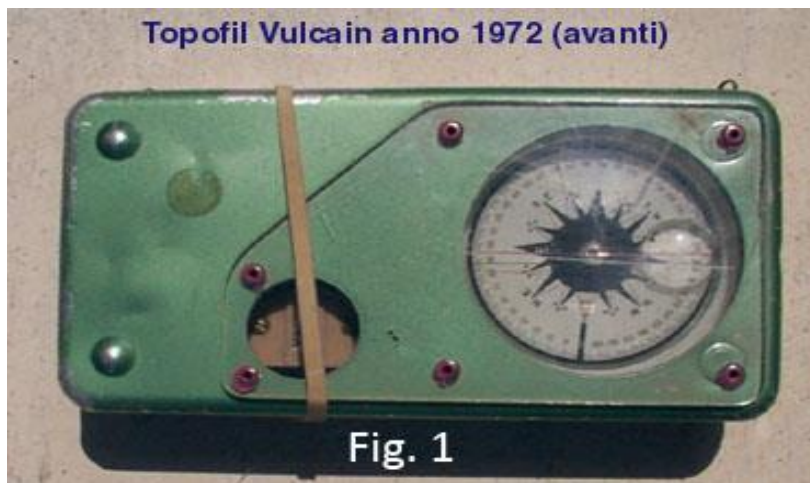


TOPOFIL VULCAIN: UNO STRUMENTO PER IL RILEVAMENTO TOPOGRAFICO IN GROTTA RAPIDO, FACILE, PRECISO

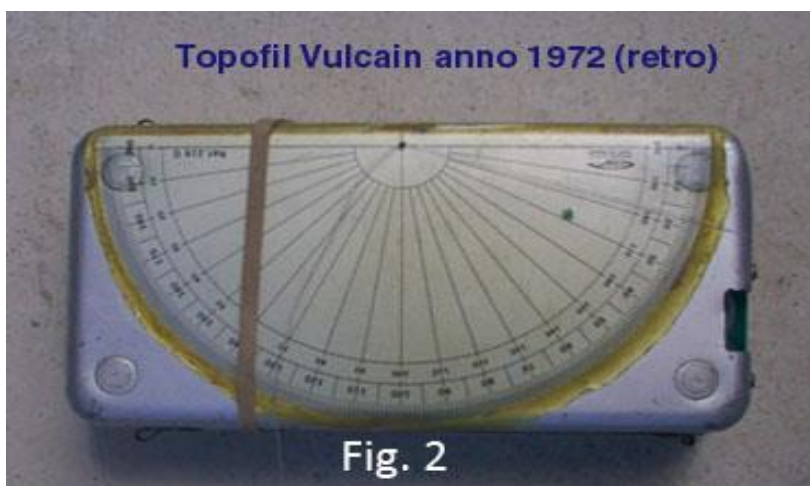
Migliore del DistoX

CARATTERISTICHE

Il "topofil" apparve in Francia già negli anni '60 del secolo scorso, ma serviva solo per misurare le distanze da caposaldo a caposaldo, in continuità. Di fatto era una scatola che conteneva un rocchetto di filo di cotone bianco, tipo quelli da cucito, che, prima di uscire dal contenitore veniva avvolto in un tamburo collegato ad un contagiri. Attraverso un'opportuna taratura delle dimensioni del tamburo si potevano calcolare le distanze svolgendo il filo fra caposaldo e caposaldo. La precisione era dello 0,5 %; molto elevata!



Posizionato il filo di cotone fra caposaldo e caposaldo si evidenziava materialmente un tratto di poligonale, rispetto al quale ci si può riferire sia per calcolare l'inclinazione (con un inclinometro separato) che la declinazione magnetica (con una bussola separata).



Dopo successive evoluzioni e perfezionamenti il Topofil, per merito del Gruppo Speleologico Vulcain di Lione, divenne, nel 1972, una sola scatola contenente il rocchetto del filo, il contagiri, la bussola e l'inclinometro (**Figura 1** e **Figura 2**).

Negli anni che seguirono vennero realizzate nuove versioni, nel tentativo di migliorare l'edizione del 1972. Ma con scarso successo.

Topofil Vulcain anno 2000 (avanti)

Fig. 3



Sempre ad opera del G.S. Vulcain nel 2005 si arrivò ad una ancora più evoluta conformazione della scatola e del suo contenuto, modificato soprattutto nella precisione delle componenti e nella facilità di lettura dei dati (**Figura 3** e **Figura 4**). In un solo strumento di 18 x 9 x 5 cm del peso di 500 g c'è tutto: bussola, inclinometro e "cordella metrica".

Con il Topofil, al limite, un solo operatore può rilevare ogni tipo di grotta, portandosi qualche rocchetto di filo da cucire in più, dei chiodini d'acciaio, un piccolo martello, un blocco notes e una matita. Non serve altro.

La velocità di avanzamento è incredibile, e altrettanto incredibile la precisione. In grotta si lascia solo un filo di cotone che, essendo biodegradabile, in poco tempo scompare.

MODO D'USO

Scelta dei caposaldi

La scelta dei caposaldi della poligonale è molto semplificata: può essere una piccola asperità su una roccia, sulle pareti o sul soffitto, la punta di una stalagmite o stalattite, un piccolo chiodo infisso su una fessura o foro. Basta avvolgerci il filo è il gioco è fatto.

Modo di procedere

Scelto il primo caposaldo, dove si fissa il capo del filo di cotone, e annotato il numero letto sul contagiri, si avanza nella grotta (galleria orizzontale o inclinata, pozzo in libera o inclinato, cunicolo o meandro, salone senza problemi per le sue dimensioni) finché non s'individua il secondo caposaldo.

Distanza fra le battute

Se la situazione lo permette, si possono fare battute di decine di metri, se non di centinaia di metri.

Se si è in un cunicolo, anche molto ristretto, non c'è problema a fare battute, anche piccole, di poche decine di metri.

Se si è in un pozzo, fissato opportunamente il filo su un caposaldo posto alla sommità, si attacca il Topofil in cintura e si scende (o si sale) fintanto che il filo può distendersi senza toccare le pareti.

Topofil Vulcain anno 2000 (retro)

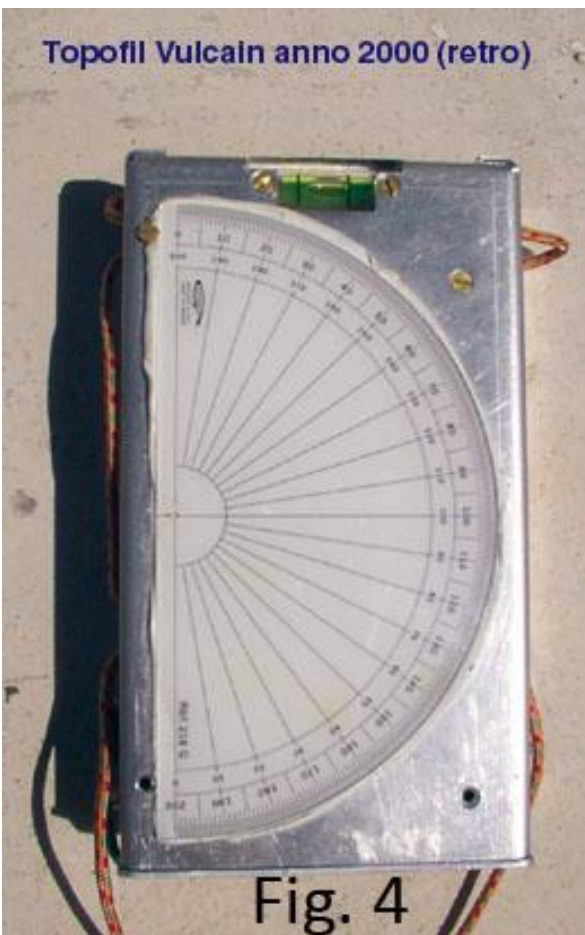


Fig. 4

Misurazioni

Scelto il caposaldo successivo, prima di fissarvi il filo, ma tenendo conto della sua posizione, si misura la declinazione magnetica (Y), mettendo lo strumento piatto con la parte “avanti” verso l’alto (**Figura 3**): si fa coincidere il filo, teso verso il primo caposaldo, con il centro della bussola, leggendo i gradi con l’aiuto della lente d’ingrandimento. La precisione della lettura è aumentata perché la bussola ha una graduazione di 400° anziché 360°. L’errore sta intorno all’1 %.

Poi si mette verticale lo strumento e si posiziona il filo teso al centro del goniometro (**Figura 4**, c’è un piccolo aggancio apposito) e, facendo riferimento alla bolla della livella, si leggono i gradi d’inclinazione (Z), positivi o negativi che siano. Anche in questo caso l’errore si aggira intorno all’1 %.

A questo punto si porta il Topofil in prossimità del caposaldo prescelto e si legge e trascrive il numero sul contagiri (X): facendo la differenza con il numero letto all’inizio e moltiplicando per il diametro del tamburo si ha la distanza fra i due capisaldi. La precisione è dell’ordine dello 0,5 %.

NB: la misura della distanza (X) in tratti molto inclinati (vicini alla verticale), è ottenuta con una certa difficoltà. Ma l’errore è minimo data la piccola distanza fra i caposaldi. Il problema può essere eliminato se si posizionano i caposaldi uno sulla verticale dell’altro (seguire la livella incorporata). In tal modo si elimina la coordinata X e di conseguenza anche il potenziale errore.

I tratti verticali sono poi collegati con poligonali inclinate dove le misurazioni sono facilitate.

Fra l’altro questo modo di operare evita che nella restituzione grafica, specie se digitale, i pozzi articolati possano apparire come “scivoli”, dove sembra che si possa discendere anche senza attrezzi.

Si opera anche da soli

Con il Topofil si può operare anche da soli. Il rilevamento delle tre coordinate spaziali X, Y, Z per costruire la poligonale di base non crea problemi, poiché il senso della rilevazione è sempre lo stesso, evitando quell’errore sempre in agguato quando si avanza alternando il verso del traguardo.

Il Topofil ti permette e ti facilita anche, sempre in solitaria, la rilevazione esatta della morfologia delle porzioni di grotta fra caposaldo e caposaldo. Infatti, dopo aver preso le coordinate spaziali e fissato il filo fra due caposaldi, con tutta tranquillità e facilità, vedendo esattamente il filo disteso, si può misurare, rispetto a posizioni intermedie, la distanza della pareti, dal pavimento e dalla volta. Con ciò si riesce a ricostruire lo sviluppo di gallerie, pozzi, cunicoli, ecc. e la precisione della ricostruzione grafica è tanto maggiore quanto più numerose sono le rilevazioni intermedie fra caposaldo e caposaldo.

A titolo d’esempio sono riuscito, da solo, a fare la topografia del tratto finale della Grotta di Monte Cucco, dal fondo del PX al sifone finale sotto il Pozzo Franco, circa 300 m di dislivello per uno sviluppo planimetrico di 2 km.

Restituzione degli aspetti morfologici

Uno degli scopi principali del rilevamento topografico in grotta è di rappresentarvi gli aspetti morfologici e gli speleotemi. Pertanto oltre la raccolta dei dati per costruire la poligonale, fondamentale, occorre riportare sul blocco notes le morfologie che caratterizzano la grotta, magari con il disegno di un opportuno numero di sezioni trasversali, indicando con simbologie opportune gli aspetti parietali, le sedimentazioni, la litogenesi e le cristallizzazioni. Sempre con simbologie adeguate è indispensabile annotare piccoli dislivelli, la posizione di pozzi e di camini.

Composizione della squadra di rilevamento

Una squadra di rilevamento adeguata è composta di due operatori. Il primo utilizza il Topofil, prendendo le coordinate base per la poligonale, che memorizza in un blocco notes. Il secondo agisce lungo il filo teso fra due caposaldi per disegnare sezioni trasversali (magari con un misuratore di distanza laser), aspetti morfologici e speleotematici (e ogni altra situazione degna di essere annotata). Per guadagnare tempo è ovviamente possibile che i due operatori agiscano in contemporanea, uno sul tratto di poligonale già preparato e misurato e l'altro sul tratto successivo da allestire.

E' sicuramente da considerare positivo l'uso di un dispositivo mobile tipo Smart phon o Tablet per la memorizzazione dei dati numerici e l'elaborazione 3D della poligonale in tempo reale (molto utili anche per verificare eventuali errori di rilevazione e/o di fuorvianti restituzioni grafiche).

VALUTAZIONI

Velocità d'avanzamento

Non è possibile quantizzare la velocità di avanzamento della topografia con il Topofil, essendo legata a troppi fattori propri del sistema sotterraneo che si rileva. Ma in base alle mie esperienze con una pletera di strumenti diversi (compreso il DistoX), in molte cavità, a diversa morfologia, il Topofil è lo strumento di più rapido, semplice e sicuro utilizzo.

A titolo d'esempio il rilievo della Buca di Faggeto Tondo, sistema carsico molto articolato di 3 km di sviluppo planimetrico e 400 m di dislivello, è stato completato in 10 ore di lavoro effettivo.

Uso di strumenti ottici e precisione (DistoX)

Il DistoX utilizza un sistema laser per misurare le distanze e come riferimento per misurare l'azimut e l'inclinazione. Questo tipo di "ottica" ha dei problemi dovuti allo "scopo" dove far "riflettere" il raggio: il rendimento e la precisione dipendono anche dal suo colore. E in grotta non è facile trovare una parete con il colore adatto. Sarebbe quindi opportuno portarsi dietro uno scopo adatto, da usare di volta in volta.

Il DistoX ha una precisione superiore a ogni altro strumento per il rilevamento topografico. Tuttavia tale precisione può essere ottenuta completamente solo se lo strumento è posto su un supporto stabile e rigido, di non facile utilizzo e trasporto nell'ambiente sotterraneo. Supporti di semplice appoggio alle pareti non evitano il brandeggio del raggio laser, brandeggio che è fonte d'imprecisione ed errore.

Topofil: margine d'errore

Con questo strumento è stata rilevata più volte, spesso da un solo operatore, quasi tutta la Grotta di Monte Cucco e molte altre grotte dell'Umbria e delle Marche. La precisione è tale che, anche dopo chilometri di poligonale, gli errori sono di qualche metro al massimo.

L'ingresso del Pozzo del Nibbio è stato trovato a seguito del rilevamento con il Topofil (qualche decimetro di errore su 780 m di poligonale; lo 0,3 %).

Analogamente è stato localizzato l'ingresso nord della Grotta di Monte Cucco, con poche decine di centimetri di scostamento su 1320 m di poligonale complessa e accidentata: un errore dello 0,5 %.

L'ultimo rilievo del GS CAI Perugia (2018) della Grotta di Monte Cucco (DistoX), per il vecchio fondo dà 917 m di profondità. I rilievi eseguiti negli anni settanta, ripetuti più volte negli anni ottanta e novanta, tutti con il Topofil, danno una profondità di 922 m! E probabilmente questo è il risultato più veritiero.

CONFRONTO TOPOFIL/DISTOX

Velocità, semplicità e affidabilità nel rilevamento dei dati

Apprendere l'uso corretto del **Topofil** richiede pochissimo tempo ed è molto facile.

Con questo strumento:

1. *la procedura di misurazione è affidabile, al riparo dagli errori;*
2. *Il corretto posizionamento dei caposaldi e tutto il proseguo delle manovre di rilevazione fanno parte di uno schema lineare, facilmente eseguibile;*
3. *non occorre alcun supporto per stabilizzarlo lo, sia in ambienti grandi, sia in cunicoli, sia in tratti verticali;*
4. *è garantita la solidità, il minimo ingombro, la facilità di trasporto in tutte le situazioni, l'isolamento dall'ambiente ipogeo;*
5. *la pulizia può essere fatta, all'evenienza, con piccole azioni con stracci e spugnette bagnate;*
6. *tutte le componenti sono meccaniche, non soggette alle influenze negative dell'umidità, del fango e del bagnato;*
7. *non vi sono batterie che temono le basse temperature, l'umidità e il bagnato;*
8. *non ci sono ottiche influenzabili dal fango e dall'umidità;*
9. *la memorizzazione dei dati è semplice e veloce.*

Con il **DistoX** tutto questo non è altrettanto facile da ottenere, anzi sopravvengono spesso inconvenienti legati alle componenti elettroniche, alle batterie e alle ottiche.

Ricostruzione della speleomorfologia: acquisizione delle misure e restituzione grafica

Con il **Topofil** la raccolta dei dati intermedi ai caposaldi, vista la presenza del filo teso fra di essi, è facilmente individuabile, misurabile e collocabile con esattezza: qualsiasi punto delle pareti, del soffitto e del pavimento, ogni forma, sedimentazione, affossamento, camino e presenza d'acqua è posizionabile rispetto allo scheletro della poligonale.

Ciascuno di questi elementi può essere posizionato con precisione nello spazio misurando le tre coordinate che occorrono:

1. *distanza da un caposaldo misurata lungo il filo,*
2. *distanza ad angolo retto rispetto alla direzione del filo dell'elemento da collocare nello spazio,*
3. *angolo fra quest'ultimo segmento rispetto all'orizzontale.*

Operazione che con un modesto misuratore di distanze (laser, ma forse meglio a ultrasuoni per evitare problemi con le ottiche) si risolvono con facilità e in breve tempo.

Dotata la costruzione della poligonale di una serie queste collocazioni nello spazio, si può ricostruirci attorno la Grotta, con tutte le sue caratteristiche ed emergenze, fra cui le sezioni trasversali così adatte a rappresentare gli aspetti geomorfologici del sistema sotterraneo.

Tutto ciò con il **DistoX** non è altrettanto semplice; anzi questo strumento invoglia a tralasciare la ricostruzione corretta degli ambienti sotterranei, per puntare invece alle sole misurazioni di profondità e lunghezze.

Pertanto, in conclusione, anche per questo aspetto il DistoX è decisamente inferiore al Topofil, che, per contro, invoglia a perseguire una ricostruzione realistica e morfologicamente adeguata (fra l'altro, l'analisi geomorfologica è fondamentale per definire la speleogenesi della grotta che si sta rilevando e i meccanismi che in generale portano alla nascita e all'evoluzione dei sistemi sotterranei carsici).

IL RILIEVO DELLA GROTTA DI MONTE CUCCO ESEGUITO DAL G. S. CAI PERUGIA NEL 2018: *un esempio di quanto l'uso del DistoX può distorcere e falsificare la realtà*

Una plastica rappresentazione delle forme di negatività nel ricostruire la realtà della morfologia carsica ipogea è contenuta in questo rilievo, eseguito interamente con il **DistoX**, anche ripetendo la rilevazione nelle parti della grotta eseguite precedentemente con metodi tradizionali, soprattutto **Topofil** o **Bussola Brunton** (con inclinometro) su treppiede amagnetico (vedi www.cens.it : attività in montagna-speleologia-grotte).

Dal confronto, anche superficiale, delle zone comuni dei due rilievi risalta con evidenza la differenza di leggibilità e d'informazione: il rilievo con il **DistoX** del 2018 è confuso e a volte incomprensibile.

Per contro i numeri principali – profondità, lunghezze, coordinate dell'ubicazione dei luoghi fra cui quelle degli ingressi – sono del tutto uguali. Ad esempio, si dà una profondità totale di 917 m quando quella rilevata con il **Topofil** nel 1974 è di 922 m (verrebbe da dire: tanto lavoro per rilevare una differenza di soli 5 m!?). E non è detto che il rilevamento più recente sia anche il più corretto.

Per essere più precisi e specifici prendiamo la **Figura 5** dove è presentata una porzione del rilievo del 2018 (Pozzo del Gitzmo + PX + diramazioni circostanti) estratta dal rilievo pubblicato sul sito Web del GS CAI PG.

Gli aspetti falsificanti, fuorvianti o, almeno, riduttivi che vi emergono sono molteplici, molti legati alle insite caratteristiche dello strumento, altri all'incapacità degli operatori di prenderne coscienza e, quindi, di correggerli ed eliminarli in sede di restituzione.

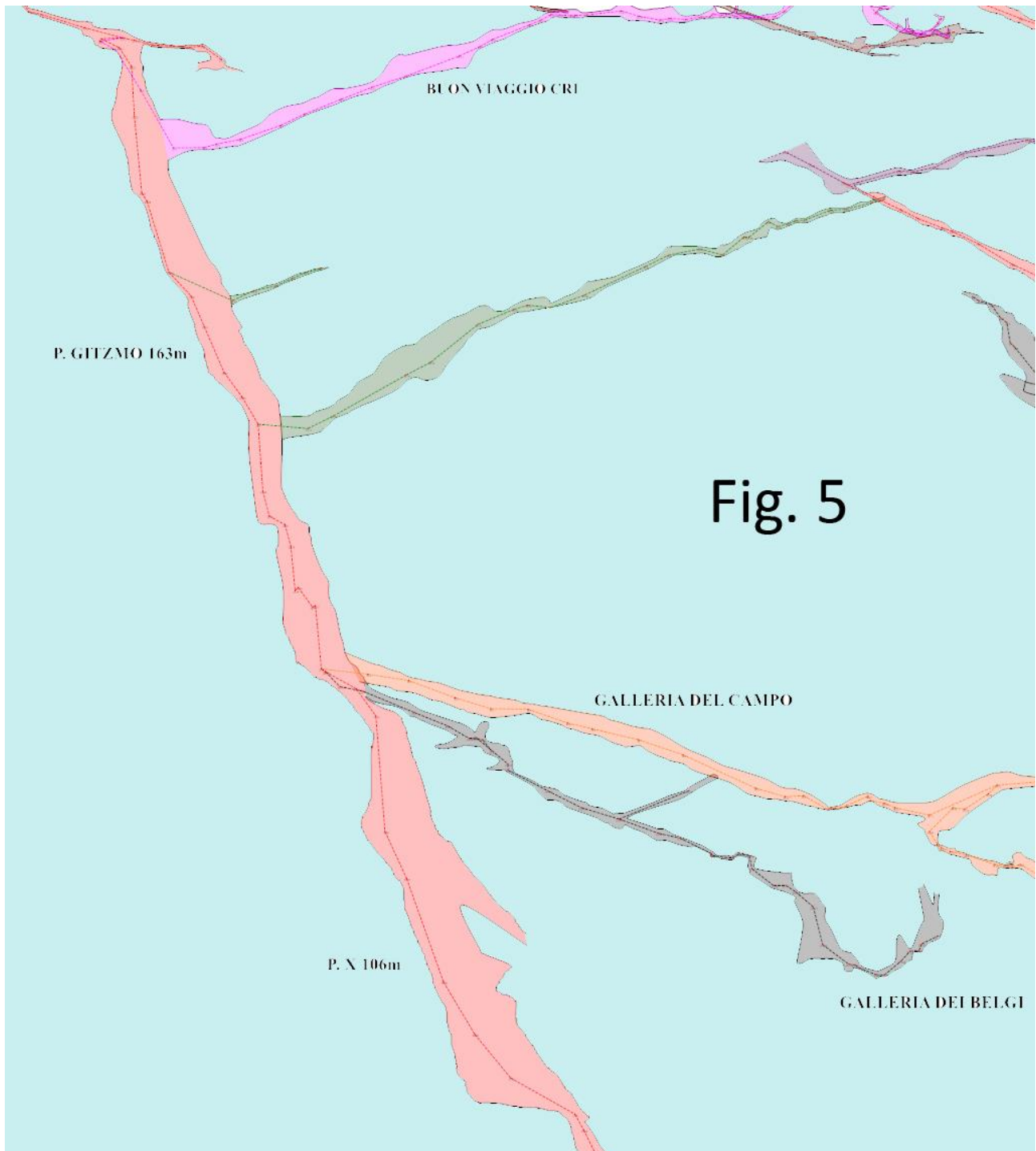
Prima valutazione: non corrispondenza in sezione fra andamento reale e quello rappresentato graficamente

Il rilievo con **DistoX** dà un'idea poco corretta dell'andamento in verticale della cavità. Infatti, dalla sezione di **Figura 5**, sembrerebbe che i due pozzi non siano verticali, ma piuttosto inclinati.

Ma la realtà è ben diversa: i due pozzi sono una successione di tratti verticali alternati da scivoli, e nel complesso si ha uno sviluppo elicoidale, specie nel PX (dopo il primo tratto nel vuoto, si raggiunge la parete opposta a quella di partenza!)

Tale sviluppo del sistema carsico è dovuto al fatto che i due grandi pozzi si sviluppano lungo una faglia verticale. Dal rilievo qui sopra esposto sarebbe da interpretare invece che la faglia è inclinata: ecco un primo elemento sbagliato e fuorviante (specie dal punto di vista geomorfologico). Sembra evidente che gli operatori si siano dimenticati di questo aspetto scientifico, forse per ignoranza geologica.

Anche dal punto di vista tecnico, il rilievo con **DistoX** fa ritenere che la progressione sia lungo una parete inclinata, mentre si svolge in gran parte nel vuoto. Anche in questo caso l'inesperienza degli operatori in campo tecnico non ha permesso di comprendere la necessità di una modifica nella restituzione del rilievo.



In **Figura 6** (Pozzo del Gitzmo) è contenuta l'evidenza dell'errore commesso nella ricostruzione del rilievo, anche indotto - ripeto - dalle caratteristiche dello strumento usato. La documentazione fotografica rende giustizia inconfutabilmente della realtà!

Ricordo ancora una volta che il **Topofil** è più facilmente propenso a far acquisire dati e informazioni, favorendo una rappresentazione grafica finale corretta e coerente con la realtà, spurgata dalle deformazioni che un'elaborazione forzatamente digitale induce a subire.

E' giusto ricordare ancora una volta - poiché fino a prova contraria la Speleologia è una disciplina scientifica - che il rilievo topografico è il primo passo fondamentale su cui basare ogni studio della grotta. E' una ricerca scientifica in campo geografico! Alla portata di qualsiasi speleologo.



Fig. 6



Fig. 7

Seconda valutazione: il rilievo di Figura 5 non contiene alcuna indicazione sulla speleomorfologia e sui speleotemi

L'indicazione sulle morfologie che caratterizzano la cavità non sono in alcun modo riportate. Infatti, ad esempio, non v'è traccia di sezioni trasversali dislocate lungo l'asse del sistema sotterraneo.

Sotto il Pozzo del Gitzmo e all'inizio della Galleria dei Belgi c'è un deposito stratificato (e varvato) di sedimenti fluitati che è testimonianza fondamentale per la ricostruzione degli eventi che hanno portato alla genesi del sistema sotterraneo.

Nella Galleria dei Barbari (non contenuta nella **Figura 5**) ci sono delle stratificazioni di Gesso e Alluminite che contengono informazioni scientifiche di rilevanza straordinaria sui meccanismi e sui tempi che portano alla formazione dei sistemi carsici (**Figura 7**).

Tutti i grandi pozzi sono caratterizzati da accumuli di materiale clastico, molto indicativi rispetto all'origine dei vuoti carsici e alle possibilità di prosecuzione (ingresso del Pozzo del Gitzmo e fondo del PX).

Rappresentare l'idrografia che interessa la grotta nel rilievo è estremamente facile e fortemente indicativo, sia dal punto di vista degli studi idrogeologici sia per motivi di sicurezza.

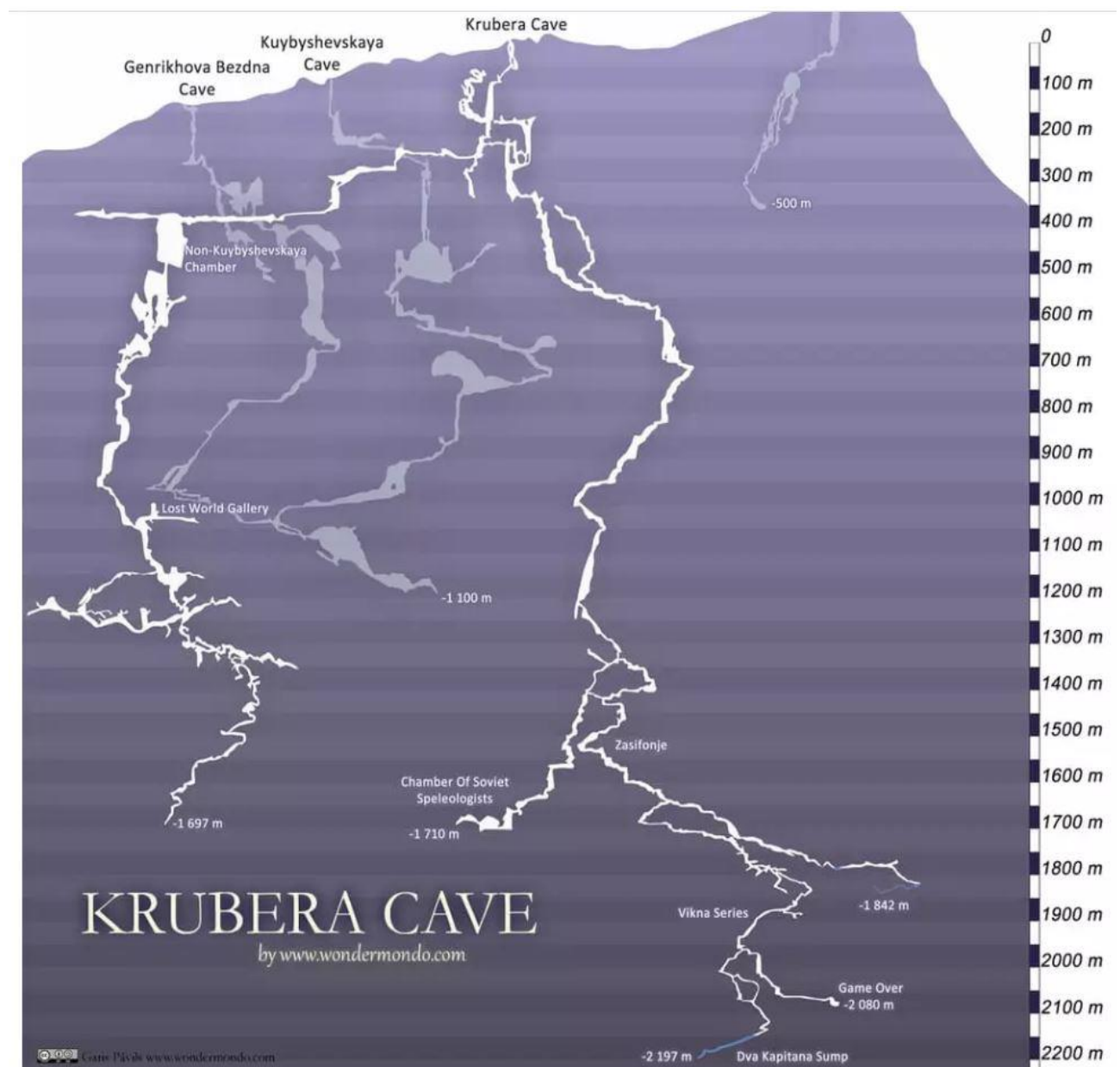
Depositi, sedimentazioni accumuli clastici, idrografia possono essere rappresentati facilmente nel rilievo. Ritengo che ciò non sia stato fatto a causa, soprattutto, della mentalità operativa che induce il **DistoX**, più propenso a testimoniare record di profondità e di lunghezza piuttosto che a produrre una documentazione utile alla ricerca speleologica.

Terza valutazione: incredibile confusione nella rappresentazione di gallerie e pozzi adiacenti

Nelle zone complesse - con molte diramazioni, con sviluppi concomitanti, con aree sovrapposte - il **DistoX** e la successiva elaborazione digitale, se non si prendono provvedimenti preventivi, portano facilmente a un rendering (restituzione) con rappresentazioni incomprensibili: il rilievo topografico è nato in speleologia anche per permettere di orientarsi nelle vie sotterranee che si vogliono percorrere e non si conoscono! Le diverse colorazioni delle ramificazioni, così facilmente inseribili con l'elaborazione digitale, sono spesso fonte di confusione e interpretazioni erronee.

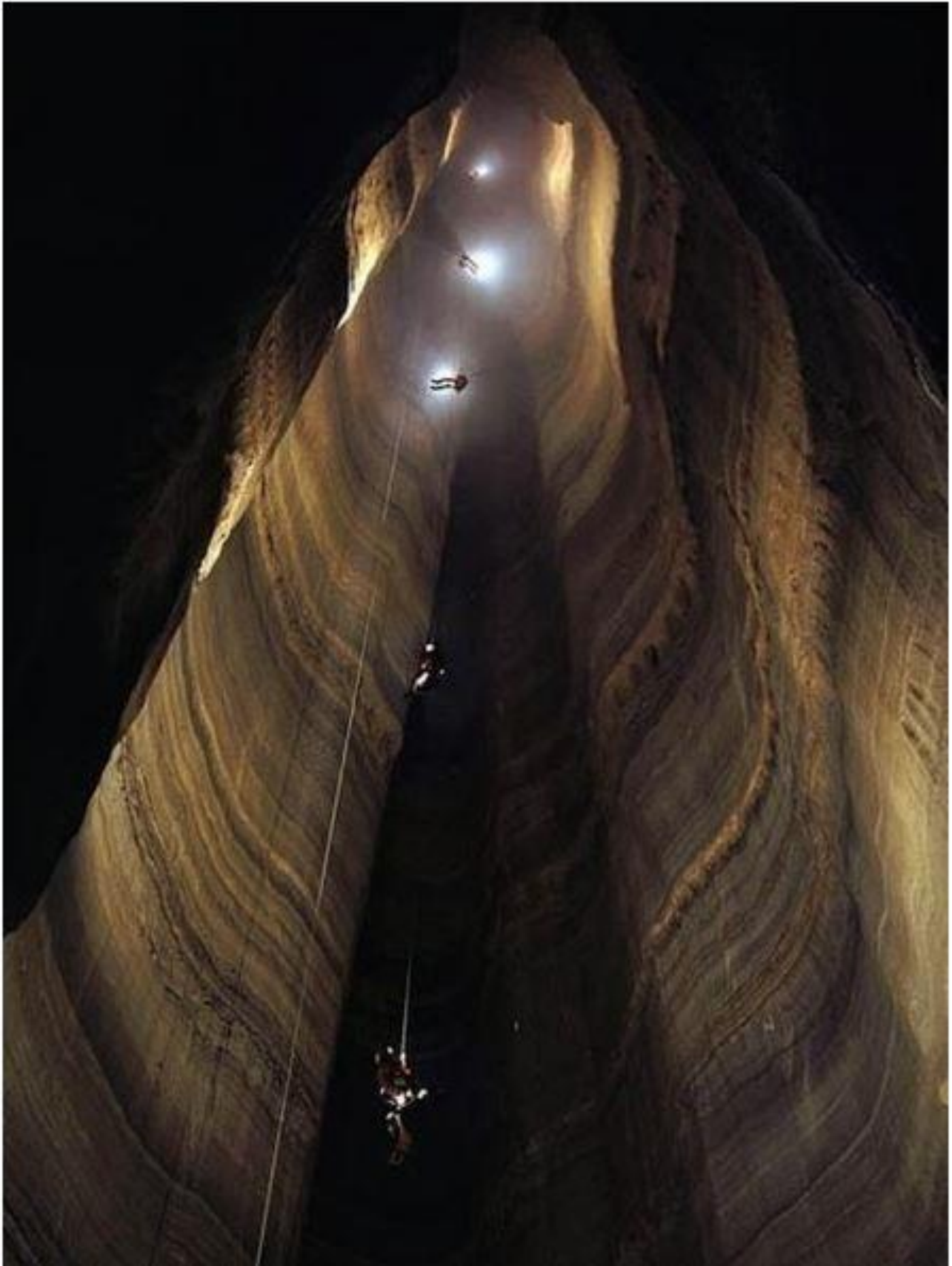
IL RILIEVO DELLA GROTTA KRUBERA: *un esempio di corretta restituzione topografica*

Il rilievo topografico della Grotta Krubera, qui sotto rappresentato in sezione, realizzato sicuramente con strumentazione ottica (probabilmente **DistoX**) ed elaborazione digitale, è un



Plan of Krubera Cave - the deepest cave on Earth / Drawing is based on a drawing in "Encyclopedia of Caves" and several other schemes, CC BY-SA 3.0

quadro sinottico dove, con un solo colpo d'occhio, s'intuiscono le caratteristiche topografiche e morfologiche dell'intero carsismo della straordinaria area carsica della Georgia (Caucaso occidentale), i cui aspetti speleogenetici sono tanto significativi quanto spettacolari (vedi Foto sottostante). Aspetti che non è facile rappresentare nella topografia, se non con sezioni trasversali.



E' un rilievo eseguito alla tradizionale, consolidata, maniera che dà, al tempo stesso, informazioni geografiche e morfologiche, con estrema semplicità e senza presuntuose ridondanze. Nella topografia si vedono i pozzi cascata, le retroversioni, le catture e le meandrificazioni, anche se non vi è riprodotta alcuna sezione trasversale. Nessuna confusione è possibile fra i diversi tratti del sistema sotterraneo. Facili da individuare i diversi percorsi possibili. Si comprende anche la natura della sua origine epigenica. Di grande efficacia anche la rappresentazione, in trasparenza, dei fenomeni carsici adiacenti.

Il tutto sullo stile codificato emblematicamente da Paul Courbon nella sua pubblicazione "Atlas des Grands Gouffres du Monde" (1979, Editions Jeanne Laffitte-Marseille). Courbon, un ingegnere dell'IGN (Istituto Geografico Nazionale francese), è anche uno dei rilevatori della Grotta di Monte Cucco; con il Topofil!

Facendo un raffronto fra rilievo della Krubera, le topografie contenute nell' Atlas di Courbon e la ridondante, presuntuosa, confusa, errata, distorsiva opera del GS CAI Perugia si comprende che non basta possedere un DistoX per fare un corretto rilievo in grotta.

Comunque anche nel rilievo della Krubera poteva essere apportato qualche miglioramento, per rappresentare in qualche modo le straordinarie morfologie della grande grotta caucasica, come quella, per esempio, riportata nella foto soprastante. Ci rendiamo conto che non sempre è possibile, anche perché inserire forzatamente troppi elementi può alla fine risultare controproducente.

In conclusione: non esiste tuttora uno strumento di rilevamento topografico in grotta superiore al Topofil.

Villa Scirca (Sigillo – PG)
7 aprile 2020

Francesco Salvatori
*Coordinatore Gruppo di Studio
Materiali e Tecniche SNS CAI*