



# BOLETÍN INFORMATIVO DE LA COMISIÓN DE GEOSPELEOLOGÍA Federación Espeleológica de América Latina y el Caribe -FEALC-

*[Geospeleology Commission Newsletter,  
Speleological Federation of Latin America and the Caribbean]*

**No. 26, Abril 2002**

*Coordinador:* Dr. Franco Urbani

Sociedad Venezolana de Espeleología. Apartado 47.334, Caracas 1041A, Venezuela.

Telefax: (58)-212-272-0724, Correo-e: urbani@cantv.net

*Este Boletín es de carácter informal -no arbitrado- preparado con el objetivo de divulgar rápidamente las actividades geoespeleológicas en la región de la FEALC. Sólo se difunde por vía de correo electrónico. Es de libre copia y difusión y explícitamente se recomienda a quienes lo reciban que a su vez lo reenvíen a otros posibles interesados, o lo incluyan en páginas web. Todos los números anteriores están disponibles. Igualmente se pide que obtengan copias en papel para incluirlas en las bibliotecas de sus grupos espeleológicos. Se solicitan contribuciones de cualquier tipo y extensión para su divulgación.*

## Índice

**Le Grotte. Giovanni Badino**

**1-22**

## **LE GROTTTE**

**Giovanni BADINO**

Dipartimento di Fisica Generale, Università di Torino. Italia  
Associazione La Venta

### **Capitolo: Origini e Forme delle Grotte**

#### **Cosa sono le grotte?**

Sono vasti reticoli di cavità naturali che esistono all'interno di certe montagne; a volte esse arrivano sino alla superficie esterna formando tenebrosi ingressi dai quali possiamo entrare a visitare o ad esplorare questi mondi bui percorsi solo da aria ed acqua.

Ma attenzione: la grotta è nell'interno del monte e in genere per evolversi non ha affatto bisogno di ingressi percorribili. Per questo motivo è probabile che conosciamo solo una minima parte delle grotte realmente esistenti visto che la maggioranza sono in realtà inaccessibili: all'esterno arrivano indizi che ci permettono di capire che la montagna è piena di gallerie, ma entrarci può essere impossibile.

La massima parte delle grotte che conosciamo è scavata in rocce carbonatiche (*calcari e dolomie*) che sono costituite principalmente da miscele di due sali lentamente solubili in acqua: carbonato di calcio e carbonato di magnesio.

#### **Cosa sono le rocce carbonatiche?**

Si tratta di grandi masse di carbonato di calcio e magnesio depositate sul fondo di antichi mari.

I piccoli organismi che compivano il loro ciclo vitale in prossimità della superficie del mare vi cadevano poi al fondo quando morivano, formando depositi di ogni sorta di residui organici (soprattutto gusci e scheletri) spesso cementati dalla deposizione diretta dei carbonati se l'acqua finiva per risultarne sovrassatura<sup>1</sup> (note a pag. @@). Le vicissitudini geologiche delle decine di milioni di anni successivi hanno poi trasformato questi depositi in rocce e li hanno fatti emergere all'aria.

La variabilità delle condizioni di deposizione, dei tipi di organismi e dei successivi eventi geologici capaci di indurire radicali trasformazioni fa sì che le rocce carbonatiche abbiano caratteristiche molto diverse l'una dall'altra.

### ***Per quale motivo si formano le grotte?***

Il motivo fondamentale è che la roccia in cui sono scavate non è adatta a resistere ai milioni di anni di piogge che subisce perché è piuttosto tenera e, soprattutto, è *solubile nell'acqua*.

I ruscelli, all'esterno, incidono la montagna formando pareti, forre, canali; quando invece riescono a penetrare all'interno della roccia, attraverso sistemi di fratture, formano le grotte.

Il processo di scioglimento della roccia in acqua, nei dettagli, è molto complesso: dipende dalla temperatura (cioè dal clima, attuale e passato), dalla quantità di anidride carbonica che è disciolta in acqua, dalla portata dei ruscelli che penetrano nel sottosuolo, dal tipo di roccia, dal suo stato di fratturazione.

Il ruolo dell'anidride carbonica è molto importante perché essa acidifica l'acqua rendendola più "aggressiva", cioè maggiormente capace di sciogliere la roccia. Di massima le acque fredde possono contenere molta più anidride carbonica di quelle calde, dato che la solubilità dei gas decresce con la temperatura. Perciò, in assenza di vegetazione, le acque fredde sono più aggressive di quelle calde.

D'altra parte la vegetazione prolifera col caldo, e produce proprio anidride carbonica; per questo le acque che attraversano i suoli tropicali, saturi di questo gas, diventano molto aggressive e capaci di incidere terribilmente la roccia sottostante.

Grosso modo si può dire che il processo di scavo di una montagna è il risultato della competizione fra le condizioni che provocano lo *scavo* delle grotte (passaggio di acque non sature di sali, e perciò aggressive) e quelle che causano il loro *riempimento* (acque sovrassature di sali disciolti e di materiali fluitati che si depositano).

### ***Che forme hanno le gallerie delle grotte?***

Ci sono tre forme di base che riflettono tre diverse origini: forme *vadose*, *freatiche* e *di crollo*.

Le *forme vadose* sono originate dallo scorrimento di ruscelli: si tratta in sostanza di piccoli *cañon* chiusi in alto. Sono gallerie larghe quanto i ruscelli che le hanno formate (da pochi centimetri a qualche metro) e alte da pochi decimetri a centinaia di metri, a seconda anche dell'altezza delle fratture lungo le quali ha avuto inizio il trasporto del ruscello. E' un tipo di gallerie che si incontra di frequente nelle parti più alte delle montagne, dove l'acqua appena entrata scava con energia.

Le *forme freatiche* hanno invece origine da scavi subacquei, nella falda acquifera, cioè al di sotto delle risorgenze. Là sotto l'acqua non cade ma migra lentamente su e giù verso le risorgenze, scavando tutt'attorno a sé. Ecco allora che le gallerie freatiche che si formano sono tondeggianti, in genere allungate lungo l'asse della frattura che, in origine, aveva iniziato il trasporto dell'acqua. I diametri tipici di esse vanno da pochi decimetri a qualche metro. La superficie delle pareti, nell'insieme lavorata a "tutto tondo", in dettaglio appare scavata come da grosse sgorbie, a cucchiariate (*scallop*).

Le *forme di crollo* hanno origine invece dal pluri-millenario franare di volte e pareti di gallerie che sono andate allargandosi sino a che non hanno superato il limite meccanico che poteva essere retto dalla roccia in quelle condizioni di fratturazione. Si tratta in genere di gallerie (e soprattutto di sale, più soggette a crolli) molto ampie, di norma ingombre di frane. In realtà la galleria (o, più spesso, le gallerie), che hanno iniziato il processo sono ora sepolte fra i massi del pavimento, mentre noi percorriamo lo spazio lasciato libero dai crolli. Su pareti e soffitti si possono distinguere le nicchie di distacco dei massi, nette e non lavorate dall'acqua.

Nelle sale più vaste la volta viene spesso ad assumere una forma ad arco, regolare. La causa è che sulla cavità continua ad insistere il peso della montagna; quel che la regge è la roccia attorno e quindi avviene che nel "semicerchio" che contiene il salone la roccia è compressa e difficile a franare. Quella che invece si viene a trovare all'interno di esso è in distensione, appesa passivamente in attesa di cadere. Con il passare del tempo la sala si amplia per il crollo delle parti più instabili e, alla lunga, il soffitto finisce per coincidere con la roccia compressa in forma di "arco" che sostiene il monte sovrastante.

Le tre descritte sono le forme di base: nella realtà quello che si incontra sottoterra è un miscuglio di esse, mascherato spesso da concrezioni e altri riempimenti. Questo intrico è un libro nel quale sta scritta tutta la storia della grotta, ma si tratta di un libro che è sempre molto difficile da interpretare.

### ***Le grotte si formano solo nelle rocce calcaree?***

No, si formano in tutte le rocce solubili in acqua, perciò soprattutto nel sale, nel gesso e anche in una "roccia" molto particolare, il ghiaccio.

Si tratta in tutti e tre i casi di "rocce" estremamente solubili ma capaci di deformarsi senza rompersi se sottoposte a lentissimi sforzi geologici. Questo fa sì che le fratture siano piuttosto rare e che quindi l'acqua abbia molta

difficoltà ad iniziare a penetrare nel sottosuolo, ma nei punti in cui riesce l'evoluzione della grotta che essa viene a formare diventa molto rapida ed imponente.

Le grotte nel sale sono molto rare anche perché la sua solubilità è così alta che gli affioramenti di questa roccia tendono a sparire in tempi molto brevi: se ne trovano perciò solo in zone dove la piovosità è praticamente assente, come nel Vicino e Medio Oriente.

La solubilità del gesso è intermedia fra quella della roccia calcarea e quella del sale e dà origine ad imponenti fenomeni carsici: una delle grotte più lunghe del mondo, la Optimisticeskaja, in Ucraina (192 km di sviluppo), è appunto scavata nel gesso. In Italia, nella zona dell'Emilia-Romagna, vi sono alcune delle più importanti (e le più profonde) cavità mondiali in questa roccia. Nei gessi bolognesi la grotta della Spipola, con oltre 10 km di sviluppo, è la grotta in gesso più famosa del nostro paese, ma ve ne sono molte altre minori, sia nei gessi bolognesi che in quelli romagnoli; alcune di esse, con oltre duecento metri di dislivello interno, sono le più profonde note al mondo in questa roccia.

Il terzo tipo di roccia carsificabile, il ghiaccio, è molto curiosa. In realtà delle tre è la più "solubile" e perciò quella che tende più rapidamente ad essere asportata, ma se ne ricrea continuamente sicché si possono formare grandi strutture carsiche, stabili, all'interno della massa dei principali ghiacciai. Perché questo accada occorre che la superficie glaciale non presenti crepacci, che quando ci sono causano un assorbimento diffuso, e che sia abbastanza pianeggiante. I grossi torrenti che si formano sulla superficie scavano pozzi nei punti di maggior debolezza della massa glaciale e le imponenti cascate che finiscono per precipitarvisi dentro li tengono aperti e scavano sino a profondità di un centinaio di metri sotto la superficie. Più in giù la pressione è tale che il ghiaccio scorre lentamente e riempie eventuali cavità e questo obbliga l'acqua a procedere per vie quasi orizzontali.

Si tratta del fenomeno carsico meno noto dei tre; gli studi su di esso sono iniziati da pochi anni (soprattutto ad opera di ricercatori italiani), e sembra destinato a rivestire un ruolo importante nella glaciologia.

Chiudiamo notando però che quasi tutte le rocce sono, almeno un pochino, solubili. E' per questo che si possono formare grotte anche in montagne costituite di rocce che ne sono normalmente prive. Questo capita in regioni dove la estrema stabilità geologica di vaste zone le espone da miliardi di anni all'azione delle piogge, come avviene, ad esempio, nelle quarziti del Sud America o nei graniti dell'entroterra somalo.

#### ***Ci sono grotte non originate dall'acqua?***

Sì, sulle pendici dei vulcani.

Lo scorrimento delle lave forma delle grotte di un tipo particolare, "a tubo": l'esterno del flusso di lava che corre verso valle si raffredda e cessa di scorrere, venendo a formare un tunnel al cui interno continua a scorrere la roccia fusa (*incavernamento della lava*). A fine eruzione viene lasciato un tubo di roccia che, una volta raffreddatosi, potrà divenire percorribile.

Le più grandi grotte a "tubo di lava" si trovano nelle Hawaii e raggiungono sviluppi di oltre 10 km; in Europa ve ne sono di famose nelle Azzorre. In Italia, sulle pendici dell'Etna se ne aprono diverse centinaia, alcune delle quali superano abbondantemente il chilometro di sviluppo.

#### ***Se butto un sasso in una grotta arriva sino in fondo?***

Ovviamente no, così come se si butta un sasso giù da una montagna esso non arriva sino in mare.

Ma sia in montagna che all'imbocco di una grotta non bisogna buttare giù sassi perché non si può mai sapere cosa c'è sotto. In montagna possono esserci escursionisti, o anche solo alberi, che si troverebbero esposti ad uno stupido danno. In grotta ci possono essere degli speleologi, delle corde per scendere, delle concrezioni.

La regola da seguire è facile: negli imbocchi delle grotte non si deve buttare assolutamente nulla, perché sono preziose, e neppure avvicinarsi, perché spesso sono anche pericolose.

Se qualcuno è incuriosito dalle tenebre di una grande entrata si avvicini piuttosto alla speleologia: potrà avvicinarsi molto più che solo al Bordo dell'Abisso e imparerà a scendere là dentro molto di più di un sasso.

#### ***Che età hanno le grotte e le rocce che le contengono?***

Le risposte sono diverse per le une e le altre.

L'età delle rocce non è difficile da determinare, e così possiamo dire che la gran parte delle grotte note è scavata in rocce che hanno avuto origine soprattutto nel Mesozoico (fra 65 e 230 milioni di anni fa) o, più raramente, nel Paleozoico sino al Devoniano (da 230 a 400 milioni di anni fa).

Per la verità ci sono rocce carsificabili ancora più antiche. Abbiamo infatti visto prima che le montagne calcaree e dolomitiche hanno un'origine biologica: la vita sulla Terra è diventata capace di costruire imponenti deposizioni di rocce carbonatiche già da 6-700 milioni di anni. Ma di esse è rimasto ben poco e solo in zone particolari.

Alla domanda “qual’è l’età di una grotta”, invece, è molto più difficile rispondere, soprattutto perché *una grotta è qualcosa che non c’è*. Si possono però datare due cose, legate ad essa: i depositi e le condizioni di formazione. In un caso, cioè, misuriamo l’età dei depositi chimici interni tipici di un ambiente di grotta, ad esempio quella delle concrezioni; nell’altro determiniamo da quanto tempo la montagna si trova in una situazione analoga a quella attuale, in maniera da capire quand’è che l’acqua ha potuto iniziare a scavarla all’interno.

Dalle misure risulta che, in genere, le grotte conosciute sono strutture vecchie di pochi milioni di anni e perciò molto più recenti delle rocce che le contengono. Questo, naturalmente, è vero soprattutto per le grotte dell’Europa dato che essa è un territorio geologicamente molto “attivo”; in zone dove i movimenti della crosta terrestre sono minori possiamo trovare grotte estremamente più antiche.

### **Capitolo: L’ambiente delle Grotte**

#### ***C’è sempre buio in grotta?***

Sì, nelle grotte c’è sempre buio, proprio quell’oscurità che riempie qualsiasi oggetto non trasparente. Il buio è tanto fisiologicamente completo che se vi si rimane per qualche minuto si finisce per avere difficoltà a capire se i nostri occhi sono aperti o chiusi.

Quel buio *fisiologico* totale però non è assoluta assenza *fisica* di luce. Ne esistono tracce dovute a particelle di radiazione cosmica che riescono a penetrare nel sottosuolo (dette *muoni*), che quando attraversano l’aria di una grotta rilasciano un impercettibile segnale di luce; esso però è estremamente debole e discontinuo e quindi l’evoluzione ha spinto le forme di vita presenti a fare completamente a meno della vista.

Si vede che se la cavano benissimo.

#### ***Che condizioni ambientali vi sono in grotta?***

Sono, in genere ambienti poco ospitali per l’uomo.

La regola generale è che l’aria delle grotte è *satura di umidità* e con una *temperatura praticamente costante*: vediamo meglio queste due caratteristiche.

L’umidità. Acqua ed aria in un qualsiasi ambiente chiuso vanno in equilibrio fra loro quando l’aria diviene satura di vapor d’acqua. In grotta, in genere, ci sono entrambi i fluidi, in ambiente chiusi o semi-chiusi: l’acqua ha così tempo di evaporare e saturare di umidità le masse d’aria che fluiscono nella montagna (il fatto che all’esterno, invece, l’aria sia spesso “secca” è causato dall’azione del sole e delle precipitazioni).

Vediamo la temperatura. Le grotte sono quasi sempre attraversate da grandi flussi d’acqua: grosso modo la loro temperatura è quella media delle acque che entrano sottoterra, e dunque, all’incirca, quella media delle precipitazioni (pioggia o neve) in quella particolare località. Normalmente, perciò, le variazioni di temperatura da una grotta all’altra sono piuttosto grandi, legate al clima della regione e alla quota.

Le splendide grotte di Sardegna, ad esempio, che si sviluppano prevalentemente al livello del mare, sono intorno ai 20°C, nelle Alpi e nell’Appennino le grotte a mille metri di quota settentrionale hanno temperature intorno ai 6-8 °C, mentre quelle che si aprono intorno ai duemila metri di quota scendono fino a 1-3°C. In genere, insomma, in grotta fa piuttosto freddo.

Questa è la regola, ma ci sono numerose eccezioni legate a situazioni particolari: grotte che si aprono in zone termali possono essere così calde da impedire o rendere estremamente difficile l’esplorazione (le grotte di Sciacca, in Sicilia, arrivano ad oltre 80°C). E’ invece molto raro incontrare grotte la cui temperatura sia sotto lo zero, anche solo di poco.

#### ***Perché in grotta fa freddo mentre nelle miniere fa caldo?***

Soprattutto perché le grotte sono state attraversate per molto tempo da grandi flussi d’acqua “fredda”, mentre le miniere, in genere, no.

E’ il flusso d’acqua dall’esterno che, in tempi geologici, finisce per portare la roccia carsificata ad una temperatura prossima a quella media delle precipitazioni meteorologiche. In pratica, l’interno delle montagne calcaree è relativamente freddo.

L’acqua che eventualmente è presente nelle miniere è invece immobile e in equilibrio termico con la roccia, la cui temperatura cresce assai rapidamente con la profondità, circa trenta gradi per ogni chilometro di discesa. Ad aggiungere caldo al caldo ci pensa lo scavo delle gallerie che può mettere in contatto l’aria con minerali che reagiscono con l’ossigeno producendo calore: è il caso dei solfuri, ad esempio.

#### ***Le grotte possono crollare?***

In tempi geologici sì, crollano, e i massi di crollo vengono disciolti dai ruscellamenti e portati via verso il mare come impurità dell’acqua; ma su una *scala umana* di tempo la risposta è *no*, non crollano e anzi, le grotte sono molto

stabili. La parte percorribile di una grotta sta lì da centinaia di migliaia di anni, e quella che vediamo è proprio la forma che la montagna ha assunto per resistere all'infinità di terremoti che ha certamente subito in passato: solo qualche raro masso pericolante rischia di smuoversi al passaggio dei primi esploratori in zone sconosciute.

I crolli molto antichi avvenuti in una grotta, insomma, sono sempre numerosi, ma è davvero improbabile che se ne verificano altri proprio mentre noi siamo lì: persino nel caso di violenti terremoti tendono a crollare solo le strutture più recenti, come le concrezioni. A questo proposito, anzi, aggiungiamo che la *paleo-sismologia* deduce le caratteristiche di antichi fenomeni sismici dal tipo delle concrezioni che sono state rotte in quei casi e che ora troviamo a terra in mezzo ad altre che sono rimaste intatte.

### **Capitolo: L'aria nelle Grotte**

#### ***In grotta si riesce sempre a respirare?***

Sì, perché l'aria di grotta viene continuamente rinnovata con aria esterna che penetra, per motivi che vedremo fra un po', dagli innumerevoli piccoli sbocchi verso l'esterno che ha ogni grotta.

Anche l'acqua che vi fluisce contribuisce a rinnovare l'atmosfera grazie ai gas disciolti che essa trasporta: questo spiega come mai l'aria di ambienti anche piccoli sia quasi sempre respirabile anche in diramazioni completamente isolate dall'esterno da tratti di gallerie sommerse.

Due caratteristiche distinguono l'aria delle grotte da quella esterna: essa è quasi sempre *satura di umidità* ed estremamente *pura*. Queste due caratteristiche sono legate: l'umidità e le lievi differenze di temperatura inducono cicli di condensazione ed evaporazione che finiscono per catturare e spostare nell'acqua tutte le particelle in sospensione nell'aria. Ne risulta un'aria fredda, umida e sterile che è molto adatta a guarire malattie di tipo polmonare.

E' soprattutto nell'Est europeo che la *speleoterapia* (letteralmente: cura tramite le grotte) si è molto sviluppata: là esistono decine di grotte in cui i malati di asma, soprattutto allergica, vengono curati con cicli di permanenza piuttosto lunghi sottoterra. In Italia questo tipo di medicina è ancora alla fase iniziale, ma i risultati ottenuti sono già incoraggianti.

Non proprio tutte le grotte possono però vantarsi dell'aria che contengono: ne esistono rarissime che hanno aria cattiva perché si aprono in zone vulcaniche o perché al loro interno vengono trasportati materiali organici che, imputridendo, formano *sacche di anidride carbonica*.

Questo è un gas abbastanza denso e che si forma in ambienti molto quieti e dunque può tendere ad occupare le parti basse delle cavità. Perché questo accada però occorre che la grotta abbia una sola entrata (con due si formano correnti che rinnovano continuamente l'aria interna) e quindi che sia piuttosto piccola, e inoltre che l'apporto di materiale organico sia grande. Una minaccia del genere è perciò presente quasi solo nel caso di *pozzi ciechi* (eventualmente artificiali) che si aprono in zone con molta vegetazione; è quindi un pericolo piuttosto raro in Italia, ma abbastanza frequente in zone tropicali.

#### ***Perché ci sono correnti d'aria?***

Per capirlo pensiamo ad un camino: se il fuoco è acceso l'aria al suo interno è più calda di quella esterna, quindi meno densa, e tende a salire proprio come capita a quella delle mongolfiere. Si forma così un risucchio alla base e un soffio dalla sommità, entrambi tanto più violenti quanto più alto e ampio è il camino.

Lo stesso capita dentro le montagne; abbiamo visto che l'aria interna ha una temperatura quasi costante, ma quella esterna no: quando l'aria interna risulta più calda di quella esterna (in inverno, ad esempio) le *masse d'aria nel monte tendono a salire*, mentre d'estate, quando l'interno risulta più freddo dell'esterno, l'aria interna non riesce più a "galleggiare" e cade, facendo sì che *le entrate alte aspirino aria e quelle basse la soffino fuori*. Perché questo fenomeno avvenga occorre che ci siano molti ingressi; ma le grotte li hanno sempre, anche se spesso gli speleologi ne conoscono uno solo.

Come capita nei camini, anche nelle montagne le correnti d'aria sono tanto più violente quanto maggiore è la vastità della grotta. Questi flussi d'aria hanno normalmente velocità di pochi metri al secondo, ma a volte sono estremamente violente: si pensi che in una grotta (Pinargotzu, Turchia) è stato misurato un vento di oltre 160 chilometri orari!

### **Capitolo: L'acqua nelle Grotte**

#### ***Dove va a finire l'acqua delle grotte?***

Verso le sorgenti, a valle.

Il percorso di un ruscello all'interno di una montagna è all'incirca questo: cade lungo pozzi e ripide e strette gallerie unendosi ad altri ruscellamenti ed ingrossandosi sino ad arrivare ad una quota poco maggiore di quella delle

risorgenze, quella che gli speleologi chiamano *livello di base*, dove spesso ormai il flusso d'acqua si è trasformato in un torrente che scorre in ampie gallerie.

A quel punto la gran parte della caduta attraverso la montagna è finita. Lì l'acqua diventa lenta, poco propensa a erodere, e forma laghi e laghetti. Le nostre esplorazioni in genere si arrestano quando arriviamo dinanzi ad un lago il cui emissario è subacqueo, cioè un lago nel cui letto vi sono gallerie sommerse nelle quali l'acqua avanza verso le risorgenze (chiamiamo *sifoni* queste gallerie sommerse).

Sapere cosa c'è al di là di questi limiti è difficile, ma possibile. Uno è ricorrere alla *speleologia subacquea*: andarci, insomma, immergendosi in acqua e nuotando nelle gallerie sommerse per guardare come sono fatte e dove vanno. E' una disciplina effettivamente piuttosto pericolosa, ma che in questi anni sta conoscendo un grande sviluppo grazie anche all'evoluzione delle tecniche di immersione.

Un altro sistema, molto più comodo, per sapere come sono fatte quelle zone sommerse è studiare in altre grotte i tratti di gallerie che erano sommerse in un lontano passato ma che ora sono fossili e piene d'aria.

Ecco le gallerie sommerse alle radici del monte: sono ampie, piene d'acqua lenta, di forma diversa da quelle nelle quali l'acqua precipita: quelle lassù sembravano forre, alte e strette, sempre in discesa, mentre queste sono abbastanza tondeggianti e vanno su e giù (in genere dolcemente), modellate a salite e discese che si alternano in un modo apparentemente insensato, dimentico della gravità. Sono quelle che noi chiamiamo *gallerie freatiche*, cioè che si sono formate sott'acqua.

Insomma: l'acqua entra e cade lungo forre interne sino alla base del monte, modellato come una spugna in un intrico di gallerie invase dall'acqua. In un qualche punto all'esterno questo gran bacino d'acqua tocca la superficie della montagna e di lì trabocca: è la risorgenza, finalmente.

I luoghi dove l'acqua torna a giorno, dopo chissà quali percorsi nell'oscurità, sono sempre molto belli: una delle sorgenti più famose è quella di Valchiusa (vicino Avignone) cantata dal Petrarca, dalla quale sgorga l'acqua assorbita nelle grotte di un altopiano di oltre mille chilometri quadrati. E' un piccolo, profondissimo lago al piede di una parete rocciosa dal quale trabocca incessantemente un bel fiume che, in piena, arriva ad una portata di 150 metri cubi d'acqua al secondo.

Oltre che molto belli sono luoghi molto utili, dato che la loro acqua in genere viene captata ed immessa negli acquedotti.

### ***Le grotte possono riempirsi d'acqua?***

Sono pochissime le grotte che davvero *si riempiono*, che cioè si saturano completamente d'acqua; sono molte invece quelle che in caso di forti piogge sono soggette a piene che *allagano zone di passaggio*.

In esse gli speleologi (si tratta sempre di grotte non aperte al pubblico) possono rimanere bloccati anche per giorni; in questi casi, in genere, la squadra bloccata non corre veri rischi se ha quel minimo di cibo che sempre ci si porta appresso: bisogna, e basta, aspettare. Questa situazione diventa pericolosa se vi finiscono degli inesperti, che possono decidere imprudentemente di superare il blocco imposto dall'acqua, finendo per rischiare di annegare o di morire assiderati se si sono infradiciati. Proprio per evitare questo, in tali casi, la squadra di soccorso cerca di raggiungere al più presto gli sfortunati prima che si gettino in queste azioni temerarie.

### ***Si può bere l'acqua delle grotte?***

La potabilità dell'acqua che esce dalle montagne calcaree è legata alla sua storia prima dell'assorbimento. In genere *l'acqua di grotta non viene filtrata lungo il suo percorso* perché corre in ambienti di dimensioni molto maggiori delle particelle che eventualmente possono inquinare, né incontra microrganismi che la purifichino.

Bere in grotta, o bere alla risorgenza, è perciò quasi esattamente come bere l'acqua quando entrava sottoterra, *così com'era al momento dell'assorbimento*. Alla risorgenza, a valle, si beve acqua di montagna se le zone di assorbimento sono in alta montagna; se invece l'acqua è stata assorbita in un'area popolata, dalle risorgenti sgorgerà all'incirca acqua di fogna.

### ***Si possono usare le grotte per le discariche?***

Ma certamente! Vi si possono buttare animali morti, scorie industriali, rifiuti di ogni genere: basta *essere disposti a bersi tutto quanto* a valle o nelle città alimentate dalla grotta usata come discarica. Quel che è certo è che l'interno del monte non filtra nulla: *ciò che viene buttato in un buco lassù sgorgerà dalla sorgente quaggiù*, e in genere non ci metterà neppure molto tempo.

Bisogna tenere bene a mente, infatti, che anche quei profondi pozzi persi su remote superfici di montagne calcaree non sono in comunicazione con il Centro Della Terra o con l'Inferno: comunicano direttamente con le sorgenti; è per questo che sottolineiamo sempre molto il fatto che proteggere *le grotte* è anche uno dei modi per proteggere *gli acquedotti* che ne utilizzano le acque!

E' inoltre importante sottolineare il fatto che *oltre metà delle acque potabili* in Italia (ma la quasi totalità nell'Italia Centrale e Meridionale) proviene da montagne carbonatiche, cioè da ambienti carsici, e che questa percentuale è destinata a crescere a causa del fatto che le altre acque normalmente utilizzate, quelle estratte con pozzi dai terreni alluvionali, stanno divenendo troppo inquinate per essere bevute.

### **Capitolo: Le Concrezioni delle Grotte**

#### **Come si formano le stalattiti?**

Si formano quando le infiltrazioni d'acqua che entrano in una cavità per qualche motivo *si vengono a trovare sovrassature di carbonato di calcio*. A quel punto avviene il processo inverso del disciogliersi: il sale in eccesso "precipita" e si deposita sui bordi del flusso d'acqua che si è infiltrato.

Le cause per cui una goccia d'acqua diviene sovrassatura di sali in un certo punto particolare di una grotta sono molto varie e complesse: vi intervengono fenomeni di evaporazione forzata, piccoli sbalzi di temperatura, rilascio di anidride carbonica, presenza di correnti d'aria, aerosoli dispersi nell'aria, umidità ambientale, altitudine, spessore della roccia al di sopra della grotta, clima e vegetazione esterni...

Le concrezioni sono quasi sempre di *calcite*, cioè di carbonato di calcio cristallino, dato che è il sale più abbondante presente nelle acque di grotta. Ma, più raramente, possono esistere anche concrezioni di altri minerali (ne sono stati descritti oltre duecento) di cui i più comuni sono l'aragonite ed il gesso. I processi per i quali in una grotta si formano concrezioni di certi minerali invece che di altri sono molto complessi e, in molti casi, non ben compresi.

Le concrezioni che così si formano sono di forme molto varie e di grande fascino soprattutto perché esulano dalla normale esperienza di chi non è mai stato in grotta: è infatti molto raro che all'esterno si creino le quiete micro-condizioni ambientali adatte a formarle.

#### **In quanto tempo si formano le concrezioni?**

Le velocità di deposizione delle concrezioni sono legate al dettaglio delle condizioni ambientali che le causano. Variano ampiamente: alle nostre latitudini e con il nostro clima la velocità di crescita varia *da 3 a 400 millesimi di millimetro ogni anno*. In casi particolari le variazioni possono essere ancora più grandi: per esempio le acque termali riescono talvolta a far crescere concrezioni con velocità centinaia di volte maggiori dei massimi appena detti.

D'altro canto bisogna tener presente che le concrezioni possono smettere di crescere anche per lunghi periodi o addirittura, se le condizioni dell'acqua sono variate a sufficienza, essere parzialmente ridissolte.

#### **Tutte le grotte sono concrezionate?**

No. Lo sono tutte le grotte *turistiche*, ma appunto perché c'è la tendenza a adattare al turismo proprio le rare grotte con concrezioni abbondanti. Le grotte note, in genere, ne hanno abbastanza poche per un ottimo motivo: esse tendono a riempire la grotta! Quando si innescano processi di deposizione di concrezione la grotta può diventare "rapidamente" (in scala geologica...) inaccessibile e quindi sfuggire alle esplorazioni.

In questi casi le gallerie della grotta vengono frammentate in tronconi isolati l'uno dall'altro, perfettamente inaccessibili. Nei monti in cui troviamo una grotta concrezionata ce ne sono sicuramente molte altre, isolate dall'esterno, bolle d'aria chiuse nella roccia da fantastiche cristallizzazioni depositate dal fluire delle acque. E' sempre per questo motivo che, in genere, le grotte adattate al turismo non sono fra le più grandi.

### **Capitolo: La Vita nelle Grotte**

#### **C'è vita nelle grotte?**

Certo, ci sono numerosi esseri viventi che proliferano nel sottosuolo. In isolamento totale? No, naturalmente: un ambiente sotterraneo, se fosse completamente isolato, conterebbe un ecosistema incompleto e quindi incapace di sostentarsi perché mancante della luce che è la fonte primaria di energia dalla quale dipendono tutti gli esseri viventi. All'esterno sono le piante verdi quelle che utilizzano la luce per i processi di trasformazione delle sostanze minerali in sostanze organiche (fotosintesi), innescando tutte le catene alimentari che, partendo dalle piante, passano per i vegetariani e finiscono ai carnivori e ai detritivori.

Sottoterra la luce è assente e quindi l'ambiente deve per forza dipendere da quello esterno. Da su infatti, mediante veicoli come certi animali esterni, le correnti d'aria, la gravità e, soprattutto, l'acqua, vengono immesse nel sottosuolo quantità significative di materia organica. Qualche volta si tratta di esseri vivi (animali invertebrati, spore, pollini e limi ricchi di batteri e protozoi), ma in genere ciò che viene trascinato giù è materia organica morta: detriti vegetali più o meno decomposti, guano, cadaveri di animali grandi e piccoli e così via.

Insomma: il mondo sotterraneo è un mondo privo di piante e di vegetariani, si procura materiale energetico "filtrato" dall'esterno ed è essenzialmente popolato da animali detritivori e dai loro predatori.

Bisogna però sottolineare che le grotte, in questo discorso, costituiscono un concetto antropocentrico, in quanto sono dei vuoti a misura d'uomo, cioè percorribili ed esplorabili. Ma i confini tracciati da un rilievo topografico *sono solo l'espressione dei nostri limiti esplorativi*, oltre i quali un immenso mondo, di gran lunga più vasto di tutte le grotte che ci è dato conoscere, si estende a dismisura nel reticolo tridimensionale di fessure microscopiche, inesplorabile ma esistente in ogni massiccio montuoso. *Questo è il vero ambiente sotterraneo, il più protetto, climaticamente più stabile e biologicamente più popolato.*

Le grotte sono soltanto delle comode (per noi) finestre aperte su questo mondo, dei vuoti percorribili che ci permettono di penetrare più o meno profondamente nel sottosuolo e nelle quali gli organismi che “escono” dalle loro più riparate fessure, capitano solo casualmente: ma è solo qui che noi, chiamandoli un po' impropriamente “cavernicoli”, li possiamo incontrare.

### ***Che animali ci sono nelle grotte?***

Se tralasciamo quegli animali che vi arrivano per caso dall'esterno o che utilizzano le zone prossime all'ingresso come rifugio temporaneo (soprattutto vari mammiferi, compresi i nostri simpatici pipistrelli, ma anche uccelli, rettili e, tempo fa, anche uomini), possiamo dire che le grotte sono abitate da organismi molto specializzati, che vivono in permanenza nel sottosuolo, stadio finale di una lunga evoluzione che li ha resi perfettamente adatti a questo tipo di ambiente. A parte certi Anfibi, tra cui il noto Proteo, e un certo numero di Pesci ciechi che troviamo nella fascia intertropicale, in maggioranza si tratta di invertebrati. Incontriamo Planarie, Anellidi, Molluschi, ma soprattutto Artropodi, essenzialmente rappresentati da Insetti, Crostacei, Diplopodi, Aracnidi.

Fra le caratteristiche più evidenti di questi abitanti di un mondo senza luce vi è la scomparsa di accessori divenuti superflui, come gli occhi e la pigmentazione (sarebbero solo un inutile dispendio energetico), così come certi organi deputati alla respirazione. Essa avviene così direttamente dai tegumenti, delicati e “porosi”, adatti ad un ambiente saturo di umidità e con temperature stabili, cioè da condizioni ambientali che evitano la disidratazione. In compenso il loro corpo è cosparso di raffinatissimi organi di relazione molto sensibili, capaci di “leggere” il mondo che li circonda.

Altri caratteri, come il rallentamento delle funzioni metaboliche, l'assenza di periodicità regolare nei cicli riproduttivi, la produzione di poche ma voluminose uova, fanno parte di strategie di sopravvivenza e di risparmio energetico in un ambiente più o meno stabile e prevedibile.

### ***Da dove provengono gli animali che vivono nel sottosuolo?***

Gli organismi che vivono in ambiente sotterraneo traggono le loro origini da progenitori che, in ere geologiche diverse dall'attuale, si sono adattati poco per volta a gradire condizioni ambientali con un grado di umidità molto elevato, come il suolo di ambienti forestali in zone ricche di precipitazioni, e con temperature relativamente basse. Le alterne vicissitudini climatiche avvenute sulla Terra (soprattutto i periodi più caldi e più aridi) hanno spinto questi animali a popolare sempre più il sottosuolo, garante di condizioni più stabili e favorevoli.

La variabilità del clima esterno ha anche determinato fasi di isolamento più o meno prolungato zona per zona, ad esempio su distinti massicci montuosi, alternate a fasi di migrazioni dovute alla ricerca di condizioni più favorevoli. Questa alternanza ha favorito da un lato la frammentazione in numerose specie distinte e con diffusione limitata (*isolamento*) e dall'altro di rimescolamento e l'occupazione di zone diverse dalle precedenti (*migrazioni*), quindi nuovi isolamenti e così via.

L'osservazione dell'attuale distribuzione geografica delle specie o di interi gruppi faunistici, unitamente al grado di affinità filogenetica dato dai loro caratteri, è la chiave di lettura per capire la storia della loro evoluzione e costituisce uno dei capitoli più interessanti ed appassionanti del loro studio, la *speleo-biologia*.

### ***Capitolo: Le Grotte Turistiche***

#### ***Cosa si intende per grotte turistiche?***

Vengono definite “turistiche” tutte quelle cavità naturali per la cui visita (sempre guidata e a pagamento) non vi è bisogno di attrezzature e abbigliamento speleologico. Perché siano possibili queste condizioni vengono sistemati dei camminamenti, generalmente pavimentati in cemento, muniti di ringhiere; le gallerie vengono dotate di impianti fissi di illuminazione. Le grotte che soddisfano solo in parte queste condizioni vengono definite “semi-turistiche”.

#### ***Le grotte turistiche sono grotte rovinate da un punto di vista speleologico?***

No, se l'adattamento e la gestione sono fatte con cura. Si ha senza dubbio un'alterazione rispetto alle condizioni originarie ma compito e interesse del progetto e della gestione è proprio contenere al massimo queste alterazioni in modo da offrire ad un vasto pubblico una visione del mondo sotterraneo quanto più intatta possibile.

E' pur vero che gli speleologi "sentono" la grotta e possono spaziarvi molto di più di quanto sia possibile in una grotta aperta al pubblico, ma molti particolari sfuggono loro sia per la scarsa illuminazione sia per la difficoltà del terreno che li obbliga a concentrarsi sull'avanzata.

Le grotte sono in genere ambienti molto fragili, sorta di pinacoteche dai quadri delicatissimi, che possono essere facilmente danneggiati dal passaggio di centinaia di migliaia di visitatori: se non si prendono attente precauzioni si rischia di perdere tutto. I camminamenti devono svilupparsi lungo tracciati che non comportino danneggiamenti e si devono impedire sia la formazione di vegetazione alimentata dalla luce dei riflettori sia le variazioni del regime di ventilazione naturale della cavità.

Bisogna anche aggiungere che, sovente, l'operazione di rendere turistica una grotta risulta essere l'unico modo per proteggerla. Infatti capita spessissimo che una splendida cavità di accesso relativamente facile, non appena gli speleologi che l'hanno esplorata ne diffondono la notizia, venga saccheggiata da vandali che cercano mineralizzazioni per venderle. La reazione più corretta da tenere nei confronti di chi offre questi poveri tesori delle montagne è *quella di rifiutarsi di comprarli*, ma non basta, come non bastano cancelli o muri che cerchino di impedire l'entrata ai vandali: occorre una sorveglianza continua che protegga quei posti meravigliosi per chi li voglia vedere in futuro.

Ricordiamo infine che le grotte turistiche possono permettere sia il finanziamento di ricerche scientifiche altrimenti impossibili, sia un ottimo lavoro di divulgazione speleologica presso il grande pubblico.

### ***Quali sono le principali grotte turistiche in Italia?***

In Italia esistono molte splendide grotte aperte al pubblico: la maggiore o minore notorietà dell'una o dell'altra non dipende però solo dalla bellezza o dall'interesse intrinseco ma anche dall'accessibilità e dalla vicinanza a grandi circuiti turistici. Ne facciamo un breve elenco a cominciare da Nord Ovest.

In Piemonte è possibile visitare, presso Mondovì (CN) la Grotta di Bossea, estesa cavità con grandi saloni percorsa in tutta la sua lunghezza da un grosso fiume sotterraneo. Le visite durano un'ora e dieci minuti. Un ramo non turistico ospita una moderna stazione di rilevamento idroclimatico.

In Liguria, presso Albenga (SV), la Grotta di Toirano conserva intatte alcune impronte lasciate dagli uomini preistorici ed enormi giacimenti di ossa appartenenti ad esemplari di Orso delle Caverne. Le concrezioni calcaree sono numerose e particolarmente interessanti i cristalli aghiformi di aragonite. Si visita in un'ora e dieci minuti.

Un'altra grotta ligure, bellissima anche se meno estesa, è la Grotta di Valdemino il cui ingresso si apre fra le case di Borgio Verezzi, a pochi chilometri dalla Grotta di Toirano. Si visita in poco meno di un'ora ed è caratterizzata da un ricchissimo concrezionamento policromo.

All'estremo Nord Est dell'Italia, nel Carso triestino, si può visitare la Grotta Gigante, costituita da un unico colossale salone lungo quasi trecento metri, largo 90 ed alto un centinaio. Ha stalagmiti gigantesche ed ospita un'importante stazione sismografica. Si visita in un'oretta.

Sulle Alpi Apuane, versante della Garfagnana, nei pressi di Fornovolasco (LU), si apre la Grotta del Vento, cavità varia e complessa caratterizzata da una forte corrente d'aria, da splendide concrezioni "vive", da imponenti forme di erosione, anche verticali, e dal flusso di acque sotterranee. La visita completa dura tre ore ma ci sono anche itinerari di un'ora e due ore. In questa grotta vengono condotti esperimenti di speleoterapia.

La cavità più frequentata dai turisti è attualmente la Grotta di Frasassi, presso Fabriano (AN). Si tratta di una grotta imponente e meravigliosa, nella quale è possibile ammirare enormi concrezioni candide formate da calcite purissima, fra numerosi laghetti e colonne, ed un enorme salone. Le visite durano un'ora e venti minuti.

Nel Lazio si può visitare la Grotta di Pastena (FR), un enorme inghiottitoio nel quale si riversano le acque di un bacino chiuso (*polja*) di circa quaranta chilometri quadrati. All'interno vi sono numerose concrezioni, una bella cascata e grossi depositi di guano. Si visita in un'ora.

In Campania, presso Controne (SA) si apre la Grotta di Castelcivita, bellissima e grandiosa, dove si possono percorrere enormi gallerie sabbiose e vasti saloni nei quali spiccano imponenti forme di erosione e abbondanti concrezioni dall'aspetto bizzarro. Questa grotta, troppo poco conosciuta, si percorre in circa un'ora e mezzo.

Ancora in provincia di Salerno, presso Auletta, si può visitare un'altra grande cavità, la Grotta di Pertosa all'interno della quale uno sbarramento artificiale ha formato un lago navigabile dello sviluppo di alcune centinaia di metri. La visita, della durata di un'ora, comprende un lungo tratto che viene percorso in barca.

Sempre in barca si visitano le due famose grotte marine note come Grotta Azzurra, a Capri, e Grotta dello Smeraldo che si apre nei pressi di Amalfi (SA) nelle quali si possono ammirare magnifici giochi di luce.

Un'altra grotta famosissima è in Puglia, la Grotta di Castellana. Ha uno sviluppo quasi perfettamente rettilineo di oltre due chilometri attraverso ambienti molto vasti, caratterizzati da un concrezionamento ricchissimo e vario. In un ramo non turistico ospita una stazione sismografica. La visita completa dura due ore ma se ne può fare una parziale di un'ora.

La regione più ricca di grotte turistiche è la Sardegna; tra di esse la più frequentata è la Grotta di Nettuno, presso Alghero (SS) che ospita un grande lago salato nel quale si specchiano grandi concrezioni colonnari. Le visite durano circa quaranta minuti.

Nella costa orientale, presso Cala Gonone (NU), si aprono gli ingressi monumentali della Grotta del Bue Marino, imponente cavità ricca di laghi interni nei quali si rifugiano alcuni esemplari di “foca monaca”. Questa grotta, raggiungibile in barca, si visita in un’ora.

Aperte da pochi anni ma già molto note sono la Grotta di Su Mannau, presso Flumini Maggiore (CA) e la Grotta Is Zuddas presso Santadi (CA), all’interno delle quale si possono ammirare, accanto a concrezioni tradizionali ma ricche di colori, straordinarie formazioni coralloidi e scintillanti cristalli aghiformi di aragonite. Le visite richiedono un tempo variabile fra i quaranta minuti e l’ora.

Tutte le grotte sono comunque diverse l’una dall’altra ed ogni grotta, anche la più piccola, ha qualcosa che le altre non hanno. Ogni grotta quindi merita una visita ed ogni escursione sotterranea darà al visitatore nuove emozioni che lo invoglieranno a vederne altre ancora, estendendo magari il proprio campo di interesse anche a grotte non turistiche: è così, infatti, che molti speleologi hanno iniziato la loro attività.

### ***Esistono organizzazioni che associano le grotte turistiche?***

Sì, l’ISCA (International Show Caves Association) e la AGTI (Associazione Grotte Turistiche Italiane). La prima attualmente ha sede presso la Grotta di Frasassi ed ha lo scopo di favorire i contatti fra le grotte turistiche associate di tutto il mondo. La seconda ha sede alla Grotta del Vento ed ha come fine istituzionale la diffusione dell’immagine turistica delle grotte italiane, lo scambio di informazioni e di esperienze fra le cavità associate e la promozione della ricerca scientifica finalizzata alla tutela dell’ambiente sotterraneo.

Entrambi questi organismi, dei quali fanno parte numerosi speleologi, operano in stretto contatto con la Società Speleologica Italiana per la protezione delle grotte e per accrescere l’aspetto culturale delle visite nelle grotte accentuandone i caratteri “speleologici”. Questo libretto, anzi, è uno di questi sforzi: speriamo che chi lo legge intraveda che l’interesse delle grotte va ben al di là di quello della singola, bellissima concrezione.

### ***Capitolo: Le Grandi Grotte***

#### ***Le grotte sono tutte conosciute?***

Assolutamente no. Grazie soprattutto alle grandi esplorazioni di questo ultimo decennio, siamo portati a ritenere che *solo una minima parte del mondo sotterraneo sia noto*: e questo vale anche per le montagne più esplorate.

Sembra che in realtà le grotte siano molto, molto più vaste di quanto gli speleologi possano sperare di esplorare in modo adeguato. Purtroppo però le grotte tendono a formarsi nei nuclei delle montagne senza preoccuparsi di formare anche ingressi praticabili agli uomini, che dunque rimangono bloccati fuori.

A rendere ancora più difficile l’accesso all’interno sta il fatto che le rare entrate, quando ci sono, si trovano sempre esposte alla demolizione dovuta agli agenti esterni (frane, piogge, ghiacciai) che spesso tendono ad ostruirle. E’ per questo che molto spesso riusciamo a sapere da vari indizi che nel sottosuolo di una certa zona c’è una grande grotta inesplorata nella quale però non abbiamo modo di entrare.

#### ***In quali zone d’Italia ci sono le grotte?***

Vi sono rocce calcaree e quindi grotte un po’ in tutta Italia. Ma nelle zone dove da più tempo va avanti l’esplorazione speleologica sono note ovviamente molte più grotte che non in quelle dove la speleologia è un fatto recente: di fatto ci sono zone d’Italia che, da questo punto di vista, sono quasi completamente inesplorate.

La tabella @@1, riassuntiva dei dati del Catasto Nazionale delle Grotte, illustra il numero di grotte regione per regione (la definizione internazionale di “grotta” richiede che sia una cavità di almeno cinque metri di sviluppo). Si vede come la parte del leone è fatta dal Nord est, che ne contiene un terzo del totale. La terza colonna indica il numero di grotte importanti, cioè aventi sviluppo maggiore di tre chilometri o profondità maggiore di trecento metri. La quarta è il numero di gruppi speleologici operanti in regione, un dato che quantifica lo sforzo esplorativo che viene dedicato al territorio.

Le aree carsiche maggiori in Italia sono il settore sud occidentale del Piemonte, il nord della Lombardia, alpi e prealpi venete e friulane, il carso triestino, le toscane Alpi Apuane, la dorsale dell’Appennino umbro-marchigiano, i monti Alburni in Campania ed il settore nord orientale della Sardegna. Ma, come già detto, esistono molti altri massicci calcarei minori sparsi un po’ in tutta la penisola.

#### ***Quali sono le grotte principali in Italia?***

L’importanza di una grotta è legata a molti fattori quali ad esempio: profondità, sviluppo, antropizzazione, bellezza.

Le grotte più profonde (cioè quelle che hanno il dislivello maggiore fra la quota interna più alta e quella più bassa), sono nelle Alpi Apuane, fra le province di Massa e Lucca. La più profonda nota attualmente è l'abisso Roversi (-1250) sul Monte Tambura, la seconda è l'abisso Olivifer (-1215), nel Grondilice, la terza è il Complesso Fighierà-Farolfi-Antro del Corchia, nel Monte Corchia: è solo qualche decina di metri meno profonda delle precedenti, ma ne è ben più estesa, oltre cinquanta chilometri.

Se siamo invece interessati allo sviluppo, cioè a quante gallerie la formano, è il citato Complesso del Corchia che vince (53 km di sviluppo), che distanzia largamente il Complesso di Piaggia Bella (38 km), nel Marguareis, Alpi Marittime (CN).

Forse invece siamo interessati al complesso di un'area: in una montagna carbonatica, infatti, in genere conosciamo moltissime grotte che consideriamo distinte solo perché non sappiamo passare dall'una all'altra. Ma questa possibilità, per la montagna, è un dettaglio irrilevante: in genere si tratta di un'unica, immensa grotta che è *l'interno del monte*.

Quale è la maggiore, cioè quale è la montagna nella quale si conoscono più gallerie? Attualmente è il Marguareis (CN), alle falde del quale sgorgano due grandi risorgenze, Foce e Pis del Pesio. Sono tributari della prima sorgente degli assorbimenti d'acqua dispersi in un bacino di 20 kmq, in cui sono noti oltre 70 km di gallerie; nel secondo bacino, meno esteso, conosciamo 20 km di gallerie.

Quante ce ne saranno in realtà? Chissà. Vent'anni fa nella prima area conoscevamo meno di dieci chilometri di gallerie e ne sospettavamo una cinquantina, ma ora siamo già ben oltre: ci saranno, probabilmente, alcune centinaia di chilometri di gallerie percorribili. Ma in Italia ci sono altri monti calcarei ben maggiori, nei quali però, sinora, non siamo stati capaci di trovare gran che. Chissà in futuro.

E quali sono quelle che più hanno avuto peso nella storia della speleologia? A questo la risposta è più semplice: le grotte più importanti sono quelle del Carso, tanto che "carso" è diventata una radice che in tutte le lingue è associata alle grotte<sup>2</sup> (note a pg. @@). Si tratta di un vasto altipiano, adesso in gran parte in Slovenia, tutto traforato di grotte, piccole per gli standard attuali (le maggiori superano di poco i trecento metri di profondità e pochi chilometri di sviluppo) ma che, soprattutto nel secolo scorso, hanno avuto un ruolo decisivo nel far nascere la speleologia moderna.

### ***E quali le principali nel mondo?***

Ci interessano quelle che attualmente sono più estese? Non c'è dubbio: la maggiore è una di quelle che hanno tenuto a battesimo la speleologia statunitense, il sistema Mammoth-Flint Ridge, in cui sono note oltre 560 km di gallerie, esplorate in oltre un secolo di ricerche. La seconda è una grotta nei gessi dell'Ucraina, la Optimisticheskaja: è poco più di un terzo della prima ma con essa condivide il fatto di essere un intricatissimo groviglio di gallerie (esteticamente bruttissime...) esteso su pochi chilometri quadrati di superficie.

Se invece ci chiediamo quali siano le grotte *più profonde* il discorso si complica: ne esiste, sì, una più profonda di tutte che è nelle alpi austriache, denominata Lamprechtsofen (-1630). Di pochi metri meno profonde sono la Mirolda e il Reseaux du Foilly (o Jean Bernard), in Alta Savoia, appena al di là del Monte Bianco. Queste tre grotte superano i milleseicento metri di profondità.

Il guaio è che le altre grotte di profondità comparabile sono molte e il dato della profondità, a differenza di quello dello sviluppo totale, si presta ad essere variato in poche ore da esploratori decisi e fortunati: insomma, la tabella delle grotte più profonde conosciute è *molto* instabile.

In sintesi possiamo perciò dire che le grotte di maggior dislivello attualmente note sono di profondità che oltrepassano il chilometro e mezzo, e che (anche in Italia) stiamo curando esplorazioni che ci porteranno vicini ai due chilometri.

E quali sono le grotte maggiori possibili? Mah! Le profondità massime teoriche, in pratica i dislivelli massimi dei massicci carbonatici maggiori, superano in molte zone i 2500 m (in Pamir, sui Pirenei, ma anche sulle Alpi Lombarde) e in alcuni casi addirittura i 3500 m (Nuova Guinea).

Quanto alle lunghezze totali massime possiamo solo fantasticare. Sappiamo che il carsismo in certe montagne crea decine di chilometri di gallerie percorribili in ogni chilometro cubico di roccia; sappiamo pure che alcune risorgenze ricevono acqua da migliaia di chilometri cubici di calcare: è dunque probabile che là sotto ci siano grotte che si sviluppano per decine di migliaia di chilometri.

Sono grandi davvero, no? Un pianeta inesplorato.

E' anche per questo che vogliamo cercare di informare al meglio sulla nostra attività: il problema esplorativo che abbiamo scelto di affrontare è davvero molto, molto grande e ci fa proprio piacere sentirci capiti.

## **GLI SPELEOLOGI**

### ***Capitolo: Cos'è la Speleologia***

### ***Quando è nata la speleologia?***

L'esplorazione delle caverne è sicuramente una delle più antiche attività umane, dato che nella preistoria la protezione che offrivano le caverne era molto ricercata, e non solo nelle entrate: quelle genti antiche a volte vi si spingevano ben dentro.

La prima segnalazione storica dell'attività di "speleologi" è dell'853 a.C., quando il re Assiro Shalmaneser III visitò delle caverne alle sorgenti anatoliche del fiume Tigri. Dovettero piacergli molto perché ne fece realizzare un bassorilievo commemorativo in bronzo (ora al British Museum) col quale decorò le porte del suo palazzo. A questo remoto avvenimento seguono millenni di visite e di fantasticherie sul tema "grotta", ma è solo con l'avvento dei primi naturalisti moderni, nel '600, che iniziano ad apparire delle descrizioni accurate.

Perché si inizi una esplorazione sistematica però, occorre attendere la metà dell'800, quando appaiono esploratori che pongono le basi di quella che ora chiamiamo speleologia, cioè la ricerca e descrizione sistematica del mondo sotterraneo. I primi lavori sono proprio sul Carso (Italiani, Austriaci e Sloveni), in Francia e negli Stati Uniti nella seconda metà dell'Ottocento.

Da allora l'interesse è andato crescendo, salvo le interruzioni belliche, anche se la filosofia e le tecniche di ricerca e di esplorazione sono cambiate moltissimo.

I mutamenti più drammatici sono però degli ultimi decenni. Lo sviluppo delle tecniche di progressione, l'approccio più scientifico alle esplorazioni e le maggiori possibilità individuali di viaggiare hanno fatto sì che il territorio carsico esplorato all'interno del pianeta sia andato *raddoppiando ogni meno di dieci anni*: è un processo che continua ancora e che richiede uno sforzo documentativo sempre più raffinato a chi vuole stare al passo di questo sviluppo.

### ***A cosa serve la speleologia?***

"Servire"? Se si intende "avere qualche immediata utilità pratica monetizzabile" possiamo senz'altro dire, con una certa fierezza, che la speleologia in genere non "serve" proprio a nulla, proprio come capita all'astronomia e alla fisica delle particelle.

La speleologia è una minuscola parte di un vasto insieme di ricerche che vengono condotte avanti soprattutto per sé stesse, per curiosità, come del resto si fa con la maggior parte della scienza. La trasformazione dei risultati della ricerca di base in "cose utili" è imprevedibile e, addirittura, in genere viene fatta da persone diverse dai ricercatori che hanno "condotto l'esplorazione".

I risvolti pratici delle ricerche speleologiche (ce ne sono più di quanto capita in altri campi, ad esempio, nell'astronomia) vengono incontrati quasi per caso, inattesi. Per esempio: la speleologia aiuta a chiarire la circolazione delle acque nel sottosuolo, a capire la struttura interna delle montagne, permette di incontrare animali interessanti e mineralizzazioni nuove.

Ma non è per queste cose che andiamo nelle grotte: ci spinge il fatto che riusciamo ad esplorare e descrivere un pianeta nel pianeta. Se questo finirà anche per risultare "utile" tanto meglio, se no pazienza, sarà stato molto interessante lo stesso.

### ***La speleologia è un "alpinismo all'ingù"?***

No. Con l'alpinismo ha in comune alcune tecniche di arrampicata (ma gli alpinisti sono molto più bravi), in comune il fatto che nemico principale di alpinisti e speleologi è il freddo (ma in grotta è un penetrante freddo umido, in montagna un gelo profondo), il fatto che le due attività si fanno in montagna (ma gli alpinisti vanno più in alto). Speleologi ed alpinisti inoltre hanno in comune alcuni materiali e questo fatto, marginale, è quello che più induce gli ignari a pensare alla speleologia come ad una variante dell'alpinismo. E' sbagliato, anche solo perché li utilizzano in modo diverso: gli alpinisti *si spostano sulla roccia* e usano le corde per *rimediare alle cadute*, gli speleologi in genere rifuggono dalla roccia e *si spostano proprio sulle corde* (ma, ahimé, la roccia non rimedia alle cadute anche se le arresta...).

Ma queste differenze sono piccole: quella essenziale è che *l'alpinista conosce il luogo geografico dove andrà, l'esploratore ipogeo no*. L'uno vuole cimentarsi nel superamento di un problema arduo, l'altro soprattutto vedere le vie dell'acqua dentro una montagna. *L'ambiente mentale* in cui si muove l'alpinista è la *difficoltà*, quello dello speleologo l'*ignoto*.

Lo speleologo è un geografo.

Si immagini un continente sempre pieno di nebbie e che sia possibile conoscerne solo le coste, vederne le foci dei fiumi. Se l'alpinismo fosse l'inoltrarsi nelle nebbie dell'interno, risalire i fiumi oscuri sino alle sorgenti, risalire pareti alla cieca, disegnando e rilevando i percorsi e le vie alternative, se fosse misurare vette nel buio scoprendo pareti, valli, connessioni fra le montagne, allora effettivamente la speleologia sarebbe alpinismo all'ingù.

### ***Quali sono le attuali ricerche della speleologia?***

L'attività più comune è la *ricerca* di nuove cavità inesplorate o di prosecuzioni in quelle già note: da quel che abbiamo scritto prima si sarà capito che è un lavoro senza fine, ma pian piano lo portiamo avanti. E' molto divertente e può essere fatto anche da minuscoli gruppi di appassionati.

Ci sono poi le attività di ausilio a ricercatori che, per qualche motivo scientifico, hanno bisogno di dati rintracciabili nel sottosuolo: gli speleologi sono degli specialisti nello spostarsi là sotto e in genere sono disponibili a *rendersi utili* a geologi, idrogeologi, chimici, fisici o biologi.

Ci sono poi altre attività più complesse e che richiedono organizzazioni maggiori: un'attività molto importante è quella della *divulgazione*, che si fa con corsi di speleologia, gite, proiezioni e scritti.

Un'altra attività complessa e fondamentale è senza dubbio quella della *protezione del mondo sotterraneo*. Le grotte sono infatti dei luoghi molto facili da danneggiare: per rimediare ai danni che possono infliggervi le attività umane occorrono tempi geologici. Occorre quindi essere in grado di promuovere leggi e regolamentazioni per la protezione di quei fragili ambienti ma soprattutto fare opera di sensibilizzazione su chi, spesso senza esserne cosciente, svolge attività che danneggiano la grotta o le acque che la percorrono.

### ***Gli speleologi si occupano solo di cavità naturali?***

No. Da non molti anni, ma con un interesse che va crescendo, gli speleologi si occupano anche dell'esplorazione delle *antiche cavità artificiali*. Fra di esse includiamo tutti gli ipogei scavati dall'uomo: santuari rupestri, condotte idriche, cave, miniere, rifugi... Più che di esplorazioni vere e proprie si tratta di ripercorrere questi antichi scavi con tecniche tipiche della speleologia, documentandone la struttura e la funzionalità. Gli ipogei artificiali, spesso, sono l'unico residuo di antiche costruzioni spazzate via dalle vicissitudini umane e quindi questo tipo di attività (in genere denominato, un po' impropriamente, "speleologia urbana") è in grado di dare notevoli apporti alle ricerche storiche ed archeologiche.

### ***Capitolo: Gli Speleologi in Italia***

#### ***Quanti sono gli speleologi in Italia?***

Quelli organizzati in società nazionali sono circa tremila, quelli occasionali quattro o cinque volte di più.

In genere ogni speleologo fa parte di un *gruppo speleologico* che coordina l'attività esplorativa e promozionale a livello locale: in Italia ce ne sono circa trecento.

#### ***Quali sono le organizzazioni che se ne occupano?***

Siamo organizzati su un doppio livello, locale e nazionale. In gran parte delle città vi sono gruppi speleologici che hanno in dotazione attrezzature collettive per le esplorazioni di grotte complesse e che garantiscono a chi inizia un corretto e sicuro avvicinamento all'attività speleologica; alcuni di essi pubblicano la loro attività su bollettini periodici.

In molte zone i gruppi sono riuniti in organizzazioni regionali, le Federazioni Regionali di Speleologia, che coordinano l'attività, i contatti con le autorità politiche, l'editoria specializzata.

A livello nazionale esistono tre organizzazioni di riferimento che sono il *Club Alpino Italiano*, il *Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico* e la *Società Speleologica Italiana*.

Il CAI è un'organizzazione fatta essenzialmente per alpinisti, ma al cui interno si sono formati alcuni dei più vecchi gruppi speleologici: ha base soprattutto nell'Italia Settentrionale. La seconda, il CNSAS, garantisce i soccorsi in caso di incidente. La terza, la SSI, è l'unica organizzazione specificamente speleologica.

Esiste anche un'organizzazione a livello internazionale, l'*Union Internationale de Spéléologie*, che coordina i contatti fra le varie organizzazioni speleologiche nazionali.

#### ***Cosa fa la Società Speleologica Italiana?***

Cura iniziative di carattere speleologico, da sola o in concerto con le altre organizzazioni, coordina corsi regionali e nazionali di speleologia, fa da collegamento fra il mondo della speleologia e l'esterno, gestisce nella sede di Bologna una delle maggiori biblioteche mondiali sul tema "speleologia", a disposizione anche del pubblico non specializzato, pubblica una rivista semestrale di informazione ("Speleologia") e vari libri, sia rivolti agli speleologi che al grande pubblico, come questo libriccino.

Ci preme molto, infatti, che tutti siano correttamente informati su ciò che facciamo nell'interno delle montagne: sono posti molto interessanti, e noi speleologi cerchiamo di esserne all'altezza.

### ***Capitolo: L'attività degli Speleologi***

#### ***Occorrono doti particolari per fare speleologia?***

La normale attività richiede una preparazione atletica molto ridotta: sono sufficienti un fisico sano ed una certa abitudine a muoversi. Il discorso cambia se si vuole accedere alle zone più remote delle montagne perché la preparazione (fisica, tecnica e psicologica), può dover essere notevole. Anche ad essa, comunque, si arriva per gradi: “un cammino di mille leghe inizia con ciò che sta sotto i piedi”.

Certo, non bisogna soffrire di claustrofobia, ma è una malattia molto rara: frequente è invece la *paura di soffrire*. E' un po' quello che capita anche con le “vertigini”, un'altra sindrome rarissima, che viene quasi sempre confusa con la *paura del vuoto* che affligge chi non è addestrato alle posizioni molto aeree: una paura sana e utile che si impara a vincere quando non serve più.

D'altra parte una buona parte della speleologia include attività che sono divertenti e fisicamente di tutto riposo: scrivere questo minuscolo libro, ad esempio.

### ***Come andate attrezzati?***

Abbiamo sempre un casco sul quale fissiamo l'impianto di luce, in genere ad acetilene con in più una luce elettrica per situazioni di emergenza.

Il resto dell'attrezzatura individuale dipende dal tipo di grotta in cui si entra, ma le grotte che presentano tratti verticali sono la quasi totalità e perciò in genere indossiamo anche imbraghi ed attrezzi da corda: sono simili a quelli che usano gli alpinisti, ma di tipo un po' diverso.

Il vestiario è molto variabile, legato com'è alle condizioni ambientali della grotta, soprattutto a temperatura e acquaticità. Di costante c'è solo l'indossare un qualche tipo di vestiario termico (possono essere magliette per grotte al livello del mare, tute di *pile* pesanti per quelle in alta quota, tute stagne per grotte allagate) e, al di sopra di esso, a proteggerlo dagli strappi, una tuta di tessuto molto robusto e poco propenso ad assorbire acqua, in genere nylon antistrappo.

### ***Cosa fate voi speleologi tutto il tempo che state in grotta?***

Soprattutto: *ci spostiamo*.

Le grotte sono spesso molto vaste e purtroppo gli accessi percorribili sono sempre pochi. Questo fa sì che per raggiungere certe zone dell'interno della montagna occorra percorrere vie molto lunghe, tortuose e faticose: a volte dobbiamo spendere dieci, venti ore di viaggio per raggiungere una certa regione nella quale potremo rimanere in esplorazione solo per poche ore.

Il cammino in grotta è una sorta di percorso di guerra, una serie interminabile di difficoltà di poco conto, ognuna delle quali però permette l'avanzata di soli pochi centimetri. La velocità di progressione è sempre molto bassa (in media gli speleologi più veloci superano ogni ora solo due o trecento metri di percorso sub-orizzontale) e perciò le permanenze tendono in media ad essere piuttosto lunghe, da dieci a venti ore per volta.

Naturalmente esistono eccezioni: ci sono sia le escursioni di cinque o dieci ore in grotte facili, sia le massacranti “discese” di trenta ore senza bivacco (o di molte decine con bivacchi intermedi) in grotte molto difficili.

### ***L'attività speleologica danneggia le grotte?***

Le grotte sono ambienti molto delicati ed il passaggio dell'uomo è sempre una variazione rispetto alle condizioni naturali. Le pareti vengono chiodate, i sassi in bilico fatti cadere, certi punti stretti allargati, le luci rilasciano fumi nella purissima aria interna, la nostra stessa respirazione libera anidride carbonica. Tutto questo nella stragrande maggioranza delle grotte (ventilate e dilavate dalle acque interne) ha un effetto assolutamente trascurabile, soprattutto perché gli speleologi sono pochi e, in genere, piuttosto attenti.

Sta di fatto che certe cavità sono tanto delicate che non tollerano neppure questo e dunque vanno chiuse anche agli speleologi.

Ma, ci duole dirlo, molte grotte, soprattutto in passato, hanno dovuto tollerare speleologi incoscienti che si comportavano come se la grotta fosse stata loro proprietà, abbandonandovi rifiuti e procedendo a “sistemazioni” selvagge dei percorsi. Questi comportamenti sono quasi cessati e, anzi, abbiamo organizzato campagne di pulizia nelle grotte; ma rimane il fatto che anche chi si avvicina al mondo della speleologia deve imparare a limitare il suo proprio impatto ambientale.

## ***Capitolo: L'esplorazione Speleologica***

### ***Come trovate grotte inesplorate?***

Nella maggior parte dei casi iniziamo scegliendo montagne che per qualche motivo (natura delle rocce, tipo e portata delle sorgenti, forme esterne) promettono di contenere un reticolo interno che drena le acque. Da quel punto procediamo con pazienza: la prima fase è quella di chiedere agli abitanti del luogo se siano a conoscenza di ingressi

di grotte. Se esistono ci facciamo accompagnare; questo stadio è spesso molto divertente perché si vengono a conoscere le persone più strane ed interessanti.

Finita questa fase ed esplorate le entrate note, continuiamo percorrendo le montagne in lungo e in largo in cerca di altre entrate o di indizi dell'esistenza di grotte: buchi che soffiano o aspirano correnti d'aria, assorbimenti d'acqua, particolari forme generali della superficie esterna.

Ogni volta che riusciamo ad entrare, la nostra conoscenza complessiva aumenta perché veniamo a disporre di rilievi, di informazioni sulle fratture, sulle direzioni privilegiate del mondo sotterraneo e dei flussi dell'acqua. Pian piano, tassello dopo tassello, cerchiamo di congiungere le grotte note e di ricostruire le vie di quell'enorme continente buio racchiuso nei monti calcarei.

E' un lavoro molto lungo, che viene tramandato, all'interno dei gruppi speleologici, anche per decenni, da una generazione all'altra di esploratori: davvero interminabile, ma a tratti è incredibilmente appassionante.

### ***Come esplorate le grotte che trovate?***

Con cautela e pazienza, occorrono entrambe. Quando riusciamo ad entrare ci inoltriamo negli spazi vuoti e bui che andiamo incontrando (spesso inseguendo le linee di circolazione dell'aria che sono sicuri indicatori dell'esistenza di prosecuzioni), portandoci appresso in appositi sacchi a forma di tubo i materiali che potranno esserci necessari: chiodi, qualche corda e i rifornimenti di cibo e luce.

Quando incontriamo zone strette le superiamo pian piano; stiamo cauti anche nelle gallerie dove un sasso immobile da migliaia di anni nell'oscurità quieta può mettersi in moto per l'inatteso passaggio di una persona.

Quando il pavimento sparisce e sotto di noi si apre il nero di un pozzo per prima cosa lo sondiamo lanciandovi dei sassi, per capire grosso modo quanto è profondo; poi fissiamo dei chiodi alle pareti. Ad essi leghiamo le corde sulle quali poi scendiamo e saliamo, collegati con particolari attrezzi, curando di far precipitare tutti i sassi in bilico che minaccerebbero le salite e discese successive.

Andiamo avanti così, pian piano, esplorando e topografando con gli strumenti da rilievo le zone percorse.

Il ritmo di avanzata in esplorazione è sempre molto lento: una squadra esperta in una discesa normale (quella che chiamiamo una "punta"), cioè con una permanenza di dieci o quindici ore, finisce in genere per esplorare e topografare solo alcune centinaia di metri di gallerie, o al massimo un paio di centinaia di profondità di grotta se si tratta di una cavità a pozzi.

### ***Esplorate anche le grotte sommerse?***

Sì, ma si tratta sicuramente di poca cosa in confronto alle dimensioni del mondo sotterraneo sommerso. Quella dell'esplorazione delle gallerie sommerse è un'attività complessa ed estremamente rischiosa: bisogna sempre ripercorrere a ritroso la via di andata e questo può diventare impossibile per l'insorgere di problemi tecnici, per la riduzione di visibilità nell'acqua o perché ci si è incastrati. Nonostante i progressi tecnici fatti negli anni è rimasta probabilmente una delle attività umane più pericolose: per farla in relativa sicurezza è necessario essere sia ottimi subacquei che ottimi speleologi.

Il termine utilizzato per designare le gallerie sommerse è "sifoni". Ne esistono di due tipi fondamentali: i sifoni in cui ci si inoltra *contro* corrente e quelli in cui si avanza *con* la corrente. I primi spesso iniziano dalle risorgenze, che in pratica appaiono essere un laghetto esterno dal quale trabocca l'acqua in arrivo da gallerie subacquee: si tratta di raggiungerle ed esplorarle. Gli altri sifoni, quelli in cui si scende con la corrente, si incontrano in genere all'interno delle montagne, proprio al "fondo" delle grotte: in pratica dalla parte opposta, a monte, delle risorgenze.

La speleologia subacquea in genere tende ad occuparsi dei primi, meno pericolosi perché non presentano il rischio di trascinare via chi ci nuota e meno faticosi perché non richiedono tremendi trasporti di materiali all'interno delle grotte. Tant'è che il secondo tipo di sifoni per noi é, in genere, il fondo della cavità: la massima parte degli abissi noti si conclude in questo modo. E' solo in casi particolari, molto "mirati", che vengono affrontate queste strutture micidiali.

### ***Come fate il disegno delle grotte che trovate?***

Per riuscire a disegnare una grotta bisogna prima farne il rilievo topografico, cioè misurarne le forme e le dimensioni principali.

Si opera in genere in due: uno si posiziona in quello che sarà il punto iniziale del rilievo mentre l'altro si allontana sino al limite della visibilità del primo (in genere si tratta di qualche metro, ma a volte, ahinoi, sono solo pochi decimetri...), lì si ferma e si gira verso l'altro.

A quel punto si è tracciata una linea ideale nello spazio fra gli occhi dei due topografi: basta misurarne le coordinate. Il primo misura quindi la *lunghezza* (distanza dal compagno) con una cordella metrica o con un telemetro, l'*inclinazione* sull'orizzontale con un clinometro e la *direzione* con una bussola (che sottoterra funziona

benissimo: le rocce sono “trasparenti” al campo magnetico terrestre). Scrive su un taccuino questi dati e altre note fisiche, fa uno schizzo di come è fatto quel trattino di grotta e poi si sposta nell’esatta posizione del secondo che a sua volta si allontana sino al limite della visibilità del primo: e si ripete, si ripete, si ripete...

E’ un lavoro lunghissimo, freddo e noioso, ma nell’insieme uno dei più soddisfacenti perché poi a casa potremo stendere un disegno accurato di dove e come ci siamo inoltrati all’interno del monte.

Per rendere la forma delle tridimensionali grotte sul foglio in genere scegliamo di fare tre mappe differenti. Una è la *pianta* ed è la rappresentazione della grotta proiettata sul piano orizzontale: in pratica è quello che vedrebbe un osservatore da alta quota se la montagna fosse trasparente e la grotta no.

L’altra è la *sezione verticale*: tutta la grotta viene schiacciata su un piano verticale, proprio come se fosse un modellino tridimensionale di carta che desideriamo piegare. In questa rappresentazione si perdono completamente le relazioni fra le varie parti della grotta ma si ha un’idea sintetica del suo andamento.

Infine c’è l’insieme delle numerose e piccole *sezioni trasversali* nelle quali vengono rappresentate le forme delle gallerie in certi punti significativi: infatti, come abbiamo spiegato altrove, dalla forma delle gallerie se ne può ricostruire la genesi.

### ***Cosa ve ne fate dei disegni delle grotte?***

Li completiamo con molti altri dati descrittivi (posizione, dimensioni, morfologie, peculiarità) e li concentriamo in appositi centri di documentazione, i Catasti Regionali delle Grotte, curati dalle singole Federazioni Regionali di Speleologia, coordinati fra loro in un Catasto Nazionale affidato alla Società Speleologica Italiana. I disegni delle grotte principali vengono poi pubblicati in articoli su riviste specializzate o in libri.

### ***Costa molto fare speleologia?***

Le più semplici grotte a bassa quota sono visitabili con quel poco di materiale individuale assolutamente indispensabile (casco, luce acetilene, vestiti robusti, calzature affidabili) con un costo davvero contenuto.

Un’attività di maggior livello nella quale si affrontano anche pozzi a quote di media montagna richiede anche un vestiario speciale, attrezzi specifici e vestiario per l’esterno. Possiamo dire che l’intera attrezzatura di uno speleologo medio costa un po’ più di quella necessaria ad uno sciatore e un po’ meno di quella di un alpinista.

Oltre ai costi individuali ci sono quelli per gli attrezzi collettivi (corde, chiodi, strumenti ed altro). Di norma sono di proprietà dei gruppi speleologici che li comprano suddividendo le spese fra i soci; normalmente si tratta di una spesa pro capite che è solo una piccola frazione di quella per l’attrezzatura personale.

### ***Chi paga le spese di queste ricerche?***

Di solito la speleologia è interamente pagata da chi la pratica. Solo molto di rado, e per problemi specifici, si riescono ad ottenere piccoli finanziamenti per l’acquisto di materiali speciali o per particolari lavori sotterranei.

La situazione è un poco migliore per le grandi spedizioni speleologiche all’estero i cui costi altissimi vengono parzialmente coperti da ditte promotrici: ma questo può causare la rinuncia a ricerche interessanti ma che non promettono un ritorno di immagine.

Negli ultimi anni le amministrazioni regionali più sensibili ai problemi di conoscenza e protezione del territorio e delle acque si stanno dando leggi che finanziano le attività di pubblicazione e organizzazione dei dati raccolti dagli speleologi, e questo ha indotto notevoli miglioramenti del livello documentativo: ma ancora molta strada ci separa da un utilizzo intelligente delle conoscenze speleologiche.

## ***Capitolo: I pericoli della Speleologia***

### ***Quali sono i principali pericoli nelle grotte?***

I pericoli che minacciano gli speleologi occasionali e quelli esperti sono di tipo diverso.

I primi sono minacciati non tanto dalla *grotta* in sé quanto dal fatto che non hanno un *adattamento* specifico per percorrerla; e così chi vi si inoltra in modo incosciente rischia di perdersi (perché non sa riconoscere i passaggi difficili da trovare al ritorno), di rimanere senza luce (perché ha impianti poco efficienti e spesso nessuno di riserva), di scivolare e di farsi male (perché non si sa muovere o perché la sua luce non illumina con precisione gli ostacoli). Nel caso di chi si avventura in strutture verticali senza adeguata preparazione ed attrezzature specifiche il rischio, altissimo, è quello di precipitarvi.

Lo speleologo esperto invece è al riparo da alcuni di questi incidenti, ma è esposto ad altri: citiamo soprattutto le scivolate, di norma provocate dalla stanchezza in discese molto prolungate, le piene e la caduta di sassi nelle zone poco esplorate, che quindi non sono state ancora stabilizzate dal passaggio degli speleologi.

### ***Ci si perde facilmente in grotta?***

In genere no e, quando capita, è facile accorgersene e rimediare. Il cammino, normalmente, è lungo ma abbastanza unico; per non perdersi basta porre un poco di attenzione ai passaggi più caratteristici e curare in andata di guardarsi anche all'indietro nelle zone complicate in modo da saperle riconoscere al ritorno: sempre che, naturalmente, si sia speleologi di una certa esperienza.

### ***C'è sempre qualcuno all'ingresso che aspetta che usiate?***

Quasi mai, veniamo invece attesi in città. Ogni volta che andiamo in una grotta ne informiamo i colleghi del nostro gruppo speleologico che fanno sempre in che grotta (o in che regione sotterranea, nel caso di grotte grandissime) siamo andati. Grosso modo fanno anche l'ora prevedibile di rientro: in caso di ritardo mettono in pre-allarme le nostre Squadre di Soccorso, che poi partono quando il ritardo accumulato è diventato eccessivo.

Però in questi casi, in genere, vale il detto che "nessuna notizia è una buona notizia": capita molto spesso di accumulare ritardi mentre invece sono rarissimi gli incidenti nei quali neppure uno della squadra riesce ad uscire a dare l'allarme.

### ***Capitolo: Gli Incidenti Speleologici Gli incidenti sono frequenti?***

Per fortuna no, per vari motivi. Uno è che i frequentatori delle grotte non sono molti. Un altro è che la maggioranza di chi si accosta alla speleologia lo fa in modo abbastanza coscienzioso, imparando i rudimenti con uno dei numerosi, ottimi corsi che vengono organizzati in ogni parte d'Italia dai locali gruppi speleologici. Gran parte di chi va in grotta, insomma, ha una preparazione specifica.

In montagna la situazione è un po' diversa, tanto che solo *meno di un quarto* degli incidenti di montagna capitano a persone con una qualche preparazione alpinistica: la maggior parte delle vittime è costituita da visitatori occasionali, in genere vittime della propria inesperienza. Una montagna con una bella giornata di sole può attrarre chiunque a spingersi più in là di dove si saprà tornare in caso di peggioramento del tempo: le grotte no, tendono a respingere gli inesperti.

C'è purtroppo l'altra faccia della medaglia: visto che in grotta gli infortuni capitano quasi esclusivamente a speleologi, possono avvenire in zone molto remote, lontane dalle entrate. E' a causa di questo che è ben raro che un incidente speleologico sia di soluzione semplice: richiede *sempre un grande impegno* ad un gran numero di soccorritori dai quali si pretende una *notevolissima preparazione* specifica.

### ***Chi interviene in caso di incidente?***

Interviene il Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico, con le sue squadre di volontari, organizzate in modo da coprire l'intero territorio nazionale.

Il CNSAS è l'organizzazione che, per legge, si occupa dei soccorsi in ambiente montano, e dunque in montagna, in grotta e nelle forre. Ne fanno parte circa seimila volontari incaricati del soccorso alpino e altri seicento che si occupano del soccorso in grotta e in forra.

La suddivisione della sezione speleologica è grosso modo regionale. Ogni delegazione comprende una cinquantina di volontari specialisti che in genere sono sufficienti per rimediare ai guai capitati sul loro territorio. Nel caso di incidenti gravi l'intera struttura nazionale viene messa in allarme ed eventualmente interviene.

### ***Quali sono le difficoltà di recupero?***

Purtroppo le difficoltà di recupero sono quasi sempre molto grandi. Mentre in montagna l'uso dell'elicottero rende molto spesso l'intervento rapido e risolutivo, in grotta non vi sono scorciatoie: bisogna ripercorrere all'inverso il cammino percorso, anche allargando i passaggi stretti che, superabili da una persona sana, sono invalicabili ad una ferita, chiusa in una barella.

Grosso modo possiamo dire che il recupero di un infortunato da un certo punto di una grotta richiede un tempo almeno *dieci volte maggiore* di quello necessario ad andarci da sani. Se si pensa che attualmente gli speleologi arrivano ad esplorare frequentemente a *dieci ore dalle entrate* (in casi eccezionali sino a *venti ore!*), si può capire quanto sia grave il problema posto ai soccorritori del CNSAS.

### ***Capitolo: In Conclusione***

#### ***Chi ve lo fa fare di andare nelle grotte?***

Il fatto che è molto bello.

E' un'attività nella quale si prende un mucchio di freddo, ci si bagna, si spendono soldi, si fa spesso una fatica veramente bestiale: ma nell'insieme è molto bella.

Forse il lettore penserà: “sarà perché vedete dei posti belli, delle belle concrezioni”. Sì, certo, nelle montagne ci sono cose e luoghi estremamente belli, ma non è solo (e non è tanto) quello il motore: infatti capita molto più spesso di attraversare posti esteticamente dubbi o decisamente brutti e le concrezioni sono sempre rare.

Il motore principale che ci spinge sottoterra è la possibilità di scoprire un immenso mondo inesplorato.

Si viene a scoprire che esiste il mistero nel territorio che ti circonda, scopri pareti e precipizi nell’oscurità di luoghi impensabili, scavati poco al di sotto di posti solari che facevano credere di essere completamente abbracciabili con lo sguardo.

A volte si riesce a vagare in mondi giganteschi e mai visti da esseri umani, ad esplorare i fiumi *a monte* delle sorgenti, a contemplare il riunirsi delle loro acque nel buio. Si imparano a vedere le montagne non solo dotate di superficie, ma di *volume*; e diventando astronauti capace di attraversarli.

Insomma, spesso ne vale veramente la pena.

Le Grotte nelle Regioni d’Italia Catasto Nazionale delle Grotte Grotte: cavità di sviluppo >5 metri Grotte Grandi: sviluppo >3 km o profondità >300 m			
Regione	Grotte Note	Grotte Grandi	Gruppi Speleologici
Piemonte-Valle d’Aosta	1740	32	14
Lombardia	3020	26	42
Veneto	5560	20	25
Trentino-Alto Adige	1530	7	9
Friuli-Venezia Giulia	5830	41	27
Liguria	1360	1	18
Emilia-Romagna	750	1	17
San Marino	50	0	1
Toscana	1370	41	26
Umbria	860	3	12
Marche	500	4	9
Lazio	1200	9	11
Abruzzi	500	0	5
Molise	60	2	1
Campania	1250	8	5
Basilicata	250	0	1
Puglia	1700	1	31
Calabria	370	1	6
Sicilia	700	4	15
Sardegna	2280	13	29
<b>ITALIA</b>	<b>30880</b>	<b>214</b>	<b>304</b>

<b>ITALIA: grotte più profonde (da: Catasto Naz.)</b>		
<i>Denominazione</i>	<i>provincia</i>	<i>dislivello [m]</i>
Roversi	Lucca	1250
Olivifer	Massa	1215
Figliera-Corchia	Lucca	1190
W Le Donne	Como	1170
Saragato-Aria Ghiaccia	Lucca	1075
Pozzo della Neve	Campobasso	1050
Malga Fossetta	Vicenza	975
Piani Eterni 10	Belluno	970
Pinelli-Pianone	Lucca	965
Zeppelin	Udine	960

**ITALIA: grotte più lunghe (da: Catasto Naz.)**

<i>Denominazione</i>	<i>provincia</i>	<i>sviluppo [km]</i>
Figghiera-Corchia	Lucca	52.5
Piaggia Bella	Cuneo	38.0
Codula di Luna	Nuoro	34.0
Monte Cucco	Perugia	28.0
Bus de la Rana	Vicenza	26.0
Bigonda	Trento	25.0
Saragato-Aria Ghiaccia	Lucca	24.0
Fiume-Vento	Ancona	23.0
Omber en Banda al Bus del Zel	Brescia	17.0
Labassa	Cuneo	17.0

**MONDO: grotte più lunghe (da: SIS-FFS)**

<i>Denominazione</i>	<i>provincia</i>	<i>sviluppo [km]</i>
Mammoth Cave	Kentuchy	563
Optimisticheskaja	Ucraina	192
Jewel Cave	S. Dakota	190
Holloch Höhlensystem	Svizzera	175
Lechuguilla Cave	N.Mexico	155
Siebenhengste Höhlensystem	Svizzera	140
Fisher Cave	Kentucky	136
Wind Cave	S. Dakota	131
Ozernaja	Ucraina	111
Gua Air Jemih	Malaysia	109

**MONDO: grotte più profonde (da: SIS-FFS)**

<i>Denominazione</i>	<i>stato</i>	<i>dislivello [m]</i>
Lamprechtsofen	Austria	1630
Mirola	Francia	1610
Reseaux du Foilly	Francia	1600
Vjacheslava Pantukhina	Georgia	1510
Sistema Huautla	Messico	1475
Sistema de la Trave	Spagna	1440
Gor Boy Bulok	Uzbekistan	1415
Illuminako Ateeneko Leizea	Spagna	1410
Torca del Cerro	Spagna	1400
Lukina Jama	Croazia	1390

**Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico**  
**Rete di intervento e modalità di allarme del Coordinamento Speleologico**

Il territorio nazionale é coperto da una rete di posti di chiamata del CNSAS, riconoscibili dall'esposizione dell'apposito segnale: si tratta in genere di locali pubblici (bar, alberghi, rifugi) siti nei pressi di grotte frequentate. Lì ci sono gli elenchi completi ed aggiornati dei volontari di ogni zona.

Per utile informazione, comunque, ecco a fronte l'elenco dei responsabili delle varie zone del soccorso speleologico.

Una eventuale richiesta di intervento può essere fatta ad uno *qualsiasi* di questi nomi da un punto *qualsiasi* del territorio nazionale: chi é stato raggiunto provvederà immediatamente a mettere in allarme le squadre competenti per territorio.

Ad alcuni di questi numeri possono rispondere delle segreterie telefoniche: in tal caso lasciare un messaggio dicendo il proprio numero di telefono, specificare che si tratta di un incidente e poi *continuare la ricerca* di un responsabile.

E' però essenziale che chi dà l'allarme *fornisca il numero di telefono dal quale sta chiamando, e dal quale non dovrà più allontanarsi, per nessun motivo*, sino a che non avrà ricevuto la telefonata dei responsabili della locale zona!

Ricordiamo che il CNSAS é l'unica struttura competente per recuperi di infortunati in montagna e in grotta (Legge 776 del 24.12.1985).

Chiamare altre autorità, e specificamente *Carabinieri* e *Vigili del Fuoco*, introduce ritardi nell'allertamento perché a livello locale può accadere che essi non siano in possesso degli elenchi di chiamata: é per questo che bisogna avvisare *direttamente e solo il CNSAS*.

Sarà lo stesso CNSAS che avviserà le due organizzazioni appena citate, gli uni per motivi istituzionali e gli altri per fruire di un prezioso aiuto all'esterno.

**ALLARME. Chi lo dà deve dire:**  
**il proprio nome**  
**da dove e da che numero di telefono sta chiamando**  
**dove (luogo, grotta, profondità) é accaduto l'incidente**  
**condizioni degli infortunati**

**Responsabile Nazionale:** Paolo VERICO

ab 0444.542532 lav 0444.555848 cel 0337.479155

**1° Zona: Piemonte, Valle d'Aosta:** Attilio EUSEBIO

ab 011.3850737 lav 011.5810611 cel 0330.471953

**2° Zona: Friuli, Venezia Giulia:** Alessio FABBRICATORE

ab 0481.531514 lav 0481.82160 cel 0337.538792

**3° Zona: Toscana:** Massimiliano BROGLIO

ab 0583.88267 lav 0583.837070 cel 0360.596066

**4° Zona: Umbria:** Virgilio PENDOLA

ab 0744.717189 lav 0744.607345 cel 0335.6441165

**5° Zona: Lazio, Abruzzo, Molise, Campania:** Carlo GERMANI

ab 06.76901095 lav 06.765089 cel 0330.982921

**6° Zona: Veneto, Trentino, Alto Adige:** Stefano MEGGIORINI

ab 045.8904660 lav 045.8093833 cel 0360.468481

**7° Zona: Puglia, Basilicata, Calabria:** Raffaele ONORATO

ab 0833.871158 lav 0833.871635 cel 0337.827929

**8° Zona: Sardegna:** Giuseppe DOMENICHELLI

ab 070.728163 cel 0337.818998

**9° Zona: Lombardia:** Corrado CAMERINI

ab 030.47175 lav 030.3995620 cel 0338.6078367

**10° Zona: Sicilia:** Riccardo LEONARDI

ab 095.511100 lav 095.7195776

**11° Zona: Marche:** Giuseppe ANTONINI

ab 071.2867744 cel 0338.9905481

**12° Zona: Emilia Romagna:** Stefano OLIVUCCI

ab 0543.553895      cel 0360.475726  
**13° Zona: Liguria:** Roberto BUCCELLI  
ab 0183.666928      lav 0183.666139 cel 0336.801334

***Società Speleologica Italiana***

sede legale: Via A. Zamboni, 67. I 40127 - Bologna

*Commissioni e servizi SSI:*

Commissione Nazionale Scuole di Speleologia  
Commissione Catasto Nazionale  
Commissione Speleologia Subacquea  
Commissione Speleologia in Cavità Artificiali  
Commissione Scientifica  
Commissione Didattica  
Commissione Salvaguardia Aree di Interesse Speleologico

*Rivista semestrale della SSI:*

"Speleologia"  
CEN Bocca Serriola - 06012 Città di Castello

**RIFERIMENTI REGIONALI PER LA SPELEOLOGIA**

Associazione Gruppi Speleologici Piemontesi  
c/o CAI-UGET  
Galleria Subalpina, 30  
10123 Torino

Commissione Provinciale per la Speleologia SAT  
Via Mancini, 57  
38100 Trento

Federazione Speleologica Veneta  
CP 472  
36100 Vicenza

Federazione Speleologica Friuli-Venezia Giulia  
Gruppo Speleologico Monfalconese ADF  
Via Valentini, 134  
34074 Monfalcone (GO)

Delegazione Speleologica Ligure  
C.P. 762  
16123 Genova

Federazione Speleologica Toscana  
Via Torre del Gallo, 30  
50125 Firenze

Federazione Speleologica Emilia-Romagna  
U.S.B.  
P.zza 7 Novembre 1944, 7  
40122 Bologna

Federazione Speleologica Sarda  
Corso Vittorio Emanuele 129  
09100 Cagliari

Federazione Speleologica Marche  
c/o Roberto Bambini  
Via Annibaldi, 5  
60035 Jesi

Federazione Speleologica Abruzzese  
CP 118  
67100 L'Aquila

Gruppo Grotte Molise  
Via Piave, 23  
86010 Ferrazzano (CB)

Federazione Speleologica Umbra  
c/o CEN Bocca Serriola  
06012 Città di Castello

Federazione Speleologica del Lazio  
Via Ferretti, 7  
00137 Roma

Federazione Speleologica Campana  
c/o Francesco Maurano  
via Cappelle, 1 - 83010 Summonte AV

Federazione Speleologica Pugliese  
Cas. Post. 16 bis  
70013 Castellana Grotte Ba

Gruppo Speleologico Sparviere  
P.zza S. Vincenzo  
87070 Alessandria del Carretto (CS)

Gruppo Geo Speleologico Valle Noce  
P.zza del Popolo, 118  
85049 Trecchina (PZ)

Federazione Speleologica Regionale Siciliana  
c/o Dipartimento di Geologia e  
Geodesia dell'Università di Palermo  
Corso Tukory 131  
90134 Palermo

#### **Note al testo**

<sup>1</sup> Se proviamo a salare dell'acqua con del normale sale da cucina, cucchiaino dopo cucchiaino, vediamo che per un po' il sale va completamente in soluzione: in quella fase l'acqua è *insatura*. Continuando ad aggiungerne, però, scopriamo che cessa di sciogliersi e cade sul fondo del recipiente: l'acqua ora è *satura*. C'è un valore massimo possibile di concentrazione di sale in soluzione: ad esempio, se l'acqua è a 25°C vi possiamo sciogliere un massimo di 360 grammi di sale da cucina. Per scioglierne di più dobbiamo scaldare l'acqua, perché il valore di saturazione cresce con la temperatura. D'altra parte se abbiamo prodotto dell'acqua satura e la raffreddiamo essa diventa *sovrasatura* e un po' di sale si deposita sul fondo. Oltre che dalla temperatura la solubilità di un sale dipende fortemente anche dalla presenza di altre sostanze disciolte.

<sup>2</sup> Il termine "carso" deriva da una parola pre-indoeuropea associata all'idea di "luogo roccioso"; ne derivano molti toponimi in tutta la penisola: ad esempio quello del paese di Carsoli (AQ) e sulle Alpi Marittime dove il Marguareis (Alpi Marittime) in passato era noto come "Carsino".