

LE GROTTI VULCANICHE

di Paola Tognini (Gruppo Grotte Milano CAI-SEM)

Con il termine “**grotte vulcaniche**” si intendono tutte le cavità formate, direttamente o indirettamente, da **attività vulcanica**.



Ingresso della Cueva de los Naturalistas: sulla sfondo, i vulcani che hanno prodotto le colate entro le quali si è formata la grotta (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese)

Il processo principale che porta alla formazione di queste grotte è un **processo fisico**, dovuto al **raffreddamento di colate laviche** durante l’emissione, ma vi sono anche **numerosi altri processi minori**; per esempio: processi di rigonfiamento per espansione di gas, processi esplosivi, processi di erosione termica, di rifusione e colamento o processi di accumulo di scorie.

Esistono quindi **numerosi tipi di grotte vulcaniche**, classificate a seconda dei processi che le hanno prodotte. Le principali sono:

GROTTE IN CONDOTTI O FESSURE ERUTTIVI;
GROTTE GENERATE DAI GAS (O PNEUMATOGENETICHE);
GALLERIE DI SCORRIMENTO (O REOGENETICHE).

Le **grotte in condotti o fessure eruttivi** si formano all’interno di **camini vulcanici** o di **fessure eruttive**, quando, con l’esaurirsi dell’eruzione, il livello della lava nei condotti e nelle fessure scende, lasciando **camini e pozzi**, a volte profondi anche qualche centinaio di metri.



A sinistra: lago di lava sul fondo del cratere del Vulcano Masaya (Nicaragua): quando il lago si ritira sul fondo del camino eruttivo, si forma un pozzo, profondo più di 100 m (foto Mauro Inglese)

A destra: discesa nell’Abisso Profondo Nero (Etna), una serie di pozzi lungo una frattura eruttiva (foto Giuseppe Priolo)



Foto Giuseppe Priolo

Le **cavità pneumatogenetiche**, o **blister**, sono generate dall'espansione di **bolle di gas** che rimangono intrappolate all'interno della colata, formando **cavità emisferiche**, in genere **non di grandi dimensioni** (le più grandi conosciute sono in Etiopia, e hanno un diametro massimo di 100 m).



Foto Mauro Inglese

Sopra: piccolo blister nelle colate del vulcano Timanfaya (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese)

A destra: ingresso della Furna dos Frei Matias (Isola di Pico, Azzorre) (foto Mauro Inglese)



Foto Mauro Inglese

Le **gallerie di scorrimento**, o **tunnel lavici**, sono invece formate direttamente dal **raffreddamento** di una colata lavica: le più grandi cavità vulcaniche conosciute sono di questo tipo.



Foto Mauro Inglese

Furna dos Frei Matias (Isola di Pico, Azzorre)
(foto Mauro Inglese)

Le grotte vulcaniche si formano, naturalmente, laddove si trovino **vulcani**, tuttavia le cavità di maggior estensione sono legate a vulcani che emettono prodotti con **precise caratteristiche**.

In particolare, occorre che l'attività prevalente del vulcano sia di tipo **effusivo** (con emissione di **lave**), e non di tipo esplosivo (con emissione di prodotti piroclastici).

La formazione di tunnel lavici richiede infatti lave a **bassa viscosità**, che possano fluire con facilità, e con una **bassa conducibilità termica**. Queste condizioni si verificano con lave di **composizione basaltica**, caratterizzate da **basso contenuto in Silicio** e da **elevate temperature** (1000-1200°C), fattori che determinano una bassa viscosità. Altri fattori che contribuiscono ad abbassare la viscosità sono un **contenuto di gas** non troppo elevato e un **basso contenuto di cristalli**, la cui presenza contribuisce ad irrigidire la lava.



Foto Mauro Inglese

A sinistra: colata di lava pahoehoe sull'isola di Pico (Azorre) (foto Mauro Inglese)

A destra: lava basaltica con inclusi di olivina (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese)

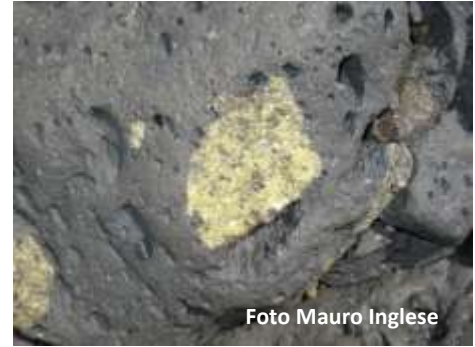


Foto Mauro Inglese

Magmi di questo tipo hanno **origine profonda**, e sono generati direttamente nel **mantello terrestre**: le condizioni per cui questi magmi possano giungere in superficie si verificano comunemente in corrispondenza di **margini di zolla divergenti**, come, per esempio, lungo le **dorsali oceaniche** e nelle zone di **rifting continentale**, oppure nelle zone di **vulcanismo intraplacca** (denominate **hot spot**). Il primo tipo è rappresentato, per esempio, dall'Islanda, dove la dorsale medio-atlantica emerge, il secondo dalla zona dei grandi laghi dell'Africa centro-orientale, il terzo da gruppi di isole vulcaniche come le Hawaii, le Canarie o le Azzorre.

Le grotte più lunghe più profonde conosciute:

U.S.A. (Hawaii)	> 60 km	- 1108 m
CANARIE (Tenerife)	> 15 km	- 515 m
KENYA	> 12 km	
COREA (Cheju)	> 11 km	
ISLANDA	> 4 km	
AZZORRE	> 5 km	
ECUADOR (Galapagos)	> 3 km	
MESSICO	> 3 km	
GIAPPONE (Fuji)	> 2 km	
ITALIA (Etna)	> 1,7 km	
AUSTRALIA (Queensland)	> 1 km	

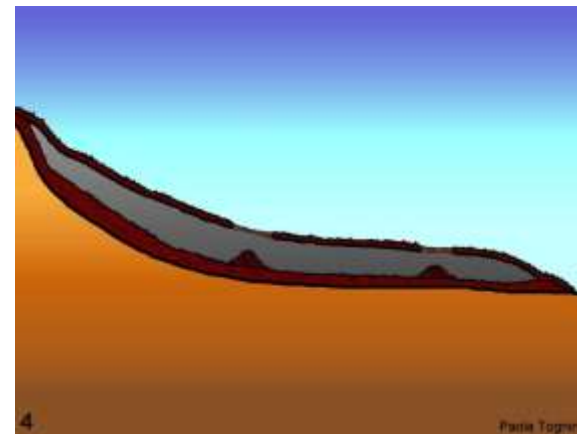
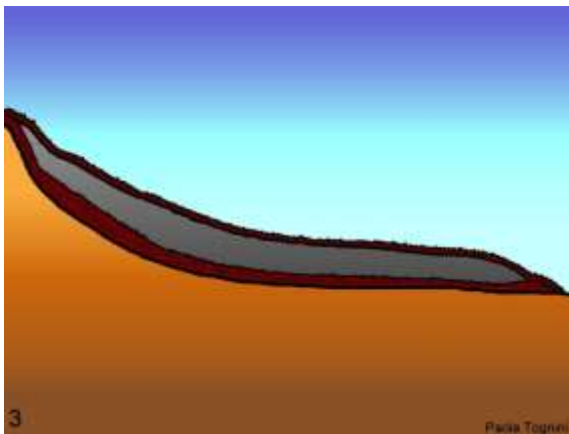
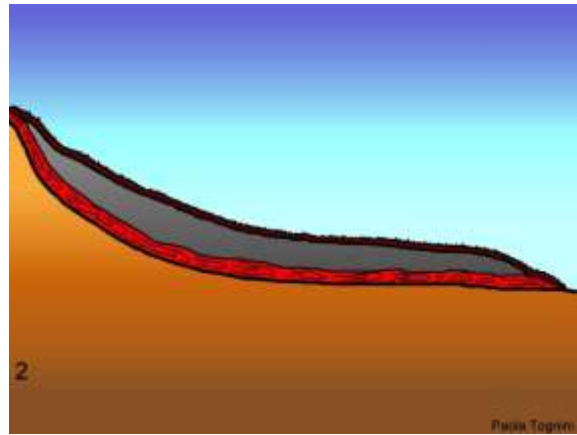
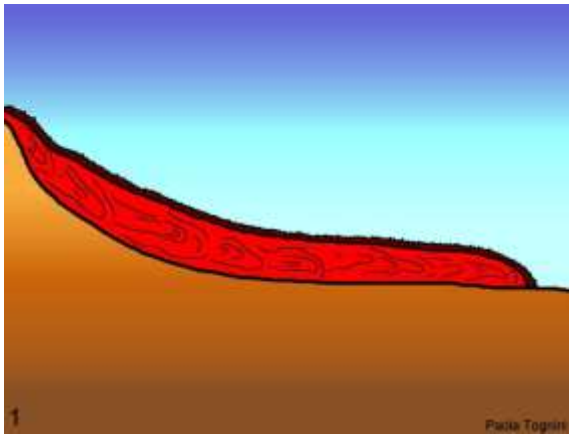
E poi in: Cile (Isola di Pasqua), Camerun, Argentina, Cina, Uganda, Ruanda, Kamčatcha, Indonesia, Francia, Caucaso, Kurili, Germania ...

In Italia le grotte più estese e profonde si trovano sull'Etna; piccole cavità, di sviluppo trascurabile, si trovano in Lazio (Lago di Vico), in Campania (Vesuvio) e in Sardegna.

I **tunnel lavici** sono le grotte vulcaniche di **maggiori dimensioni** e anche il tipo più diffuso.

Due sono i **meccanismi** che portano alla loro formazione:

a - **raffreddamento progressivo di una colata**, con formazione di una "crosta" solida che mantiene calda e fusa la lava sottostante (1); con l'esaurimento dell'eruzione, la lava scorre a valle e lascia un tunnel vuoto (2-3), lungo il quale processi di fuoriuscita di gas o crolli successivi della volta creano aperture verso l'esterno (*sky-light*) (4).



Schema che illustra il meccanismo di formazione di un tunnel di lava (disegno Paola Tognini)



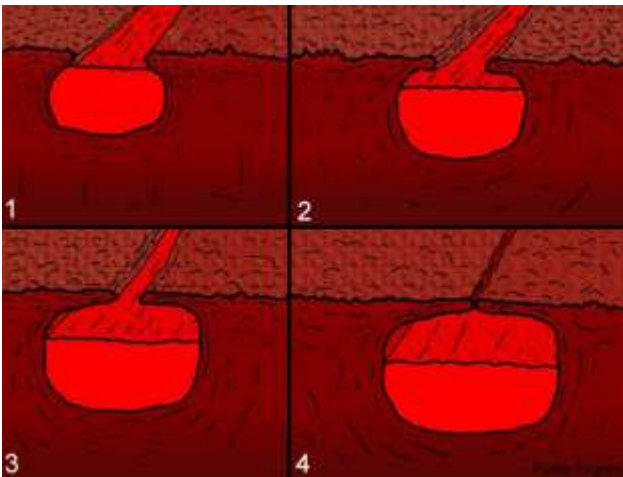
Foto Giuseppe Priolo

Sopra: fuoriuscita di lava da un tunnel lavico in formazione sull'Etna (foto Giuseppe Priolo),
A destra: tunnel lavico in una piccola colata sul vulcano Pico (Isola di Pico – Azzorre) (foto Mauro Inglese)



Foto Mauro Inglese

2 - formazione di un **canale di scorrimento lavico**, lungo i cui **argini** si accumulano progressivamente **scorie e blocchi di lava**, fino a formare **una volta** che ricopre il canale formando, al termine dell'eruzione, un **tunnel vuoto**.



Le fasi di formazione progressiva di una volta al di sopra di un canale di scorrimento lavico (disegno Paola Tognini)



Foto Università di Catania

A sinistra: canale di scorrimento lavico in una colata sull'Etna (foto Università di Catania).

A destra, formazione di un tunnel lavico a partire da un canale di scorrimento lavico (foto Università di Catania)



Foto Università di Catania

I due meccanismi possono anche coesistere nella stessa colata.

Per i meccanismi che le originano, le grotte di scorrimento sono in genere sviluppate a **poca profondità** al di sotto della superficie.



Foto Mauro Inglese

I due ingressi, a monte e a valle, della Furna dos Frei Matias (isola di Pico, Azzorre) (foto Mauro Inglese)



Foto Mauro Inglese

I tunnel lavici sono caratterizzati da **gallerie** di forma spesso **semicircolare**, con andamento sub-orizzontale, rettilineo o blandamente sinuoso.



Gallerie nella Cueva de los Naturalistas (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese)



Foto Mauro Inglese

A volte le dimensioni delle gallerie sono **gigantesche**, con diametri che possono superare la ventina di metri.



Galleria nella Cueva de los Verdes: si noti la persona tra i massi al centro della galleria (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese)

Foto Mauro Inglese

Il **pavimento** mostra le stesse caratteristiche delle superfici delle colate in esterno, spesso con morfologie **pahoehoe** (lava a corde).



Foto Mauro Inglese

Sopra: strutture di raffreddamento sul pavimento della Furna dos Frei Matias (Isola di Pico, Azzorre) (foto Mauro Inglese)

Sotto: lava a corde sul pavimento della Cueva de los Naturalistas (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese)



Foto Mauro Inglese

Spesso si osservano **forme molto caratteristiche**, come gli **argini di scorie**, **strie** e **bancate laterali** che testimoniano il progressivo raffreddarsi della colata.



Foto Mauro Inglese

Pareti con rientranze, bancate e strie dovuti allo scorrimento della lava contro le pareti nella Cueva de los Verdes (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese).



Foto Mauro Inglese

Strie sulla parte bassa della parete, dovuti allo scorrimento della lava, e accumuli di scorie contro la parte stessa, nella Grutas do Natal (Isola di Terceira, Azzorre) (foto Mauro Inglese)

Caratteristici sono anche **falsi pavimenti** e **gallerie sovrapposte**.



Foto Mauro Inglese

A sinistra: falso pavimento parzialmente crollato nella Furna dos Frei Matias (Isola di Pico, Azzorre) (foto Mauro Inglese).

A destra: gallerie sovrapposte nella Cueva de los Verdes (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese)



Foto Mauro Inglese

Tipiche sono anche **forme di rifusione**, dovute al passaggio di **gas molto caldi** che rifondono la lava che si sta lentamente raffreddando e forme dovute a sacche o bolle di gas ad alta temperatura.



Foto Mauro Inglese

Sopra: rifusione delle pareti nella Grutas di Natal (Isola di Terceira, Azzorre) (foto Mauro Inglese)

A destra: forme di rifusione e di erosione termica dovute al passaggio di gas ad alta temperatura nella Furna dos Frei Matias (Isola di Pico, Azzorre) (foto Mauro Inglese)



Foto Mauro Inglese

Forme di rifusione sono alla base della formazione di **stalattiti e stalagmiti di lava** (che sono dovute non a forme di deposizione di minerali, ma a **gocciolamento di lava** parzialmente fusa): queste assumo spesso forme molto contorte e bizzarre.



Foto Mauro Inglese



Foto Mauro Inglese

A sinistra: lava pendants nella Cueva de los Verdes (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese)

Sopra: stafiliti nella Cueva de los Naturalistas (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese)

Successivamente alla formazione della cavità, possono intervenire **altri processi**, che le modificano:

a - **processi di crollo**, responsabili anche dell'apertura di **ingressi** in superficie;



Foto Mauro Inglese

Crollo della volta di una piccola galleria nei pressi della Cueva de los Naturalistas (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese)



Foto Mauro Inglese

La grande dolina di crollo di uno degli ingressi della Cueva de los Verdes (Isola di Lanzarote, Canarie): si noti la persona sul bordo, in alto a destra (foto Mauro Inglese)

b - **processi di concrezionamento**. Nelle prime fasi di raffreddamento, con temperature comprese tra i 100 e i 20 °C, e un tasso di umidità molto basso, si formano **concrezionamenti effimeri**, a volte spettacolari, che ricoprono quasi completamente le gallerie: in genere costituiti da **minerali di Sodio e Potassio e Zolfo**, non appena le temperature scendono, e si alza il tasso di umidità, questi minerali **scompaiono**. In **fase successiva**, si possono formare **concrezioni di gesso, calcite, opale**, o altri minerali, ad opera delle **acque di percolazione**, in modo analogo alla formazione di concrezioni in grotte carsiche.



Foto Giuseppe Priolo



Foto Mauro Inglese

A sinistra: concrezioni nella Grotta Cutrona (Etna) (foto Giuseppe Priolo)

Sopra: concrezioni gessose nella Cueva de los Naturalistas (Isola di Lanzarote, Canarie) (foto Mauro Inglese)

c - processi di **erosione marina**: lungo le coste, l'azione marina può creare cavità, a volte con ingressi spettacolari e di notevoli dimensioni, ma in genere di **sviluppo molto limitato**.



Foto Mauro Inglese



Foto Mauro Inglese

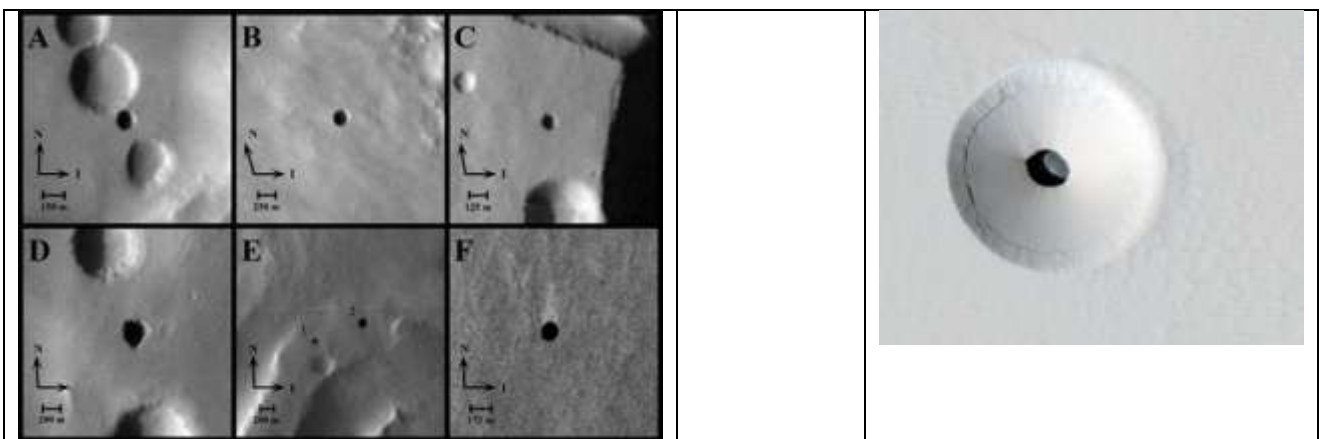
Grotte da erosione marina sulle coste dell' Isola di Lanzarote (Canarie) (a sinistra – foto Mauro Inglese) e dell'Isola di Fayal (Azzorre)(a destra – foto Mauro Inglese)

Nonostante sulla Terra le grotte vulcaniche non siano molto diffuse (le grotte carsiche sono molto più estese e molto più numerose), sono in realtà le **grotte più comuni nell'universo**.

Grotte vulcaniche di **enormi dimensioni** sono state riconosciute sulla **Luna** e su **Marte**. Attualmente, l'interesse per lo studio delle grotte extraterrestri (*esospeleologia*) è cresciuto, grazie alla possibilità di poterle in futuro utilizzare come **habitat** per stazioni con equipaggi umani: le grotte lunari e marziane, infatti, costituiscono un **ambiente protetto** dai raggi cosmici, dal bombardamento di micrometeoriti e dalle forti escursioni termiche giornaliere che caratterizzano invece la superficie.



Alcune delle cavità individuate sul suolo lunare: si tratta di ingressi di grandi tunnel lavici sviluppati all'interno di colate basaltiche, con diametri di qualche centinaio di metri e profondità stimate di poco meno di 100 m (foto archivio NASA)



Anche sul suolo marziano sono state riconosciute diverse cavità, tra le quali una grande dolina di crollo che sembrerebbe essere un ingresso su una grande sala sotterranea (a destra) (foto archivio NASA)