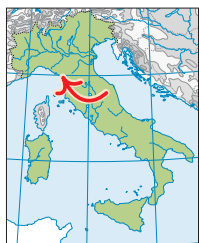


## ITINERARIO 10

# Il paesaggio carsico sotterraneo: la Grotta del Vento



La Grotta del Vento si trova vicino a Fornovolasco (in provincia di Lucca), nel Parco Naturale delle Alpi Apuane, in un territorio montuoso caratterizzato da estesi fenomeni carsici. Finora della grotta sono stati esplorati oltre 4,5 km di gallerie e almeno 30 diramazioni restano ancora da esplorare. La parte nota della grotta si sviluppa in rocce calcaree che si sono formate quasi 200 milioni di anni fa, per un processo di sedimentazione marina. Per milioni di anni, sul fondo di un mare che possiamo far corri-

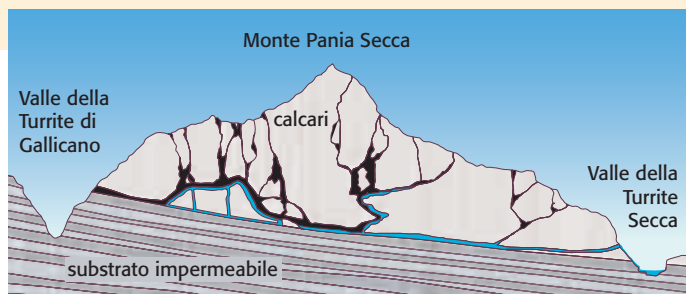
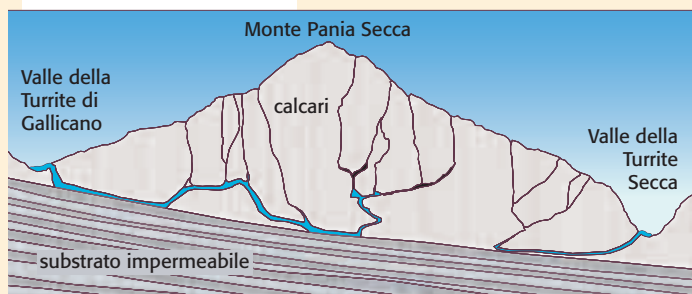
spondere all'attuale Tirreno, si depositarono abbondanti quantità di gusci carbonatici di molluschi e innumerevoli minuscoli gusci di organismi unicellulari, insieme ad ammassi di scheletri di coralli. I sedimenti, compressi dall'enorme peso dei depositi sovrastanti, andarono poi incontro a processi di compattazione e cementazione, fino alla trasformazione in rocce calcaree.

A partire dal Miocene (che ebbe inizio circa 25 milioni di anni fa), i processi orogenetici legati a movi-

▽ I due disegni mostrano l'evoluzione della grotta, dalle fasi iniziali della sua formazione ai giorni nostri.

A L'acqua si infiltra nelle rocce calcaree del monte Pania Secca attraverso fessure e piani di stratificazione, e vengono scavate le prime cavità sotterranee.

B In superficie, l'erosione fluviale agisce sul monte Pania Secca e incide le valli laterali. Le fessure e le cavità sotterranee si ingrandiscono, mentre la falda freatica si abbassa. Molte gallerie vengono abbandonate dalla circolazione dell'acqua, che si scarica nella Valle della Turrite Secca.



## PIANO DI VISITA



### LEGENDA

	Corsi d'acqua
	Laghi
	Primo itinerario
	Secondo itinerario
	Terzo itinerario

◁ Planimetria della Grotta del Vento.

### Alcuni dati:

Longitudine: 10° 21' 28" E  
 Latitudine: 44° 02' 01" N  
 Quota s.l.m.: 627 m  
 Profondità (ingresso-fondo): 44,3 m  
 Dislivello massimo esplorato: 145 m  
 Lunghezza: 760 m  
 Sviluppo noto: 4500 m circa  
 Temperatura media dell'aria: 10,7 °C  
 Temperatura media dell'acqua: 10,8 °C  
 Umidità: 98-100%

menti delle placche litosferiche determinarono la formazione delle Alpi Apuane e l'esposizione (conseguente alla loro emersione) delle rocce calcaree all'attacco dell'acqua di precipitazione meteorica, resa acida dall'anidride carbonica presente nell'aria.

Il nome della grotta deriva dalla corrente d'aria che la percorre, causata dalla presenza di due imbocchi posti a quote diverse: uno a 627 m s.l.m. e l'altro a più di 1400 m. Il senso di movimento dell'aria cambia a seconda della stagione. In estate l'aria all'interno della grotta è più fredda e più pesante di quella che si trova all'esterno e, di conseguenza, si muove verso il basso, provocando un vento in uscita dall'imbocco inferiore, mentre all'imbocco superiore viene aspirata aria relativamente calda; questa, percorrendo la grotta, si raffredda e alimenta la circolazione. In inverno, quando la temperatura dell'aria nella grotta supera quella dell'esterno, l'aria all'interno tende a salire (perché più leggera) provocando un vento che entra dall'apertura inferiore ed esce da quella superiore. La velocità del vento dipende dalla differenza tra la temperatura interna, che ri-

mane pressoché costante durante tutto l'anno (media 10,7 °C), e la temperatura esterna. Durante la visita non potrete accorgervi dell'esistenza di questo vento: infatti, la corrente d'aria viene bloccata dalla chiusura di una porta blindata.

La grotta è stata scoperta proprio grazie al fenomeno della corrente d'aria. Infatti, nonostante la sua esplorazione sia cominciata solo nel 1932, già dal Seicento se ne sospettava l'esistenza: in estate gli abitanti dei villaggi vicini sfruttavano la corrente fredda in uscita dalla grotta, incanalandola in una sorta di «frigorifero» naturale.

All'interno della grotta esistono alcuni sentieri attrezzati; tra questi, percorreremo quello che viene chiamato «Secondo itinerario» (che comprende anche il percorso chiamato «Primo itinerario»), lungo il quale è possibile osservare le forme tipiche del paesaggio carsico sotterraneo, come le fessure, le gallerie scavate dai corsi d'acqua, gli abissi, le stalattiti e le stalagmiti.

## PRIMA TAPPA

### Il Lago dei Cristalli



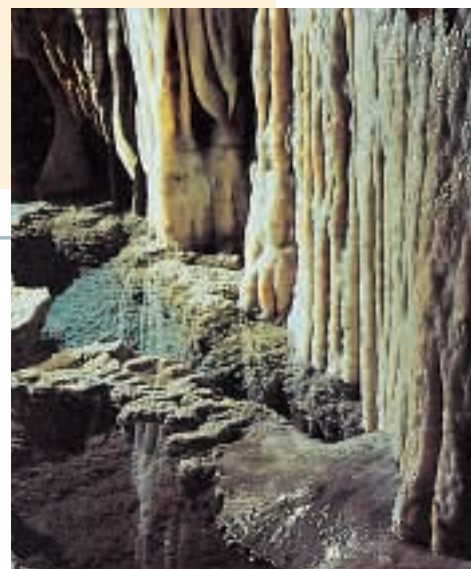
Dall'ingresso percorriamo una grande galleria di forma ellittica, scavata dall'acqua che un tempo qui circolava sotto pressione, riempiendo completamente la condotta. La sezione ellittica è dovuta proprio a questa condizione idrica, che è detta *erosione freatica*: l'azione erosiva – meccanica e chimica – dell'acqua si poteva esercitare in tutte le direzioni.

Dopo aver oltrepassato la Sala dell'Orso – così chiamata perché vi furono ritrovati i resti fossili di un orso delle caverne, una specie estinta in questa zona da circa 8000 anni – e aver osservato sulle pareti della galleria alcune *marmitte di erosione* (cavità prodotte dal moto vorticoso delle acque) la condotta si separa in due bracci sovrapposti: quello inferiore forma un *sifone* natu-

rale (cioè si immerge per un certo tratto nell'acqua per riemergere poco dopo), mentre il tratto superiore della galleria è artificiale ed è stato scavato per consentire ai visitatori di oltrepassare il sifone allagato.

Anche la parte della cavità situata oltre il sifone si è formata in condizioni freatiche, ma l'aspetto originario è stato in parte modificato da diversi crolli avvenuti centinaia di migliaia di anni fa, quando il fiume sotterraneo che percorreva la galleria cominciò a scorrere definitivamente a un livello inferiore. Da quel momento, ebbe inizio anche la fase di deposizione. Infatti, fino a quando una galleria freatica è attiva, le concrezioni non possono formarsi, poiché in un ambiente sommerso la fuga dell'anidride carbonica dall'acqua è impossibile e, di conseguenza, la precipitazione

▷ Un particolare del Lago dei Cristalli.



ne del carbonato di calcio non può avvenire.

Poche decine di metri oltre il sifone raggiungiamo uno specchio d'acqua, chiamato Lago dei Cristalli per il colonnato di stalattiti e stalagmiti che copre le pareti rocciose che lo circondano.

La deposizione del carbonato di calcio avviene sotto forma di minuscoli cristalli di calcite che, al distacco della goccia d'acqua dalla quale derivano, aderiscono al soffitto formando il primo «germe» della stalattite. Quando la goccia cade sul pavimento può contenere ancora una

certa quantità di bicarbonato di calcio e, nell'impatto con il suolo, si può verificare nuovamente la liberazione dell'anidride anidride carbonica e la deposizione di carbonato di calcio: ha inizio così la formazione di una stalagmite. La quantità di calcite deposta da ogni goccia è minima, ma moltiplicata per miliardi di volte provoca una lenta crescita delle stalattiti e delle stalagmiti che, con il passare del tempo, possono unirsi tra loro formando colonne come quelle che si riflettono nelle limpide acque del Lago dei Cristalli.

## SECONDA TAPPA

### La Sala del Ciondolo



Proseguendo lungo la galleria principale, superiamo una leggera strozzatura ed entriamo nella Sala del Ciondolo, dove possiamo osservare altre forme di deposito tipiche della morfologia carsica sotterranea, i *drappeggi* e le *colate*.

I drappeggi si formano quando le gocce d'acqua, anziché staccarsi dal soffitto, scorrono lungo una parete strapiombante: in queste condizioni il carbonato di calcio viene depositato lungo linee irregolari e crea delle creste sottili che si accrescono nel tempo. Osservando in trasparenza queste concrezioni (che sono molto diffuse in tutta la prima parte dell'itinerario) è possibile notare delle fasce parallele di colore giallo, arancione, rossa-

stro o marrone che corrispondono a diverse concentrazioni di *limonite*, un idrossido di ferro che deriva dall'alterazione chimica della pirrite ( $\text{FeS}_2$ ), presente entro la roccia calcarea in cristalli isolati.

Le colate sono delle coperture concrezionali che rivestono anche intere pareti o lunghi tratti del pavimento, inglobando detriti o altre concrezioni preesistenti.

Tutte le concrezioni, siano esse stalattiti, stalagmiti, colate o drappeggi, vengono definite *vive* fin quando sono in accrescimento, cioè fintanto che vengono alimentate dal percolare dell'acqua. Lungo l'itinerario noterete che la maggior parte delle concrezioni della Grotta del Vento sono vive.



Dopo esservi soffermati qualche minuto in questa sala, vi sarete certamente accorti che dal soffitto percola continuamente dell'acqua. Lo stillicidio (qui come negli altri tratti del percorso) non dipende dalle condizioni atmosferiche esterne, infatti lo osserverete sia in una giornata di pioggia che in caso di bel tempo.

△ Alcuni drappeggi nella Sala del Ciondolo.

Come mai nella grotta «piove» sempre? Gli strati di roccia sovrastanti, ricchi di fessure, si comportano quasi come una spugna, assorbendo durante le piogge grandi quantità di acqua che viene ceduta lentamente alla grotta sottostante mediante lo stillicidio.

## TERZA TAPPA

### Il Baratro dei Giganti



Dopo aver superato la Sala del Crollo (alta oltre 20 m), nella quale possiamo osservare grandi colate che coprono e cementano un ammasso di blocchi rocciosi staccatisi dalla volta della sala migliaia di anni fa, il sentiero sale con una ripida scalinata verso il Valico, oltre il quale, scen-

dendo una ventina di gradini, ci fermiamo sull'orlo del Baratro dei Giganti.

Il Baratro dei Giganti è una grande cavità di origine freatica, lunga oltre 45 m, che l'acqua ha scavato circolando sot-

▽ Una veduta dall'alto del Baratro dei Giganti.



to pressione dal basso verso l'alto e ampliando un piano di stratificazione.

Le sue pareti levigate sono interrotte da scanalature a conca, prodotte dall'azione chimica dell'acqua che un tempo vi circolava in pressione, mentre il pavimento (che è molto inclinato) è inciso da un solco scavato in epoche più recenti dallo scorrimento incanalato dell'acqua. Tutto il Baratro è percorribile seguendo una ripida scalinata fino alla Sala delle

Voci, così chiamata per gli effetti acustici creati dalla conformazione delle sue pareti.

Nel tratto che ci apprestiamo a percorrere mancano le concrezioni; qui le frequenti inondazioni ripristinano periodicamente la circolazione freatica impedendo la deposizione dei cristalli di calcite. Infatti, anche se dopo una piena il carbonato di calcio cominciasse a depositarsi, verrebbe asportato durante la successiva inondazione.

#### In rete:

- Sito della Grotta del Vento:  
<http://www.grottadelvento.com>
- Sito delle Grotte di Postumia (Slovenia):  
<http://www.postojna-cave.com>
- Sito della Società Speleologica Italiana:  
<http://www.ssi.speleo.it>
- Sito del Gruppo speleologico di Bassano del Grappa, con un minicorso di biospeleologia ed elementi di ecologia:  
<http://www.geocaibassano.it/geocai/biospeleologia.html>

## QUARTA TAPPA

### Il Salone dell'Acheronte



Il Salone dell'Acheronte è situato alla base del sistema carsico della grotta, dove – lungo la superficie di contatto tra rocce metamorfiche e calcari – si uniscono tra loro tre piccoli torrenti sotterranei. Il livello di rocce metamorfiche, che sono impermeabili, determina la presenza perenne di acqua: nella galleria dell'Acheronte, generatasi in ambiente freatico, oggi scorre «a pelo libero» un fiume sotterraneo che, in caso di precipitazioni eccezionali, può ingrossarsi fino a sommergere completamente la condotta, ripristinando per alcune ore la situazione freatica preesistente.

La volta e le pareti del salone

sono interessate da incisioni e scanalature prodotte dall'azione solvente delle acque. Quasi ovunque si notano grandi accumuli di limo, una fanghiglia sottilissima che si deposita nella sala dopo essere stata trasportata in sospensione dalle acque sotterranee.

Il percorso prosegue lungo il fiume sotterraneo attraverso una galleria con pareti levigate, per terminare nella Sala del Cupolone, dove inizia un «lago-sifone» oltre il quale l'Acheronte continua a scorrere nel cuore delle montagne, seguendo un percorso ancora sconosciuto. Al ritorno, si percorre un sentiero alternativo che attraversa la Galleria Intermedia



le cui pareti sono quasi ovunque rivestite da concrezioni grigie per inclusione di limo. Questa condotta, come il Baratro dei Giganti, è stata scavata sotto pressione dal basso verso l'alto. Le diramazioni che partono dalla Galleria Intermedia hanno avuto invece un'origine diversa e per esse si

△ L'acqua in un momento di inondazione nella zona dell'Acheronte.

parla di circolazione idrica *vadosa*: i corridoi, alti e stretti, sono stati scavati dall'acqua che, circolando a pelo libero, in forma di torrente, ha progressivamente eroso la roccia soltanto verso il basso.

## VERIFICA

1 Il carsismo consiste:

- A nella dissoluzione delle rocce calcaree da parte dell'acqua piovana resa leggermente acida dall'anidride carbonica presente nell'aria;
- B nell'ossidazione delle rocce calcaree da parte dell'acqua piovana resa leggermente acida dall'anidride carbonica presente nell'aria;
- C nell'idrolisi delle rocce calcaree da parte dell'acqua piovana resa leggermente acida dall'anidride carbonica presente nell'aria.

2 Come immagini il paesaggio all'esterno della grotta?

- A Brullo e roccioso, perché mancano i corsi d'acqua superficiali a causa dei fenomeni carsici.
- B Ricco di vegetazione, perché la zona fa parte di un Parco Naturale.
- C Non ho elementi per rispondere.

3 Metti in successione i processi che portano alla formazione delle rocce calcaree entro cui è scavata la Grotta del Vento.

- ..... sedimentazione    ..... cementazione
- ..... compattazione    ..... seppellimento
- ..... accumulo organogeno

4 Indica i gruppi animali che al momento del sollevamento delle Alpi Apuane (Miocene) erano già comparsi sulla Terra:

Spugne	Molluschi
Uccelli	Artropodi
Uomo	Mammiferi

5 Quando la temperatura dell'aria all'interno della grotta è uguale alla temperatura esterna, il vento che la percorre:

- A aumenta di velocità;
- B cessa;
- C diminuisce di velocità.

6 I minerali che costituiscono le rocce metamorfiche scistose sono:

- A appiattiti o lamellari, orientati tutti nella stessa direzione;
- B di aspetto granulare, orientati in modo casuale;
- C microcristallini.

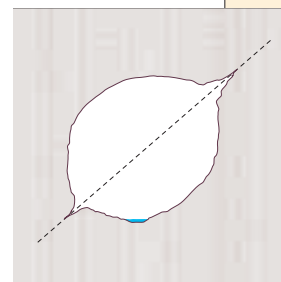
7 Collega ciascuna immagine alla propria didascalia.

A



Sezione trasversale di una condotta di origine freatica.

B



Sezione trasversale di una condotta di origine vadosa.