriche di un punto "P" su una tavoletta.

1.04.5 - Coordinate chilometriche sull'elemento 1:5.000 C.T.R.

Le coordinate chilometriche sugli elementi in scala 1:5.000 CTR sono le medesime di quelle prima citate; sono riferite perciò al sistema nazionale nella proiezione Gauss-Boaga. Le suddivisioni delle latitudini e delle longitudini sono ogni 500 m, formano quindi sulla carta dei quadrati di dieci centimetri di lato.

Esempio pratico (fig. 1,11):

Coordinate chilometriche desunte dalla cartografia:

5064500 m N, 2422000 m E

Misure in millimetri delle distanze da tali coordinate al punto "P":

35 mm N, 55 mm E

Trasformazione dei millimetri misurati in metri reali (1 mm = 5 m):

35 mm N = 175 m N, 55 mm E = 275 m E

Il punto "P" ha come coordinate chilometriche:

latitudine 5064675 m N, longitudine 2422275 m E

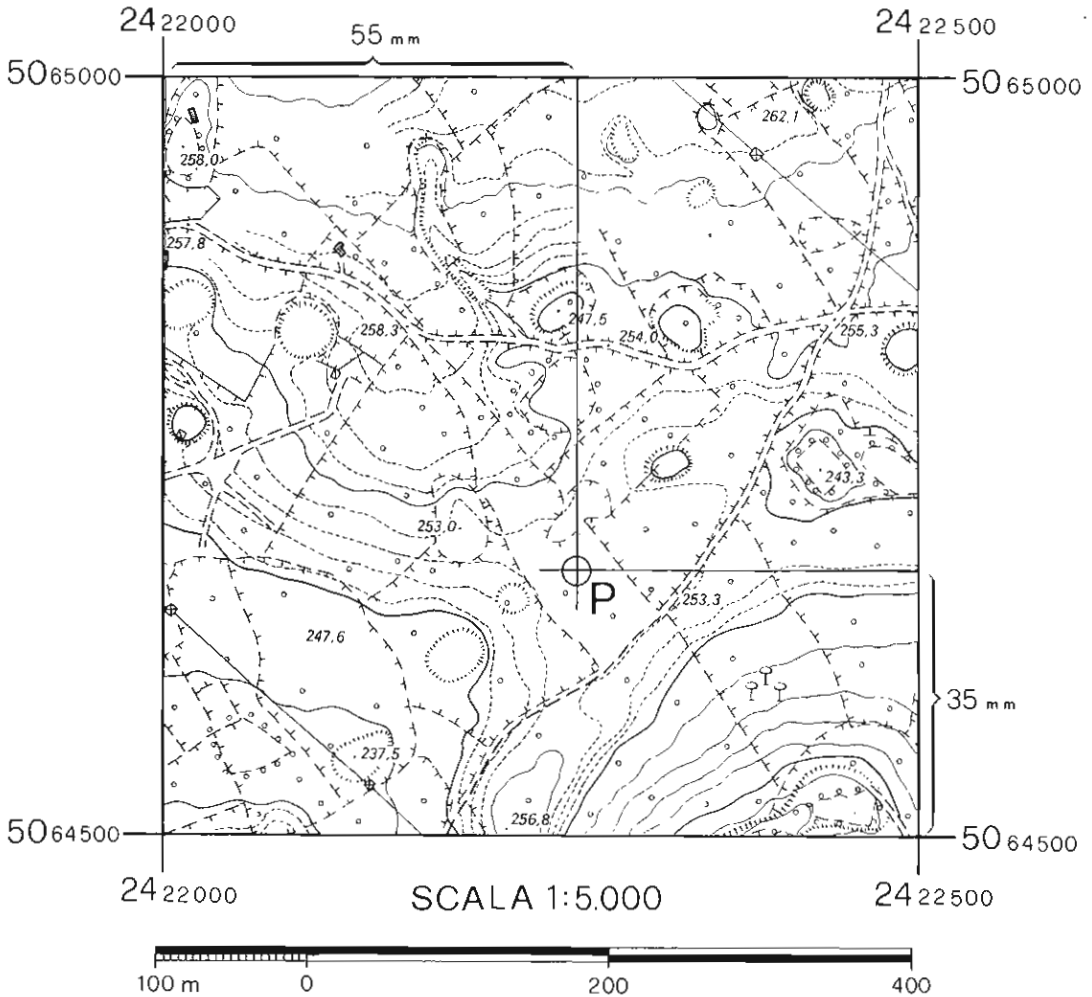


Fig. 1,11 - Esempio di calcolo delle coordinate chilometriche di un punto "P" su un elemento.

Nell'ultima edizione della C.T.R. (agg. 1986) sono riportate sui margini della carta le coordinate di tipo U.T.M. Sono inoltre desumibili da un'apposita tabellina riportata a fianco del riquadro centrale della carta, che dà il valore delle coordinate dei vertici.

COORDINATE U.T.M. DEI VERTICI		
VERTICE	E	N
HO	336 193	5 124 117
NE	339 405	5 124 032
SO	336 118	5 121 339
SE	339 332	5 121 254

IL RETICOLATO U.T.M. È RIPORTATO A MARGINE COL SEGNO 

Per il calcolo delle coordinate di un punto si procede come già trattato in precedenza all' 1.04.4.



Rinaldo Leani nel 1950 alla Grotta Gigante (sala dell'Altare) durante la simulazione di campo base, organizzato dalla Commissione Grotte (Foto Archivio S.A.G.)

1.04.6 - Altre coordinate riportate sulla cartografia I.G.M.

Negli ultimi anni sono apparse in commercio le carte dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25.000 ad uso militare. Su queste appaiono, oltre alle diciture con la traduzione in lingua inglese, due tipi aggiuntivi di coordinate.

Il primo tipo (trascritto in colore magenta) riporta le coordinate geografiche riferite all'ED 1950 che partono dal meridiano di Greenwich e dal parallelo dell'equatore. Risultano essere uguali di quelle delle carte tecniche in scala 1:5.000.

Altro tipo di coordinate è quello chilometrico nella proiezione conforme Universale Trasversa di Mercatore (UTM) con dati europei del 1950. È stato questo un sistema molto usato in passato, ma oggi è superato a causa delle nuove norme internazionali per il posizionamento di punti topografici.

Come già visto, si è pensato di estendere in campo internazionale la rappresentazione di Gauss e si è chiamata rappresentazione "Universale Trasversa di Mercatore" o "U.T.M.", in quanto la proiezione avviene su un cilindro ruotato di 90° rispetto alla posizione nella rappresentazione cilindrica di Mercatore.

Quindi si è diviso il globo in 60 fusi, con meridiani intervallati di 6° di differenza in longitudine; questi fusi possono essere separatamente rappresentati sul piano. I fusi vengono individuati con numeri arabi, il numero 1 è opposto a quello di Greenwich e la loro sequenza è nel senso del moto di rotazione della terra. L'Italia è compresa nei fusi 32 e 33, solo la penisola Salentina è nel 34 (lo stesso problema per la rappresentazione di Gauss-Boaga). Per suddividere ancora di più la superficie del globo terrestre, si individuano anche delle fasce, costituite dalle superfici comprese fra due paralleli successivi, aventi per differenza di latitudine 8° a partire dall'equatore, fino a 80° N e S. Si individuano così 10 fasce a N ed a S, e vengono indicate con lettere maiuscole. Nell'intersezione dei fusi e delle fasce vengono individuate le zone che vengono individuate tramite il numero del fuso e la lettera della fascia. L'Italia è compresa nelle zone: 32 S, 32 T, 33 S, 33 T, 34 T. In questo modo le zone sono ancora troppo vaste; il problema è stato risolto suddividendo ulteriormente in quadrati di 100 Km di lato che si individuano con una coppia di lettere maiuscole indipendenti dalle fasce. Ad ogni colonna di quadretti si dà una lettera come ad ogni rigo.

Per esempio, un punto a caso nel territorio italiano è individuato con:

32 T PQ 345.603 5.007.890

cioè si trova nel fuso 32, fascia T (zona 32 T) e dista dal meridiano centrale del fuso di 500.000, 345.603 m a W (si attribuisce convenzionalmente al meridiano centrale del fuso il valore 500.000 per evitare valori negativi; se il valore è superiore a 500.000, per esempio 564.800, si è ad E del meridiano di riferimento di 64.800 m), e di 5.007.890 m a N dell'equatore. Sulla cartografia I.G.M. con la sigla UTM la coppia di lettere individuanti il quadrato è scritta al centro della carta, sempre in magenta, o presso la linea di separazione di due quadrati che interessano la stessa carta. Nelle carte le coordinate UTM di un punto vengono date con l'approssimazione del decametro per le tavolette e dell'ettometro per i fogli a scala 1:50.000 e 1:100.000. La designazione di un punto si effettua scrivendo le cifre una di seguito all'altra, senza spaziature e virgole; prima l'ascissa e poi l'ordinata, in numero di cifre uguali. Per le tavolette le prime due cifre di ciascun gruppo indicano i valori del meridiano rete dal punto a W e del parallelo rete a S del punto. Così un punto sulla tavoletta indicato: 34567890, è entro un quadrato che ha il meridiano a W di 34 Km ed il parallelo a S di 78 Km, a distanza dal primo di 56 dam e dal secondo di 90 dam (l'esempio è lo stesso precedente). Il reticolato chilometrico UTM non coincide con quello Gauss-Boaga. Tutte le note inerenti alla quadrettatura UTM si trovano nelle tavolette nella cornice a destra in alto assieme all'esempio di coordinate UTM di un punto noto della tavoletta.

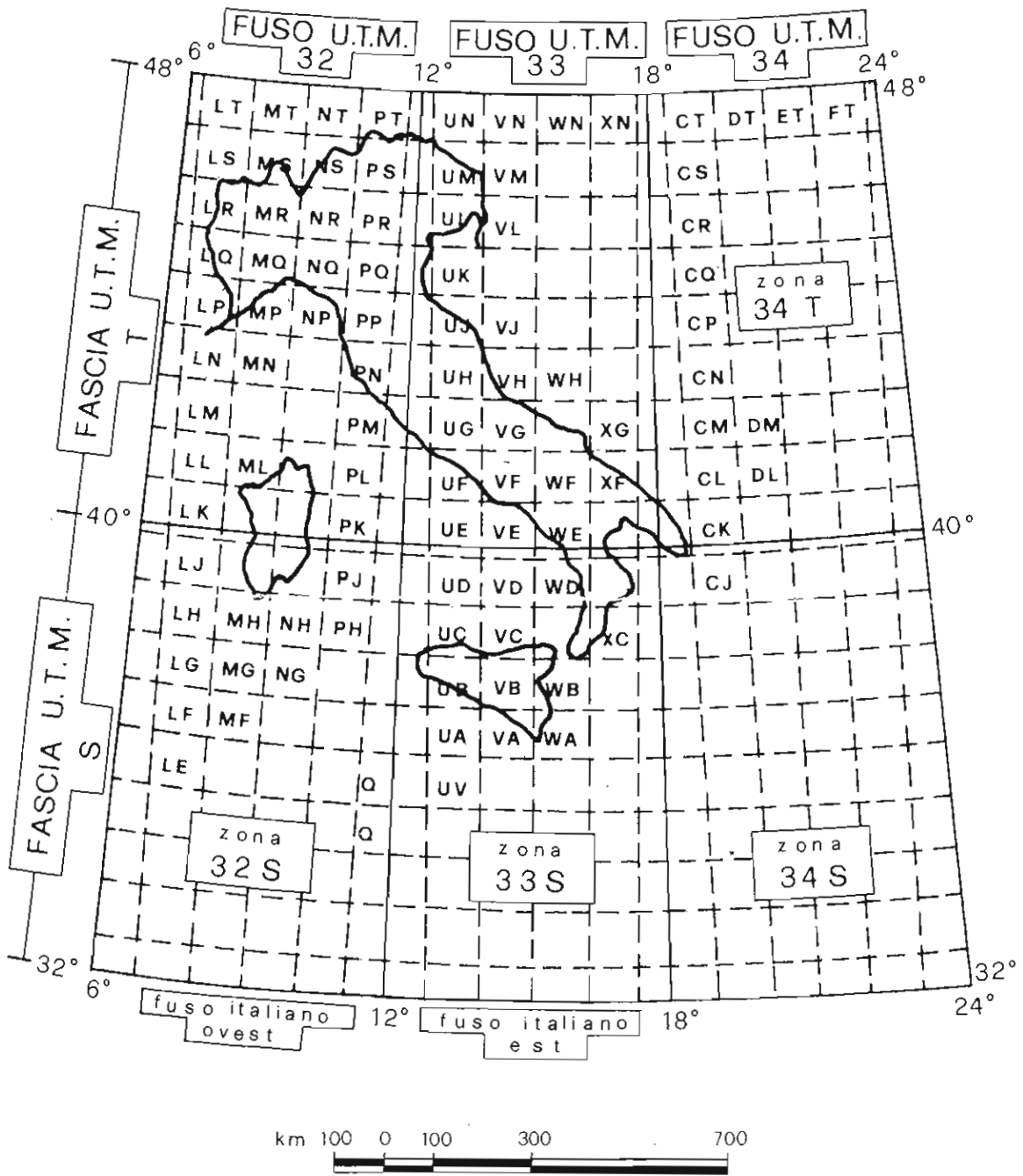


Fig. 1,13 - Quadrettatura UTM del territorio italiano.

2 - GLI STRUMENTI TOPOGRAFICI

2.01 - Premessa

Nel secolo scorso, ai primordi delle esplorazioni di cavità naturali, le rappresentazioni di cavità erano costituite da semplici schizzi, spesso eseguiti a vista o addirittura a tavolino sulla base del ricordo visivo dei visitatori.

Tranne in alcuni rarissimi casi si nota come dette rappresentazioni siano state influenzate dalla fantasia e risultino alquanto esagerate quanto a pendenza, sviluppo e dimensioni degli ambienti. Non si trova traccia ancora di orientamento della rappresentazione grafica della cavità.

Era l'epoca dei pionieri della "speleologia", termine ancora di nuova coniazione, in cui anche le attrezzature tecniche specifiche non esistevano e si doveva forzatamente fare ricorso a tecniche, materiali ed abbigliamento improvvisati che per lo più derivavano tutti dall'esperienza mineraria la quale, proprio in quegli anni, vedeva un grande sviluppo in seguito alle necessità energetiche del nascente sistema industriale.

Solo più tardi, con l'organizzazione della speleologia su basi scientifiche si sentì la necessità di rappresentare in termini sempre più realistici le cavità esplorate. Anche in questo caso si presero a modello gli strumenti e le tecniche dell'ingegneria mineraria ormai ampiamente consolidate.

Si iniziò così la stesura di rilevamenti sistematici delle cavità carsiche a corredo delle relazioni esplorative, la pubblicazione degli stessi su riviste scientifiche specializzate e la conservazione dei dati in appositi archivi che in seguito assunsero la denominazione di "Catasti speleologici".

Tratteremo, nel presente capitolo, della strumentazione necessaria ed oggi comunemente utilizzata per l'esecuzione del rilevamento di cavità sotterranee, nonché di apparecchiature particolari messe oggi a disposizione della moderna tecnologia.

Non essendo la presente opera, per definizione, un libro di testo bensì un semplice manuale, si è cercato di tralasciare gran parte della teoria "scolastica" riservando invece particolare attenzione alle indicazioni per la scelta ed il corretto utilizzo degli strumenti topografici ad uso speleologico.

Si ritiene di dare innanzitutto una chiara definizione al termine stesso di "rilievo" o "rilevamento" speleologico. Esso consiste nella rappresentazione grafica - più o meno precisa - di una cavità nelle sue tre dimensioni spaziali X, Y e Z con una opportuna scala di riduzione. Per ottenere ciò è necessario:

- a) Effettuare una misurazione accurata degli ambienti lungo i relativi assi principali nonché delle sezioni trasversali;
- b) Accertare l'orientamento del complesso degli assi rispetto ad un piano cartesiano mediante la misurazione di angoli "azimutali" (orizzontali) che convenzionalmente verranno in seguito indicati con il simbolo dell'alfabeto greco " θ ";
- c) Valutare gli angoli di inclinazione degli assi stessi rispetto all'orizzonte (detto angolo sarà indicato con il simbolo " α ", mentre negli strumenti con lettura dell'angolo zenitale l'angolo assoluto misurato potrà venire indicato con la lettera "z" o " φ ").
- d) Ricostruire infine, a tavolino ed in opportuna scala di riduzione, lo schema grafico generale della cavità nelle sue sezioni principali (orizzontale o "planimetrica" e verticale o "altimetrica"). Dette sezioni vengono anche chiamate "pianta" e "spaccato". Completeranno il lavoro, infine, un certo numero di sezioni trasversali ove ritenute necessarie o comunque importanti per una migliore comprensione dell'andamento spaziale della cavità.

Tutto ciò utilizzando la massa di dati assunti in fase di misurazione.

2.02 - Classificazione degli strumenti topografici

Gli strumenti di misurazione utilizzabili possono, schematicamente, venire così suddivisi:

METRICI: tutti quelli che, in un modo o nell'altro, vengono utilizzati per misure di distanze o grandezze lineari. Essi si suddividono a loro volta in:

STRUMENTI DI MISURAZIONE DIRETTA (longimetri in genere, rigidi o flessibili, quali pertiche graduate, rotelle metriche in fibra, plastica o metallo, il topofilo, ecc.)

STRUMENTI DI MISURAZIONE INDIRETTA (cannocchiali distanziometrici in genere - tacheometri e teodoliti in primis - telemetri ottici, distanziometri elettronici a raggi infrarossi o a ultrasuoni, ed altri ancora)

ANGOLARI: detti strumenti misurano grandezze angolari e si suddividono a loro volta in:

MISURATORI DI ANGOLI ORIZZONTALI (dove troviamo raggruppati tutti i tipi di bussole)

MISURATORI DI ANGOLI VERTICALI (eclimetri, clinometri, clisimetri, livelli inclinabili - tra cui l'Abney e simili - ecc.)

MISTI: in questa categoria, abbastanza vasta è al giorno d'oggi importante, vengono compresi tutti quegli strumenti che consentono di effettuare misurazioni complete (metriche ed angolari); i principali sono i tacheometri ed i teodoliti.

Esistono inoltre vari strumenti compositi, ottenuti più o meno artigianalmente dalla combinazione di più strumenti semplici, che, anche se con risultati di minore precisione, possono consentire misurazioni miste di angoli orizzontali e verticali e, talvolta, anche di grandezze lineari.

Una categoria del tutto a parte è rappresentata dagli *altimetri*. Essi sono dei barometri compensati che misurano, su apposita scala, l'altezza di un punto con riferimento al livello del mare. Anche su questi sarà necessario tornare in argomento in fase di analisi sul funzionamento degli strumenti.

2.03 - Organi fondamentali degli strumenti per misure angolari

Ogni misurazione angolare deve ovviamente basarsi su un asse o un piano di riferimento fondamentale.

Per gli angoli orizzontali (azimutali) ci si basa comunemente sul Nord magnetico; per gli angoli verticali si fa riferimento, a seconda dello strumento usato, alla linea dell'orizzonte o allo zenit. Nel primo caso si misurano angoli positivi o negativi rispetto alla linea dell'orizzonte virtuale (angoli di elevazione) mentre nel secondo caso si misurano sempre angoli positivi con origine dalla normale della tangente alla superficie terrestre del vertice di stazione o verticale del punto stesso (angoli zenitali). Si può agevolmente trasformare un angolo zenitale (z) in angolo di elevazione (α) con la formula $\alpha = 90 - z$; viceversa da un angolo di elevazione si ottiene il corrispondente angolo zenitale con la: $z = 90 - \alpha$ rispettando ovviamente i segni.

Gli strumenti per la misurazione degli angoli verticali sono sempre dotati di un dispositivo che assicuri la corretta individuazione del piano di riferimento. Essi sono la livella (torica o sferica) ed il filo a piombo (o altro dispositivo a gravità).

2.03.1 - La livella torica o "cilindrica"

È costituita da una fiala di vetro la cui parete interna è una superficie "torica", costituita cioè da un breve segmento di un tubo curvato a formare un cerchio di ampio diametro.

La fiala viene successivamente riempita quasi completamente con un liquido volatile (alcol o etere solforico) e sigillata. Lo spazio non occupato dal liquido forma la cosiddetta "bolla d'aria". La fiala viene quindi montata su un supporto e convenientemente graduata per consentire la centratura della bolla.

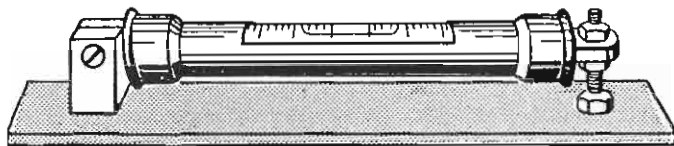


Fig. 2,1 - Livella torica o «cilindrica».

Disponendo la livella su un piano orizzontale, la bolla d'aria si disporrà al centro della graduazione (parte più alta della fiala). Viceversa, volendo rendere orizzontale l'asse di un piano, basterà variare l'inclinazione del piano stesso sino a quando la bolla d'aria si stabilizzerà al centro della livella.

La sensibilità di una livella è tanto maggiore quanto più ampio è il raggio di curvatura della fiala.

2.03.2 - La livella sferica

Consiste in una bassa scatoletta cilindrica di vetro la cui faccia interna è lavorata a forma di calotta sferica. Come per la livella torica essa viene riempita con un liquido volatile e montata in metallo. Al centro della parte superiore viene inciso o segnato un cerchio di diametro leggermente superiore a quello della bolla d'aria onde consentire la centratura della stessa.

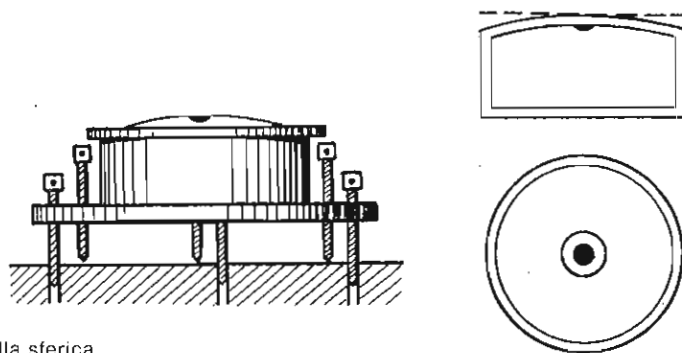


Fig. 2,2 - Livella sferica.

Mentre la livella torica assicura l'orizzontalità di una retta, o asse di un piano, la livella sferica serve a verificare l'orizzontalità dell'intero piano. Quest'ultima viene solitamente prevista con sensibilità inferiore a quella torica. Tutte le livelle sono dotate di viti per la rettifica.

2.03.3 - I traguardi

Gli strumenti di misurazione angolare devono essere dotati di un mezzo per assicurare l'allineamento dell'asse strumentale con il punto da collimare (linea di mira).

Per gli strumenti più semplici esso può essere costituito da tacca e mirino o da un traguardo, mentre negli strumenti di maggior precisione consisterà in un collimatore a diottra o a cannocchiale.

2.03.4 - Goniometri e noni

La misurazione degli angoli si attua in topografia con l'ausilio di strumenti detti "goniometri".

I goniometri sono cerchi graduati orientabili solidalmente con un traguardo od un cannocchiale collimatore. La graduazione viene effettuata suddividendo i cerchi in 360 parti (graduazione sessagesimale) ovvero in 400 parti (graduazione centesimale); talvolta viene prevista anche la suddivisione in frazioni di grado.

Si definiscono, in particolare, goniometri magnetici le bussole topografiche per la proprietà fisica che ha l'ago magnetico di disporsi in equilibrio in una posizione che si può ritenere fissa per uno stesso luogo e periodo di tempo.

Per valutare le frazioni degli intervalli delle graduazioni è usato ancor oggi il nonio o verniero, costituito da un segmento di corona circolare scorrevole lungo il lembo del cerchio graduato, al quale è concentrico, provvisto esso pure di graduazione in parti uguali.

Il nonio può venire suddiviso in qualsiasi numero di parti ma, per goniometri con intervallo di un grado, risultano più frequenti le suddivisioni in 6 parti (sesti di grado ovvero 10'), 10 parti (decimi di grado ovvero 6'), 12 parti (dodicesimi di grado ovvero 5') e 20 parti (ventesimi di grado corrispondenti e 3'). È importante accertare la sensibilità del nonio in base al numero di suddivisioni dello stesso a partire dallo zero.

Se, ad esempio, nella figura sottostante in cui è rappresentato un cerchio a divisione sessagesimale con l'intervallo di 20' (anziché di un grado) e con il nonio suddiviso in 20 parti per cui la sensibilità è $\frac{20'}{20} = 1'$, si legge sul cerchio graduato nella divisione che precede lo zero del nonio: 212°40'. Poiché la 13.^a divisione del nonio (e solo la 13.^a) coincide con una divisione del cerchio, si aggiungeranno 13' ottenendo la lettura corretta di 212°53'.

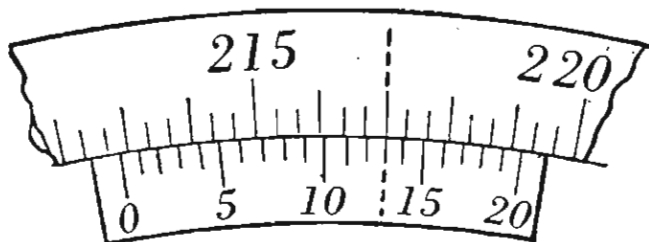


Fig. 2.3 - Cerchio goniometrico a divisione sessagesimale (intervallo 20') e nonio suddiviso in 20 parti.

2.04 - Misuratori di angoli orizzontali

2.04.1 - Generalità sulle bussole magnetiche

La bussola, o declinatore magnetico, era conosciuta in Cina già molti secoli prima che il leggendario Flavio Gioia, attorno al 1300, pensasse di costruire il suo primo esemplare ad ausilio dei navigatori amalfitani.

Questo strumento, come noto, sfrutta il magnetismo terrestre, fenomeno per cui una barretta di metallo (ferro o nichel) a sua volta dotata di debole carica magnetica e libera di ruotare orizzontalmente, tende sempre a disporsi lungo l'asse Nord-Sud della superficie terrestre.

In modo del tutto analogo si comporta l'ago della bussola. In effetti, però, il polo magnetico non coincide con il polo geografico (asse di rotazione terrestre) bensì ne dista di grandezze lineari ed angolari variabili nel tempo e nello spazio. Nel 1980, infatti, esso si trovava situato nell'arcipelago della Regina Elisabetta, nell'estremo Nord del territorio canadese, sul 102° meridiano Ovest e distante circa 1200 Km dal Polo geografico.

Lo scarto angolare dell'ago magnetico rispetto all'asse dei meridiani terrestri si definisce "declinazione magnetica" e varia nel tempo e nello spazio restando influenzato da complessi fenomeni fisici che qui non è opportuno approfondire rimandando l'argomento ad altro capitolo della presente opera.

2.04.2 - Tipi di bussole magnetiche

Tutte le bussole possono venire suddivise in due principali gruppi:

BUSSOLE DESTRORE:

Caratterizzate da:

- graduazione in senso orario;
- cerchio graduato girevole e lettura al traguardo;

ovvero:

- cerchio graduato ed ago solidali tra loro e lettura all'indice;

(quasi tutte le bussole di uso comune in topografia speleologica appartengono a questo gruppo).

BUSSOLE SINISTRORE:

Caratterizzate da:

- graduazione antioraria;
- cerchio graduato fisso;
- lettura dei valori direttamente all'ago;

(trattasi spesso di ottimi strumenti anche questi, specialmente per uso con treppiede; l'importante è conoscerne il funzionamento ed il loro corretto uso).

Da rilevare ancora che la graduazione può essere in gradi sessagesimali (360°) o centesimali (400°). Ancor oggi risulta più diffuso l'uso di strumenti con graduazione sessagesimale per motivi tradizionali ed in quanto più diffusi in commercio; in effetti è più pratico lavorare con il sistema centesimale dove i 400° sono a loro volta divisi in 100 primi e questi in 100 secondi. L'utilità si apprezza particolarmente in fase di elaborazione trigonometrica dei dati; calcolare angoli sessagesimali rende necessario sempre trasformare le frazioni di grado in forma decimale ottenendo così una forma ibrida di definizione angolare che viene definita *sessadecimale* dove la parte intera (gradi) è sessagesimale e la parte decimale (minuti e secondi) è centesimale.

2.04.3 - Principali modelli di bussole

In circolazione esistono tuttora moltissimi modelli di bussole magnetiche di varie marche e modelli, alcuni obsoleti ed abbandonati, altri tuttora in uso ma non più in produzione. Ci limiteremo pertanto ad illustrare alcuni modelli.

BEZARD: ne esistono vari tipi più o meno affidabili ma con le stesse caratteristiche tecniche.

* Trattasi di bussola a traguardo con specchio, cerchio graduato girevole con ghiera, graduazione sessagesimale destrorsa (modelli con suddivisioni di 1° o 2°). La lettura va effettuata all'indice dopo rotazione della ghiera sino a far coincidere l'ago con lo zero del cerchio graduato (Nord).

* Giudizio: buona per orientamento, sconsigliabile per topografia in quanto l'ago non è ben frenato e la lettura aleatoria.

SUUNTO e SISTECO: apparecchi di pari valore e prestazioni (la Sisteco è dotata anche di eclimetro). Molto diffusa la Suunto.

* Trattasi di bussola a collimazione diretta, senza specchio, con cerchio graduato girevole solidale all'ago ed immerso in bagno d'olio con buoni effetti stabilizzanti; graduazione sessagesimale destrorsa (Suunto divisione in 1/2 gradi, Sisteco in gradi).

* Giudizio: entrambi ottimi strumenti per la possibilità di apprezzare a stima i 10'-15' e per la scala doppia (angolo azimutale e suo opposto $\theta \pm 180^\circ$) utilissima quale lettura di controllo e per il calcolo del valore medio.

SOKKISHA: Strumento di fabbricazione giapponese sul modello della "bussola di Brunthor" valido sia per topografia che geologia per la presenza di un eclimetro a livella con nonio.

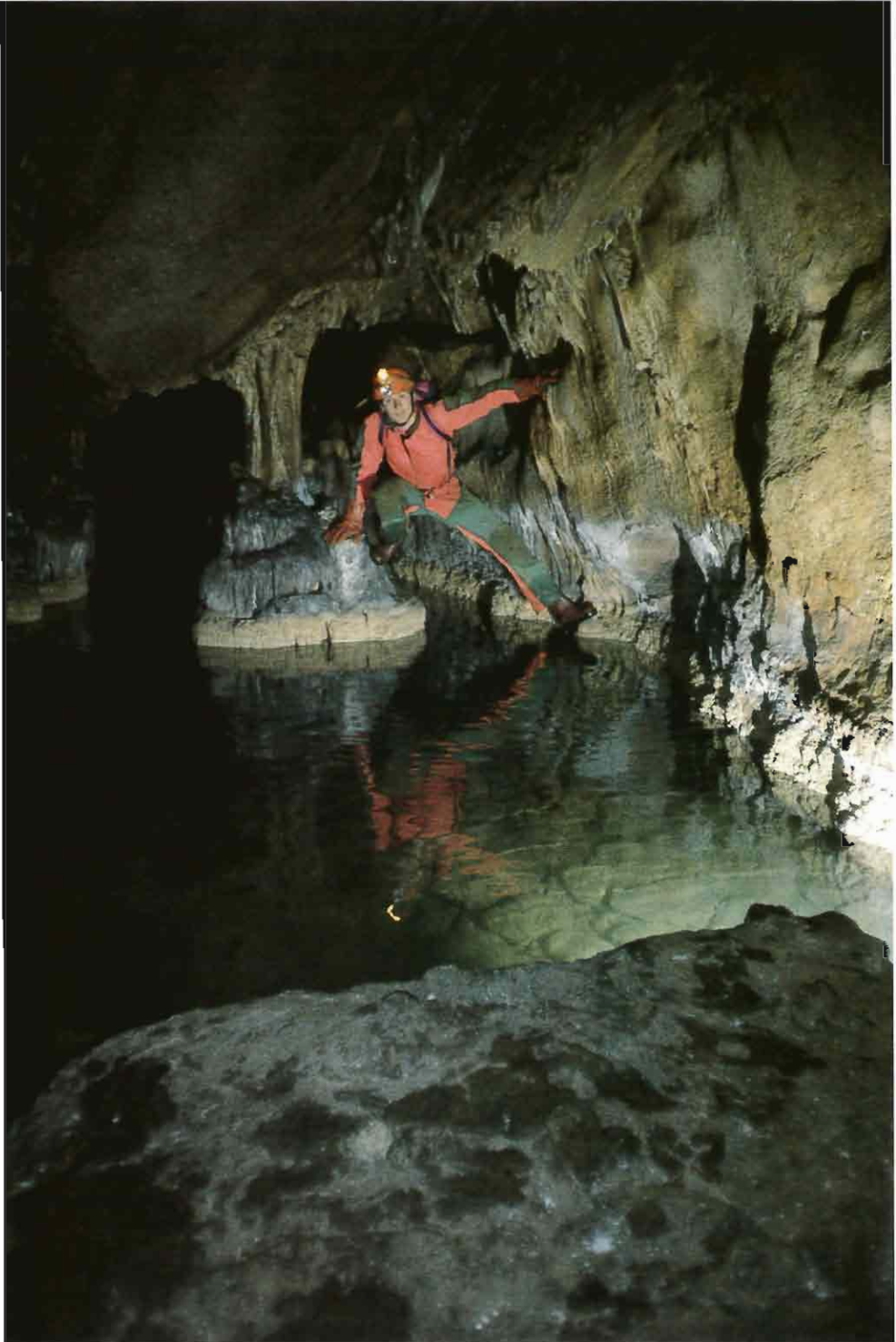
* Bussola a traguardo con specchio, cerchio graduato fisso con graduazione sessagesimale sinistrorsa e pertanto con lettura all'ago; divisione in gradi ma, data la stabilità dell'ago, apprezzabili a stima i 20'.

* Giudizio: ottima bussola nel suo genere, specialmente con l'uso del treppiede, per la presenza del clinometro e per l'ottimo sistema di collimazione a snodo.

AUTO HELM: bussola elettronica di nuova concezione.

* Costituita da un declinatore magnetico (non visibile) collegato ad un microprocessore che trasforma lo spostamento meccanico angolare dell'ago in impulsi elettrici i quali, elaborati dal processore stesso, vengono poi visualizzati su di un display a cristalli liquidi in forma digitale.

* Da prove effettuate, risulterebbe affidabile e di veloce lettura. Qualche perplessità sorge per la probabile delicatezza dello strumento e la necessità di avere sempre in dotazione pile fresche di ricambio. Potrebbe comunque essere la strada del futuro per gli strumenti per la misura di angoli orizzontali.



Carso triestino, grotta dell'Acqua di Boriano. Uno dei laghetti

(Foto G. Benedetti)

2.04.4 - Requisiti ed osservazioni sull'impiego

Ci limitiamo ad esporre l'argomento, se pur brevemente, nel modo più esauriente possibile onde fornire gli elementi affinché ognuno sia in grado di valutare quali strumenti siano più adatti alle proprie esigenze tecniche di rilevamento.

— Tutte le bussole sono soggette a due tipi principali di errori (oltre ai possibili errori strumentali sistematici): errore di *collimazione* ed errore di *lettura*. Le bussole con ghiera girevole sono inoltre soggette ad un terzo errore e precisamente quello di aggiustamento della ghiera stessa con l'ago magnetico; per questo motivo si suggerisce di evitarne possibilmente l'utilizzo.

— Indicativamente, una buona bussola dovrebbe avere:

- * l'ago, o il cerchio graduato girevole, frenati meccanicamente o in bagno d'olio;
- * il cerchio graduato di grande diametro ovvero una buona lente di ingrandimento per poter apprezzare sempre le frazioni di grado;
- * un traguardo o indice di mira che consenta una veloce e sicura collimazione dello "scopo" o punto di mira;
- * Un apposito supporto filettato per il collegamento ad un treppiede (realizzabile con poca spesa anche in proprio).

Dall'esame effettuato sulle bussole in commercio risulta che quasi nessuna possiede tutte queste caratteristiche.

— Lo strumento che si intende utilizzare deve venire collaudato onde individuare eventuali anomalie e difetti sistematici, e quando possibile correggerli, e lo stesso deve essere ben conosciuto da chi dovrà utilizzarlo.

In fase di riesame di vecchi rilevamenti, sono stati riscontrati errori di ogni tipo tra cui, non infrequente, l'inversione della polarità per cui l'orientamento di una planimetria o di parte di essa risultava capovolta di 180°.

— È opportuno insistere, infine, sui seguenti ultimi punti:

- * assicurarsi sempre che nel raggio di sensibilità dell'ago magnetico non vengano a trovarsi masse ferrose o comunque magnetiche; del pari non effettuare mai misurazioni sotto linee ad alta tensione;
- * tenere sempre lo strumento rigorosamente orizzontale;
- * effettuare sempre - ove possibile - letture abbinata del cerchio ai due poli dell'ago e controllare immediatamente sul taccuino di rilevamento che esse, sommati o sottratti 180°, non si discostino sensibilmente; successivamente prendere per valido il valore medio delle due letture.

2.05 - Misuratori di angoli verticali

2.05.1 - Generalità su eclimetri e simili

Così come una planimetria non può venire eseguita senza l'ausilio di una bussola o altro misuratore di angoli orizzontali, non è pensabile di poter rappresentare una sezione altimetrica o "spaccato" senza uno strumento in grado di valutare i dislivelli.

Molti strumenti possono servire a questo scopo ma, si tratti di eclimetri, clinometri o inclinometri, clisimetri, livelli inclinabili, ecc. consistono sempre e comunque in misuratori di inclinazione rispetto alla linea dell'orizzonte.

Il dislivello - negativo o positivo - può essere valutato in *gradi di inclinazione* (con misurazione di valori angolari) ovvero in *pendenza percentuale* (con misurazione di valori lineari).

Ad una prima valutazione sembrerebbe indifferente l'uso di un sistema rispetto all'altro. Entrambi infatti, con un corretto uso, portano alla determinazione del dislivello. Risulta, anzi, più semplice il calcolo con la misurazione dei punti percentuali di pendenza.

In realtà detti sistemi sono talmente e fundamentalmente diversi per cui si sconsiglia vivamente l'utilizzo della scala percentuale tranne per puro controllo grossolano dei valori angolari e ciò per i seguenti motivi:

- I valori in punti percentuali sono, generalmente, molto meno valutabili e non è possibile apprezzare le frazioni di pendenza se non con complicate interpolazioni;
- Generalmente non risultano attendibili misurazioni di dislivelli superiori al 100% (pari a 45°) e mai quando superano il 150% (56° circa) mentre con misure in gradi questi possono risultare ancora rilevati con sufficiente precisione;
- Le misurazioni in punti percentuali di pendenza rappresentano grandezze lineari e non angolari e pertanto non risultano applicabili le consuete formule trigonometriche di calcolo che invece risultano indispensabili per un rilevamento di sufficiente precisione.

Del pari si sconsiglia, tranne per eventuale controllo dei dati, l'uso *misto* di letture angolari e percentuali che può facilmente generare equivoci ed errori nella successiva fase di elaborazione dei dati a tavolino ed esecuzione del grafico della cavità.

2.05.2 - Modelli di eclimetri

LIVELLO ABNEY: oggi forse a torto poco usato, per la difficoltà di rendere orizzontale la livelletta nelle misurazioni "a mano", rimane un valido strumento se usato con treppiede. Oggi comunque può essere validamente sostituito da un buon eclimetro.

Esso è costituito essenzialmente da:

- * cannocchiale di collimazione, a diottra, fornito di specchio per il controllo dell'orizzontalità della livella e settore emiciclico di cerchio graduato;
- * gruppo mobile formato dalla livelletta e dall'indice con nonio decimale.

CLINOMETRI SUUNTO E CLINOMASTER: Trattasi di eclimetri a gravità; il cerchio goniometrico, infatti, è reso verticale da una piccola ma pesante massa metallica (sotto un certo aspetto sono i diretti discendenti dell'antichissimo archipendolo).

Sono comunque due strumenti equivalenti per costruzione e prestazioni; il primo si trova in vendita quale strumento singolo, mentre il secondo è abbinato ad una bussola (già esaminata in precedenza) e costituisce da se stesso un mini-sistema di rilevamento. Entrambi riportano una scala doppia. Si leggono, infatti, sia i valori angolari di inclinazione da 0° a 90° (con suddivisioni di un grado e lettura a stima dei 10'-15") sia dei valori percentuali di pendenza da 0% a 155% (con suddivisioni di un punto percentuale sino all'80% e successivamente di due punti percentuali).

Pertanto, mentre la scala angolare può arrivare, come detto, ai 90° (lettura zenitale o nadirale) la scala percentuale non può superare i 56° di pendenza. Va comunque ricordato come per angoli superiori ai 70°-75°, strumenti di relativa sensibilità come questi non danno più valori di dislivello sufficientemente affidabili.

La costruzione è robusta ed ermetica, il loro uso è semplice e veloce e la precisione sufficiente per pressochè qualsiasi comune rilevamento speleologico.

Gli errori più frequenti in fase di lettura sono:

- * lo scambio delle scale;
- * l'inversione del segno di inclinazione (+/-), alquanto pericoloso nel caso di deboli pendenze non ben apprezzabili a vista.

2.05.3 - Altri eclimetri ed avvertenze generali

Esistono altri strumenti per valutazione di dislivelli, alcuni abbinati a bussole, altri di costruzione per lo più artigianale. Da utilizzare con molta prudenza e solo previo reale accertamento della loro precisione ed affidabilità.

Riteniamo di aggiungere sull'argomento solo quanto segue:

- Tenere sempre conto, con accuratezza, dell'altezza dell'asse strumentale rispetto al punto traguardato; ciò si può ottenere con vari sistemi, tra cui:
- Misurazione metodica (con l'ausilio di un comune metro a nastro metallico avvolgibile) delle due altezze, che chiameremo **H** e **h** e successiva somma algebrica dei valori: $\delta = d \pm (H-h)$; cioè il dislivello reale è dato dal dislivello misurato meno la differenza tra le due altezze, strumentale e del punto mirato. Ciò è particolarmente importante per misurazione con l'uso del treppiede dove la altezza strumentale può cambiare ad ogni vertice di poligonale per necessità di aggiustamento.
- Utilizzo di un bastone regolabile in altezza (anche da sci) che l'addetto all'illuminazione del vertice collimato (scopo) regolerà sull'altezza dello strumento dopo il posizionamento del treppiede.

In alternativa si suggerisce l'uso di un'asta pieghevole o smontabile su cui far scorrere una fonte di illuminazione che costituirà lo scopo o punto di mira e che si regolerà in altezza come sopra indicato.

Quasi tutti collimano la luce del casco del compagno. Questo metodo può essere tollerato esclusivamente nel caso di due compagni della stessa altezza ed in ambienti vasti. Non va più bene assolutamente in caso di ambienti angusti o di altezza mista: il rilevatore allo strumento dovrebbe in certi casi sdraiarsi a terra per essere alla stessa altezza del compagno infilato in un cunicolo. Ciò è scomodo e porta comunque a sensibili imprecisioni.

2.06 - Altri misuratori di dislivelli

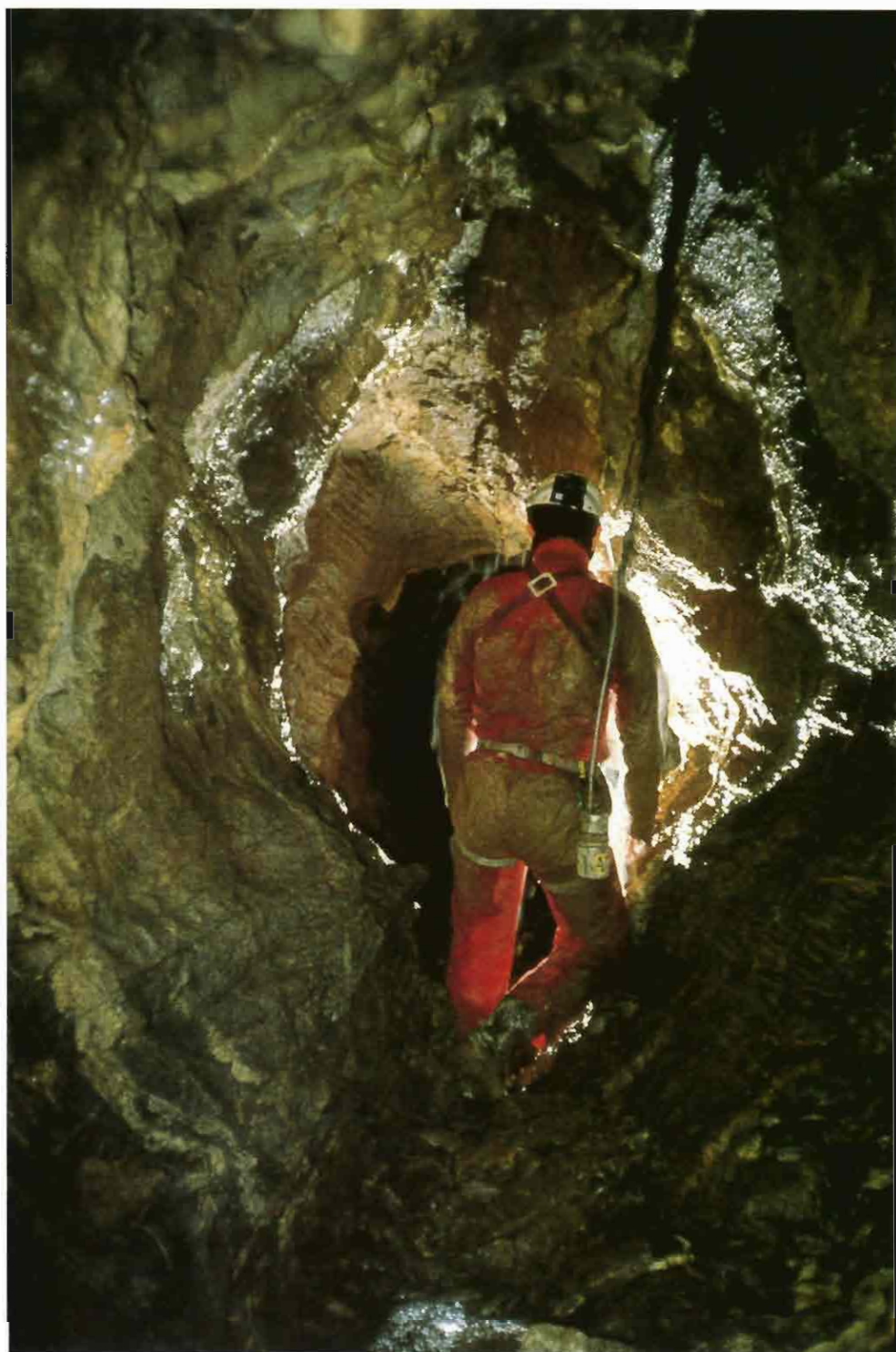
2.06.1 - La livellazione barometrica

Il globo terrestre è circondato da una fascia di aria che esercita un certo peso sulla sua superficie; questo peso è maggiore sugli oceani, che sono la parte più bassa della superficie terrestre, e diminuisce mano a mano che si sale. Detto peso viene chiamato pressione barometrica e viene indicato in mm di mercurio (Tor o Torr). Oggi peraltro si usa sempre più il sistema di misurazione in millibar ($1 \text{ mb} = 1,333 \text{ Tor}$, ovvero $1 \text{ Tor} = 0,750 \text{ mb}$).

Si sa che la pressione barometrica sulla superficie terrestre varia, a parità di condizioni, con il variare dell'altitudine e della temperatura dell'aria. La differenza di livello fra due punti si può quindi considerare come funzione della pressione e della temperatura misurata in due punti della superficie terrestre nello stesso momento. Per una corretta misurazione è necessario tenere in considerazione anche la percentuale di umidità dell'aria.

La colonna di mercurio del barometro torricelliano, ad una temperatura di 15° ed alla pressione media normale indica:

760 Tor al livello del mare	0 metri
674 Tor all'altitudine di	1000 metri
596 Tor all'altitudine di	2000 metri
526 Tor all'altitudine di	3000 metri



Pal Piccolo. Galleria nella grotta "Labyrinth"

(Foto G. Benedetti)

Abbandonati da tempo gli ingombranti barometri a mercurio che, tra l'altro, prevedevano l'effettuazione di complicati calcoli dei dislivelli (formule di Laplace e Babinet) oggi le livellazioni barometriche vengono effettuate utilizzando barometri aneroidi compensati e tarabili chiamati comunemente *altimetri*.

L'altimetro è un barometro metallico, il cui elemento di misura è costituito da una doppia membrana elastica a vuoto d'aria (aneroide), sensibile alle variazioni di pressione. Le membrane sono collegate ad un indice che si muove su di una doppia scala con suddivisione in metri (funzione altimetrica) ed in mm di mercurio (funzione barometrica). Gli altimetri vengono tarati dalla casa costruttrice secondo i valori atmosferici medi che in Europa sono basati sulle temperature medie annuali dello strato d'aria sovrastante il 45° parallelo (ASI ovvero Atmosfera Standard Internazionale).

Importante ricordare che, in conseguenza delle variazioni stagionali di temperatura e di umidità relativa dell'aria, si possono verificare degli errori intorno al 4x1000 per ogni grado centigrado. Secondo queste leggi fisiche, si possono avere delle indicazioni in eccesso durante il periodo estivo ed in difetto durante l'inverno. Le differenti condizioni meteorologiche fra punti distanti tra loro, invece, possono portare ad un errore massimo che di solito non supera il 5% dei valori misurati.

Esistono in commercio inoltre altimetri a lettura digitale (anche in versione da polso) talvolta più precisi di quelli a lettura analogica.

Le regole principali da seguire per un corretto utilizzo dell'altimetro sono le seguenti:

- taratura dello strumento ad ogni punto quotato per il quale si transita e riportato sulle carte topografiche;
- lettura delle misure solo dopo alcuni minuti di sosta onde consentire lo stabilizzarsi dello strumento.

Durante un'esplorazione speleologica è opportuno avere in dotazione due altimetri, possibilmente dello stesso modello. Prima della discesa nella cavità i due altimetri verranno controllati ed eventualmente pareggiati. Uno dei due strumenti dovrà rimanere all'esterno dove un operatore annoterà le letture effettuate almeno con cadenza oraria. La squadra di esplorazione o rilevamento registrerà a fianco di ogni punto quotato l'ora della misurazione (preferibilmente sia in andata che al ritorno) e ciò sino all'uscita dalla cavità stessa.

All'uscita verranno nuovamente confrontati i due altimetri e successivamente stabilite le quote corrette tenendo conto degli eventuali sbalzi di pressione rilevati all'esterno durante tutta l'operazione.

La precisione degli altimetri è comunque modesta per le esigenze topografiche in quanto influenzata dalle condizioni di temperatura e umidità dell'aria (che negli ambienti sotterranei risulta sempre elevata). Lo strumento viene invece vantaggiosamente utilizzato in fase esplorativa e per un primo abbozzo di rilievo.

2.06.2 - I tubi a livello

Per misurazioni di precisione di dislivelli moderati ed in particolari condizioni operative (meandri con curve molto strette, cunicoli ed altri tratti in cui risulta difficoltoso l'utilizzo di eclimetri) si rileva utile il ricorso ai cosiddetti "tubi di livello".

Essi sfruttano il principio dei vasi comunicanti e consistono in due robuste provette o bicchieri, in vetro o plastica trasparente, graduati e montati su un telaio metallico e completi di chiavette di chiusura. Vengono collegati tra loro con un tubo flessibile di conveniente lunghezza ed il tutto viene riempito d'acqua sino a raggiungere il livello di graduazione media delle provette.

Per la misurazione gli operatori si portano sui vertici di cui si intende misurare il dislivello. Mentre quello a quota più elevata avvicina la sua provetta al suolo ed apre la chiavetta stagna, l'altro operatore alza a stima la sua estremità, apre con cautela la chiavetta e quindi, dopo lo stabilizzarsi del livello interno, misura il dislivello dalla base della provetta al livello del suolo. Da ricordare la necessità di eliminare eventuali bolle d'aria dal tubo di collegamento prima della misurazione.

Con un uso corretto questo strumento è forse il più preciso nella misurazione di dislivelli. Esso presenta, peraltro, le seguenti limitazioni:

- È condizionato dalla possibilità di reperire una sufficiente quantità di acqua;
- Non può essere utilizzato per dislivelli superiori ai due metri;
- Il trasporto, all'interno di certe cavità, del tubo di collegamento pieno d'acqua spesso risulta alquanto scomodo.

2.07 - Misuratori di distanze

2.07.1 - Strumenti di misurazione diretta

Sino a pochi anni fa non si poteva nemmeno concepire una misurazione senza la rotella metrica nonostante i suoi difetti; questa ben presto ed invariabilmente si infanga rendendosi di difficile leggibilità, si annoda su se stessa, si incastra tra massi e fessure e, per il continuo attrito contro la roccia, è destinata a perdere comunque la buona leggibilità dei valori metrici impressi.

Ciò nonostante, rimane ancora un valido strumento di misurazione e, data la semplicità dello strumento, accenneremo solo ad alcune ovvie norme per il buon uso della stessa.

- Deve sempre essere lavata e stesa ad asciugare dopo l'uso;
- Deve venire sostituita non appena si riscontrano i primi segni di scarsa leggibilità anche su un solo tratto della fettuccia;
- I valori devono venire letti solo con la fettuccia ben tesa e senza angolazioni né orizzontali né verticali; ciò per ridurre al massimo l'errore della catenaria; i valori letti su rotelle di nastro metallico, che consente una maggiore tensione, risultano più esatti;
- Fare molta attenzione alla lettura dei *metri* (provocano errori più frequenti di quelli da lettura dei decimetri o centimetri).

2.07.2 - Longimetri rigidi

Nel caso di rilevamento per *cottellazioni* si fa uso talvolta di particolari aste graduate (triplometri e simili); peraltro se ne sconsiglia l'uso se non per piccole cavità e necessità particolari.

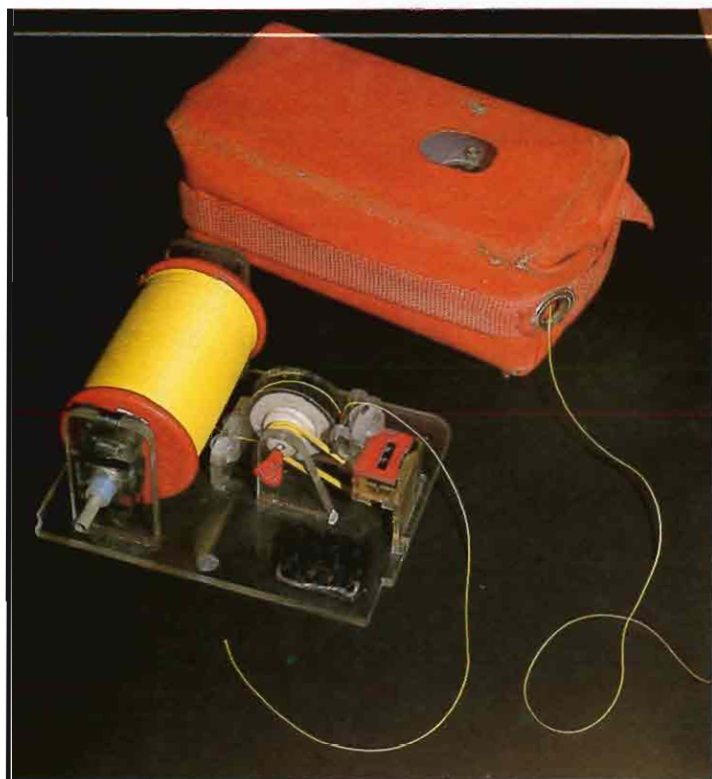
2.07.3 - Altri strumenti

Tra questi rientra il *topofilo*, formato da una bobina di filo robusto, da un rocchetto di frizione e da un contagiri meccanico con lettura approssimata al decimetro. Nell'uso l'operatore annota sul registro delle poligonali il numero di partenza letto sul contagiri e, dopo srotolato il filo per la lunghezza corrispondente alla distanza del vertice da misurare, il numero risultante. Il filo utilizzato viene strappato e lo strumento è pronto per la successiva misurazione.



Taranto. Grotta Nuova di Villanova

(Foto M. Trippari)



Topofilo autocostruito

Trattasi di dispositivo indubbiamente pratico ma che può dar luogo ad errori per slittamento del filo sulla frizione, per allungamento del filo stesso (frizione troppo dura con conseguente eccessivo stiramento delle fibre) o accorciamento dello stesso dovuto all'umidità.

Inoltre non è infrequente la rottura del filo in fase di misurazione per cui si rende necessario risalire pozzi o rifare percorsi anche disagiati. Molto usato negli anni '70 ora risulta un po' abbandonato.

2.07.4 - Telemetri ottici

Uno dei primi strumenti di misurazione indiretta di distanze.

È costituito generalmente da un corpo tubolare di circa mezzo metro di lunghezza (il minimo per apprezzare con sufficiente precisione una distanza) con all'interno una serie di specchi e/o prismi ottici ed agli estremi due obiettivi di mira. Sfrutta l'angolo di parallasse dato dalla distanza dei due obiettivi.

Ruotando una ghiera e mediante l'osservazione all'oculare si mette a fuoco l'immagine sdoppiata e si legge il valore della distanza sull'apposita graduazione su cui ruota la ghiera di messa a fuoco, spesso dotata di nonio.

Destinato per lo più all'uso militare sta oggi scomparendo nell'uso della topografia civile in quanto ingombrante, di laboriosa lettura ed infine di costo decisamente sproporzionato ai vantaggi offerti. Inoltre non è assolutamente adatto all'uso in ambienti poco illuminati.

2.07.5 - Distanziometri elettronici

In uso da meno di un decennio quali costosissimi accessori degli strumenti topografici e ingegneristici di grande precisione si trovano ora in commercio in versioni semplificate e di prezzo molto più contenuto anche se con limitata portata utile e precisione.

Essi utilizzano due distinti mezzi di trasmissione ricezione:

- * vibrazioni meccaniche (ultrasuoni);
- * vibrazioni elettromagnetiche (raggi infrarossi).

I modelli più economici funzionano a soli ultrasuoni con un unico elemento che funge sia da trasmettitore che da ricevitore. Esso emette un fascio di onde ultrasoniche che, dopo aver colpito il bersaglio, vengono da questo riflesse e captate dallo strumento.

Un piccolo processore, già tarato sulla velocità di trasmissione dell'onda ultrasonica nell'aria, misura i millisecondi intercorsi dall'emissione all'eco riflesso e calcola la distanza indicandola su un display a cristalli liquidi.

Sono stati di recente collaudati due modelli - di case diverse - di detti apparecchi riscontrando una precisione sufficiente solo con misurazione di superfici perfettamente piane e perpendicolari alla direzione di mira. I collaudi in grotta sono stati *disastrosi* con errori dal 10% all'80% dovuti ovviamente all'estrema asperità delle pareti rocciose ed ad diverso orientamento rispetto all'asse di mira.

Uno strumento che, invece, ha dato buoni risultati è stato il SONIN. Questo è un modello a due unità di cui una, principale, con funzioni di emissione-ricezione e calcolo mentre l'altra funge da ricevitore e ripetitore.

Viene fabbricato in due modelli; il minore ha una portata utile di 45 metri (mod. 150) mentre il modello superiore arriva sino a 75 metri di portata. Funzionante a onde miste in quanto l'apparecchio principale emette un raggio di luce infrarossa che, diretto all'unità secondaria, viene da questa captato con emissione di un fascio di ultrasuoni. L'unità

principale registra dette onde e calcola la distanza tra i due apparecchi e la visualizza sul display a cristalli liquidi con l'approssimazione del centimetro.

La casa costruttrice garantisce una precisione del 99.85% per temperature tra 0° e 40° e distanze tra 9 e 75 metri (scarto max 15 cm su 100 metri).

Da accurati collaudi eseguiti nei margini di temperatura indicati e con un'umidità relativa dell'aria variabile tra il 75% ed il 95%, è stata riscontrata una precisione variabile tra il 99.48% e il 99.77%.

Data l'estrema difficoltà di misurare una base campione con longimetri sia pur accuratamente utilizzati, si può ritenere che i valori dichiarati siano più che accettabili. Qualche scarto più sensibile si riscontra sulle brevissime distanze.

Entrambe le unità devono essere equipaggiate con una pila da 9 Volt la cui durata viene indicata in 50.000 misurazioni; peraltro, data l'altissima umidità delle cavità ipogee, si ritiene di ridurre detto valore a 2000-5000 letture.

Le misurazioni sono inoltre risultate molto più veloci che con qualsiasi altro sistema non essendo vincolati al mezzo fisico. Come per la bussola elettronica già esaminata, è opportuno ricordare quale possibile difetto la delicatezza dello strumento per l'uso speleologico e raccomandarne la protezione da urti, fango ed acqua.

Unico fattore limitativo: il raggio ultrasonico può venire falsato dall'interferenza di alcuni suoni di determinate frequenze, quali cascate e ruscellamenti d'acqua, ed altri ancora, provocando errori anche sensibili.

Di analogo funzionamento e, sembra, accuratezza di risultati risulta il distanziometro DAAR di fabbricazione nazionale il quale è stato studiato particolarmente per l'utilizzo in speleologia. Esso ha la limitazione di una portata utile di misurazione dichiarata di soli 50 metri.



Rilievo di precisione, con l'utilizzo della bussola da miniera, nelle grotte vaporose del Monte Kronio (Sciaccia) nel 1962 (Foto Archivio S.A.G.)

3 - CENNI DI TOPOGRAFIA SPEDITIVA

3.01 - Generalità

In questo capitolo vengono fornite le principali indicazioni riguardanti la topografia di tipo speditivo, inerenti al rilievo ipogeo ed al posizionamento sul terreno di cavità. Particolare attenzione è stata prestata alle poligonazioni, data l'importanza nel campo di nostro interesse topografico.

3.02 - Coordinate polari

Vengono così definite le coordinate di un punto su un piano; sono individuate da un vettore identificato con una direzione (angolo azimutale) e da una misura lineare (distanza in metri) ed origine da un punto noto e visibile, segnato sulla carta e quotato.

Ad esempio nella fig. 3,1 il punto P_1 si trova a 215 m in direzione 76° con origine dal punto quotato 210.8 m nel paese di Bristie. Il punto P_2 si trova a 150 m in direzione 135° (oppure $E + 45^\circ S$) sempre dalla stessa origine.

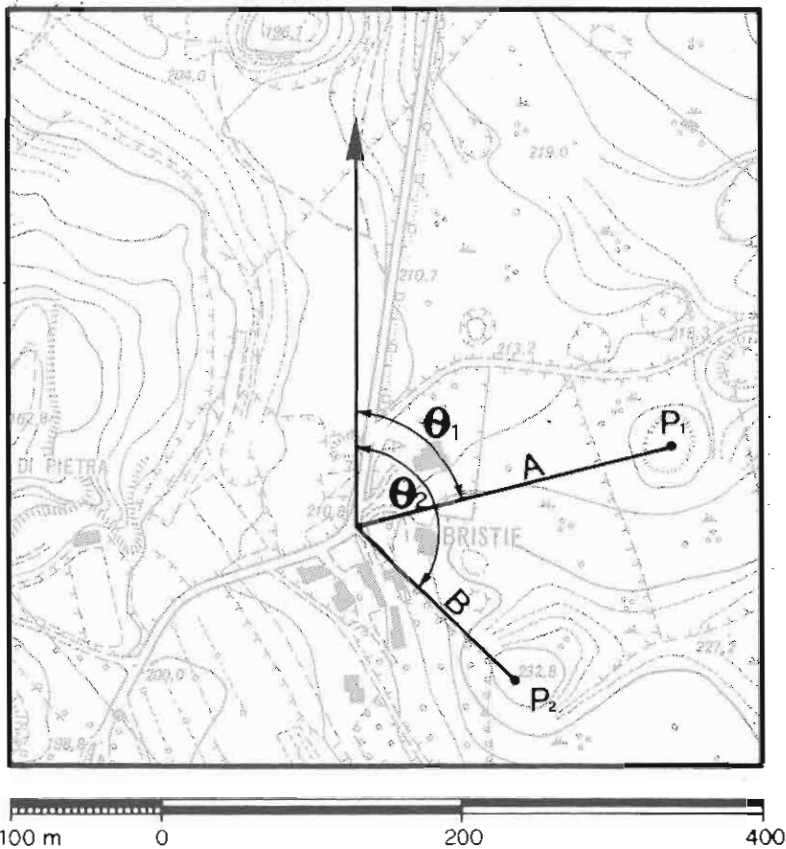
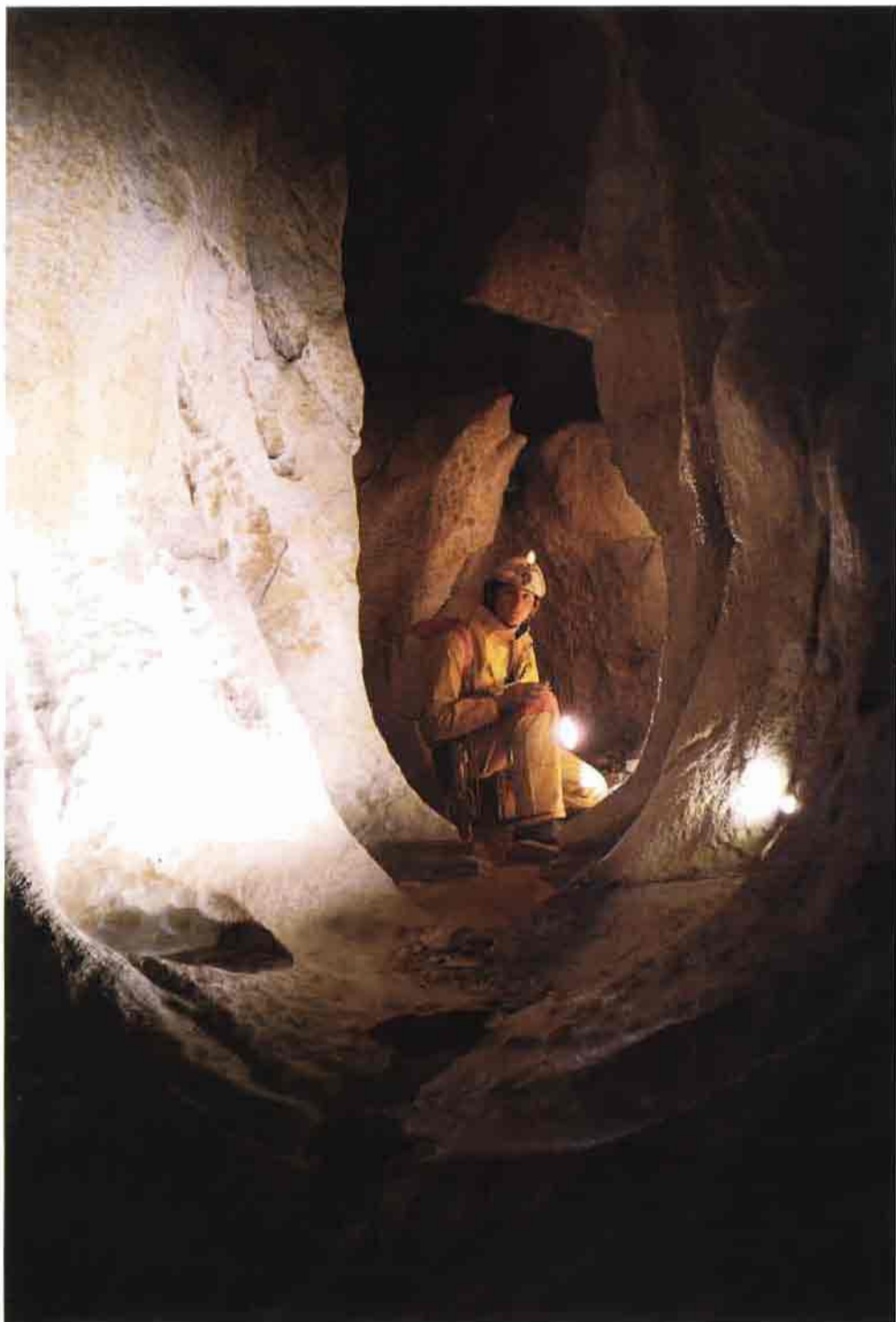


Fig. 3,1 - Esempio di coordinate polari: $P_1 \theta_1 = 76^\circ \quad A = 215 \text{ m}$
 $P_2 \theta_2 = 135^\circ \quad B = 150 \text{ m}$



Monte Cavallo di Pontebba, abisso Klondike Galleria a -160

(Foto G. Benedetti)

3.03 - Coordinate rettangolari o cartesiane

Sono caratterizzate da due numeri che rappresentano la distanza in metri - su un piano cartesiano di assi X e Y - dall'origine "0" degli assi stessi (che in questo caso sarà sempre rappresentata da un punto noto e riscontrabile sulla carta).

Per chiarire ora il concetto di piano cartesiano, si riporta un sistema di assi.

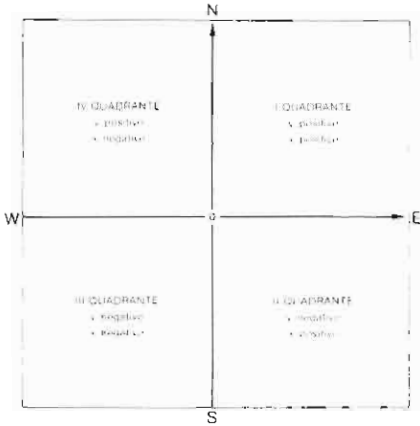


Fig. 3,2 - Sistema di assi cartesiani.

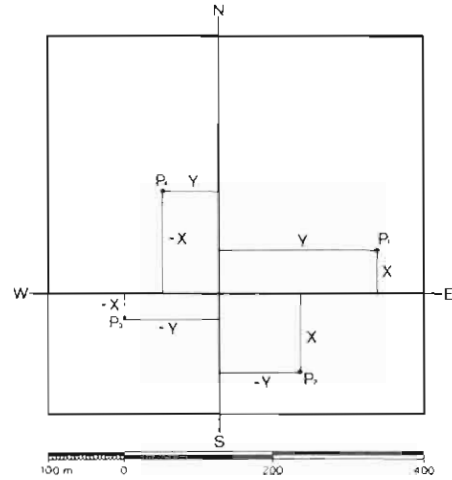


Fig. 3,3 - Esempio di coordinate cartesiane

P ₁ :	x = 210 m	y = 57,5 m
P ₂ :	x = 107,5 m	y = -105 m
P ₃ :	x = -77 m	y = -134,5 m
P ₄ :	x = -127 m	y = 35 m

Si nota che il piano è idealmente diviso in quattro quadranti denominati, in senso orario e con origine in alto a destra: I, II, III, IV. Sempre dallo stesso piano si rileva come i valori delle coordinate x e y cambino segno (+ / -) cambiando quadrante.

Nell'esempio di fig. 3,3 il punto P₁ avrà coordinate cartesiane x = 210 m e y = 57,5 m, mentre il punto P₂ avrà coordinate (rispettando i segni) x = 107,5 m e y = -105 m, il punto P₃ avrà coordinate x = -77 m e y = -134,5 m, il punto P₄ avrà coordinate x = -127 m e y = 35 m. Il sistema di rappresentazione di un punto mediante le sue coordinate cartesiane o rettangolari sembra forse più complicato, ma è anche il più esatto essendo scevro da errori grafici di accumulo (come può succedere nel caso delle coordinate polari) ed è molto usato in topografia.

È comunque possibile la trasformazione da coordinate polari a cartesiane con l'ausilio della trigonometria applicando le seguenti formule:

$$x = L \cdot \sin \theta \quad (\text{dove } L = \text{lunghezza e } \theta = \text{angolo azimutale})$$

$$y = L \cdot \cos \theta$$

Volendo fare l'operazione opposta, da coordinate cartesiane a polari, si applicheranno le seguenti formule:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{x}{y} \quad \text{darà l'angolo azimutale}$$

$$L = \frac{x}{\sin \theta} \quad \text{darà la distanza dal punto P}$$

In base ai segni delle coordinate x e y sarà da considerare in quale quadrante ricadono ed aggiungere opportunamente 90°, 180°, 270° al valore ottenuto con la formula per l'angolo azimutale.

Dalle formule precedenti si ricava anche:

allora

$$\text{se } L = \sqrt{x^2 + y^2} \quad \text{come da teorema di Pitagora}$$

$$\cos \theta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \quad \text{e } \sin \theta = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

Per esempio dalla fig. 3,1 dalle coordinate polari del punto P₁:

$$\begin{aligned} \theta_1 &= 76^\circ & L &= 215 \text{ m} & \text{per cui} \\ x &= L \cdot \sin \theta_1 = 215 \cdot \sin 76^\circ = 208,6 \text{ m} \\ y &= L \cdot \cos \theta_1 = 215 \cdot \cos 76^\circ = 52,0 \text{ m} \end{aligned}$$

Dalla fig. 3,3 le coordinate cartesiane del punto P₂ sono:

$$x = 107,5 \text{ m} \quad \text{e } y = -105,0 \text{ m}$$

per cui quelle polari sono definite da:

$$\begin{aligned} \theta_2 &= \arctg \frac{x}{y} = \arctg \frac{107,5}{-105} = 135^\circ,67 \\ L &= \frac{x}{\sin \theta_2} = \frac{107,5}{\sin 135^\circ,70} = 153,92 \end{aligned}$$

3.04 - Poligonazioni

La poligonazione è un metodo di rilevamento che consiste nel collegare tutti i punti da misurare in modo da formare una linea spezzata, detta "poligonale", della quale si misurano tutti gli angoli e tutti i lati.

Ogni lato della poligonale viene definito "battuta" ed è composto da tre dati fondamentali: la distanza fra i due vertici (L), l'angolo di elevazione che tale lato forma con il piano orizzontale, detto angolo verticale (α) e l'angolo direzionale formato con una origine prefissata; quando questa sia il Nord, si definisce come angolo azimutale (θ).

Si definiscono caposaldi i singoli vertici della poligonazione e vengono contraddistinti da numeri o con lettere dell'alfabeto, in ordine progressivo. Questi possono essere individuati sul terreno mediante chiodi, picchetti, tubi metallici o semplicemente con una scritta sulle rocce. La scelta va fatta in modo tale che da un caposaldo si possano vedere il precedente ed il seguente.

I lati della poligonale si prendono di lunghezza pressochè uniforme, compatibilmente con il metodo di misura adottato e l'ambiente in cui si opera. Come regola generale si evitano i lati molto corti, perchè in tal caso influiscono sensibilmente sulle misure angolari degli errori inevitabili di centramento e mira degli strumenti.

Le misure distanziometriche ed angolari, delle singole battute, vengono eseguite due volte, in andata e al ritorno. Confrontando le due misure di uno stesso lato, se la loro differenza non risulta superiore alla tolleranza strumentale, si assumono per validi i valori della media aritmetica delle misure fatte.

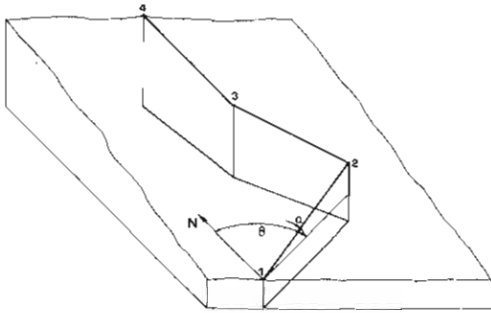


Fig. 3,4 - Poligonazione su un piano inclinato con indicato nella battuta 0-1 di lunghezza "L" angolo " α " e " θ "

Come regola generale, allo scopo di avere doppi dati per ogni battuta, si consiglia d'effettuare le letture da un caposaldo intermedio verso quello precedente e verso quello successivo e così via.

Tutti i dati desunti durante lo svolgimento di una poligonazione sul terreno, vengono riportati su un apposito quaderno di campagna. Questo è formato da una serie di fogli numerati progressivamente con riportata una tabellina del tipo in fig. 3,6.

Nella colonna 1 vengono trascritte le numerazioni progressive dei vertici e l'altezza rispetto al suolo nella quale si trova il caposaldo. Nella colonna 2 le misure distanziometriche fra i due caposaldi (L), nella 3 l'angolo verticale (α) e nella 4 l'angolo azimutale (θ). Nella riga superiore in andata (a,a,N) ed in quella inferiore il ritorno (b,b,S).

Nello svolgimento dei futuri argomenti, verranno presi per acquisiti i dati desunti dalla media delle letture in andata e in ritorno e l'altezza fra il caposaldo ed il suolo uguale a zero.



Carso triestino, grotta di Trebiciano. Il cavernone alla base dei pozzi

(Foto J. Lapanja)

3.04.1 - Riporto grafico

Per il riporto su carta da disegno della poligonazione eseguita, sono necessari dei calcoli matematici con l'applicazione di formule trigonometriche.

Ogni singola battuta è caratterizzata da una misura lineare di distanza fra due punti (caposaldi), posti generalmente su un dislivello diverso. Questo è stato valutato nel lavoro di campagna grazie alla lettura dell'angolo verticale (α). Per la realizzazione del disegno della poligonale è necessario precedentemente eseguire il calcolo delle singole proiezioni, rispetto al piano orizzontale e a quello verticale.

Ciò viene eseguito con le seguenti relazioni riscontrabili nel campo matematico, relative ad un triangolo rettangolo:

$$\text{proiezione sul piano orizzontale: } D = L \cdot \cos \alpha$$

$$\text{proiezione sul piano verticale: } h = L \cdot \sin \alpha$$

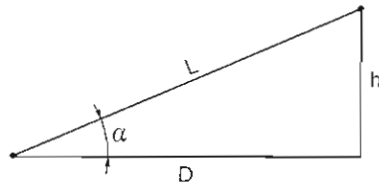


Fig. 3,7 - Triangolo rettangolo

Nel caso in cui le letture dell'angolo " α " siano state eseguite in percentuale di pendenza ($p\%$), invece che in gradi sessagesimali come di norma, si dovrà trasformarli:

$$\alpha = \text{arctg} \frac{p\%}{100}$$

e da questa risalire alle proiezioni prima viste.

Per la semplificazione di tutti i prossimi calcoli, l'angolo " α " verrà sempre assunto in gradi sessagesimali.

Esempio pratico:

Vengono eseguiti i calcoli delle singole proiezioni secondo i dati riportati in tabella, desunti dall'esecuzione di una poligonale con sei battute.

P	L	θ	α	D	h
N°	metri	gradi	gradi	metri	metri
0 - 1	20,50	15	- 12	20,05	- 4,26
1 - 2	18,75	63	- 10	18,46	- 3,26
2 - 3	19,30	105	- 9	19,06	- 3,02
3 - 4	21,25	95	- 5	21,17	- 1,85
4 - 5	20,50	165	- 15	19,80	- 5,30
5 - 6	17,80	76	- 11	17,47	- 3,40

Per la battuta 0-1 si ha:

$$L = 20,50 \text{ m} \quad \alpha = -12^\circ$$

$$D = L \cdot \cos \alpha = 20,50 \cdot \cos (-12)^\circ = 20,50 \cdot 0,9781 = 20,05 \text{ m}$$

$$h = L \cdot \sin \alpha = 20,50 \cdot \sin (-12)^\circ = 20,50 \cdot (-0,2079) = -4,26 \text{ m}$$

Calcolate le due proiezioni, si procede al riporto grafico della poligonale. Questa viene rappresentata con due proiezioni, chiamate "viste": una planimetrica ed una altimetrica. La prima è la proiezione sul piano orizzontale delle singole battute. Si riportano le letture relative all'angolo azimutale (θ) e le proiezioni "D"; è definita come "pianta" o "planimetria".

La proiezione altimetrica si realizza riportando le singole battute nella loro lunghezza reale (L), inclinate sul piano orizzontale dell'angolo di elevazione (α); è definita come "sezione longitudinale" o "altimetria".

Iniziando il riporto grafico dalla planimetria, viene utilizzato un foglio di carta millimetrata e bi-millimetrata. Si sceglie lungo uno degli assi della millimetratura la direzione del Nord e la scala, o rapporto, rispetto alla realtà nella quale si intende ridurre il disegno (vedi cap. 7.03).

Il caposaldo iniziale della poligonale viene segnato su un estremo del foglio, in modo che lo svolgimento della poligonale sia compreso sulla parte millimetrata.

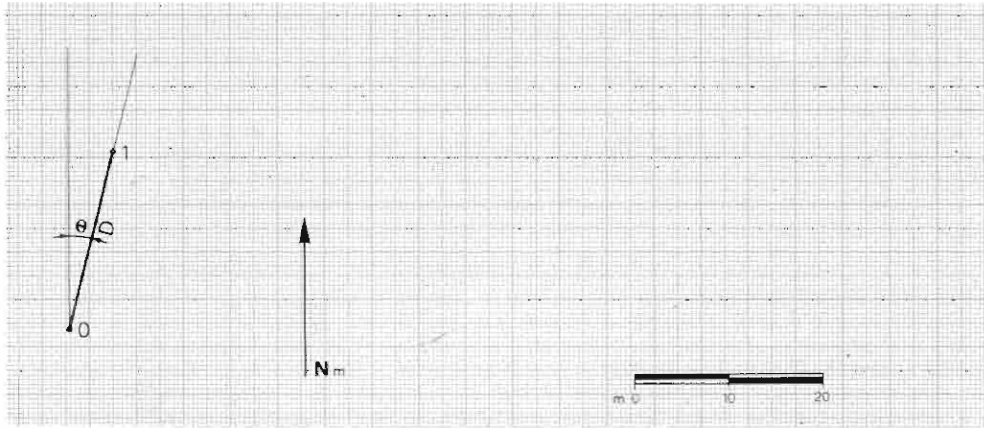


Fig. 3,8 - Riporto grafico della planimetria, battuta 0-1 di lunghezza "D" e di angolo " θ "

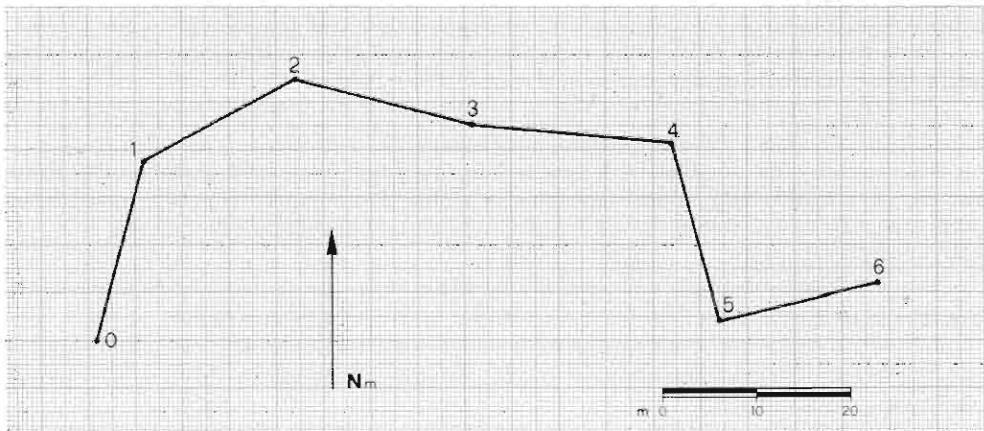


Fig. 3,9 - Riporto grafico della planimetria, poligonale completa

Posto un goniometro (rapportatore di angoli) con il centro nel punto iniziale della poligonale, ponendo lo zero dello strumento nella direzione del Nord precedentemente scelto lungo un asse della millimetratura, si segnano i gradi dell'angolo θ . Quindi si riporta, in base alla scala prefissata, la misura della distanza planimetrica (D) fra i due caposaldi della prima battuta precedentemente calcolata.

Individuato il primo lato della poligonale, si pone il goniometro con il centro nel nuovo caposaldo appena segnato e si prosegue nel riporto del valore dell'angolo " θ " e della distanza planimetrica " D " della successiva battuta.

Terminato il riporto di tutti i lati della poligonale, si è costruita una linea spezzata su un piano orizzontale del quale un lato è orientato verso il Nord.

Si prosegue ora con il riporto della proiezione altimetrica della poligonale. Preso un altro foglio di carta millimetrata e bimillimetrata, viene scelta la medesima scala utilizzata per la planimetria, salvo esigenze particolari che devono esser sempre chiaramente illustrate; si segna il caposaldo iniziale della poligonale con l'accortezza che se questa ha uno sviluppo negativo, sia posto nella parte alta sinistra del foglio, se ha uno sviluppo positivo, nella parte bassa sinistra. Viene quindi posto il goniometro con il centro nel caposaldo e lo zero dello strumento sull'asse orizzontale della millimetratura del foglio. Vengono segnati i gradi d'inclinazione rispetto al piano orizzontale della prima battuta (α); su questa direzione si trasporta la distanza del primo lato della poligonale (L) nella scala prescelta.

Per tutte le altre battute si sposta il centro del goniometro nel caposaldo successivo, individuando di volta in volta l'angolo " α " e riportandovi la distanza " L ".

Si è costruita in questo modo anche la proiezione altimetrica della poligonale, dove sulla linea verticale delle singole battute si riscontra il dislivello (h) fra il caposaldo iniziale e quello finale, sulla linea orizzontale lo sviluppo planimetrico o sommatoria delle singole proiezioni planimetriche (ΣD).

3.04.2 - Arrotondamenti numerici

In fase di calcolo, di qualsiasi tipo questo sia, si incontrano quasi sempre dei numeri decimali illimitati periodici o non periodici cioè, in generale, numeri con infinite o eccessive parti decimali (3,725819...). Visto che un numero di questo genere, riferito alla misura di una lunghezza o di un angolo, non può ovviamente esser riportato in tutte le sue infinite cifre, si rendono necessarie delle semplificazioni numeriche, per eccesso o per difetto.

La semplificazione per eccesso viene adottata quando la cifra successiva a quella da arrotondare supera la metà della decina (es.: $3,578 = 3,58$).

La semplificazione per difetto è da adottare quando la cifra successiva a quella da arrotondare non supera la metà della decina (es.: $3,573 = 3,57$).

Nel caso la cifra successiva a quella da arrotondare sia esattamente la metà della decina, per convenzione, si definisce che se la cifra da arrotondare è pari, il suo valore resta invariato, nel caso questa sia dispari, deve essere aumentata di un'unità.

Esempio: $3,575 = 3,58$ $3,565 = 3,56$

Va comunque ricordato che l'arrotondamento deve essere eseguito solamente sul risultato di un'operazione matematica e non nei suoi passaggi intermedi.

Il numero massimo consentito di cifre prima dell'arrotondamento nel campo specifico d'interesse del presente testo, è molto variabile, in quanto si tratta di un campo particolare della topografia.

Si consiglia di suddividere il problema in due parti di diverso arrotondamento. La prima si svolge con la risoluzione matematica dei vari calcoli e la seconda con la defini-

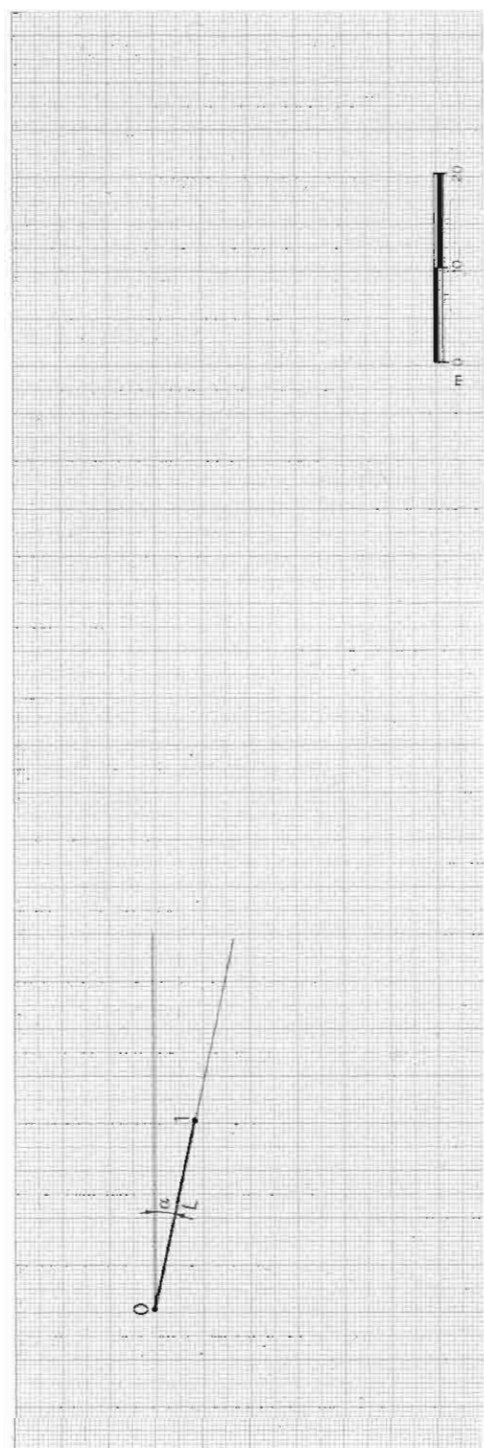


Fig. 3,10 - Riporto grafico dell'altimetria. battuta 0-1 di lunghezza "L" e di angolo " α "

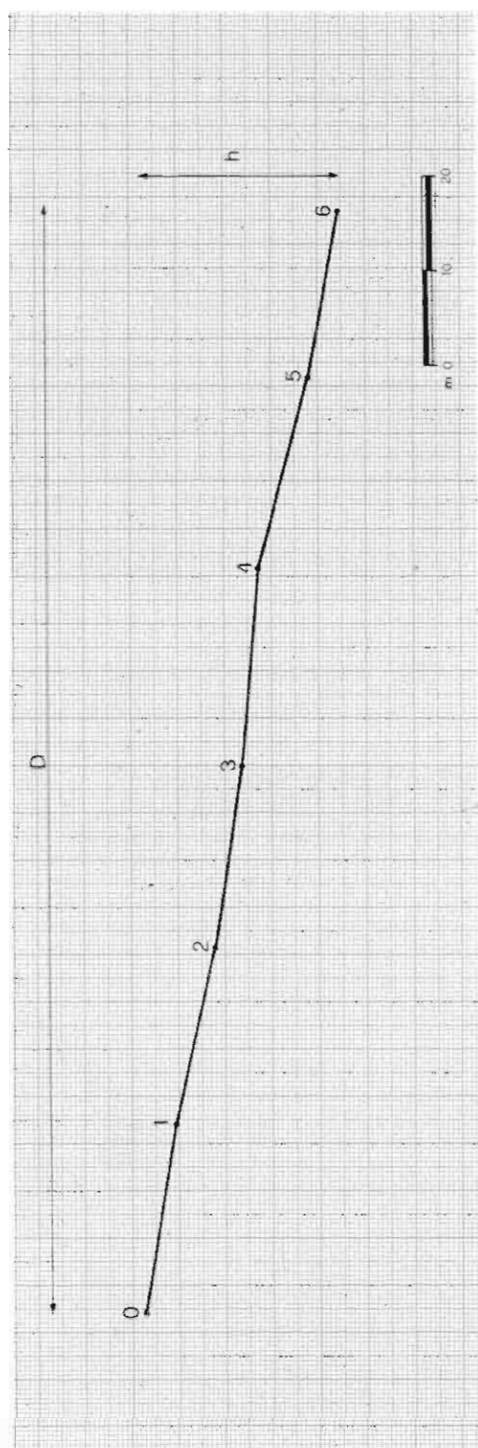


Fig. 3,11 - Riporto grafico dell'altimetria, poligonale completa

zione topografica del dato ottenuto.

La definizione topografica del dato ottenuto è in funzione della cartografia utilizzata o della stessa scala di riduzione nella quale si realizza il disegno; è legata quindi a fattori di per sé non esatti come, d'altra parte, non è neppure ad alta precisione topografica il tipo di dato assunto. In via generale sono accettabili i dati relativi alla metà dell'unità di misura (es.: $L = 0,5 \text{ m}$).

La risoluzione matematica dei calcoli è consigliabile venga eseguita con discreta precisione in modo da non proseguire, magari in lunghi calcoli, con dei dati grossolanamente arrotondati che potrebbero portare ad una soluzione molto lontana da quella reale.

In fase di calcolo si incontrano generalmente misure relative a lunghezze e ad angoli o sue funzioni goniometriche.

Nella misura di lunghezza viene normalmente presa come unità di misura il metro, come primo decimale i decimetri e come secondo i centimetri ($L = \text{m } 0,00$).

Gli angoli, nelle fasi di calcolo, vengono di norma riportati in funzione del grado e sue parti centesimali ($\alpha = 0^{\circ},000$). Quest'espressione è adottata per l'esecuzione dei vari calcoli matematici con l'utilizzo dell'usuale calcolatrice tascabile, piuttosto della più complessa suddivisione dei gradi in primi, secondi e centesimi di secondo. La millesima parte di grado ($0^{\circ},001$) corrisponde a circa $0^{\circ} 00' 03''60$. Le funzioni goniometriche di un angolo (sen, cos, tg e funzioni reciproche) sono da riportare ai decimillesimi (0,0000). La decimillesima parte dell'unità corrisponde ad un seno di $0^{\circ},006$, ad un coseno di $89^{\circ},994$ e ad una tangente di $0^{\circ},006$.

3.04.3 - Riporto per coordinate cartesiane

Il riporto grafico di una poligonale per coordinate polari, ora trattato, è il metodo più semplice e sbrigativo nella sua realizzazione, ma risulta di notevole imprecisione. Ogni vertice della poligonazione viene infatti definito per via grafica da misure angolari e distanziometriche prese dal caposaldo precedente; tutti gli errori grafici si accumulano progressivamente con il susseguirsi delle battute.

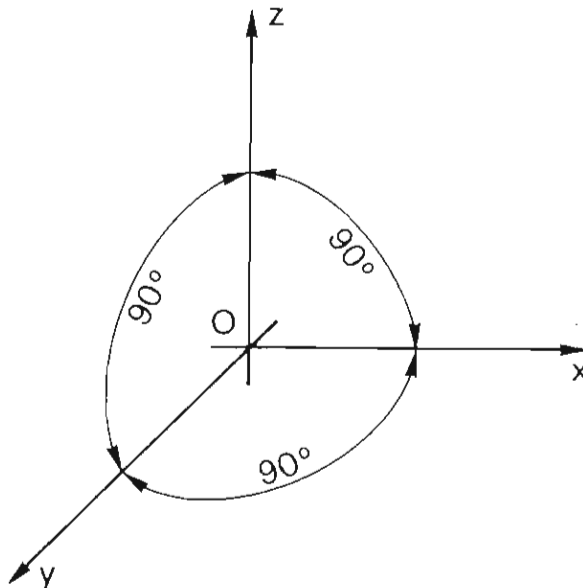


Fig. 3,12 - Terna di assi cartesiani orientati nello spazio

È possibile invece, con dei calcoli trigonometrici, definire le coordinate lungo le tre direzioni di un sistema di assi cartesiani (x , y e z) in cui si trovano i caposaldi rispetto al vertice di partenza della poligonale. Vengono in questo modo trasformate le coordinate polari concatenate fra loro dalla poligonale desunte dal lavoro di campagna, in coordinate cartesiane che assumono valore zero al primo caposaldo.

Per maggior chiarezza dell'argomento si forniscono le nozioni fondamentali di ordine trigonometrico.

Siano date nello spazio una terna di rette orientate, perpendicolari fra loro ed intersecantisi in un punto che origina un sistema di ascisse su ciascuna delle tre rette.

La retta orientata nel senso dell'altezza verrà detta asse delle z , la retta orientata nel senso della lunghezza asse delle x , la retta orientata nel senso della profondità asse delle y .

Un punto P posto nello spazio ha tre coordinate: una relativa all'asse delle x , una all'asse delle y ed una all'asse delle z .

Con riferimento alla fig. 3,13 il punto P_1 , posto nel primo quadrante, avrà coordinate x , y e z positive; il punto P_2 , posto nel secondo quadrante avrà coordinate x , y positive e z negativa; il punto P_3 , posto nel terzo quadrante, avrà coordinate x , z negative ed y positiva; il punto P_4 , posto nel quarto quadrante, avrà coordinata x negativa, z e y positive.

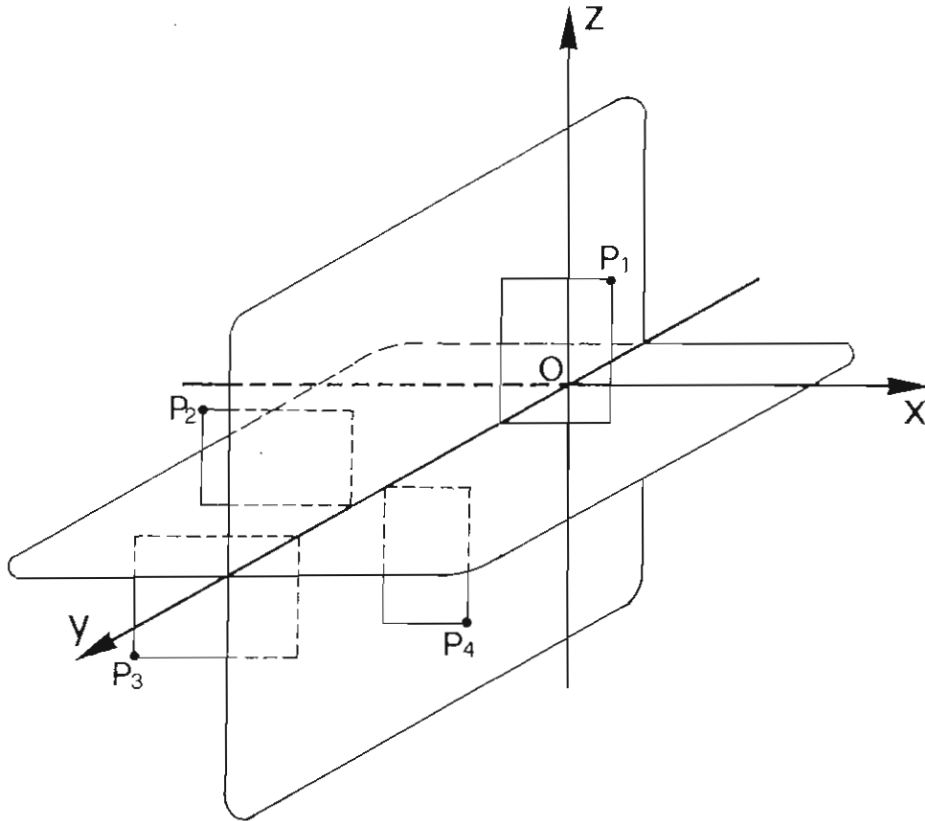


Fig. 3,13 - Esempi di punti posti nello spazio con definizione del valore delle loro coordinate cartesiane

Questa terna di rette o assi di riferimento, determina nello spazio due piani di proiezione: il piano verticale originato dagli assi y e z, il piano orizzontale dagli assi y e x.

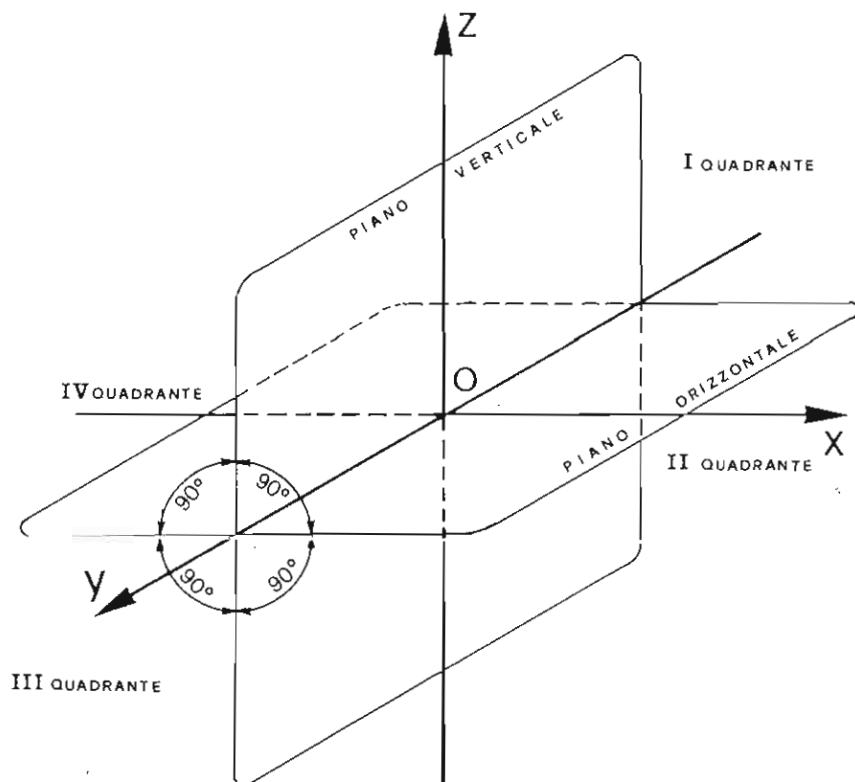


Fig. 3,14 - Suddivisione dello spazio da parte di un sistema di assi cartesiani

Un punto P (fig. 3,15) ha note le sue coordinate polari: la distanza fra questo ed il vertice d'origine di un sistema di assi cartesiani (\overline{OP}), l'angolo azimutale che tale lato forma su una direzione del piano orizzontale (γ), l'angolo verticale che forma con lo stesso piano orizzontale (α).

Da determinare sono le coordinate del punto P (X, Y e Z) rispetto al vertice d'origine del sistema di assi cartesiani.

La proiezione sul piano orizzontale (x, y) del punto P, forma il lato OP' la cui lunghezza vale:

$$\overline{OP'} = \overline{OP} \cdot \cos \alpha$$

La proiezione sul piano verticale (z) del punto P, forma il lato PP' la cui lunghezza vale:

$$\overline{PP'} = \overline{OP} \cdot \sin \alpha$$

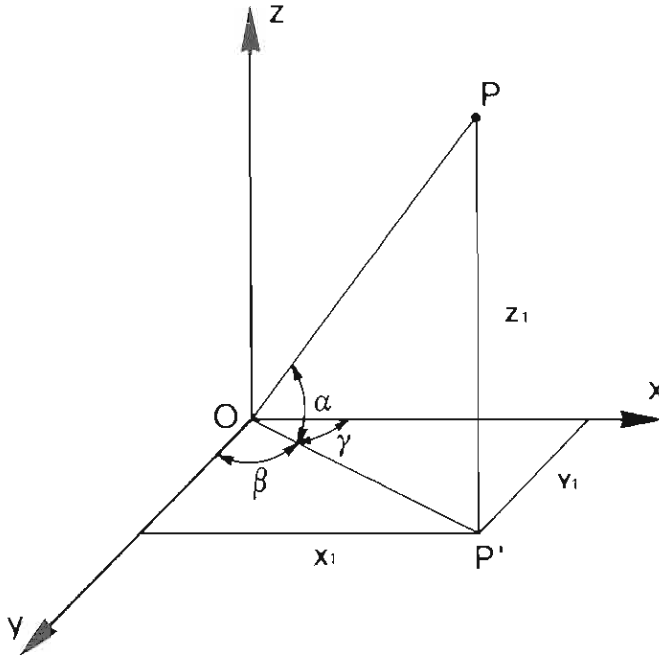


Fig. 3,15 - Trasformazione delle coordinate polari di un punto posto nello spazio in coordinate cartesiane

Le coordinate di tipo cartesiano del punto P valgono:

$$X = \overline{OP'} \cdot \cos \gamma$$

$$Y = \overline{OP'} \cdot \sin \gamma$$

$$Z = \overline{PP'}$$

Sostituendo le prime alle coordinate si ha:

$$X = \overline{OP} \cdot \cos \alpha \cdot \cos \gamma$$

$$Y = \overline{OP} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \gamma$$

$$Z = \overline{OP} \cdot \sin \alpha$$

Nel caso che l'angolo "gamma" si voglia orientarlo lungo l'asse delle y in senso sinistrorso, le coordinate diventano:

$$X = \overline{OP} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$Y = \overline{OP} \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

$$Z = \overline{OP} \cdot \sin \alpha$$

Una poligonazione può venir considerata come una linea spezzata orientata nello spazio, con origine dal punto "0" d'origine di un sistema di assi cartesiani.

Si conoscono di una linea spezzata, orientata nello spazio e con origine nel punto 0 di un sistema di assi cartesiani, le singole lunghezze delle sue parti rettilinee e per ognuna di queste le direzioni angolari rispetto al piano verticale di proiezione ($\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$) e a quello orizzontale ($\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$) - come asse di riferimento per quest'ultima misura angolare è stato preso quello delle y -.

Per il suo riporto si devono calcolare i valori delle coordinate assolute (X, Y e Z) dei punti (P_1, P_2, \dots, P_n) rispetto al vertice 0 d'origine degli assi.

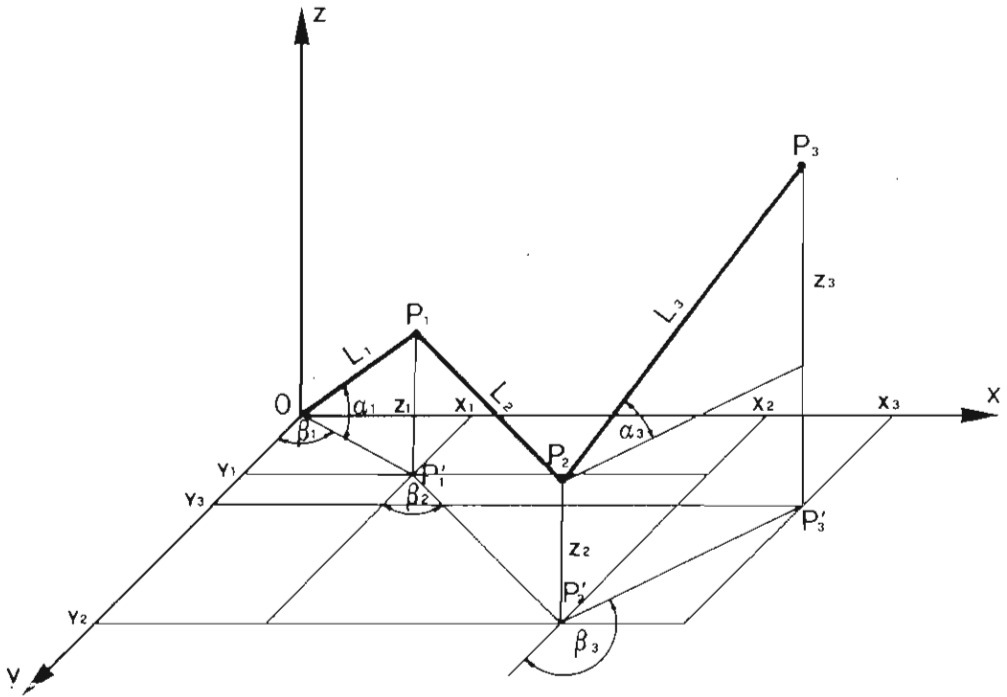


Fig. 3,16 - Linea spezzata orientata nello spazio

Inizialmente bisogna calcolare le coordinate x, y e z con le formule di trigonometria viste in precedenza:

$$\begin{aligned} x_1 &= L_1 \cdot \cos \alpha_1 \cdot \sin \beta_1 \\ y_1 &= L_1 \cdot \cos \alpha_1 \cdot \cos \beta_1 \\ z_1 &= L_1 \cdot \sin \alpha_1 \end{aligned} \quad \text{del punto } P_1$$

$$\begin{aligned} x_2 &= L_2 \cdot \cos \alpha_2 \cdot \sin \beta_2 \\ y_2 &= L_2 \cdot \cos \alpha_2 \cdot \cos \beta_2 \\ z_2 &= L_2 \cdot \sin \alpha_2 \end{aligned} \quad \text{del punto } P_2$$

.....

$$\begin{aligned} x_n &= L_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \sin \beta_n \\ y_n &= L_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \cos \beta_n \\ z_n &= L_n \cdot \sin \alpha_n \end{aligned} \quad \text{del punto } P_n$$

Le coordinate assolute del punto P_1 rispetto al vertice 0, sono:

$$\begin{aligned} X_1 &= x_1 \\ Y_1 &= y_1 \\ Z_1 &= z_1 \end{aligned}$$

quelle del punto P_2 rispetto al vertice 0:

$$\begin{aligned} X_2 &= X_1 + x_2 \\ Y_2 &= Y_1 + y_2 \\ Z_2 &= Z_1 + z_2 \end{aligned}$$

.....

quelle del punto P_n rispetto al vertice 0:

$$\begin{aligned} X_n &= X_{n-1} + x_n \\ Y_n &= Y_{n-1} + y_n \\ Z_n &= Z_{n-1} + z_n \end{aligned}$$

Esempio:

Avendo i seguenti dati di L , α e β :

$L_1 = 4$	$\alpha_1 = 45^\circ$	$\beta_1 = 30^\circ$
$L_2 = 3$	$\alpha_2 = 15^\circ$	$\beta_2 = 0^\circ$
$L_3 = 2,5$	$\alpha_3 = 0^\circ$	$\beta_3 = 270^\circ$
$L_4 = 5$	$\alpha_4 = 10^\circ$	$\beta_4 = 210^\circ$

Si calcolano le coordinate x , y e z dei punti P :

$$\begin{aligned} x_1 &= L_1 \cdot \cos \alpha_1 \cdot \sin \beta_1 = 4 \cdot \cos 45^\circ \cdot \sin 30^\circ = 4 \cdot 0,7071 \cdot 0,5 = 1,41 \\ y_1 &= L_1 \cdot \cos \alpha_1 \cdot \cos \beta_1 = 4 \cdot \cos 45^\circ \cdot \cos 30^\circ = 4 \cdot 0,7071 \cdot 0,8660 = 2,45 \\ z_1 &= L_1 \cdot \sin \alpha_1 = 4 \cdot \sin 45^\circ = 4 \cdot 0,7071 = 2,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_2 &= L_2 \cdot \cos \alpha_2 \cdot \sin \beta_2 = 3 \cdot \cos 15^\circ \cdot \sin 0^\circ = 0 \\ y_2 &= L_2 \cdot \cos \alpha_2 \cdot \cos \beta_2 = 3 \cdot \cos 15^\circ \cdot \cos 0^\circ = 3 \cdot 0,9659 \cdot 1 = 2,90 \\ z_2 &= L_2 \cdot \sin \alpha_2 = 3 \cdot \sin 15^\circ = 3 \cdot 0,2588 = 0,78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_3 &= L_3 \cdot \cos \alpha_3 \cdot \sin \beta_3 = 2,5 \cdot \cos 0^\circ \cdot \sin 270^\circ = 2,5 \cdot 1 \cdot (-1) = -2,5 \\ y_3 &= L_3 \cdot \cos \alpha_3 \cdot \cos \beta_3 = 2,5 \cdot \cos 0^\circ \cdot \cos 270^\circ = 0 \\ z_3 &= L_3 \cdot \sin \alpha_3 = 2,5 \cdot \sin 0^\circ = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_4 &= L_4 \cdot \cos \alpha_4 \cdot \sin \beta_4 = 5 \cdot \cos 10^\circ \cdot \sin 210^\circ = 5 \cdot 0,9848 \cdot (-0,5) = -2,46 \\ y_4 &= L_4 \cdot \cos \alpha_4 \cdot \cos \beta_4 = 5 \cdot \cos 10^\circ \cdot \cos 210^\circ = 5 \cdot 0,9848 \cdot (-0,8660) = -4,26 \\ z_4 &= L_4 \cdot \sin \alpha_4 = 5 \cdot \sin 10^\circ = 5 \cdot 0,1736 = 0,87 \end{aligned}$$

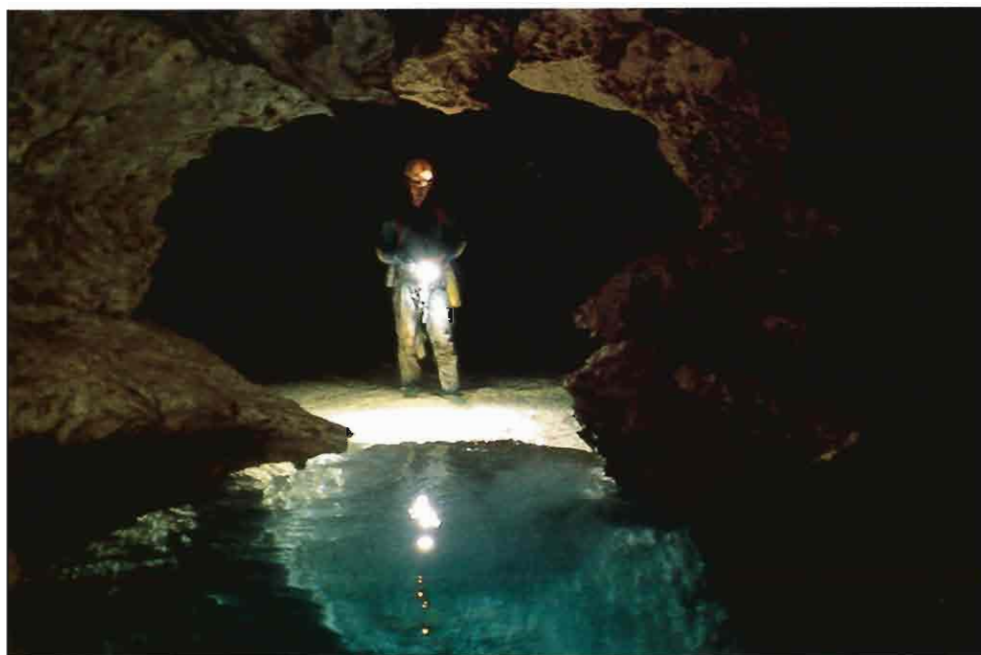
Le coordinate assolute dei punti P_1 , P_2 , P_3 , P_4 rispetto al vertice 0 d'origine degli assi cartesiani x , y e z sono:

punto P_1 :
$$\begin{aligned} X_1 &= x_1 = 1,41 \\ Y_1 &= y_1 = 2,45 \\ Z_1 &= z_1 = 2,83 \end{aligned}$$

punto P_2 :
$$\begin{aligned} X_2 &= X_1 + x_2 = 1,41 + 0 = 1,41 \\ Y_2 &= Y_1 + y_2 = 2,45 + 2,90 = 5,35 \\ Z_2 &= Z_1 + z_2 = 2,83 + 0,78 = 3,61 \end{aligned}$$

punto P_3 :
$$\begin{aligned} X_3 &= X_2 + x_3 = 1,41 + (-2,5) = -1,09 \\ Y_3 &= Y_2 + y_3 = 5,35 + 0 = 5,35 \\ Z_3 &= Z_2 + z_3 = 3,61 + 0 = 3,61 \end{aligned}$$

punto P_4 :
$$\begin{aligned} X_4 &= X_3 + x_4 = -1,09 + (-2,46) = -3,55 \\ Y_4 &= Y_3 + y_4 = 5,35 + (-4,26) = 1,09 \\ Z_4 &= Z_3 + z_4 = 3,61 + 0,87 = 4,48 \end{aligned}$$



Monte Canin, abisso Veliko Sbrego. Gallerie del Santo Devitore

(Foto P. Pezzolato)



Monte Canin, abisso Veliko Sbrego. Lago sifone nei pressi del Pozzo del Brindisi (Foto P. Pezzolato)

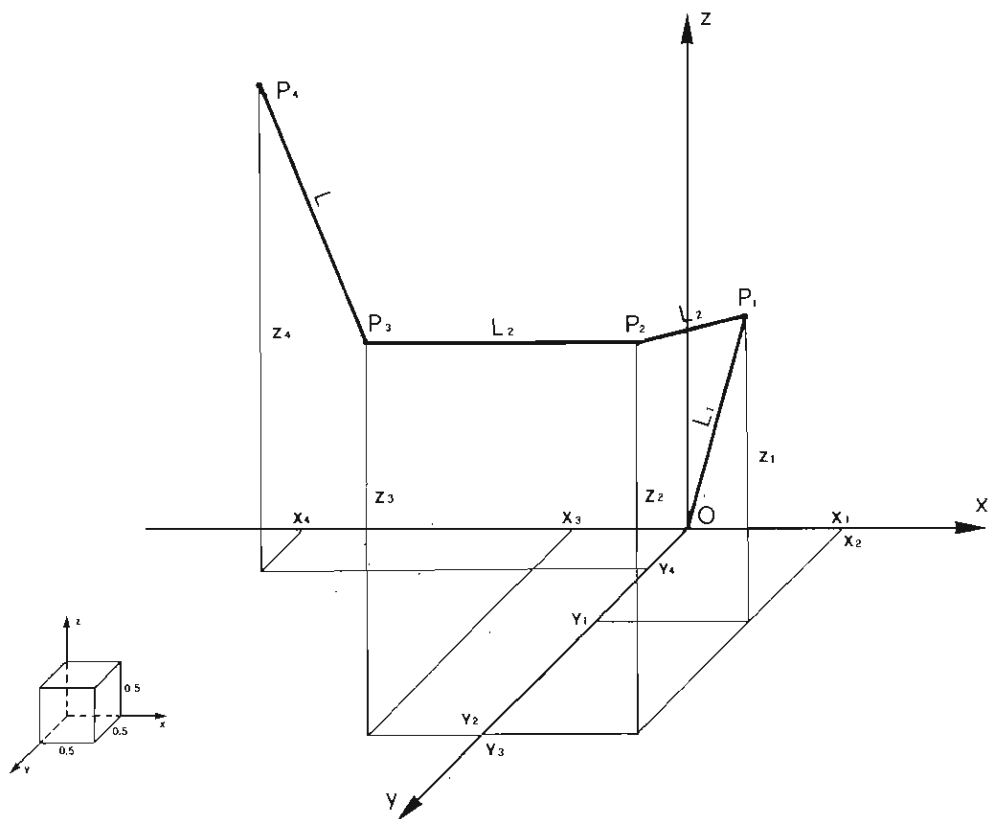


Fig. 3,17 - Rappresentazione della linea spezzata orientata nello spazio dell'esercizio trattato

Tutti i dati di una poligonazione ed i calcoli per il riporto matematico dei vertici, vanno trascritti nella tabellina riportata in fig. 3,18.

Questa riporta nella prima colonna (1) la successione delle battute (0-1, 1-2, ecc.), nella 2 la distanza misurata fra i caposaldi (L), nella 3 l'angolo azimutale (θ) della battuta, nella 4 l'angolo verticale (α), nella 5 le coordinate relative lungo l'asse delle x dei caposaldi, nella 6 le coordinate assolute lungo l'asse delle x dei caposaldi, nella 7 le coordinate relative lungo l'asse delle y , nella 8 le coordinate assolute lungo l'asse delle y , nella 9 le coordinate relative lungo l'asse delle z , nella 10 le coordinate assolute lungo l'asse delle z .

Da ricordare è che le coordinate relative ed assolute dei caposaldi sono da riportare nella tabellina in linea con le misurazioni fra la battuta antecedente e quella seguente (es.: coordinate del caposaldo n° 1 fra la battuta numerata con 0-1 e 1-2).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P	L	θ	α	x	X	y	Y	z	Z
N°	metri	gradi	gradi	metri	metri	metri	metri	metri	metri

Fig. 3,18 - Tabella per il riporto delle coordinate cartesiane dei vertici di una poligonale

3.04.4 - Poligonale chiusa

Una poligonale viene definita chiusa quando da un caposaldo di partenza, attraverso una serie di battute numerate (0-1, 1-2, 2-3...), si arriva nuovamente allo stesso vertice (... , 8-9, 9-10, 10-0). Si è costruita in questo modo una figura geometrica chiusa, con un numero di lati pari al numero di battute.

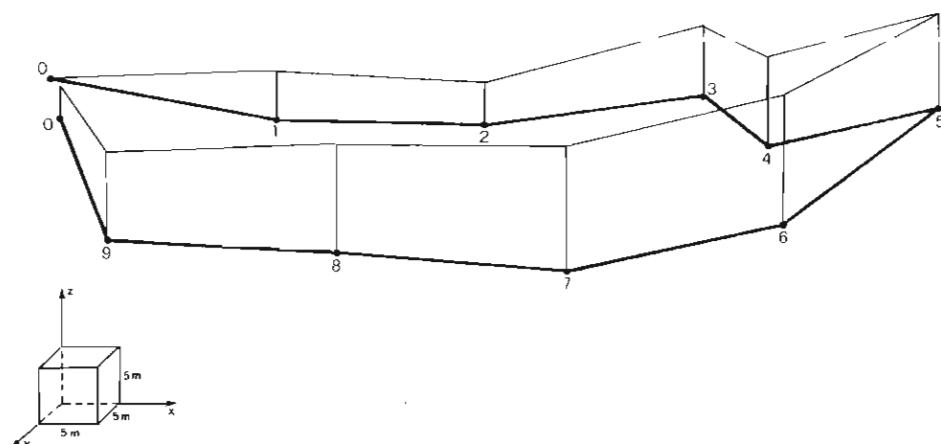


Fig. 3,19 - Rappresentazione della poligonale chiusa dell'esempio matematico trattato con coordinate cartesiane desunte dal lavoro di campagna

Dalla trasformazione delle coordinate polari concatenate fra loro (L, θ, α) desunte dal lavoro di campagna, in coordinate cartesiane (X, Y, Z) , il punto di partenza della poligonale (P.to 0) - con coordinate X, Y e Z pari a zero - e quelle d'arrivo (che è il medesimo) devono assumere il medesimo valore. In realtà questo non avviene in quanto i dati di campagna riportano inevitabili errori. Avviene infatti sempre che anche se sul terreno ci si è riportati nel medesimo punto di partenza e tutte le misurazioni siano state assunte in modo corretto, le coordinate del punto iniziale rispetto a quello finale non coincidono.

P	L	θ	α	x	X	y	Y	z	Z
N°	metri	gradi	gradi	metri	metri	metri	metri	metri	metri
0 - 1	19,90	93	- 12	19,44	19,44	- 1,02	- 1,02	4,14	4,14
1 - 2	18,80	85	1	18,72	38,16	1,64	0,62	0,33	3,81
2 - 3	19,10	129	- 7	14,73	52,89	-11,93	-11,31	2,33	6,14
3 - 4	10,50	49	- 10	7,80	60,69	6,78	4,53	1,82	7,96
4 - 5	14,80	129	- 1	11,50	72,19	- 9,31	-13,84	0,26	8,22
5 - 6	20,00	340	- 9	- 6,76	65,43	18,56	4,72	3,13	-11,35
6 - 7	19,30	310	1	-14,78	50,65	12,40	17,12	0,34	-11,01
7 - 8	20,00	266	4	-19,90	30,75	- 1,39	15,73	1,39	- 9,62
8 - 9	20,00	277	5	-19,78	10,97	2,43	18,16	1,74	- 7,88
9 - 0	19,00	210	15	- 9,18	1,79	-15,89	2,27	4,92	- 2,96

Nel P.to 0 risulta $x = 0$ $y = 0$ $z = 0$

Esempio di calcolo: P.to 1

$L = 19,90$ m $\theta = 93^\circ$ $\alpha = 12^\circ$

$x = L \cdot \cos \alpha \cdot \sin \theta = 19,90 \cdot \cos (-12^\circ) \cdot \sin 93^\circ = 19,44$ m

$y = L \cdot \cos \alpha \cdot \cos \theta = 19,90 \cdot \cos (-12^\circ) \cdot \cos 93^\circ = -1,02$ m

$z = L \cdot \sin \alpha = 19,90 \cdot \sin (-12^\circ) = -4,14$ m

Si riscontra pertanto una Δx (1,79 m), una Δy (2,27 m), una Δz (-2,96 m) riferite al medesimo punto ma ripartite secondo particolari proporzioni lungo lo sviluppo della poligonale.

È evidente che la poligonale non sarà ritenuta valida e si passerà alla compensazione, solo se tali errori superano il valore massimo ammissibile, definito come tolleranza (T).

Generalmente si consiglia di adottare come limite massimo di tolleranza l'1% della lunghezza totale svolta nella poligonale (ΣL). Quindi se:

$\Delta x > 1\% \Sigma L$ oppure

$\Delta y > 1\% \Sigma L$ oppure

$\Delta z > 1\% \Sigma L$

si rende necessaria la compensazione degli errori nella poligonale.

Nell'esempio la ΣL vale 181,4 m per cui $T = 1,814$ m risulta pertanto che la $\Delta x < T$, ma $\Delta y > T$ e $\Delta z > T$: è necessaria quindi la compensazione degli errori.

I dati di nostro interesse sono legati a tre diverse variabili quali: la lunghezza, l'angolo verticale e quello zenitale. Per un esatto equilibrio fra queste, in modo che il valore della X, Y e Z nel punto iniziale-terminale assuma valore zero, è necessario adottare una compensazione matematica fra i vari valori.

Inizialmente viene compensata la planimetria della poligonale, il cui errore di chiusura è dato dalla Δx e dalla Δy .

Queste devono esser ripartite sulle coordinate parziali, proporzionalmente alle singole lunghezze delle proiezioni planimetriche di ogni lato (D), rispetto alla lunghezza planimetrica totale della poligonale (ΣD). Le correzioni da apportare alle ascisse e alle ordinate risultano essere:

$$- \frac{\Delta x}{\Sigma D} \cdot D \quad , \quad - \frac{\Delta y}{\Sigma D} \cdot D$$

Dove:

$$D = D_1 + D_2 + \dots + D_3 + D_{n-1} = L_1 \cdot \cos \alpha_1 + L_2 \cdot \cos \alpha_2 + \dots + L_3 \cdot \cos \alpha_3 + L_{n-1} \cdot \cos \alpha_{n-1}$$

Se i valori della Δx e della Δy risultano essere non elevati ($2 \pm 4\% T$) e i lati della poligonale sono press'a poco di uguale lunghezza, gli errori possono esser ripartiti in parti uguali rispetto al numero di lati.

Le correzioni divengono pertanto:

$$- \frac{\Delta x}{n} \quad , \quad - \frac{\Delta y}{n}$$

Calcolate le coordinate parziali corrette (x' , y') ed i loro valori assoluti (X' , Y') per verifica che nel punto iniziale-terminale assumino ora valore zero, sono da ricalcolare gli angoli θ' e le proiezioni planimetriche D' con:

$$\theta' = \arctg \frac{x'}{y'} \quad , \quad D' = \sqrt{(x')^2 + (y')^2}$$

P	x'	X'	y'	Y'	θ'	D'
N°	metri	metri	metri	metri	gradi	metri
0 - 1	19,25	19,25	- 1,27	- 1,27	93,774	19,29
1 - 2	18,53	37,78	1,40	0,13	85,679	18,58
2 - 3	14,54	52,32	-12,17	-12,04	129,929	18,96
3 - 4	7,70	60,02	6,65	- 5,39	49,185	10,17
4 - 5	11,35	71,37	- 9,50	-14,89	129,929	14,80
5 - 6	- 6,96	64,41	18,31	3,42	339,187	19,59
6 - 7	-14,97	49,44	12,16	15,58	309,087	19,29
7 - 8	-20,10	29,34	- 1,64	13,94	265,335	20,17
8 - 9	-19,98	9,36	2,18	16,12	276,227	20,10
9 - 0	- 9,36	0,00	-16,12	0,00	210,141	18,64

Esempio di calcolo: P.to 1

$$x = 19,44 \text{ m} \quad y = 1,02 \text{ m} \quad \Delta x = 1,79 \text{ m} \quad \Delta y = 2,27 \text{ m}$$

$$\Sigma D = 179,64 \text{ m} \quad D = 19,47 \text{ m}$$

$$x' = x - \frac{\Delta x}{\Sigma D} \cdot D = (19,44 - \frac{1,79}{179,64} \cdot 19,47) = 19,25 \text{ m}$$

$$y' = y - \frac{\Delta y}{\Sigma D} \cdot D = (-1,02) - \frac{2,27}{179,64} \cdot 19,47 = -1,27 \text{ m}$$

$$\theta' = \text{arc tg} \frac{x'}{y'} = \text{arc tg} \frac{19,25}{-1,27} = 93^{\circ},774$$

$$D' = \sqrt{(x')^2 + (y')^2} = \sqrt{(19,25)^2 + (-1,27)^2} = \sqrt{372,17} = 19,29 \text{ m}$$

Da compensare è ora l'angolo verticale in funzione delle singole proiezioni planimetriche appena calcolate. Vengono determinate le nuove coordinate parziali z_1 e quelle assolute Z_1 con la:

$$z_1 = D' \cdot \text{tg} \alpha'$$

definendo il nuovo Δz_1 del punto iniziale-terminale della poligonale. Anche in questo caso si procede alla verifica se il suo valore sia maggiore o minore alla tolleranza prima definita. Nel caso sia maggiore all'1% della lunghezza della poligonale, si procede alla compensazione degli errori.

Come precedentemente svolto, il Δz_1 deve esser ripartito sulle coordinate parziali, proporzionalmente alla lunghezza delle singole proiezioni planimetriche (D') rispetto a quella totale ($\Sigma D'$).

$$z' = z_1 - \frac{\Delta z_1}{\Sigma D'} \cdot D'$$

$$\text{dove: } D' = D'_1 + D'_2 + \dots + D'_3 + D'_{n-1}$$

Nel caso che il valore della Δz_1 risultasse essere non elevato ($2 \pm 4\% T$) ed i lati della poligonale siano press'a poco di uguale lunghezza, la correzione può esser ripartita in parti uguali rispetto al numero di lati (n).

$$z' = z_1 - \frac{\Delta z_1}{n}$$

Desunte le nuove coordinate relative z' e per verifica quelle assolute Z' che assumono ora valore zero nel punto iniziale-terminale della poligonale, viene determinato l'angolo α' di elevazione di ogni singola battuta rispetto al piano orizzontale e la lunghezza della battuta L' :

$$\alpha' = \text{arctg} \frac{z'}{D'} \quad , \quad L' = \frac{D'}{\cos \alpha'}$$

P	D'	α	z_1	Z_1	z'	Z'	α'	L'
N°	metri	gradi	metri	metri	metri	metri	gradi	metri
0 - 1	19,29	- 12	- 4,10	- 4,10	- 3,80	- 3,80	-11,144	19,66
1 - 2	18,58	1	0,32	- 3,78	0,60	- 3,20	1,849	18,59
2 - 3	18,96	- 7	- 2,33	- 6,11	- 2,04	- 5,24	- 6,141	19,07
3 - 4	10,17	- 10	- 1,79	- 7,90	- 1,63	- 6,87	- 9,106	10,30
4 - 5	14,80	- 1	- 0,26	- 8,16	- 0,03	- 6,90	- 0,116	14,80
5 - 6	19,59	- 9	- 3,10	-11,26	- 2,80	- 9,70	- 8,134	19,79
6 - 7	19,29	1	0,34	-10,92	0,64	- 9,06	1,900	19,30
7 - 8	20,17	4	1,41	- 9,51	1,72	- 7,34	4,874	20,24
8 - 9	20,10	5	1,76	- 7,75	2,07	- 5,27	5,880	20,21
9 - 0	18,64	15	4,99	-2,76	5,27	0,00	15,787	19,37

Esempio di calcolo: P.to 1

$$D' = 19,29 \text{ m} \quad \alpha = 12^\circ$$

$$z_1 = D' \cdot \text{tg } \alpha = 19,29 \cdot \text{tg } (-12^\circ) = -4,10 \text{ m}$$

$$\Delta z_1 = -2,76 \text{ m} \quad \Sigma D' = 179,59 \text{ m}$$

$$z' = z_1 - \frac{\Delta z_1}{\Sigma D'} D' = (-4,10) - \frac{(-2,76)}{179,59} \cdot 19,29 = -3,80 \text{ m}$$

$$\alpha' = \text{arc tg } \frac{z'}{D'} = \text{arc tg } \frac{(-3,80)}{19,29} = -11^\circ,144$$

$$L' = \frac{D'}{\cos \alpha'} = \frac{19,29}{\cos (-11^\circ,144)} = 19,66 \text{ m}$$

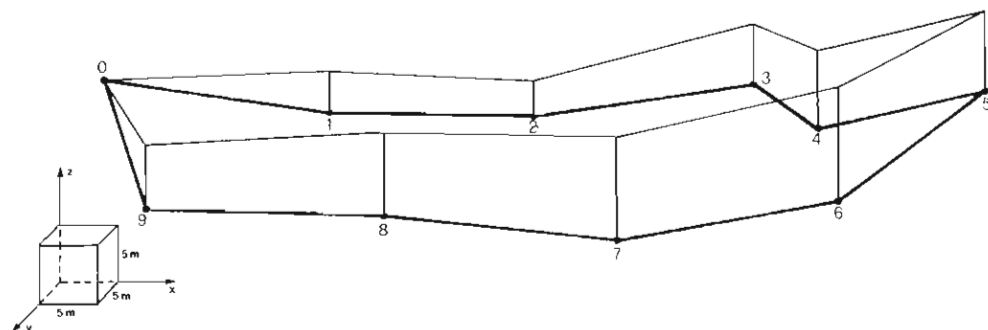


Fig. 3,20 - Rappresentazione della poligonale chiusa dell'esempio matematico trattato con le coordinate cartesiane desunte dopo la compensazione

Si è completata in questo modo la compensazione della poligonale dove le coordinate assolute (X, Y, Z) desunte dai dati battuta per battuta della lunghezza L' e degli angoli θ' e α' , assumono ora nel caposaldo iniziale-terminale valore zero.

3.04.5 - Poligonale aperta ad estremi vincolati

Quando viene realizzata una poligonale da un estremo ad un altro, le cui coordinate assolute siano rigorosamente note, è possibile la verifica degli errori. Il procedimento è del tutto simile a quello della poligonale chiusa precedentemente trattato.

Per maggior chiarezza del problema un esempio pratico: è stata svolta una poligonale con 15 battute da un caposaldo di partenza (P.to 0) ad uno d'arrivo (P.to 15) le cui coordinate assolute fra i due punti vengono precedentemente definite con precisione dalle coordinate polari:

$$L = 178,60 \text{ m} \quad \theta = 128^\circ \quad \alpha = -5^\circ$$

Le coordinate del punto finale della poligonale ricavate da quelle polari risultano:

$$X = L \cdot \cos \alpha \cdot \sin \theta = 178,60 \cdot \cos (-5^\circ) \cdot \sin 128^\circ = 140,20 \text{ m}$$

$$Y = L \cdot \cos \alpha \cdot \cos \theta = 178,60 \cdot \cos (-5^\circ) \cdot \cos 128^\circ = -109,54 \text{ m}$$

$$Z = L \cdot \sin \alpha = 178,60 \cdot \sin (-5^\circ) = -15,57 \text{ m}$$

Dai dati della poligonale vengono ora calcolate le coordinate relative ed assolute per verificare se nel punto finale (P.to 15) assumono valore uguale a quelle note precedentemente.

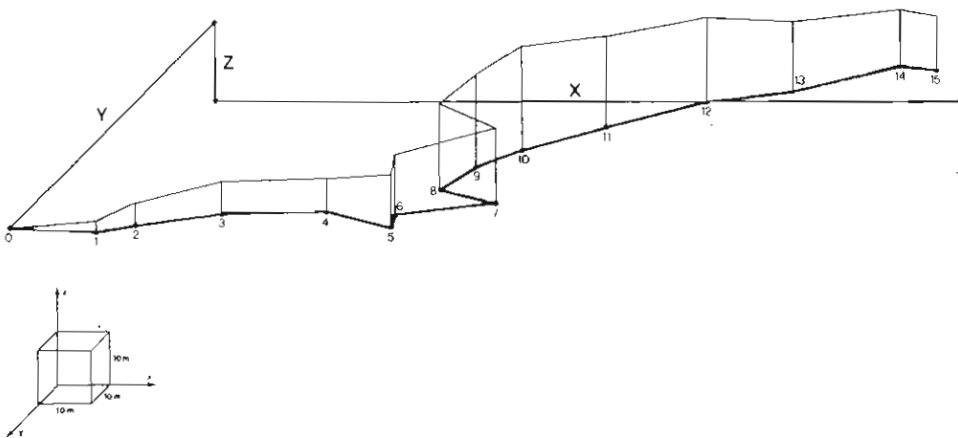


Fig. 3,21 - Rappresentazione della poligonale ad estremi vincolati dell'esempio matematico trattato con coordinate cartesiane desunte dal lavoro di campagna

P	L	θ	α	x	X	y	Y	z	Z
0 - 1	15,10	103	- 8	14,57	14,57	- 3,36	- 3,36	- 2,10	- 2,10
1 - 2	10,80	157	- 11	4,14	18,71	- 9,76	-13,12	- 2,06	- 4,16
2 - 3	17,30	132	- 7	12,76	31,47	-11,49	-24,61	- 2,11	- 6,27
3 - 4	19,20	96	- 3	19,07	50,54	- 2,00	-26,61	- 1,00	- 7,27
4 - 5	11,50	102	- 15	10,87	61,41	- 2,31	-28,92	- 2,98	-10,25
5 - 6	9,80	195	- 6	- 2,52	58,89	- 9,41	-38,33	- 1,02	-11,27
6 - 7	20,00	135	- 9	13,97	72,86	-13,97	-52,30	- 3,13	-14,40
7 - 8	19,80	230	- 5	-15,11	57,75	-12,68	-64,98	- 1,73	-16,13
8 - 9	16,30	175	- 5	1,41	59,16	-16,18	-81,16	- 1,42	-17,55
9 -10	15,60	168	- 8	3,21	62,37	-15,11	-96,27	- 2,17	-19,72
10 -11	15,30	110	+ 9	14,20	76,57	- 5,17	-101,44	2,39	-17,33
11 -12	18,50	123	+ 3	15,49	92,06	-10,06	-111,50	0,97	-16,36
12 -13	17,40	65	+ 10	17,07	109,13	1,49	-110,01	3,02	-13,34
13 -14	18,70	110	+ 7	17,44	126,57	- 6,35	-116,36	2,28	-11,06
14 -15	8,50	68	+ 3	7,87	134,44	+3,18	-113,18	0,44	-10,62

Esempio di calcolo: P.to 1

$$L = 15,10 \text{ m} \quad \theta = 103^\circ \quad \alpha = -8^\circ$$

$$x = L \cdot \cos \alpha \cdot \sin \theta = 15,10 \cdot \cos (-8^\circ) \cdot \sin 103^\circ = 14,57 \text{ m}$$

$$y = L \cdot \cos \alpha \cdot \cos \theta = 15,10 \cdot \cos (-8^\circ) \cdot \cos 103^\circ = 3,36 \text{ m}$$

$$z = L \cdot \sin \alpha = 15,10 \cdot \sin (-8^\circ) = -2,10 \text{ m}$$

Dalla poligonale è risultato che nel punto n. 15 la X risulta di 134,44 m, la Y di -113,18 m e la Z di -10,62 m assumendo come origine degli assi il punto iniziale della poligonale. Da un rapido calcolo della Δx , della Δy e della Δz fra le coordinate note e quelle desunte dalla poligonale si ha:

$$\Delta x = X - X_p = 140,20 - 134,44 = 5,76 \text{ m}$$

$$\Delta y = Y - Y_p = -109,54 - (-113,18) = 3,64 \text{ m}$$

$$\Delta z = Z - Z_p = -15,57 - (-10,62) = -4,95 \text{ m}$$

È necessaria ora la verifica se tali errori siano minori della tolleranza T definita per le poligonali chiuse.

$$\text{Visto che } \Sigma L = 233,80 \text{ m}, \quad T = 1\% \Sigma L = 2,338 \text{ m}$$

la Δx , Δy , Δz risultano maggiori della tolleranza:

$$\Delta x > T \quad 5,76 \text{ m} > 2,338 \text{ m}$$

$$\Delta y > T \quad 3,64 \text{ m} > 2,338 \text{ m}$$

$$\Delta z > T \quad 4,95 \text{ m} > 2,338 \text{ m}$$

P	x'	X'	y'	Y'	θ'	D'	α	z'	Z'	z'	Z'	α	L'
N°	metri	metri	metri	metri	gradi	metri	gradi	metri	metri	metri	metri	gradi	metri
0 - 1	14,94	14,94	- 3,12	- 3,12	101,796	15,26	- 8	- 2,14	- 2,14	- 2,47	- 2,47	-9,194	15,46
1 - 2	4,40	19,34	- 9,59	-12,71	155,354	10,55	-11	- 2,05	- 4,19	- 2,28	- 4,75	-12,195	10,79
2 - 3	13,19	32,53	-11,22	-23,93	130,386	17,32	- 7	- 2,13	- 6,32	- 2,51	- 7,26	- 8,246	17,50
3 - 4	19,55	52,08	- 1,70	-25,63	94,970	19,62	- 3	- 1,03	- 7,35	- 1,46	- 8,72	- 4,256	19,67
4 - 5	11,15	63,23	- 2,13	-27,76	100,815	11,35	-15	- 3,04	-10,39	- 3,29	- 12,01	-16,165	11,82
5 - 6	-2,28	60,95	- 9,27	-37,03	193,818	9,55	- 6	- 1,00	-11,39	- 1,21	- 13,22	- 7,221	9,63
6 - 7	14,46	75,41	-13,66	-50,69	133,370	19,89	- 9	- 3,15	-14,54	- 3,58	- 16,80	-10,203	20,21
7 - 8	-14,62	60,79	-12,37	-63,06	229,765	19,15	- 5	- 1,67	-16,21	- 2,09	- 18,89	- 6,229	19,26
8 - 9	1,81	62,60	-15,92	-78,98	173,514	16,02	- 5	- 1,40	-17,61	- 1,75	- 20,64	- 6,234	16,11
9 -10	3,59	66,19	-14,87	-93,85	166,427	15,30	- 8	- 2,15	-19,76	- 2,49	- 23,13	- 9,243	15,50
10-11	14,58	80,77	- 4,93	-98,78	108,682	15,39	+ 9	2,44	-17,32	2,10	- 21,03	+ 7,770	15,53
11-12	15,95	96,72	- 9,77	-108,55	121,489	18,70	+ 3	0,98	-16,34	0,57	- 20,46	+ 1,746	18,71
12-13	17,50	114,22	1,76	-106,79	84,257	17,59	+10	3,10	-13,24	2,71	- 17,75	+ 8,758	17,80
13-14	17,90	132,12	- 6,06	-112,85	108,703	18,90	+ 7	2,32	-10,92	1,91	-15,84	+ 5,771	19,00
14-15	8,08	140,20	3,31	-109,54	67,723	8,73	+ 3	0,46	-10,46	0,27	-15,57	+ 1,765	8,73

Si procede alla compensazione matematica degli errori nella poligonale, come precedentemente svolto per la poligonale chiusa.

Sempre valide le relazioni precedentemente riportate, quali:

$$x' = x - \frac{\Delta x}{\Sigma D} \cdot D \qquad y' = y - \frac{\Delta y}{\Sigma D} \cdot D$$

dove:

$$\Sigma D = D_1 + \dots + D_{14} = L_1 \cdot \cos \alpha_1 + \dots + L_{14} \cdot \cos \alpha_{14}$$

$$\theta' = \text{arc tg} \frac{x'}{y'} \qquad D' = \sqrt{(x')^2 + (y')^2}$$

$$z_1 = D' \cdot \text{tg} \alpha \qquad z' = z_1 - \frac{\Delta z_1}{\Sigma D'} \cdot D'$$

dove: $D' = D'_1 + D'_2 + \dots + D'_{14}$

$$\alpha' = \text{arc tg} \frac{z'}{D'} \qquad L' = \frac{D'}{\cos \alpha'}$$

Esempio di calcolo: P.to 1

$$x = 14,57 \text{ m} \qquad y = 3,36 \text{ m} \qquad \Delta x = 5,76 \text{ m} \qquad \Delta y = 3,64 \text{ m}$$

$$\Sigma D = 231,69 \text{ m} \qquad D = 14,95 \text{ m}$$

$$x' = x - \frac{\Delta x}{\Sigma D} \cdot D = (14,57 - \frac{5,76}{231,69} \cdot 14,95) = 14,94 \text{ m}$$

$$y' = y - \frac{\Delta y}{\Sigma D} \cdot D = (-3,36 - \frac{3,64}{231,69} \cdot 14,95) = -3,12 \text{ m}$$

$$\theta' = -\text{arc tg} \frac{x'}{y'} = \text{arc tg} \frac{14,94}{(-3,12)} = 101^{\circ},796$$

$$D' = \sqrt{(x')^2 + (y')^2} = \sqrt{(14,94)^2 + (-3,12)^2} = \sqrt{232,94} = 15,26 \text{ m}$$

$$z_1 = D' \cdot \text{tg} \alpha = 15,26 \cdot \text{tg} (-8^{\circ}) = -2,14 \text{ m}$$

$$\Delta z_1 = Z - Z_1 = (-15,57) - (-10,46) = -5,11 \text{ m}$$

$$\Sigma D' = 233,32 \text{ m}$$

$$z' = z_1 - \frac{\Delta z_1}{\Sigma D'} \cdot D' = (-2,14) - \frac{(-5,11)}{233,32} \cdot 15,26 = 2,47 \text{ m}$$

$$\alpha' = \text{arc tg} \frac{z'}{D'} = \text{arc tg} \frac{(-2,47)}{15,26} = -9^{\circ},194$$

$$L' = \frac{D'}{\cos \alpha'} = \frac{15,26}{\cos (-9^{\circ},194)} = 15,46 \text{ m}$$

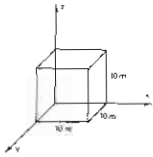
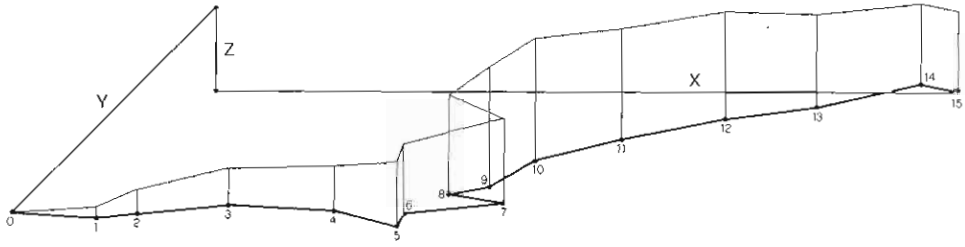


Fig. 3,22 - Rappresentazione della poligonale ed estremi vincolati dell'esempio matematico trattato con coordinate cartesiane desunte dopo la compensazione



Misure psicometriche nelle grotte vaporose del Monte Kronio (Sciaccia) nel 1959. Nella fotografia Carlo Finocchiaro (Foto Archivio S.A.G.)

3.05 - Misura indiretta delle distanze

Quando non è possibile fare affidamento su più di un punto di riferimento e questo non dista più di 500 - 1000 metri, può essere adottato il sistema di misurazione indiretta.

Si collima il punto visibile, quindi dal punto di osservazione si determina una direzione a 90° rispetto all'azimut del punto di riferimento (scegliere il lato in cui si dispone di una zona sufficientemente piana e regolare). Lungo questa direzione si misura accuratamente una base di conveniente lunghezza (almeno $30 \div 40$ metri) sino ad un punto "A". Da questo si collima nuovamente lo stesso punto di riferimento e si effettua la misurazione del nuovo angolo azimutale (angolo che chiameremo " γ "). La posizione potrà in seguito venire ricavata graficamente, ricostruendo in scala conveniente i due triangoli così misurati, oppure ricorrendo alla trigonometria come da formule e disegno sottoriportati:

$$L = b \cdot \cotg \gamma \quad \text{e} \quad D = L \cdot \cos \alpha$$

da cui $D = b \cdot \cotg \gamma \cdot \cos \alpha$

dove:

- P = Punto di osservazione
- b = Base misurata
- L = Lunghezza lato PR
- D = Distanza ridotta all'orizzonte PR
- R = Punto di riferimento
- γ = Angolo azimutale PAR
- α = Angolo verticale

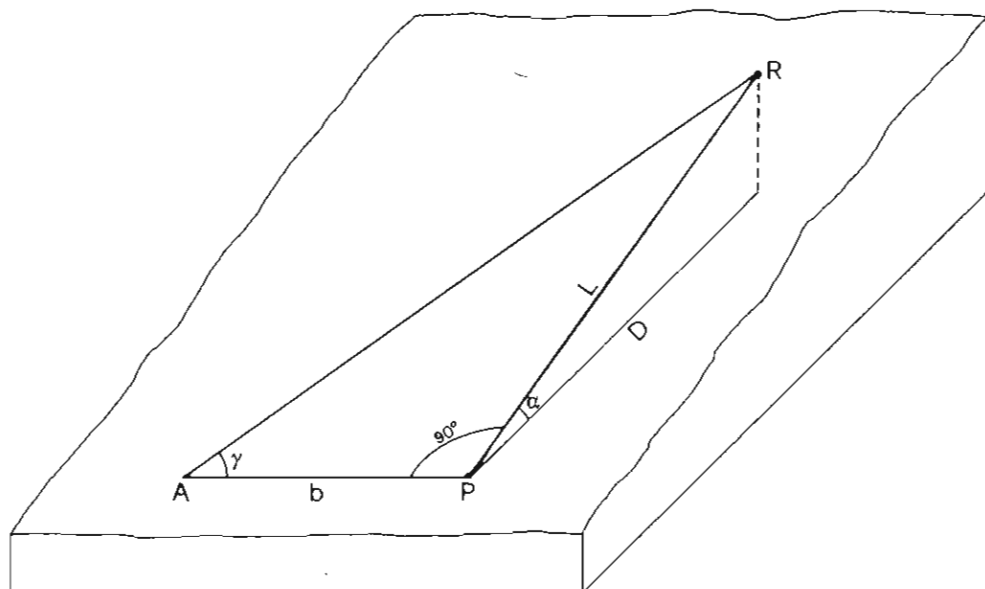


Fig. 3,23 - Misura indiretta delle distanze

4 - POSIZIONAMENTO DI UNA CAVITÀ

4.01 - Posizionamento planimetrico

La prima incombenza del rilevatore sarà, qualora questa non fosse già determinata, di stabilire la posizione topografica dell'ingresso della cavità.

Si presuppone di essere dotati della strumentazione minima indispensabile (bussola, eclimetro, nastro metrico) e di una carta topografica a grande scala della zona. Seguono ora i principali metodi di posizionamento di risoluzione grafica e/o matematica; per i tre sistemi principali è riportato un esempio pratico con l'utilizzo di una cartografia tecnica. Stesso procedimento è comunque da seguire per qualsiasi altro tipo di carta topografica usata.

4.01.1 - Metodo grafico per intersezione di punti

Il sistema consta inizialmente nel trovare almeno due (meglio 3 o 4) punti notevoli ben visibili dal caposaldo da posizionare e di sicura individuazione sulla carta topografica in possesso. Prestare molta attenzione in questa scelta nelle cime dei monti in quanto spesso ci si può confondere con un'anticima. Sono consigliabili perciò tralicci d'alta tensione (se riportati), campanili, torri, ecc.

Se si è in possesso di una cartografia I.G.M. in scala 1:25.000, la massima distanza consigliata dal punto da posizionare a quello da collimare, è di $1 \div 1,5$ km; utilizzando una bussola con approssimazione al mezzo grado ed in modo che non si rendano necessarie altre correzioni relative alla sfericità della terra ed alla rifrazione ottica, un punto collimato ad 1 km di distanza offre un'approssimazione sul terreno di circa 8,7 m ($\text{tg } 0,5^\circ \cdot 1000 \text{ m} \approx 8,73 \text{ m}$).

Se si è in possesso della cartografia tecnica in scala 1:5.000, la massima distanza consigliata sono i $500 \div 600$ metri ($\text{tg } 0,5^\circ \cdot 500 \text{ m} \approx 4,36 \text{ m}$).

Scelti i capisaldi, questi vengono collimati uno ad uno, effettuando con la bussola la lettura al polo Sud dell'ago oppure normalmente e sottraendo successivamente 180° alla lettura eseguita. Si riportano quindi dette direzioni con l'ausilio di un comune rapportatore (goniometro) orientato lungo l'asse N-S della carta, sulla stessa carta topografica, tenendo conto - possibilmente - in fase di calcolo della declinazione magnetica per la zona in oggetto.

Data l'imprecisione dei riporti grafici e la limitata sensibilità nelle letture della bussola, difficilmente dette direzioni convergeranno in un unico punto. Si terrà pertanto valida la posizione rappresentata dal centro del piccolo poligono che si viene a formare dall'incrocio degli assi di direzione.

Con l'ausilio dell'altimetro si potrà quindi controllare approssimativamente che la quota corrisponda a quella rilevabile dalle curve di livello della carta.

Esempio pratico:

Da un punto della parte di carta rappresentata in Tav. 4,1, sono stati collimati con la bussola i seguenti punti notevoli definiti dalle quote:

quota 352,0 un azimut di 324°

quota 371,0 un azimut di 3°

quota 356,2 un azimut di $66^\circ,5$

In base alle note aggiuntive riportate sotto la carta è da definire la declinazione magnetica della zona, riferita all'anno 1990, anno nel quale è stato eseguito il rilevamento.

Dai dati in nostro possesso, risulta che nel 1975 era pari a $2^{\circ}35'$ ed il suo valore è diminuito annualmente di $3'$.

Dato che dal 1975 al '90 sono passati 15 anni, la declinazione magnetica all'anno del rilevamento risulta essere pari a:

$$\delta_{75} - (\Delta t \cdot 3') = 2^{\circ}35' - (15 \cdot 3') = 1^{\circ}50'$$

Gli angoli azimutali per esser riportati sulla carta devono pertanto esser corretti di $-1^{\circ}50'$ (nel caso il Nord magnetico fosse spostato a destra rispetto al Nord geografico, la correzione sarebbe da assumerla come valore positivo).

I dati nel nostro caso risultano perciò essere:

q. 352,0 un azimut di $(324^{\circ} - 1^{\circ}50') = 322^{\circ}10'$

q. 371,0 un azimut di $(3^{\circ} - 1^{\circ}50') = 1^{\circ}10'$

q. 356,2 un azimut di $(66^{\circ},5 - 1^{\circ}50') = 64^{\circ}40'$

Per il riporto sulla carta è necessario ancora il calcolo al polo opposto delle letture azimutali; questo viene eseguito sottraendo 180° .

q. 352,0 un azimut di $(322^{\circ}10' - 180^{\circ}) = 142^{\circ}10'$

q. 371,0 un azimut di $(1^{\circ}10' - 180^{\circ}) = 181^{\circ}10'$

q. 356,2 un azimut di $(64^{\circ}40' - 180^{\circ}) = 244^{\circ}40'$

Riportate graficamente le tre direzioni sulla carta di Tav. 4,1, risulta che il punto individuato si trova al centro del piccolo poligono (nel nostro caso un triangolo). Le sue coordinate piane riferite al sistema nazionale Gauss-Boaga, riportato sulla carta, risultano essere:

2421045 mE / 5067840 mN

4.01.2 - Metodo matematico per intersezione di punti

Mantenendo valido il procedimento precedente e le indicazioni per la scelta dei punti notevoli, la posizione del caposaldo viene effettuata per via trigonometrica con la formula di "Pothot", secondo il problema di intersezione inversa o di Snellius.

Questo sistema, anche se laborioso, è assolutamente indipendente dal magnetismo e dall'imprecisione dello stesso mezzo grafico: fornisce risultati tanto più esatti quanto più precisa è la misurazione sul terreno degli angoli ed il calcolo delle coordinate dei punti collimati.

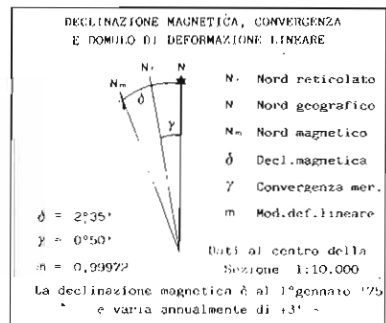
Tav. 4,1 -

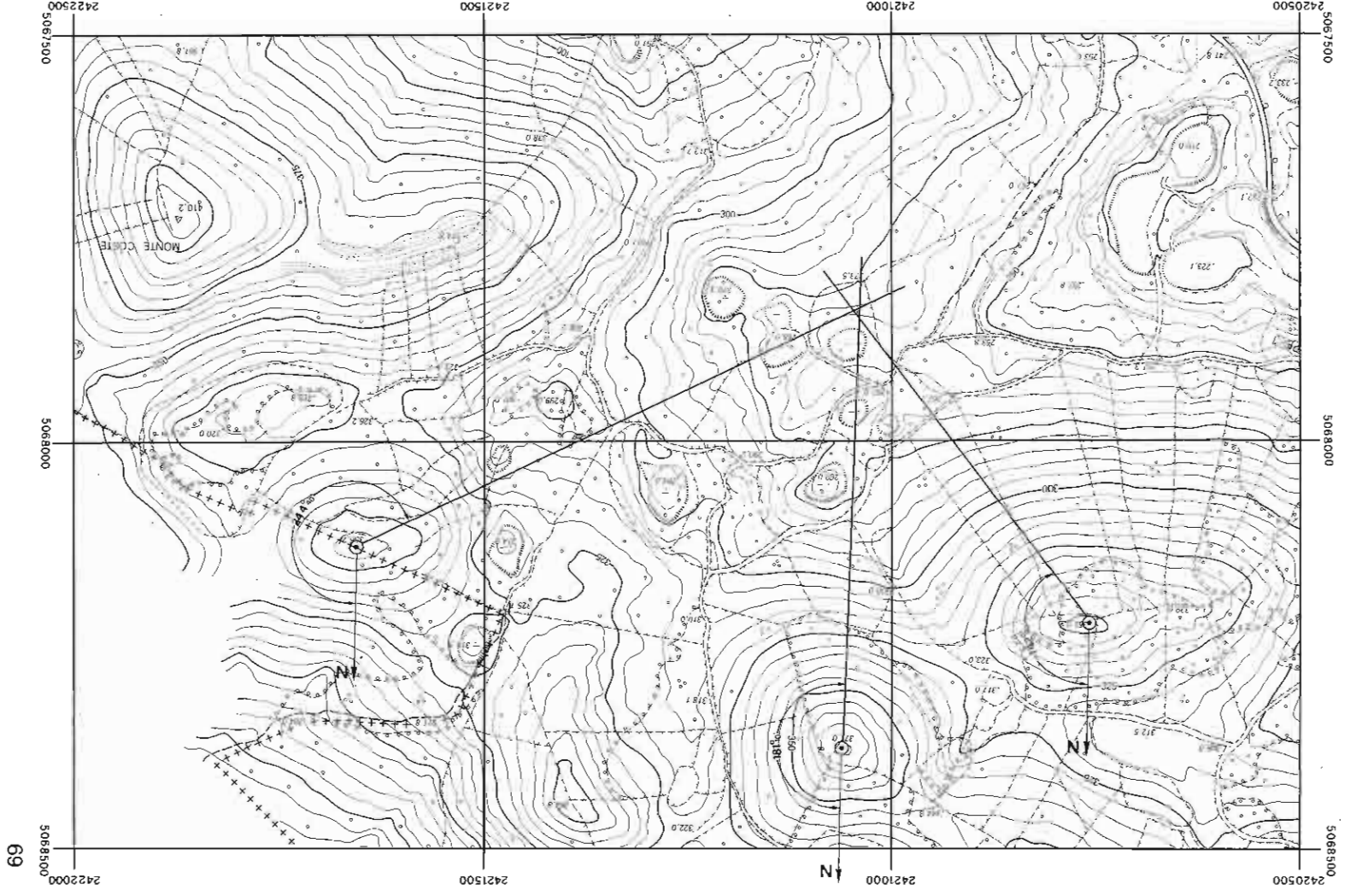
Equidistanza fra le curve di livello metri 5 (per le curve a tratti mt. 1)

Altimetria espressa in metri e riferita al livello medio marino (mareografo di Genova).

Coordinate geografiche riferite al sistema E.D. 1950.

Coordinate piane riferite al sistema nazionale Gauss-Boaga.





Come strumento è consigliato usare un tacheometro o analogo, purchè abbia una sensibilità di lettura non inferiore ai $10' \div 15'$ sessagesimali ($20' \div 25'$ centesimali).

Per semplificare lo svolgimento del problema, questo può esser suddiviso in quattro distinte parti:

- 1) Identificazione dei tre punti notevoli sulla cartografia in possesso e calcolo delle loro coordinate. Queste possono essere scelte arbitrariamente rispetto ad un qualsiasi sistema di assi di riferimento. Per comodità di risoluzione matematica si consiglia di adottare quelle di tipo chilometrico riportate sulla cartografia a disposizione.
- 2) Collimazione di detti punti con un tacheometro o altro strumento simile e misurazione dei relativi angoli.
- 3) Calcolo delle coordinate chilometriche del caposaldo con relazioni trigonometriche e l'applicazione della formula di "Pothenet".

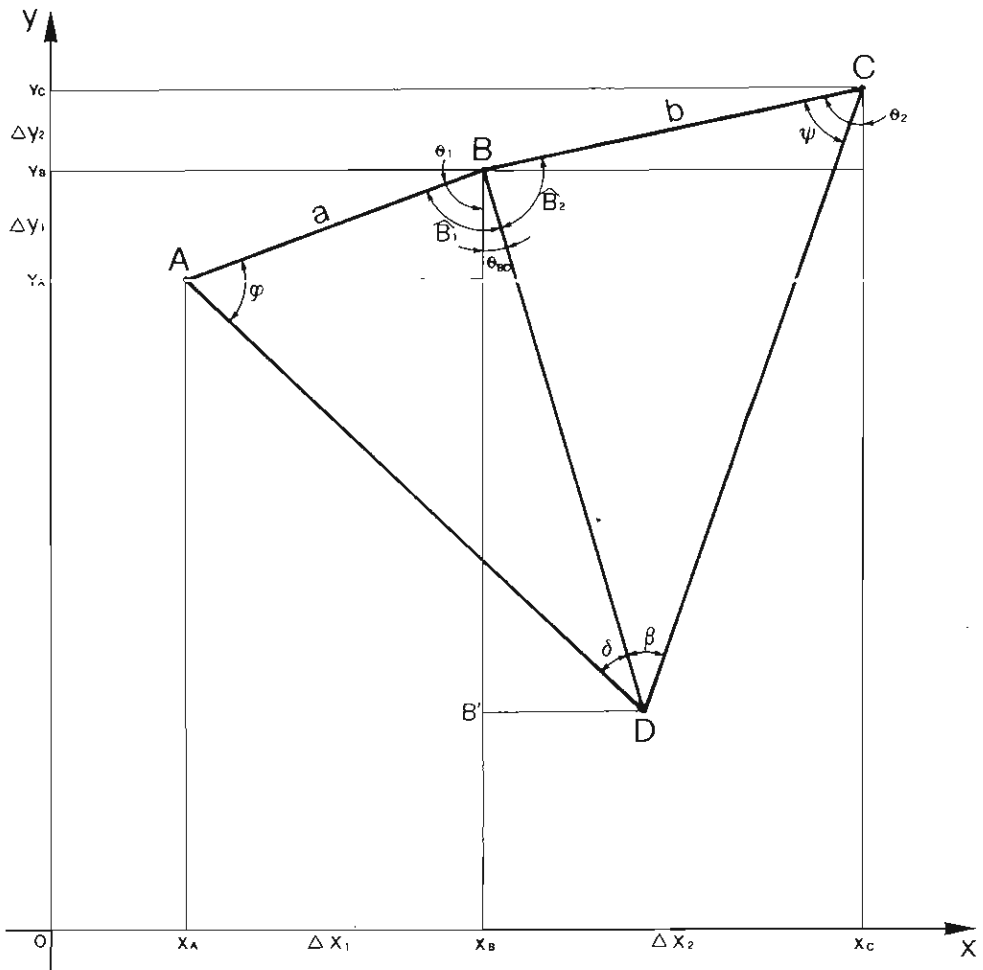


Fig. 4,1 - Rappresentazione schematica di angoli e lati del problema di Pothenet

4) Trasformazione delle coordinate chilometriche in geografiche e determinazione della quota del caposaldo.

Calcolate le coordinate (X, Y) dei punti A, B, C rispetto al sistema di assi cartesiani in figura; collimati dal caposaldo D i sopraccitati punti, sono stati definiti gli angoli δ e β . Inizialmente è necessario determinare le distanze $a = \overline{AB}$, $b = \overline{BC}$ e l'angolo in \hat{B} rivolto verso il caposaldo D, definito \widehat{ABC} .

Si calcolano le distanze fra i punti A-B e B-C:

$$\Delta x_1 = |X_A - X_B| \quad \Delta x_2 = |X_B - X_C|$$

$$\Delta y_1 = |Y_A - Y_B| \quad \Delta y_2 = |Y_B - Y_C|$$

da cui gli angoli θ_1 e θ_2 :

$$\theta_1 = \arctg \frac{\Delta x_1}{\Delta y_1} \quad , \quad \theta_2 = \arctg \frac{\Delta x_2}{\Delta y_2}$$

Si è a conoscenza di tutti i dati per il calcolo dei lati a e b:

$$a = \frac{\Delta x_1}{\sin \theta_1} = \frac{\Delta y_1}{\cos \theta_1} \quad b = \frac{\Delta x_2}{\sin \theta_2} = \frac{\Delta y_2}{\cos \theta_2}$$

L'angolo in B, risulta essere per il caso rappresentato in figura, pari a:

$$\hat{B} = (\theta_2 - \theta_1) + 180^\circ$$

Per il suo calcolo, come regola generale, si consiglia la rappresentazione grafica del problema in modo da valutare, caso per caso, la relazione fra il θ_2 ed il θ_1 per la determinazione del \hat{B} . Essendo i triangoli ADB e BDC adiacenti come lato in BD, la somma di tutti gli angoli interni è pari a 360° :

$$\delta + \beta + \hat{B} + \varphi + \psi = 360^\circ$$

Per l'introduzione della formula di "Pothotot" è da calcolare il valore di $\frac{\varphi + \psi}{2}$, desumibile dalla precedente relazione:

$$1. \quad \frac{\varphi + \psi}{2} = 180^\circ - \frac{\delta + \beta + \hat{B}}{2}$$

ed il calcolo della sua tangente per le successive applicazioni.

$$2. \quad \operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2} = \operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2} \cdot \operatorname{tg} (45^\circ - \lambda)$$

dove la $\operatorname{tg} \lambda = \frac{a \cdot \sin \beta}{b \cdot \sin \delta}$ che è definito come angolo ausiliario.

Dimostrazione matematica del problema:

$$\sin \varphi = \frac{BD \cdot \sin \delta}{a} \quad \sin \psi = \frac{BD \cdot \sin \beta}{b}$$

$$\text{dividendo membro a membro: } \frac{\sin \varphi}{\sin \psi} = \frac{b \cdot \sin \delta}{a \cdot \sin \beta}$$

Introducendo ora come angolo ausiliario in λ , determinato dalla relazione:

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{a \cdot \sin \beta}{b \cdot \sin \delta} \quad \frac{1}{\operatorname{tg} \lambda} = \frac{\sin \varphi}{\sin \psi}$$

Componendo e dividendo si ottiene: $\frac{\text{sen } \varphi - \text{sen } \psi}{\text{sen } \varphi + \text{sen } \psi} = \frac{1 - \text{tg } \lambda}{1 + \text{tg } \lambda}$

ricordando che: $\frac{\text{sen } \varphi - \text{sen } \psi}{\text{sen } \varphi + \text{sen } \psi} = \frac{\text{tg } \frac{\varphi - \psi}{2}}{\text{tg } \frac{\varphi + \psi}{2}}$

e che: $\frac{1 - \text{tg } \lambda}{1 + \text{tg } \lambda} = \frac{\text{tg } 45^\circ - \text{tg } \lambda}{1 + \text{tg } 45^\circ \text{tg } \lambda} = \text{tg } (45^\circ - \lambda)$

si ha che: $\frac{\text{tg } \frac{\varphi - \psi}{2}}{\text{tg } \frac{\varphi + \psi}{2}} = \text{tg } (45^\circ - \lambda)$

da cui: $\text{tg } \frac{\varphi - \psi}{2} = \text{tg } \frac{\varphi + \psi}{2} \text{tg } (45^\circ - \lambda)$

Sommando ora la (1) con la (2), si viene a trovare il valore dell'angolo φ ; sottraendo la (1) alla (2), si trova quello dell'angolo ψ .

$$\frac{\varphi + \psi}{2} + \frac{\varphi - \psi}{2} = \varphi \quad \frac{\varphi + \psi}{2} - \frac{\varphi - \psi}{2} = \psi$$

Conoscendo le lunghezze dei lati a e b , i valori dei suoi rispettivi angoli adiacenti (φ e ψ) e degli angoli all'opposto vertice (δ , β), nei triangoli ADB e BDC adiacenti come lato in BD , si calcola la distanza fra il punto B ed il punto D :

$$\overline{BD} = \frac{a \cdot \text{sen } \varphi}{\text{sen } \delta} = \frac{b \cdot \text{sen } \psi}{\text{sen } \beta}$$

Da calcolare è il valore degli angoli $\widehat{B}_1 = \widehat{ABD}$ e $\widehat{B}_2 = \widehat{CBD}$:

$$\widehat{B}_1 = 180^\circ - \varphi - \delta \quad \widehat{B}_2 = 180^\circ - \psi - \beta$$

L'angolo θ_{BD} , posto al vertice B del triangolo $BB'D$, riferendosi al caso rappresentato in figura, equivale:

$$3. \quad \theta_{BD} = \widehat{B}_1 - \theta_1$$

$$4. \quad \theta_{BD} = (180^\circ - \theta_2) - \widehat{B}_2$$

La definizione dei lati BB' e $B'D$, danno i valori della Δx e della Δy del vertice D rispetto al punto B :

$$\overline{BB'} = \Delta y_{BD} = \overline{BD} \cdot \cos \theta_{BD} \quad , \quad \overline{B'D} = \Delta x_{BD} = \overline{BD} \cdot \text{sen } \theta_{BD}$$

La negatività o positività della Δx e della Δy rispetto al punto B , è legata direttamente dal segno dell'angolo θ_{BD} ricavato dalla precedente (3) per la Δx , dalla (4) per la Δy . La (3) e la (4) danno valore dell'angolo θ_{BD} uguale in valore assoluto, ma diverso per segno.

Il calcolo delle coordinate X_D e Y_D del punto D sono date da:

$$X_D = X_B + \Delta x_{BD}$$

$$Y_D = Y_B + \Delta y_{BD}$$



Monte Canin, abisso Davanzo. Il sifone del fondo ora senz'acqua

(Foto P. Pezzolato)

PUNTI	COORDINATE PUNTI MISUR.		DIFFERENZE COORD. PUNTI		CALCOLO ANGOLO "θ"		ANGOLO IN B		DISTANZE "d" PUNTI A-B-C	
	X	Y	Δx	Δy	$\text{tg } \theta = \frac{\Delta x}{\Delta y}$	θ	\widehat{B}	$d = \frac{\Delta x}{\text{sen } \theta_1}, \frac{\Delta y}{\text{cos } \theta_2}$		
A	m	m	m	m		θ_1		a =		
B	m	m	m	m		θ_2		b =		
C	m	m	m	m						
δ	β	\widehat{B}	$\frac{\varphi + \psi}{2} =$ $= 180^\circ - \frac{\delta + \beta + \widehat{B}}{2}$	$\pm \text{tg } \frac{\varphi + \psi}{2}$	a	sen β	b	sen δ	$\text{tg } \lambda = \frac{a \text{ sen } \beta}{b \text{ sen } \delta}$	
λ	$45 - \lambda$	$\text{tg } \frac{\varphi - \psi}{2} =$ $= \text{tg } \frac{\varphi + \psi}{2} \text{tg}(45^\circ \lambda)$	$\frac{\varphi - \psi}{2}$	φ	ψ	sen φ	sen ψ	\widehat{B}_1 $= 180^\circ - \delta - \varphi$	\widehat{B}_2 $= 180^\circ - \psi - \beta$	θ_{BO} $\widehat{B}_2 - \theta_2 = -\theta_{BO}$
θ_{BO} $\widehat{B}_1 - \theta_1 = \theta_{BO}$	cos θ _{BO}	sen θ _{BO}	\overline{BD} $\frac{a \text{ sen } \varphi}{\text{sen } \delta} = \frac{b \text{ sen } \psi}{\text{sen } \beta}$	Δx_{BO} $\overline{BD} \text{ sen } \theta_{BO}$	Δy_{BO} $\overline{BD} \text{ cos } \theta_{BO}$	P	X	Y		
						B	m	m		
						D	m	m		

Fig. 4,2 - Tabella di semplificazione procedurale del problema di intersezione inversa o di «Pothénot»

Esempio pratico:

Da un punto della parte della carta rappresentata in Tav. 4,2, sono stati collimati tramite un tacheometro tre caposaldi noti posti nelle sue vicinanze.

Sono stati definiti come punto "D" il punto da posizionare, come punto "A" la quota 352,0 m, come punto "B" la quota 371,0 m, come punto "C" la quota 356,2 m.

Sono state eseguite tre tipi di letture angolari in modo da definire nel modo più corretto possibile i valori degli angoli d'interesse nelle fasi successive di calcolo. Queste sono state:

D — A : 0°	D — A : 34°,65	D — A : 253°,09
D — B : 34°,80	D — B : 0°	D — B : 287°,74
D — C : 107°,20	D — C : 72°,24	D — C : 0°

Eseguendo la lettura nel senso destrorso.

Gli angoli δ e β di nostro interesse, sono dati nella prima lettura da:

$$\delta = D-B = 34^\circ,80 \quad \beta = (D-C) - (D-B) = 72^\circ,40$$

nella seconda lettura da:

$$\delta = D-A = 34^\circ,65 \quad \beta = D-C = 72^\circ,24$$

nella terza lettura da:

$$\delta = (D-B) - (D-A) = 34^\circ,65 \quad \beta = 360^\circ - (D-B) = 72^\circ,26$$

Dalla media fra i vari valori risulta che:

$$\delta = 34^\circ,70 \quad \beta = 72^\circ,30$$

Le posizioni piane riferite al sistema nazionale Gauss-Boaga dei punti traguardati risultano essere:

quota 352,0	2420757 mE	5068225 mN	punto "A"
quota 371,0	2421060 mE	5068380 mN	punto "B"
quota 356,2	2421655 mE	5068128 mN	punto "C"

Secondo quanto prima è stato illustrato a riguardo della risoluzione matematica del problema di intersezione inversa, vengono adottati i medesimi simboli nel proseguo dell'esercizio.

$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= |X_A - X_B| = |2420257 - 2421060| \text{ mE} = 303 \text{ mE} \\ \Delta y_1 &= |Y_A - Y_B| = |5068225 - 5068380| \text{ mN} = 155 \text{ mN} \\ \Delta x_2 &= |X_B - X_C| = |2421060 - 2421655| \text{ mE} = 595 \text{ mE} \\ \Delta y_2 &= |Y_B - Y_C| = |5068380 - 5068128| \text{ mN} = 252 \text{ mN} \end{aligned}$$

$$\theta_1 = \text{arc tg} \frac{\Delta x_1}{\Delta y_1} = \text{arc tg} \frac{303}{155} = 62^\circ,908$$

$$\theta_2 = \text{arc tg} \frac{\Delta x_2}{\Delta y_2} = \text{arc tg} \frac{595}{252} = 67^\circ,046$$

$$a = \frac{\Delta x_1}{\text{sen } \theta_1} = \frac{\Delta y_1}{\text{cos } \theta_1} = \frac{303}{0,8903} = \frac{155}{0,4554} = 340,34 \text{ m}$$

$$b = \frac{\Delta x_2}{\text{sen } \theta_2} = \frac{\Delta y_2}{\text{cos } \theta_2} = \frac{595}{0,9208} = \frac{252}{0,3900} = 646,16 \text{ m}$$

$$\widehat{B} = (\theta_2 + \theta_1) = (67^\circ,046 + 62^\circ,908) = 129^\circ,954$$

$$\frac{\varphi + \psi}{2} = 180^\circ - \frac{\delta + \beta + \widehat{B}}{2} = 180^\circ - \frac{34^\circ,70 + 72^\circ,30 + 129^\circ,964}{2} = 61^\circ,523$$

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2} = \operatorname{tg} \frac{\varphi + \psi}{2} \cdot \operatorname{tg} (45^\circ - \lambda) = \operatorname{tg} 61^\circ,523 \cdot \operatorname{tg} (45^\circ - 41^\circ,394) = 0,1162$$

$$\text{dove } \lambda = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{a \cdot \operatorname{sen} \beta}{b \cdot \operatorname{sen} \delta} = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{340,34 \cdot \operatorname{sen} 72^\circ,30}{646,16 \cdot \operatorname{sen} 34^\circ,70} = 41^\circ,394$$

$$\frac{\varphi - \psi}{2} = 6^\circ,627$$

$$\varphi = \frac{\varphi + \psi}{2} + \frac{\varphi - \psi}{2} = 61^\circ,523 + 6^\circ,627 = 68^\circ,150$$

$$\psi = \frac{\varphi + \psi}{2} - \frac{\varphi - \psi}{2} = 61^\circ,523 - 6^\circ,627 = 54^\circ,896$$

$$\overline{BD} = \frac{a \cdot \operatorname{sen} \varphi}{\operatorname{sen} \delta} = \frac{340,34 \cdot \operatorname{sen} 68^\circ,150}{\operatorname{sen} 34^\circ,70} = 554,895 \text{ m}$$

$$BD = 554,90 \text{ m}$$

$$\overline{BD} = \frac{b \cdot \operatorname{sen} \psi}{\operatorname{sen} \beta} = \frac{646,16 \cdot \operatorname{sen} 54^\circ,896}{\operatorname{sen} 72^\circ,30} = 554,897 \text{ m}$$

$$\widehat{B}_1 = 180^\circ - \varphi - \delta = 180^\circ - 68^\circ,150 - 34^\circ,70 = 77^\circ,150$$

$$\widehat{B}_2 = 180^\circ - \psi - \beta = 180^\circ - 54^\circ,896 - 72^\circ,30 = 52^\circ,804$$

$$\theta_{BD} = \widehat{B}_1 - \theta_1 = 77^\circ,150 - 62^\circ,908 = 14^\circ,242$$

$$\theta_{BD} = \widehat{B}_2 - \theta_2 = 52^\circ,804 - 67^\circ,046 = -14^\circ,242$$

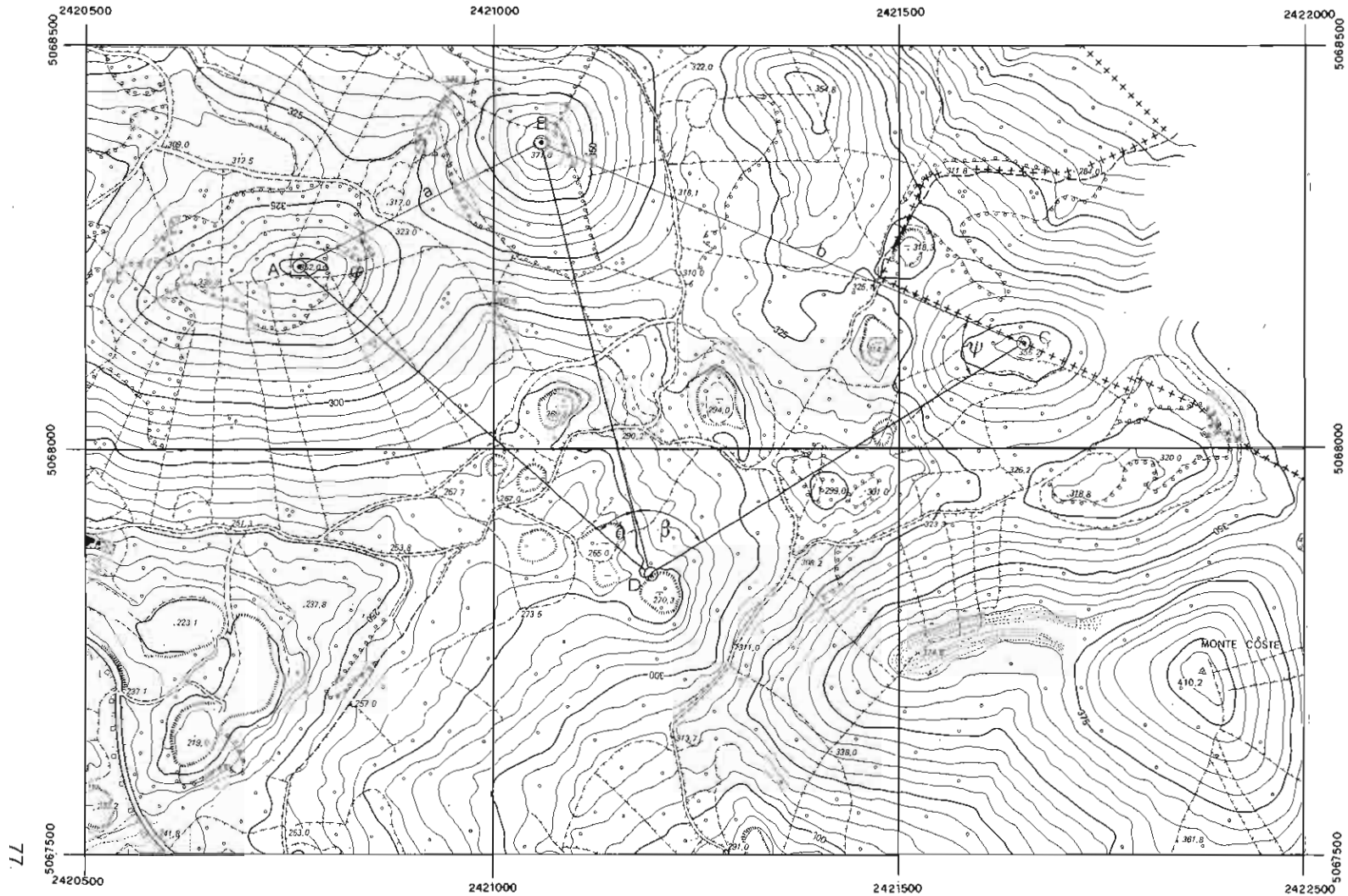
$$\Delta y_{BD} = \overline{BD} \cdot \cos \theta_{BD} = 554,90 \cdot \cos (-14^\circ,242) = -537,84 \text{ m}$$

$$\Delta x_{BD} = \overline{BD} \cdot \operatorname{sen} \theta_{BD} = 554,90 \cdot \operatorname{sen} 14^\circ,242 = 136,51 \text{ m}$$

$$X_D = X_B + \Delta x_{BD} = (2421060 + 136,51) \text{ mE} = 2421196,51 \text{ mE}$$

$$Y_D = Y_B + \Delta y_{BD} = 5068380 + (-537,84) \text{ mN} = 5067842,16 \text{ mN}$$

Per una semplificazione della risoluzione matematica del problema di intersezione inversa, è possibile utilizzare lo schema rappresentato in Fig. 4,2, restando sempre valide le relazioni precedentemente trattate.



77

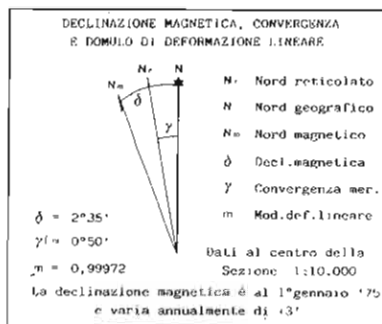
Tav. 4.2 -

Equidistanza fra le curve di livello metri 5 (per le curve a tratti mt. 1).

Altimetria espressa in metri e riferita al livello medio marino (mareografo di Genova).

Coordinate geografiche riferite al sistema E.D. 1950.

Coordinate piane riferite al sistema nazionale Gauss-Boaga.



4.01.3 - Poligonazione da punto noto

Nel caso che nei pressi del punto da posizionare vi sia un sicuro caposaldo di riferimento, riportato sulla carta topografica a disposizione, quindi di coordinate e quota certe, è possibile svolgere una poligonazione fra questi due punti.

Il suo svolgimento è del tipo visto in precedenza (aperta semplice o chiusa), con l'assunzione dei dati, battuta per battuta, della lunghezza, dell'angolo azimutale e quello di elevazione.

Vista la grande scala di riduzione di normale utilizzo nelle carte topografiche (1:25.000 o 1:5.000) rispetto alla lunghezza che normalmente si sviluppa nella poligonazione, il suo riporto per via grafica sulla carta è del tutto impreciso. Si deve ricorrere pertanto alla risoluzione matematica per coordinate di tipo cartesiano che assumono valore zero, per esempio, al caposaldo noto e valore X, Y e Z al punto da posizionare (oppure l'inverso).

Per la determinazione della quota, basterà sommare al valore di quella nota nel caposaldo, la Z riscontrata alla fine della poligonazione. Per la posizione topografica del punto sono necessarie alcune chiarificazioni. Come visto in precedenza la X e la Y, sono funzioni legate all'angolo azimutale, pertanto relative ad un sistema d'assi orientato rispetto al Nord magnetico segnato dalla bussola.

Definita quindi la declinazione magnetica per la zona in oggetto, è opportuno correggere il sistema d'assi istituito (X, Y) rispetto a quello delle coordinate cartografiche scelte.

Basterà ora sommare alle coordinate del caposaldo noto (X_n, Y_n) quelle del punto da posizionare (X', Y') opportunamente corrette.

Per la semplificazione dei calcoli matematici, anche in questo caso, si consiglia di operare con le coordinate del reticolato chilometrico. Quelle di tipo geografico possono essere calcolate in una fase successiva.

Esempio pratico:

Dal punto trigonometrico quotato con 410,2 metri della carta di Tav. 4.3, è stata svolta una poligonazione fino ad un punto la cui posizione è incognita. Nel lavoro di campagna sono stati usati degli strumenti di letture angolari al $1/2^\circ$ ed una cordella metrica metallica di lunghezza pari a 100 m.

Sono state realizzate 14 battute che hanno i seguenti dati dal punto "0" (punto trigonometrico 410,2 m) al punto "14" (l'incognito).

P	L	α	θ	x	X	y	Y	z	Z
N°	metri	gradi	gradi	metri	metri	metri	metri	metri	metri
0 - 1	60,51	-12,0	122,5	49,92	49,92	-31,80	-31,80	-12,58	-12,58
1 - 2	60,21	-9,5	143,5	35,32	85,24	-47,74	-79,54	-9,94	-22,52
2 - 3	30,85	-9,0	141,0	19,17	104,41	-23,68	-103,22	-4,83	-27,35
3 - 4	65,55	-17,0	149,0	32,29	136,70	-53,73	-156,95	-19,16	-46,51
4 - 5	88,54	-11,0	120,0	75,27	211,97	-43,46	-200,41	-16,89	-63,40
5 - 6	25,90	-4,5	132,0	19,19	231,16	-17,28	-217,69	-2,03	-65,43
6 - 7	25,00	1,0	126,0	20,22	251,38	-14,69	-232,38	0,44	-64,99
7 - 8	85,66	6,5	118,5	74,80	326,18	-28,41	-260,79	9,70	-55,29
8 - 9	50,50	16,5	103,0	47,18	373,36	-10,89	-271,68	14,34	-40,95
9 - 10	50,65	16,5	117,0	43,27	416,63	-22,05	-293,73	14,39	-26,56
10 - 11	32,30	12,0	171,0	4,94	421,57	-31,30	-324,93	6,70	-19,86
11 - 12	39,75	4,5	165,0	10,26	431,83	-38,28	-363,21	3,12	-16,74
12 - 13	67,30	-14,5	106,0	62,63	494,46	-17,96	-381,17	-16,85	-33,59
13 - 14	36,82	-15,0	127,0	28,40	522,86	-21,40	-402,57	-9,53	-43,12

Sono state calcolate le coordinate cartesiane dei vari caposaldi nel loro valore relativo (x, y, z) ed assoluto (X, Y, Z) rispetto al caposaldo iniziale (P.to 0) noto.

Il valore delle coordinate assolute (X, Y, Z) fra il punto noto e quello da posizionare, hanno dato nell'asse delle x di 522,86 m, nell'asse delle y di -402,57 m, nell'asse delle z di -43,12 m.

La quota incognita risulta essere:

$$Z_n + Z' = 410,2 + (-43,12) = 367,08 \text{ m}$$

Per il calcolo della posizione è necessario risalire per via matematica alle coordinate polari:

$$\theta_{0/14} = \text{arc tg} \frac{Y}{X} = \text{arc tg} \frac{-402,57}{522,86} = -37^{\circ},594$$

$$D_{0/14} = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(522,86)^2 + (402,57)^2} = 659,88 \text{ m}$$

Si rende necessario il calcolo della declinazione magnetica per la zona in oggetto all'anno del rilevamento (1990), in modo di rapportare nel modo adeguato la posizione del punto sulla carta. Dai valori riportati, risulta che nell'anno 1975 la declinazione magnetica per la zona era pari a 2°35' ed il suo valore è diminuito progressivamente ogni anno di 3'.



Monte Cavallo di Pontebba, abisso Klondike. Uno dei meandri all'inizio della cavità (Foto P. Pezzolato)

Visto che dal 1975 al 1990, anno del rilevamento, sono passati 15 anni, la declinazione magnetica risulta essere:

$$\delta_{90} = \delta_{75} - (\Delta t \cdot 3') = 2^{\circ}35' - (15 \cdot 3') = 1^{\circ}50'$$

L'angolo di convergenza fra il Nord del reticolato di coordinate piane e quello del reticolato di coordinate geografiche è pari a $0^{\circ}50'$. Il valore dell'angolo di cui è necessaria la correzione delle coordinate polari prima determinate, è pari alla differenza fra la declinazione magnetica rapportata all'anno in corso (δ'_{90}) e la convergenza dei meridiani.

$$\Sigma = \delta'_{90} - \gamma = 1^{\circ}50' - 0^{\circ}50' = 1^{\circ}$$

Visto che il sistema d'assi cartesiani determinato dalla poligonale (X, Y) devono essere ruotati di un valore pari all'angolo appena calcolato (Σ), le nuove coordinate (X', Y') assumono valore dato dalle relazioni:

$$X' = D_{0/14} \cdot \cos(\theta_{0/14} + \Sigma) = 659,88 \cdot \cos(-37^{\circ},594 + 1^{\circ}) = 529,80 \text{ m}$$

$$Y' = D_{0/14} \cdot \sin(\theta_{0/14} + \Sigma) = 659,88 \cdot \sin(-37^{\circ},594 + 1^{\circ}) = -393,38 \text{ m}$$

Essendo note le coordinate piane del caposaldo iniziale della poligonazione (P.to 0) in quanto desumibili dalla carta, vengono ora calcolate le coordinate del punto n° 14.

$$X_0 = 2421875 \text{ mE} \quad Y_0 = 5067725 \text{ mN}$$

$$X = X_0 - X' = (2421875 - 529,80) \text{ mE} = 2421345,2 \text{ mE}$$

$$Y = Y_0 - Y' = [(5067725 - (-393,38))] \text{ mN} = 5068118,4 \text{ mN}$$

4.01.4 - Metodo misto

Se dal punto da posizionare, come talvolta succede, non risultassero visibili punti di riferimento, si dovrà effettuare una breve poligonale sino al punto dal quale siano ben visibili. In questo caso la risoluzione del problema viene a comprendere il par. 4.01.3 e quindi, a seconda del sistema che si vuole usare, o il par. 4.01.1 o 4.01.2.

4.02 - Posizionamento altimetrico

Il calcolo della quota topografica di un punto risulta necessario nell'assegnazione della "quota d'ingresso" di una cavità. La sua definizione può venir eseguita in diversi modi in base a tre diversi problemi fra loro collegati: il luogo nel quale si trova il punto (facilmente raggiungibile o meno, di semplice individuazione già sulla stessa carta topografica, ecc.), la precisione di cui necessita questo dato, la reperibilità di strumentazioni di buona precisione.

4.02.1 - Metodo cartografico

Se il punto risulta essere esattamente sulla curva di livello (isoipsa), il compito risulta facile; se invece si trova nell'intervallo fra due di queste è necessario adottare un particolare accorgimento per il suo calcolo.

Con riferimento alla fig. 4,3, bisogna tracciare sulla carta una linea più perpendicolare possibile all'allineamento delle due curve di livello a valle e a monte del punto la cui quota è l'incognita (P.to B). Ora è da misurare nella scala della carta utilizzata la distanza fra le due curve di livello (lato C-D), la distanza che va dal punto alla isoipsa a valle (lato B-C).

Su un foglio di carta millimetrata, in una scala a piccolo rapporto rispetto a quello della carta che è normalmente dall' 1:100 all'1:500, si riporta sul piano orizzontale il segmento CD che risulta essere la distanza planimetrica tra le due isoipse lungo il piano di sezione s-s'; in corrispondenza della quota più a monte (P.to D) si segnano sul piano

verticale i metri in scala della distanza altimetrica fra le due curve di livello (per le carte al 25.000 i 25 metri, per quelle al 5.000 i 5 metri), individuando così il vertice D'. Ora, sul lato DC, se segna il punto B avendolo misurato in precedenza sulla carta. Portando sul piano verticale B fino ad incontrare il lato D'C (p.to B') si misura l'altezza B'B che risulta essere la nostra incognita riportata in scala.

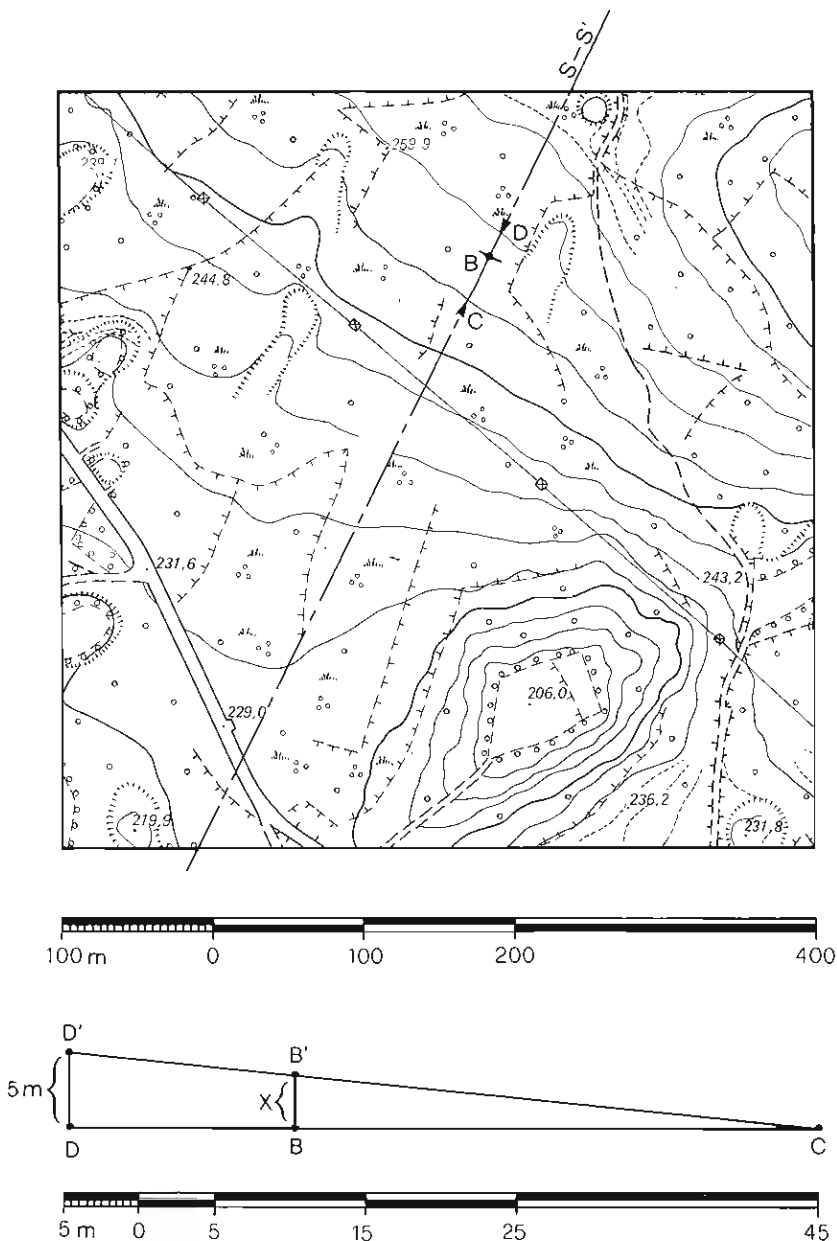


Fig. 4.3 - Calcolo di una quota topografica nell'intervallo di due isoipse.

Per non incorrere al sistema grafico di risoluzione del problema, con l'inconveniente di costruirsi un triangolo la cui base è molto maggiore rispetto all'altezza, si può svolgere una semplice proporzione matematica fra i triangoli $DD'C$ e $BB'C$ aventi l'angolo C in comune.

$$DC : BC = DD' : BB'$$

da cui si ricava:
$$BB' = x = \frac{BC \cdot DD'}{DC}$$

Dove, generalizzando abbiamo:

BC : distanza planimetrica misurata sulla carta topografica fra il punto e la curva di livello a valle,

DD' : distanza altimetrica fra le due curve di livello,

DC : distanza planimetrica misurata sulla carta topografica fra le due curve di livello

4.02.2 - Con poligonale

Questo metodo si basa sulla realizzazione di una poligonale dal punto da quotare ad uno noto in quanto individuato in precedenza o quotato sulla stessa carta topografica.

Secondo quanto visto già in precedenza a riguardo della posizione topografica desumibile tramite il metodo con poligonazione (vedi 4.01.3), il dislivello viene calcolato con la somma delle coordinate parziali z delle singole battute definite dalla relazione

$$z = L \cdot \sin \alpha$$

4.02.3 - Con traguardo

Questo sistema necessita, oltre all'utilizzo di un clinometro di buona precisione, dell'esatta conoscenza della posizione topografica del punto sulla carta.

Per la sua realizzazione bisogna inoltre individuare un punto quotato posto possibilmente ad una distanza non superiore ai 500-1000 metri. Quando tutte queste condizioni sono realizzate, è sufficiente riguardare con l'eclimetro il punto noto e seguentemente, in fase di calcolo, istituire una proporzione fra la distanza del punto da quotare, quello noto ed il valore dell'inclinazione letto con lo strumento.

$$h = \operatorname{tg} \alpha \cdot l \quad \text{dove } l = \text{distanza fra i punti riguardati}$$

Anche in questo caso, come per la posizione topografica, saranno tanto più attendibili alla realtà i dislivelli calcolati con il maggior numero di traguardi a tanti più punti noti.

4.02.4 - Con l'altimetro

L'utilizzo di un altimetro come strumento per la determinazione di una quota è sicuramente il sistema più sbrigativo per la risoluzione del problema. Con qualche piccolo accorgimento può risultare un dato di maggior affidabilità rispetto a quello riscontrabile nel sistema di normale utilizzo.

È sufficiente dal punto che si vuole quotare (nel caso di una grotta ad una distanza di 5-7 metri in modo da non risentire di particolari variazioni dovute a correnti d'aria uscenti-entranti nella cavità) porre la ghiera dello strumento su un valore tondo di altitudine nei pressi di quella presumibile (es.: quota della zona 1325 m, ghiera tarata al punto da quotare sui 1300 m) e quindi spostarsi al punto da quotare alla quota nota. Raggiunta questa, prendere nota del dislivello e riportarsi al punto da quotare in modo da verificare se nel frattempo ci siano state delle variazioni di pressione atmosferica.

Con questo sistema è possibile, con maggior precisione, la definizione di non elevati dislivelli fra due punti esterni, ma non sono da assumere come certi; i sistemi prima elencati sono sicuramente di maggior affidabilità (con poligonazione e con traguardo).

5 - RILIEVO IPOGEO

5.01 - Premessa

Il rilievo topografico di una cavità deve venir eseguito seguendo dei sistemi particolari, essendo questa una figura che si sviluppa nello spazio, cioè tridimensionalmente. Si eseguono quindi tre proiezioni assonometriche denominate rispettivamente: PIANTA, SPACCATO e SEZIONI TRASVERSALI.

a) *Pianta o planimetria*

È la rappresentazione della grotta proiettata su di un piano orizzontale, dove gli elementi relativi allo sviluppo altimetrico non vengono riportati. In questo tipo di raffigurazione compaiono tutte le particolarità del suolo, secondo le norme di iconografia tratte dal cap. 6.

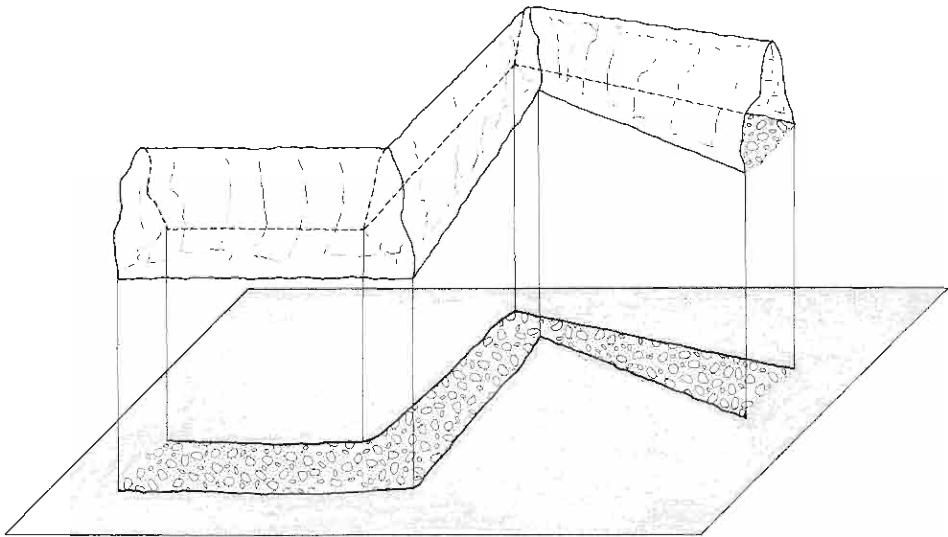


Fig. 5,1 - Parte di galleria nella sua proiezione planimetrica

b) *Spaccato o sezione longitudinale*

È la rappresentazione altimetrica lungo una linea spezzata ideale che viene opportunamente estesa nel senso della lunghezza. In questa raffigurazione compaiono tutte le strutture verticali come ad esempio pozzi, camini, ecc.

Anche in questo caso tutti i particolari iconografici vengono riportati secondo delle norme standardizzate (cap. 6).

c) *Sezioni trasversali*

Le sezioni trasversali vengono eseguite lungo un piano ortogonale al singolo lato dato dalla linea spezzata interna agli ambienti della cavità; rappresentano lo spigolo vivo dei margini laterali della grotta lungo questo piano di sezione e possono venir riportate, per maggior chiarezza, in una scala con rapporto minore di quello delle altre proiezioni. Per il loro riporto vanno rispettate norme univoche che vengono riportate nel cap. 6.

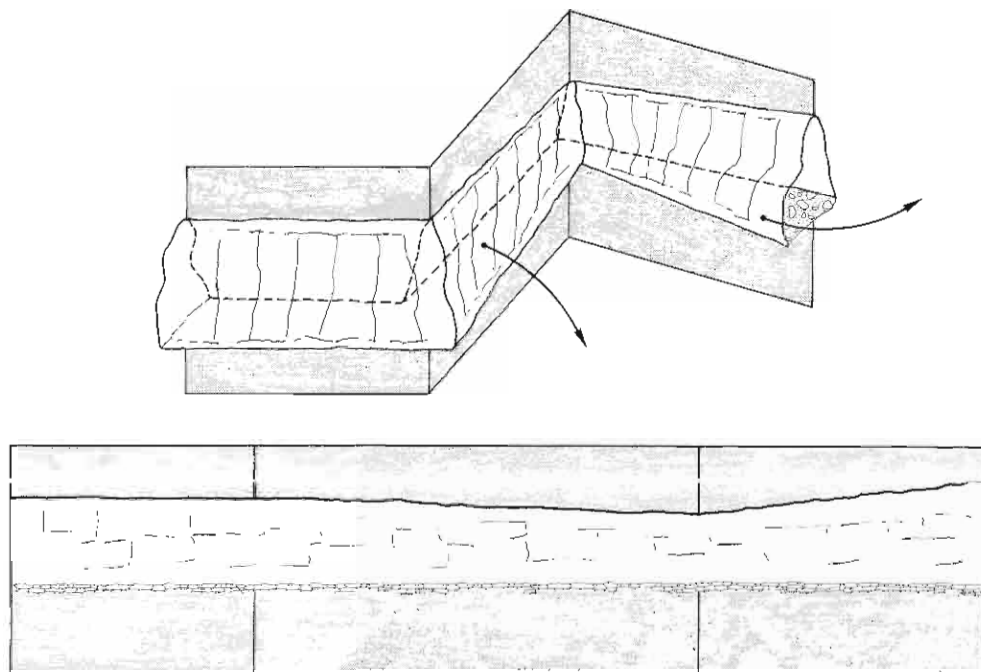


Fig. 5,2 - Parte di galleria nella sua proiezione altimetrica

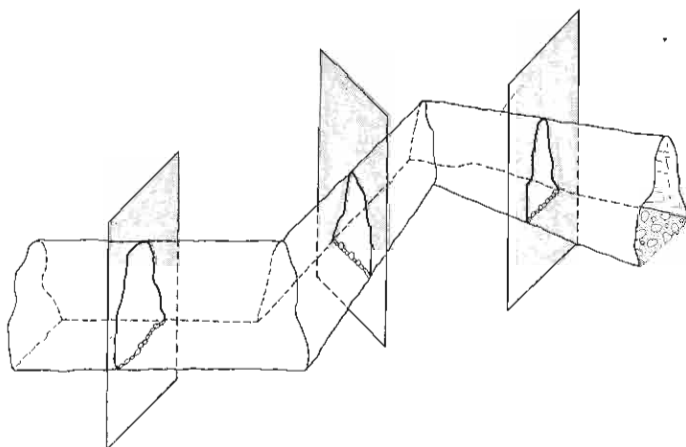


Fig. 5,3 - Parte di galleria con evidenziate tre sezioni trasversali

5.02 - Esecuzione pratica del rilievo

Il rilievo di una cavità viene eseguito per poligonazione dal punto d'ingresso alla massima profondità raggiunta ed esplorata. È buona norma comunque eseguire un rilevamento conoscendo sempre prima lo sviluppo degli ambienti, realizzarlo quindi durante il ritorno alla superficie.

5.02.1 - Formazione della squadra di rilevamento

Le persone atte all'esecuzione di un rilevamento speleologico di una cavità, possono essere due o tre. Queste devono lavorare con cognizione e conoscenza del lavoro da svolgere; è sconsigliabile servirsi di collaboratori digiuni di conoscenze topografiche, i risultati saranno tanto più precisi quanto maggiore sarà l'affiatamento tra i rilevatori.

In linea di massima questi non dovrebbero svolgere altre incombenze nella pratica speleologica, quali l'armo o il disarmo della cavità.

La metodologia del rilevamento di una cavità è riassumibile in due sistemi: il primo consta nell'utilizzo di tre operatori, il secondo di due.

Il primo metodo prevede compiti separati per i vari operatori: è composta da uno "strumentista", un "disegnatore" con il compito della trascrizione dei dati, da un terzo con il compito di misurare le distanze e di fare il punto di traguardo.

Il secondo metodo prevede che il primo operatore legga gli angoli azimutali della poligonazione e disegni la pianta e la sezione trasversale del suo caposaldo. Il secondo operatore misura gli angoli di elevazione della poligonazione e disegna sezione longitudinale e sezione trasversale al suo caposaldo. Entrambi scrivono i dati metrici e le misurazioni angolari.

La scelta fra i due metodi, o altri non considerati in questa sede, va effettuata in base alle proprie comodità di realizzazione del rilievo ed in base alla scomodità (freddo, acqua, esigui ambienti, ecc.) del luogo in cui si deve operare.

5.02.2 - La poligonale principale

Come visto in precedenza (cap. 3.04), le poligonali sono delle linee spezzate ideali che congiungono i diversi punti consecutivi di un rilevamento. Sotto un certo punto di vista si possono considerare come tante coordinate polari concatenate fra loro e con origine ognuna nel punto che la precede. Il rilevamento per poligonazione si effettua principalmente in successione da un vertice a quello seguente effettuando di volta in volta le seguenti misurazioni:

- Azimut (o angolo orizzontale θ) con la bussola;
- Inclinazione (o angolo verticale α) con l'inclinometro;
- Distanza fra i due vertici (con longimetri quali nastri metrici, ecc.).

In caso di pozzi verticali la distanza può corrispondere alla profondità degli stessi.

Lo svolgimento della poligonale principale di un rilievo deve esser effettuata lungo gli assi principali degli ambienti.

Inoltre, ove possibile, dovrebbero venir misurate le seguenti ulteriori grandezze:

- altezza della volta;
- distanza delle pareti (a destra ed a sinistra del vertice);
- altre eventuali misurazioni particolari atte a rendere successivamente meglio definibile l'andamento della cavità.

Le misurazioni possono anche avvenire nell'intervallo tra i vertici in caso di andamento irregolare della cavità e vanno comunque corredate da tutti i particolari che possono esser osservabili in questa fase.

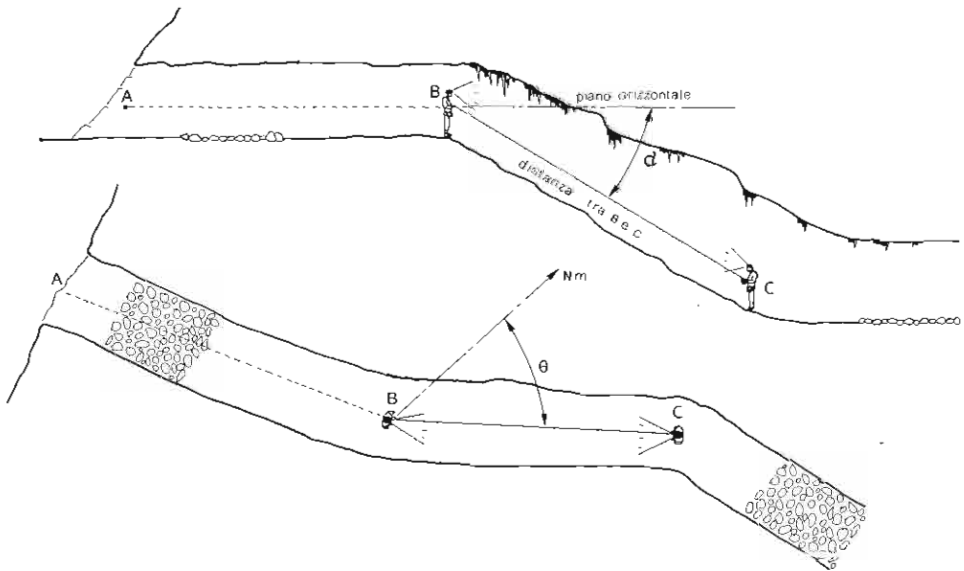


Fig. 5,4 - Assunzione dei dati fondamentali (L , θ , α) di una parte di galleria sotterranea nella sua proiezione planimetrica e in quella verticale

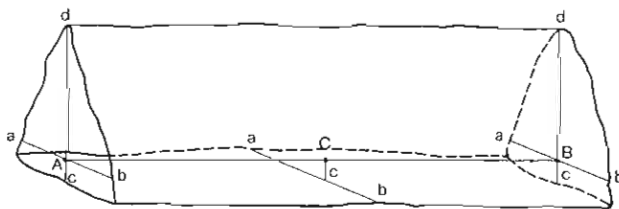


Fig. 5,5 - Parte di galleria con indicate le seguenti grandezze da registrare:

- AB - Battuta di una poligonale,
- AC - Distanza fra caposaldo e vertice intermedio,
- CB - Distanza fra vertice intermedio e caposaldo,
- Aa - Larghezza sinistra al primo caposaldo,
- Ab - Larghezza destra al primo caposaldo,
- Ac - Altezza dello strumento dal suolo,
- Ad - Altezza della volta dal caposaldo,
- Cc - Altezza dello strumento dal suolo,
- ca - Larghezza sinistra al vertice intermedio,
- cb - Larghezza destra al vertice intermedio,
- Ba - Larghezza sinistra al secondo caposaldo,
- Bb - Larghezza destra al secondo caposaldo,
- Bc - Altezza dello strumento dal suolo,
- Bd - Altezza della volta dal caposaldo.

Come già accennato in precedenza, sarà sempre da indicare l'altezza del punto di osservazione rispetto il livello del terreno. Si potrà omettere questo dato esclusivamente quando il punto trapiantato sarà posto sempre alla stessa altezza di quello di osservazione. Un sistema abbastanza valido per le misurazioni eclimetriche senza treppiede è quello di elevare il punto di illuminazione alla stessa altezza dell'occhio del rilevatore.

I vertici dovranno, possibilmente, venir contrassegnati indelebilmente con vernice colorata e rappresentati da un cerchio con punto centrale; verranno inoltre identificati inequivocabilmente con un numero progressivo per essere di riferimento a successive misurazioni, anche a distanza di anni. In caso di meandri o strette gallerie il punto di stazione può essere riportato sulla parete stessa e possibilmente, sempre dallo stesso lato.

Talvolta la poligonale principale non sarà sufficiente a soddisfare le condizioni di precisione richieste dal rilevamento. Indichiamo alcuni casi in cui può essere necessario ricorrere ad un diverso sistema di misurazione.

5.02.3 - Rilevamento per irraggiamento

Dovendo procedere al rilievo di vasti spazi interni, quali caverne, saloni, ecc., è conveniente adottare il sistema per irraggiamento. Con base su di un vertice della poligonale posto il più possibile al centro dell'ambiente si misurano un certo numero di punti secondari posti lungo il contorno della stessa sala. Di questi punti verranno misurati come al solito l'azimut, la distanza e l'angolo di elevazione e potranno venire contrassegnati con le lettere minuscole dell'alfabeto.

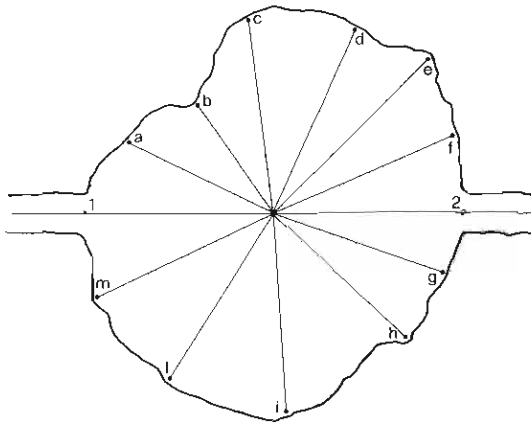


Fig. 5.6 - Planimetria di una sala sotterranea rilevabile con una poligonazione per irraggiamento.

5.02.4 - Rilevamento per poligonale secondaria chiusa

Nei casi di cui sopra può alle volte risultare più conveniente, anche se più laborioso, delineare una poligonale di contorno, sempre appoggiata ad uno o più vertici della poligonale principale, che - seguendo l'andamento delle pareti della sala - ne delinei la forma e le proporzioni.

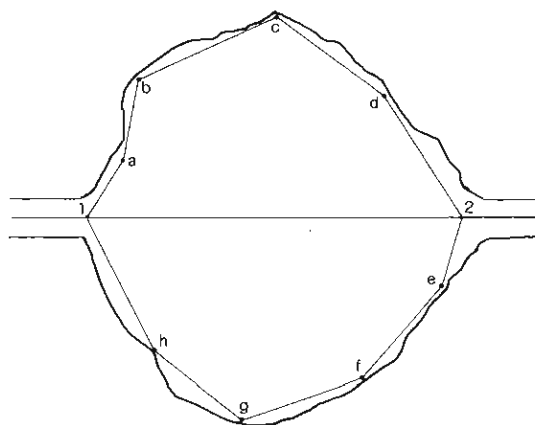


Fig. 5,7 - Planimetria di una sala sotterranea rilevabile con una poligonazione secondaria chiusa

5.02.5 - Rilevamento per poligonale secondaria aperta

Viene comunemente adottato per la misurazione di rami laterali della cavità. Il procedimento è lo stesso seguito per la poligonale principale alla quale deve essere rigorosamente "agganciata". Anche qui si useranno le lettere dell'alfabeto (minuscole). In caso di poligonali secondarie molto lunghe, invece, si può indicare un numero di tre cifre di cui la prima rappresenta il vertice della poligonale principale e gli altri il numero del vertice secondario. Ad esempio: 208 (vertice principale n. 2, numero poligonale secondaria 08), oppure: 23/12 (vertice principale n. 23, numero poligonale secondaria 12), o altri sistemi equivalenti purchè chiari ed inequivocabili.

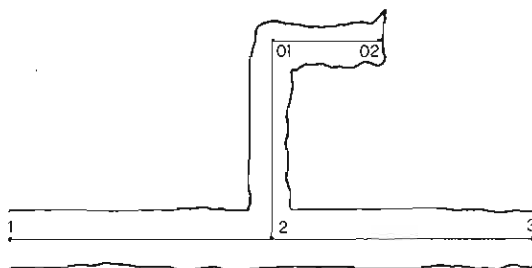


Fig. 5,8 - Planimetria di una parte di cavità con ramo secondario laterale rilevabile con poligonazione secondaria aperta

5.02.6 - Misura indiretta delle distanze

In molti casi, come ad esempio per accertare l'altezza della volta di qualche caverna oppure la distanza di una parete laterale inaccessibile, può essere utile ricorrere al sistema della misurazione indiretta delle distanze. Questo metodo, molto usato in topografia di precisione, può essere applicato anche alla topografia speditiva sia pure con limitata precisione.

Esso consiste nello stabilire una base misurata esattamente sul terreno, proiettare un fascio di luce il più possibile puntiforme verso l'alto (o lateralmente in caso di parete laterale) da uno degli estremi della base misurata e quindi misurare dall'altro estremo l'angolo d'elevazione riguardando il punto luminoso proiettato.

Successivamente, a tavolino, si potrà determinare la distanza o graficamente (ricreando cioè gli angoli e la base su scala opportuna) o con l'ausilio della trigonometria come più sotto illustrato:

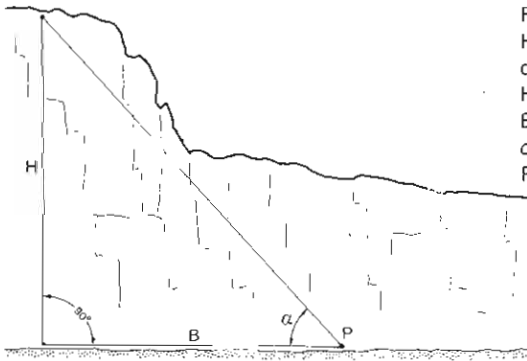


Fig. 5,9 - Misurazione indiretta delle distanze.

$$H = B \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

dove:

H = altezza o incognita da misurare;

B = Lunghezza base misurata;

α = angolo di elevazione misurato;

P = punto di osservazione.

Anche in questo caso sarà da tenere conto dell'errore di parallasse ed aggiungere alla misura ottenuta l'altezza dello strumento o del punto di osservazione. Questo non è ovviamente necessario per le osservazioni laterali.

Questo metodo è di scarsa precisione per la difficoltà di rendere verticale il raggio luminoso (o comunque perpendicolare rispetto alla base) ma sufficiente per gran parte dei rilievi speditivi e comunque molto più attendibile di qualsiasi misurazione a stima. Esso può venir usato ogni qualvolta non fosse possibile effettuare la misurazione diretta di una distanza.

5.02.7 - Il registro delle poligoni

Tutti i dati assunti dovranno venire riportati con accuratezza su un registro o scheda per essere successivamente elaborati in fase di restituzione del rilievo nel disegno planimetrico ed altimetrico della cavità. Un registro di rilevamento deve essere formato da due parti principali:

A) La scheda dei dati assunti (angoli, lunghezze, ecc.).

B) La parte grafica dove verrà eseguito lo schizzo rappresentante l'andamento della cavità (eidotipo). Qui vengono riportati i contorni planimetrici ed altimetrici della grotta e riportata a grandi linee la poligonale stessa con i suoi vertici ed i numeri progressivi degli stessi. Quando possibile si indicheranno anche le sezioni trasversali (ortogonali rispetto l'andamento della poligonale) che saranno contrassegnate da lettere dell'alfabeto (esempio: Sez. A-A', B-B', ecc.).

Il registro dovrà riportare inoltre, in sezione a parte, le seguenti indicazioni:

- Nome o numero (o sigla) della cavità;
- Il numero di catasto della stessa, ove conosciuto;
- Data del rilievo;

- Nomi dei rilevatori;
- Coordinate (polari o rettangolari) relative alla posizione della cavità indicando il tipo e scala della carta topografica presa di riferimento;
- Grado di precisione del rilevamento e strumentazione usata (vedi cap. 5,9).

A causa dell'ambiente peculiare delle cavità sotterranee e della precarietà delle condizioni in cui si effettua il rilevamento, i dati riportati sul registro risultano quasi sempre poco leggibili e gli schizzi imprecisi. Spesso, inoltre, le pagine si macchiano di fango o vengono scolorite dall'acqua.

È pertanto buona norma consegnare al Catasto Grotte competente, assieme al disegno definitivo della cavità, anche una copia, ritrascritta a mano o a macchina, del registro delle poligoni affinché venga qui conservato per eventuali successivi aggiornamenti ed estensioni di rilevamento della cavità.

La tav. 5,1 rappresenta un fac-simile di pagina di registro. Ognuno può ovviamente modificare od integrare a suo piacimento la forma grafica o il contenuto dello stesso.

5.02.8 - Altre avvertenze

In chiusura di questo capitolo dedicato all'assunzione dei dati, è opportuno ricordare un fattore fondamentale la cui assenza può compromettere il lavoro di una squadra di rilevamento: la precisione nell'assunzione e nella trascrizione dei dati. Questo presuppone anche la conoscenza profonda degli strumenti e della teoria del rilevamento. Importante è pure il concetto della "ridondanza dei dati".

Qualsiasi misurazione (angoli, lunghezze, ecc.) sarà resa tanto più precisa e facilmente restituibile a tavolino quanti più dati si saranno assunti. In fase di calcolo e disegno verrà apprezzata la disponibilità delle doppie letture alla bussola, delle misurazioni parziali, ecc., per il controllo dei dati stessi.

Con l'esperienza questa sovrabbondanza di dati diverrà prassi usuale di ogni rilevatore.

5.02.9 - Grado di precisione dei rilevamenti

In Inghilterra è stata adottata una scala della precisione dei rilevamenti che sta diventando uno "standard" internazionale per la topografia speleologica. Essa prevede che ad ogni rilevamento venga attribuito, a cura degli stessi operatori che l'hanno eseguito, un codice rappresentante il livello di precisione delle misurazioni e dei dettagli: di conseguenza rappresenta un riferimento sull'attendibilità dei dati stessi.

Il codice è costituito da un numero e da una lettera che rappresentano rispettivamente il grado di precisione dei dati della poligonale (angoli, misure lineari, ecc.) e quello dei dettagli della cavità.

A - Classificazione della precisione delle poligoni

- Grado 1' - Rilevamento eseguito esclusivamente a memoria;
- Grado 2' - Basato su appunti presi nella cavità senza l'ausilio di strumenti (direzioni e dimensioni stimate a vista);
- Grado 3' - Uso della bussola con approssimazione di 5°, dimensioni misurate con funicella marcata o bastoni di lunghezza nota. Angoli di inclinazione non misurati;
- Grado 4' - Uso di bussola con approssimazione ai 2°, misurazioni effettuate con funicella marcata o rotella metrica tenute orizzontali ad occhio. La distanza tra le stazioni deve essere limitata per soddisfare queste condizioni. Distanza

- planimetrica misurata direttamente senza il calcolo dell'inclinazione;
- Grado 5' - Uso di bussola di precisione ed eclimetro entrambi con stima approssimativa ad 1°, ma tenuti a mano. Distanze misurate con nastri metallici non magnetici o in fibre plastiche, con approssimazione minima di 3 cm;
- Grado 6' - Bussola di precisione con lente ingrandimento ed eclimetro calibrato, entrambi usati esclusivamente su treppiede e letti con approssimazione di 1/2°, longimetri come al grado 5;
- Grado 7' - Teodolite o tachemetro per angoli. Distanze misurate con nastri metrici di precisione o stadia graduata e cannocchiale distanziometrico o altri strumenti di precisione superiore al grado 6.

B - Classificazione della precisione dei dettagli

- Grado A - Tutti i dettagli eseguiti a memoria a tavolino;
- Grado B - Dettagli stimati e registrati in fase di rilievo ad occhio;
- Grado C - Misurazione dei dettagli fatta esclusivamente dalla stazione (vertice). Dettagli intermedi tra i vertici stimati a vista e registrati sul posto;
- Grado D - Misurazione accurata dei dettagli eseguita a tutte le stazioni ed a tanti intervalli intermedi quanti ne può richiedere l'andamento particolare della cavità per evidenziare le irregolarità di dimensione, direzione, natura del terreno ed altri di possibile interesse.

Sui rilevamenti dovrà venire sempre riportato questo grado di classificazione della precisione. Ad esempio si potrà definire, in considerazione di quanto esposto, di precisione "6/B", o "5/C" elencando nelle note gli strumenti utilizzati.

5.03 - Restituzione dei dati assunti

Completato il rilevamento topografico della cavità, con la realizzazione di una scheda dal registro delle poligonali come del tipo rappresentato in tav. 5,2, viene iniziata la restituzione a tavolino dei dati assunti.

Questa può venir suddivisa in due fasi distinte:

- 1 - Elaborazione vera e propria dei dati
- 2 - Disegno in scala opportuna della cavità nella sua proiezione orizzontale (pianta) e verticale (sezione longitudinale e sezioni trasversali).

Come per il rilevamento anche per il lavoro di restituzione, sono previsti degli strumenti dei quali è necessario dotarsi. Fra i principali segnaliamo:

- A) Tavolo da disegno. Preferibilmente, dovrebbe consistere di tavolo con tecnigrafo ma, essendo abbastanza costoso, potrà risultare sufficiente una tavoletta con parallelografo, oppure delle apposite tavolette in plastica con riga orizzontale scorrevole e squadretto con goniometro.
- B) Squadretti in plastica trasparente di convenienti dimensioni.
- C) Scalimetri nelle scale di riduzione più usate. Sono strumenti molto utili, ma non indispensabili.
- D) Goniometro (rapportatore di angoli) di forma circolare e diametro sufficiente. Divisione in gradi sessagesimali e possibilmente mezzi gradi.
- E) Penne a china (tipo Rapidograph ed affini) delle misure previste dagli "standard" di iconografia speleologica (al minimo tre, delle misure da 0,2, 0,5, 1 mm).

- F) Normografi di varie misure (oggi giorno per lo più sostituiti validamente dalle lettere trasferibili. Queste prevedono un assortimento vastissimo di misure e stili e comprendono anche caratteri e segni speciali non possibili con i normografi; si ricorda comunque di consultare il capitolo riguardante i fogli, scale, spessori e scritture a cap. 7).
- G) Oggetti vari di cancelleria e disegno, quali matite, gomme, carta millimetrata e da lucido, raschietti, ecc.
- H) Calcolatrice tascabile. Questa, pur non essendo strettamente indispensabile, risulterà alquanto utile sia nel calcolo delle funzioni trigonometriche che delle funzioni inverse, come per le riduzioni in scala.

5.03.1 - Elaborazione dei dati

Dopo l'assunzione dei dati è necessario elaborare gli stessi onde trasferirli in misure effettive di dislivello, distanza e direzione. Onde non incorrere in errori grossolani ed allo scopo di semplificare le operazioni di calcolo, le formule già viste in precedenza e già trattate al cap. 3,4, si riportano qui di seguito per ottenere i dati stessi.

a) Distanza topografica tra due vertici

La lunghezza misurata è quasi sempre una linea inclinata rispetto al piano orizzontale. Per ottenere la distanza reale in proiezione si moltiplica la lunghezza misurata "L" per il coseno dell'angolo di elevazione "α". Questa operazione viene chiamata "riduzione di una distanza all'orizzonte".

Avremo cioè: $D = L \cdot \cos \alpha$

b) Dislivello tra due vertici

Per ottenere il dislivello si moltiplica la stessa lunghezza "L" per il seno dell'angolo di elevazione "α",

perciò: $d' = L \cdot \sin \alpha$

A questo dislivello andranno aggiunte l'altezza dello strumento (o punto d'osservazione) e sottratta l'altezza del punto collimato; la formula, in senso assoluto e rispettando i segni è:

$$d = d' + (H-h)$$

dove:

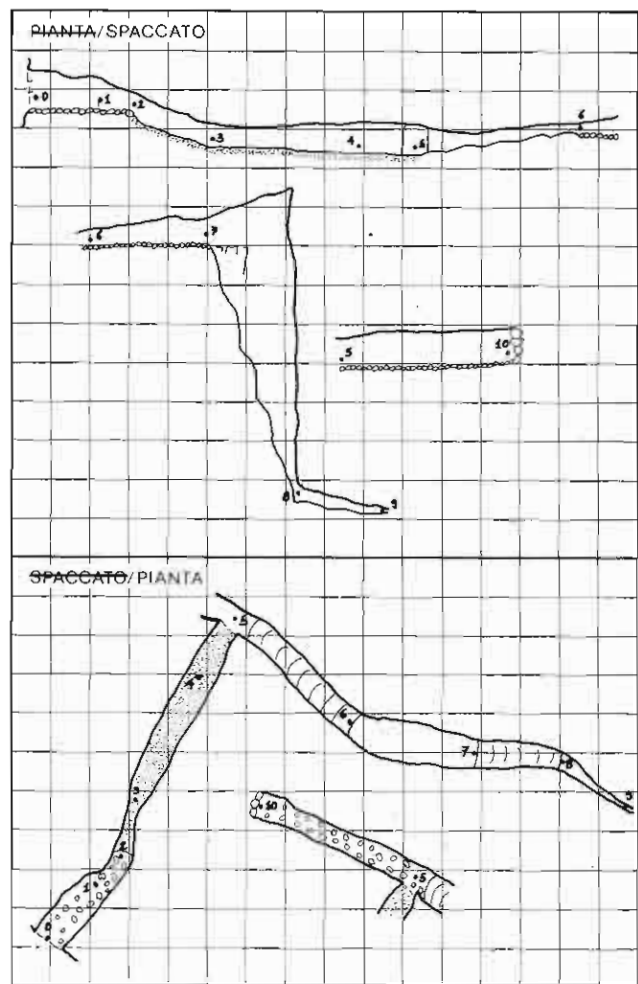
- d' : dislivello provvisorio,
- d : dislivello definitivo,
- H : altezza strumento,
- h : altezza punto collimato.

Un caso particolare si verifica con gli eclimetri con scala in percentuale di pendenza. In questo caso si avrà, ovviamente:

$$d' = \frac{p}{100} \cdot L$$

dove:

- p = pendenza
- L = lunghezza



F.	L	θ	α_r	H	$s \begin{smallmatrix} l \\ d \end{smallmatrix}$	ANNOTAZIONI
N°	metri	gradi	gradi	metri	metri	
0-1	a 7,95 r 8,05	N 40 S 220	a 0 r -1	a 5 b 4,5	a 2 b 2	
1-2	a 5,00 r 5,00	N 60 S 234	a -10,5 r -11,5	a 4,5 b 3	a 1 b 1	
2-3	a 9,90 r 10,10	N 16 S 196	a -21,5 r -22,5	a 3 b 2,5	a 0,75 b 0,75	
3-4	a 17,85 r 18,15	N 28 S 208	a -4,5 r -5,5	a 2,5 b 4	a 2 b 2	
4-5	a 8,95 r 9,05	N 36 S 210	a -1 r 0,5	a 4 b 4	a 1,5 b 1	
5-6	a 21,00 r 21,00	N 130 S 318	a 8 r 8	a 4 b 1	a 2,5 b 2,5	
6-7	a 16,00 r 16,00	N 100 S 184	a 0 r -0,5	a 1 b 3	a 2 b 2	
7-8	a 35,25 r 34,75	N 38 S 274	a -72 r -74	a 3 b 40	a 1 b 1	
8-9	a 11,90 r 12,25	N 128 S 304	a -85 r -9,5	a 40 b 1	a 0,1 b 0,1	
9-10	a 23,5 r 22,5	N 295 S 115	a 0,5 r 0	a 4 b 5	a 1 b 2	
SEZ. TRASVERSALI						

Tav. 5.2 - Esempio di scheda dal registro poligonali completa dei dati assunti.

c) *Coordinate dei vertici della poligonale*

A differenza del riporto con sistema grafico per coordinate polari come già descritto, è consigliabile stabilire preventivamente per ogni vertice le relative coordinate spaziali x , y , z (ovvero ascisse, ordinate e quote) in maniera progressiva, con le medesime formule già citate in precedenza.

Chiamando rispettivamente x , y , z le coordinate relative e X , Y , Z le coordinate assolute (quelle cioè con origine all'ingresso della cavità), avremo:

$$x = D \cdot \sin \theta \quad y = D \cdot \cos \theta \quad z = d$$

dove:

D = distanza ridotta all'orizzonte

d = dislivello parziale

θ = angolo azimutale

X , Y e Z assumono convenzionalmente valore "0" all'ingresso della cavità e vengono incrementate vertice dopo vertice sommando algebricamente i valori parziali delle coordinate.

$$X_{n+1} = X_n + x_{n+1}$$

$$Y_{n+1} = Y_n + y_{n+1}$$

$$Z_{n+1} = Z_n + z_{n+1}$$

5.03.2 - Passaggio dall'eidotipo a disegno definitivo

Dopo la fase prevista al precedente punto 4.6 e elaborazione dei dati particolari di cui al punto 4.12, avremo tutti gli elementi per procedere alla fase di disegno della cavità.

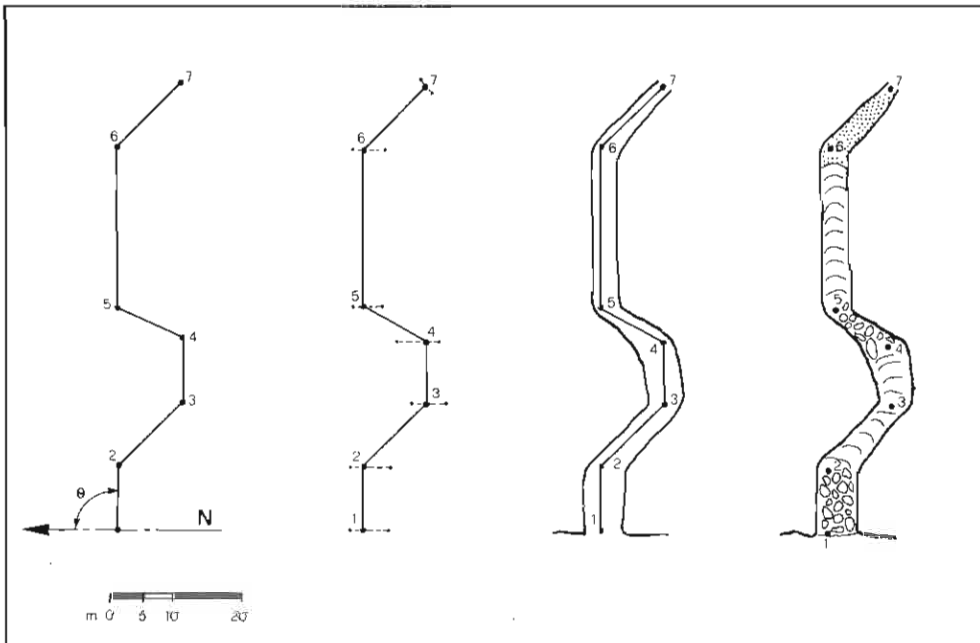


Fig. 5,10 - Diverse fasi del riporto grafico di una planimetria di una cavità

a) *Planimetria*

Il disegno della planimetria, cioè della proiezione su un piano orizzontale dell'intero andamento della cavità, viene eseguito esattamente come effettuato in fase di rilevamento. I vari vertici vengono riportati sulla carta o tramite le relative coordinate cartesiane (rettangolari) come al punto precedente, oppure graficamente per coordinate polari da un vertice all'altro (sistema meno preciso in quanto soggetto ad errori grafici di accumulo). I vari vertici verranno segnati con un punto marcato e numerati progressivamente come dal registro delle poligonali.

L'orientamento viene comunemente assunto lungo uno degli assi principali del foglio di carta millimetrata da disegno, tenendo conto dell'andamento prevalente della cavità.

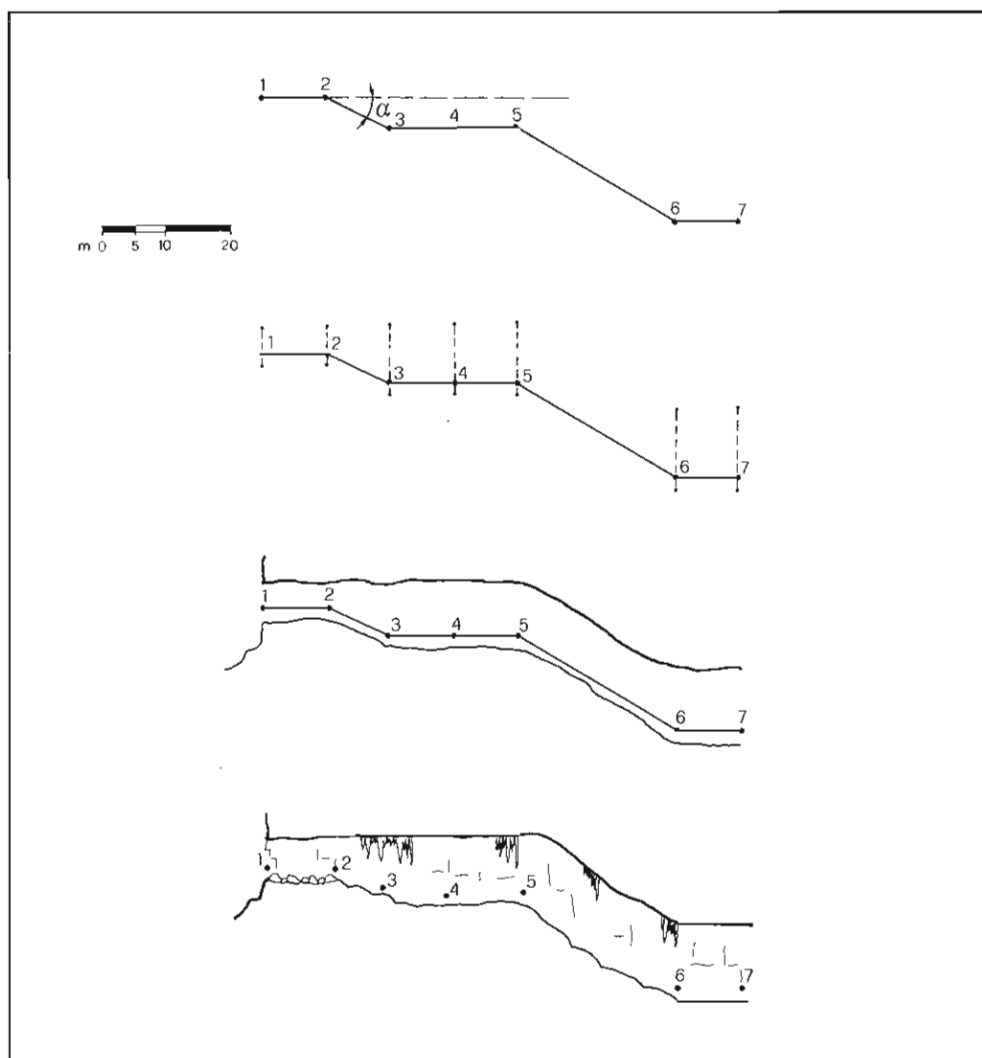


Fig. 5,11 - Diverse fasi del riporto grafico di una sezione longitudinale di una cavità

Lungo uno degli assi passerà idealmente la linea Nord-Sud sulla quale verrà orientato il rapportatore per la misura degli angoli azimutali.

La scelta della scala (o rapporto del disegno rispetto alle reali dimensioni) deve venir prefissata in base alla profondità e/o lunghezza della stessa grotta rilevata. La particolarità di questo argomento viene in seguito trattata nel cap. 7.

Dopo la stesura completa della poligonale principale e di quella secondaria corrispondenti a diramazioni, ecc., si dovrà eseguire il disegno di contorno della cavità in planimetria, riportando eventuali misure accessorie ed i particolari, rispettando la posizione di ogni vertice rispetto le pareti laterali della grotta. I particolari di dettaglio andranno preferibilmente indicati convenzionalmente come previsto dall'iconografia speleologica (vedi cap. 6).

b) Sezione longitudinale

Sono valide tutte le considerazioni di ordine generale già previste per la planimetria. Ove possibile ricordarsi che è sempre preferibile che la planimetria e spaccato vengano eseguiti con la medesima scala di riduzione.

Anche qui da ricordare è che misure di lunghezza e profondità saranno da calcolare con origine dall'ingresso della cavità per evitare o ridurre gli errori grafici. A questo scopo si sommano distanze e profondità in progressione riportando come valore da misurare sulla carta in scala i singoli totali parziali.

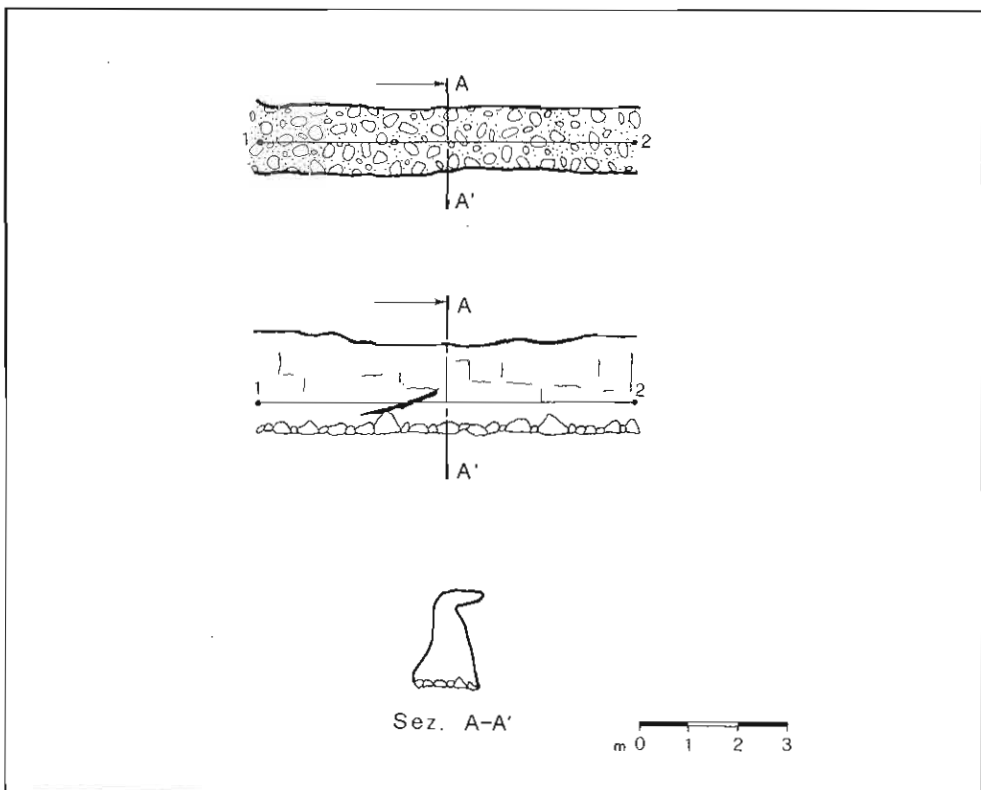


Fig. 5,12 - Riperto grafico di una sezione trasversale nella planimetria e sezione longitudinale

c) Sezioni trasversali

Limitatamente alle sezioni trasversali si potrà utilizzare un rapporto di riduzione diverso, tale da evidenziare maggiormente i particolari delle sezioni stesse. Essa dovrà rimanere comunque costante per tutte le sezioni.

Le sezioni verranno contrassegnate con lettere dell'alfabeto maiuscole (es.: Sez. A-A') e nelle altre due parti del disegno globale della cavità (pianta e spaccato), dovranno riportare il numero di vertice corrispondente e il simbolo di sezione come viene utilizzato parzialmente nel disegno tecnico (vedi esempio in fig. 5,12).

5.03.3 - Altre indicazioni

Il disegno definitivo viene usualmente riportato successivamente in inchiostro di china nero su carta da lucido per poter venire riprodotto con sistema eliografico. Data l'attuale diffusione delle fotocopiatrici, può venire anche utilizzata carta comune da disegno, purchè non troppo sottile.

Esso dovrà essere completato con il nome della cavità, la scala grafica, la data del rilevamento, il nome dei rilevatori e il grado di precisione attribuito. Può essere indicato, se diverso, anche il nome del disegnatore o dell'esecutore dei calcoli. L'esperienza suggerisce, ove possibile, che queste incombenze vengano eseguite dallo stesso rilevatore per la conoscenza della cavità acquisita durante il rilevamento.

Copia di tutto il materiale (scheda o registro delle poligonali e disegni definitivi) vengono successivamente trasmessi al Catasto Grotte competente per la registrazione, assegnazione del numero progressivo di catasto alla cavità e per servire da base a successivi lavori e studi.



Realizzazione di una sezione trasversale (Fessura del Vento 930/4139 VG) con sistema fotografico per la semplificazione del lavoro pratico di rilievo in cavità (Foto Bagliani)

6 - ICONOGRAFIA SPELEOLOGICA

6.01 - Premessa

Questo capitolo tratta i vari simboli e le norme riguardanti la stesura definitiva del rilievo topografico di una cavità naturale, artificiale o modificata in parte dall'uomo. Un rilievo, ciò va osservato, quando viene diffuso è una forma di linguaggio, un mezzo di comunicazione tra chi conosce già le caratteristiche e le morfologie della cavità e chi vuole prenderne conoscenza.

Negli ultimi anni si sono viste le realizzazioni più disparate e la loro interpretazione è stata spesso soggettiva. Si possono infatti realizzare rilievi che manifestino le più svariate capacità espressive valorizzando, di volta in volta, aspetti diversi: quello artistico, quello dettagliato, quello approssimativo e schematico, quello strumentale tecnico, ecc. Dal momento che è praticamente impossibile eseguire un rilievo che abbia tutte le caratteristiche elencate, è necessario compiere delle scelte: il fatto fondamentale è che si presenti chiaro a tutti, univoco. Per prima cosa, si consiglia di riportare dei tratteggi o sfumature sui contorni esterni della cavità solamente nel caso di divulgazione su di una pubblicazione per una sua maggior resa grafica. Assumono invece un significato geologico di rappresentazione degli strati, solamente nel caso sia stata effettivamente registrata l'inclinazione da esperti nel settore. Altre scelte, ad esempio di riporto di un gran numero di particolari, può venir fatto in base al tipo di rilievo ed al suo uso. Le simbologie che si consigliano di utilizzare, sono state scelte e ideate seguendo le caratteristiche generali:

- strettamente tecniche con la semplificazione massima per la loro realizzazione grafica;
- possibilità d'uso con qualsiasi scala del disegno;
- buona resa dal punto di vista artistico.

In questo capitolo vengono riportati i simboli e le norme base per la rappresentazione grafica delle cavità, dei fenomeni ipogei, delle opere che vi si possono trovare.

6.02 - Plastica ipogea

Nelle prime due tavole vengono riportate le simbologie più comuni per la rappresentazione dei margini di cavità, di alcuni particolari e di problemi che possono sorgere nell'esecuzione di un rilievo ipogeo. Lo spigolo d'ingresso di una cavità con andamento sub-orizzontale (fig. 2) deve esser disegnato con uno spessore pari ad un terzo di quello dei margini principali di una grotta. Nel caso in cui l'ingresso sia un pozzo (fig. 3), questo deve venir marcato nella vista in pianta con uno spessore pari ad una volta e mezzo quello usato per i contorni della cavità, con l'aggiunta di una serie di frecce dirette verso l'interno della verticale. Se nel rilievo, in pianta o nello spaccato, due rami risultano sovrapposti (fig. 4), è necessario tratteggiare i margini di quello posto al di sotto, o dietro, di quello superiore. Se risultassero più di due rami sovrapposti, è necessario eseguire delle trasposizioni che verranno trattate nel capitolo relativo alla "Simbologia complementare". Quando in un meandro, o in una galleria d'interstrato, non viene individuato un margine (fig. 5), questo deve venir tratteggiato con lo stesso spessore usato per la parte conosciuta, seguendo il più possibile l'ideale andamento della parte ignota. Una probabile prosecuzione (fig. 6) va riportata nel seguente modo: il tratto sconosciuto viene tratteggiato con lo stesso spessore del margine e viene accompagnato da un punto interrogativo, atto ad una più facile individuazione della probabile prosecuzione rispetto ad altre parti come, ad esempio, i margini indeterminati. Il limite di pozzo interno (fig. 7) viene individuato in pianta da una linea eseguita con uno spessore di un terzo rispetto ai margini,

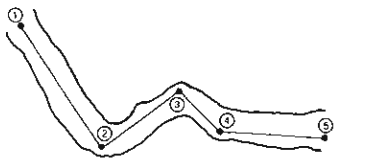
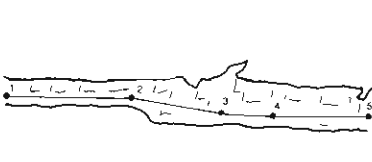
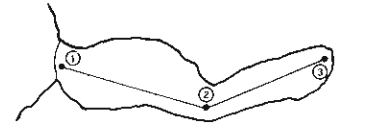

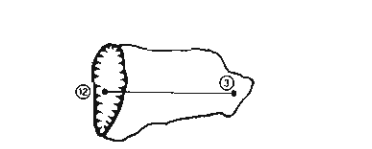

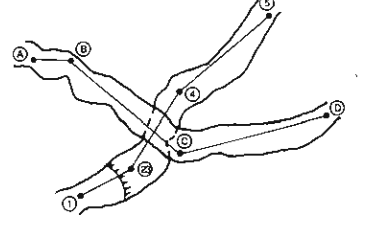
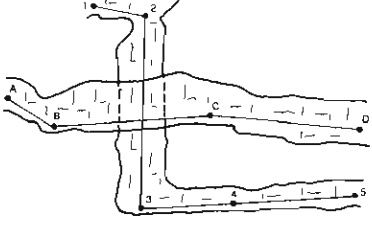
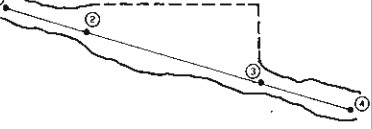
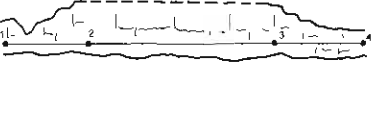
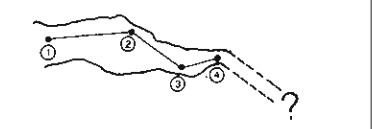
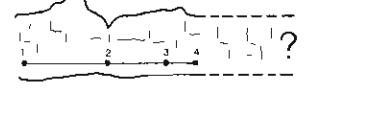
	PIANTA	SPACCATO
Fig. 1 Margini di cavità.		
Fig. 2 Ingresso orizzontale di una cavità		
Fig. 3 Ingresso verticale di una cavità		
Fig. 4 Margini sovrapposti di una cavità		
Fig. 5 Margini indeterminati		
Fig. 6 Probabili prosecuzioni		

TAVOLA 6.02.I

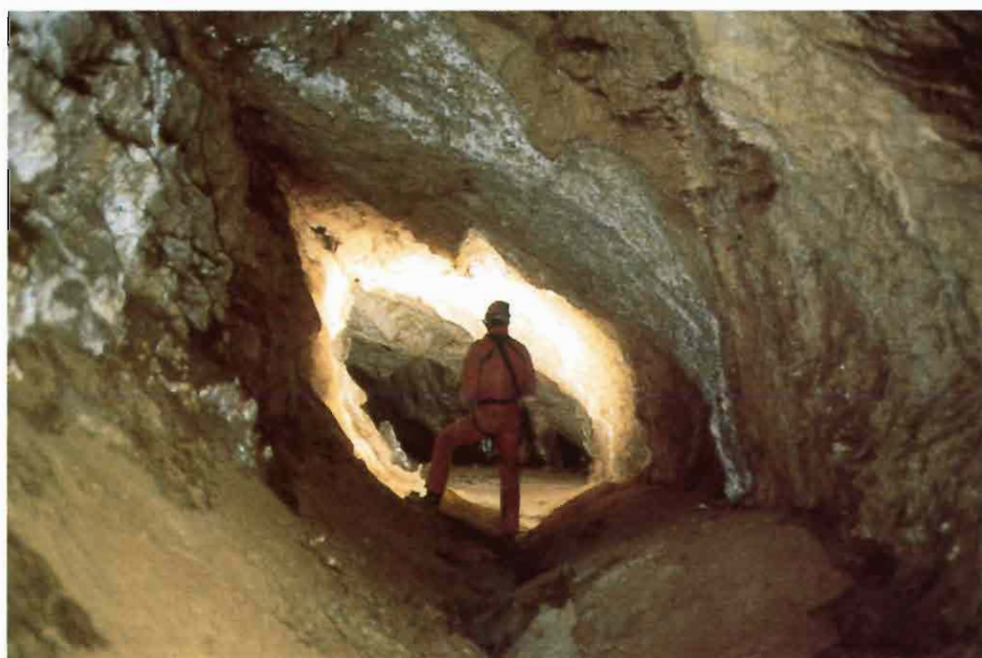
	PIANTA	SPACCATO
Fig. 7 Limite di pozzo interno		
Fig. 8 Pozzo con una parete indeterminata		
Fig. 9 Imbocco di un ramo laterale su una verticale		
Fig. 10 Lame di roccia in una verticale		
Fig. 11 Terrazzi e spigoli secondari		
Fig. 12 Ponte naturale		

TAVOLA 6.02.II



Foran di Landri

(Foto M. Trippari)



Monte Canin, abisso Veliko Sbrego. Galleria a -700 metri

(Foto P. Pezzolato)

accompagnato da una serie di frecce rivolta verso l'interno della verticale. Se un pozzo presenta una parete indeterminata (fig. 8), questa viene riportata con una linea tratteggiata dello stesso spessore del margine. Nel caso che una finestra si immetta su di un pozzo (fig. 9) o su un meandro, oltre ad essere necessaria la rappresentazione della parte di ramo sovrapposta, è obbligatorio individuare graficamente la finestra con uno spigolo pari ad un terzo di quello usato per i margini.

Lame, frastagliamenti, spuntoni di roccia, vengono riportati (fig. 10) con uno spessore pari ad un terzo di quello principale. Un ponte naturale (fig. 12) ubicato in un meandro o su una verticale, viene rappresentato con uno spessore sempre uguale a quello usato per i margini.

6.03 - Idrografia

La rappresentazione grafica dell'acqua nelle varie forme in cui è riscontrabile nell'ambiente ipogeo, viene eseguita con delle linee tratteggiate orizzontali, sfalsate fra di loro da riga a riga ad una frequenza di 2-3 mm, di mezzo tratto.

Vengono utilizzati diversi spessori in funzione della dimensione del disegno, ricordando che, come si vedrà in seguito, un sifone viene sempre eseguito con un tratteggio più marcato rispetto alle altre parti a pelo libero.

Un corso d'acqua sotterraneo (fig. 1) viene rappresentato aggiungendo una serie di frecce, di spessore pari ad un terzo di quello dei margini principali, ad andamento sinusoidale, indicante il verso di scorrimento delle acque. Nel caso di una vasca, questa viene rappresentata (fig. 2) nelle sue delimitazioni con un tratto pari ad un terzo di quello dei margini. Per un piccolo corso d'acqua (fig. 3) di portata variabile a seconda della piovosità esterna, vengono riportate le sponde con all'interno disegnate le frecce sinusoidali indicanti il verso di percorrenza delle acque. Un tragitto presupposto delle acque viene individuato da una serie di frecce con andamento sinusoidale discontinuo (fig. 4), sempre di uno spessore pari a un terzo di quello dei margini principali. Per un sifone (fig. 5) vengono eseguiti tratteggi con uno spessore più grosso di quello utilizzato precedentemente. Il limite di sifone viene individuato in pianta da una linea continua di spessore pari ad un terzo di quello dei margini. Nel caso di un sifone inesplorato (fig. 6), la parte sconosciuta viene tratteggiata con lo stesso spessore dei margini ed alla fine viene posto un punto interrogativo per una più facile individuazione della possibilità di prosecuzione. Una cascata (fig. 7) viene principalmente individuata dallo spigolo del pozzo; le eventuali vasche e, come al solito, le frecce sinusoidali indicanti il verso di scorrimento delle acque, devono esser riportate in modo adeguato.

Lo stesso procedimento viene utilizzato anche per delle rapide (Fig. 8) che si possono trovare nelle cavità. Un punto della volta dal quale fuoriesca un forte e costante stillicidio (fig. 9) viene riportato in pianta con un cerchietto al cui interno è posto un punto pieno. Da questo simbolo vengono poi riportate le solite frecce indicanti la direzione delle acque. La profondità di vasche di acque marine viene indicata con un triangolo, su cui viene riportata la profondità massima in metri misurata (fig. 10). Nel caso di profondità delle acque non marine, questa viene segnata da una "V" con sopra scritta la quota (fig. 11). Per vasche o laghi il cui livello non sia costante nel tempo (fig. 12), è da individuare graficamente sia il limite massimo che quello minimo: il primo con una linea tratteggiata, il secondo con il simbolo di vasca visto prima. Un sifone il cui livello non resti costante (fig. 13) viene disegnato, nella vista in pianta e nello spaccato, per mezzo dei diversi limiti di ampiezza delle acque, sia per la parte sommersa sia per quella a pelo libero. Nel caso di

	PIANTA	SPACCATO
Fig. 1 Torrente a carattere perenne		
Fig. 2 Acqua stagnante o in vasche		
Fig. 3 Piccolo corso d'acqua		
Fig. 4 Tragitto presupposto delle acque		
Fig. 5 Sifone		
Fig. 6 Sifone inesplorato		
Fig. 7 Cascata		

TAVOLA 6.03.I

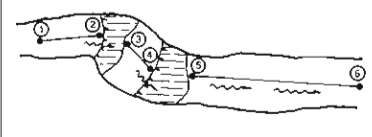
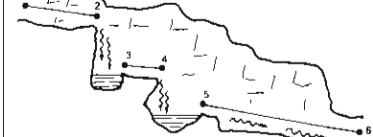
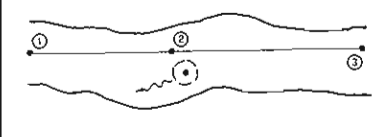
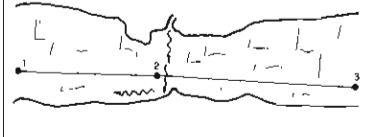
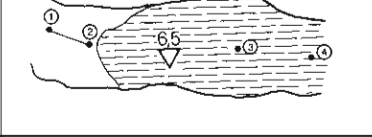

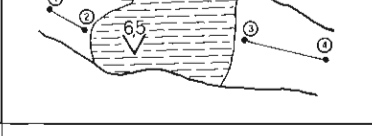
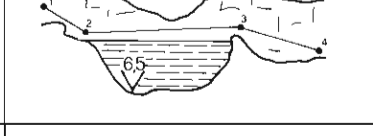


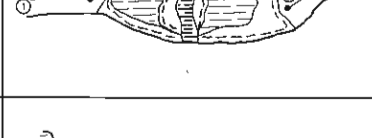







	PIANTA	SPACCATO
Fig. 8 Rapide		
Fig. 9 Forte stillicidio		
Fig. 10 Profondità di acque marine		
Fig. 11 Profondità di acque non marine		
Fig. 12 Lago con livello non costante		
Fig. 13 Sifone con livello non costante		
Fig. 14 Flusso temporaneo di acque in risalita		

TAVOLA 6.03.II

flusso temporaneo di acque in risalita (fig. 14), è necessario il suo riporto con una serie di frecce sinusoidali a punti.

Una sorgente sia a carattere temporaneo (fig. 15/A), sia perenne (fig. 15/B), viene riportata con un simbolo che indica la schematizzazione della goccia d'acqua. Nel caso in cui le sorgenti siano a carattere termale temporaneo (fig. 15/C) o termale perenne (fig. 15/D) vengono riportate con una lettera "T", indicante la loro termalità.

Tutti i simboli per le sorgenti sono riportabili nella planimetria e/o nello spaccato.

Fig. 15 SORGENTI				
	temporanea	perenne	termale temporanea	termale perenne
	pianta/spaccato	pianta/spaccato	pianta/spaccato	pianta/spaccato
	tipo A	tipo B	tipo C	tipo D

6.04 - Depositi

Nel capitolo vengono illustrate le simbologie fondamentali per la rappresentazione dei vari tipi di deposito che si possono trovare sul fondo, sulle pareti o sulla volta delle cavità. In tale iconografia sono state comprese tutte le rocce sciolte e sedimentarie di deposito clastico (ghiaie, sabbie, detriti, brecce, fanghi, argille), i depositi chimici (colate calcitiche, concrezioni, latte di monte, ecc.), i depositi organici (guano), gli ossiferi, quelli dovuti alle basse temperature interne (ghiaccio) o quelli caduti dall'esterno (neve).

La prima rappresentazione è di una colata calcitica: (fig. 1) questa deve venir disegnata con uno spessore pari ad un terzo di quello dei margini, come si è già visto per tutti i particolari. Nel riporto delle stalagmiti (fig. 2), è importante notare che, nei pressi del p.to 2, una colonna stalagmitica viene riportata segnando l'area minima di colonna che si congiunge con la volta, con lo stesso spessore usato per i margini. Nel caso di stalattiti (fig. 3), oltre ad essere riportate come tutti i particolari, è opportuno ricordare che non devono venir disegnate nella vista in pianta, essendo questa una vista della cavità lungo il piano orizzontale della poligonale. I massi (fig. 4) di dimensioni ragguardevoli vanno segnati sempre con lo spessore dei particolari e riempiti al loro interno, sia in pianta sia in spaccato, con dei "fini frastagliamenti". Le concrezioni a vaschetta sciette (fig. 5) o con acqua (fig. 6) vanno segnate con spessore pari ad un terzo dei margini principali.

Tutte le seguenti figure rappresentate comprendono particolari iconografie per la rappresentazione di tutti gli altri principali depositi riscontrabili nell'ambiente sotterraneo.

Tutte le simbologie vengono comprese o entro i limiti del deposito, o nelle sue strette vicinanze nel caso si abbia scelto una scala di riduzione del disegno troppo elevata.

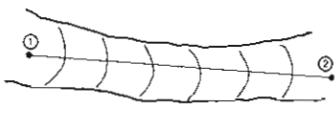
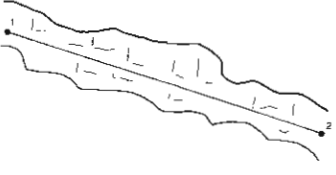
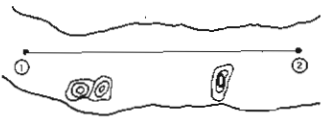
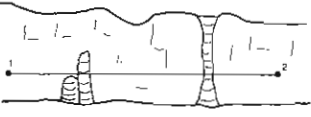
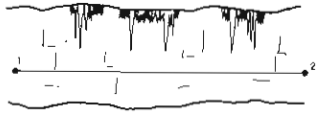


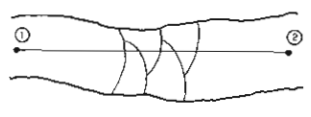



	PIANTA	SPACCATO
Fig. 1 Colata calcitica		
Fig. 2 Stalagmiti		
Fig. 3 Stalattiti		
Fig. 4 Massi		
Fig. 5 Concrezioni a vaschetta asciutte		
Fig. 6 Concrezioni a vaschetta con acqua		

TAVOLA 6.04.I

	PIANTA	SPACCATO
Fig. 7 Detriti		
Fig. 8 Fanghi e argille		
Fig. 9 Sabbie		
Fig. 10 Guano		
Fig. 11 Reperti osteologici in sabbie e argille		
Fig. 12 Reperti osteologici in terreni non ben identificati		

TAVOLA 6.04.II

	PIANTA	SPACCATO
Fig. 13 Neve		
Fig. 14 Ghiaccio		
Fig. 15 Concrezioni di ghiaccio		
Fig. 16 Concrezioni argillose		
Fig. 17 Concrezioni sabbiose		
Fig. 18 Latte di monte		

TAVOLA 6.04.III

6.05 - Simbologia complementare

Questo capitolo tratta della simbologia complementare necessaria per la corretta esecuzione di un rilievo ipogeo.

L'indicazione del Nord (fig. 1) che verrà posta sul disegno nelle vicinanze della pianta e possibilmente con il vertice della freccia rivolto verso l'alto del disegno, sarà corredato sul lato destro della freccia con una semplice "N" qualora si riferisca al Nord geografico, con "Nm" per il Nord magnetico. Nella fig. 2 la quota d'ingresso della cavità riferita al livello del mare è stata determinata mediante un altimetro; nella fig. 3 geometricamente. In entrambi i casi la metratura viene riportata a destra del simbolo, posto a sua volta sulla linea orizzontale del punto quotato.

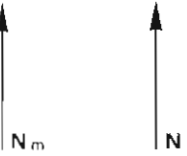
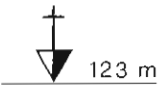
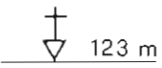
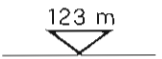

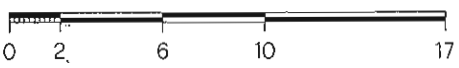
<p>Fig. 1 Nord magnetico e geografico</p>	
<p>Fig. 2 Quota assoluta (s.l.m.) d'ingresso determinata barometricamente</p>	
<p>Fig. 3 Quota assoluta (s.l.m.) d'ingresso determinata geometricamente</p>	
<p>Fig. 4 Quota relativa determinata geometricamente</p>	
<p>Fig. 5 Quota relativa determinata barometricamente</p>	
<p>Fig. 6 Scala</p>	

TAVOLA 6.05.I

Le quote relative determinate barometricamente (figg. 4-5) vengono poste al di sopra dei triangoli: nel primo caso vuoto, nel secondo pieno, indicanti la quota. Il rapporto o scala del disegno rispetto alla realtà non verrà mai indicato con una frazione numerica, bensì graficamente, per evitare eventuali errori di valutazione nelle proporzioni dei disegni ridotti da necessità editoriali; tale simbolo (fig. 6) verrà posto in basso a destra del foglio. Sarà possibile evidenziare, qualora il rilievo lo richiedesse, dei punti notevoli (fig. 7); questi verranno indicati in pianta da un cerchietto con all'interno la numerazione

progressiva, dall'esterno della cavità alla fine. Essi sono utili per far notare con maggior precisione un pozzo che in pianta non sarebbe molto ben evidenziato come nello spaccato. I termini "PIANTA", "SPACCATO", "SEZIONI TRASVERSALI" (fig. 8) vengono posti nei pressi delle viste per dare maggiore chiarezza dell'intero disegno. Le sezioni trasversali (fig. 9) che normalmente si eseguono in maggior numero per grotte con andamento sub-orizzontale vengono riportate in parte, come si usa nel disegno tecnico. È possibile, per una maggior chiarezza, soprattutto nei rilievi molto complessi con più di due rami sovrapposti, nella pianta e/o spaccato, eseguire delle trasposizioni di rami secondari (fig. 10). I punti in cui si eseguono le trasposizioni, saranno evidenziati con un punto pieno contrassegnato da una lettera dell'alfabeto.

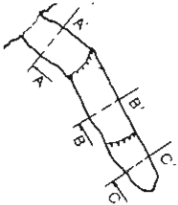
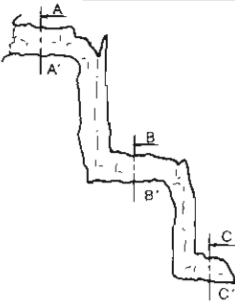



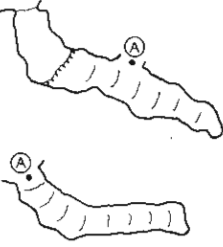
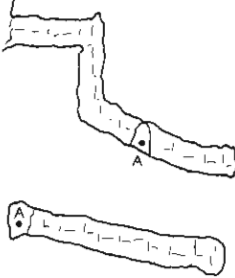
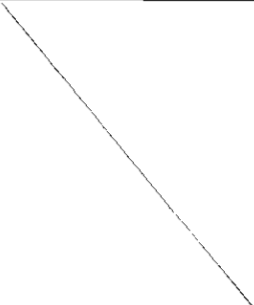
	PIANTA	SPACCATO	SEZIONI TRASVERSALI
Fig. 7 Punti notevoli	②	②	②
Fig. 8 Denominazioni delle viste	PIANTA	SPACCATO	SEZIONI TRASVERSALI
Fig. 9 Sezioni trasversali			SEZ.  A-A' SEZ.  B-B' SEZ.  C-C'
Fig. 10 Trasposizioni			

TAVOLA 6.05.II

6.06 - Reperti

Questo paragrafo tratta dei particolari da riportare sul rilievo a discrezione dell'autore, quando cioè sia opportuna un'esatta individuazione del punto preciso della scoperta fatta. Con riferimento all'iconografia, le varie figure rappresentano i principali reperti rinvenibili in cavità - a carattere vegetale (figg. 1-2), faunistico (fig. 3), paleontologico e

paleontologico (figg. 4-5-6-7-8-9) - ed un esempio di simbologia da riportare solo in spaccato per uno scavo d'assaggio (fig. 10). Le rappresentazioni dei reperti vengono riportate sui rilievi in una scala e con spessore conforme al significato prefissato dall'autore, in base alla loro importanza. I vari simboli possono venir riportati sia sulla pianta, sia sullo spaccato sia nelle eventuali sezioni trasversali, affinché si possa individuare facilmente il tipo ed il luogo esatto del ritrovamento. Un piccolo numero o una lettera minuscola dell'alfabeto greco o italiano, posta nei pressi del simbolo riportato sul rilievo, facilitano l'individuazione dell'esatta localizzazione del rinvenimento, riportato nella parte descrittiva della cavità.











Fig. 1 Radici		Fig. 6 Giacimenti animali	
Fig. 2 Reperti vegetali		Fig. 7 Giacimenti di cocci	
Fig. 3 Reperti faunistici		Fig. 8 Graffiti o pitture murali	
Fig. 4 Reperti paleontologici		Fig. 9 Reperti paleontologici in genere	
Fig. 5 Giacimenti umani		fig. 10 Scavo d'assaggio	

TAVOLA 6.06

6.07 - Meteorologia

Queste simbologie vengono riportate solamente sui rilievi specialistici e le loro dimensioni devono riferirsi al disegno dei particolari della cavità ed all'importanza che l'autore vuole dare alle varie misure meteorologiche. È consigliabile, per chi impiega questi simboli in un lavoro scientifico, rinforzare questo tipo di particolari rispetto agli altri, in modo che al lettore risaltino facilmente i punti in cui sono state eseguite le misurazioni.

La rappresentazione delle correnti d'aria fredda (fig. 1) o d'aria calda (fig. 2) viene eseguita: nel primo caso con una linea discontinua corredata da minute frecce piene e nel secondo caso con una linea tratteggiata sovrapposta da una serie di triangoli vuoti. È possibile rimarcare la differenza fra le due correnti segnando quella fredda con il colore azzurro, quella calda con il colore rosso. Le temperature dell'aria (fig. 3), dell'acqua (fig. 4) e del terreno (fig. 5) che vengono riferite ai gradi centigradi, sono da riportare: senza alcuna sottolineatura per l'aria, con una sottolineatura per l'acqua e con doppia sottolineatura per il terreno. Le misure delle temperature dell'aria, salvo ulteriori indicazioni, si intendono rilevate il più lontano possibile dalle pareti; quelle dell'acqua e quelle del terreno si riferiscono allo strato superficiale, se non corredate da diversa indicazione vicino al dato ottenuto. Pure la pressione atmosferica (fig. 6) e l'umidità relativa (fig. 7) vanno registrate e segnate in luoghi facilmente individuabili per un'eventuale riverifica. Tutti i dati che vengono trascritti sul rilievo della cavità in pianta, nello spaccato e nelle sezioni trasversali, per la precisa individuazione del punto in cui è stata eseguita la lettura dello strumento, vengono accompagnati da una lettera conforme all'importanza che viene data a questi dati rispetto a tutto il resto del rilievo ed alla grandezza del disegno. Il limite di penetrazione della luce (fig. 8), molto importante per studi a carattere speleobiologico, deve venir rilevata nelle migliori condizioni meteorologiche, nella stagione più favorevole e nelle ore in cui i raggi solari penetrano maggiormente nella grotta. Da ricordare è soprattutto il riporto della data altrimenti qualsiasi rilievo con dei dati meteorologici senza riferimento temporale perde il significato ed il suo senso.

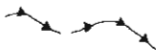

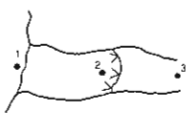
Fig. 1 Corrente d'aria fredda		Fig. 5 Temperatura terreno	<u>12,5°C</u>
Fig. 2 Corrente d'aria calda		Fig. 6 Pressione atmosferica	Y 760
Fig. 3 Temperatura aria	12,5°C	Fig. 7 Umidità relativa	98 %
Fig. 4 Temperatura acqua	<u>12,5°C</u>	Fig. 8 Limite penetrazione luce	

TAVOLA 6.07

6.08 - Stazioni e campi

È buona norma in rilievi con scale a basso denominatore, inserire pure simbologie atte all'individuazione di campi e stazioni ipogee di studio e di raccolta, per una più precisa indicazione delle particolarità della cavità. Le stazioni ed i campi vengono raffigurati con un rettangolo entro il quale viene posta una lettera "S" nel caso di stazione od una "C" nel caso di campo. Sotto le lettere "S" o "C" viene aggiunto il simbolo o la scrittura riguardante il tipo preciso di realizzazione. Il simbolo che riguarda la stazione o il campo deve venir riportato all'interno o all'esterno dei margini della cavità, nei pressi del punto esatto di ubicazione della base, sulla parete e/o sullo spaccato in una dimensione conforme alla scala del disegno e al grado d'importanza che riveste rispetto al resto dei particolari. Normalmente questi particolari possono venir messi in risalto solamente in occasione di studi specifici, per determinare chiaramente il luogo esatto di uno studio.

Una stazione per la misura delle acque (fig. 1) viene indicata con il simbolo chimico dell'acqua (H_2O); questo simbolo può venir corredato, sul lato sinistro o destro maggiore del rettangolo, da diverse sigle che indichino il tipo di stazione in funzione. Queste sono:

pH/durezza	- determinazione del pH e della durezza dell'acqua;
Q	- determinazione della portata di torrenti o sorgenti;
V	- misure volumetriche;
v	- misure di velocità dei corsi d'acqua;
traccianti	- misure con traccianti chimici o altro

Le stazioni di misura di accrescimento delle concrezioni (fig. 2) vengono contraddistinte con una piccola concrezione stilizzata sotto la lettera "S"; anche per questo tipo di stazione è possibile riportare sul lato destro o sinistro del rettangolo lo studio specifico che è stato effettuato o si sta effettuando. Si può avere perciò:

stal.	- Misura di accrescimento delle stalattiti;
stalagm.	- Misura di accrescimento delle stalagmiti;
pisol.	- Misura di accrescimento delle pisoliti.

Il genere di stazione biospeleologica (fig. 3) può essere di studio o di raccolta di campioni; il primo verrà indicato con "STUD", il secondo con "RACC". Il simbolo di stazione meteorologica (fig. 4) viene corredato da scritte, poste sempre a destra o a sinistra del lato maggiore del rettangolo che indicano gli strumenti ubicati al suo interno. Queste sono:

term.	- termometro;
psicrom.	- psicrometro;
barom.	- barometro;
anemom.	- anemometro.

Una stazione fotografica è rappresentata in fig. 5 e non ha bisogno di ulteriori spiegazioni vista la sua semplicità. Il campo base (fig. 6) che è posto in opera più frequentemente in cavità la cui esplorazione è prolungata e difficile, può venir indicato con diverse specificazioni. Ad esempio: la presenza d'acqua potabile nelle sue vicinanze (H_2O), la possibilità di riposo su amache (☞) e quella in tende (△).

Un campo base per subacquei (fig. 7) viene individuato da una scritta (SUB) attornata da un simbolo di vasca d'acqua.

Un campo per il pronto soccorso (fig. 8), individuato dal solito rettangolo con all'interno la lettera "C", viene segnato con il simbolo di pronto soccorso.




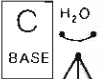




Fig. 1 Stazione misura acque	 pH/durezza O V v (traccianti)	Fig. 5 Stazione fotografica	
Fig. 2 Stazione misura accrescimento concrezioni	 stal stalagm pisol.	Fig. 6 Campo base	
Fig. 3 Stazione biospeleologica	 stud racc.	Fig. 7 Campo sub	
Fig. 4 Stazione meteorologica	 term. psicrom barom. anemom	Fig. 8 Campo pronto soccorso	

TAVOLA 6.08

6.09 - Opere artificiali

Le varie simbologie da adottare in cavità con opere artificiali, costruite in questo periodo o in passato, sono da riportare solamente se le suddette opere abbiano una certa importanza e il disegno lo permetta, in corrispondenza alla scala prescelta. È da ricordare che nessuna opera provvisoria, utilizzata solamente per l'esplorazione della grotta, deve venir riportata, salvo casi particolari che potranno esser trattati in altra sede (rilievi a carattere strettamente tecnico). A prescindere dai casi indicati (figg. 1 - 6), dove sono riportate le simbologie più comuni per opere artificiali, si lascia libera scelta all'autore del rilievo di aggiungere ulteriori simboli, essendo questo argomento molto vasto ed imprevedibile, soprattutto nelle costruzioni che si possono trovare in cavità utilizzate a fini bellici.

Nelle figg. dalla 7 alla 10 vengono riportate le norme per la rappresentazione di alcune costruzioni ed avvertenze che è possibile aggiungere sui rilievi di cavità turistiche, lasciando pure qui libera facoltà di scegliere o modificare altri particolari di irrilevante importanza. Una scala a pioli in legno, in calcestruzzo o in metallo può esser rappresentata come nella fig. 1. Una scalinata artificiale in pietra o in calcestruzzo (fig. 2) può venir disegnata in pianta sovrapponendo una freccia che indichi il senso negativo della discesa.

Un eventuale sentiero individuabile o in cavità utilizzate a scopo turistico o in quelle utilizzate durante i periodi bellici, viene indicato come in fig. 5 sulla vista in pianta e viene suddiviso in tre gradi di difficoltà:

A) - Sentiero difficile (fig. 5/A) - *"traccia solamente pedonale che si percorre con difficoltà o pericolo, ma che rappresenta il solo tratto percorribile in zone transitabili con lieve disagio, come falde sconnesse, pareti rocciose, ghiaioni, ecc."*

B) - Sentiero facile (fig. 5/B) - *"comunicazione che manca di taluno dei requisiti della mulattiera, ma consente il facile transito di persone..."*

	PIANTA	SPACCATO
Fig. 1 Scala a pioli		
Fig. 2 Scalinata		
Fig. 3 Opere murarie		
Fig. 4 Parapetto		
Fig. 5 Sentieri	a) b) c)	Fig. 8 Linee telefoniche
Fig. 6 Sbancamento artificiale		Fig. 9 Pericolo generico
Fig. 7 Linee elettriche		Fig. 10 Pronto soccorso

TAVOLA 6.09

C) - Sentiero con fondo artificiale (fig. 5/C) - "*sentiero di facile percorribilità con il fondo artificiale in pietra, in legno o in calcestruzzo*".

Il simbolo di sbancamento artificiale (fig. 6), che deve venir riportato in tutte le cavità dove un passaggio non accessibile all'uomo sia stato allargato o completamente svuotato, va riportato in tutte e due le viste della cavità, per evidenziare l'opera dell'uomo. Nel caso di cavità utilizzate a scopo turistico, l'impianto elettrico (fig. 7) può venir rappresentato sommariamente, per una realizzazione più completa del rilievo. Dalla cabina d'entrata che deve venir segnata con un cerchio vuoto (Fasc. 264 3-10 marzo 1970 e 356 3-3 gennaio 1974, Norme CEI), parte la linea in filo con indicate il numero delle fasi (una barretta trasversale per fase, mezza barretta per il neutro), fino alle lampade della prima serie. Un commutatore sulla linea per l'inserimento o il disinserimento di una parte dell'impianto, viene individuato da un cerchietto vuoto barrato. Se la linea elettrica è sospesa, viene realizzata la parte alta dei pali per linee aeree; se è di tipo interrato, il simbolo da porre nei pressi del filo, è la terra utilizzata nelle rappresentazioni elettrotecniche. Per le linee telefoniche (fig. 8), utili per chiamate d'emergenza, si indicherà un apparecchio telefonico. Accanto ad ogni apparecchio è opportuno aggiungere, oltre alla lettera "T" (Telefono) il tipo di servizio che può svolgere (esterno/interno o interno/interno, ecc.); ricordando che la prima scrittura corrisponde alla locazione del telefono, la seconda alla possibilità di chiamata verso altri apparecchi (esterni o interni). Per altri particolari e per una più esatta realizzazione degli impianti elettrici o telefonici, secondo il grado d'importanza che l'autore vuole assegnare, è consigliabile l'uso di testi specialistici, ricordando che per la rappresentazione corretta dei simboli normalizzati è possibile usufruire di speciali serie di trasferibili.

Sui rilievi di cavità turistiche, per una più completa realizzazione del disegno, è consigliabile riportare le varie strutture costruite all'interno a beneficio dei visitatori. Sarà utile quindi aggiungere al rilievo i vari simboli di pericolo (fig. 9), nelle zone interessate, e di posto di pronto soccorso (fig. 10), per una facile individuazione della base, in caso di emergenza.

Si ricorda che questo manuale è specificatamente dedicato al rilievo pro Catasto delle Grotte del F.V.G., e che quindi la simbologia proposta è legata a quanto da tempo in uso.

Pare opportuno tuttavia riportare anche la simbologia, molto adatta per le carte tematiche, convenzionalmente adottata dai Paesi membri dell'U.I.S., edita nel 1978 a cura di G. Fabre e M. Audetat. Inoltre degna di attenzione è anche la recente Proposta di Bini, Meneghel e Sauro.

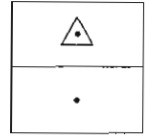
Da "Signes Spéléologiques Conventionnels". (Mém. C.E.R.G.H., n° 14) e da "Atti e Memorie", vol. 25.

TOPOGRAPHIE / TOPOGRAPHY / ORTSBESCHREIBUNG (1)

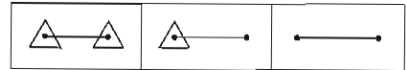
1 — Station topographique/survey station/
Vermessungspunkte

1-1. principale/principal/Hauptstation

1-2. principale ou secondaire
principal or secondary
Hauptstation Nebenstation (2)



2 — Cheminement/survey line/Virsirlinie



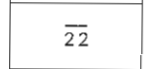
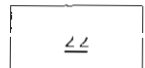
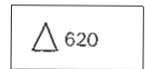
3 — Altitude/altitude/Höhe

3-1. absolue/absolute/absolute

3-2. relative/relative/relative (3)

3-2-1. positive/positive/positiv

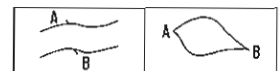
3-2-2. négative/negative/negativ



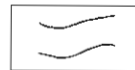
4 — Hauteur du plafond/height floor to ceiling/Ganghöhe



5 — Coupe en travers/cross section/Querschnitt



6 — Galerie/passage/Gang

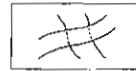


(1) système métrique /metric system/Massystem

(2) en fonction de l'échelle /according to scale/je nach Masstab

(3) par rapport à l'entrée /with respect to the entrance/im Verhältnis zum Eingang

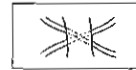
7 — Galerie passant au-dessus d'une autre
(tiret) / *passage superposed upon another (dash)* / Gang unter einen andern verlaufend (Bindestrich)



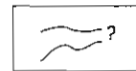
8 — Galerie secondaire (points) passant au-dessus d'une galerie principale
secondary passage (points) surimposed upon a principal passage
Nebengang (punkten) der über den Hauptgang führt



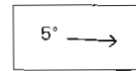
9 — Superposition de trois galeries
superposition of three passages
Überschneidung dreier Gänge



10 — Continuation inconnue
unknown continuation
unerforschte Fortsetzung



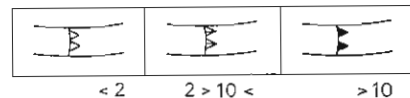
11 — Pente du plancher
slope of floor / Neigung



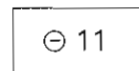
12 — Isohypses/contour lines/Isohypsen



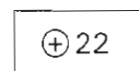
13 — Ressauts
sharp drop in floor / Abbruchstufe



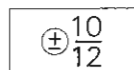
14 — Puits /pit/Schacht



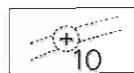
15 — Cheminée/dome/Schlot, Kamin



16 — Cheminée-puits
domepit / Schlot-Schacht, Kamin

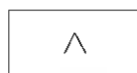


17 — Non topographié, estimé
unsurveyed, estimated
nicht topographisch aufgenommen
(geschätzt)

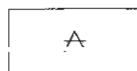


GEOMORPHOLOGIE / GEOMORFOLOGY / GEOMORPHOLOGIE

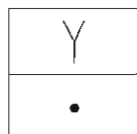
18 — Concrétion
cave formation / Sinterkonkretion



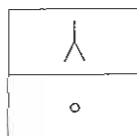
19 — Concrétion cassée
broken cave formation
zerbrochene Sinterkonkretion



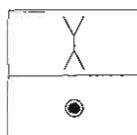
20 — Stalactite/*stalactite*/Stalaktit



21 — Stalagmite/*stalagmite*/Stalagmit



22 — Colonne/*column*/Sintersäule

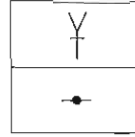


23 — Draperie
drapery/Sintervorhang, Sinterfahne

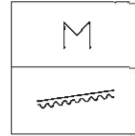


24 — Helictite

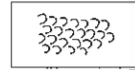
helictite/Sinterexzentrischer



25 — Lait de lune / moon milk / Bergmilch

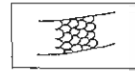


26 — Gours/rimstone pools/Sinterbecken

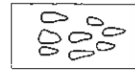


27 — Plancher stalagmitique

stalagmite floor/Sinterdecke

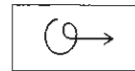


28 — Vague d'érosion/scallop/Fliessfazetten



29 — Marmite de géant

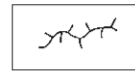
giant pot/Bodenkolk, Riesentopf



30 — Chenal de voûte

ceiling channel

Deckenrinne, wirbercanal

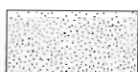


PETROGRAPHIE / PETROGRAPHY / PETROGRAPHIE (4)

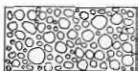
31 — Argile ou limon/*clay or silt/Lehm*



32 — Sable/*sand/Sand*



33 — Galets, blocs roulés
rounded gravels or pebbles
Schotter, Geschiebe, Geröll



34 — Galets non roulés, éboulis
chip, slab breakdown
Bruchschutt



35 — Blocs non roulés, éboulés
blocks breakdown
Blockwetk, Deckenstürze



(4) Pour la roche encaissante (calcaires, dolomies...), le pendage, les fractures etc... et la géologie en général, on se reportera aux symboles internationaux classiques.

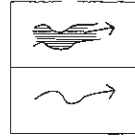
For encased rock formation, dip of strata, faults etc... consult classical general and international symbols

Für das umgebende Gestein (Kalk, Dolomit...), das Fallen, und streichen, Klüfte u.s.w. sowie Begriffe der allgemeinen Geologie werden die international üblichen Symbole angewandt

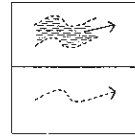
HYDROLOGIE / *HYDROLOGY* / *HYDROLOGIE*

36 — Cours d'eau, écoulement/*stream/Hö-
lenbach, Höhlenfluss, Wasserlauf*

36-1. *perenne/permanent/perennierend*



36-2. *temporaire/tempary/temporär*



37 — Relation hydrologique
hydrologic connection
hydrikiigische Verbindung

37-1. *prouvée (traceur) / shown by tracer /
gesichert*



37-2. *supposée/supposed/vermutet*

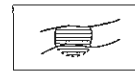


38 — Lac, laisse (avec partie sous voûte
mouillante)
pool (partly with siphon)
See (Decke berührend)

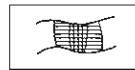
38-1. *pérenne/permanent/perennierend*



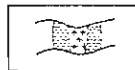
38-2. *temporaire/temporary/temporär*



39 — Voûte mouillante/*siphon/Siphon*



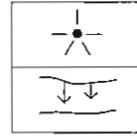
39-1. *pérenne/permanent/perennierend*



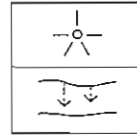
39-2. *temporaire/temporary/temporär*

40 — Suintement de voute
dripping water from ceiling
Sickerwasser aus der Decke

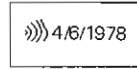
40-1. pérenne/*permanent/perennierend*



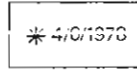
40-2. temporaire/*temporary/temporär*



41 — Glace (avec date)
ice (with date)/Eis (mit Datum)



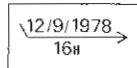
42 — Neige (avec date)
snow (with date)/Schnee (mit Datum)



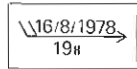
METEOROLOGIE / METEOROLOGY / METEOROLOGIE

43 — Courant d'air (avec date et heure)
direction of air (date and hour)
Wetterführung (mit Datum und Uhrzeit)

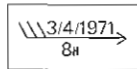
43-1. faible/*light/schwach*



43-2. fort/*strong/stark*



43-3. violent/*boisterous/sehr stark*

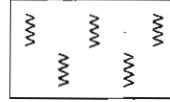


a**b**

A FORME CARSICHE (in rosso)
KARSTLANDFORMS (in red)

I CAMPI SOLCATI E KARREN
LIMESTONE PAVEMENTS AND KARREN

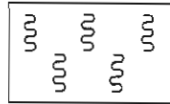
- 1 Campi solcati di tipo libero
Bare type limestone pavements



- 2 Campi solcati di tipo semilibero
Partly covered type limestone pavements

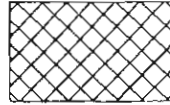


- 3 Campi solcati di tipo coperto
Subcutaneous limestone pavements

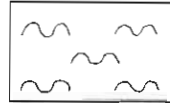


(a scale maggiori o uguali ad 1/10.000)
(for scales larger than 1/10.000)

- 4 Campi solcati a crepacci
Grikes



- 5 Campi solcati a Karren arrotondati
Rounded Karren



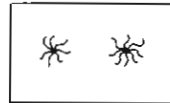
- 6 Grize
Shallow



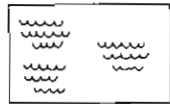
- 7 Campi solcati a Spitzkarren
Solution spikes



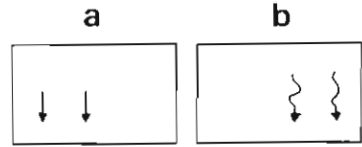
- 8 Karren a scannellature
Solution flutes



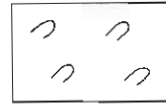
- 9 Superfici alveolate
Cockled and crinkled surfaces



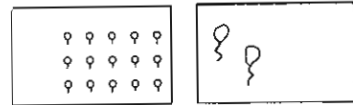
- 10 Campi solcati con solchi a doccia: a) rettilinei
 b) a meandri
*Solution runnels: a) rectilinear
 b) meandering*



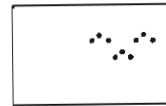
- 11 Campi solcati con Karren ad impronta
Heel-print Karren



- 12 Campi solcati con vaschette di corrosione: a) piccole
 b) grandi
*Solution pans: a) small
 b) big*



- 13 Campi solcati con fori
Cavernous Karren



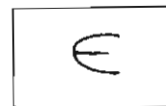
- 14 Crepacci di diaclase
True grikes



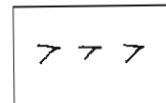
- 15 Crepacci di tipo trincea o bogaz
Grikes of trench type



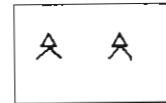
- 16 Incavi e nicchie del carso coperto
Solution hollows of the covered karst



- 17 Karren a denti di sega (lame dentate)
Sawtooth edges

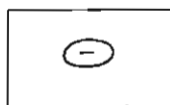


- 18 Blocchi pedunculati
Perched blocks



II DOLINE E CONCHE CARSIICHE, POLJE
DOLINES, KARST DEPRESSIONS, POLJES

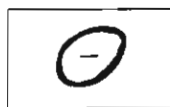
31 Dolina
Doline



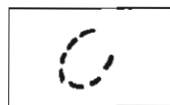
b

32 Grande conca carsica, uvala, depressione di origine mista (esclusi i polje):
 a) bordo netto, b) bordo poco netto (sono comprese le grandi depressioni
 glaciocarsiche di origine mista; il contorno segue la rottura di pendenza
 altopiano-versanti della conca oppure la curva di livello corrispondente alla
 quota della soglia più bassa).

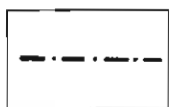
*Big karst depression, uvala, depression of complex origin (poljes exclu-
 ded); a) sharp edge, b) not well defined edge (the big glaciokarstic de-
 pressions are included; the line follows the slope break at the summit of
 the depressions versants or the contour line corresponding to the eleva-
 tion of the lowest rim)*



33 Relitto di perimetro di grande dolina o conca carsica smantellata o sventrata
*Remnants of edge of big doline or karst depression partially demolished
 by erosion*

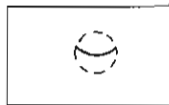
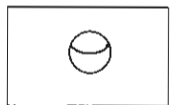


34 Spartiacque di grandi bacini carsici (compresi i polje)
Watersheds of big karst basins (poljes included)

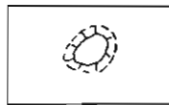
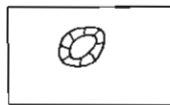


Tipi di doline
Types of dolines

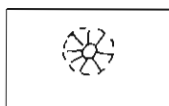
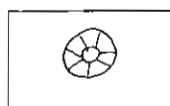
41 Dolina emisferica (a ciotola, a scodella): a) bordo netto, b) bordo poco netto
Basin doline (a) sharp edge, b) not well defined edge)



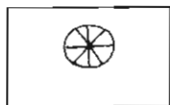
42 Dolina a piatto: a) e b) come sopra
Saucer-shaped doline: a) and b) as above

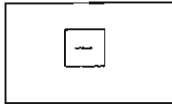
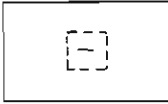



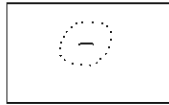
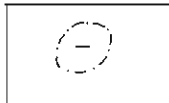
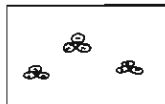


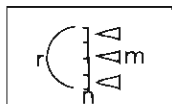
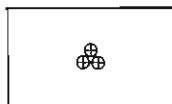
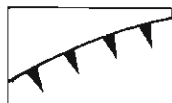
43 Dolina troncoconica: a) e b) come sopra
Cone-cut-shaped doline: a) and b) as above



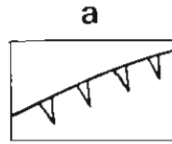
44 Dolina a imbuto: a) e b) come sopra
Cone - or funnel - shaped doline: a) and b) as above



- | | a | b |
|--|---|--|
| 45 Dolina a pozzo (prevalentemente di crollo): a) e b) come sopra
<i>Well-shaped doline (mostly collapse doline): a) and b) as above</i> |  |  |
| 46 Depressione con perimetro ben individuato solo sul lato a valle
<i>Depression with well defined edge only on the downslope side</i> |  | |
| 47 Dolina asimmetrica (i cunei indicano il versante più ripido)
<i>Asymmetrical doline (the wedges show the steeper slope)</i> |  |  |
| 48 Dolina alluvionale
<i>Alluvial doline</i> |  | |
| 49 Dolina di subsidenza
<i>Solution subsidence doline</i> |  | |
| 50 Campo di doline
<i>Field of dolines</i> |  | |
| 51 Emidolina fagliata (in rosso, nero e marrone)
<i>Faulted half-doline (in red, black and brown)</i>

a scale maggiori od uguali ad 1/10.000
<i>(for scale larger than 1/10.000)</i> |  | |
| 52 Microdolina ad imbuto su depositi sciolti calcarei (+ sigle cronologiche in blu, verde, violetto od altro a seconda del tipo di depositi)
<i>Small funnel shaped dolines on limestone loosed deposits (chronological indications in different colours according to the type of deposits)</i> |  | |
| Polje
Poljes | | |
| 61 Bordo netto di polje attivo
<i>Sharp edge of active polje</i> |  | |

62 Bordo netto di polje inattivo
Sharp edge of inactive polje



63 Bordo poco netto di polje attivo
Not well defined edge of active polje

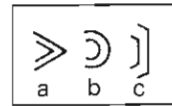


64 Bordo poco netto di polje inattivo
Not well defined edge of inactive polje



III FORME APERTE DI ORIGINE MISTA (in rosso ed altri colori)
OPEN LANDFORMS OF COMPLEX ORIGIN (in red and other colours)

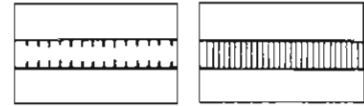
71 Valle fluvio carsica (secca): a) a V, b) a fondo arrotondato, c) a fondo piatto
 (in verde ed in rosso abbinati)
Fluviokarstic valley (dry): a) V-shaped type, b) rounded floor, c) flat floor (joint green and red)



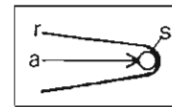
72 Valle "nivocarsica" (secca) (simboli di valle in rosso e in rosa abbinati, per altri caratteri come sopra)
Nivalkarstic valley (dry) (joint red and pink)



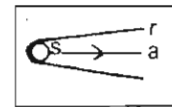
73 Canyon fluvio carsico inattivo per carsismo largo o stretto (i tratti laterali indicano gli orli superiori delle scarpate)
Fluviokarstic canyon inactive by karst processes (lateral signs show upper edges of scarps)



74 Valle cieca (in rosso ed azzurro) (s = simbolo come in grotte abissi ed orifizi)
Blind valley (red and blue; s = symbols as in caves, shafts and orifices)



75 Valle chiusa (indicazioni come sopra)
Pocket valley (see above)

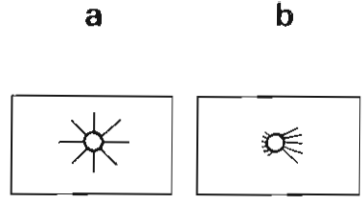


76 Nicchia nivocarsica (in rosso ed in rosa rispettivamente a bordi netti ed a bordi poco netti)
Nivalkarstic niche (in red and pink; with sharp edges or not well defined edges)

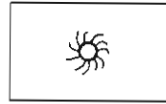


IV RILIEVI FORME POSITIVE (in rosso)
RELIEFS (in red)

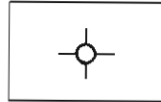
- 81 Dosso a cono (rispettivamente simmetrico ed asimmetrico)
Cone-shaped hill (symmetrical and asymmetrical)



- 82 Dosso a cupola
Dome-shaped hill



- 83 Elemento ruiniforme (chicot)
Chicot



V GROTTI, ABISSI ED ORIFIZI (in rosso)
CAVES, SHAFTS AND ORIFICES (in red)

- 91 Cavità verticale ad emergenza perenne
Vertical cavity perennially overflowing



- 92 Cavità verticale ad emergenza intermittente
Vertical cavity intermittently overflowing



- 93 Cavità verticale che assorbe un corso d'acqua perenne
Vertical cavity perennially swallowing water from the surface



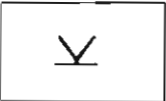
- 94 Cavità verticale che assorbe un corso d'acqua temporaneo
Vertical cavity swallowing intermittent surface flow




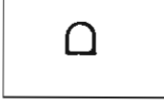



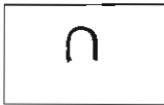






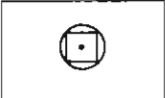




- 95 Cavità verticale temporaneamente assorbente e temporaneamente emittente
Vertical cavity temporarily swallowing and temporarily overflowing



- 96 Cavità verticale nè assorbente nè emittente ma con circolazione sotterranea
Vertical cavity neither overflowing nor swallowing but with groundwater flow



	a	b
97 Cavit� verticale n� assorbente n� emittente e priva di circolazione sotterranea conosciuta <i>Vertical cavity neither overflowing nor swallowing and lacking in known groundwater flow</i>		
98 Cavit� orizzontale a emergenza perenne <i>Cave perennially overflowing</i>		
99 Cavit� orizzontale a emergenza intermittente <i>Cave intermittently overflowing</i>		
100 Cavit� orizzontale che assorbe un corso d'acqua perenne <i>Cave swallowing a perennial surface flow</i>		
101 Cavit� orizzontale che assorbe un corso d'acqua temporaneo <i>Cave swallowing intermittent surface flow</i>		
102 Cavit� orizzontale temporaneamente assorbente e temporaneamente emittente <i>Cave temporarily swallowing and temporarily overflowing</i>		
103 Cavit� orizzontale n� assorbente n� emittente ma con circolazione sotterranea <i>Cave neither overflowing nor swallowing but with groundwater flow</i>		
104 Cavit� orizzontale n� assorbente n� emittente e priva di circolazione sotterranea conosciuta <i>Cave neither overflowing nor swallowing and lacking in known groundwater flow</i>		
105 Inghiottitoio impenetrabile che assorbe un corso d'acqua perenne <i>Impenetrable sinkhole perennially swallowing a surface flow</i>		
106 Inghiottitoio impenetrabile che assorbe un corso d'acqua temporaneo <i>Impenetrable sinkhole swallowing intermittent surface flow</i>		

	a	b
107 Cavit� impene­trabile temporaneamente assorbente e temporaneamente emittente <i>Impenetrable cavity temporarily swallowing and temporarily overflowing</i>		
108 Pozzo di lapie´s <i>Pit of lapie´s</i>		
109 Pozzo di subsidenza (da drenaggio di falde sospese in litotipo diverso: rocce poco carsificabili) <i>Subsidence pit (by drainage of suspended aquifer-levels in different rock types)</i>		
110 Pozzo di crollo (profondit� maggiore del semidiametro - infatti se p minore o uguale a sd - si tratta di dolina a pozzo) <i>Collapse pit (depth more than half of the diameter)</i>		
111 Nicchia o riparo <i>Niche or shelter</i>		
112 Grotta tagliata <i>"Cutted cave"</i>		
113 Arco, ponte naturale <i>Natural arche, bridge</i>		

**Esempio di scheda per l'accettazione a catasto
di una cavità e suo rilievo allegato**



COMMISSIONE GROTTES
 «EUGENIO BOEGAN»
 SOCIETÀ ALPINA DELLE GIULIE - C.A.I.
 Trieste - Via Machiavelli, 17 - Tel. (040) 60317

CATASTO DELLE CAVITÀ
 NATURALI SOTTERRANEE
 FRIULI - VENEZIA GIULIA



SCHEDA PER L'ACCETTAZIONE DI NUOVE CAVITÀ

DENOMINAZIONE		GROTTA DI TERNOVIZZA <small>(escludere i nomi propri, salvo richiesta motivata allegata)</small>		(sigla)		78 / 242 V.G. <small>numero a cura dell'ufficio</small>	
PROVINCIA		Trieste		COMUNE:		Duino - Aurisina	
LOCALITÀ		Ternova Piccola		AREA:		Carso Triestino	
TAVOLETTA I.G.M. (1:25.000)		Samatorza		FOGLIO. 40 ^a		QUADRANTE: II TAVOLETTA N° ANNO. 1962	
ELEMENTO C.T.R. (1:5000)		Samatorza		FOGLIO: 110		SEZIONE. 01 ELEMENTO: . 2.	
COORDINATE GEOGRAFICHE SULLA TAVOLETTA I.G.M.		COORDINATE GEOGRAFICHE SULL'ELEMENTO C.T.R.		COORDINATE CHILOMETRICHE <small>(Geuz-Boega riferito ai dati Naz.)</small>		QUOTA INGRESSO	
1° 15' 45" - 45° 46' 02"		13° 42' 57" 70 - 45° 46' 07" 60		2420092E-5069077N		m 287,3	
o ' " - o ' "		o ' " - o ' "		E- N		m	
o ' " - o ' "		o ' " - o ' "		E- N		m	
o ' " - o ' "		o ' " - o ' "		E- N		m	
o ' " - o ' "		o ' " - o ' "		E- N		m	
SVILUPPO PLANIMETRICO. m		383		DISLIVELLO: m		95,2 (- 95,2 +)	
SVILUPPO SPAZIALE m		492		POZZO/I ACCESSO. m			
POZZO/I INTERNI: m		21 / 32					
ESECUTORI DEL RILIEVO ALLEGATO		DATA DEL RILIEVO		GRUPPO E RECAPITO			
Bagliani F., Bone N., Gherbaz F. Nussdorfer G.		5-19/02/1984		Commissione Grotte "E. Boegan" Via Machiavelli 17 - TRIESTE			
NOME LOCALE DELLA CAVITÀ: Georg Schneide Hohle, Pejca Jama, Jama v hribah							
PROPRIETARIO O CONCESSIONARIO DEL FONDO E SUO INDIRIZZO. demanio <small>(Soprattutto nel caso di limitazioni per l'accesso)</small>							
NATURA GEOLOGICA DEL TERRENO: calcari nerastri/neri cretaceo inf. (Aptiano-Albiano)							
POSIZIONE SUL 25.000 <input checked="" type="radio"/> sicura <input type="radio"/> non certa		POSIZIONE SULLA CTR <input checked="" type="radio"/> sicura <input type="radio"/> non certa		POSIZIONE CHILOMETRICA <input type="radio"/> 25.000 CALCOLATA SUL <input checked="" type="radio"/> CTR			
<input type="radio"/> cartograficamente sul 25.000 <input type="radio"/> cartograficamente sulla CTR <input type="radio"/> con l'altimetro <input checked="" type="radio"/> con poligonazione <input type="radio"/> con traguardo		<input type="radio"/> cartograficamente sul 25.000 <input type="radio"/> cartograficamente sulla CTR <input type="radio"/> con l'altimetro <input checked="" type="radio"/> con poligonazione <input type="radio"/> con traguardo		E ESPLORATA TUTTA <input checked="" type="radio"/> sì <input type="radio"/> no		E RILEVATA TUTTA <input checked="" type="radio"/> sì <input type="radio"/> no	
QUOTA INGRESSO DETERMINATA <input checked="" type="radio"/> con poligonazione <input type="radio"/> con traguardo		CI SONO PROSECUZIONI VISIBILI <input checked="" type="radio"/> sì <input type="radio"/> no					
GROTTA TURISTICA <input type="radio"/> sì <input checked="" type="radio"/> parte <input type="radio"/> no		ADIBITA AD ALTRI USI <input type="radio"/> sì <input checked="" type="radio"/> parte <input type="radio"/> no		CAVITÀ ARTIFICIALE <input type="radio"/> sì <input checked="" type="radio"/> parte <input type="radio"/> no			

STRUMENTI USATI PER LA POLIGONALE INTERNA DEL RILIEVO:

A) MISURE DI DECLINAZIONE MAGNETICA:

- usato bussola con precisione di 5' tenuta a mano,
- usata bussola con precisione di 2" tenuta a mano,
- usata bussola con precisione di 1" tenuta a mano,
- usata bussola con precisione di 1/2" con lente d'ingrandimento per le letture o poggiata su treppiede fisso
- usato topolite, tachometro o altri strumenti di ottima precisione

B) MISURE DI INCLINAZIONE RISPETTO AL PIANO ORIZZONTALE:

- usato eclimetro con precisione di 5' tenuto a mano,
- usato eclimetro con precisione di 1" tenuto a mano
- usato eclimetro con precisione di 1/2" poggiato su treppiede fisso,
- usato teodolite, tachometro o altri strumenti di ottima precisione

C) MISURE DELLE DISTANZE:

- misurate con nastri metrici i topofili opportunamente corretti,
- misurate con cannocchiale distanziometrico o altri strumenti di ottima precisione

D) I DETTAGLI DELLA CAVITÀ SONO STATI PRESI:

- solo dalla stazione o vertice,
- in modo accurato in tutte le stazioni ed altre intermedie

PRINCIPALI CARATTERISTICHE:

IDRICHE	CAVITÀ <input type="radio"/> permanente	CAVITÀ <input type="radio"/> permanente	CORSI <input type="radio"/> sì
	ASSORBENTE <input checked="" type="checkbox"/> temporanea	EMITTENTE <input type="radio"/> temporanea	INTERNI <input checked="" type="checkbox"/> no
	<input type="radio"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> no	
	RAMI <input checked="" type="checkbox"/> sì	TERMALE <input type="radio"/> sì	GHIACCIO <input type="radio"/> permanente
	FOSSILI <input type="radio"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> no	O NEVE <input checked="" type="checkbox"/> no
DIFFICOLTÀ	N. BACINI/LAGHI	N. SIFONI	OCCORRONO <input type="radio"/> sì
			RESPIRATORI <input checked="" type="checkbox"/> no
	OCCORRONO <input type="radio"/> sì		
	IMBARCAZIONI <input checked="" type="checkbox"/> no		
ALTRE:			
LA CAVITÀ È ARMATA PER L'ESPLORAZIONE:			
	In sola corda <input type="radio"/>	su scale <input type="radio"/>	entrambe le tecniche <input checked="" type="checkbox"/>
PERICOLI	<input type="radio"/> sempre		<input type="radio"/> sempre
	INGRESSO <input type="radio"/> stagionale		ALLUVIONI <input type="radio"/> stagionale
	PERICOLOSO <input type="radio"/> eccezionale		INTERNE <input type="radio"/> eccezionale
	<input checked="" type="checkbox"/> no	PERCHÉ:	<input checked="" type="checkbox"/> no
	FRANAMENTI <input type="radio"/> sempre	ALTRO PERICOLO <input type="radio"/> sempre	
	INTERNI <input type="radio"/> stagionale	<input type="radio"/> stagionale	
	<input checked="" type="checkbox"/> eccezionale	<input type="radio"/> eccezionale	
	<input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="radio"/> no	
STATO DELL'IMBOCCO AL	<input checked="" type="checkbox"/> agibile	SE IMPRATICABILE	
MOMENTO DELL'INDIVIDUAZIONE	<input type="radio"/> ostruito	O OSTRUITO PERCHÉ	
	<input type="radio"/> impraticabile		

FOLKLORE:

DESCRIZIONE DEL TERRENO CIRCOSTANTE L'IMBOCCO E DEL PERCORSO PER RAGGIUNGERLO:

Dal paese di Gabrovizza, per la strada che porta a San Pelagio, superata l'osteria da Grassia, si gira a destra fino a raggiungere Ternova Piccola. Arrivati all'ultima casa, si lascia la strada asfaltata, proseguendo a sinistra per una carrareccia. Dopo una ventina di metri si incontra un primo bivio; si segue il sentiero a destra per circa 500 metri, sino ad un pianoro. Qui si apre in I ed II ingresso della cavità subito sulla destra del sentiero.

DESCRIZIONE DEI VANI INTERNI ED EVENTUALI NOTE:

L'ingresso più comodo per la visita a questa grotta, è posto sulla destra del sentiero, in corrispondenza di una biforcazione in discesa verso il lato sinistro. È composto da una breve discesa in un avvallamento del terreno che immette in una prima cavernetta di 25x12x10 m. Questa, durante il periodo bellico, è stata in parte attrezzata a ricovero o a deposito di munizioni, con la costruzione di una gradinata d'ingresso in cemento, di murature e di un breve cunicolo laterale (P.to 2). La parte terminale della sala (conosciuta come Pejca Jama) è stata, sempre durante il periodo bellico, scavata artificialmente sino alla congiunzione con la vera e propria Grotta di Ternovizza (P.to 4). Superato questo passaggio, ci si immette nel pozzo interno di 21 metri; il suo attacco principale è sulla parte sinistra del terrazzo, in corrispondenza di due grosse colonne stalagmitiche. Sulla parte destra del terrazzo (P.to 35) si congiunge l'ingresso naturale della Grotta. La discesa della verticale, con due frazionamenti intermedi per l'uso della tecnica di sola corda, immette in una caverna dalle vaste dimensioni (25x15x30 m) (P.to 5 e 7). Il percorso si effettua lungo una china detritica che nella parte terminale (P.to 7) è facilitato nella discesa da grossi massi di crollo. Superato un breve tratto (P.to 8 e 9) di modeste dimensioni causa l'ingombro di una frana sul lato destro della cavità, l'ambiente diventa di nuovo ampio e prosegue in una vasta galleria. Il suo accesso è composto da una breve arrampicata, di una decina di metri (P.to 10 e 11), facilitata da grossi agguagli su massi in parte concrezionati nella parte finale. Oltre questo punto, la galleria si fa ampia con grosse colate stalagmitiche (sulla destra si trova una definita "organo" che con la percussione delle sue lame, offre dolci note vibranti) e numerose colonne stalattitiche. Giunti al caposaldo n° 13 (dal cui pavimento si dipartono due brevi pozzi comunicanti, dopo una decina di metri, con un modesto cunicolo) si risale per una china argillosa di circa 7 metri (P.to 14), fino ad immergersi in un'ultima sala, pure questa abbellita dalle numerose concrezioni. Particolare riguardo fra le concrezioni in questa parte di cavità, va alle vaschette originali si fra le varie colate stalagmitiche (P.to 13 ed a Sx del P.to 16) che durante i periodi piovosi si riempiono, offrendo effetti suggestivi. La parte terminale della grotta (P.to 16) è raggiungibile con una facile discesa, su un piano inclinato; si conclude (P.to 18) in un breve cunicolo colmo di massi.

Rami laterali: Se da P.to 16, invece di discendere verso la parte bassa, si prosegue verso il lato NNE della cavità, si raggiunge, tramite due arrampicate su colate (P.to 20 e 22), un'esigua caverna. Al P.to 7 o al P.to 10, seguendo il margine destro (SSW) si perviene ad un'ampia sala sovrastata da un camino non risalito.

LIVELLO DI DOCUMENTAZIONE.

ITINERARIO SI DESCRIZIONE SI DOCUMENTAZIONE SI STUDIO SI RICERCA SI
 ACCESSO NO INTERNO NO FOTOGRAFICA NO GEOLOGICO NO MINERALOGICA NO
 STUDIO SI STUDIO SI RICERCA SI RICERCA SI RICERCA SI
 IDROLOGICO NO METEOROLOGICO NO BIOLOGICA NO PALEONTOLOGICA NO PALETOLOGICA NO
 RICERCA SI NOTIZIE SI NOTIZIE SI USO SI UTILIZZAZIONE SI STORIA SI
 MEDICA NO STORICHE NO SUL FOLKLORE NO RELIGIOSO NO ATTUALE NO ESPLOAZIONI NO

BIBLIOGRAFIA:

.....1895...Il Tourista...Trieste...vol...II
, 1920 - Alpi Giulie - ...S.A.G...22 (1): 9
 Boegan E., 1907 - Elenco e carta topografica delle grotte del Carso - Trieste, Caprin
 Boegan E., Bertarelli L.V., 1926 - 2000 grotte - ed. T.C.I. Milano
 Boegan E., 1930 - Catasto delle grotte italiane - Grotte della V.G. fasc. 1
 Charlizza F., Halupca E., 1988 - Speleaus - Club Alpinistico Triestino - 64-65
 Maucci W., 1959 - Lo stato attuale del Catasto speleologico della Venezia Giulia -
Rass. Spel. Ital., 11 (4)

Compilatore della scheda catastale.	Bagliani Furio	recapito	vedi gruppo grotte
Esecutore del rilievo presentato	Gherbaz Franco	recapito	" " "
Esecutore della posizione topografica.	Gherbaz Franco	recapito	" " "

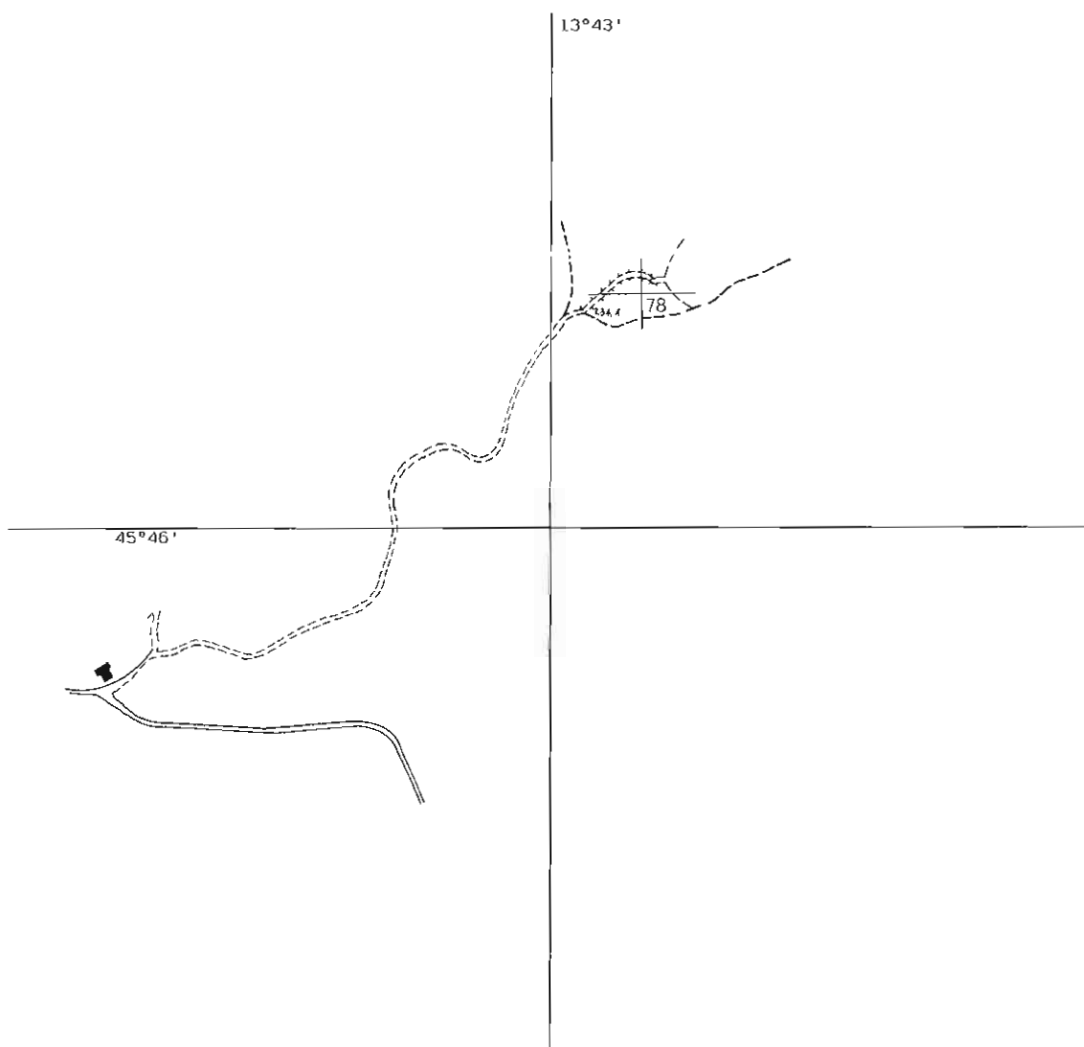
COMMISSIONE GROTTA «EUGENIO BOEGAN»
 SOCIETÀ ALPINA DELLE GIULIE - C.A.I. - TRIESTE
CATASTO DELLE CAVITÀ NATURALI SOTTERRANEE
 FRIULI - VENEZIA GIULIA

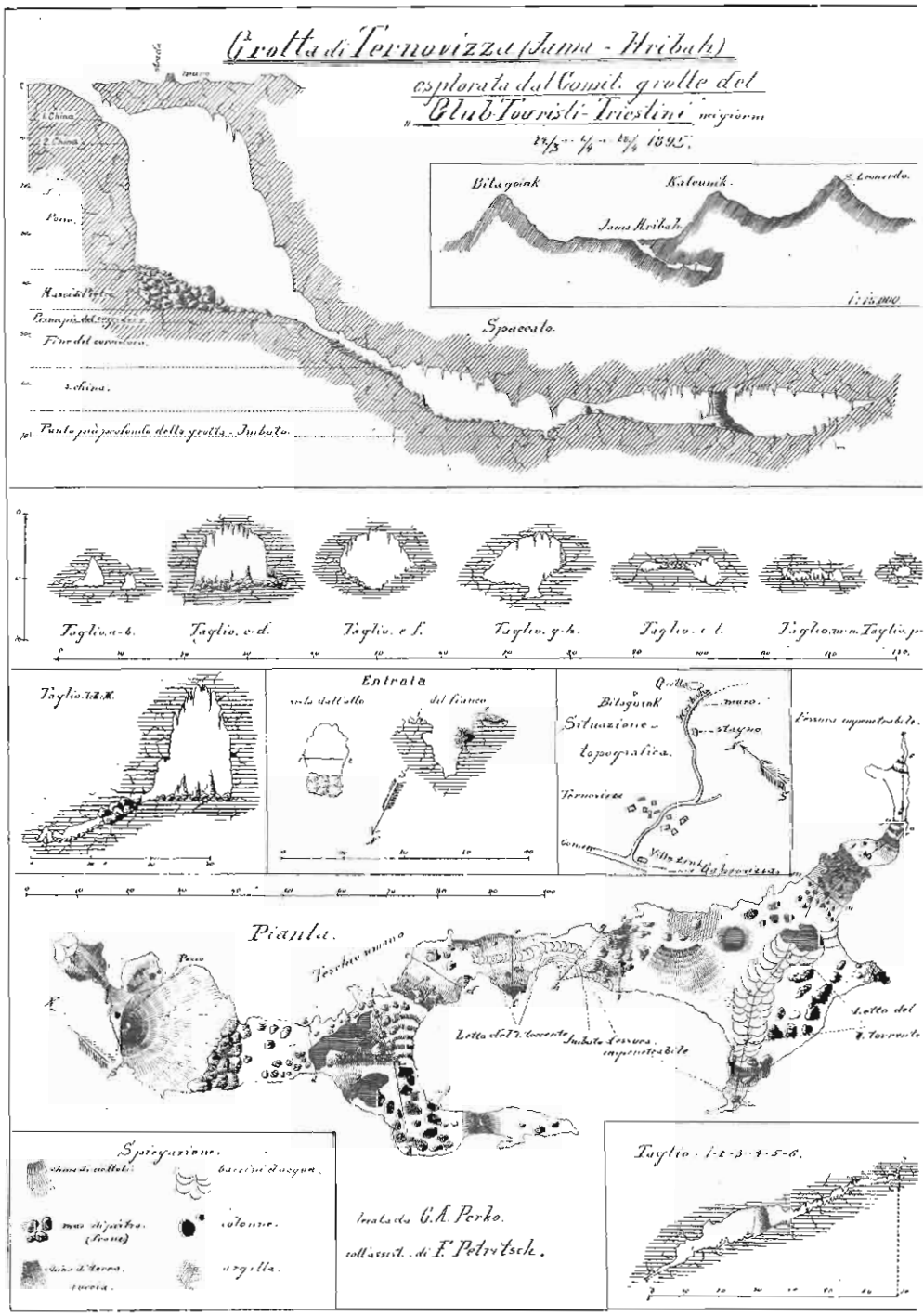


Nome della grotta: GROTTA DI TERNOVIZZA Numero

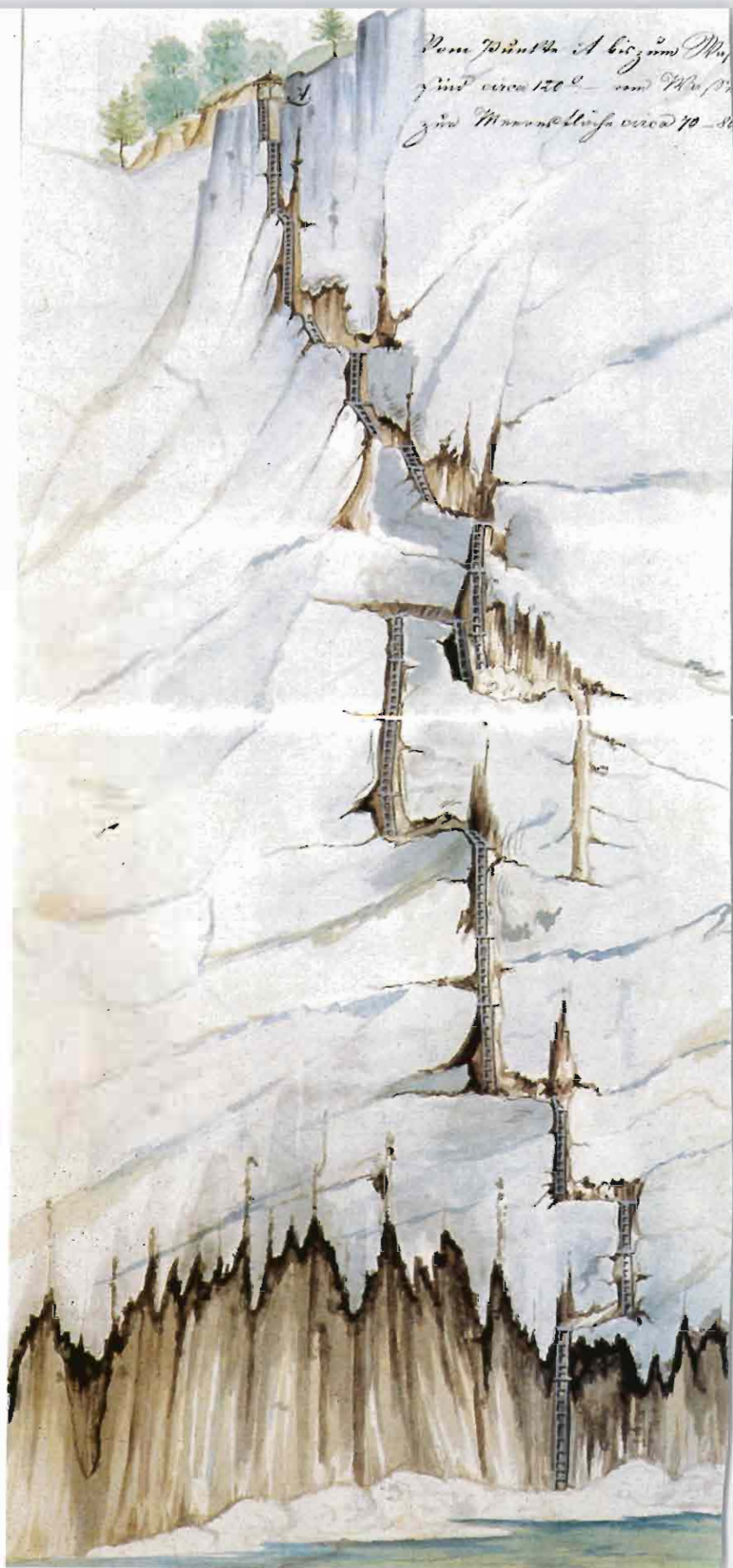
n° catastale 78 / 242 VG posizione su: Elemento 1: 5.000

Elemento C.T.R. n° 110012 nome Samatorza





Primo rilievo topografico della Grotta di Ternovizza (78/242 VG) eseguito da G.A. Perco con l'assistenza di F. Petritsch nel 1895, appartenenti al Comitato Grotte del Club Alpinisti Triestini (pubblicato su «Il Tourista»)



Rilievo acquerellato
della Grotta di Trebiciano
effettuato nel 1841.
(Archivio Storico di Trieste)

7 - RESTITUZIONE GRAFICA DEL RILIEVO

7.01 - Carte e formati per il disegno

Per ottenere dei buoni disegni, occorre usare carte adatte e seguire alcune semplici norme per le sue realizzazioni.

Il procedimento che normalmente si segue nella preparazione di un disegno qualsiasi deve essere il medesimo di quello da adottare per un rilievo ipogeo. Deve seguire quindi questo schema:

- a) si traccia uno schizzo, spesso su comune carta quadrettata (per il rilievo ipogeo è l'eidotipo realizzato in grotta durante l'assunzione dei dati);
- b) si esegue, con l'aiuto dello schizzo, il disegno completo e definitivo su adatta carta di tipo millimetrato o bimillimetrato (per il rilievo ipogeo è stato trattato al 5.03.2);
- c) si effettua il lucido del disegno b), cioè si ripassa il disegno stesso su adatta carta trasparente o traslucida, sovrapposta al disegno b). Talvolta - ma raramente - questo lucido si esegue su tela resa trasparente con apposito trattamento; l'uso della tela è raro dato il suo costo elevato ed essendo utile soltanto quando il lucido debba essere continuamente piegato e spiegato. Da qualche tempo si usa per il lucido una pellicola trasparente che presenta particolari requisiti di solidità e rigidità;
- d) con il lucido c) si riproduce il disegno su carta per cianografie o eliografie, mediante procedimenti tecnico-chimici e particolari attrezzature. Si può ottenere con questi procedimenti un numero infinito di copie, o con il disegno bianco su fondo azzurro (cianografie), o col disegno in nero o seppia su fondo bianco (eliografie). Sono pure usate le carte lucide, opache millimetrato o bimillimetrato con la stampa della quadrettatura in vari colori.

Tutte le misure dei vari tipi di carte fino ad ora viste sono unificate secondo norme UNI (n° 936-937) accettate in campo internazionale. Le misure sono in millimetri e riguardano la riquadratura interna del foglio (fig. 7.1 - a, b) e quella minima esterna (fig. 7.1, a₁, b₁). Questi (UNI n° 938-940) possono venir utilizzati tanto in senso orizzontale quanto in quello verticale.

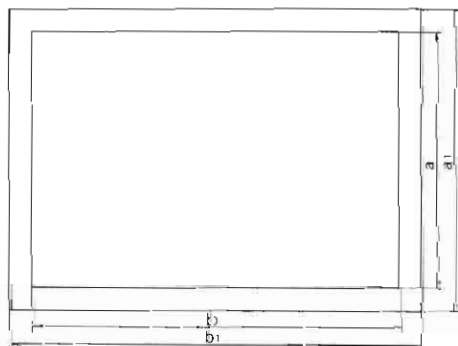
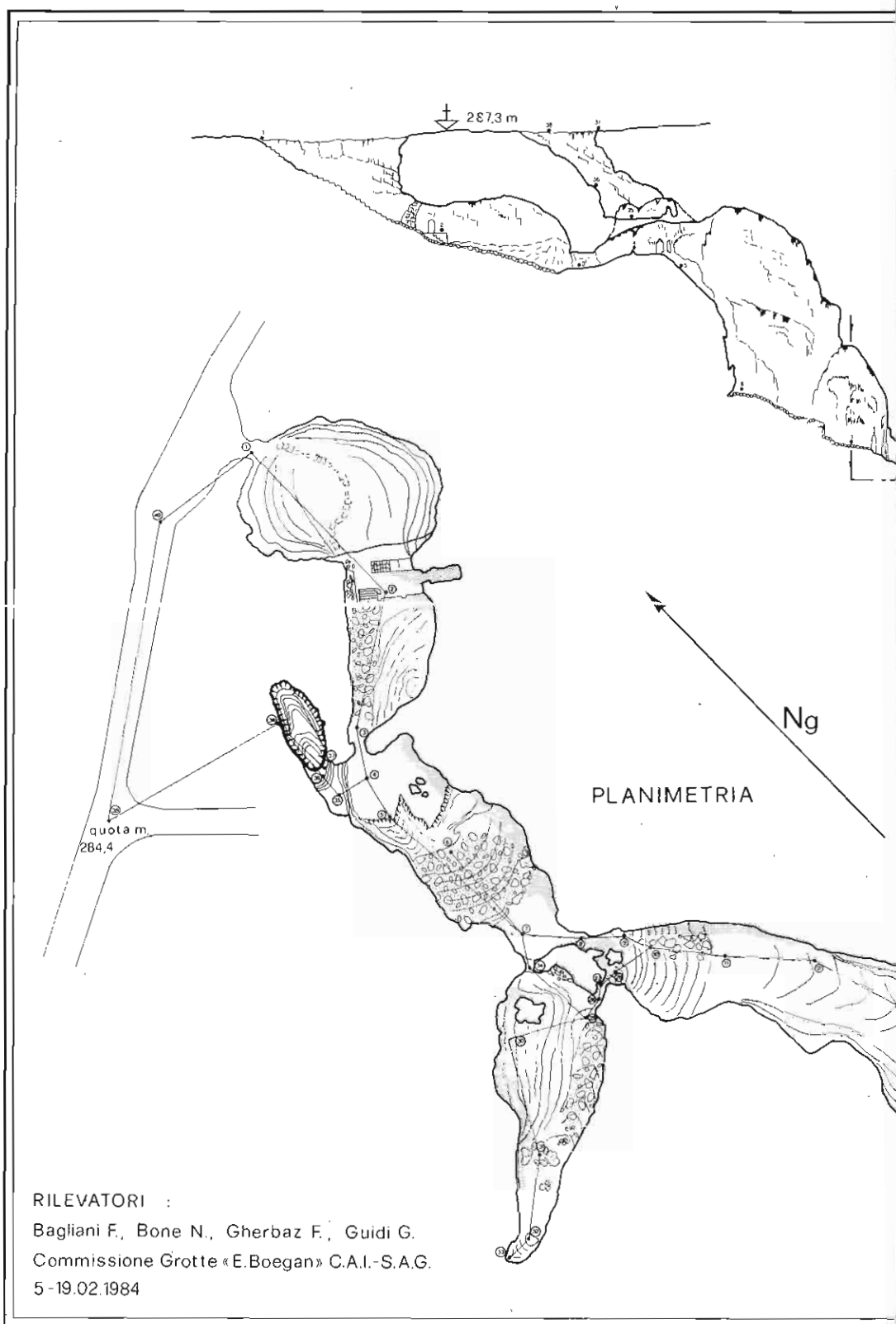


Fig. 7.1 - Misure unificate dei fogli da disegno

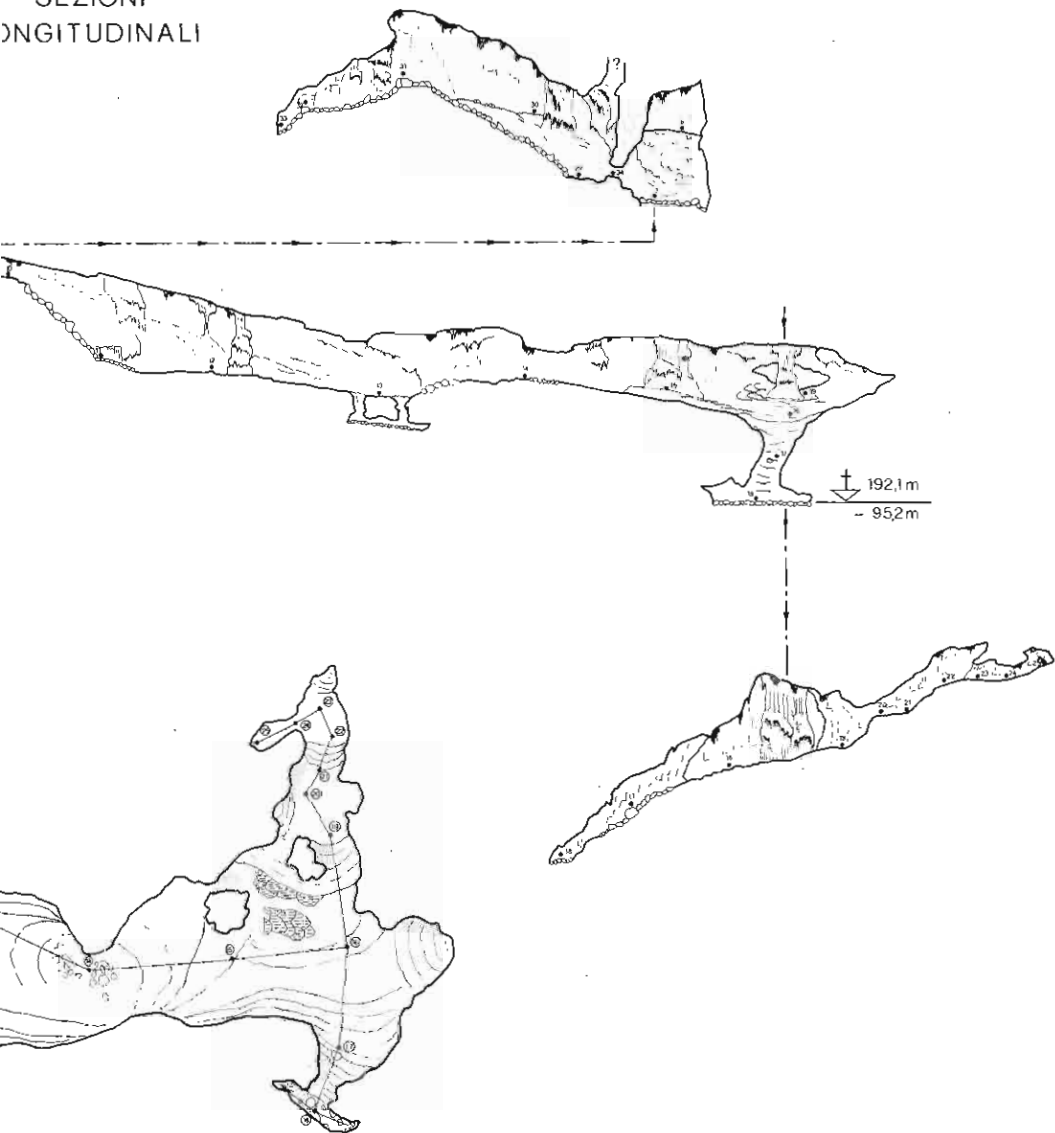
FORMATI DEI FOGLI				
DESIGNAZIONE	Fogli rifilati		Fogli non rifilati	
	a	b	a ₁	b ₁
A 0	841	1189	880	1230
A 1	594	841	625	880
A 2	420	594	450	625
A 3	297	420	330	450
A 4	210	297	240	330
A 5	148	210	165	240
A 6	105	148	120	165

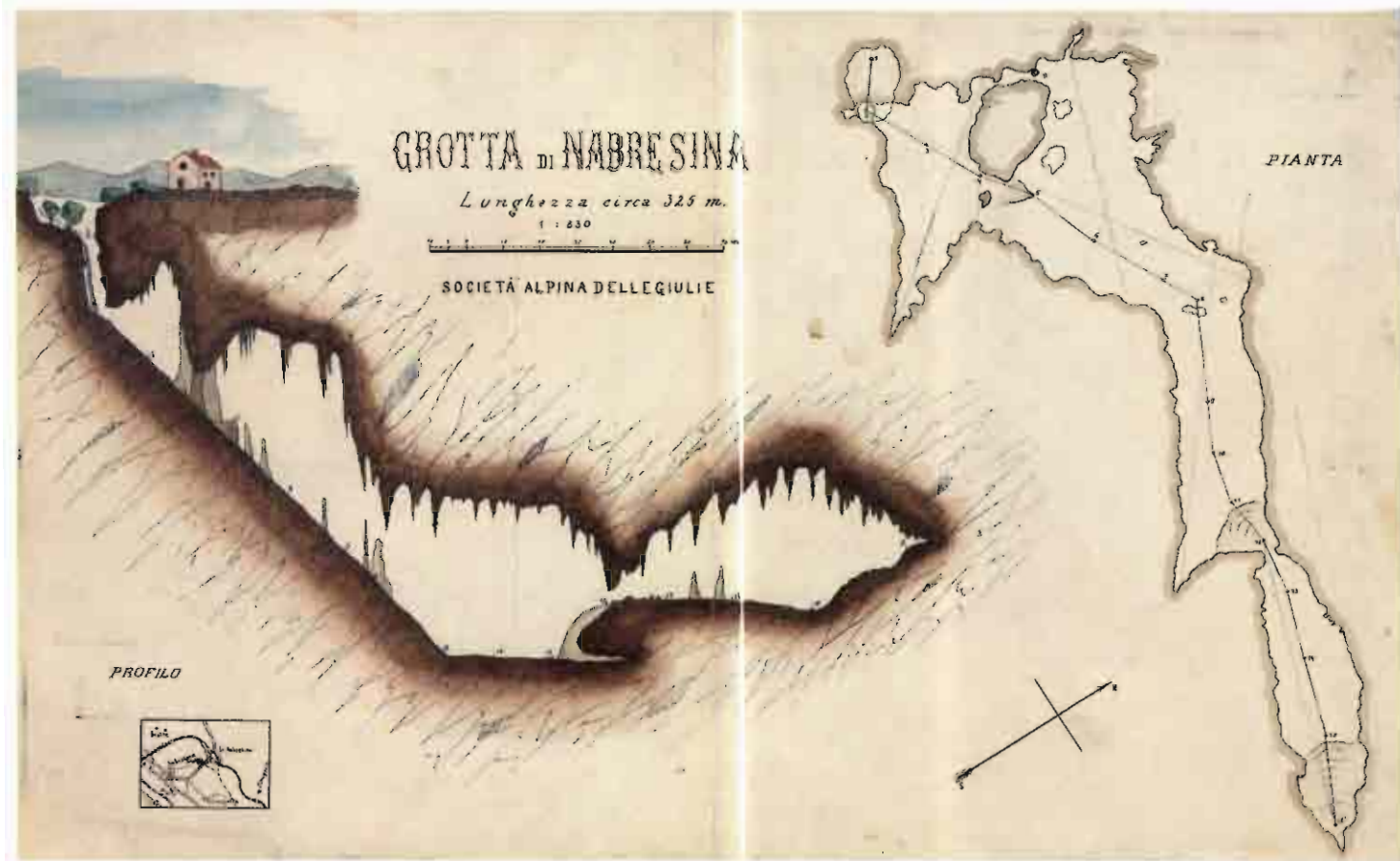


ROTTA DI TERNOVIZZA

78/242 VG

SEZIONI
LONGITUDINALI





La Grotta Nemez (Carso triestino), così come disegnata da E. Boegan nel 1895 (Archivio storico C.G.E.B.)

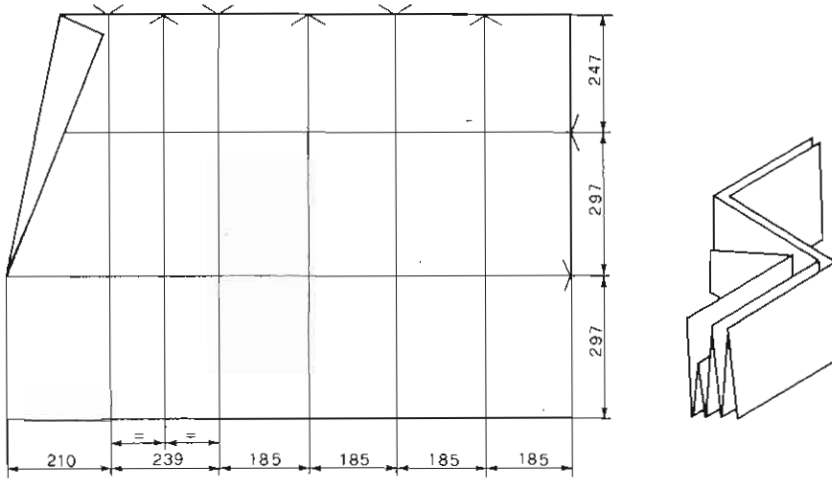


Fig. 7,2 - Piegatura unificata di un disegno di formato A 0 (il segno V indica la piegatura in avanti, Λ indica la piegatura indietro)

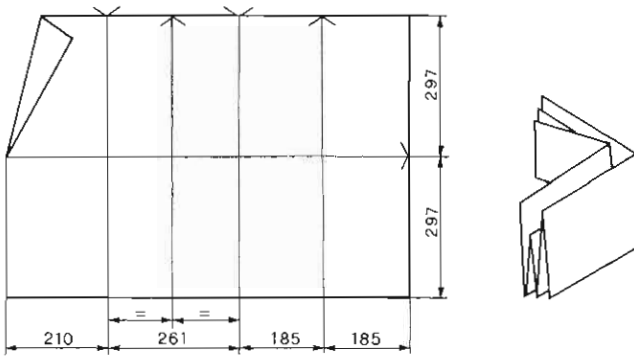


Fig. 7,3 - Piegatura di un disegno di formato A 1

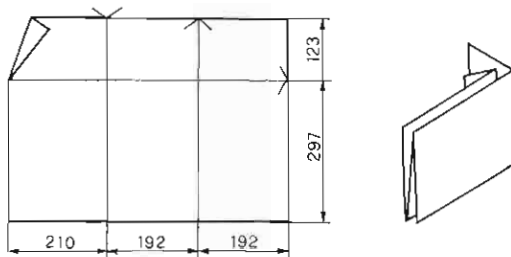


Fig. 7,4 - Piegatura di un disegno di formato A 2

Sono accettati anche dei formati allungati, reperibili in rotoli di carta con le seguenti altezze in millimetri:

1560, 1230, 900, 880, 660, 625, 450, 330.

Tutti i fogli vanno comunque piegati in modo d'avere dei plichi di misura standard di 210x297 mm (formato A 4).

7.02 - Scritture

Nell'esecuzione delle scritture in un disegno è utile la chiarezza ed il risultato estetico. Le varie scritte sul disegno devono quindi esser eseguite con cura, e di grandezza proporzionale al loro significato ed alle dimensioni del foglio utilizzato. Nei disegni tecnici è usato il carattere di tipo "dritto" semplice (fig. 7,5) tratto dalla tab. UNIM2. La tabellina in figura riporta l'altezza della lettera e lo spessore del pennino da usare per la sua trascrizione.

L'esecuzione delle scritte, per quanto riguarda i piccoli caratteri (2-2,5 mm), avviene normalmente a mano libera, con l'ausilio del tracciamento di due linee in matita in senso orizzontale.

È preferibile come norma di carattere generale, dato che per l'esecuzione delle scritturazioni il lavoro è lungo e non sempre risulta perfetto, per i caratteri d'altezza superiore ai 2,5 mm, l'utilizzo del normografo. Questo strumento (fig. 7,7) è una semplice sagoma di materiale trasparente che porta intagliati i vari caratteri e le varie cifre. Può essere usato per le scritture a matita, rimuovendo le astine laterali, in modo che la sagoma poggi direttamente al foglio, sempre guidata a mezzo d'appoggio ad una riga; oppure per scritture con l'inchiostro, con l'ausilio delle due assicelle, in modo che la sagoma resti sollevata dal foglio, senza macchiare la scrittura nello spostare il normografo.

Sono sempre più diffuse le scritture eseguite con i trasferibili, data la loro perfezione e semplicità d'uso.

In commercio se ne trovano di tutte le forme e misure, le case produttrici cercano sempre più di semplificare il compito del disegnatore, offrendo un prodotto migliore in qualità e sempre più aggiornato nel vasto campo del disegno.

Il carattere trasferibile offre perciò la più ampia possibilità di scelta di un tipo di carattere rispetto ad un altro, in base ad ogni propria esigenza stilistica. In fig. 7,8 sono riportate le principali diversità fra carattere e carattere, nelle scritture di maggior uso.

Una scrittura può essere più o meno accentuata in base alla sua grossezza o in base alla sua stessa larghezza. Per evidenziare questo è stato riportato in fig. 7,9 un esempio di varie trascrizioni di un unico termine in un unico tipo di carattere (lineare), variando nelle reali possibilità la sua larghezza ed il suo spessore.

7.03 - Unificazioni per i rilievi ipogei

Le dimensioni dei fogli su cui va riportato il disegno della cavità, per una buona rappresentazione grafica, vengono scelte secondo le norme internazionali sul disegno viste in precedenza. In generale si è riscontrato principalmente l'utilizzazione dei formati "A4" (210x297 mm), "A3" (420x297 mm) e di quelli in rotolo con altezza 600 mm e 1.100 mm.

A seconda del formato utilizzato, è necessario eseguire una scelta sulle scale o rapporti rispetto alla realtà in cui si riporta il disegno della cavità. Sconsigliabili da usufruire sono rapporti come 1:333, 1:1.725 ecc. Sono da scegliere pertanto rapporti di riduzione di facile intuizione e riporto a misura reale con semplici proporzioni.

Sono consigliate scale come ad esempio:

1:100, 1:200, 1:500, 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000

Volendo ora assegnare per una cavità di una certa profondità e di un certo sviluppo, dei limiti entro i quali è possibile il riporto grafico del suo rilievo - salvo casi eccezionali - in base all'utilizzo di un tipo di formato UNI ed alla scelta di rapporto rispetto alla realtà, si ha:

A) Formato UNI A 4 (210x297 mm)

- 1:100 - Cavità con prof. max 20 m, svil. 20 m
- 1:200 - Cavità con prof. max 50 m, svil. 40 m
- 1:500 - Cavità con prof. max 200 m, svil. 100 m
- 1:1000 - Può venir utilizzata per pubblicazioni
- 1:2000 - Può venir utilizzata per pubblicazioni
- 1:5000 - Può venir utilizzata per pubblicazioni

B) Formato UNI A 3 (420x297 mm)

- 1:200 - Cavità con prof. max 100 m, svil. 80 m
- 1:500 - Cavità con prof. max 300 m, svil. 200 m
- 1:1000 - Può venir utilizzata per pubblicazioni
- 1:2000 - Può venir utilizzata per pubblicazioni
- 1:5000 - Può venir utilizzata per pubblicazioni

C) Formato H 600 mm

- 1:200 - A propria discrezione
- 1:500 - A propria discrezione
- 1:1000 - A propria discrezione

D) Formato H 1100 mm

- 1:500 - A propria discrezione
- 1:1000 - A propria discrezione

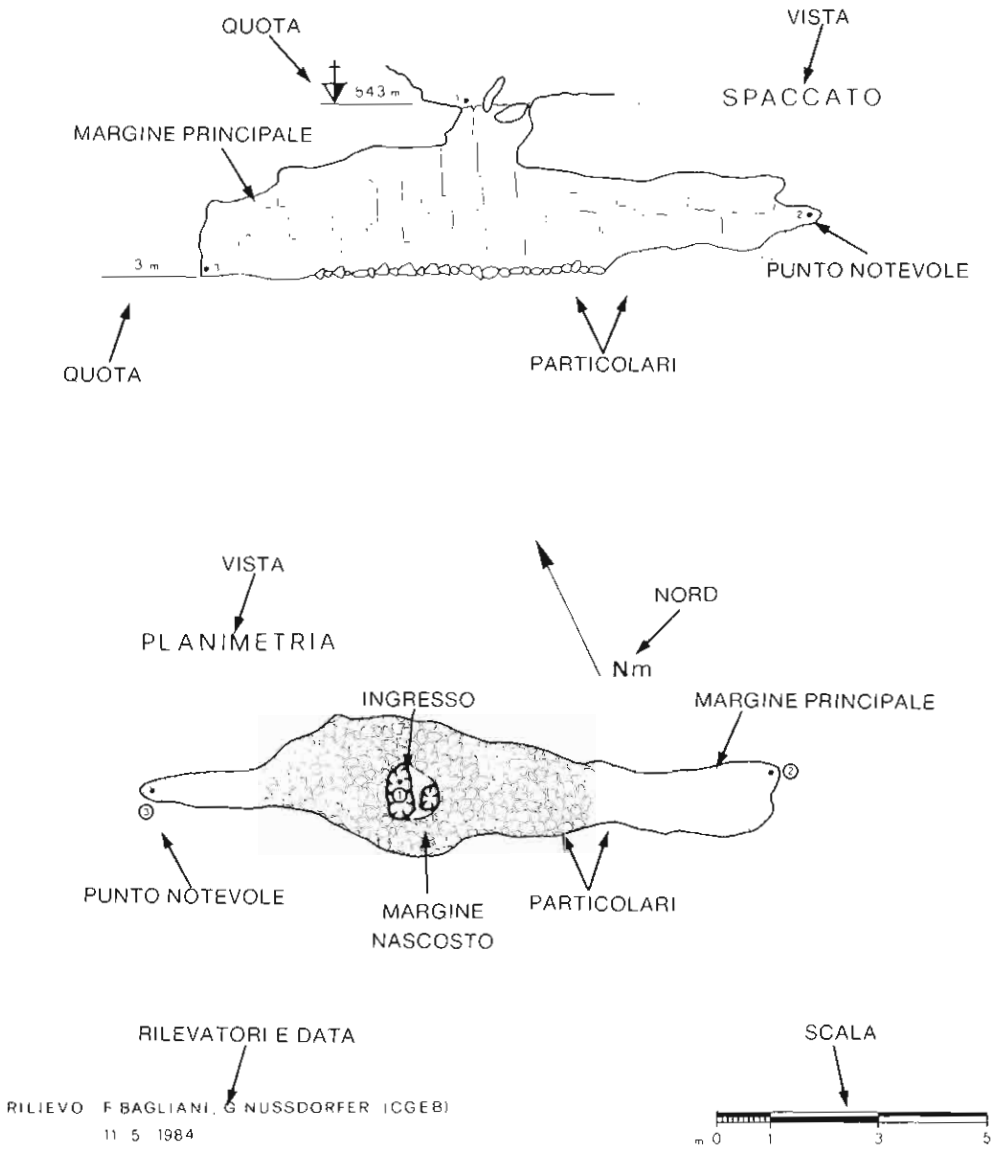
Per la buona riuscita di un rilievo topografico di una cavità, è necessario utilizzare una metodologia operativa per la scelta degli spessori dei Rapidograph che si vogliono utilizzare e per la grandezza delle didascalie, in modo da avere per qualsiasi riduzione o ingrandimento del foglio, sempre la medesima proporzione. Per facilitare tale compito al disegnatore, vengono riassunte nella Tav. 7,1 le posizioni delle denominazioni delle parti del rilievo e delle scritte esplicative.

Come consigli generali, la denominazione della cavità ed il suo numero catastale, vanno posti nella parte alta al centro del foglio; la scala in basso a destra, il Nord, possibilmente con il vertice della freccia rivolto verso l'alto, in prossimità della planimetria; le rispettive denominazioni delle proiezioni nei pressi delle stesse.

Seguono poi quattro tavole con i formati più usati nel campo speleologico da utilizzare per la stesura definitiva del rilievo. Ognuna di queste ha riportata la preferenza delle scale da utilizzare, lo spessore dei Rapidograph per il disegno grafico del rilievo, l'altezza delle didascalie da usare per le scritte.

POZZO III A SE DI LA VAL
3870/2150 Fr

DENOMINAZIONE E N. CATASTALE



Tav. 7.1 - Rilievo topografico di una cavità con indicazione delle varie parti del disegno.

8 - CATASTO SPELEOLOGICO

8.01 - Note storiche in Regione

«Di questo decisivo passo della speleologia italiana, la Commissione Grotte "E. Boegan" della Società Alpina delle Giulie, Sezione di Trieste del C.A.I., è stata idealmente protagonista con una continuità d'intenti e di azioni di cui non esiste altro esempio. Se il modo di attuare la speleologia può sembrare diverso, i nostri intenti sono rimasti fondamentalmente gli stessi del 1883, anno in cui assieme all'Alpina si costituì la Commissione delle Grotte: esplorare, studiare, far conoscere».

(Carlo Finocchiaro: Trieste 25 maggio 1968
in occasione dell'inaugurazione del
CATASTO REGIONALE DELLE GROTTI).

Il primo esempio di raccolta di dati riguardanti le cavità è indubbiamente quello di Edoardo Taucer che nel 1893 pubblicava su "Atti e Memorie" un articolo riguardante la scoperta di cinque cavità, il tutto corredato da una carta topografica su cui erano state segnate le ubicazioni di una ventina di grotte del Carso classico.

Alcuni cultori di storia della speleologia sono invece dell'opinione che questo articolo nulla abbia a che vedere con il concetto di "Catasto" e che solo nel 1896 con gli scritti di Eugenio Boegan pubblicati sulla rivista della Società Alpina delle Giulie "Alpi Giulie" -riguardanti l'elenco di numerose grotte del Carso - si dia il via alla raccolta ragionata e sistematica del materiale documentaristico e topografico riguardante tutte le grotte conosciute nel territorio della Venezia Giulia.

Boegan trasse sicuramente spunto dal Catasto Fondiario ed Immobiliare, uffici che operavano in quell'epoca a Trieste sotto l'Impero Asburgico, per registrare con numeri successivi su di un apposito libro Catasto le grotte che venivano scoperte ed esplorate.

È con questo sistema che nel 1907 lo stesso Boegan stampa sotto l'egida della SAG un elenco di ben 314 cavità riportate in successione numerica crescente e con la posizione riferita alle coordinate polari; la pubblicazione era corredata pure da una carta topografica sulla quale erano segnate tutte le grotte.

Per quel che riguarda il primo razionale lavoro catastale sulle grotte del Friuli è senz'altro da citare il *Catalogo delle grotte del Friuli*, pubblicato nel 1911 sulla rivista del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano "Mondo Sotterraneo" a cura di G.B. De Gasperi, in cui vengono descritte 153 cavità apertesi in quest'area geografica.

Alla vigilia della I Guerra Mondiale (1914), le cavità che risultavano esplorate nella Venezia Giulia, raggiungevano il cospicuo numero di 430. Durante il conflitto mondiale, l'Imperial-regio esercito Austro Ungarico istituì uno speciale ufficio, a capo del quale fu posto un noto speleologo di Graz - l'ing. Bock - per la raccolta dei dati e la ricerca di nuove cavità da adibire a scopi bellici. È interessante notare che quest'ufficio utilizzò anche la numerazione catastale assegnata precedentemente alle grotte del Carso dalla Società Alpina delle Giulie. In seguito il Ministero dell'Agricoltura di Vienna pubblicò, ad uso degli ufficiali che operavano in zone carsiche, due volumetti riguardanti la formazione e l'utilizzazione delle caverne.

In Friuli vennero effettuate analoghe ricerche, anche se non finalizzate a scopo militare, soprattutto ad opera di Giovan Battista De Gasperi, che nel 1915 pubblicò il primo studio sui fenomeni carsici del Monte Canin e un'importante monografia: "Grotte e Voragini del Friuli", pietra miliare della speleologia friulana.

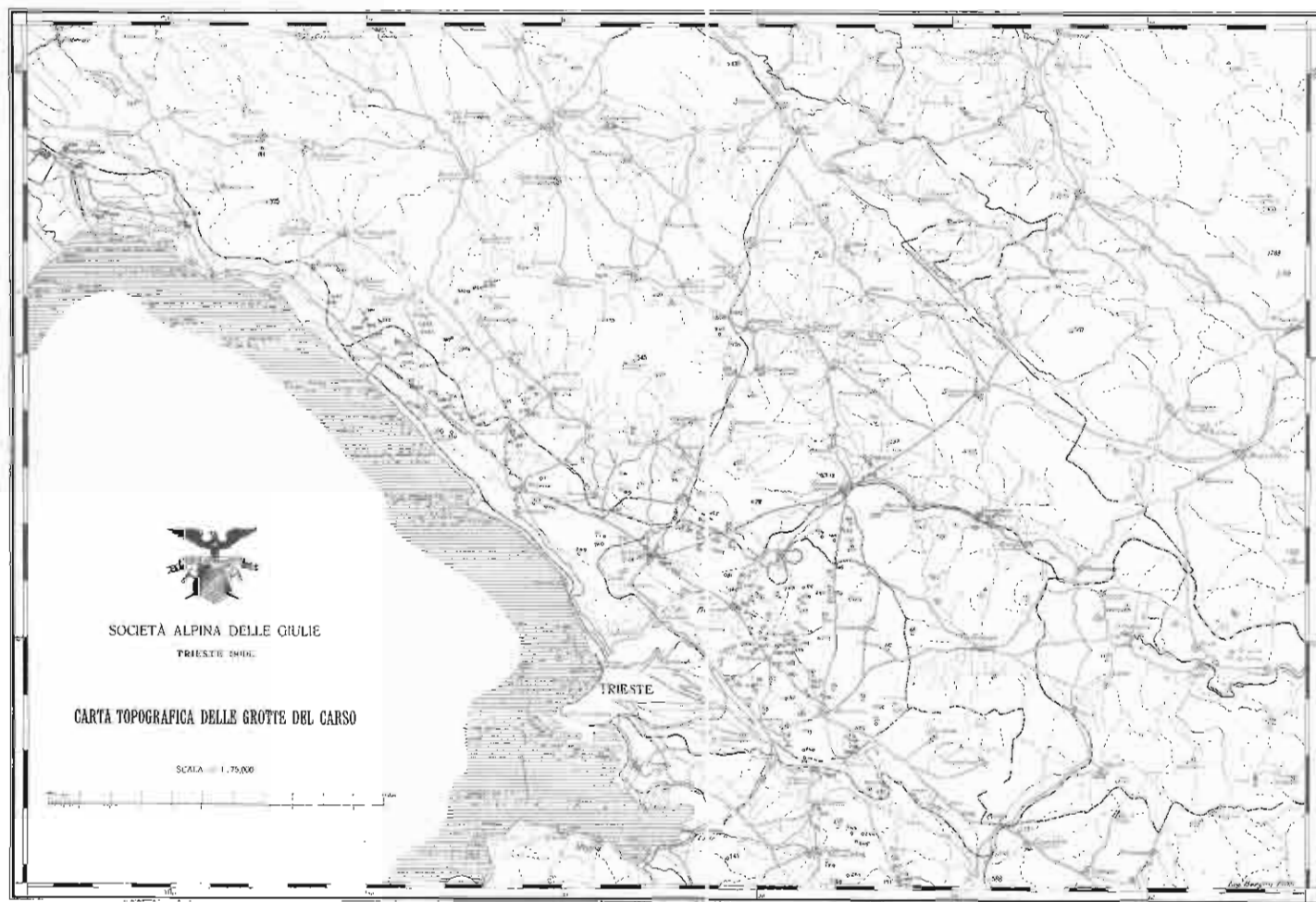


Fig. 8.1 - Carta topografica delle grotte del Carso, redatta da Eugenio Boegan (1907). Originale di dimensioni cm 57x39, pubblicato su «Grotte del Carso», ed. Caprin - Trieste.

Nel 1916 il Comando Supremo del Regio Esercito Italiano stampa alcune carte topografiche alla scala 1:25.000 delle zone carsiche interessate dal conflitto, contenenti l'ubicazione e le caratteristiche di tutte le grotte fino ad allora ivi conosciute. È di rilevante importanza ricordare che gli speleologi della Venezia Giulia, alla fine del primo conflitto mondiale, iniziarono a consegnare i loro rilievi e ricerche alla Commissione Grotte della S.A.G., riconoscendo che soltanto essa dava garanzia di serietà e continuità nel campo della conservazione dei dati catastali.

Nel 1920 Eugenio Boegan ipotizza una pubblicazione monografica riguardante le grotte della Venezia Giulia ed organizza un corso di rilevamento al quale partecipano 20 speleologi; poco dopo - è il 1924 - su "Alpi Giulie" compare finalmente la faticosa parola "CATASTO" e la riproduzione della scheda catastale usata dalla S.A.G. (fig. 8,2).

Nel 1926 il Touring Club Italiano pubblica - ad opera del suo presidente L.V. Bertarelli e di E.Boegan, presidente della Commissione Grotte - il volume "Duemila Grotte", nel quale si trova un'enorme serie di dati catastali riguardanti la Venezia Giulia: in pratica tutto quanto era allora conosciuto in materia. L'anno successivo il Consiglio di Amministrazione delle Grotte di Postumia delibera di pubblicare la rivista "Le Grotte d'Italia" che diventa, l'anno seguente, l'organo ufficiale dell'Istituto Italiano di Speleologia e sul quale viene dato ampio spazio alle ricerche catastali delle varie aree speleologiche d'Italia.

Nel 1930 l'Istituto Italiano di Speleologia pubblica - grazie alle ricerche di E. Boegan - il primo fascicolo catastale contenente le grotte della Venezia Giulia, con i dati essenziali di 2745 cavità. Parallelamente, per quello che riguarda il Catasto Friuli, compare nel 1933 sempre sulla rivista "Le Grotte d'Italia", un lavoro curato da Franco Anelli e riguardante 24 grotte della Val Pesarina.

Fino al 1939, anno in cui muore E.Boegan, si possono trovare molti articoli a carattere catastale anche sulla rivista della S.A.G., "Alpi Giulie". Gli eventi bellici bloccarono tutta l'attività speleologica e fino al 1953 si parlò ben poco di catasto poichè problemi logistici ed organizzativi focalizzavano l'attenzione dei gruppi speleologici giuliani e friulani. Carlo Finocchiaro, eletto presidente della Commissione Grotte proprio in quell'anno, si adoperò affinché il Catasto potesse riprendere l'importanza che già aveva avuto prima della Seconda Guerra Mondiale con Boegan.

Nel 1954 Dario Marini assunse l'incarico di Curatore del Catasto della Venezia Giulia -incarico che tutt'ora ricopre - riorganizzando e raccogliendo tutto il materiale esistente. Da allora la struttura catastale della Venezia Giulia avviò una lunga campagna di verifiche e ricerche sulle grotte presenti nel vecchio catasto della SAG. Occorsero oltre quindici anni affinché venissero verificati tutti i dati precedentemente assunti; questo anche a causa del ritardo (1959-1962) con cui l'I.G.M. pubblicò la nuova cartografia in scala 1:25.000.

L'attuale struttura del Catasto Regionale delle Grotte risulta quindi dalla fusione di due Catasti separati: quello della Venezia Giulia e quello del Friuli, ognuno con propria numerazione.

Storicamente il Catasto delle Grotte del Friuli sorse in seno al Circolo Speleologico ed Idrologico Friulano di Udine verso il 1910, continuato poi dall'Istituto Italiano di Speleologia di Postumia e ripreso verso il 1956 nuovamente dal CSIF, che ne cura attualmente conservazione e numerazione.

Il Catasto della Venezia Giulia, iniziato ancora alla fine del secolo scorso, è stato sempre curato dalla Commissione Grotte della S.A.G. che, fino al 1945 - considerati i confini politici anteguerra - numerò e conservò 3872 grotte. Dal 1945 è continuata la numerazione delle cavità esplorate negli attuali limiti amministrativi della Venezia Giulia, che al 31 dicembre 1990 hanno raggiunto il n° 5568 VG.

Di queste cavità, di cui esiste il Catasto Storico della Società Alpina delle Giulie, 3233

Società Alpina delle Giulie - Sezione di Trieste del C. A. I.
(Commissione grotte).

N.º 748

Catasto delle cavità sotterranee.

Nome della cavità sotterranea		Grotta del cane			
Nome indigeno		Busa de Vittor			
Provincia		Comune:			
Località		San Martino del Carso			
Terreno geologico					
Proprietario e indirizzo		Alessandro Visentini S. Martin			
Carta topogr. al	25.000	N.º	Nome:	F.º	Quadr.
	75.000	N.º	"	Zona	Col.
	100.000	N.º	"	F.º	
<small>(NB. N.º 2: numero catastale progressivo)</small>					
Longitudine			Latitudine:		
Situazione m — — da:					
Quota ingresso	125	Mass. profondità:	22	Lunghezza totale:	4
Pozzi esterni	2/	Pozzi interni:			
Temp. aria est. C.	Temper. aria interna C.:				
Temp. acqua C.	Inghiottoio, fiume, torrente, lago, bacini, risorgente:				
Letteratura	ALPI GIULIE: Anno		I	N.º	Pag.
Data del rilievo topografico	5/12/26	Pubblicato il piano:		Cliché propr.:	
Rilevatore	Gentili				
Annotazioni	<p>Grafico</p>				

Fig. 8.2 - Prima scheda catastale utilizzata Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie, ideata dal Boegan.

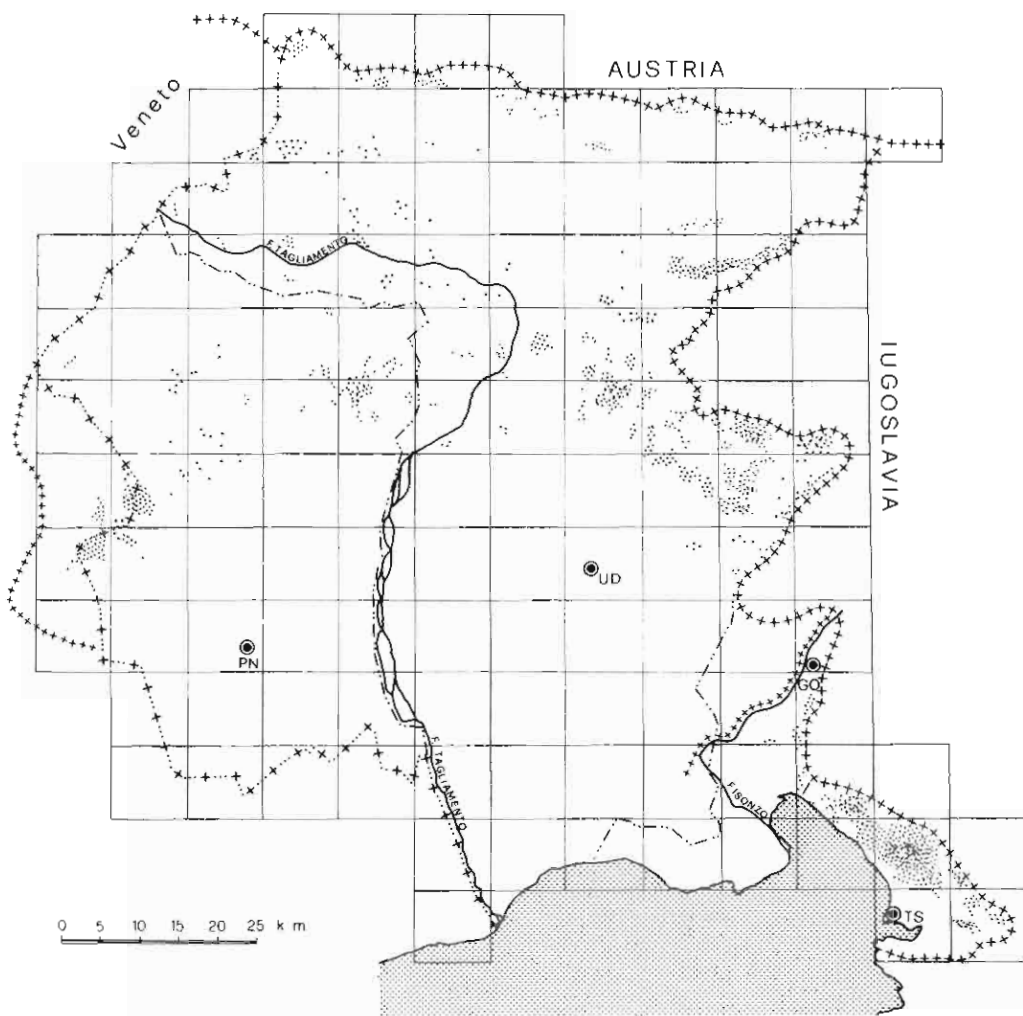


Fig. 8,3 - Carta speleologica della Regione Friuli-Venezia Giulia. Tratta da: Dati Catastali delle prime mille grotte del Friuli (Gasparo, Guidi 1976), aggiornata al 1990.

Dal punto di vista catastale risulta molto importante la rivista "Le Grotte d'Italia", poichè in quasi ogni suo numero trovavano spazio elenchi catastali delle grotte di tutta Italia, suddivise per regione.

Con l'avvento dei fatti bellici della II Guerra Mondiale, l'attività catastale subì un brusco rallentamento e, per quel che riguarda il catasto nazionale, fu praticamente inoperante fino agli anni '60. Soltanto nel 1972 il Catasto delle Grotte d'Italia, passato sotto la Società Speleologica Italiana, elabora e diffonde una scheda catastale uniforme ed omogenea su scala nazionale (fig. 8,5).

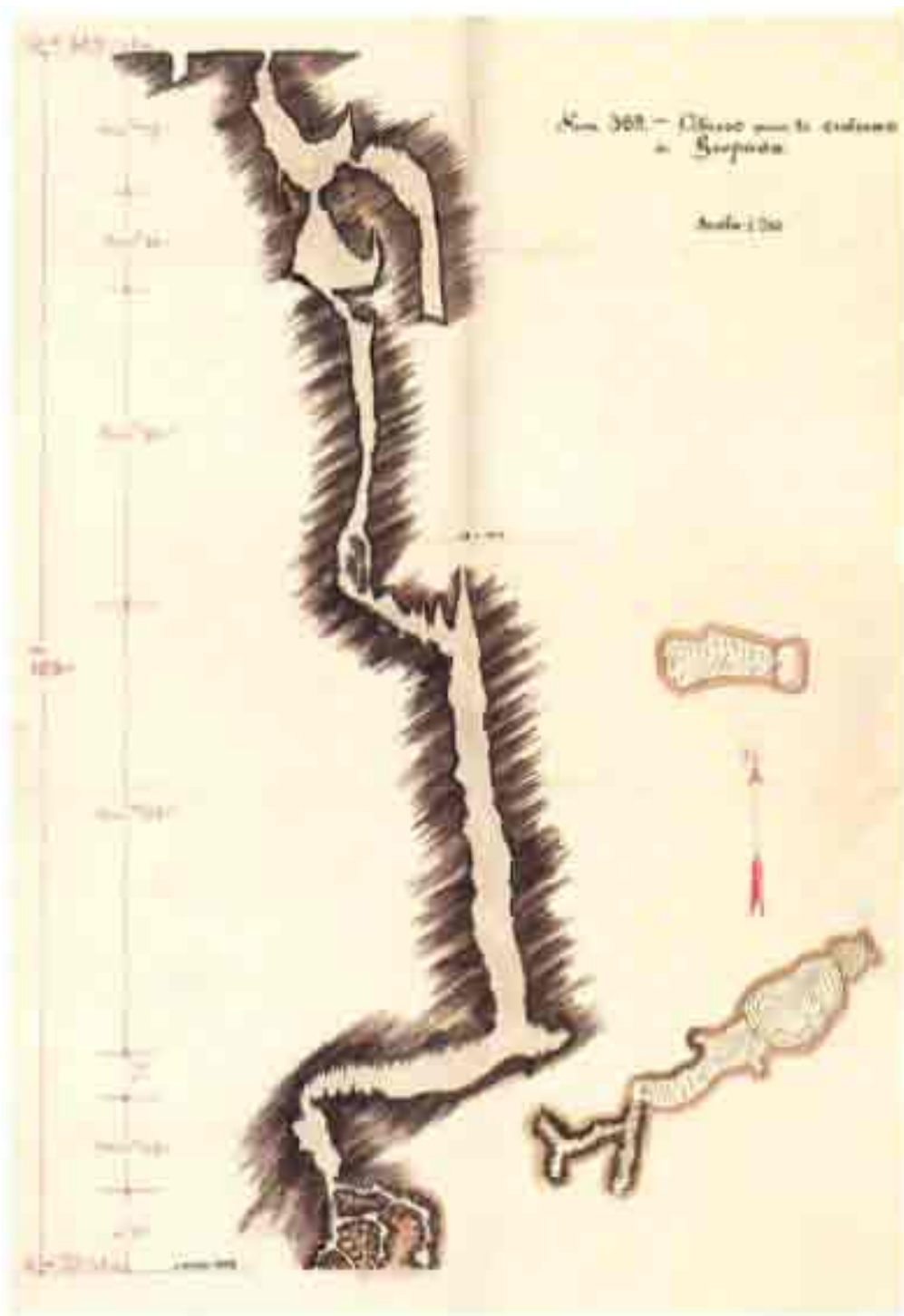
Attualmente il Catasto speleologico nazionale ha subito una decisiva svolta non solo tecnica, ma soprattutto concettuale, poichè si è capito che la macchinosa struttura centralizzata non poteva funzionare. Si è passati così ad una più snella conformazione regionale, che con l'ausilio del "Programma Catasto" dovrebbe tra non molto creare il catasto meccanizzato delle grotte italiane, dando la possibilità agli speleologi di accedere ai dati da qualsiasi parte d'Italia.

Le sigle attribuite alle varie Regioni, all'atto della costituzione del Catasto d'Italia, attualmente risultano in qualche caso non corrispondere più agli odierni limiti amministrativi, ed è per questo che nelle riunioni del Catasto Nazionale si è tentato di adeguare la codificazione delle sigle delle grotte con le attuali realtà regionali.

Da quanto fin'ora deciso risulta il seguente elenco, che è possibile abbia ancora delle modifiche:

- A - Abruzzi
- B - Basilicata
- Cb - Calabria
- Cp - Campania
- E - Emilia-Romagna
- Fr - Friuli
- La - Lazio
- Li - Liguria
- Lo - Lombardia
- Ma - Marche
- Mo - Molise
- Pi - Piemonte
- Pu - Puglia
- Sa - Sardegna
- Si - Sicilia
- T - Toscana
- U - Umbria
- V - Veneto
- Va - Valle d'Aosta
- VG - Venezia Giulia
- Vt - Trentino-Alto Adige (ex Venezia Tridentina)

L'attuale struttura del Catasto Nazionale risulta composta da un Ufficio Centrale del Catasto, tenuto dal responsabile nazionale, da una segreteria della commissione Catasto e dai responsabili regionali dei catasti, che costituiscono la Commissione Catasto della Società Speleologica Italiana.



L'altipiano presso la Dolomia di Gortina (Tirolo) - Rilievo di C. Prez del 1932 - (Archivio storico C.G.E.B.)

8.03 - Il Catasto Regionale delle Grotte del Friuli-Venezia Giulia

8.03.1 - Competenze istituzionali

Nel 1966, ma per prima in Italia, la Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia sanciva l'esistenza giuridica delle grotte presenti nel suo territorio, con la legge Regionale n.27 del 1° settembre 1966, con la quale, all'articolo 3, si attribuisce valore ufficiale al Catasto delle grotte del Friuli-Venezia Giulia.

Attraverso il decreto del Presidente della Giunta 28 dicembre 1966, n. 141 - "Norme regolamentari per l'esecuzione dell'articolo 3 della Legge Regionale 1° settembre 1966, n.27" - pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia in data 7 febbraio 1967, sono stati stabiliti in modo particolareggiato gli strumenti attraverso i quali il Catasto si articola e gli adempimenti formali da tener presenti nell'inserire una cavità nei vari documenti previsti.

Il legislatore ha ritenuto che il Catasto fosse una struttura di pubblica fruizione e ne ha affidato la gestione alla Società Alpina delle Giulie Sezione di Trieste del C.A.I., che la attua tramite la Commissione Grotte "Eugenio Boegan"; ha ritenuto pure che la consultazione dello schedario catastale e delle tavolette topografiche sia gratuito.

Lo schema catastale seguito dalla Regione non si discosta da quello già adottato da E. Boegan, riproposto all'Istituto Italiano di Speleologia di Postumia e quindi poi adottato in Italia.

Attualmente il Catasto Regionale delle Grotte del Friuli-Venezia Giulia prevede l'archiviazione di una scheda catastale, da una serie di elaborati grafici allegati per ogni cavità scoperta e di una serie completa della cartografia del Friuli-Venezia Giulia.

Le informazioni sulle schede catastali sono state ultimamente anche microfilmate e possono essere visionate - su richiesta - dal pubblico; tale microfilmatura riveste un duplice compito e cioè quello di rendere più sicura la conservazione dei dati e quello di rendere più agevole la ricerca delle informazioni.

Oltre a curare l'aggiornamento e la conservazione dei dati catastali e dei rilievi, la revisione delle posizioni sulla Cartografia tecnica Regionale in scala 1:5.000, l'organizzazione e la partecipazione a Tavole Rotonde e Riunioni tra i Responsabili dei Catasti Grotte d'Italia, l'emissione di circolari atte a migliorare l'omogeneità dei dati catastali, la salvaguardia dei fenomeni carsici della Regione; il Catasto Regionale delle Grotte del Friuli-Venezia Giulia cura anche la regolare pubblicazione di monografie catastali riguardanti le grotte della Venezia Giulia e del Friuli. Ultimamente ha attivato un ufficio che studia ed attua l'elaborazione e l'utilizzo di programmi atti a computerizzare i dati in possesso.

Attualmente la gestione è di competenza della Direzione Regionale alla Pianificazione Territoriale anche se, la molteplicità e la diversità degli aspetti che il problema presenta (archeologico, storico, artistico, economico, culturale, ecc.) hanno fatto sì che storicamente la stessa gestione in passato fosse posta a carico dell'Assessorato Regionale dell'Istruzione e per il futuro l'attribuzione delle competenze possa risultare ancora modificabile.

Le cavità fino al 31 dicembre 1990 scoperte, censite e studiate in Regione sono di 4737.

8.03.2 - Organizzazione

Il Catasto prevede l'archiviazione di una scheda cartacea e di una serie di elaborati grafici allegati per ogni cavità scoperta e censita.

Le schede contengono essenzialmente tre classi di informazioni:

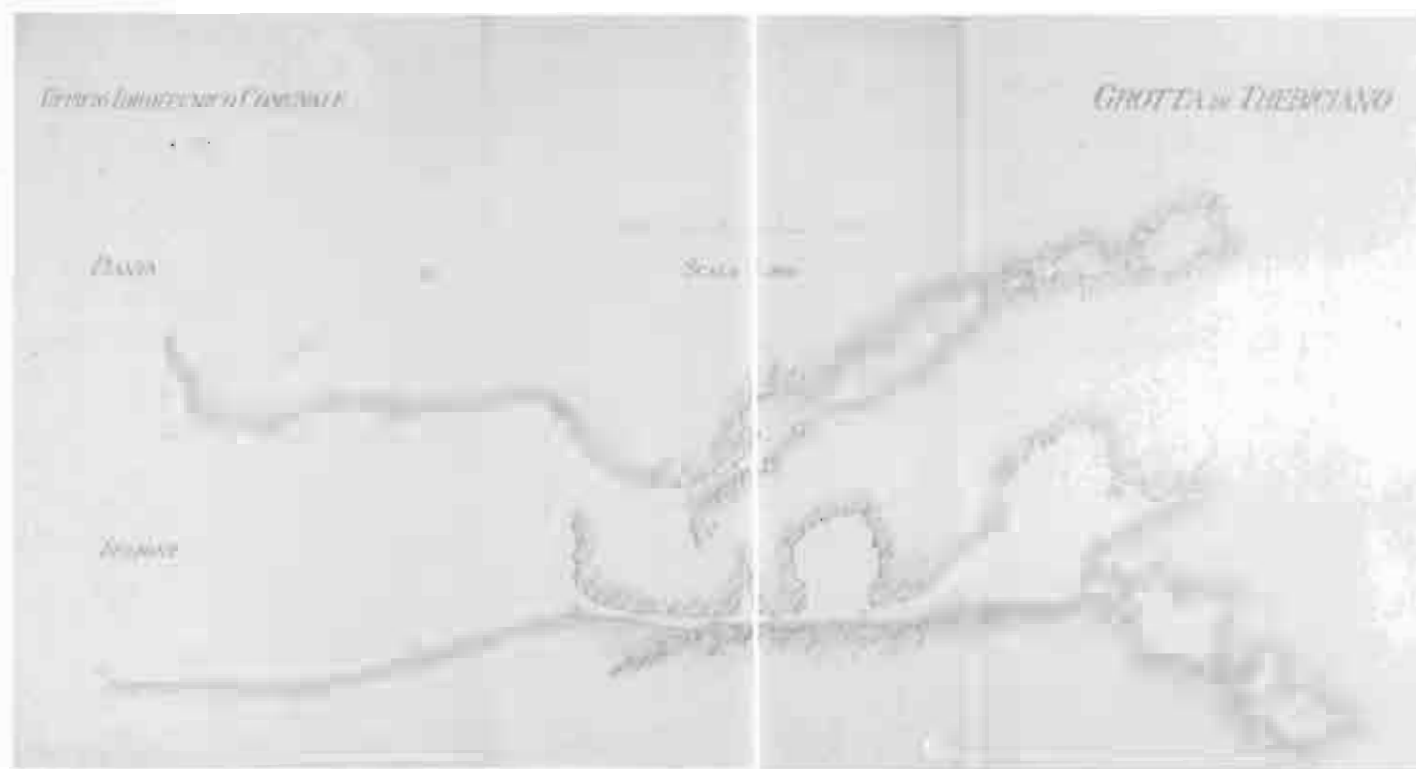


Fig. 8,6 - Rilievo topografico della galleria Beram nella Grotta di Trebiciano (3/17 VG) eseguito dall'Ufficio Idrotecnico del Comune di Trieste.

- anagrafiche
- bibliografiche
- descrittive

Gli allegati grafici riportano disegni di piante, spaccati e sezioni trasversali delle cavità.

Per la maggior parte si tratta di rilievi su supporto cartaceo di formato UNI A4 (circa l'80%). Il rimanente 20% dei rilievi è riportato su formati UNI A3 o su altri formati non standard.

Il posizionamento delle grotte è riferito in generale alle tavolette dell'I.G.M. al 25.000.

Per le nuove grotte e, a recupero, anche per le vecchie, il posizionamento viene fatto sulle Carte Tecniche della Regione al 5.000 edite dalla Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia.

Il riposizionamento sulle nuove carte tecniche della Regione comporta un nuovo rilevamento sul terreno e si presenta quindi come una operazione lunga e costosa.

Le schede con gli allegati sono archiviate in cassette, ordinate per *codice di Catasto Regionale*.

Il numero assegnato, in ordine cronologico di presentazione, dall'Ufficio del Catasto Regionale è composto da due cifre e da una sigla: la prima si riferisce al numero del Catasto Regionale, la seconda è data dal numero storico della cavità, mentre la sigla suddivide le cavità della Venezia Giulia da quelle del Friuli.

Il numero storico segue la classificazione usata precedentemente la creazione del Catasto Regionale delle Grotte del Friuli-Venezia Giulia, dal Catasto della Venezia Giulia (VG) e rispettivamente dal Catasto del Friuli (Fr), sigle che indicano appunto le grotte situate nelle provincie di Trieste e Gorizia (per quest'ultima limitatamente alla sinistra orografica dell'Isonzo) e quelle situate nelle provincie di Udine, Pordenone e Gorizia (per la parte sita sulla destra orografica dell'Isonzo).

Per agevolare la ricerca delle informazioni inerenti alle cavità esistono, a disposizione del pubblico, dei tabulati divisi rispettivamente per:

- ordine alfabetico del nome della grotta, con riferimento al codice Catasto;
- numero storico della grotta, con la corrispondenza al codice di Catasto Regionale;
- codice Catasto Regionale, con la corrispondenza al numero storico.

8.03.3 - Analisi delle schede catastali

Come si può vedere dalla scheda esemplificativa (fig. 8,7), per ogni grotta vengono registrate diverse informazioni, che si possono classificare come anagrafiche, bibliografiche e descrittive.

È rilevante notare che il Catasto Regionale è un archivio "vivo", soggetto a continui aggiornamenti conseguenti sia a scoperte di nuove grotte, sia a nuove esplorazioni di grotte già note.

Con riferimento alla scheda, si descrivono qui di seguito i contenuti informativi riportati nella scheda stessa.

a) INFORMAZIONI ANAGRAFICHE

a.1 - Denominazione

Contiene il nome ufficiale della grotta. Può contenere anche un secondo nome alternativo della stessa grotta, oppure il nome del "complesso sotterraneo" a cui la grotta appartiene.

I complessi sotterranei sono raggruppamenti di grotte che vengono scoperte e registrata inizialmente come indipendenti, e che in seguito risultano fra di loro collegate. I

CATASTO REGIONALE DELLE GROTTE

DENOMINAZIONE		SIGLA	
COMUNE		PARTICELLA CATASTALE	
DENOMINAZIONE TAVOLETTA		25.000	
POSIZIONE TOPOGRAFICA		QUOTA INGRESSO	
PROFONDITÀ FOZZO ALL'USO m.		LUNGHEZZA RAMO PRINCIPALE m.	
PROFONDITÀ POZZI INTERNI m.		LUNGHEZZA RAMI LATERALI m.	
DISLIVELLO m.		LUNGHEZZA COMPLESSIVA m.	
NOME DEL RILEVATORE	SOCIETÀ	DATA DEL RILIEVO	
BIBLIOGRAFIA			

DESCRIZIONE

IMPORTANZA

Fig. 8,7 - Scheda catastale del Catasto Regionale delle grotte utilizzata nella Regione Friuli-Venezia Giulia.

complessi sotterranei non sono attualmente classificati e codificati in modo sistematico, né pare opportuno farlo in futuro: restano a livello di riferimenti descrittivi.

a.2 - Sigla

Contiene due codici, separati da una barra:

- il numero del catasto regionale
- il numero storico con cui la stessa grotta era registrata nel catasto Venezia Giulia (VG) o nel catasto Friuli (Fr).

Per le grotte appena scoperte e non ancora censite, è previsto un codice provvisorio, equivalente alla sigla di riconoscimento sul terreno.

a.3 - Comune, Provincia

Contiene il nome del Comune sul cui territorio è situato l'accesso alla grotta e la sigla della relativa provincia.

a.4 - Particella

Presente solo sulle schede precedentemente in uso - non compilata.

a.5 - Denominazione Carta Topografica

Contiene gli estremi identificativi della tavoletta al 25.000 dell'I.G.M. su cui è posizionata la grotta.

Per le nuove grotte e per quelle riposizionate contiene inoltre gli estremi identificativi della relativa Carta tecnica regionale al 5.000.

a.6 - Posizione topografica

Per esigenze tecniche e di aggiornamento con i nuovi criteri cartografici, il posizionamento delle nuove grotte, che prima per legge era riferito alla cartografia I.G.M. 1:25.000, ora avviene sulla C.T.R. 1:5.000 e riporta le coordinate geografiche secondo la proiezione di Gauss-Boaga riferita al sistema nazionale (M. Mario ed equatore) per la prima, mentre per la seconda cartografia quelle riferite all'E.D. 1950 (Greenwich ed equatore).

a.7 - Quota ingresso

Contiene la quota d'ingresso, espressa in metri sul livello del mare.

L'eventuale riposizionamento della grotta non comporta una doppia registrazione del valore, ma unicamente la eventuale correzione del valore già registrato.

a.8 - Profondità pozzo di accesso

Contiene il valore espresso in metri.

a.9 - Profondità pozzi interni

Contiene uno o più valori (numero massimo dei pozzi stimato = 30) espressi in metri, in sequenza ordinata.

a.10 - Dislivello

Contiene il valore espresso in metri.

a.11 - Lunghezza ramo principale

Contiene il valore espresso in metri.

a.12 - Lunghezza rami laterali

Contiene uno o più valori (numero massimo dei rami laterali stimato = 50) espressi in metri, in sequenza ordinata.

a.13 - Lunghezza complessiva

Contiene il valore espresso in metri.

a.14 - Nome del rilevatore, Società, Data del rilievo

I tre dati sono fra loro collegati, in quanto relativi allo stesso rilievo.

Le schede delle grotte per cui si sono fatti diversi rilievi totali o parziali contengono più terne di dati, una per ogni rilievo effettuato.

b) INFORMAZIONI BIBLIOGRAFICHE

La parte della scheda denominata "bibliografia", contiene i riferimenti a tutte le

pubblicazioni riguardanti la grotta.

Per ogni pubblicazione vengono indicati l'autore, l'anno, il titolo.

La bibliografia è qualitativamente e quantitativamente rilevante: si può arrivare a 50-60 pubblicazioni, con una media stimata di 3-4 pubblicazioni per scheda.

c) INFORMAZIONI DESCRITTIVE

La parte della scheda denominata "descrizione" contiene informazioni sulla grotta derivanti dalla rilevazione iniziale e degli eventuali successivi aggiornamenti.

Le informazioni non sono strutturate, sono molto eterogenee, e rivestono particolare importanza per una serie di aspetti molto vari, quali ad esempio la presenza di acqua, l'interesse archeologico, la presenza di forme di vita, l'interesse turistico, ecc.

8.03.4 - Carte topografiche

Il Catasto ha in dotazione una serie di 72 tavolette topografiche in scala 1:25.000 cartonate, atte alla consultazione.

La localizzazione topografica sulla carta è effettuata con un punto rosso affiancato dal numero catastale; per ovvi motivi di praticità e di spazio ci si limita al numero d'ordine regionale. Da alcuni anni, per il posizionamento delle cavità di nuova scoperta, è in dotazione presso l'Ufficio del Catasto, anche la cartografia Tecnica Regionale alla scala 1:5.000. Con molte difficoltà si sta tentando di riposizionare le grotte già inserite negli anni passati e di cui si conosce solamente quella riportata sull'I.G.M.

Come già vista al cap. 1.03.2, è possibile trasferire la posizione sulla cartografia 1:25.000 (coordinate geografiche Gauss-Boaga riferite al sistema Nazionale) e quella 1:5.000 (coordinate geografiche E.D. 1950) con dei coefficienti di correzione. Data però la scarsa affidabilità dei dati in possesso per il loro riporto su una cartografia ad alta definizione tecnica, si è reso necessario il lungo e difficile lavoro di verifica sul terreno, ricerca che prevedibilmente potrà durare almeno una decina d'anni.

Nonostante il lavoro di riposizionamento di tutte le cavità sia già iniziato nelle zone di maggior interesse speleologico della Regione, vi sono talvolta delle grotte che non vengono ritrovate. Spesso si è riscontrato che dall'anno dell'esplorazione al giorno d'oggi (anche 50-70 anni) l'ingresso e/o la zona circostante abbiano subito notevoli modifiche; talvolta comunque l'ingresso risulta ostruito. Il problema è stato risolto adottando due differenti simbologie per l'indicazione sulla cartografia tecnica dell'ingresso.

- cavità con posizione certa
- cavità con posizione non certa

8.03.5 - Microfilmatura

Il Catasto ha previsto anche la consultazione con la microfilmatura delle cartelle catastali e dei rilievi in formato UNI A4 che è stata effettuata su supporto 16 mm, pari ad una riduzione di 24 x, che consente così la riproduzione dei documenti fino ad un formato massimo di 230x322.

Per la lettura dell'immagine microfilmata, attualmente si utilizza un microriproduttore a planetario che presenta caratteristiche tecniche migliori riproducendo un'immagine più nitida, rispetto ad altri modelli di visore. Ogni anno vengono stampate due copie del film, di cui quella in bobina è conservata all'Assessorato Regionale, mentre quella frazionata in Jackets - che consentono una più agevole consultazione - sono a disposizione del pubblico presso l'Ufficio del Catasto Regionale delle Grotte del Friuli-Venezia Giulia, custoditi all'interno di un apposito contenitore.

9 - DATI CATASTALI

9.01 - Premessa

Il presente capitolo riguarda le principali convenzioni per l'assegnazione dei dati catastali ad una cavità ed illustra la compilazione della scheda catastale usata nella Regione Friuli-Venezia Giulia, sicuramente la più completa a livello nazionale.

Le normative riportate sono state tratte principalmente dagli Atti della "I tavola rotonda sul rilievo ipogeo" organizzata in occasione del VI Convegno Regionale di Speleologia del Friuli-Venezia Giulia a Gorizia nel 1985, organizzata dal Catasto Regionale delle Grotte, da documenti di lavoro della Commissione Maggiori Cavità della S.S.I. al Convegno Nazionale di Speleologia di Perugia nel 1978, da pubblicazioni e speciali edizioni della Commissione per le maggiori grotte del mondo dell'U.I.S. e della stessa Union Internationale de Spéléologie.

9.02 - Dimensioni delle cavità catastabili

Già dal 1959 (Dematteis G., 1959) sono state standardizzate le dimensioni delle grotte da inserire nei catasti regionali, ponendo come limite minimo i 5 metri di sviluppo e/o di profondità. Questi limiti - ormai accettati in campo nazionale e seguiti anche in quello internazionale - devono venir interpretati considerando che, se il rapporto fra profondità e lunghezza è 1 (fig. 9,1), una cavità non è da considerarsi catastabile. Non deve perciò venir considerata grotta, una depressione del terreno profonda 5 metri e larga altri 5. Si lascia però ogni valutazione a tal proposito al buon senso degli speleologi, in modo d'evitare un ammassamento di dati di interesse irrilevante. Il buon senso invocato deve venir usato soprattutto in zone carsiche d'alta montagna dove possono esser presenti numerose discontinuità della compagine rocciosa che hanno sicuramente un significato geologico ma assai poco interessante dal punto di vista speleologico. Se una cavità naturale presenta una profondità o uno sviluppo minore di 5 metri, ma rivesta una certa importanza per altri motivi come il ritrovamento di reperti preistorici, biologici, leggende locali ad essa riferite, l'uso come ricovero d'emergenza in periodi bellici, possibili congiungimenti con altri sistemi ipogei di dimensioni più imponenti, allora può venir inserita nel Catasto delle grotte.

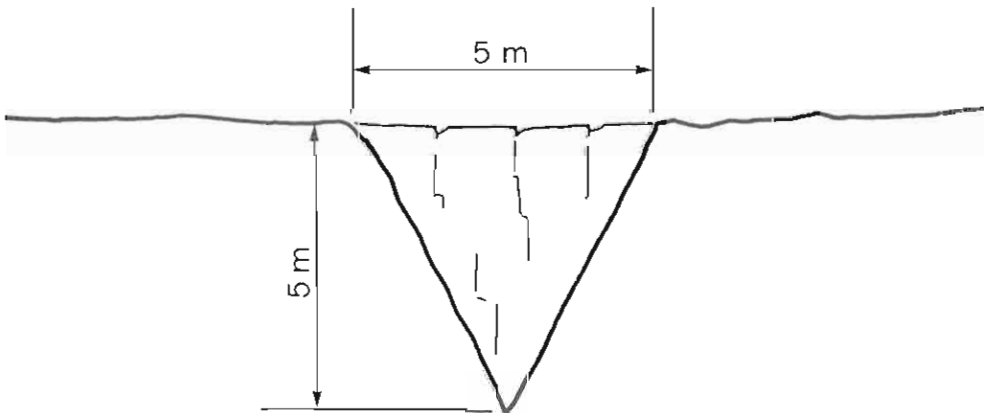


Fig. 9.1 - Dimensioni minime per l'accatastamento di una cavità



Monte Canin, abisso Gortani. Entrata del Chiodo, pozzo in pendolo (-200) (Foto P. Pezzolato)

9.03 - Denominazioni

In ogni documento identificativo, il nome è un elemento di primaria importanza; così in una scheda catastale la denominazione attribuita ad una cavità ne consente un immediato inquadramento secondo il prevalente carattere morfologico.

L'eccessiva discrezionalità finora esistente in questo campo ha avuto quale risultato una notevole confusione, dovuta all'uso di una nomenclatura assai variabile e soggettiva, spesso impropria quando non addirittura errata. Si ritiene pertanto opportuno raccogliere in una limitata casistica i lemmi di significato speleologico che possono essere impiegati a questo scopo; quale unica deroga sono ammessi i nomi d'origine locale, soprattutto se affermati nella letteratura e nell'uso (es.: Fontanon di Goriuda). L'adozione di termini unificati risponde inoltre alle esigenze tecniche della computerizzazione, verso la quale stanno rivolgendosi anche le strutture dei catasti speleografici.

Seguono ora le principali denominazioni di carattere speleologico da adottare per delle cavità:

Fig. 9,2 - ABISSO

Cavità profonda oltre 60 m, costituita da uno o più pozzi, anche intervallati da gallerie o meandri che possono portare ad uno sviluppo planimetrico molto superiore a quello verticale

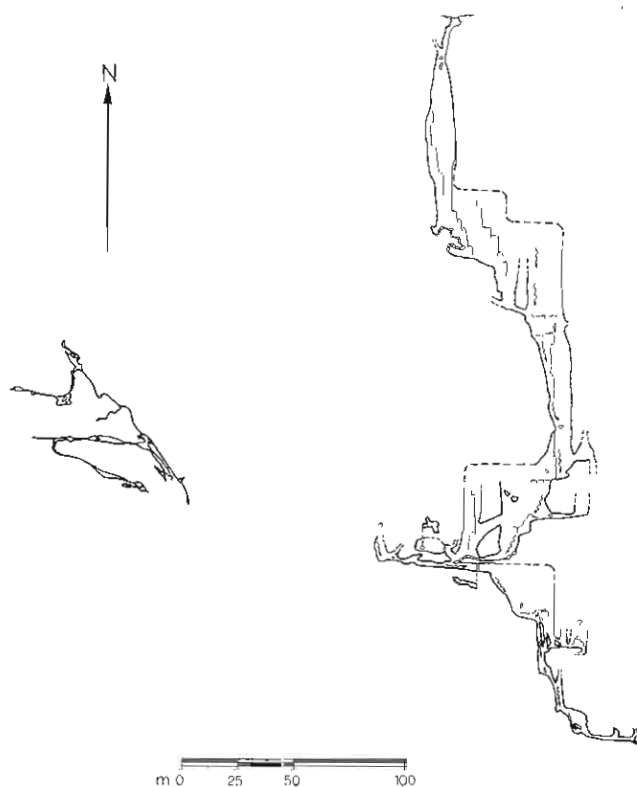


Fig. 9,3 - ANTRO

Incavo naturale il cui massimo sviluppo orizzontale supera soltanto di poco la larghezza dell'ingresso.

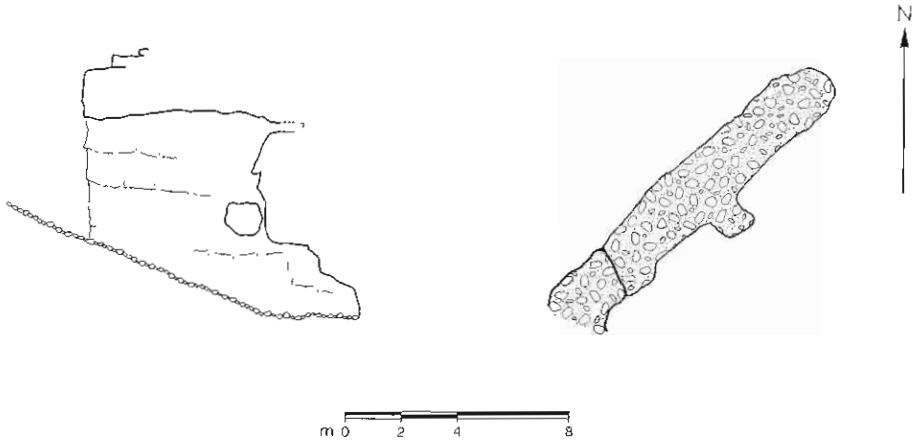


Fig. 9,4 - BARATRO

Cavità semplice verticale, poco profonda (non superiore a 20-30 metri), con ingresso ampio e rapporto fra larghezza e profondità intorno a 2:1.

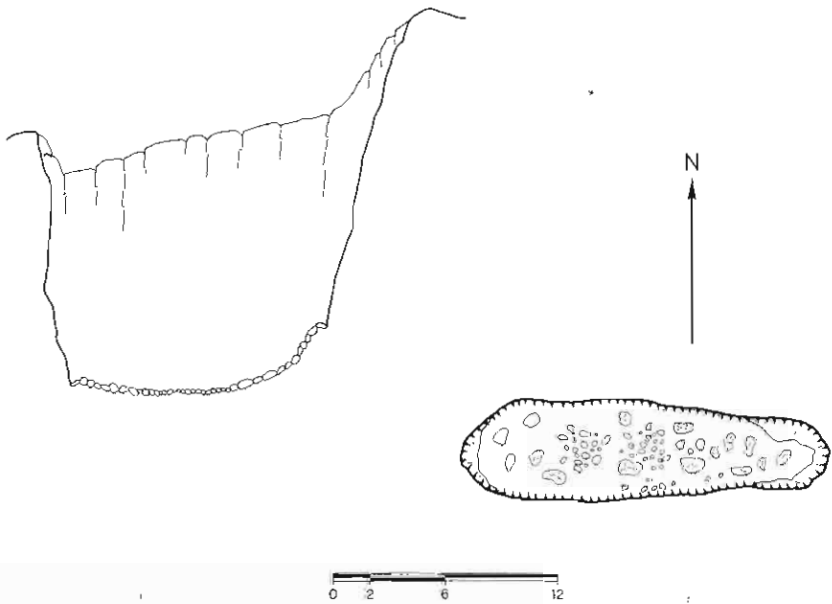


Fig. 9,5 - CAVERNA

Grande ambiente ipogeo che a seconda della forma assume diverse toponomie; può aprirsi al piano di campagna, nel qual caso l'ingresso è preceduto da una depressione del suolo

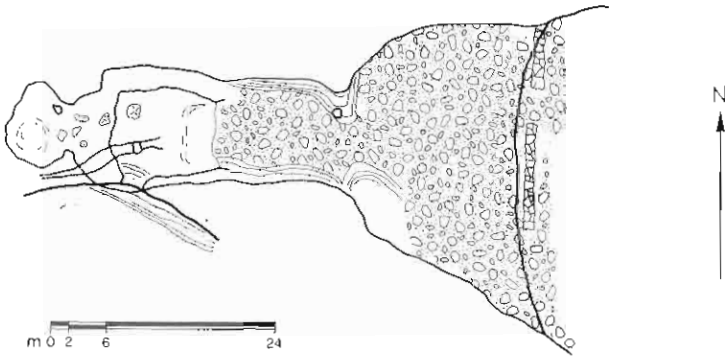
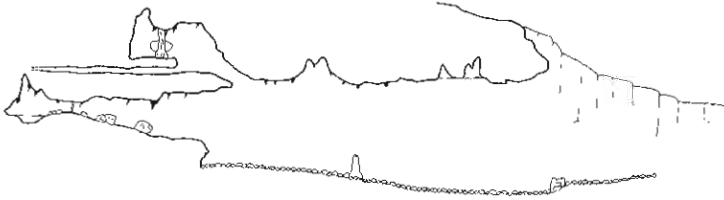


Fig. 9,6 - CAVERNETTA

Caverna di modeste dimensioni (meno di 10 m) nella quale l'altezza della volta non consente la stazione eretta

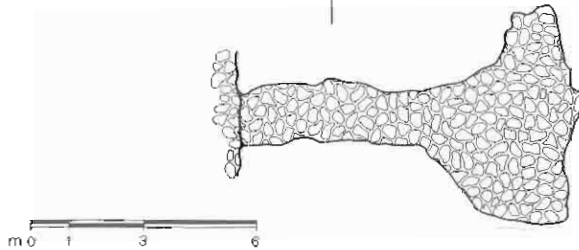


Fig. 9,7 - CUNICOLO O TANA

Vano di sviluppo limitato, in prevalenza orizzontale, a forma di angusta condotta, nel quale di solito bisogna procedere a carponi o strisciando

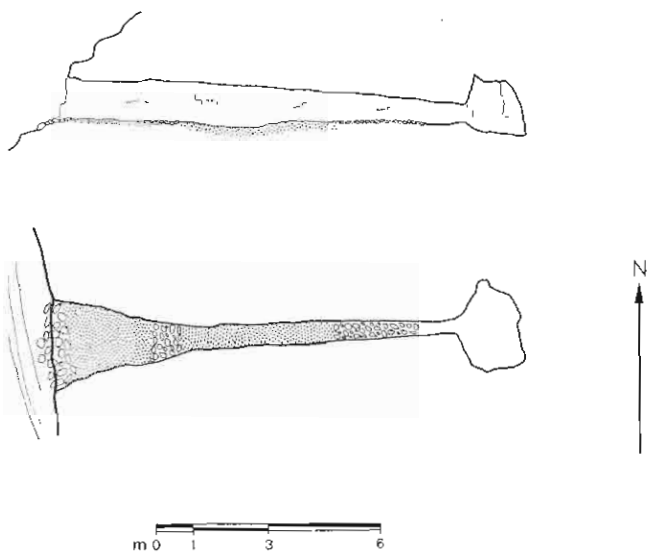


Fig. 9,8 - FESSURA

Cavità spesso non molto profonda, impostata su una o sull'incrocio di più fratture; il suo ingresso è stretto ed allungato

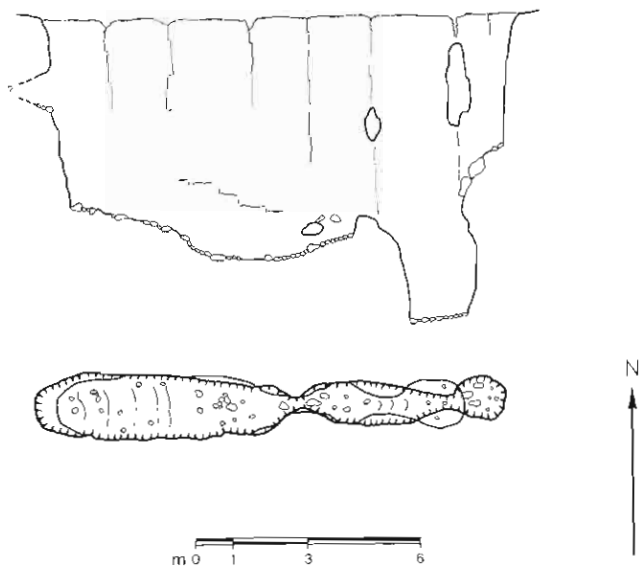


Fig. 9,9 - INGHIOTTITOIO

Cavità il cui ingresso è, o è stato un punto di cattura di un corso d'acqua, anche temporaneo

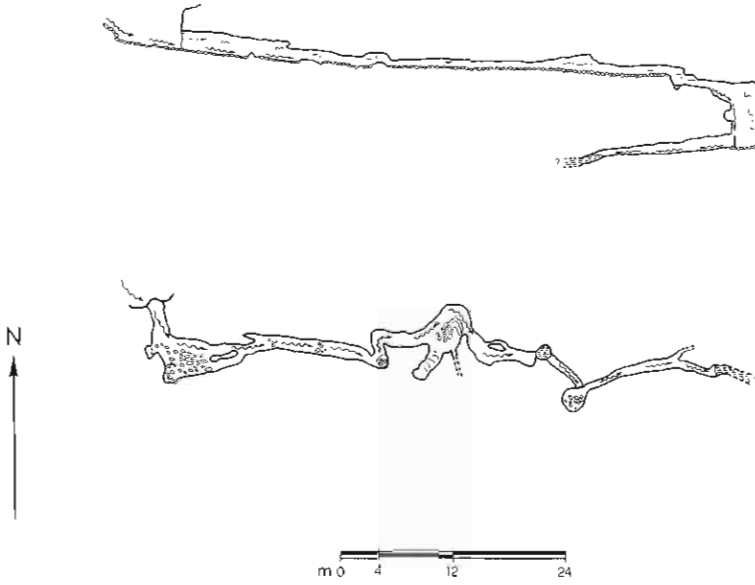


Fig. 9,10 - MEANDRO

Cavità o parte di cavità simile ad una gola, ad andamento sinuoso.



Fig. 9,11 - POZZETTO

Pozzo di profondità inferiore ai 10 metri,
con ingresso di modeste dimensioni



Fig. 9,12 - POZZO

Cavità discendente, più o meno verticale, che si
apre alla superficie e la cui profondità è maggiore
della larghezza.

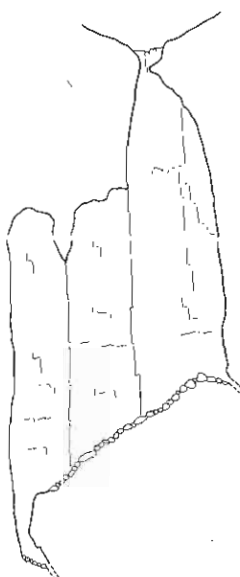
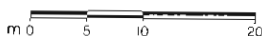
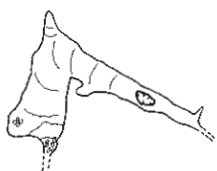
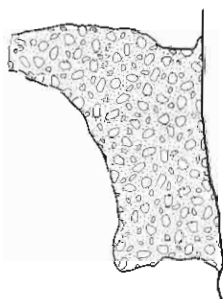
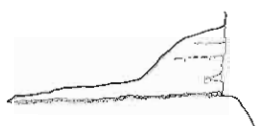


Fig. 9,13 - RIPARO

Incavo naturale poco profondo scavato nella parete rocciosa, dotato di un'ampia apertura e di un
fondo più o meno pianeggiante.





Polcenigo. Sorgente del Gorgazzo

(Foto A. Fabricatore)

Fig. 9,14 - RISORGIVA

Cavità di varia morfologia nella quale appare un corso d'acqua, di solito perenne, di cui si conosce la provenienza; può essere invasa interamente d'acqua

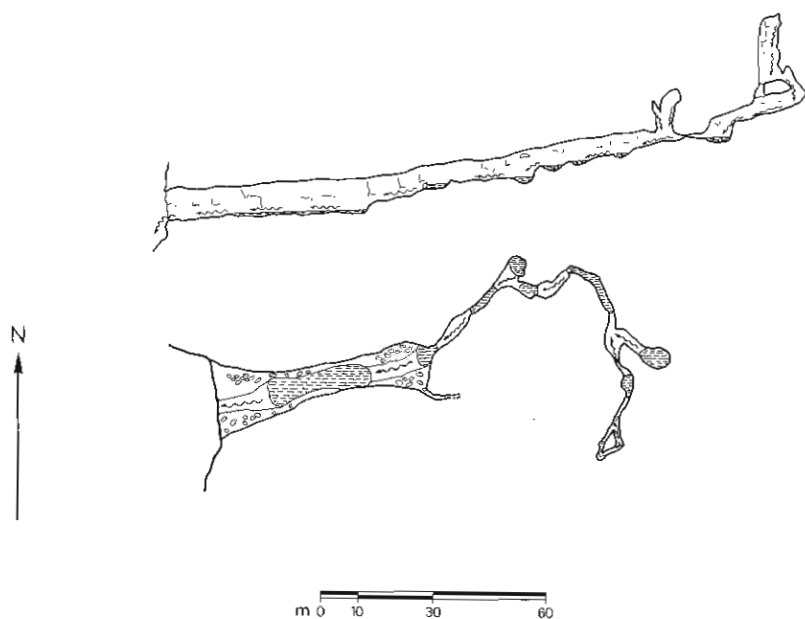
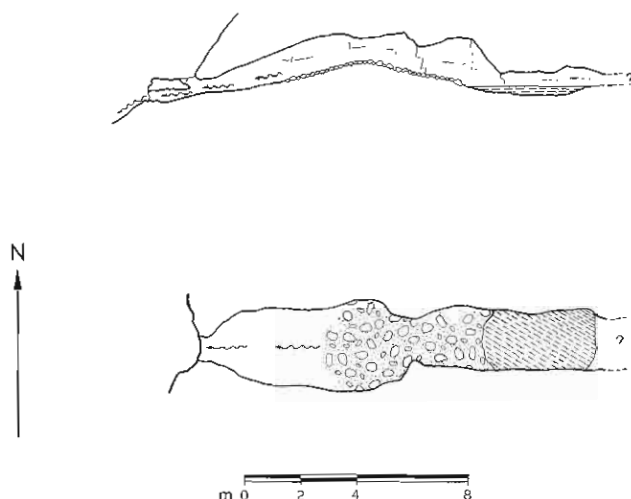
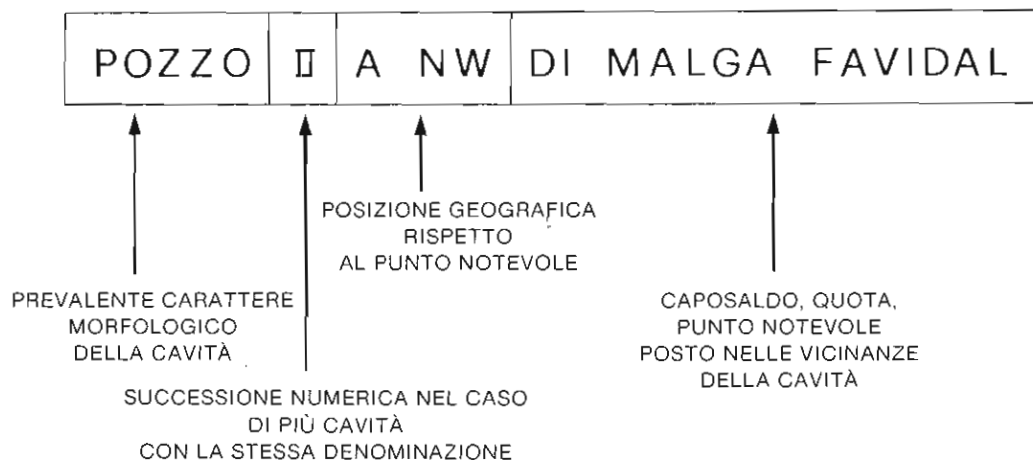


Fig. 9,15 - SORGENTE

Cavità in genere di modeste dimensioni nella quale scaturisce un flusso idrico, anche temporaneo.



La seconda parte della denominazione riguarda perciò un toponimo segnato sulle carte topografiche, posto nelle sue vicinanze. Verrà in più allegato a questo (es.: Sella Poviz, Col Sclaf, ecc.) il termine "presso", se si trova esattamente nelle sue vicinanze, oppure una posizione geografica secondo i punti cardinali (es.: a SW, a NW, a S, ecc.). Nel caso vi siano più cavità con la stessa posizione approssimativa e con la stessa morfologia generica, si rende necessaria l'aggiunta di un numero romano (es.: Pozzo IV a SE del Col Sclaf, Meandro II a N di Gerchia, ecc.).



In casi particolari, naturalmente per delle cavità di notevoli dimensioni, è possibile dare alla stessa il nome di uno speleologo scomparso che si è distinto per le sue esplorazioni o studi. In questo caso, onde evitare l'eccessivo uso di nominativi personali, è necessario inoltrare richiesta al proprio Catasto Regionale delle Grotte, assicurando che all'ingresso della cavità verrà posta una targa con il nome dello speleologo che si vuole ricordare. Come ultima osservazione, si suggerisce di segnare presso l'ingresso il numero e la sigla con cui è stata contraddistinta la cavità, soprattutto in zone carsiche ad alta densità, per facilitare la sua individuazione, sigla che andrà completata in un secondo tempo dal numero di catasto.

9.04 - Quote d'ingresso

Il punto d'apporte come "Quota 0" relativa di una cavità - che deve sempre venir riportata sul rilievo - viene accompagnato da un simbolo specifico. La quota d'ingresso è riferita al livello medio marino (s.l.m. m.) - si riporta sempre in metri - e viene contraddistinta a seconda del metodo in cui è stata determinata. L'esatta determinazione del punto zero può destare dei dubbi: per evitare ciò, si riportano gli esempi fondamentali che si possono ritrovare nella realtà, ricordando che "il punto d'ingresso di una cavità deve essere fissato ove si determini una depressione chiusa" (Chabert C., Courbon P., 1977). Nel caso di ampissime doline è necessario instaurare il rapporto fra profondità ed ampiezza che deve allontanarsi dal valore 1.

Un altro dubbio può sorgere quando nei grandi pozzi o nelle doline di crollo, alla loro base, si presentino delle cavità che si aprono in posizioni diverse. Anche qui è da tener conto del rapporto fra l'ampiezza della dolina e la sua profondità.

Graficamente ricordiamo che è buona norma riportare sempre lo spigolo d'ingresso della cavità altrimenti la mancanza di questo può far supporre che la cavità si estenda all'infinito. A proposito delle quote d'ingresso, si ritiene opportuno avanzare delle osservazioni sui modi di determinazione delle stesse: è bene precisare sempre il modo in cui è stato determinato il valore della quota, viste le frequenti mancate corrispondenze fra quelle determinate barometricamente e quelle determinate geometricamente o cartograficamente.

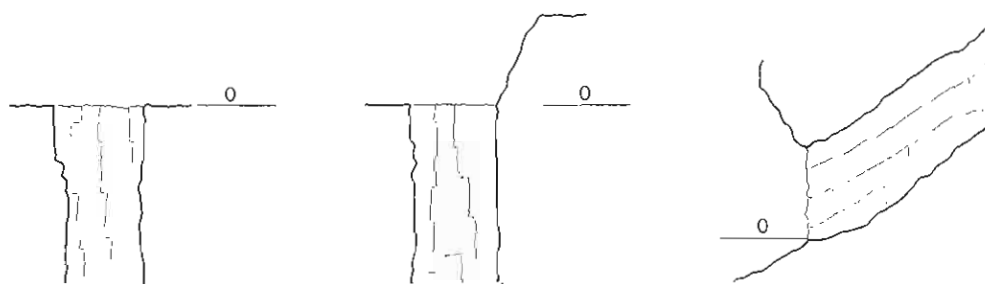


Fig. 9.16 - Tre principali casi per l'assegnazione del punto "0" d'ingresso di una cavità



Monte Canin, abisso del Pic Majot. Tratto in meandro

(Foto M. Trippari)

9.05 - Posizionamento

L'esatta posizione della cavità su una carta topografica è un dato fondamentale per il Catasto e per intraprendere qualsiasi altro lavoro o studio, su una zona carsica. Questo dato, se incerto o di scarsa precisione, porta ad un'estenuante ricerca della cavità in una zona che può distare vari chilometri da quella in cui si trova in realtà la grotta. Per evitare ciò si consiglia di compilare un foglietto in carta da lucido, da sovrapporre alla carta topografica in corrispondenza di due coordinate note.

L'individuazione del punto sul foglietto consigliato (vedi tav. 9,1), valido per la cartografia I.G.M. 25.000 e Tecnica Regionale 5.000, deve esser riportato tramite l'intersezione di due segmenti perpendicolari fra loro, rappresentanti le frazioni di primo grado. Lo spessore da utilizzare per il riporto di questa intersezione deve essere non superiore ai 0,2 mm. Per facilitare la sovrapposizione del foglietto sulla carta topografica e per intuire a priori il percorso che è necessario fare per raggiungere la cavità, è conveniente riportare i principali punti notevoli posti nelle vicinanze della posizione e la sentieristica principale della zona.

L'assegnazione numerica delle coordinate geografiche e piane del punto d'ingresso della cavità, deve tener conto del modo in cui sia stata determinata e del tipo di cartografia usata.

Per l'assegnazione dei gradi secondi, è sufficiente osservare che sulla cartografia I.G.M. 25.000 i 0"5 corrispondono a circa 12 metri, dato accettabile per questa cartografia. Con l'uso della Carta Tecnica Regionale 5.000, l'approssimazione sale al decimo di secondo (0"10), che vale nella latitudine circa 4 metri ed in longitudine 6 metri.

Per l'assegnazione delle coordinate nel reticolato metrico, sulla cartografia I.G.M. 25.000 sono accettabili i 10 metri, dato che alla scala 1:25.000 i 0,5 mm equivalgono a 12,5 metri. Per la cartografia Tecnica Regionale 5.000 da accettare sono le misure relative ai 5 metri, che nella scala cartografica corrispondono al millimetro. Come osservazione generale è consigliabile interpretare solamente i dati riscontrati sulla cartografia al 5.000 per il loro riporto su quella al 25.000 e non l'inverso, causa gli inevitabili errori della scala.

9.06 - Dislivello

Il dislivello di una cavità, oltre a dover esser riportato quasi sempre sul rilievo topografico - può venir eliminato per grotte di ridotte dimensioni -, deve rispettare queste regole fondamentali (Chabert C., Courbon P., 1977 - Chabert C., 1982):

- dall'orlo più basso dell'ingresso più alto, nel caso di sistemi ad andamento verticale negativo a più entrate;
- dall'ingresso più basso; nel caso di sistemi ad andamento verticale positivo a più entrate.

I punti del rilievo che indicano l'esatta posizione dei limiti massimi di dislivello, sono sempre quelli raggiunti e misurati. Non devono perciò esser misurati i camini non risaliti, passaggi non esplorati, ecc. Nel caso invece che un sifone sia stato esplorato e sia stato eseguito un sondaggio sulla sua profondità, è necessario aggiungere questo dato a quello riscontrato superficialmente agli ambienti subacquei. Devono venir eliminate però dal calcolo del dislivello, i vari vani ottenuti artificialmente come ad esempio pozzi e gallerie. È da aggiungere invece la profondità dei passaggi solamente allargati o svuotati dagli speleologi con il loro avanzamento. Volendo fare tre casi ipotetici sulla determinazione del dislivello di una cavità, si ha quanto segue:

Fig. 9,17
 Dislivello: 30 m
 Profondità: -30 m

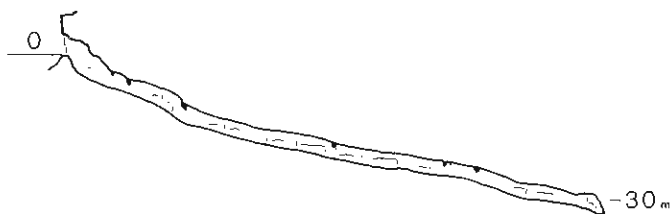


Fig. 9,18
 Dislivello: 30 m
 Profondità: +30 m

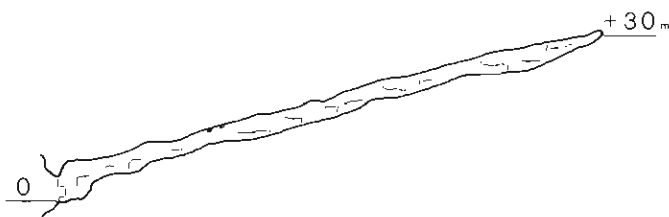
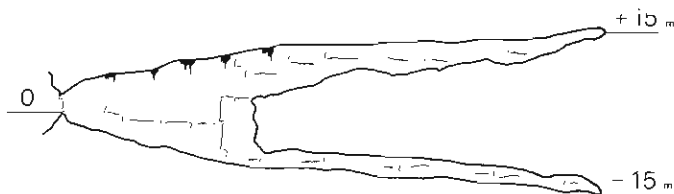


Fig. 9,19
 Dislivello: 30 m
 Profondità: +15 m, -15 m



9.07 - Sviluppo

Per il calcolo dello sviluppo di una cavità non esiste ancora oggi un'intesa internazionale concorde, diversi sono infatti i sistemi per la sua determinazione. Principalmente ne esistono due: uno, è definito come sviluppo "planimetrico" ed uno come "spaziale".

Il primo, astrazione geometrica, è utilizzato ufficialmente dalla Regione Friuli-Venezia Giulia e nelle regioni Lombardia, Campania e Puglia; il secondo è invece reale, valido a livello internazionale e riconosciuto dall'U.I.S. ed usato nel resto delle regioni italiane. Lo sviluppo planimetrico viene misurato sulla rappresentazione in pianta che riporta le parti orizzontali e le proiezioni delle parti verticali più o meno inclinate della cavità.

La lunghezza di una galleria, di una sala, di un meandro, ecc., viene misurata sempre lungo gli assi ideali degli ambienti; nel caso la poligonale principale del rilievo segua questa linea, il calcolo è facilitato di molto.

A scanso d'equivoci, vengono riportati alcuni casi del "principio di discontinuità" proposto da Choppy, Chabert e Courbon alla riunione svoltasi a Grasse nel 1976. I disegni si intendono nella vista planimetrica della cavità.

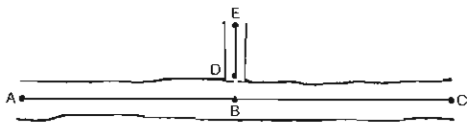


Fig. 9.20 - $L = AB + BC + DE$

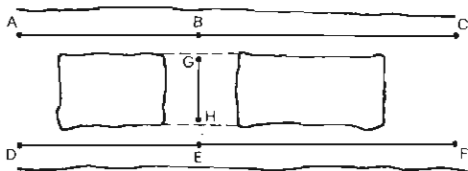


Fig. 9.21 - $L = AB + BC + DE + EF + GH$
se $GH > 4\text{ m}$

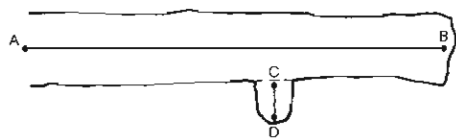


Fig. 9.22 - $L = AB + CD$
se $CD > 4\text{ m}$

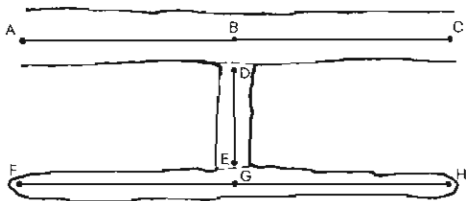


Fig. 9.23 - $L = AB + BC + DE + FG + GH$
se $DE > 4\text{ m}$

Nel caso di una vasta sala il calcolo dello sviluppo deve essere effettuato come indicato nella fig. 9,24 e 9,25; la lunghezza degli eventuali rami secondari e/o laterali, va considerata fino al punto del loro sbocco nella caverna principale e non oltre.

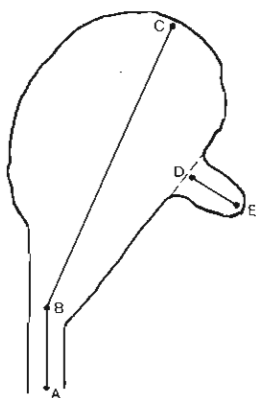


Fig. 9.24 - $L = AB + BC + DE$
se $DE > 4\text{ m}$

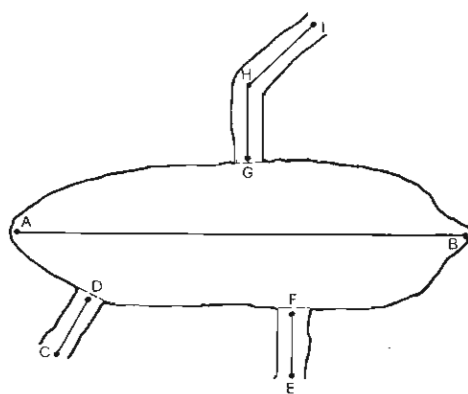


Fig. 9.25 - $L = AB + CD + GH + HI + EF$

Il calcolo dello sviluppo spaziale viene eseguito lungo la sezione longitudinale della cavità. Mantenendo validi tutti i casi precedentemente esposti per il calcolo dello sviluppo planimetrico, i disegni 9,20 - 21 - 22 - 23 possono esser interpretati pure come se fossero la rappresentazione in sezione longitudinale di una grotta. Le parti laterali come ad esempio camini (fig. 9,20, lato DE), rami sovrapposti (fig. 9,21 - 9, 22 - 9,23, lati HG, CD e DE) vengono presi in considerazione solamente se realmente esplorati, rilevati e se raggiungono una lunghezza superiore a 4 metri.

9.08 - Descrizione

Dal punto di vista scientifico, risulta molto importante che lo speleologo sia in grado di segnalare e descrivere le varie parti della grotta che ha scoperto e rilevato, poiché è sulla base di queste prime segnalazioni che si baserà l'eventuale studio morfologico approfondito.

A tale proposito, si tenterà di schematizzare il più semplicemente possibile le varie morfologie ipogee.

Le parti che costituiscono le grotte hanno dei nomi, ma questi non sono uniformi nelle varie regioni italiane ed ancor meno nelle varie parti del mondo. Ciò deriva dal fatto che vi sono state nel campo della speleologia varie scuole, con diverse interpretazioni genetiche dei singoli fenomeni ipogei e pertanto dobbiamo ammettere che nella terminologia speleologica vi è un po' di confusione.

Varie commissioni a livello dell'Union Internationale de Spéléologie hanno tentato di uniformare il significato dei termini nelle varie lingue. Il risultato è stato quello di produrre (almeno per ora) dei "vocabolari terminologici" nelle singole lingue dell'Unione.

L'analisi di una cavità deve essere fatta oltre che in maniera *descrittiva*, non sempre facile, soprattutto in considerazione *strutturale* secondo una tipologia morfologica. Una cavità di tipo orizzontale viene indicata talora come un "corridoio", "andito", termini questi che ricalcano troppo l'ambiente umano. Più esatta è la definizione di "galleria" (ted. Gang; slov. rov). Il limite d'uso del termine è quando l'esploratore non può procedere in posizione eretta. Se deve avanzare carponi o strisciare, allora il vano diviene un "cunicolo".

Qualsiasi struttura verticale ha vari nomi: *baratro*, *voragine*, *foiba*, ecc. Tecnicamente bisogna invece usare il solo termine "pozzo", indipendentemente dalla dimensione o forma. Un pozzo deve essere chiaramente delimitato da pareti; diviene un "salto" nel caso di una galleria che passa ad un livello più basso con una parete verticale, mentre volta e pareti laterali non modificano la loro posizione.

Se una cavità ha inizio con un "pozzo", la scuola triestina usa il termine di "pozzo esterno" o "1° pozzo". Gli altri pozzi che si sviluppano in profondità sono chiamati "pozzi interni" e numerati progressivamente "2°, 3°, 4° pozzo". È pure in uso di classificare i pozzi che costituiscono una cavità, con la loro profondità (es.: P. 80). Se un pozzo nel suo sviluppo verticale ha delle brevi interruzioni (ripiani, terrazzi), la profondità è quella "totale": raramente si danno misure di profondità intermedie.

In una cavità complessa, costituita da tratti verticali ed orizzontali che hanno una continuità tra di loro, se uno dei pozzi che la costituisce non ha sbocchi di sorta, allora è d'uso chiamarlo "*pozzo cieco*".

Per "camino" si intende una cavità a sviluppo verticale e verso l'alto ma che inizia dalla

volta di una galleria o caverna. Qualsiasi "camino" è ovviamente anche un "pozzo", ma spesso non si conosce il suo sbocco superiore in superficie a causa di qualche ostruzione determinata il più delle volte da strettoie con sopra accumulato materiale di frana proveniente dalle pareti o dall'esterno.

Grandi ambienti ipogei, a seconda della loro forma, acquistano vari nomi: "caverna, cavernone, duomo, sala, salone, ecc.". In realtà non si dovrebbero usare questi nomi nel caso di una galleria che presenti degli "allargamenti" ed "innalzamenti". "Caverna" e sinonimi si dovrebbero usare solamente nel caso in cui si incrociano varie gallerie dando luogo ad un vano di grandi dimensioni, per cui esiste un ampliamento dissolutivo determinato da una somma di "vie d'acqua". Da ciò si può agevolmente comprendere che è sempre meglio definire forme morfologiche in rapporto alle condizioni genetiche. Viene spesso usato invece il termine di "sala di crollo" (ted. Inkasion) per indicare un ampliamento di una galleria determinato da un locale crollo della volta.

Spesso viene usato il termine "fessura" per indicare un passaggio assai stretto; talora è la stessa grotta che prende questo nome (es.: "Fessura del Vento"). Tale termine però è improprio, perchè fessura significa una "frattura della roccia" non ancora allargata dai processi carsici.

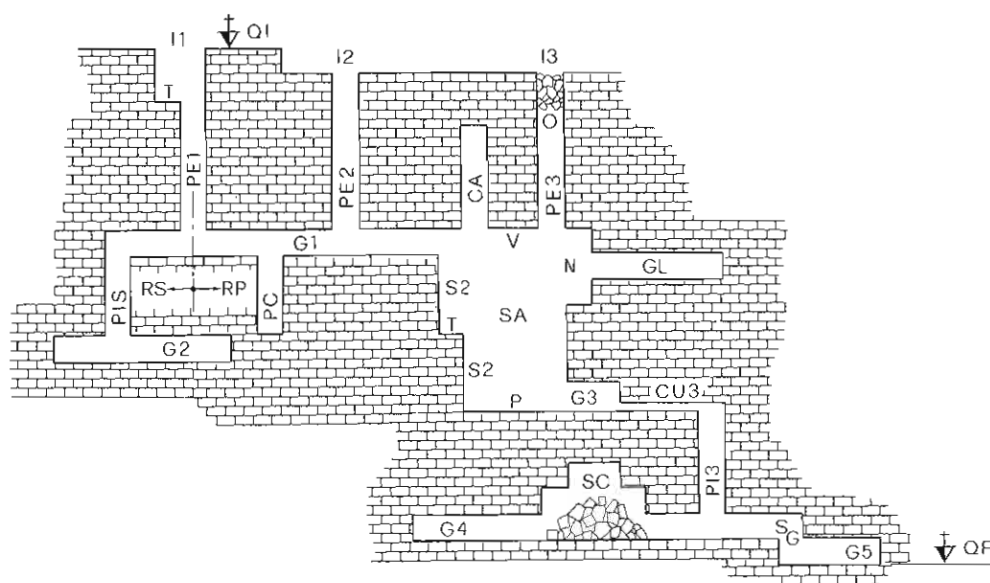


Fig. 9,26 - Al fine della denominazione speleologica e morfologica delle singole parti di una cavità, viene rappresentata una schematizzazione delle principali strutture che compongono una grotta

Legenda:

- Qi = Quota ingresso. QF = Quota di fondo. I1, 2, 3 = Ingressi. O = Ostruzione. T = Terrazzo. PE 1, 2, 3 = Pozzi esterni. CA = Camino. RP = Ramo principale. RS = Ramo secondario. PC = Pozzo cieco. PIS = Pozzo interno (secondario). G 1, 2, 3, 4, 5 = Gallerie al... livello. SA = Sala. V = Volta. P = Pavimento. N = Nicchia. GL = Galleria laterale. S2 = Salto (o 2° pozzo). CU3 = Cunicolo al 3° livello. P13 = Pozzo interno (o 3° pozzo). SC = Sala di crollo. SG = Salto in galleria.

Esiste poi tutta una problematica descrittivo-morfologica che riguarda l'impostazione dei pozzi e delle gallerie sui grandi "sistemi di discontinuità" della roccia (piani di fratturazione e di stratificazione). Sezioni subcircolari o subellittiche stanno ad indicare delle "forzature" dovute ad acque in "pressione" o meglio in "condotta forzata". In particolare nelle "gallerie" le sezioni subellittiche possono essere orizzontali e inclinate, se impostate secondo il piano di uno strato; subverticali se impostate nel piano di una frattura. Esiste poi tutta una serie di problemi connessi con l'evoluzione delle forme. Per approfondimento progressivo, determinato dall'abbassamento del "livello di base", le forme "originarie" vengono modificate, dando luogo a "condotti" o "gallerie" il cui scorrimento idrico si trasforma a pelo libero e la morfologia del vano diviene di tipo "gravitazionale".

Descrittivamente è assai importante considerare il suolo delle gallerie. Ciò significa che è necessario sapere se il piano delle stesse è roccia viva o se ci si trova sopra un deposito di riempimento (frane, materiali argilloso-sabbiosi, ciottoli, detriti, banchi di concrezione calcitica). Senza queste indicazioni è praticamente impossibile conoscere la reale morfologia della struttura ipogea.

9.09 - Scheda per l'accettazione a Catasto

La scheda catastale per l'accettazione di nuove cavità, realizzata dagli A.A. e da altri esperti del settore, è frutto non solo di un'oggettiva ricerca sulle reali esigenze dell'utente, ma è anche il prodotto di un'attenta ed oculata analisi delle schede catastali utilizzate presso i vari Catasti Grotte italiani ed esteri.

La stesura definitiva di questa scheda è stata elaborata in modo da prevedere, nella maggior parte dei casi, risposte uniformate su una serie di domande prestabilite.

Tale scelta è stata finalizzata al futuro e più facile inserimento dei dati disponibili nella sempre più prossima computerizzazione dei vari catasti.

La scheda così realizzata consta di 10 riquadri tematici fondamentali:

a) DATI CATASTALI

Questa prima parte della scheda riveste una funzione essenziale, poiché è proprio con queste informazioni che la grotta verrà inserita nell'elenco del Catasto Regionale delle Grotte.

Questi dati sono così riassumibili:

denominazione della cavità, provincia, comune, località, area di ubicazione, tavoletta I.G.M., elemento C.T.R., coordinate dell'imbocco, quota d'ingresso, sviluppo planimetrico, spaziale, dislivello (+ / -), pozzo/i di accesso, pozzo/i interni, esecutori del rilievo allegato, data e Gruppo Grotte di appartenenza.

b) INFORMAZIONI COMPLEMENTARI

Questa parte pone una breve serie di domande tendenti a fornire informazioni complementari a quelle del paragrafo precedente.

I dati richiesti sono:

nome locale o particolare con cui è conosciuta la cavità, proprietario o concessionario del fondo e suo indirizzo, natura geologica del terreno.

Seguono poi quesiti atti a definire il tipo ed il sistema in cui siano stati determinati i dati al punto a), ed alcune prime domande sulle caratteristiche della grotta. Queste sono: posizione sull'I.G.M., sulla C.T.R., determinazione della quota d'ingresso, se sia tutta esplorata o se ci siano delle prosecuzioni visibili, se è rilevata completamente, se sia una grotta turistica, adibita ad altri usi o artificiale.

c) GRADO DI PRECISIONE DEL RILIEVO

Con l'introduzione di questa serie di quesiti, si è voluto capire e giudicare la tecnica con cui vengono eseguiti i rilievi topografici ipogei.

Rispondendo alle varie domande suddivise secondo quattro punti quali:

- misure di declinazione magnetica (angolo θ);
- misure di inclinazione rispetto al piano orizzontale (angolo α);
- misure delle distanze;
- dettagli della cavità;

si può determinare la precisione del rilievo, seguendo una scala di tipo inglese (vedi 5.09).

d) CARATTERISTICHE DELLA GROTTA

Questo riquadro completa i dati già trascritti nella parte a) e b), rendendo così il grado di documentazione della cavità utile alle varie categorie di speleologi. Fornendo esaurienti risposte ai quesiti si contribuirà anche nel campo dell'anti-infortunistica, indicando i pericoli che eventualmente si potrebbero incontrare nell'esplorazione della grotta. I dati richiesti sono divisi in tre fasce con caratteristiche ben distinte:

- idriche,
- difficoltà,
- pericoli.

e) FOLKLORE

Si è pensato di dedicare uno spazio su cui citare eventuali notizie riferibili al folklore, come più volte già consigliato dalle Tavole Rotonde dedicate a questo tema specifico (storia, leggende, usi connessi con la cavità, ecc.).

f) DESCRIZIONE IMBOCCO

Fornendo un'esatta descrizione dell'imbuco e l'indicazione del percorso da eseguire per raggiungere la cavità, si semplificherà l'individuazione della stessa, evitando inutili perdite di tempo.

g) DESCRIZIONE VANI INTERNI

A questo tipo di informazioni è dato ampio spazio in tutta la terza facciata della scheda, in modo da poter riportare la descrizione generalmente particolareggiata della cavità.

h) LIVELLO DI DOCUMENTAZIONE

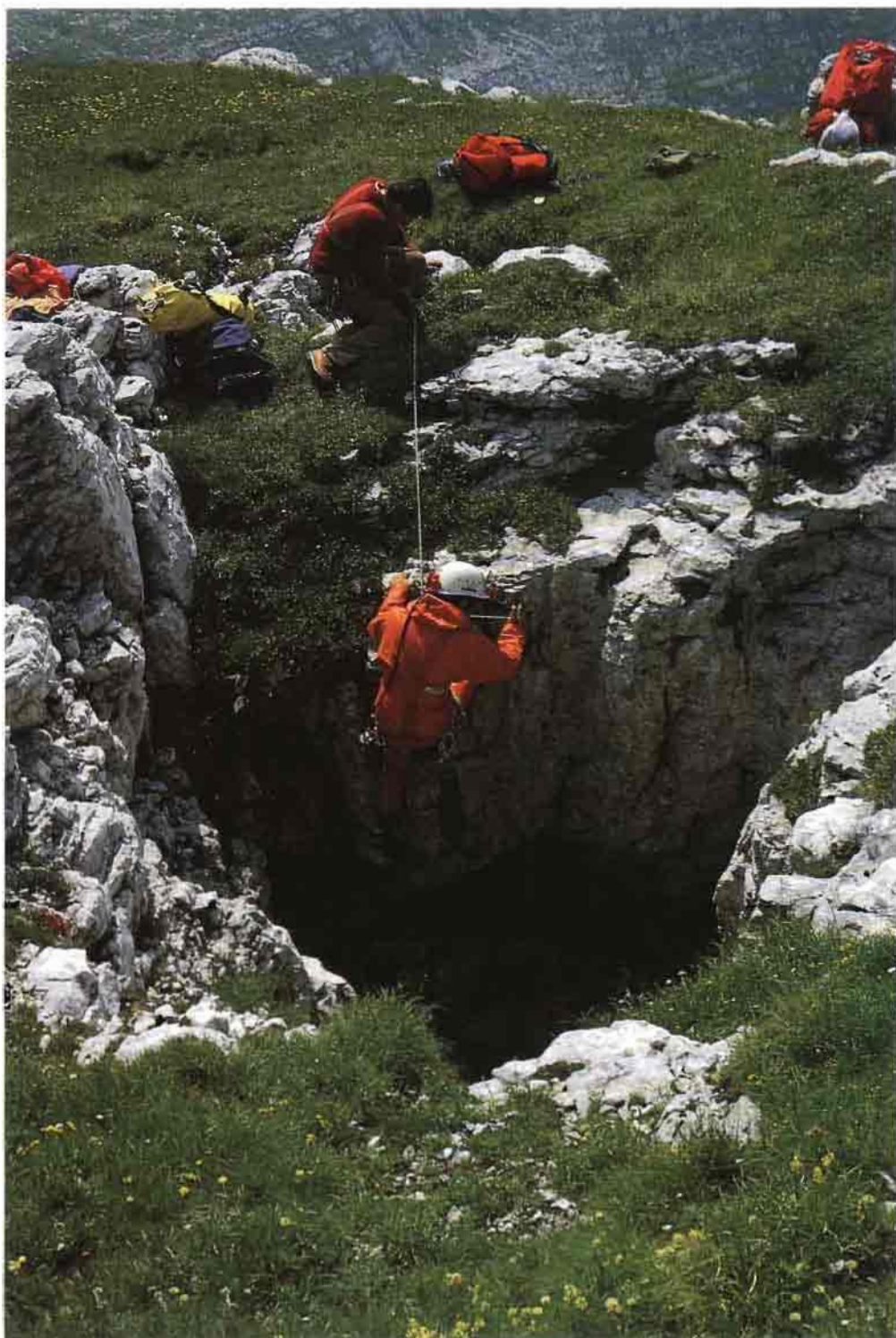
Questa parte serve per avere una visione schematica d'insieme, di quello che risulta essere il livello di documentazione riguardante la grotta considerata, definendo gli argomenti descritti nella bibliografia.

i) BIBLIOGRAFIA

Serve a riportare l'elenco delle pubblicazioni e/o articoli in cui viene citata, sotto tutti gli aspetti la cavità.

l) COMPILATORI SCHEDA, RILIEVO, POSIZIONE

Troppe volte risulta che il compilatore delle scheda non sia l'esecutore del rilievo o della posizione topografica o viceversa. In questi casi, identificando ogni persona che ha contribuito alla presentazione al Catasto della cavità, si riuscirà ad avere rapidamente, in caso di necessità, contatti con l'interessato o con gli interessati.



Monte Cimone. Alla ricerca di nuove prosecuzioni

(Foto M. Ponton)

10 - APPENDICI

10.01 - La declinazione magnetica nella topografia speditiva

Da sempre, in topografia speditiva, viene considerato con perplessità e diffidenza l'argomento della "declinazione magnetica" per l'indeterminatezza che tale fenomeno poteva arrecare alle misurazioni effettuate con la bussola.

Si ritiene utile trattare l'argomento e trarre da queste conclusioni e suggerimenti sul comportamento da adottare per una maggiore precisione dei rilevamenti planimetrici.

10.01.1 - Generalità sul fenomeno

La Terra, per la presenza del suo nucleo ferro-magnetico (composto prevalentemente da ferro e nichel) e di correnti generate dal moto convettivo di materia ionizzata, funziona da colossale magnete naturale il cui dipolo, per l'eccentricità del nucleo stesso, risulta situato a circa 1200 km dal centro del geode.

Ciò porta ad un imperfetto allineamento tra l'ago magnetico di una bussola e l'asse dei meridiani che coincide invece con i poli geografici. Tale deviazione viene denominata come "declinazione magnetica".

Per lo stesso motivo l'ago non si dispone orizzontale nel piano della bussola bensì, con un angolo più o meno accentuato, risulta rivolto verso il basso o verso l'alto. Detto angolo verticale viene chiamato "inclinazione magnetica" e nel nostro emisfero è normalmente negativo. Questo dato non ha comunque rilevanza in campo topografico tranne per la necessità, da parte delle case costruttrici, di bilanciare l'ago stesso onde mantenere rigorosamente orizzontale l'asse di rotazione. L'intensità del campo magnetico viene misurata in "örsted"; l'angolo "y" di deviazione viene sempre indicato in gradi sessagesimali e può essere positivo, per declinazione orientale (E) o negativo, per declinazione occidentale (W).

La declinazione magnetica non è mai costante nel tempo e nello spazio ma varia secondo le seguenti regole:

10.01.2 - Variazioni secolari

Sono le variazioni principali e dipendono da spostamenti lentissimi del nucleo: esse hanno un ciclo completo di circa 600 anni; per 300 anni aumentano da un massimo negativo ad un massimo positivo, poi in un periodo di uguale durata decrescono sino a tornare più o meno ai valori iniziali e così di seguito nei secoli e millenni.

In Inghilterra, nella città di Londra, si sono riscontrate le seguenti variazioni storiche: nel 1600 la declinazione era di 8° E, nel 1800 si è raggiunto il valore massimo negativo di 24° W per tornare, nel 1955, a soli 8° W. L'esame di questi dati fa appunto ritenere valido un ciclo periodico di circa 600 anni.

L'ultima massima declinazione occidentale per l'Italia è stata rilevata nell'anno 1814 con 22°34' W; da allora è andata progressivamente regredendo per raggiungere, da rilevamenti del 1973 del solo Istituto Geografico Militare e nell'85 con l'Istituto Nazionale di Geofisica, dei valori minimi e talora positivi (E).

10.01.3 - Variazioni stagionali

L'anomalia magnetica varia da mese a mese ed è minima nei mesi invernali (gennaio, dicembre) ed aumenta progressivamente fino a raggiungere dei valori massimi nei mesi estivi (luglio, agosto). Essa varia pertanto in funzione della temperatura media locale.

10.01.4 - Variazioni diurne e notturne

Probabilmente sempre per effetto della temperatura, si hanno escursioni magnetiche giornaliere. Mentre la notte (dopo le ore 19.00 e prima delle ore 4.00) è minima, durante il giorno subisce una variazione positiva (E) dalle ore 6.00 alle 9.00 ed una negativa (W) dalle ore 12.00 alle 15.00. Il cambio di segno (W - E) avviene la prima volta verso le ore 10.00 mentre la seconda verso le ore 18.00.

10.01.5 - Variazioni regolari a grande ciclo e anomalie locali

Il primo rilevamento organico per la determinazione degli elementi del campo magnetico terrestre in Italia fu effettuato dall'Istituto Geografico Militare Italiano fra il 1932 ed il 1938. Questo è stato realizzato con una rete costituita da 1496 stazioni di misura e 33 capsaldi secondari, sparsi su tutto il territorio nazionale.

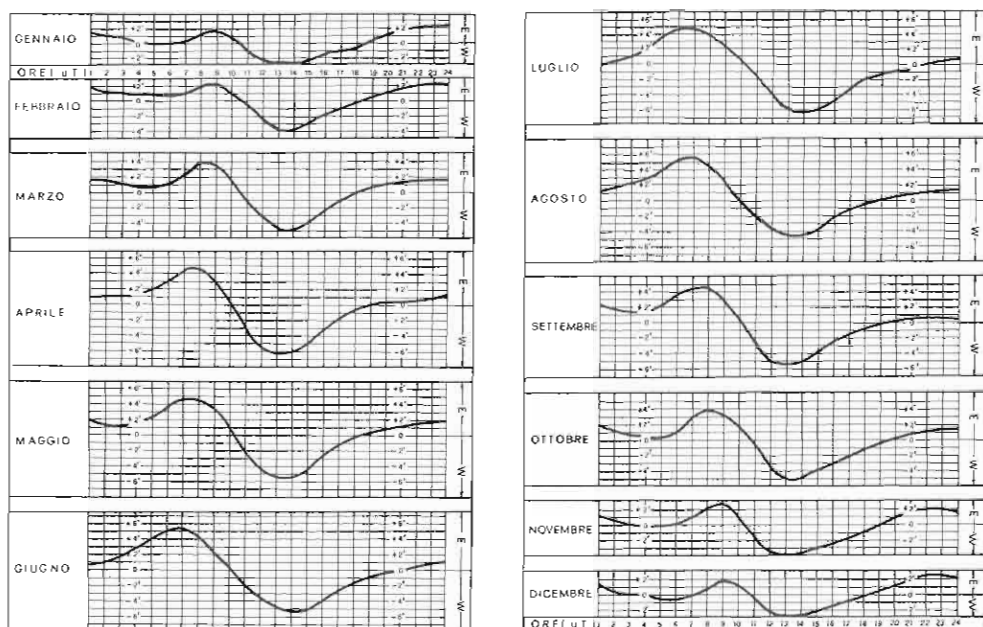


Fig. 10.1 - Tabella variazioni mensili della declinazione magnetica al 1985.0

I dati del lavoro portarono alla determinazione del campo normale per l'Italia al 1935 ed alla pubblicazione di una Carta Magnetica, aggiornata al 1948 e successivamente al 1959. Una seguente pubblicazione della carta avvenne nel 1965 grazie ad un raffittimento delle stazioni di misura e di quelle secondarie. Da quell'anno, con decadenza quinquennale, sono state regolarmente aggiornate con il riporto delle variazioni di declinazione. Ultima pubblicazione è stata quella del 1985 (è stata reperibile nel 1988), in aspettativa di quella del 1990 che sarà probabilmente reperibile alla fine del 1991.

La Carta Magnetica d'Italia è la rappresentazione del territorio nazionale in scala 1:2.000.000 sulla quale sono riportate le "isogone" o curve di equidistanza magnetica.

Sono riportate pure le zone anomale degne di rilievo quanto ad intensità del campo magnetico ed a estensione territoriale. In realtà esistono dei punti di anomalia magnetica in zone troppo ristrette per esser rappresentate in una carta a piccola scala; detti punti devono purtuttavia esser presi in considerazione qualora riscontrabili nelle zone di rilevamento topografico in quanto fortemente influenzanti sulle misurazioni stesse.

Si riportano di seguito dati a riguardo delle declinazioni misurate in diversi anni dall'I.G.M. e dall'I.N.G. in alcune province d'Italia.

	1.1.'25	1.1.'30	1.1.'38	1.1.'73	1.1.'85
BARI	4°58' W	4°08' W	3°01' W	0°42' W	1°05' E
BOLOGNA	7°19' W	6°29' W	5°10' W	0°48' W	0°20' W
CAGLIARI	7°56' W	7°06' W	5°45' W	1°43' W	1°10' W
CATANZARO	5°03' W	4°13' W	2°59' W	0°34' E	0°50' E
FIRENZE	7°18' W	6°28' W	5°07' W	0°51' W	0°25' W
MILANO	8°29' W	7°39' W	6°20' W	1°48' W	1°10' W
PALERMO	6°12' W	5°22' W	4°07' W	0°18' W	0°05' E
ROMA	6°40' W	5°50' W	4°33' W	0°30' W	0°25' E
VENEZIA	6°50' W	6°00' W	4°41' W	0°21' W	0°05' W

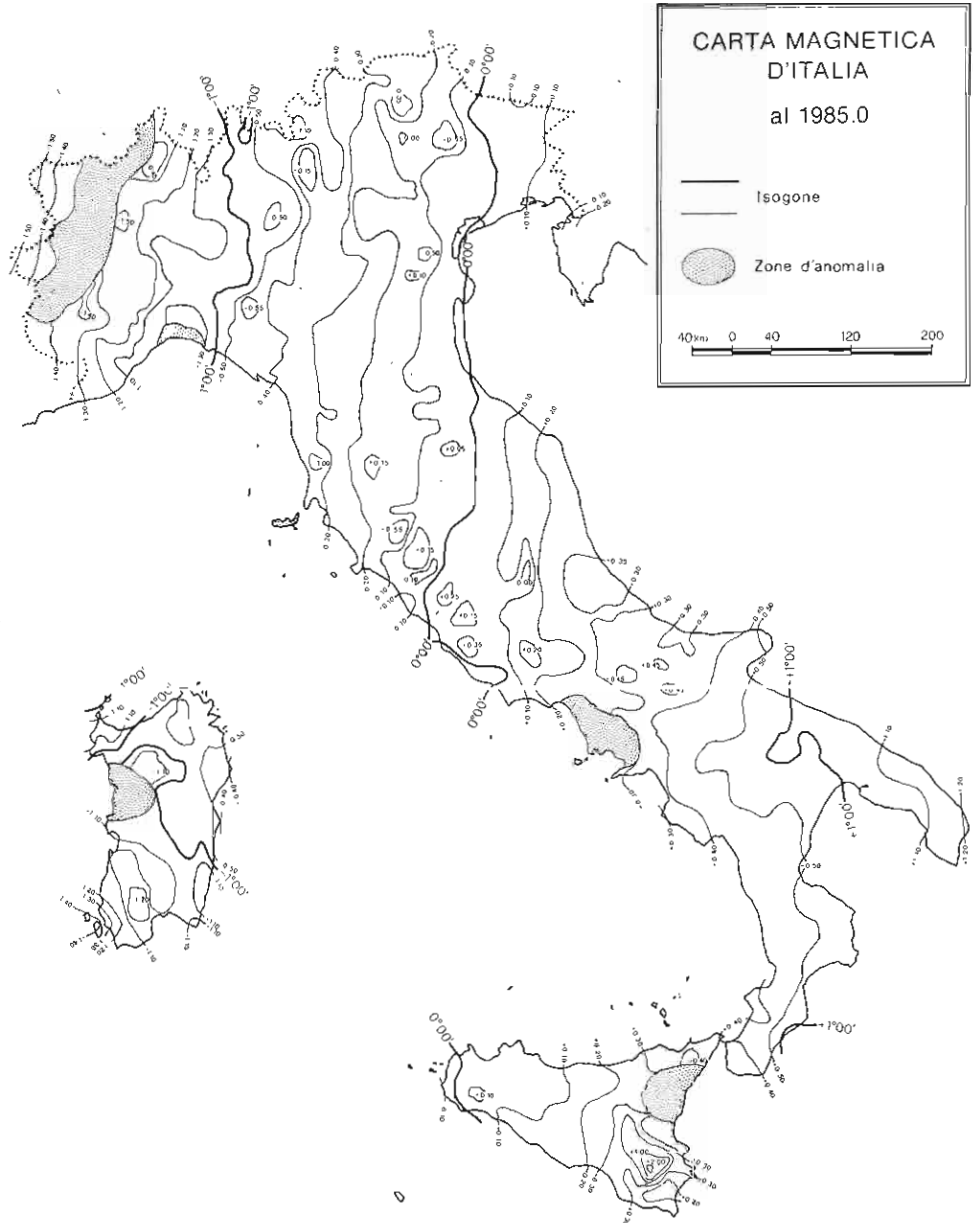
Dall'esame dei dati riportati si ricava che l'incremento medio annuo della declinazione nelle prime annate riportate ('25 - '30 - '38) è stato dagli 8' ai 10' di grado. Dal '38 al '73 è stato sempre positivo con un valore fra i 6 e gli 8' di grado; dal '73 all'85 l'incremento è diminuito all'1,5 ÷ 4,5' di grado, portando alla data dell'ultimo rilevamento gran parte delle succitate province da un valore negativo (W) ad uno positivo (E).

Dalla carta (tav. 10,1) è possibile osservare con facilità che il territorio italiano è suddiviso fondamentalmente in due zone distinte dall'isogona di valore pari a 0°00'; una è posta a destra con declinazione positiva (E) ed una a sinistra con declinazione negativa (W).

Sembrirebbe pertanto, dall'esame della carta, che il problema della declinazione magnetica sia reso semplice e determinabile, ma in realtà non è così.

In occasione di rilevamenti topografici di precisione nella zona del Monte Canin (Alpi Giulie, Friuli-Venezia Giulia), al fine di conoscere con esattezza la declinazione ivi esistente ed effettuare le correzioni dovute alle misurazioni effettuate, si è determinato astronomicamente il Nord geografico e quindi misurata, con diverse bussole, la declinazione magnetica. Essa è risultata, alle ore 12.00 del giorno 6.10.85, di 1°20' W mentre, stando all'andamento medio rapportato alle isogone e considerato l'incremento annuo, avrebbe dovuto risultare di circa 0°50' E e cioè positiva.

Evidentemente la zona presentava qualche anomalia magnetica locale causata da una o più delle cause accidentali già accennate.



10.01.6 - Conclusioni e suggerimenti operativi

Per i motivi sin qui esposti sarebbero da seguire le seguenti norme generali nelle misure degli angoli azimutali con bussole:

— L'indicazione, riportata su molte bussole in commercio, della declinazione magnetica non deve assolutamente essere presa in considerazione nella lettura dell'angolo azimutale in quanto fissata arbitrariamente dalla casa costruttrice. L'angolo letto dovrà essere sempre quello formato dall'ago e l'indice 0° della rosa della bussola.

— Indicare sempre sul rilievo la data del rilevamento e degli eventuali successivi aggiornamenti. Sarà così possibile, anche a distanza di molti anni, ricostruire con una certa approssimazione la declinazione esistente all'epoca del rilevamento per il corretto orientamento delle planimetrie.

— Ove possibile, specialmente per cavità di notevole importanza quanto a sviluppo orizzontale, converrà determinare il Nord geografico all'esterno della cavità stessa con il seguente procedimento:

Su una zona di roccia sufficientemente liscia e pianeggiante si proietterà l'ombra di una lunga asta o stadia tenuta verticale con l'ausilio di un filo a piombo. Alle ore "12.00" calcolate con esattezza all'istante del passaggio del sole sul meridiano del posto (dato rinvenibile dagli annuari astronomici reperibili presso le biblioteche civiche di una certa importanza o acquistabili presso osservatori astronomici) ricordando di eseguire l'eventuale correzione per la differenza di longitudine del luogo in oggetto rispetto al meridiano cui si riferisce l'ora convenzionale (un fuso orario copre un settore di 15° d'ampiezza), verrà segnata con vernice indelebile una breve riga all'estremità dell'ombra così ottenuta. Tanto sarà più lunga l'asta, perfetta la verticalità della stessa e preciso il momento della misurazione, tanto più esatto verrà determinato il Nord geografico.

Successivamente si misurerà l'angolo "γ" di deviazione che l'ago magnetico indicherà rispetto il "Ng" come sopra calcolato e si riporterà il dato sul registro del rilevamento. Ad ogni successiva esplorazione a scopo di rilevamento si stabilirà il nuovo eventuale valore della declinazione magnetica, riferendosi sempre alla direzione del "Ng" già stabilita.

— In fase di disegno, su tutte le planimetrie deve essere riportata la direzione del Nord magnetico indicando lo stesso con il simbolo "Nm". Il simbolo "Ng" verrà indicato solamente nei casi in cui si sia effettivamente accertato esattamente lo stesso.

L'importanza dei concetti esposti trova conferma, ovviamente, nei casi in cui si renda necessaria una proiezione planimetrica di due o più cavità per evidenziare eventuali possibilità di collegamento tra gli stessi oppure per scopi geologici, ecc.

Prendiamo ad esempio due rilevamenti di grandi cavità esistenti nella stessa zona. Uno eseguito nel 1963 ed uno nel 1985. La differenza di declinazione tra le due date potrebbe essere plausibilmente di circa 4°30'. Ciò rappresenta, per ogni chilometro di sviluppo planimetrico lineare delle due cavità una divergenza angolare tale da provocare un errore lineare di distanza di 80 metri. Se il periodo intercorrente tra i due rilevamenti fosse di 40 anni, l'errore chilometrico arriverebbe a circa 120 metri e così via.

Per grandi sviluppi unidirezionali e/o periodi di intervallo tra i rilevamenti ancora maggiori, l'errore risulterebbe alle volte enorme.

Qualcuno obietterà forse che al problema in questione si vuol dare più importanza di quanto meriti; si ritiene però che lo stesso sia importante a sufficienza da giustificare l'applicazione delle poche e semplici norme generali suggerite e ciò considerando particolarmente lo sviluppo raggiunto dalla speleologia ai giorni nostri sia sotto il profilo scientifico che esplorativo.

10.02 - Strumenti celerimetrici di precisione

10.02.1 - Generalità

Per misurazioni particolarmente accurate si può ricorrere all'attrezzatura specializzata per topografia, geodesia ed ingegneria. Gli strumenti principali sono il teodolite, la bussola topografica a cannocchiale, il tacheometro ed il livello-tacheometro. Tra questi i più indicati per il nostro uso sono senz'altro gli ultimi due, sia per il livello di precisione più che sufficiente fornito e la maggior facilità di messa in stazione, sia per il prezzo molto più contenuto.

Il principio di costruzione e funzionamento non differisce molto tra le case fabbricanti ed i vari modelli. Qualche modello più semplice avrà la lettura con noni e la visione rovesciata, quelli di qualità superiore e più moderni avranno un'unica lettura dei due cerchi e la visione diritta, ma a parte questo le differenze non sono sensibili.

10.02.2 - La bussola topografica a cannocchiale

Strumento molto adatto per rilevamenti topografici su terreno molto accidentato e per speleologia. Sino ad una ventina di anni fa veniva prodotto dalle principali case costruttrici di strumenti mentre oggi risulta meno usato.

Classificabile quale strumento di rilevamento angolare completo, consiste in:

- solido basamento con tre viti di elevazione e viti di bloccaggio dei movimenti orizzontale e verticale;
- corpo principale composto da forcella portabussola e portacannocchiale con livella sferica,
- cannocchiale collimatore con livella torica e cerchio graduato per gli angoli verticali;
- bussola topografica di largo diametro con ago frenato in bagno d'olio.

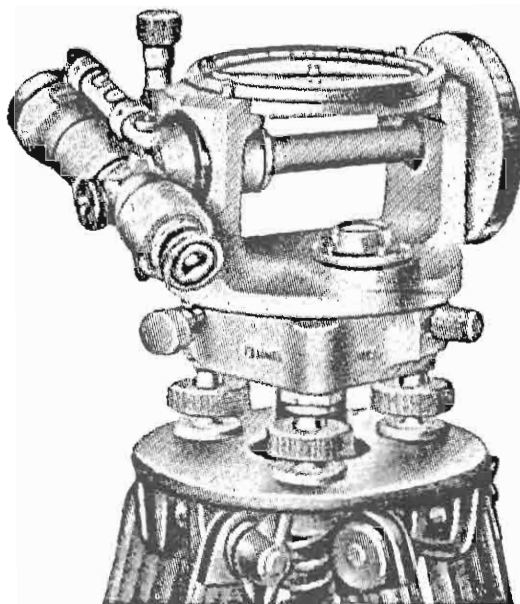


Fig. 10,2 - Bussola topografica a cannocchiale

10.02.3 - Il tacheometro

Il suo stesso nome ne indica l'utilizzo significando, dal greco, "misura veloce". La sua struttura fondamentale è la seguente:

- Piastra di sostegno completa di 3 viti di elevazione (e, talvolta, dell'alidada con relativa vite di bloccaggio);
- Corpo vero e proprio con:
 - base strumentale con forcella porta cannocchiale e livella sferica;
 - cerchi graduati per gli angoli orizzontali e verticali;
 - eventuale sistema di specchi, prismi e lenti per illuminazione e lettura dei cerchi;
- Cannocchiale distanziometrico centralmente anallattico, a immagine diritta o rovescia, preferibilmente capovolgibile per la reiterazione e dotato di livella torica;
- Eventuale cannocchiale cercatore a 5-10 ingrandimenti.

Esso si completa, per l'uso, con il treppiede che deve essere di solida costruzione per la necessaria stabilità ed una o due stadie graduate pieghevoli da 2-3 metri.

Per un uso corretto e veloce è necessaria una squadra di almeno 3 rilevatori di cui uno allo strumento ed altri due alle stadie.

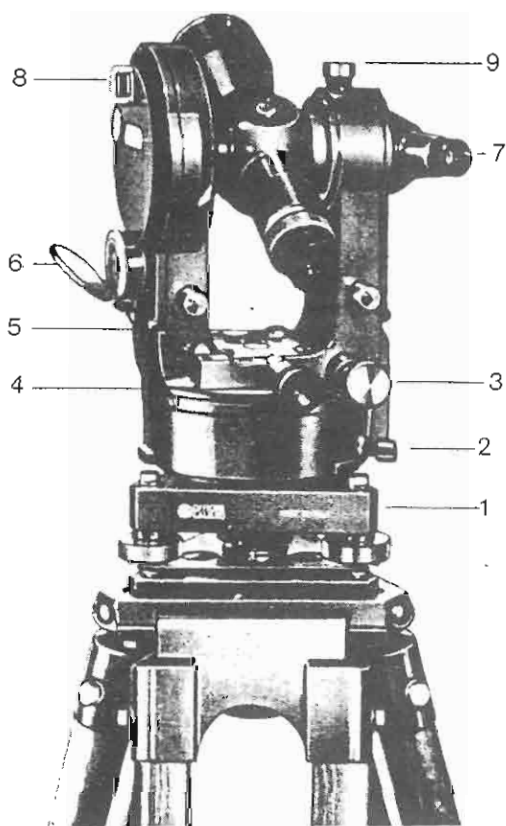


Fig. 10,3 - Schema di tacheometro (Off. Galileo):
1- Basamento con viti calanti; 2- Vite di bloccaggio del cerchio orizzontale; 3- Vite di richiamo del cannocchiale; 4- Oculare per il piombino ottico; 5- Livella azimutale; 6- Specchio orientabile per illuminazione dei cerchi goniometrici; 7- Microscopio unico per la lettura di entrambi i cerchi; 8- Livella (a prismi) del cerchio verticale; 9- Vite d'arresto del cannocchiale.

In questo modello il cannocchiale è capovolgibile per le reiterazioni, la messa in stazione è facilitata dal piombino ottico e i valori riportati dai cerchi goniometrici sono apprezzabili con una sola lettura.

a) *Messa in stazione del tacheometro*

Per chi è abituato al rilevamento speditivo con bussola ed eclimetro, potrà risultare eccessiva la difficoltà presentata sin dalla messa in stazione dello strumento; con l'esperienza, comunque, si acquista sempre maggior speditezza.

Per prima cosa sarà da curare che la piastra porta strumento del treppiede sia posta sulla verticale del vertice di partenza e più o meno orizzontale. Ciò si ottiene allungando o accorciando secondo la necessità le gambe del treppiede. Successivamente viene montato lo strumento con l'apposito vitone centrale del treppiede.

Si rende ora orizzontale la base dello strumento agendo sulle tre viti di elevazione sino a quando la bolla della livella sferica risulti perfettamente centrata. Si effettua una rotazione dello strumento controllando che la bolla stessa rimanga sempre centrata ed eventualmente correggendo gli spostamenti.

b) *Cenni sulle misurazioni con il tacheometro*

Ora si può procedere alla collimazione del primo vertice, sul quale sarà già stata posta, e tenuta ben verticale da un assistente, la stadia. A causa del forte ingrandimento e del limitato campo visivo del cannocchiale non sempre è facile collimare la stadia. Perciò un buon tacheometro è sempre dotato di cannocchiale "cercatore".

Trovata la stadia, la si centra con la vite di spostamento micrometrico e si azzerza il cerchio graduato dell'alidada.

Ad ogni stazione si devono effettuare quattro letture:

- L'altezza dal suolo dell'asse strumentale (asse di rotazione del cannocchiale);
- I valori letti sulla stadia in corrispondenza rispettivamente del filo superiore, mediano ed inferiore del reticolo. Da effettuare con gran cura ed approssimazione a stima dei mm.
- L'angolo orizzontale (θ);
- L'angolo di inclinazione (α) completo del suo segno (positivo o negativo);

Se il cannocchiale dello strumento è capovolgibile, sarà opportuno ruotare lo strumento sul suo asse ed effettuare un'altra lettura coniugata dell'alidada ed assumere per validi i dati medi rilevati.

Tutti i dati devono venire riportati ordinatamente sull'apposito registro delle poligonaliche, per la particolarità dello strumento, è più complesso di quello usato per i rilevamenti speditivi.

Ad ogni stazione si ripeteranno le procedure suesposte ricordando di collimare anche il vertice precedente, azzerare su questo l'alidada ed effettuare nuove letture degli angoli azimutali e verticali e dei valori stadia per controllo successivo dei dati.

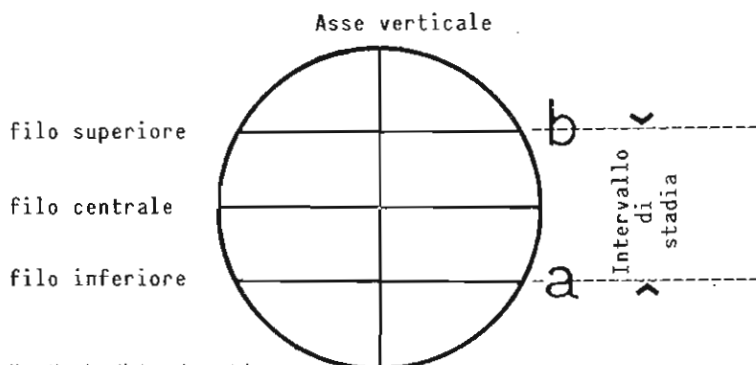


Fig. 10,4 - Il reticolo distanziometrico

c) Altre particolarità sul tacheometro

Esso è uno strumento completo in quanto, oltre a fornire i valori angolari orizzontali e verticali, può misurare le distanze per via indiretta con l'applicazione della formula:

$$D = KS \cdot \cos^2 \alpha \text{ ovvero } D = KS \cdot \cotg^2 \alpha$$

detta "equazione della stadia".

Moltiplicando, infatti, la differenza "S" dei valori letti alla stadia sui fili superiore ed inferiore (detto intervallo di stadia) per una costante "K" chiamata "coefficiente diastimometrico" e che è propria di ogni strumento (di regola di valore 100), per il quadrato del coseno dell'angolo verticale " α " si ottiene, se le letture sono state approssimate al millimetro, quasi esattamente la distanza tra il vertice e la stadia; si è detto "quasi", in quanto un errore di lettura di un solo millimetro porta ad una differenza lineare di distanza di 100 mm. e cioè di 10 cm. Detta distanza dovrà, ovviamente, venire ridotta successivamente all'orizzonte come usando qualsiasi eclimetro con misura angolare.

Il tacheometro misura angoli puri, non riferiti cioè al Nord come per le bussole topografiche; per questo è necessario, nella base di partenza, iniziare il rilevamento da un vertice di coordinate note e sicure, collimando, per l'azzeramento dell'alidada, ad altro punto cartograficamente noto. In mancanza di un tanto, ma con minore approssimazione, ci si può orientare, ma solo sul primo vertice, al Nord magnetico con una buona ed affidabile bussola topografica ed effettuando quindi le dovute correzioni in base all'angolo di declinazione magnetica esistente in quel momento nella zona di operazione.

Per ottenere una buona apprezzabilità dei valori di stadia è opportuno non effettuare battute di lunghezza superiore ai 100 metri; l'esperienza operativa suggerisce, infatti, ottimali le distanze di 50-75 metri; nel caso di rilevamenti in cavità questo limite non costituisce un problema in quanto gli ambienti sotterranei consentono raramente di effettuare battute di lunghezza superiore.

10.02.4 - La stadia

Per la misura indiretta delle distanze, possibile con il tacheometro e gli altri strumenti dotati di cannocchiale distanziometrico, è - come già accennato - necessario l'uso della stadia.

Essa consiste in un'asta di legno - o altro materiale leggero e indeformabile - graduata, di spessore 2-2,5 cm, larga circa 15 cm e della lunghezza variabile da 2 a 4 metri. Per facilità di trasporto essa è ripiegabile a metà su una cerniera munita di dispositivo di bloccaggio in posizione aperta e viene solitamente dotata di maniglia per il trasporto.

La graduazione è, di solito, a tratti neri o rossi su fondo bianco, ognuno della larghezza di 1 cm; vengono inoltre sempre contrassegnati i decimetri ed i metri. Le stadia si trovano in commercio sia con lettura diritta che rovescia (quest'ultima per cannocchiali con visuale rovesciata).

Sulla stadia "b" (fig. 10,5) sono indicate due letture: al filo superiore "g" si legge un valore di dm 11+2+(a stima) mm 7 (totale: cm 112,7); al filo inferiore "f" abbiamo un valore di dm 10+cm 6+(sempre a stima) mm 4 (totale: cm 106,4). Per differenza tra i due valori si ricava l'intervallo di stadia in cm 6,3. Pertanto, con un coefficiente diastimometrico " $K=100$ " ed un angolo $\alpha = 0$ ricaveremo una distanza di metri 6,30.

Si raccomanda il montaggio sulla stadia di una livella sferica o, almeno, di un filo a piombo per facilitarne il posizionamento verticale. Per l'uso speleologico, infine, si suggerisce l'utilizzo di una stadia molto corta per i seguenti motivi:

- Con il cannocchiale distanziometrico con coefficiente diastimometrico di valore 100 è sufficiente un tratto di stadia di 1 metro per valutare distanze di battuta di circa 100



Data del rilevamento: _____
 Rilevatori: _____
 Zona o cavità rilevata: _____

Strumento usato: angoli _____
 distanze _____
 Annotazioni: _____

Stazione e strumento	Punto collimato	Designazione dei punti di rilievo ed annotazioni	Letture azimutali $\hat{\alpha}$		Letture medie $\hat{\alpha}$		angolo verticale α		Letture alla stadia		Controllo	
			Posizione cannocch.	gradi	primi	$((A+B) \pm 180^\circ) / 2$		+/- gradi	primi	sup (1')		med (1 _n)
				gradi	primi	inf (1')	$\frac{1}{3}(1' + 1'')$					
			A									
			B									
			A									
			B									
			A									
			B									
			A									
			B									
			A									
			B									

ESEMPIO DI REGISTRO PER IL RILEVAMENTO DELLE POLIGONALI

PRIMA PARTE (Assunzione e prima verifica dei dati misurati).

La prima parte del registro viene compilata in fase di rilevamento. Tutte le letture devono venire sempre effettuate due volte. La lettura "A" viene effettuata normalmente; la seconda lettura "B" può avvenire o capovolgendo il cannocchiale (reiterazione), ovvero allineando l'indice ai 180° dell'alidada ed effettuando una ulteriore lettura, anche con angolo di elevazione diverso (ripetizione).

Distanze lette $l = (1' - 1'') \cdot K$ (metri)	Distanze ridotte all'orizzonte $l_r = \cos^2 \alpha \cdot l$	Distanze medie l	CALCOLO DEI DISLIVELLI		QUOTE Provis. Definit.	$\vartheta + \sum \vartheta \pm 180^\circ$ (Controllare con declinat. magnetica) (3)	Coordin. Provisorie		COORDIN. DEFINIT.	
			$\pm l' \operatorname{tg} \alpha$ (1)	$h = l_r$ (2)			Differenza di livello $\Delta h = (1) + (2)$ (+/-)	X $l \cdot \sin(\alpha)$ (4)	Y $l \cdot \cos(\alpha)$ (5)	$\sum X$ (longit. relativa) (6)
						RIPORTO:				
A RIPORTARE:										

SECONDA PARTE (elaborazione dei dati e calcolo coordinate relative dei vertici).

La seconda parte del registro viene solitamente compilata a tavolino. Di particolare importanza è la determinazione dei valori "medi" delle letture effettuate e dei conseguenti risultati al fine di ridurre e compensare eventuali errori strumentali o di lettura (qualora risultino nei limiti di tolleranza previsti dal livello di precisione prefissato).

metri (circa 70-80 metri con visuale inclinata);

- La stadia corta è molto più facilmente trasportabile di una lunga in quanto più leggera e meno ingombrante;
- Per la sua stessa maneggevolezza la stadia corta è sempre di più facile stazionamento verticale, anche in ambienti angusti.

L'esperienza ci consente di suggerire quindi, in particolare per i rilevamento interni, la dotazione di una stadia da cm 150 formata da 2 segmenti da 75 cm uniti a cerniera.

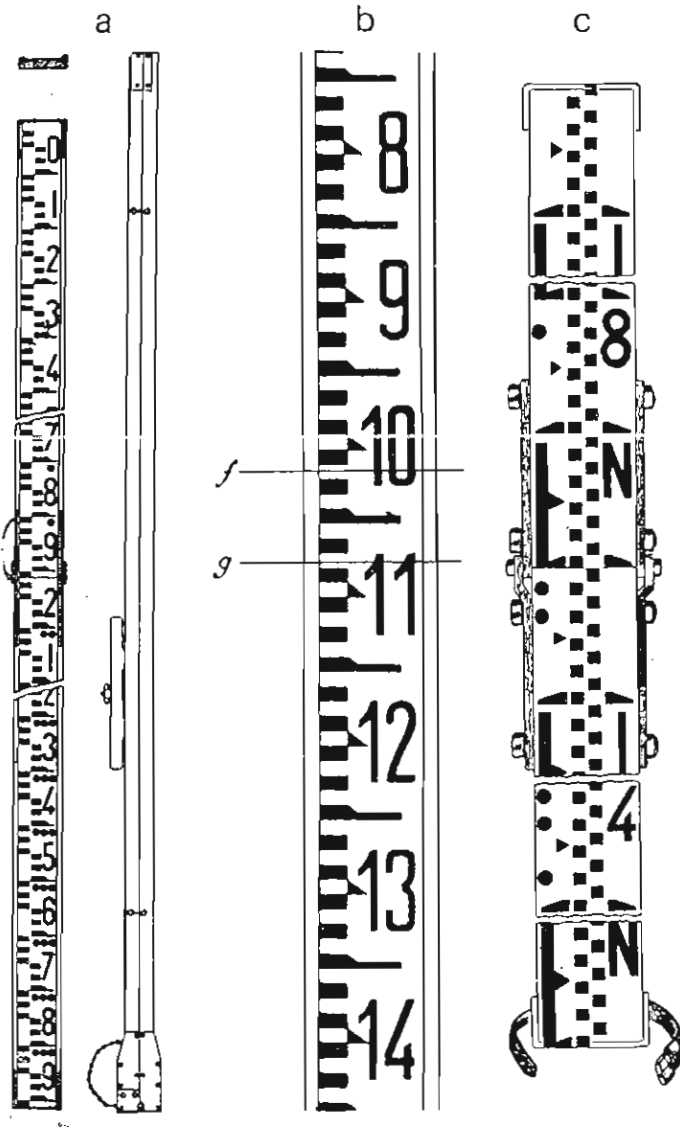


Fig. 10.5 - Rappresentazione di tre tipi di stadie di uso comune.

10.03 - Schema tecnico-esplorativo delle cavità

10.03.1 - Generalità

Viste le moderne tecniche di progressione nelle cavità portate ormai ad un tecnicismo esasperato (cosa positiva vista l'ormai notevole difficoltà in questo tipo di esplorazioni dove si raggiungono punte esplorative anche di molte ore con il superamento di forti difficoltà tecniche), si è sentita la necessità di costruire un rilievo ipogeo di nuovo tipo atto a rendere, tramite la sua lettura, una sua più agevole e sicura riesplorazione o visita. Questo, valido soprattutto per le cavità più complesse ed importanti, darà un maggior apporto alle conoscenze tecniche di armo del sistema ipogeo onde permettere una migliore esplorazione o visita e, soprattutto, una notevole importanza in caso di intervento del Corpo del Soccorso Speleologico. Nelle cavità tecnicamente più complesse si dovrebbe pertanto aggiungere, al normale rilievo, un disegno tecnico, evidenziando le difficoltà, i pericoli, la quantità di materiali usati nella progressione (metratura delle corde occorrenti, numero di spit, fix, chiodi, moschettoni, piastrine, fettucce, nuts, ecc.), tutte cose che dovrebbero facilitare ogni ulteriore discesa-ripetizione.

Tutti i dati raccolti verranno riversati in una rappresentazione grafica specifica della cavità ad una scala che si sceglierà a seconda delle sue dimensioni (può avvenire anche su più fogli, ad una scala maggiore per parti particolarmente complesse che devono essere ben evidenti), e da una scheda tecnica specifica.

10.03.2 - Dati da rilevare in cavità
































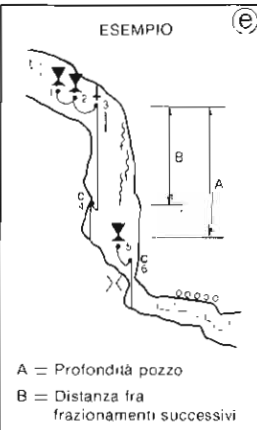









Per eseguire un rilievo tecnico, oltre al normale rilievo topografico, occorre raccogliere tutta una serie di dati aggiuntivi del tipo:

- numero progressivo dei vari attacchi, frazionamenti ed ancoraggi;
- direzione destra e sinistra (nel verso della progressione);
- profondità dei pozzi;
- lunghezza delle corde che si usano per gli armi dei pozzi (per ogni singolo pozzo);
- distanza fra frazionamento e frazionamento;
- altezza ancoraggio (che può essere ad altezza d'uomo - 160/180 cm od a misura diversa);
- descrizione dell'ancoraggio, frazionamento (vedi simbologia); posizione; funzione (portante o di sicurezza) ed il tipo;
- lunghezza delle attraversate;
- lunghezza delle arrampicate e loro difficoltà;
- pericoli (massi instabili, possibilità di piene improvvise, pozzi con roccia franosa, ecc.);
- ostacoli (bacini d'acqua ferma, sifoni, cascate, punti stretti, corsi d'acqua, ecc.).

10.03.3 - Iconografia e scheda dati

Questa mole di dati deve essere visualizzata in maniera chiara e schematica; generalmente si propone di eseguire un disegno del rilievo topografico con una simbologia specializzata dove si evidenziano tutti i parametri tecnici rilevati durante la progressione nella cavità, una scheda tecnica dove saranno elencati, nel senso della progressione, tutti questi dati assieme a dati generali sulla stessa cavità. Tutto questo affiancherà, naturalmente, il rilievo topografico vero e proprio.

Per la parte grafica si può usare una scala uguale al disegno topografico vero e proprio oppure, per maggior chiarezza, un rapporto minore a quello del rilievo. In questo disegno saranno segnati, con un'apposita iconografia, (vedi tav. 10,2) tutti i dati rilevati in

SCHEMA		TECNICA	
Denominazione della cavità		Numero catasto	
 Frazionamento con N° progressivi e Dx o Sx	 Ancoraggio su concrezione	 Frazionamento con fettuccia su concrezione	 Stretta verticale
 Frazionamento pericoloso	 Frazionamento su concrezione sull'argilla	 Frazionamento con fettuccia su roccia	 Cascata
 Frazionamento su spit	 Ancoraggio su ponte naturale o altro	 Deviatore su nut	 Massi stabili
 Ancoraggio su spit	 Frazionamento su ponte naturale o altro	 Pendolo a Dx di lunghezza pari a 8 metri	 Massi instabili
 Frazionamento su fix	 Ancoraggio su masso	 Traversata in artificiale (a)	 Ghiaccio
 Ancoraggio su fix	 Frazionamento su masso	 Percorso da seguire nella planimetria	 Fanghi o argille
 Frazionamento su chiodo	 Frazionamento di sicurezza	 Ancoraggio su albero	 Neve
 Ancoraggio su chiodo	 Frazionamento portante	 Ancoraggio per la scala	 <p>ESEMPIO</p> <p>A = Profondità pozzo B = Distanza fra frazionamenti successivi</p>
 Frazionamento su nut	 Ancoraggio per discesa su spit	 Cammino da risalire in libera	
 Ancoraggio su nut	 Ancoraggio per risalita su spit	 Pozzo da scendere in libera	
 Frazionamento su concrezione	 Cengia a 8 m da frazionamento su spit	 Stretta orizzontale	

Tav. 10,2 - Scheda tecnica con iconografia

grotta (numero e tipo di ancoraggio e frazionamento, ostacoli, pericoli, ecc.) di tipo tecnico.

Il disegno sarà affiancato poi da una scheda tecnica dove saranno descritti in maniera schematica tutti i dati utili per eseguire una progressione nella cavità senza notevoli problemi. Possono in gran parte esser eliminati i problemi nella ricerca dei punti d'armo e frazionamento, nella preparazione dei tiri di corda necessari per l'esplorazione, nella notevole utilità per un eventuale soccorso in grotta.

La prima facciata della scheda è costituita (tav. 10,2) dalle seguenti parti:

- a) - Nome dell'organizzazione che cura il catasto delle cavità o Sezione del Soccorso speleologico della zona.
- b) - Nome della cavità.
- c) - Numero di catasto.
- d) - Legenda per la parte grafica.
- e) - Esempio grafico standard.

Le varie iconografie desunte dal p. d) (tav. 10,2) possono esser riportate congiunte in più di una, in base all'esatta necessità descrittiva per un particolare tipo d'armo complesso.

Come pagine interne della scheda d'armo di una cavità, su riportano le tavole rappresentate in fig. 10,6.

QUOTA D'INIZIO	DISLI- VELLO	TIPO OSTACOLO	ANCORAGGIO		F R A Z I O N A M E N T I								CORDA TOTALE	TIRI DI CORDA	NOTE E PERICOLI
					SPITS	FIXIES	NUTS	CHIODI	ATTACC	NATURALI	TIPO				
m	m		m	TIPO	m	m	m	m	m	m	TIPO	m	m		

Fig. 10,6 - Scheda tecnica d'armo per una cavità

10.04 - Cenni sul rilievo ipogeo prospettico

10.04.1 - Generalità

Una delle prime difficoltà, nel disegno, è il riporto di un corpo tridimensionale su un foglio piano bidimensionale. Per poter fare questo bisogna che il metodo possa rispondere a certi requisiti; chiari, dove sia possibile identificare tutti gli elementi atti a riconoscere l'oggetto senza dubbi alcuni e la sua rappresentazione non sia complessa.

Naturalmente anche il disegno dei rilievi delle grotte ubbidiscono alle stesse regole; normalmente i rilievi (come già visto) constano di due viste (pianta, spaccato) e di qualche sezione trasversale, vengono perciò eseguite delle proiezioni su un piano bidimensionale. Anche le grotte si possono visualizzare però in maniera tridimensionale con certe metodologie di cui daremo dei cenni in questa sede.

10.04.2 - Le diverse assonometrie

Si possono avere casi diversi a seconda che i segmenti OX, OY, OZ siano uguali o diversi tra loro, cioè secondo l'inclinazione del piano di proiezione rispetto ad un triedro. Qui, i tre casi più importanti:

a) Proiezione isometrica:

I tre segmenti OX, OY, OZ sono uguali tra loro. I tre spigoli del triedro considerato, proiettati sul piano, danno tre semirette formanti tra loro angoli di 120° che sono dette "assi della proiezione". Per la proprietà di avere uguale riduzione per tutti gli assi è detta "proiezione isometrica".

b) Proiezione dimetrica:

In questa assonometria le riduzioni secondo due assi sono uguali, la terza è diversa. È di esecuzione più laboriosa e vengono normalmente usate due combinazioni angolari con le quali si hanno diversi rapporti di riduzione degli assi come dal seguente specchio:

$x\hat{O}y$	$y\hat{O}z$	$z\hat{O}x$	Riduzione secondo gli assi		
			x	y	z
132°	131°	97°	1	1/2	1
129°	129°	102°	1	2/3	1

c) Proiezione trimetrica:

Le riduzioni sono diverse per tutti e tre gli assi. È normalmente poco usata.

10.04.3 - Disegni in assonometria:

Nei disegni assonometrici si usano più comunemente le proiezioni isometrica, dimetrica e cavaliera.

— Assonometrica isometrica:

Si adotta il rapporto pratico:

$$L_x : L_y : L_z = 1 : 1 : 1$$

Si ottengono queste indicazioni come in fig. 10,7 (con l'esempio di un cubo) con l'asse z verticale, l'asse x ruotato di 30° in senso orario rispetto l'orizzontale, l'asse y ruotato di 30° in senso antiorario rispetto l'orizzontale.

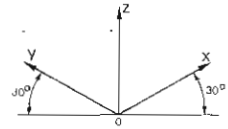
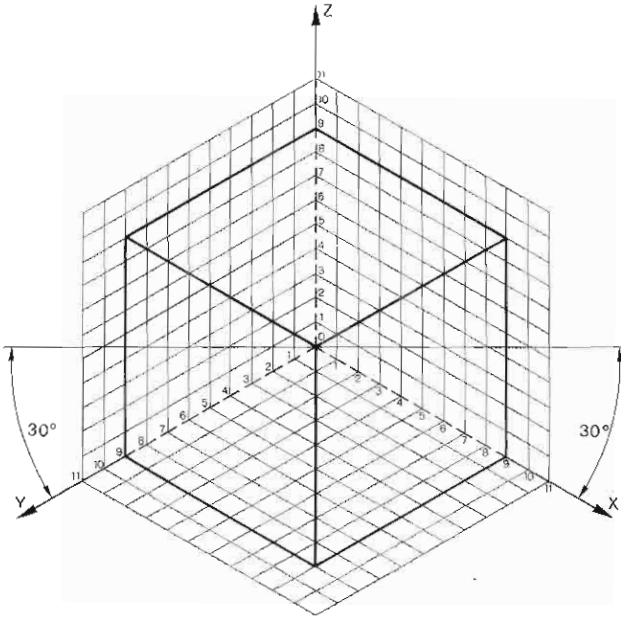


Fig. 10,7 - Assonometria isometrica: gli assi possono esser ruotati nel senso opposto, come indicato nel riquadro.

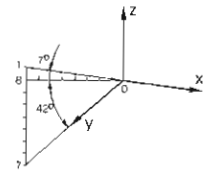
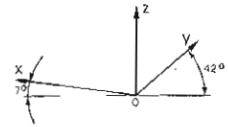
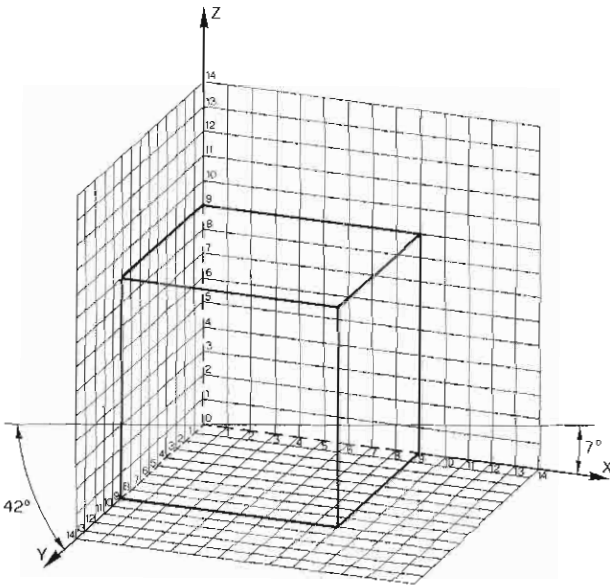


Fig. 10,8 - Assonometria dimetrica; per la costruzione degli angoli di 7° e 42° può esser impiegata la costruzione grafica sopra indicata. I segmenti di lunghezza 1 e 7, rispetto al segmento comune di lunghezza 8, stanno nei rapporti 1:8 e 7:8. Oltre al modo indicato nella figura principale, gli assi possono esser ruotati nel verso opposto, come rappresentato nel riquadro a destra.

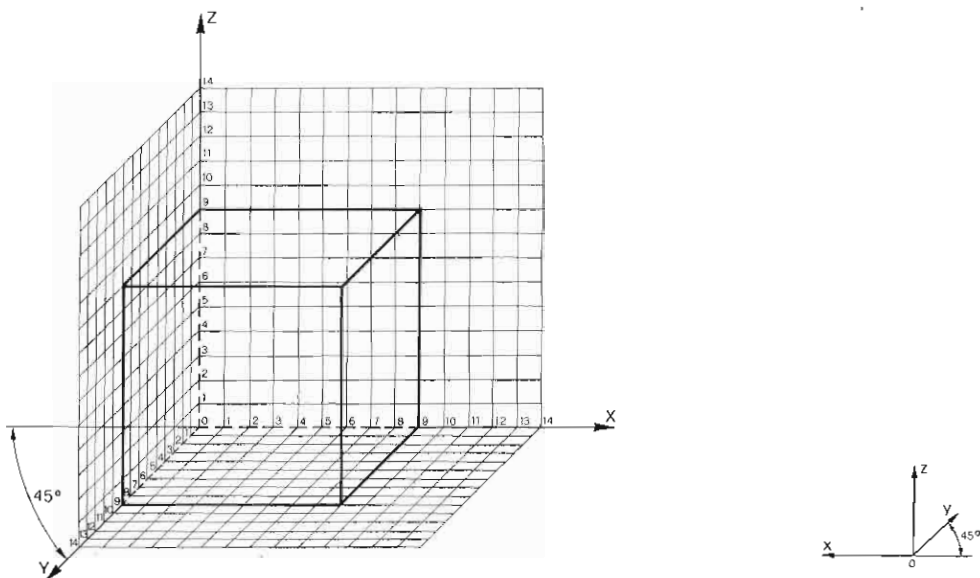


Fig. 10,9 - Assonometrica cavaliera; gli assi possono esser disposti come rappresentato in riquadro

— Assonometria dimetrica:

I rapporti di rappresentazione sono:

$$L_x : L_y : L_z = 1 : \frac{1}{2} : 1$$

Gli angoli di rotazione sono di 7° e 42° (vedi fig. 10,8).

— Assonometria obliqua o cavaliera:

L'angolo di rotazione è di 45° rispetto alla verticale (vedi fig. 10,9).

10.04.4 - Rappresentazioni assonometriche delle cavità

Per la realizzazione di un rilievo ipogeo che si voglia rappresentare in assonometria, si rende necessaria durante la fase di raccolta dei dati, la realizzazione del maggior numero possibile di sezioni trasversali.

Queste infatti riportate assieme alla planimetria sviluppata nell'assonometria, danno il volume della cavità nella sua rappresentazione tridimensionale.

Un disegno così eseguito (fig. 10,10) mette in evidenza il suolo della cavità ed una sua parete.

Altro sistema di rappresentazione (fig. 10,11) è quello definito come "pieno"; in questo caso la grotta viene disegnata non in trasparenza, con ombreggiature nelle parti retrostanti al punto di vista.

Questo disegno realizzato normalmente in grande scala di riduzione, è utile nei quadri d'insieme con altre cavità per studi particolari su una zona carsica.

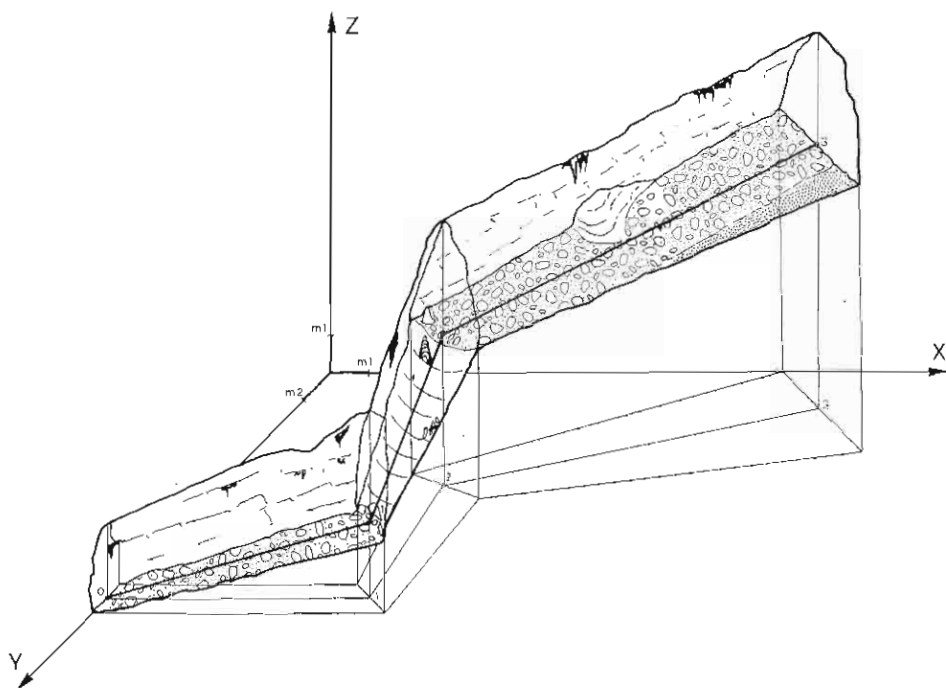


Fig. 10,10 - Rappresentazione particolareggiata di una cavità nella sua assonometria cavaliera

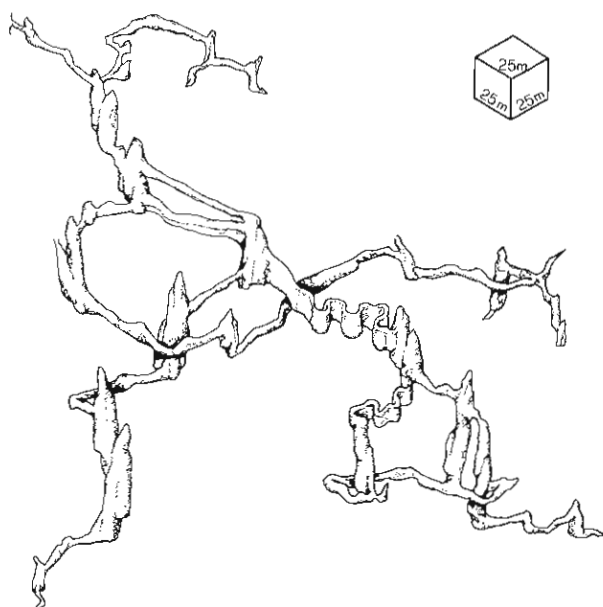


Fig. 10,11 - Rappresentazione generalizzata di una cavità con il sistema del "pieno" nell'assonometria isometrica.



Galleria concrezionata

(Foto Tiralongo)



Cavernetta con laghetto

(Foto Tiralongo)

10.05 - Note sul rilievo speleo-subacqueo

10.05.1 - Generalità

È necessario premettere che il rilievo speleo-subacqueo è una cosa alquanto difficile e laboriosa viste le condizioni ostili di un ambiente che presenta difficoltà notevolmente maggiori rispetto agli ambienti ipogei subaerei.

Questo tipo di rilievo richiede notevole abilità tecnica ed equilibrio psicologico; la sua esecuzione deve essere rapida e sicura, vista l'esiguità di tempo a disposizione nelle immersioni, oggi giorno pure a profondità elevate.

10.05.2 - Strumentazioni

Il rilievo di una cavità interamente o in parte sommersa richiede l'uso di strumenti e tecniche particolari. Di solito non esistono strumentazioni personalizzate, ogni praticante in questo campo specifico dell'esplorazione sotterranea, utilizza un proprio corredo dettato dalle singole esigenze.

In linea di massima si utilizza:

— *Bussola subacquea*: è la stessa che si usa per l'orientamento subacqueo nelle normali immersioni in acque a pelo libero. È sovradimensionata per facilitarne la lettura anche in cattive condizioni di visibilità, possiede una linea di fede (o mira) per l'assunzione degli azimut di direzione in progressione o di traguardo per rilevamenti topografici.

— *Profondimetro ad alta precisione*: normalmente serve a determinare le profondità nelle stazioni di misura e successivamente ad ottenere l'inclinazione rispetto al piano orizzontale delle singole battute del rilievo. È indispensabile inoltre per la sicurezza personale del subacqueo durante la sua immersione (vedi manuali tecnici di speleo-subacquea).

— *Sagola*: è metrata ogni 5 o 10 metri, durante l'immersione serve come filo d'Arianna, ma viene utilizzata per il calcolo delle distanze percorse fra caposaldo e caposaldo.

— *Nastro metrico*: si usa per misure di maggiore precisione e per la realizzazione delle sezioni trasversali. Spesso non è utilizzato in quanto può essere d'impaccio alle libertà di movimento del subacqueo. Le piccole distanze vengono spesso stimate ad occhio.

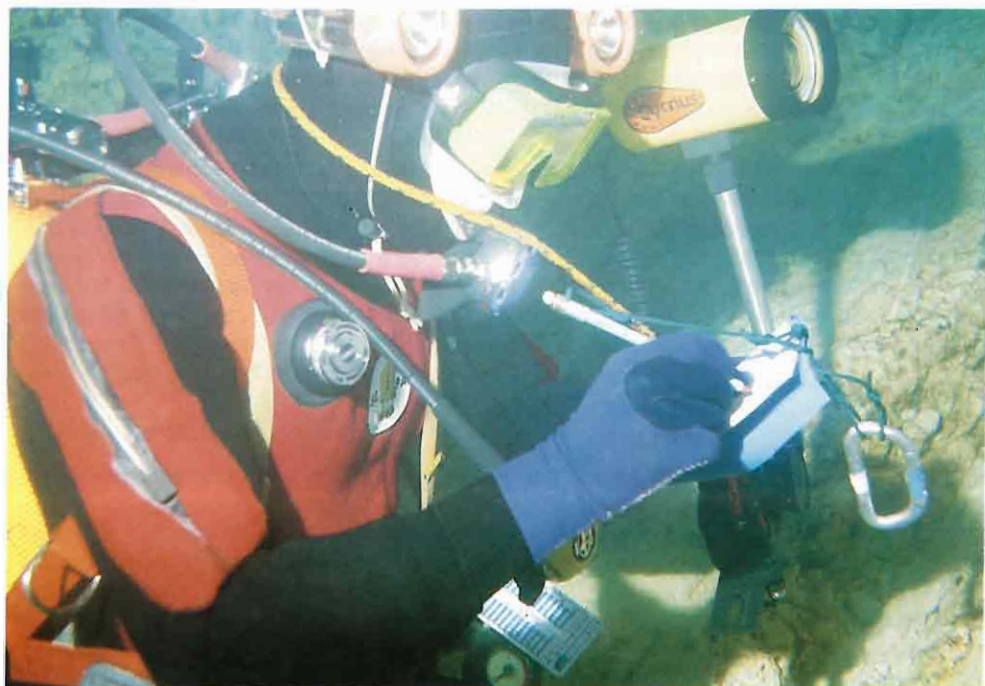
— *Lavagnetta*: viene usata per riportare le misure ed il disegno della cavità. È composta da fogli di carta speciale con riportate delle tabelline simili a quelle normalmente in uso per il rilievo ipogeo.

— *Fonte luminosa*: data la precaria visibilità nella progressione speleo-subacquea, risulta di fondamentale utilità una buona fonte luminosa.

— *Macchina fotografica*: occasionalmente viene usata una fotocamera subacquea per riprendere ambienti o particolari di cavità che possono essere utili nella stesura finale del rilievo, oltre alla documentazione stessa dell'esplorazione.

10.05.3 - Esecuzione pratica

Le metodologie pratiche nell'assunzione dei dati di un rilievo speleo-subacqueo sono varie e soggettive a seconda dell'esecutore e della difficoltà tecnica di progressione. Il procedimento più usato si basa sull'utilizzo fondamentale della sagola d'esplorazione (filo d'Arianna) come linea di poligonazione. Questa viene fissata sulle pareti ad una distanza il più possibile costante, evitando il contatto con sporgenze taglienti od abbia attriti partico-



Fase di rilievo speleo-subacqueo alla Sorgente del Gorgazzo a -27 m (Foto Rossetti)



Quaderno da rilievo per speleo-subacquei autocostruito mod. ideato da Spartaco Savio)

10.06 - Iconografia cartografica speleologica

10.06.1 - Generalità

Nel presente paragrafo vengono presi in esame i segni convenzionali che l'I.G.M. propose di adottare per l'unificazione della rappresentazione sulle carte delle cavità sotterranee naturali ed artificiali nel 1955 al VII Convegno Nazionale di Speleologia ed ancora oggi ritenuti forse i più validi. I segni sono stati studiati in modo che siano evidenti ed appariscenti per schede e cataloghi ed anche di pratica utilizzazione per la sovrastampa sulle carte di specifica edizione. I colori che si suggeriscono, quali i più evidenti per una sovrastampa, sono il rosso o il violetto per le carte, mentre per delle schede può essere sufficiente il nero.

Si consiglia tuttavia di usare, ove possibile, i segni proposti dall'U.I.S. (vedi pag. 121) e quelli proposti da Bini, Meneghel e Sauro nel 1986.

10.06.2 - Cavità sotterranee naturali

Le caratteristiche principali da porre in evidenza sono:

- A) cavità prevalentemente verticali (inclinazione superiore a 45°) quali pozzi, abissi, ecc.
- B) cavità con sviluppo generale di prevalenza orizzontale quali grotte, gallerie, caverne, ecc.

Tali differenze vengono attuate mediante l'adozione del segno vuoto nel caso A), del segno pieno nel caso B).

Da mettere in evidenza sono le dimensioni delle cavità, creando una differenziazione nel segno convenzionale in modo da dare, con la sua maggiore o minore evidenza, una immediata idea dell'importanza della cavità.

A questo fine sono stati ideati quattro tipi di segni convenzionali corrispondenti a:





- cavità di piccole dimensioni (lunghezza o profondità compresa tra 0 e 20 metri),
- cavità di medie dimensioni (lunghezza o profondità compresa tra 20 e 100 metri),
- cavità di grandi dimensioni (lunghezza o profondità compresa tra 100 e 500 metri),
- cavità di grandissime dimensioni (lunghezza o profondità superiore ai 500 metri).
















È stato ideato pure un segno convenzionale per mettere in risalto delle cavità che presentano vaste sale.

Sono state evidenziate le difficoltà di percorribilità interna, intendendo come tale la necessità di impiego di materiale da progressione tecnica in generale (corde, scale, canotti, ecc.). A questo scopo viene riportato un segno unico di sbarramento in diagonale per tutti i segni convenzionali adottati.

Ultima necessità da porre in risalto è se la cavità risulta inesplorata o debba esser considerata tale perchè ancora in fase d'esplorazione. Tale caratteristica viene indicata da un quadrato pieno.




I segni convenzionali risultano pertanto essere:

-  doline, pozzi, voragini, baratri, ecc. con sviluppo prevalentemente verticale (inclinazione superiore a 45°) non superiore ai 20 metri.
-  Come sopra, di difficile percorribilità.
-  Antri, caverne, grotte o cavità comunque con uno sviluppo prevalentemente orizzontale ma non superiore ai 20 metri.
-  Come sopra, di difficile percorribilità.

-  Doline, pozzi, voragini, baratri, ecc. con sviluppo prevalentemente verticale (inclinazione superiore a 45°) compreso tra i 20 e 100 metri.
-  Come sopra, di difficile percorribilità.
-  Antri, caverne, grotte o cavità comunque con uno sviluppo prevalentemente orizzontale, compreso tra i 20 e 100 metri.
-  Come sopra, di difficile percorribilità.
-  Doline, pozzi, voragini, abissi, ecc. con sviluppo prevalentemente verticale (inclinazione superiore a 45°) compreso tra i 100 e 500 metri.
-  Come sopra, di difficile percorribilità.
-  Antri, caverne, grotte o cavità comunque con uno sviluppo prevalentemente orizzontale, compreso tra i 100 e 500 metri.
-  Come sopra, di difficile percorribilità.
-  Cavità in generale con sviluppo tra i 100 e 500 metri che presentano ampie sale o in genere vasti ambienti.
-  Come sopra, di difficile percorribilità.
-  Pozzi, abissi, voragini, ecc. con sviluppo prevalentemente verticale (inclinazione superiore a 45°) superiore ai 500 metri.
-  Come sopra, di difficile percorribilità.
-  Cavità con sviluppo superiore ai 500 metri.
-  Come sopra, di difficile percorribilità.
-  Cavità sotterranea inesplorata.

10.06.3 - Cavità sotterranee artificiali

La simbologia adottata è la seguente:

-  Gallerie artificiali o cave abbandonate con sviluppo sino a 20 metri.
-  Galleria artificiali o cave abbandonate con sviluppo oltre i 20 metri.
-  Miniere abbandonate.

10.07 - Glossario essenziale dei termini speleologici

10.07.1 - Presentazione

Alla fine di questo manuale tecnico, si è sentita l'esigenza di diffondere, per mezzo di un glossario, i termini che solitamente vengono utilizzati in speleologia, dando così la possibilità anche a chi si è appena avvicinato a questa disciplina di poter meglio comprendere vocaboli poco usati nel linguaggio comune.

Gli Autori hanno tentato di non invadere il campo della geologia, ma di rimanere in quello della geografia fisica, branca della scienza a cui appartiene la disciplina del carsismo e di conseguenza la speleologia.

I termini che vengono citati in questo scritto sono quelli che più frequentemente vengono utilizzati dagli speleologi del Friuli-Venezia Giulia, tanto che alcuni sono usati solamente per le esigenze catastali.

In questo glossario si troveranno alcune parole ora in disuso nel linguaggio speleologico, che abbiamo voluto comunque includere affinché si potesse avere un quadro più completo sulla terminologia speleologica.

10.07.2 - Terminologie

ABISSO

Cavità semplice o composta, verticale o prevalentemente verticale, di rilevante profondità (oltre 60 metri).

ABRASIONE

Asporto di rocce e materiali ad opera delle acque. Il termine è usato anche per la degradazione glaciale.

ACCRESCIMENTO

Formazione di un sedimento, particolarmente per opera costruttiva di organismi o per deposizione chimica.

ACQUA DI CONDENSA

Acqua che si forma sulle pareti della grotta per condensazione dell'umidità atmosferica quando quest'ultima raggiunge il punto di rugiada.

ACQUA DI FONDO

Acqua sotterranea sottostante il livello di base.

ACQUA DI PERCOLAZIONE

Acqua sotterranea di infiltrazione, che transita nella zona di percolazione.

ACQUIFERO

Roccia porosa e permeabile i cui spazi interstiziali contengono acqua in continuità (vedi *falda*).

ALABASTRO

Calcare o gesso di deposito chimico in grotta, a volte in superficie, per lo più colorato a zone sfumanti, tipicamente traslucide.

ALVEOLO

Piccola concavità, dai bordi acuti, generata per dissoluzione puntiforme su qualsiasi superficie.

ANASTOMOSI

Fenomeno per cui più tubi freatici subparalleli

possono sfondare le pareti divisorie, dando luogo a forme più complesse. Vale in genere a significare comunicazione per coalescenza o per eliminazione delle divisioni di singoli morfotipi.

ANTICLINALE

Piegia degli strati che presenta la convessità rivolta verso l'alto: nel nucleo si trovano gli strati più antichi (cfr. *sinclinale*).

ANTRO

Per il Catasto: incavo naturale il cui massimo sviluppo orizzontale supera soltanto di poco la larghezza dell'ingresso.

ARAGONITE

Carbonatico ortorombico di calcio talora in forma di concrezione in cavità.

AREA CARSICA

Termine di introduzione piuttosto recente, utilizzato principalmente in contesti di carattere economico ed ambientale (vedi *Carso*). Definizione generale di un'area in cui predominano fra i fenomeni fisici quelli carsici.

ARTESIANESIMO

Fenomeno che si verifica quando in una falda le acque si trovano in pressione. In queste condizioni se la falda viene raggiunta da una perforazione le acque artesiane tendono a risalire il pozzo.

ASSORBIMENTO

Progressiva penetrazione nel sottosuolo di acque superficiali.

AVVALLAMENTO CARSICO

Definizione generica che indica un'ampia depressione carsica poco profonda dai versanti debol-

mente inclinati.

BACINO IDROGEOLOGICO

Zona comprendente tutta la superficie sulla quale cadono acque che vanno ad alimentare il reticolo carsico; non sempre coincide col bacino imbrifero ed è in pratica spesso difficile da delimitare.

BACINO IDROGRAFICO (o di alimentazione)

Zona le cui acque vengono raccolte da un unico collettore (fiume, torrente, ecc.).

BACINO IMBRIFERO

Zona delimitata dalla linea spartiacque superficiale.

BARATRO

Per il Catasto: cavità semplice verticale, poco profonda (non superiore a 20-30 metri), con ingresso ampio e rapporto fra larghezza e profondità intorno a 2:1.

BAUXITI

Sedimenti alluminiferi, parzialmente silicatici o feriferi.

BIOCARSISMO

Insieme dei fenomeni carsici (vedi *carsismo*) indotti da organismi viventi, quali piante (alghe, licheni, ecc.) e animali (litodomi, chitoni, ecc.)

BIOSPELEOLOGIA

Termine che indica tutte le ricerche inerenti la fauna e la flora nel loro rapporto con le grotte.

BOCCA CALDA

Ingresso a temperatura più elevata rispetto ad un altro.

BOCCA EMITTENTE-ASSORBENTE

Risorgenza in zone carsiche che periodicamente funziona anche come imbuto idrovoro (in francese "*inversac*").

BOCCA FREDDA

Ingresso a temperatura inferiore rispetto ad un altro.

BRECCIE OSSIFERE

Breccie o conglomerati, generalmente a matrice fine e abbondante, ricche di ossa, detriti fosfatici vari, denti di pesci ed altri resti di organismi.

BRECCIA

Roccia sedimentaria clastica con elementi di diametro superiore a 2 mm, a spigoli vivi cementati tra loro.

BRECCIOLA

Roccia sedimentaria clastica di elementi a spigoli vivi, a dimensioni comprese fra 2 e 4 mm.

BRECCIONE

Breccia estremamente grossolana i cui elementi superano i 10 cm di diametro medio.

CALCARI

Sedimenti e rocce sedimentarie composti in prevalenza da calcite. Rocce analoghe, completamente ricristallizzate in ambiente metamorfico,

sono dette *marmi*.

CALCITE

Carbonato di Calcio.

CAMINO

Pozzo sviluppatosi verso l'alto dal soffitto di una sala o galleria, senza sbocco esterno.

CAMPO SOLCATO

Forma carsica (vedi *carsismo*) esterna che si origina per l'aggressione chimica delle acque piovane sulla nuda roccia calcarea con formazione di minute incisioni e solchi (piccole forme carsiche).

CANALE DI VOLTA

Canale originato per corrosione sulla volta di una galleria da parte di acque sostenute da riempiimenti quasi totali in condizioni quindi di "parafreaticità".

CANALIZZAZIONE

Drenaggio attraverso canali, gallerie o comunque condotti ipogei.

CANNULA

Stalattite a sezione costante fatta di un tubicino di calcite il cui spessore è inferiore al millimetro; la sezione di una cannula è praticamente pari alla sezione della goccia che la origina.

CANYON CARSIKO

Valle profonda incisa in rocce calcaree dall'andamento sinuoso o lineare, con pareti da ripide a subverticali; il più delle volte attraversata da un corso d'acqua.

CAOS DI BLOCCHI

Ammassi di blocchi clastici, a disposizione più o meno anarchica, nell'interno di una cavità.

CARBONATI

Rocce carbonatiche; rocce composte in prevalenza da carbonati; calcari, dolomie. Rocce a prevalente calcite, dolomite, siderite.

CARBONATITI

Rocce intrusive a prevalente calcite, con magnetite, minerali di Mg, miche, apatiti ed altri minerali che si trovano in filoni, associate a rocce eruttive alcaline.

CARIATO

Ricco di cavità irregolari, spesso rivestite di accrescimenti di cristalli. La caratura è una struttura diffusa in calcari, gessi e dolomie per soluzione o corrosione da parte delle acque.

CARSIFICAZIONE

Processo evolutivo morfogenetico in rocce solubili che determina l'insorgere di un insieme di fenomeni epigei ed ipogei riconducibili soprattutto alla dissoluzione carsica.

CARSISMO

L'insieme dei fenomeni superficiali e sotterranei che interessano nel tempo e nello spazio un determinato complesso di rocce carsificabili, inten-

dendo come tali quelle che per la loro natura presentano le caratteristiche necessarie per l'instaurarsi del processo di dissoluzione.

CARSO

Regione caratterizzata da idrografia ipogea in rocce solubili e in cui compaiono caratteristici morfotipi superficiali ed ipogei. Le principali rocce solubili sono i calcari, le dolomie, altre rocce carbonatiche, gesso, ecc.

Come noto, il termine Carso (sl. *Kras*, ted. *Karst*), da nome proprio dell'altopiano che circonda la città di Trieste, è andato assumendo nelle varie lingue un significato ben più vasto.

Indica oggi anche tutte le regioni del mondo che presentano caratteristiche geomorfologiche simili, tanto da costituire ormai un fenomeno a sé stante, ampiamente studiato da un punto di vista geografico e geomorfologico.

CARSO PERIGLACIALE

Zona carsica in cui i fenomeni principali sono di tipo criocarsico.

CATTURA IPOGEEA

Sparizione di un corso d'acqua attraverso una apertura nella compagine rocciosa.

CAVERNA

Per il Catasto: vasto ambiente ipogeo che a seconda della forma assume diverse toponomastiche quali: caverna, duomo, sala.

La definizione è da usare solamente quando all'incrocio di più gallerie o rami laterali, si dà luogo ad un ampliamento dissolutivo da una somma di vie d'acqua.

CAVERNOSO

A struttura vacuolare, carinata, con vuoti di notevoli dimensioni; si può osservare in calcari, dolomie e rocce solubili. Di roccia ricca di cavità irregolari.

CAVITA' BAROMETRO

Cavità costituita da uno o più vani piuttosto vasti in comunicazione con l'esterno solo attraverso una apertura relativamente modesta.

CAVITA' COMPOSTA

Cavità naturale formata per associazione di più vani, la cui continuità si è stabilita secondariamente, per fatti posteriori alla genesi dei vani stessi.

CAVITA' IPOGEEA

Vano naturale sotterraneo percorribile.

Può essere parzialmente o completamente colmo di sedimenti o di acqua nelle sue varie forme.

CAVITA' PRIMARIA

Quella formatasi contemporaneamente alla roccia che la delimita.

CAVITA' SECONDARIA

Più giovane della roccia delimitante e non legata

geneticamente alla formazione di questa.

CAVITA' SEMPLICE

Cavità naturale formata da un unico vano, unitario per morfologia e genesi.

CAVITA' TURISTICA

Grotta resa accessibile al pubblico.

CAVITAZIONE

Fenomeno dovuto al susseguirsi di onde d'urto e vuoti improvvisi che porta allo sgretolamento della roccia, soprattutto in regime artesianico.

CHIMISMO DELLE ACQUE

Composizione chimica delle acque naturali.

CICLO CARSIKO

Complesso delle fasi evolutive (vedi fase giovanile e fase senile) attraversate da una grotta o da un'area carsica.

COCKPIT

Grande dolina delle aree tropicali umide.

Presenta un contorno stellato, dovuto a un sistema raggiato di vallette confluenti nell'inghiottitoio centrale.

COLMO

Periodo di massima piena per le acque.

COLONNA

Pilastro stalattostalagmitico.

CONCA CARSIKA

Definizione generica che indica un'ampia depressione carsica poco profonda dai versanti debolmente inclinati.

CONCREZIONAMENTO

Deposizione da parte di acqua sovrassatura di sali minerali che cristallizzano (in grotta) essenzialmente calcite.

CONCREZIONE

Deposito chimico formato dalle acque di stillicidio o percolazione: raggruppa genericamente stalattiti, stalagmiti, colate, ecc. (anche *speleotema*).

CONCREZIONE DI SALDAME

Forma composta da argilla, fango o sabbia cementati in agglomerati sferoidali, mammellonari o cilindroidi detti anche "plastici di fango".

CONCREZIONE DA SPLASH

Concrezione di solito sferoidale, dovuta agli schizzi di rimbalzo da cascate o rapide.

CONDENSA

Nebbia che si origina in grotta a causa del superamento del punto di rugiada.

CONGLOMERATO

Roccia sedimentaria clastica costituita da elementi di dimensione superiore ai 2 mm, arrotondati e cementati fra loro.

CONO DETRITICO

Ammasso di blocchi detritici alla base di pozzi o talora di camini.

CORNICI

Sporgenze crestiformi, decorrenti orizzontalmen-

te lungo le pareti di una cavità. Possono essere tettoniche (testate di strati), clastiche (morfologie graviclastiche) o idromorfe (sezioni a vani sovrapposti, terrazzamenti dell'alveo).

CORROSIONE

In carsologia indica la dissoluzione di una roccia carsificabile. Si definisce "statica" se avviene per acque ferme, "dinamica" se avviene per acque in movimento.

CORTINA

Involuppo di stalattiti o di vele.

CREPACCIO CARSICO

Fenditura anche poco profonda impostata su frattura e generata per corrosione dinamica.

CRESTA

Porzione di roccia affilata che separa due scannellature limitrofe.

CRIOCARSISMO

Azione di modellamento carsico dovuta all'alternanza del gelo e del disgelo.

CROLLI

Fenomeni graviclastici. Tutte le forme di cedimenti naturali in una grotta.

CUNICOLO

Per il Catasto: tratto di cavità ipogea che può venir percorso soltanto strisciando. Nel caso di cavità semplice può assumere il termine di tana.

CUPOLA DI CORROSIONE

Forma convessa generata sulla volta o sull'alto delle pareti per corrosione. Si hanno cupole per "erosione antigrafitiva", per miscela d'acque percolanti da fratture, per sacche o correnti d'aria (sono definite talvolta, erroneamente, *marmitte inverse*).

DECALCIFICAZIONE

Dissoluzione e allontanamento del carbonato di calcio che costituisce strutture organogene, granuli, cemento, da parte delle soluzioni circolanti in una roccia.

DECKENKARREN

Karren da soffitto.

DEDOLOMITIZZAZIONE

Processo di trasformazione di una dolomia in calcare dolomitico per sostituzione più o meno completa della dolomite con la calcite.

DEGRADAZIONE METEORICA

Progressivo smantellamento dei rilievi a opera dei vari agenti atmosferici (acqua, vento, ecc.).

DIACLASI

Frattura piana di dimensioni superiori alla decina di metri; spesso è associata ad altre subparallele a formare una serie di diaclasi con orientamento spaziale comune costante.

DIGA CALCITICA

Concrezione allungata e generalmente sinuosa, a forma di piccola barriera che si forma a valle

di avvallamenti per deposizione chimica da veli d'acqua. Anche usato il termine francese "gour".

DISSOLUZIONE

Fenomeno fisico per cui una sostanza passa in soluzione (anche "solubilizzazione").

DOLINA

Depressione carsica semplice, chiusa, a forma di imbuto, scodella o pozzo, con smaltimento idrico ipogeo, il cui diametro supera la profondità. Le doline possono presentare una sezione trasversale o longitudinale asimmetrica; vengono suddivise a seconda della loro morfologia e genesi presunta.

DOLOMIE

Sedimenti e rocce sedimentarie composti in prevalenza da dolomite.

DOLOMITIZZAZIONE

Processo di sostituzione di ioni di calcio con magnesio, che porta alla trasformazione in dolomie di molti calcari durante la diagenesi.

DUOMO (o cavernone)

Per il Catasto: caverna piuttosto ampia, molto sviluppata in senso verticale.

ECCENTRICA

Concrezione ad andamento irregolare, il cui accrescimento non segue le regole di gravità. Esistono eccentriche con canalicolo interno in cui l'acqua fluisce per capillarità ed eccentriche che accrescono per geminazione di cristalli.

EFFETTO BOEGLI

Fenomeno per cui l'acqua che si origina per miscelazione di due acque sature, ma a concentrazione diversa di anidride carbonica, risulta sempre aggressiva in condizioni freatiche e può quindi sciogliere ulteriore calcare.

EGUTTAZIONE

Erosione per gocce d'acqua cadenti.

EPIGEO

Tutto ciò che sta sopra la superficie della terra (cfr. *ipogeo*).

EROSIONE

Azione di modellamento operata da fattori dinamici esterni. Nell'ambiente carsico (vedi *carsismo*) è prodotta principalmente dall'acqua e dalle particelle solide che questa porta in sospensione, le quali incidono meccanicamente la roccia.

EROSIONE ANTIGRAVITATIVA

In realtà si tratta di corrosione ed è all'origine dei soffitti a pendenti, dei canali e dei meandri di volta e delle cupole. Lo sviluppo della cavità avviene verso l'alto in direzione contraria a quella della gravità.

EROSIONE EOLICA

Vedi *deflazione*.

EROSIONE GRAVITAZIONALE

Erosione sul letto di acque incanalate in un alveo,

a pelo libero.

EROSIONE REGRESSIVA

Erosione provocata dalla cascata di un fiume sotterraneo che porta la medesima ad arretrare continuamente dando luogo, per esempio, ai meandri sospesi.

ESPLORAZIONE SPELEOLOGICA

Esplorazione scientifico-sportiva del mondo ipogeo.

ESUTORE CARSICO

Vedi *sorgente carsica*.

EVORSIONE

Azione di acque in movimento vorticoso, sia nel letto di un alveo, sia sulla volta.

FAGLIA

Frattura di una massa rocciosa, con spostamento reciproco delle due parti separate lungo un piano ("piano di faglia").

FALDA

Acque sotterranee che colmano interamente gli spazi interstiziali di rocce porose e permeabili ("acquifero") in modo tale che esista sempre continuità tra l'acqua dei pori.

L'acqua riempie per gravità tutte le cavità accessibili fino ad un livello detto "*superficie libera*" dando origine ad una "*falda freatica*" che interessa la cosiddetta "*zona satura*" o "*zona freatica*"; per fenomeni di capillarità l'acqua può risalire ancora più in alto sino ad un livello chiamato "*superficie piezometrica della falda*".

La sezione del substrato roccioso in cui tutte le cavità accessibili sono riempite dalle acque si chiama "*zona di saturazione*".

Al di sopra segue una zona non saturata detta "*zona vadosa*" o "*zona di percolazione*" o "*zona di aereazione*" in cui circolano le "*acque vadose*".

Ove la falda è racchiusa fra due orizzonti impermeabili viene definita "*falda artesianica*".

FALDA DI RICOPRIMENTO

Struttura tettonica di importanza regionale formata da unità geologiche tettonicamente trasportate su altre formazioni in origine anche molto distanti.

FALDA SOSPESA

Falda appoggiata localmente a un letto di roccia impermeabile al di sopra del livello delle acque di fondo.

FANGO

Termine generale che designa qualsiasi sedimento a grana fine (prevalenza di granuli a diametro inferiore a 0,064 mm), talora impregnato di acqua e capace di fluire plasticamente.

FASE GIOVANILE

Fase di una grotta nel corso della quale prevalgono i processi speleogenetici (vedi *spe-*

leogenesi).

FASE SENILE

Fase di una grotta nel corso della quale prevalgono i fenomeni gravitativi e deposizionali.

FENOMENI CARSICI

L'insieme dei fenomeni che portano alla genesi delle morfologie caratteristiche del paesaggio carsico ed i fenomeni relativi all'idrografia carsica.

FESSURA

Termine generale utilizzato principalmente per indicare un ambiente ipogeo stretto e lungo.

FITOCARSISMO

Insieme di fenomeni carsici dovuti all'azione di organismi vegetali (alghe, ecc.). Ha una notevole importanza nella genesi delle microforme superficiali.

FIUME SOTTERRANEO

Corso d'acqua ipogeo, in condotta forzata o a pelo libero.

FLACHKARREN

Karren piatti.

FLIESSFAZETTEN

Sculture alveolari, alveolature.

FLUOCAPTORE

Contenitore con carbone attivo in grado di assorbire dall'acqua la fluoresceina o altro tracciante analogo.

FLUORESCENZA

Sostanza chimica di colore rosso che, posta in acqua, assume per concentrazioni non troppo elevate un colore verde fluorescente. La sua presenza in acqua è facilmente rilevabile anche se in minime tracce; per questo motivo è il tracciante più usato in speleologia.

FOIBA

Toponimo usato in Istria per indicare una voragine.

FONTANONE

E' voce in uso principalmente nel Veneto e nel Friuli-Venezia Giulia ed indica ogni affioramento di acque carsiche di grande portata in superficie.

FORO DI DISSOLUZIONE

Piccola forma carsica consistente in un foro subcircolare e traforante lo spessore di roccia, generato per corrosione lungo una fessura.

FORRA

Incisione profonda della roccia prodotta da un torrente (canyon). E' tipica dei terreni calcarei compatti e resistenti dove l'erosione lineare prevale su quella areale.

FRATTURA

Qualsiasi tipo di rottura o discontinuità che si forma nelle rocce sottoposte a tensioni.

FUSO (o fusoid)

Ambiente subverticale a forma di fuso, impostato lungo una frattura della roccia (termine

obsoleto).

GALLERIA

Cavità semplice (o parte di cavità composta) ad andamento suborizzontale o non molto inclinato, sviluppata in lunghezza.

GALLERIA FOSSILE

Galleria abbandonata dal corso di un torrente ipogeo.

GALLERIA FREATICA

Galleria completamente allagata.

GALLERIA VADOSA

Galleria dove sono presenti contemporaneamente la fase liquida (acqua) e quella gassosa (aria).

GEODE (o vacuo)

Vuoto nella compagine rocciosa di cui non è teoricamente possibile l'esplorazione.

GEIDROLOGIA

Studio delle acque sotterranee: origine, caratteri fisici e chimici, deflusso in falde freatiche, artesiane o in corsi d'acqua sotterranei.

GEOMORFOLOGIA

Studio e descrizione delle forme della superficie terrestre e dei loro cambiamenti sotto l'influsso degli agenti esogeni: acque, venti, ghiacciai, variazioni termiche, gravità, attacchi chimici. Talora, come nel caso del carsismo, gli agenti esogeni operano anche nel sottosuolo.

GIACITURA

Assetto spaziale di una superficie di discontinuità della massa rocciosa (strato, frattura, faglia); in geologia si identifica misurandone direzione, inclinazione e verso.

GOUR

vedi *diga calcitica*.

GRIZA (anche "pietraia carsica")

Superficie dove la corrosione lungo le discontinuità di rocce fittamente stratificate e fratturate ha portato alla suddivisione della roccia in una distesa di blocchi svincolati.

GROTTA

In senso lato, qualsiasi vuoto posto al di sotto della superficie terrestre di cui è teoricamente possibile l'esplorazione (vedi anche *geode*).

GROTTA (o ipogeo) ARTIFICIALE

In speleologia si considerano ipogei artificiali tutti gli ambienti sotterranei non naturali ove si possono attuare ricerche con tecniche e metodologie speleologiche, come ad esempio miniere, acquedotti e cisterne sotterranee, catacombe e chiese, insediamenti rupestri, ecc.

GROTTA LITORALE

Grotta formata dall'azione delle onde del mare o di un lago sulle coste alte e rocciose.

GROTTA PRIMARIA

Grotta in cui il vacuo si è originato prima della roccia che lo circonda. Le uniche grotte di que-

sto tipo che rivestono un sia pur minimo interesse speleologico sono quelle nei travertini.

GROTTA DI GHIACCIAIO

Grotta formatasi all'interno di un ghiacciaio.

GROTTA GHIACCIATA

Grotta in cui si ha la formazione di ghiaccio che vi permane per tutto l'anno in quantità variabile.

GROTTA REOGENETICA

Grotta originata dallo scorrimento in superficie della lava; può raggiungere anche la lunghezza di vari chilometri.

GROTTA SINGENETICA

Grotta originata contemporaneamente alla roccia che la ospita: caso classico è la grotta lavica.

GROTTA TETTONICA

Grotta originata dai movimenti tettonici della roccia in cui si trova.

GROTTISTA

Chi va in grotta senza le motivazioni scientifiche delle speleologo.

GUANO

Sedimento organico fosfatico, formato dall'accumulo di escrementi di pipistrelli.

HOHLKARREN

Karren a doccia sottoescavata, solchi a doccia sottoescavata.

HUM

Grande torrione di roccia elevantesi da pianure, residuo di una notevole modellazione carsica (vedi *carsismo*) del paesaggio.

HUMUS

Materiale nerastro o bruno scuro, d'origine organica, elaborato dai batteri del suolo. Complesso di sostanze contenente in media 55% di carbonio, piuttosto resistente a un'ulteriore alterazione, contenente lignina, acidi organici, proteine e altri composti organici.

IDROGRAFIA CARSICA

Descrizione delle acque carsiche superficiali ed ipogee e del loro regime.

IDROLOGIA CARSICA

Studio del regime delle acque carsiche.

IMBOCCATURA

Zona d'ingresso di una grotta, in comunicazione diretta con l'esterno.

INFIORESCENZE

Fiori di cristalli ricurvi che si diramano dal centro con sviluppo radiale.

INGHIOTTITOIO

Punto idrovoro localizzabile in cui sparisce completamente o parzialmente un corso d'acqua.

INTERSTRATO

Piano di discontinuità tra due strati.

IPOGEO

Tutto ciò che sta sotto la superficie della terra. Un ambiente ipogeo è dunque un ambiente sot-

terraneo (cfr. *epigeo*).

KAMENITZA

Vaschetta di corrosione.

KARREN

Superficie rocciosa affiorante elaborata dalle piccole forme di corrosione.

KAVERNOESE KARREN

Fori di dissoluzione, microinghiottitoi, fori terebranti e terebrazioni canalicolari, fori carsici.

KLUFTKARREN

Allargamento per corrosione delle fratture, crepacci di frattura, crepacci carsici, lapiés di diaclasi.

KORROSIONSKEHLE

Intaccature di corrosione, tasche e incavi di corrosione, forme di corrosione al piede.

LAMINATOIO

Cunicolo basso e piatto, generalmente formato per scorrimento in condizioni freatiche (vedi tubo freatico) lungo un giunto di stratificazione (vedi strato) orizzontale.

LAPIES

Voce di origine francese che significa campo solcato.

LATTE DI MONTE (o di grotta)

Sostanza pastosa o pulverulenta bianca solitamente derivante da azioni biologiche o meteoriche di decalcificazione delle concrezioni o delle rocce. Anche usato il termine inglese "montmilch".

LEPTOCLASI

Frattura di modesta entità la cui estensione raggiunge al massimo pochi metri (termine obsoleto).

LINEA DI CARICO

Superficie teorica congiungente il pelo dell'acqua dall'inghiottitoio alla risorgiva, e passante per il limite superiore di tutta la vascolarizzazione imbevuta interessata dal sistema idrografico.

LITOTIPO

Tipo di roccia, roccia.

LIVELLO DI BASE CARSICO

Superficie idrica che delimita superiormente la parte di un massiccio carsico le cui porosità ed i cui vuoti sono completamente impregnati d'acqua (*zona freatica*).

MACRODOLINE

Doline di grandi dimensioni (oltre 100 metri di diametro) a contorno circolare, simmetriche, fianchi a pendio moderato, fondo pianeggiante.

MACROFORMA

Fenomeno carsico di grandi dimensioni (cfr. *microforma*).

MEANDERKARREN

Solcature a meandro, solchi a meandro.

MAMMELLONE

Struttura rotondeggiante d'incrostazione chimica

in grotte, sorgenti d'acqua calcarea, ecc.

MARMI

Rocce calcaree ricristallizzate per azione metamorfica, a struttura cristalloblastica, spesso saccaroide; talvolta la ricristallizzazione non è completa.

Nel linguaggio industriale il termine "marmo" indica qualsiasi roccia adatta ad essere lucidata e usata come pietra ornamentale.

MARMITTA

Depressione a forma di vasca scavata nell'alveo di un fiume per erosione e abrasione.

MARMITTA INVERSA

Cavità cilindrica o più raramente cupoliforme, scavata dal movimento turbinoso di acqua e clasti (anche, ma obsoleto, "evorsione").

MASSICCIO CARSICO

Insieme di rilievi composti da rocce carsificabili (vedi *carsismo*).

MEANDRO IPOGEO

Tratto di una cavità ipogea simile ad una gola, ad andamento sinuoso.

MEANDRO DI VOLTA

Meandro inciso sulla volta di una cavità ad opera dell'erosione antigravitativa.

MEANDRO SOSPESO

Meandro il cui fondo è stato asportato dall'erosione regressiva di una cascata.

MEATO

Piccolo canalicolo all'interno di una roccia in cui può scorrere acqua.

METEOROLOGIA IPOGEO

Scienza che studia il comportamento dell'atmosfera all'interno delle cavità sotterranee.

MICRITE

Dall'inglese "microcristalline calcite", fango di calcite con particelle da 1 a 4 micron. Dalla ricristallizzazione della micrite deriva spesso la microsparite, con cristalli tra 5 e 10 micron.

MICROFORMA

Fenomeno carsico (vedi *carsismo*) di piccole dimensioni (cfr. *macroforma*), meglio sarebbe quindi parlare di "piccole forme".

MONTMILCH

Vedi *latte di monte*.

MORFOLOGIA CARSICA

Scienza che studia le forme sia epigee che ipogee generate dai fenomeni carsici.

NEOTETTONICA

Scienza che studia le deformazioni e le dislocazioni tettoniche del Terziario recente e del Quaternario, presumibilmente tuttora attive in regioni ancora instabili.

NICCHIA

Per il Catasto: Forma convessa scavata nelle pareti di una grotta.

OOLITE

Granulo sferico o subsferico di diametro inferiore ai 2 mm, con un corpuscolo minerale o organogeno al nucleo rivestito da depositi chimici secondari.

Si forma per precipitazione chimica diretta o biochimica del minerale incrostante, in acque mosse, dove il granulo può essere mantenuto in agitazione e rivestito su ogni lato (cfr. *pisolite*).

PALEOVALLE

Solco vallivo, geneticamente legato ad un reticolo idrografico non più attivo.

PANNOCCHIA

Aggregato di cristalli di calcite a forma di pannocchia. Le pannocchie si formano in genere sulle posizioni terminali di stalattiti che per un certo periodo siano state sotto il livello di un lago.

PARACARSO

Termine usato soprattutto nell'area linguistica italiana, indica l'insieme dei fenomeni carso-morfologici poco marcati presenti in rocce scarsamente carsificabili (p.es. dolomie).

PELLE DI LEOPARDO

Vermicolazioni argillose (vedi).

PERCOLAZIONE

Drenaggio ipogeo non raccolto in alveo, bensì stillante attraverso la rete di fratture

PERDITA

Punto idrovoro situato nel letto di un corso d'acqua epigeo.

PERLA DI GROTTA

Pisolite (vedi).

PIEGA

Flessione più o meno accentuata degli strati rocciosi.

PISOLITE

Granulo sferico o subsferico di diametro superiore ai 2 mm, con un nucleo minerale o organogeno rivestito da depositi chimici secondari (cfr. *oolite*).

POLJE

Vasta depressione carsica chiusa, dal fondo pianeggiante, in alcuni punti i suoi versanti sono molto ripidi o a strapiombo; la morfologia è condizionata da faglie.

Nel polje vi è smaltimento idrico ipogeo; può essere asciutto, temporaneamente o perennemente attraversato da un fiume oppure inondato.

POLJE APERTO

Polje la cui piana non è completamente circondata da rilievi ma costituisce parte di un fondovalle normale.

POLLA

Bocca di una sorgente in terreno piano, a volte sott'acqua.

PONOR

Termine con valore di "abisso, voragine". Oggi è usato con significato di inghiottitoio.

PONTE NATURALE

Arcata rocciosa, talvolta cavità determinata dal sovrapporsi di grandi blocchi rocciosi, il più delle volte ultimo resto di una galleria ipogea erosa oppure crollata.

POZZO

Cavità naturale discendente, più o meno verticale, che si apre alla superficie o all'interno di una grotta, la cui profondità è maggiore della larghezza. Per quanto riguarda il Catasto: Un pozzo particolarmente largo viene definito voragine, uno di profondità non elevata (meno di 10 m) è definito come pozzetto.

PSEUDOCARSO

Regione in cui sono presenti morfologie simili per tipologia a quelle carsiche in rocce non carsificabili.

PUNTO IDROVORO

Punto della superficie carsica in cui avviene la cattura parziale o totale di acque (vedi *inghiottitoio*).

RAMO FOSSILE

Diramazione della grotta abbandonata dalle acque.

REGIME IDRICO

Andamento nel tempo di un corso d'acqua o di una sorgente.

RESIDUO

Parte insolubile, residuo derivante dalla completa asportazione di una roccia carsificabile.

RETICOLO IDROGRAFICO SOTTERRANEO

Insieme di tutte le cavità carsiche che attualmente sono perennemente, periodicamente o sporadicamente attraversate da un corso d'acqua.

RILLENKARREN

Scannellature o scanalature, lapiés a scanalature.

RINGIOVANIMENTO

Fenomeno per cui una grotta in fase senile (o parte di essa) può ritornare in fase giovanile.

RINNEKARREN

Solcature carsiche, solchi carsici o solchi di dissoluzione, lapiés a doccia e lapiés a doccia rettilinea, solchi a doccia.

RIPARO SOTTO ROCCIA

Incavo naturale poco profondo scavato nella parete rocciosa, dotato di un'ampia apertura e di un fondo più o meno pianeggiante.

RISORGENTE (o risorgiva)

Sorgente attraverso la quale si ha il ritorno in superficie di acque ipogee carsiche di cui si riconosce la provenienza.

RISORGIVA PSEUDOVAUCLUSIANA

Risorgenza sifonante, la cui branca ascendente è formata per effetto di sbarramento con materiale clastico, o fluitato.

RISORGIVA VAUCLUSIANA

Risorgenza sifonante con branca ascendente a pressione idrostatica.

ROCCIA CARSIIFICABILE

Termine che indica tutte le rocce nelle quali, a causa della loro solubilità in acqua può aver luogo l'incarsimento.

ROCCIA

Aggregato di minerali che forma masse abbastanza grandi da costituire parti integranti della crosta terrestre. Una prima e più generale classificazione basata sulla genesi distingue rocce sedimentarie, ignee e metamorfiche.

RUNDKARREN

Superfici rocciose con forme arrotondate, tondeggianti, solitamente di genesi sottocutanea.

SACCO D'ARIA

Circolazione dell'aria in una grotta dotata di una sola apertura.

SALA

Per il Catasto: Ambiente interno di una grotta, ben sviluppato in tutte e tre le direzioni.

SALA DI CROLLO

Sala con il pavimento formato da un caos di blocchi che deve la sua origine al crollo della volta ed è il residuo di una sala più grande. (Ted.: *Inkasion*).

SCALLOP

vedi *scultura alveolare*.

SCANNELLATURA

Piccola forma superficiale, consiste in solchi paralleli profondi e larghi dagli 8 ai 30 mm, disposti secondo le linee di massima pendenza della superficie in cui si sono formati.

SCULTURA ALVEOLARE

Conchetta asimmetrica di forma ellittica, scavata nella roccia da una corrente d'acqua turbolenta. Forma e dimensioni dipendono dal regime delle acque. Anche usato il termine inglese "scallop".

SEDIMENTAZIONE

Deposizione di materiale solido da parte di un mezzo fluido (acqua, aria).

SELCI

Rocce silicee sedimentarie o concentrazioni di silice in noduli, lenti, letti entro calcari e altre rocce sedimentarie. La silice esiste sotto forma di opale, calcedonio o quarzo: se prevalgono i primi costituenti la frattura è concoide, se prevale il quarzo è scheggiata.

SIFONE

Tratto di galleria concavo verso il basso, in cui l'acqua fluisce sotto pressione prima verso l'alto

e poi verso il basso. In speleologia è invalso l'uso di chiamare sifoni tutti i tratti di galleria allagati, comunque essi siano fatti.

SIFONE PENSILE

Tratto di galleria allagato oltre il quale vi sono gallerie subaeree discendenti.

SIFONE TEMPORANEO

Tratto di galleria normalmente a pelo libero che temporaneamente, in caso di piene, può allagarsi totalmente.

SINCLINALE

Piegia degli strati con la concavità rivolta verso l'alto: nel nucleo sono racchiusi gli strati più recenti (cfr. *anticlinale*).

SISTEMA SOTTERRANEO

Insieme di cavità - di diversa numerazione catastale - percorribili, certamente comunicanti.

SOLCO CARSIICO

Incisione con sezione a U, di lunghezza metrica, che si forma lungo la massima pendenza di superfici carsificabili per corrosione dinamica.

SOLUZIONE

Azione solvente esercitata dall'acqua stessa, indipendentemente dalle sostanze in essa disciolte.

SORGENTE

Affioramento in superficie di acque sotterranee.

SORGENTE CARSIICA

Sorgente da cui fuoriescono acque di un sistema idrologico carsico.

SORGENTE DI TROPPO PIENO

Sorgente temporanea che smaltisce l'eccedenza di portata durante le piene del sistema idrologico.

SORGENTE FOSSILE

Antica sorgente da cui l'acqua ha cessato di fluire.

SORGENTE INTERMITTENTE

Sorgente che alterna con intervalli regolari periodi attivi a periodi di secca.

SORGENTE VALCHIUSANA (o vaucclusiana)

Sorgente da cui le acque scaturiscono sotto pressione in contropendenza e da notevole profondità.

SPARITE

Dall'inglese "spar calcite", calcite spatica in cristalli di dimensioni maggiori di 10 micron.

SPECO

Vedi *antro*.

SPELEISTA

Vedi *grottista*.

SPELEOGENESI

Insieme dei fenomeni chimici, fisici e biologici che portano alla formazione di una cavità naturale sotterranea (cfr. *speleopoiesi*).

SPELEOLOGIA

Nella nostra lingua usiamo questo termine per designare tutte le attività, siano esse scientifiche

che, esplorative, sportive o anche semplicemente turistiche, praticate all'interno di cavità ipogee, nonché gli studi sul carsismo, o carsologia.

SPELEOTEMA

In genere qualsiasi deposito in cavità.

SPITZKARREN

Lapiés a punta, karren a punta.

STALAGMITE

Concrezione (vedi *concrezionamento*) la cui crescita verticale parte dall'alto verso il basso (cfr. *stalattite*).

STALATTITE

Concrezione (vedi *concrezionamento*) generalmente di calcite, la cui crescita verticale parte dal basso verso l'alto (cfr. *stalagmite*).

STRATO

Banco omogeneo di roccia sedimentaria di spessore variabile, da frazione di millimetro a vari metri, compreso tra due soluzioni di continuità nella sedimentazione.

TECNICA DI ESPLORAZIONE SPELEOLOGICA

Metodi e possibilità dell'esplorazione speleologica.

TERRE ROSSE

Suolo a colorazione rossastra composto in prevalenza da argille residuali, ossidi di Fe e Al, silice; è diffuso su terreni calcarei nei climi di tipo mediterraneo

TIPO DI CARSO

Paesaggio carsico il cui aspetto è caratterizzato dalla presenza di determinate forme o associazioni di forme.

La denominazione dei tipi di Carso avviene principalmente sulla base di criteri morfologici.

TRACCIANTE

Sostanza naturale che immersa in un fluido può essere successivamente riconosciuta con metodi vari.

TRAVERTINO

Calcere depositato da acque continentali particolarmente in grotte o presso sorgenti e cascate; spesso è ricco di vucooli.

TRITTKARREN

Lapiés a impronta, impronte, imbuti.

TUBO DI VENTO

Cavità che ha due o più ingressi posti a quote differenti (cfr. *bocca calda* e *bocca fredda*).

TUBO FREATICO

Condotto normalmente di sezione cilindrica completamente allagato.

TUNNEL DI LAVA

Vedi *grotta reogenetica*.

UMIDITA'

Quantità d'acqua contenuta nell'atmosfera.

UMIDITA' ASSOLUTA

Quantità d'acqua espressa in grammi per litro d'aria.

UMIDITA' RELATIVA

Rapporto fra l'umidità assoluta misurata e la massima umidità assoluta che sarebbe possibile alla data temperatura.

UVALA

Depressione carsica piuttosto ampia, dovuta alla coalescenza di più doline, dal profilo tondeggianti o allungato, talvolta sinuoso come quello di una valle; il fondo è irregolare, spesso articolato in diverse doline.

VALLE CHIUSA

Valle che inizia direttamente in territorio carsico.

VALLE CIECA

Valle carsica chiusa da una contropendenza con inghiottitoio al termine.

VALLE SECCA

Valle scavata da un corso d'acqua, oggi ormai assorbito per effetto dell'incarsimento.

VASCETTA DI CONCREZIONE

Forma di concrezione in cui la deposizione tende a innalzare il bordo. In qualche caso è associata ad altre vaschette degradanti a mo' di scalinata (cfr. *diga calcitica*).

VASCETTA DI CORROSIONE

Piccola forma carsica generalmente di forma circolare a fondo piatto (*Kamenitza*).

VELA

Drappeggio di concrezioni (vedi *concrezionamento*) pendenti dal soffitto di una grotta che ricordano appunto una vela.

VERMICOLAZIONI ARGILLOSE

Depositi di argille sulle pareti delle grotte in forma di piccoli rilievi ramificati o di chiazze caoticamente disposte, tali da ricordare vagamente la pelle di un leopardo.

VORAGINE

Cavità semplice verticale, di notevole profondità (oltre 50 metri), molto ampia, sia alla bocca che in fondo.

WANDKARREN

Dacce, lapiés di parete, solchi di parete.

ZONA DI OSCILLAZIONE (anche "zona intermedia")

Sezione del substrato roccioso entro cui oscilla la superficie libera della falda freatica e quindi soggetta talora a regime saturo, talora a regime vadoso (vedi *falda*).

ZONA SATURA (anche "zona freatica")

Sezione del substrato roccioso in cui tutti i vani sono allagati (vedi *falda*).

ZONA TERMOVARIABILE

Zona della grotta vicino all'ingresso la cui temperatura è influenzata da quella esterna.

ZONA VADOSA (anche "zona di percolazione")

Sezione del substrato roccioso occasionalmente percorsa dalle acque vadose (vedi *falda*).

10.08 - Leggi istitutive del Catasto

LEGGE REGIONALE 1° settembre 1966, n. 27.

Norme di integrazione della legge statale 29 giugno 1939, n. 1497, per la tutela del patrimonio speleologico della Regione Friuli-Venezia Giulia.

IL CONSIGLIO REGIONALE
ha approvato
IL PRESIDENTE
DELLA GIUNTA REGIONALE
promulga la seguente legge:

Art. 1

Ad integrazione della tutela esercitata dallo Stato, a norma dell'articolo 9 della Costituzione e delle vigenti leggi statali sulla protezione delle bellezze naturali, l'Amministrazione regionale è autorizzata:

- a) ad emanare, nel quadro della disciplina normativa, di cui alla legge statale 29 giugno 1939, n. 1497, e con il rispetto delle attribuzioni dell'autorità militare, i provvedimenti conservativi urgenti, diretti ad evitare la distruzione, l'ostruzione, il danneggiamento, il deterioramento ed il deturpamento delle cavità naturali della Regione;
- b) ad incoraggiare ricerche scientifiche e studi sui fenomeni carsici, anche mediante concessione di premi, sovvenzioni e sussidi e mediante finanziamento di pubblicazioni;
- c) a favorire, anche mediante contributi, la organizzazione di congressi, convegni, corsi di studio, conferenze ed ogni altra manifestazione ed iniziativa che abbia come fine la diffusione, il progresso e la sicurezza delle attività speleologiche.

Art. 2

SOPPRESSO (art. 4 - L.R. 28.10.1980, n° 55)

Art. 3

E' istituito il catasto regionale delle grotte, in cui saranno elencate tutte le grotte della Regione Friuli-Venezia Giulia, con la descrizione di ciascuna di esse e con la indicazione dei relativi dati topografici e metrici, dei rilievi speleologi-

ci e geologici eseguiti e di ogni altra notizia utile.

Con apposito regolamento saranno disciplinati l'impianto e la tenuta del catasto regionale delle grotte. Il relativo servizio potrà essere affidato a sezione del C.A.I. specializzata in ricerche speleologiche alle condizioni che saranno stabilite con deliberazione della Giunta regionale.

Art. 4

Per l'attuazione della presente legge sono autorizzate, per ciascuno degli esercizi finanziari dal 1966 al 1969, le seguenti spese per l'importo massimo di:

o m i s s i s

L'onere relativo agli esercizi finanziari 1967, 1968 e 1969 graverà sui corrispondenti capitoli dei bilanci medesimi.

La presente legge regionale sarà pubblicata nel Bollettino Ufficiale della Regione. E' fatto obbligo a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come legge della Regione.

Data a Trieste, addì 1° settembre 1966.

per il Presidente della Giunta regionale
l'Assessore
designato a sostituirlo in caso di assenza o
impedimento
GIACOMETTI

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA GIUNTA 28 dicembre 1966, n. 141.

Norme regolamentari per l'esecuzione dell'articolo 3 della legge regionale 1 settembre 1966, n. 27.

IL PRESIDENTE
DELLA GIUNTA REGIONALE

VISTI gli articoli 42 e 46 dello Statuto di autonomia della Regione;
VISTA la legge regionale 1 settembre 1966, n. 27, contenente norme di integrazione della legge 29 giugno 1939, n. 1497, per la tutela del

patrimonio speleologico della Regione Friuli-Venezia Giulia;

VISTO l'atto n. 6176 del 20 dicembre 1966 con il quale la Giunta regionale ha deliberato norme regolamentari di attuazione dell'articolo 3 della legge regionale 1 settembre 1966, n. 27;

DECRETA

E' emanato l'allegato regolamento per l'esecuzione dell'articolo 3 della legge regionale 1 settembre 1966, n. 27.

Il presente decreto sarà comunicato alla Corte dei conti per la registrazione e pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione. E' fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Trieste, addì 28 dicembre 1966.

Il Presidente: BERZANTI

**Norme regolamentari
per l'esecuzione dell'articolo 3 della legge
regionale
1 settembre 1966, n. 27.**

Art. 1

Il catasto regionale delle grotte della Regione Friuli-Venezia Giulia avrà sede in Trieste. Il relativo servizio, compreso fra le materie di competenza dell'Assessorato dell'istruzione e delle attività culturali, potrà essere affidato in concessione a Sezione del C.A.I., specializzata in ricerche speleologiche alle condizioni che saranno stabilite dalla Giunta regionale.

Art. 2

Il catasto regionale delle grotte è costituito:

- a) dai libri catastali;
- b) dallo schedario catastale;
- c) dalle serie di tavolette topografiche al 25.000.

Art. 3

Ogni libro catastale si compone di 100 fogli, ciascuno, della misura di cm. 49 di altezza, secondo il facsimile allegato in formato ridotto. I fogli debbono essere numerati e vidimati dall'Assessorato dell'istruzione e delle attività culturali.

Ciascun foglio è diviso in dieci sezioni orizzontali.

Art. 4

Per ogni cavità sono, di norma, riportati nella relativa sezione:

- a) la sigla catastale;
- b) la denominazione;
- c) il comune in cui è situata;
- d) la particella catastale;
- e) l'indicazione della tavoletta al 25.000;
- f) la posizione topografica su coordinate;
- g) la quota altimetrica dell'accesso;
- h) la profondità del pozzo d'accesso;
- i) la profondità dei pozzi interni;
- l) il dislivello fra piano di campagna e fondo;
- m) la lunghezza del ramo principale;
- n) la lunghezza dei rami laterali;
- o) la lunghezza complessiva;
- p) l'indicazione della società o del gruppo che ha effettuato i rilievi;
- q) il nome del rilevatore;
- r) la data dei rilievi;
- s) le eventuali annotazioni;
- t) le eventuali revisioni.

La sigla catastale è costituita dal numero progressivo di catasto regionale, dalle lettere VG o FR, rispettivamente, per le cavità situate nelle provincie di Trieste e Gorizia e per quelle situate nella provincia di Udine, nonché dal numero progressivo con il quale la cavità è contrassegnata nel catasto della Società Speleologica Italiana.

Art. 5

Le iscrizioni catastali sono disposte dal Conservatore che dovrà convalidarle con la propria firma negli appositi spazi del libro catastale.

Una cavità può essere iscritta nel libro catastale quando siano acquisiti almeno i dati di cui al precedente articolo 4, primo comma, lettere f), p) e q).

Il libro catastale non è consultabile dal pubblico. Su di esso non possono essere fatte cancellature od abrasioni.

Art. 6

Lo schedario catastale è formato da tante schede quante sono le cavità iscritte nei libri catastali. Ogni scheda è costituita da un foglio in cartone.

cino con quattro facciate, ciascuna, della misura di cm. 20 di base e di cm. 30 di altezza.

Nella prima facciata esterna sono trascritti, per ogni cavità, i dati di cui al primo comma dell'articolo 4. Nel restante spazio della prima facciata e nelle altre facciate sono, poi, riportate la descrizione della cavità, la indicazione delle sue speciali caratteristiche e la eventuale bibliografia. Nel foglio deve anche essere inserito il rilievo della cavità.

Le schede sono vidimate dal conservatore ed, in caso di revisione, possono essere sostituite su disposizione del medesimo.

Art. 7

La descrizione della cavità dovrà, soprattutto, porre in evidenza quegli elementi che non possono essere desunti dal rilievo (stato e natura della roccia, presenza di concrezioni, stillicidio, natura del suolo, presenza di acque, dati meteorologici).

Deve anche darsi notizia delle eventuali scoperte archeologiche e paleontologiche; dei reperti biologici, dei dati di interesse geologico e idrologico e delle possibilità di richiamo turistico.

Il rilievo da inserire nella scheda deve essere stato eseguito almeno con il metodo speditivo in uso fra gli speleologi, cioè, con bussola e nastro metrico. Esso deve sempre contenere uno spaccato ed una pianta orientata, con l'indicazione della scala grafica, nonché la sezione degli imbocchi e, quando sia possibile, le altre sezioni trasversali. Per i segni convenzionali deve di massima essere osservata la iconografia speleologica in uso.

I dati bibliografici sono riportati nella scheda secondo le istruzioni che saranno emanate dall'Assessore alla istruzione e alle attività culturali in conformità della prassi internazionale.

Art. 8

Le tavolette topografiche al 25.000 porteranno segnata, con un cerchietto rosso del diametro di mm. 1, la posizione topografica di ciascuna cavità, con l'indicazione del solo numero progressivo con il quale la cavità medesima è contrassegnata nel libro catastale.

Le tavolette originali sono vistate dall'Assessore dell'istruzione e delle attività culturali. Una

copia delle medesime, previa vidimazione del Conservatore, è posta a disposizione del pubblico per la consultazione.

Art. 9

Ciascuna cavità è, di massima, numerata secondo l'ordine progressivo determinato dalla data dell'esplorazione.

Art. 10

La consultazione dello schedario e delle tavolette topografiche è gratuita.

Con deliberazione della Giunta regionale verrà stabilita la tariffa per il rilascio di copia di atti catastali.

Art. 11

Le funzioni di Conservatore del catasto regionale delle grotte sono svolte da un funzionario direttivo dell'Assessorato dell'istruzione e delle attività culturali, nominato dalla Giunta regionale, su designazione dell'Assessore.

Qualora il servizio del catasto venga affidato in concessione a Sezione del C.A.I., le funzioni di



Pod Lanisce

(Foto M. Trippari)

Conservatore saranno esercitate da un appartenente a detta Sezione, con l'osservanza delle norme del disciplinare di concessione.

Registrato alla Corte dei conti, add' 27 gennaio 1967 - Atti della Regione Friuli-Venezia Giulia - Reg. 2, foglio 302

AMABILINO

legge regionale n. 7/88.

o m i s s i s

Art. 102

1. La Direzione regionale della pianificazione territoriale si articola nei seguenti Servizi:

- a) Servizio centrale della pianificazione territoriale;
- b) Servizio dell'informazione territoriale e della cartografia;
- c) Servizio della tutela del paesaggio e delle bellezze naturali;
- d) Servizio degli affari amministrativi e legali.

o m i s s i s

Art. 105

1. Il Servizio della tutela del paesaggio e delle bellezze naturali:

- a) Cura gli adempimenti di competenza regionale in materia di tutela del paesaggio e di bellezze naturali;
- b) collabora con le competenti strutture dell'Ufficio di piano per gli adempimenti in materia di valutazione di impatto ambientale;
- c) cura la pianificazione e la programmazione degli interventi in materia di parchi urbani e di verde attrezzato.

o m i s s i s

legge regionale n. 29/88.

o m i s s i s

Art. 6

Servizio della tutela del paesaggio e delle bellezze naturali

1. L'istituzione del Servizio della tutela del paesaggio e delle bellezze naturali di cui all'articolo 105 della legge regionale 1° marzo 1988, n. 7, ha effetto dalla data di entrata in vigore della presente legge.

o m i s s i s

legge regionale n. 61/88.

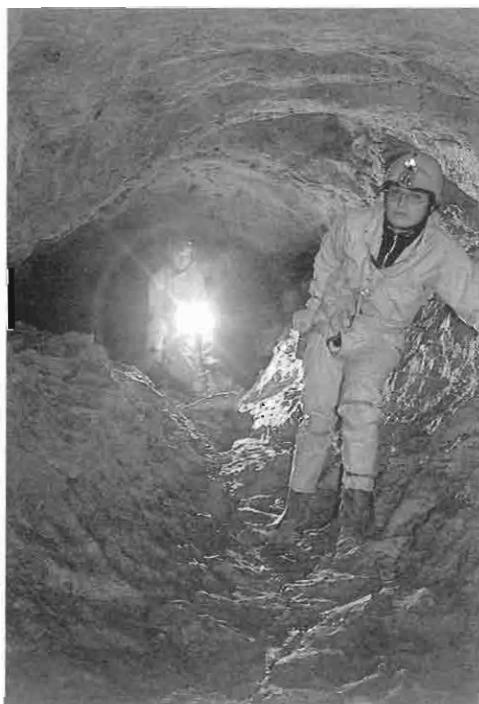
o m i s s i s

Art. 6

1. All'articolo 1105, comma 1, della legge regionale 1 marzo 1988, n. 7, dopo la lettera c) è aggiunta la seguente:

- d) provvede agli interventi in materia di tutela del patrimonio speleologico e di tenuta ed aggiornamento del catasto regionale delle grotte.

o m i s s i s



Risorgiva di Eolo

(Foto M. Trippari)

10.09 - Bibliografia essenziale

10.09.1 - Premessa

Per facilitare coloro i quali abbiano interesse ad approfondire l'argomento o ricercare ulteriori dati sui testi consultati per realizzare questo manuale, viene riportata una bibliografia suddivisa per argomenti.

Questi sono: topografia, cartografia, strumentazioni, rilievo ipogeo, catasto speleologico.

10.09.2 - Topografia

----, 1979 - *Supplemento integrativo alle dispense di topografia e cartografia* - Anno accademico 1979/'80: 1-22.

ALETTO F., 1982 - *Topografia e orientamento* - C.A.I., Comm. Nazionale Scuole di Alpinismo: 9-86.

ARCA S., BATELLI O., DOMINICI G., MARCHETTA A., MELONI A., 1988 - *Italian Magnetic Network at 1985.0* - *Bollettino di Geodesia e scienze affini*, 47 (4): 328-338.

BEZOAVI G., MONTI C., SOLVINI A., 1984 - *Topografia e cartografia* - Hoepli Ed. vol. 1°, Milano 1984: 725 pp.

BOCCHIO F., 1974 - *Corso di topografia e cartografia* - fasc. per il Corso di laurea in Scienze Geol.: 1-305.

BONFIGLI C., SOLAINI L., 1974 - *Corso di topografia (vol. II)* - Ed. Le Monnier, 8 rist.: 249-322.

CAPELLO C.F., 1968 - *La lettura delle carte topografiche e l'interpretazione dei paesaggi* - G. Giappichelli (II ed.): 7-105.

CAMPBELL S., 1989 - *Introduzione alla cartografia* - Zanichelli Ed. Bologna 1989: 340 pp.

CENCIONI E., 1965 - *Uso della Carta topografica* - Istituto Geografico Militare, Firenze 1965, 2: 11-117.

COMM. GEODETICA ITALIANA, 1973 - *Norme proposte per la compilazione di carte tecniche alle scale 1:5.000 e 1:10.000* - Istituto Geografico Militare, 3-150.

CREMONINI G., 1977 - *Rilevamento geologico* - Pitagora Bologna: 1-36.

DEL GAUDIO A., 1988 - *Topografia* - Edaguide Ed., Bologna 1988: 509 pp.

DRAGONETTI A., PROCINIO F., ROSSI D., 1989 - *Topografia e disegno topografico* - Ed. Mursia: 313-503.

GHERBAZ F., 1985 - *La declinazione magnetica nella topografia speditiva* - *Progressione* 14, 8 (2): 32-36.

GHERBAZ F., 1986 - *Ancora sulla declinazione magnetica* - *Progressione* 15, 9 (1): 24.

GHERLIZZA E., 1979 - *Tabelle dei gradi riportate in millimetri* - *Tuttocat*, 1 (1): 48-49.

IST. GEOGR. MIL., 1960 - *Segni convenzionali e norme sul loro uso* - Coll. testi tecnici, 1 (1) Cart. 25.000: 56 pp.

REG. AUT. FRIULI - VENEZIA GIULIA, 1974 - *Contenuti norme segni convenzionali per l'uso della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000* - La Editoriale Libreria Spa: 7-59.

10.09.3 - Cartografia

----, 1978 - *Supplemento integrativo alle dispense di topografia e cartografia* - Anno accademico 1979/'80: 1-22.

BALLARIN L., JURETIG L., SEMERARO R., 1982 - *Interpretazione tettonica delle aree carsiche attraverso lo studio delle evidenze morfologiche sulle Carte Tecniche 1:5.000* - Atti V Convegno di Speleologia del Friuli - Venezia Giulia, Trieste 1981: 55-65.

BINI A., MENEGHEL M., SAURO U., 1986 - *Proposta di legenda per una cartografia geomorfologica delle aree carsiche* - Atti e memorie della Commissione Grotte "E. Boegan", Vol. 25: 21-59.

BOCCHIO F., 1974 - *Corso di topografia e cartografia* - fasc. per il Corso di laurea in Scienze Geol.: 1-305.

BONFIGLI C., SOLAINI L., 1974 - *Corso di topografia (vol. II)* - Ed. Le Monnier, 8 rist.: 421-451.

CAPELLO C. F., 1968 - *La lettura delle carte topografiche e l'interpretazione dei paesaggi* - G. Giappichelli (II ed.): 7-105.

DRAGONETTI A., PROCINIO F., ROSSI D., 1989 - *Topografia e disegno topografico (vol. II)* - Ed. Mursia: 635-662.

- IST. GEOGR. MIL., 1960 - *Segni convenzionali e norme sul loro uso* - Coll. testi tecnici, 1 (1) Cart. 25.000: 56 pp.
- IST. GEOGR. MIL., 1961 - *Catalogo delle pubblicazioni, situazione al 1 gennaio 1964* - Allegato a Catalogo delle pubblicazioni dell'IGM: 1-38.
- IST. GEOGR. MIL., 1974 - *Catalogo delle pubblicazioni 1974-'75* - IGM sezione vendite: 1-48.
- IST. GEOGR. MIL., 1979 - *Catalogo delle pubblicazioni 1979-'80* - IGM sezione vendite: 1-48.
- REG. AUT. FRIULI - VENEZIA GIULIA, 1974 - *Contenuti norme segni convenzionali per l'uso della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000* - La Editoriale Libreria Spa: 7-59.
- U.I.S., 1978 - *Signes speleologiques conventionnels* (a cura di Fabre G., e Audetat M.) - C.E.R.G.H. Mémoire n. 14, 1978: 44 pp.

10.09.4 - Strumentazioni

- BADINO G., 1990 - *Il longimetro DAAR* - Grotte 32, (3): 39-40.
- BAGLIANI F., NUSSDORFER G., 1985 a - *C.R.S. (Correct Rilevament System)* - Lavoro 1° classificato al I Concorso nazionale per la migliore innovazione tecnico-strumentale per l'esplorazione, lo studio, la sicurezza e il soccorso nelle grotte, Atti VI Convegno Regionale di Speleologia del Friuli - Venezia Giulia, Udine 1983: 31.44.
- BAGLIANI F., NUSSDORFER G., 1985 b - *Quaderno per i rilevamenti in grotta* - Il Carso 1984, 4 (1): 27-32.
- BONFIGLI C., SOLAINI L., 1974 - *Corso di topografia (vol II)* - Ed. Le Monnier, 8 rist.: 96.248.
- CHEDOLLE J., 1976 - *Une méthode de topographie souterraine* - Spelunca, 16 (2): 69-71.
- DAVOLI A., 1983 - *Speleotronica* - Ipoantropo, 1 (1): 37-38.
- DAVOLI A., 1986 - *Materiali, Tuttosunto* - Speleologia 14, (1): 45.
- DAVOLI A., 1987 - *Materiali, Longimetro DAAR* - Speleologia 16, (2): 40.
- DRAGONETTI A., PROCINIO F., ROSSI D., 1989 - *Topografia e disegno topografico (vol. II)* - Ed. Mursia: 192-200.
- FORNASIER M., MALAGOLI M., 1989 - *Materiali, Bussola leggibile è meglio* - Speleologia 20, (1): 45.
- GASPAROVIC R., 1955 - *Snimanje pecina klizimetrom* - Atti Convegno Jugoslavo di Speleologia, Ljubljana 1955: 237-244.
- LAURENT R., MARBACH G., 1974 - *Les boussoles (Suite)* - Spelunca, 14 (2): 51-52.
- PIPAN L., 1952 - *Un nuovo strumento topografico per i rilievi sotterranei* - Rass. Spel. Ital., 4 (1): 26-32.
- TOMASI G., 1989 - *Materiali, illuminatore per strumenti di rilievo* - Speleologia 20, (1): 45-46.
- TRENTINAGLIA P., 1979 - *Il Topofilo* - Speleologia 3, 2 (1): 42-44.
- VANIN A., 1981 *Gli strumenti da rilievo* - Speleologia, 6 (1): 22.24.

10.09.5 - Rilievo ipogeo

- BAGLIANI F., NUSSDORFER G., 1984 - *Topografia cartografia e rilevamento ipogeo per i corsi di speleologia* - CGEB, SAG 1984: 1-36.
- BAGLIANI F., NUSSDORFER G., 1987 - *Atti della 1.a tavola rotonda sul rilievo ipogeo* - Atti VII Convegno Regionale di Speleologia del Friuli - Venezia Giulia, Gorizia 1985: pp. 54.
- BAGLIANI F., 1989 - *Relazione finale del Corso Nazionale di Tecnica di Rilievo* - Scuola Nazionale di Speleologia, 1989 Trieste: 12 pp.
- BALLARIN L., JURETIG L., SEMERARO R., 1982 - *Interpretazione tettonica delle aree carsiche attraverso lo studio delle evidenze morfologiche sulle Carte Tecniche 1:5.000* - Atti V Convegno di Speleologia del Friuli - Venezia Giulia, Trieste 1981: 55-65.
- BAUCIC I., 1955 - *Kartoteka speleoloških obejekata i zapisnici speleoloških istraživanja speleološkog društva hevatske* - Atti Convegno Jugoslavo di Speleologia, Ljubljana 1955: 213-218.
- BAUER E. W., 1971 - *Il tracciato delle grotte* - Mondo senza sole, Rizzoli ed.: 25-28.
- BERAM A., 1926 - *Come si fa il rilievo di una grotta* - Duemila Grotte, Bertarelli L.V., Boegan E., T.C.I.: 117-122.
- BINI A., CAPPA G., 1974 a - *Proposte di ammodernamento della simbologia per rilievi di cavità naturali sotterranee* - Bollettino Associazione Italiana di Cartografia, 31: 97-108.
- BINI A., CAPPA G., 1974 b - *Proposte di simbologie per carte morfologiche ed idrologiche di aree carsiche a grandissima scala* - Bollettino Associazione Italiana di Cartografia, 32: 179-199.

- BOEGAN E., 1938 - *Il Timavo* - Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, 2: 1-118.
- BRAMBOULLE Y., DOVAT M., 1979 - *Quelques méthodes de reports topographie* - CARST, 1: 87-100.
- CAAI COMM. SCIENT. SNS - *Rilevamento* - Guida ai Corsi Naz. di Spel. CAI-SEM Milano, 10,6 - 10.13.
- CALANDRI G., RAMELLA L., 1984 - *La topografia delle grotte* - Speleologia 10, (1): 27-28.
- CANTILENA S., CAPOLONGO D., PANASCI R., 1974 - *Specie cavernicole in Campania* - Ann. dell'Istituto e Museo di Zool dell'Università di Napoli: 20-39.
- CAPPA G., VANIN A., 1978 - *Topografia* - Manuale di Speleologia, Longanesi: 275-324.
- CASTELLANI V., 1975 - *Appunti di topografia sotterranea* - Supplemento a Memorie Speleo Club Chieti, guida didattica, 1: 5-16.
- CHABERT C., WATSON R. A., 1981 - *Sur quelque problèmes de topographie* - Spelunca, 20 (3): 119-121.
- CHEDOLLE J., 1976 - *Une méthode de topographie souterraine* - Spelunca, 16 (2): 69-71.
- CHIRON M., LINGER G., 1980 - *Information topographie* - EFS dossier instruction Chap. 6: 1-10.
- CONSORTI S. L., STRANEO R., 1970 - *Il disegno tecnico, norme unificate sui disegni* - Principato Ed., 1977: 222243.
- COURBON P., CREACH Y., MARBACH G., 1972 - *Téchniques topographiques* - Spelunca, 12 (2): 34-50.
- CREACH Y., 1974 - *La topographie comme échelle des difficultés* - Spelunca, 14 (2): 52.
- DEGRILLASSE S. L., 1977 - *Report des lèves topographiques* - Spelunca, 17 (3): 128-130.
- DEMATTEIS G., 1959 - *Speleologia esplorativa e tecnica* - Guide did. di Rassegna Spel. Ital., 3: 46-61.
- DEMATTEIS G., 1972 - *Manuale di esplorazione sotterranea. Come si fa il rilievo di una grotta* - P. Gribaldi Ed., Torino 1972: 97-119.
- DOBRILLA J. C., MARBACH G., 1973 - *Techniques de la spéléologie alpine, la topographie* - Naberyrat 1973: 81-92.
- FENELON P., 1972 - *Introduction a une legende pour cartes a grande échelles des phénomènes karstiques* - Mémoires et Documents, Phénomènes Karstiques (II ed.), Centre National de la Recherche Scientifique, 4: 69-72.
- GHERBAZ F., 1985 - *Topografia speleologica, la topografia esplorativa* - Commissione Grotte "E. Boegan", 1985: pp. 28.
- GRIMANDI P., 1966 - *Signes conventionnelles U.I.S.* - Sottoterra, 15 (5): 19-24.
- GRUPPO SPELEOLOGICO PIEMONTESE, 1974 - *Rilievo topografico* - Note per il corso di speleologia: 56-65.
- GRUPPO SPELEOLOGICO PIEMONTESE, 1983 - *Rilievo topografico* - Corso di speleologia, febbraio '83: 47-58.
- IST. GEOGRAF. MIL., 1955 - *Segni convenzionali indicativi delle cavità sotterranee da adottarsi per le carte speleologiche* - Atti VII Convegno Nazionale di Speleologia, Sardegna 1955: 219-220.
- MALECKAR F., 1982 - *I rilievi tecnici delle cavità* - Progressione 9, 5 (1): 14-16.
- MELEGARI G. E., 1984 - *I rilievi topografici* - Speleologia scientifica ed esplorativa, Calderini: 297-332.
- PRANDO E., 1973 - *Ricerca delle cavità* - Guida alla speleologia dell'Italia, Arnoldo Mondadori: 33-45.
- RONDINA G., 1958 - *Iconografia speleologica* - Atti VIII Convegno Naz. di Spel., Como 1958: 236-259.
- ROSSET A., 1976 - *Elementi di topografia* - Unione Speleologica Pordenonese: 1-42.
- SELVATICI L., 1981 - *La rappresentazione grafica delle cavità* - Speleo 6, 4 (1): 3-16.
- SERRA S., 1980 - *Tecniche di rilievo in cavità* - Dispensa per i corsi di speleologia della Commissione Grotte "E. Boegan" - SAG: 1-4.
- STRANEO S. L., 1978 - *Disegno tecnico* - Manuale di elettrotecnica - ESAC (II ed.): 223-309.
- SAVNIK R., 1955 - *Speleoški topografski znakovi i speleoška nomenklatura* - Atti Conv. Jugoslavo di Spel., Ljubljana 1955: 209-211.
- TIXIER E., 1982 - *Le dessin topographique* - Spelunca, 20 (6): 42-44.
- TOURING CLUB ITALIANO, 1980 - *Rilevamenti* - Manuale pratico di Speleologia, TCI: 138-145.

10.09.6 - Catasti speleologici

- , 1968 - *Trieste 25 maggio 1968* - Comm. Grotte "E. Boegan": 1-32.
- BAGLIANI F., NUSSDORFER G., 1987 - *Atti della 1.a tavola rotonda sul rilievo ipogeo* - Atti VII Convegno Regionale di Speleologia del Friuli - Venezia Giulia, Gorizia 1985: pp 54.
- BAUCIC I., 1955 - *Kartoteka speleoloških obehketa i zapisnici speleoloških istrazivanija speleološkog društva hevatske* - Atti Convegno Jugoslavo di Speleologia, Ljubljana 1955: 213-218.
- BERAM A., 1926 - *Come si fa il rilievo di una grotta* - Duemila Grotte, Bertarelli L. V., Boegan E., T.C.I.: 117-122.

- BOEGAN E., 1926 - *Terminologia speleologica* - Duemila Grotte, Bertarelli L. V., Boegan E., T.C.I.: 165-170.
- BOEGAN E., 1938 - *Il Timavo* - Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, 2: 1-118.
- BOZICEVIC S., 1975 - *Kataster speleoloških objektov Hrvatske* - Naše Jame (17) 1975, Prvi Jugosl. Simp. o jamskem katastru, Domžale 1974: 29-34.
- CASTELLANI V., 1985 - *La SSI ed il Catasto Nazionale* - Speleologia 12, (1): 6.
- CASTELLANI V., 1987 - *Linee strategiche per l'evoluzione del Catasto SSI* - Speleologia 17, (2) inserto: I.
- CHABERT C., COURBON P., 1977 - *La toponymie des cavités* - Spelunca, 17 (2): 63-64.
- CHABERT C., 1982 - *Relazione delle sessioni di lavoro del Catasto della Comm. UIS per le maggiori grotte del mondo* - Conv. Internaz. Sheffield 1981: 83-98.
- CONCI C., 1956 - *La scheda catastale della SSI per il Catasto delle Grotte d'Italia* - Atti XVII Convegno Geogr. Italiano, Bari 1957: 161-168.
- COURBON P., CREACH Y., MARBACH G., 1972 - *Téchniques topographiques* - Spelunca, 12 (2): 34-50.
- DOEMEN A., 1971 - *L'inventaire spéléologique, base de prospection* - Colloque Int. de Spél., Han-sur-Lesse 1971: 25-32.
- FINOCCHIARO C., 1975 - *Sulla collaborazione al Catasto delle Grotte del Friuli - Venezia Giulia* - Atti II Convegno di Speleologia del Friuli - Venezia Giulia, Udine 1975: 52-55.
- FORMELLA W., 1990 - *Note sulla nomenclatura delle grotte reggiane* - Ipoantropo 5, (1): 26-27.
- FORTI F., 1983 - *Invito alla conoscenza delle grotte del Carso triestino* - Ed. Lint: pp 83.
- FORTI P., 1989 - *Il Catasto della SSI* - Speleologia 20, (1): 3.
- GASPARO F., GUIDI P., 1976 - *Dati catastali delle prime 1000 grotte del Friuli* - Supplemento ad Atti e Memorie della CGEB, XVI: 6-16.
- GRIMANDI P., 1981 - *Norme ed i problemi relativi ai dati delle cavità* - Docum. di lavoro della Commissione Maggiori Cavità Ital. della SSI: 1-11.
- GUIDI P., 1990 - *Eugenio Boegan, il padre del Catasto* - Speleologia 22, (1): 39-40.
- GUIDI P., MODONUTTI S., 1977 - *Ancora sulla collaborazione al Catasto* - Atti III Convegno di Speleologia del Friuli - Venezia Giulia, Gorizia 1977: 92-99.
- HABE F., 1975 - *Problemi jamskega katastra* - Naše Jame (17) 1975, Prvi Jugosl. Simp. o jamskem katastru, Domžale 1974: 11-14.
- HOTTERBEECH M., 1971 - *La prospection en surface* - Colloque Int. de Spél., Hansur-Lesse 1971: 39-45.
- LAURENT R., 1978 - *La commission fichier des cavités, mode d'emploi du dossier fichier des cavités* - Spelunca, 18 (1): 17-23.
- MARINI D., 1980 - *Circolare 68/80 del 12/12/1980 ai Gruppi Spel. della Regione Friuli - Venezia Giulia* - Catasto Regionale delle Grotte del Friuli - Venezia Giulia, P.zza Unità d'Italia 3: 2 pp.
- MAUCCI W., 1961 - *Contributo per una terminologia speleologica italiana* - Dieci anni della Sezione Geo-Speleologica della SAS, 51: 203-228.
- MECCHIA G., 1987 - *Considerazioni sulla situazione catasto* - Speleologia 17, (2) inserto: I-II.
- MUGNER C., 1982 - *Nouvelles propositions pour la mesure du développement horizontal et vertical des cavités* - Spelunca, 20 (6): 46-47.
- NUSSDORFER G., 1988 - *Catasto Regionale, nuova scheda per l'accettazione delle cavità* - Progressione 19, 11 (1): 16-18.
- NUSSDORFER G., 1990 - *Note storiche sul Catasto* - Il Carso 1988, 6 (1): 8-12.
- RAVBAR M., 1975 - *Popisnik za kraške objekte* - Naše Jame (17) 1975, Prvi Jug. Simp. o jamskem katastru, Domžale 1974: 57-60.
- SAVNIK R., 1955 - *Speleološki topografski znakovi i speleološka nomenklatura* - Atti Convegno Jugoslavo di Speleologia, Ljubljana 1955: 209-211.
- SCOTTI P., 1957 - *Catasto e cartografia delle grotte italiane* - Atti XVII Convegno Geogr. Italiano Bari 1957: 162-168.
- SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA, 1973 - *La compilazione delle schede catastali* - Circolare SSI n° 3, novembre 1973: 21 pp.
- ŠUŠTERŠIČ F., 1975 - *Principi vodenja jamskega katastra IZS* - Naše Jame (17) 1975, Prvi Jugosl. Simp. o jamskem katastru, Domžale 1974: 15-27.
- VANDERSLEYEN P., 1971 - *Organisation d'un cadastre des phénomènes souterrains de Belgique et sa utilité comme méthode de prospection* - Colloque Int. de Spél., Han-sur-Lesse 1971: 19-24.
- ZAMBOTTO P., 1977 - *Lo stato attuale del Catasto e dell'esplorazione speleologica nel Trentino Alto Adige* - Atti IV Convegno Regionale di Speleologia del Trentino Alto Adige, Arco 1977: 17-19.

INDICE GENERALE

Presentazione	pag.	III
Prefazione	"	V

1 - CENNI DI CARTOGRAFIA

1.01 - Premessa	pag.	1
1.02 - La carta topografica d'Italia I.G.M.	pag.	2
.1 - Generalità	"	2
.2 - Cartografia 1:100.000	"	4
.3 - Cartografia 1: 50.000	"	5
.4 - Cartografia 1:25.000	"	6
1.03 - La carta tecnica	pag.	9
.1 - Generalità	"	9
.2 - Carta tecnica regionale 1:5.000	"	9
1.04 - Coordinate di un punto sulle cartografie di uso speleologico	pag.	14
.1 - Generalità	"	14
.2 - Coordinate geografiche sulla tavoletta 1:25.000 I.G.M.	"	14
.3 - Coordinate geografiche sull'elemento 1:5.000 C.T.R.	"	16
.4 - Coordinate chilometriche sulla tavoletta 1:25.000 I.G.M.	"	18
.5 - Coordinate chilometriche sull'elemento 1:5.000 C.T.R.	"	19
.6 - Altre coordinate riportate sulla cartografia I.G.M.	"	21

2 - GLI STRUMENTI TOPOGRAFICI

2.01 - Premessa	pag.	23
2.02 - Classificazione degli strumenti topografici	pag.	24
2.03 - Organi fondamentali degli strumenti per misure angolari	pag.	24
.1 - La livella torica o "cilindrica"	"	24
.2 - La livella sferica	"	25
.3 - I traguardi	"	26
.4 - Goniometri e noni	"	26
2.04 - Misuratori di angoli orizzontali	pag.	27
.1 - Generalità sulle bussole magnetiche	"	27
.2 - Tipi di bussole magnetiche	"	27
.3 - Principali modelli di bussole	"	28
.4 - Requisiti ed osservazioni sull'impiego	"	30
2.05 - Misuratori di angoli verticali	pag.	30
.1 - Generalità su eclimetri e simili	"	30
.2 - Modelli di eclimetri	"	31
.3 - Altri eclimetri ed avvertenze generali	"	32
2.06 - Altri misuratori di dislivelli	pag.	32
.1 - La livellazione barometrica	"	32
.2 - I tubi a livello	"	34

2.07 - Misuratori di distanze	pag.	35
.1 - Strumenti di misurazione diretta	"	35
.2 - Longimetri rigidi	"	35
.3 - Altri strumenti	"	35
.4 - Telemetri ottici	"	37
.5 - Distanziometri elettronici	"	37
 3 - CENNI DI TOPOGRAFIA SPEDITIVA		
3.01 - Generalità	pag.	39
3.02 - Coordinate polari	pag.	39
3.03 - Coordinate rettangolari o cartesiane	pag.	41
3.04 - Poligonazioni	pag.	42
.1 - Riporto grafico	"	44
.2 - Arrotondamenti numerici	"	46
.3 - Riporto per coordinate cartesiane	"	48
.4 - Poligonale chiusa	"	56
.5 - Poligonale ad estremi vincolati	"	61
3.05 - Misura indiretta delle distanze	pag.	66
 4 - POSIZIONAMENTO DI UNA CAVITA'		
4.01 - Posizionamento planimetrico	pag.	69
.1 - Metodo grafico per intersezione di punti	"	69
.2 - Metodo matematico per intersezione di punti	"	70
.3 - Poligonazione da punto noto	"	77
.4 - Metodo misto	"	82
4.02 - Posizionamento altimetrico	pag.	82
.1 - Metodo cartografico	"	82
.2 - Con poligonale	"	84
.3 - Con traguardo	"	84
.4 - Con l'altimetro	"	84
 5 - RILIEVO IPOGEO		
5.01 - Premessa	pag.	85
5.02 - Esecuzione pratica del rilievo	pag.	87
.1 - Formazione della squadra di rilevamento	"	87
.2 - La poligonale principale	"	87
.3 - Rilevamento per irraggiamento	"	89
.4 - Rilevamento per poligonale secondaria chiusa	"	89
.5 - Rilevamento per poligonale secondaria aperta	"	90
.6 - Misura indiretta delle distanze	"	90
.7 - Il registro delle poligonali	"	91
.8 - Altre avvertenze	"	93
.9 - Grado di precisione dei rilevamenti	"	93
5.03 - Restituzione dei dati assunti	pag.	94
.1 - Elaborazione dei dati	"	95
.2 - Passaggio dall'eidotipo a disegno definitivo	"	97

.3 - Altre indicazioni	pag.	100
------------------------------	------	-----

6 - ICONOGRAFIA SPELEOLOGICA

6.01 - Premessa	pag.	101
6.02 - Plastica ipogea	pag.	101
6.03 - Idrografia	pag.	105
6.04 - Depositi	pag.	108
6.05 - Simbologia complementare	pag.	112
6.06 - Reperti	pag.	113
6.07 - Meteorologia	pag.	114
6.08 - Stazione e campi	pag.	116
6.09 - Opere artificiali	pag.	117

7 - RESTITUZIONE GRAFICA DEL RILIEVO

7.01 - Carte e formati per il disegno	pag.	143
7.02 - Scritture	pag.	148
7.03 - Unificazioni per i rilievi ipogei	pag.	148

8 - CATASTO SPELEOLOGICO

8.01 - Note storiche in Regione	pag.	151
8.02 - Il Catasto delle Grotte d'Italia	pag.	156
8.03 - Il Catasto Regionale delle Grotte del Friuli - Venezia Giulia	pag.	159
.1 - Competenze istituzionali	"	159
.2 - Organizzazione	"	159
.3 - Analisi delle schede catastali	"	161
.4 - Carte topografiche	"	164
.5 - Microfilmatura	"	164

9 - DATI CATASTALI

9.01 - Premessa	pag.	165
9.02 - Dimensioni delle cavità catastabili	pag.	165
9.03 - Denominazioni	pag.	167
9.04 - Quote d'ingresso	pag.	175
9.05 - Posizionamento	pag.	177
9.06 - Dislivello	pag.	177
9.07 - Sviluppo	pag.	178

9.08 - Descrizione	pag. 180
9.09 - Scheda per l'accettazione a Catasto	pag. 182

10 - APPENDICI

10.01 - La declinazione magnetica nella topografia speditiva	pag. 185
.1 - Generalità sul fenomeno	" 185
.2 - Variazioni secolari	" 185
.3 - Variazioni stagionali	" 186
.4 - Variazioni diurne e notturne	" 186
.5 - Variazioni regolari a grande ciclo e anomalie locali	" 186
.6 - Conclusioni e suggerimenti operativi	" 189
10.02 - Strumenti celerimetrici di precisione	pag. 190
.1 - Generalità	" 190
.2 - La bussola topografica a cannocchiale	" 190
.3 - Il tacheometro	" 191
.4 - La stadia	" 193
10.03 - Schema tecnico-esplorativo delle cavità	pag. 197
.1 - Generalità	" 197
.2 - Dati da rilevare in cavità	" 197
.3 - Iconografia e scheda dati	" 197
10.04 - Cenni sul rilievo ipogeo prospettico	pag. 200
.1 - Generalità	" 200
.2 - Le diverse assonometrie	" 200
.3 - Disegni in assonometria	" 200
.4 - Rappresentazioni assonometriche delle cavità	" 202
10.05 - Note sul rilievo speleo-subacqueo	pag. 205
.1 - Generalità	" 205
.2 - Strumentazioni	" 205
.3 - Esecuzione pratica	" 205
.4 - Restituzione grafica	" 206
10.06 - Iconografia cartografica speleologica	pag. 209
.1 - Generalità	" 209
.2 - Cavità sotterranee naturali	" 209
.3 - Cavità sotterranee artificiali	" 210
10.07 - Glossario essenziale dei termini speleologici	pag. 211
.1 - Presentazione	" 211
.2 - Terminologie	" 211
10.08 - Leggi istitutive del Catasto	pag. 223
10.09 - Bibliografia essenziale	pag. 225
.1 - Premessa	" 225
.2 - Topografia	" 225
.3 - Cartografia	" 225
.4 - Strumentazioni	" 226
.5 - Rilievo ipogeo	" 226
.6 - Catasti speleologici	" 227

FURIO BAGLIANI

Ha iniziato l'attività esplorativa nel 1976, nel 1983 è entrato a far parte della Commissione Grotte «Eugenio Boegan» della Società Alpina delle Giulie, Sezione del C.A.I. di Trieste. Numerosi sono stati i suoi studi riguardanti cavità e zone carsiche della Regione. Ha contribuito alla pubblicazione di vari aggiornamenti catastali riguardanti il Catasto Friuli, revisionandone numerosi rilievi. Ha partecipato a congressi e convegni speleologici nazionali e regionali, presentando lavori e studi. Gli è stato assegnato, assieme a G. Nussdorfer, il premio per la migliore innovazione tecnico-strumentale ad un concorso svoltosi durante il V Convegno Regionale di Speleologia del Friuli - Venezia Giulia nel 1983.

È stato uno dei promotori della «Tavola rotonda sul rilievo ipogeo» tenutasi a Gorizia nel 1985, durante il VI Convegno Regionale.

Attualmente cura il Catasto delle grotte del Friuli della Commissione Grotte «E. Boegan», fa parte della Scuola Nazionale di Speleologia del Club Alpino Italiano quale Istruttore Nazionale. Partecipa a corsi sezionali, nazionali riguardanti temi tecnici e scientifici dell'attività speleologica. Negli ultimi due anni ha diretto un corso nazionale sul rilievo ipogeo e uno sulla ricerca archeologica nelle grotte.

Ha collaborato per la realizzazione del presente manuale per quanto concerne la parte topografica, il rilievo ipogeo, la sua iconografia e la restituzione grafica. Si è interessato inoltre dei problemi inerenti al posizionamento delle cavità ed alla definizione dei dati catastali.

MAURIZIO COMAR

Ha iniziato la sua attività speleologica nel 1980, dedicando i suoi intendimenti agli aspetti idro-geologici dei fenomeni carsici. Diversi sono stati gli studi ed i rilievi topografici da lui redatti in campo regionale; particolari ricerche le ha incentrate sull'area del cividalese, sul Carso Triestino, sull'altopiano del Monte Canin e sul Monte Coglians.

Laureandosi in scienze geologiche all'Università di Trieste, ha potuto approfondire gli studi su zone carsiche di particolari caratteristiche.

Fa parte del corpo docente della Scuola Nazionale di Speleologia del C.A.I. in qualità di Istruttore di Speleologia; numerose le sue partecipazioni a corsi, seminari e convegni sulla tematica del rilievo ipogeo in qualità sia di allievo che di docente. Assidua è la sua frequenza a convegni di speleologia ed assemblee a livello nazionale e regionale. Attualmente collabora a ricerche interdisciplinari a corsi con diversi gruppi grotte regionali; studia e ricerca nelle zone carsiche della Regione con la Società di Studi Carsici «A. F. Lindner» di Fogliano - Redipuglia (GO) di cui, attualmente, è il Presidente.

Nel presente manuale ha curato principalmente la cartografia e le problematiche inerenti ai rilievi tecnici, a quelli di tipo prospettico e speleo-subacqueo.

FRANCO GHERBAZ

Classe 1940, speleologo ed alpinista, è socio della Commissione Grotte «E. Boegan» dal 1956 e da sempre segue con particolare interesse i problemi relativi alla speleotopografia ed è anche autore di vari saggi sull'argomento. Attualmente alterna la pratica speleologica con l'alpinismo (è socio accademico del C.A.I. e istruttore di roccia della sezione del CAI XXX Ottobre di Trieste).

Negli anni scorsi ha eseguito varie campagne per il rilevamento di precisione della zona carsica del Monte Canin ed il posizionamento delle principali cavità della zona.

È il principale autore degli argomenti inerenti le strumentazioni topografiche sia per rilievi tipo speditivo e celerimetrico che per quelli di precisione. Si è interessato al campo topografico nel rilievo ipogeo ed al fenomeno del magnetismo terrestre con le problematiche inerenti alla declinazione magnetica. Indispensabile è stato il suo lavoro di coordinamento redazionale di questo volume.

GIACOMO NUSSDORFER

Si è avvicinato al mondo della speleologia nel 1974 frequentando un corso sezionale promosso dalla Società Adriatica di Scienze - Sezione Geospeleologica, nella quale ha svolto la sua attività esplorativa e di ricerca fino al 1982. Nel 1983 è entrato a far parte della Commissione Grotte «E. Boegan» nella SAG dove svolge tuttora la sua attività.

Dopo numerosi studi, articoli e pubblicazioni inerenti la geomorfologia, si è dedicato alla ricerca nel campo catastale e del rilievo topografico in grotta.

Dal 1987 ricopre l'incarico di Curatore del Catasto Regionale delle Grotte del Friuli - Venezia Giulia e di Responsabile regionale del Catasto Nazionale della S.S.I..

Fa parte dei quadri permanenti della Scuola Nazionale di Speleologia del C.A.I. in veste di Istruttore di Speleologia, dedicandosi in specialmodo all'insegnamento del rilievo speleologico.

È direttore responsabile della rivista «Progressione» organo tecnico-esplorativo della Commissione Grotte «E. Boegan» e collabora con molte riviste del settore, cura inoltre la pubblicazione degli Aggiornamenti catastali del Friuli.

Attualmente è membro del Consiglio Direttivo della Commissione Grotte, e fa parte della Commissione Regionale per la Speleologia.

Ha collaborato per la stesura del presente testo per quanto concerne la storia e l'attuale organizzazione del Catasto Regionale e di quello Nazionale. Minuziosa ed approfondita è stata la sua ricerca nella definizione delle terminologie del glossario speleologico.

