

Originea vulcanilor

Vulcanii au existat dintotdeauna pe planeta noastră. Ei constituie supape prin care se elimină căldura produsă continuu în centrul Pământului.

Planeta noastră se aseamănă cu un adevărat furnal. Datorită căldurii degajate prin descompunerea elementelor radioactive din rocile sale, temperatura în centrul Pământului depășește 5 000 de grade Celsius. În adâncime, sub picioarele noastre, temperatura solului crește în medie cu un grad Celsius la fiecare 30 m. La nivelul stratului superior, la circa 100 km adâncime, rocile se topesc pe alocuri, formând magma; în general, vulcanii se alimentează din această zonă, ei putând totuși să-și aibă sursa la adâncime și mai mare, la mai multe mii de kilometri de suprafață.

Magma, mai ușoară și mai fierbinte decât rocile învecinate, are tendință să urce către suprafață, profitând de zonele fragile ale scoarței terestre. Ea se acumulează în rezervoare gigantice, numite camere magmatice. Când presiunea gazelor dizolvate în magmă devine prea puternică, scoarța se fisurează și expulzează un amestec de gaze cu roci topite și solidificate. Aceasta este erupția.

Vulcanii apar îndeosebi la marginea plăcilor. Stratul exterior și rigid al globului, litosfera, este de fapt împărțit în plăci care se deplasează extrem de lent, datorită mișcărilor de convecție care afectează mantaua. Când plăcile se îndreaptă una către alta, una dintre ele trece pe sub cealaltă, ridicând-o: placa de dedesubt se înfierbîntă în profunzime și se fluidifică; în acest caz vorbim despre zona de subducție. Litosfera care dispare în aceste zone se creează din nou în altă parte, în zonele de acumulare, acolo unde două plăci se îndepărtează una de alta. Valea (numită „rift”) care apare în acest fel conține roci bazaltice solidificate după răcire. Două plăci pot astfel pur și simplu să alunece una pe lângă cealaltă, mișcare ce nu cauzează nici un fenomen vulcanic.

Circa 5% dintre vulcani apar chiar în mijlocul unei plăci litosferice. Acești vulcani, numiți „din punctele fierbinți”, au rămas mult timp un mister.

La ora actuală se cunoaște că sursa lor se află la circa 3 000 de kilometri adâncime, la limita dintre nucleu și manta. În acel punct, materia supraîncălzită traversează mantaua, descompresându-se, ceea ce duce la lichefierea ei. Asemenea un arzător, jetul de materie astfel format atacă litosfera, reușind s-o perforze; în acel moment vulcanul devine activ. Cum litosfera continuă să se deplaseze, în același timp ce jetul de materie rămîne imobil, vulcanul nu se va mai găsi pe verticală deasupra acestuia și în cele din urmă se va stinge, în vreme ce un alt vulcan va apărea deasupra punctului fierbinte.

În prezent se estimează că planeta noastră numără peste 1 500 de vulcani activi, adică susceptibili de a intra în erupție în orice moment. În decursul secolului 20 peste 400 de vulcani diferiți au avut cel puțin o erupție. Totuși, aceste cifre sunt relative, întrucît limitele fiecărei formațiuni vulcanice sunt adesea dificil de trasat, aceeași formațiune putînd avea mai multe conuri de erupție. Pe de alta parte, nu sunt luați în evidență zecile de mii de vulcani aflați de-a lungul rifturilor submarine, aceștea rămînînd necunoscuți.

Diversitatea vulcanilor

Vulcanii seamănă uneori cu niște munți avînd cratere în loc de creste. Totuși, ei pot avea și forme derutante, de căldări, falii sau domuri.

Fiecare vulcan își are propria lui istorie, reprezentată prin una sau mai multe erupții, explozii sau scurgeri vîscoase. Și fiecare istorie a dat naștere unui profil diferit. Conul constituie sistemul vulcanic cel mai răspîndit. Este vorba de munți cu înălțime extrem de variabilă (cei mai mici pot măsura cîțiva metri), ale căror povîrnișe sunt puțin abrupte (circa 30 de grade). Dintre aceștia, Mayon (2 462 m) din Insulele Filipine este cunoscut ca avînd profilul cel mai simetric din lume. Când ating o anumită altitudine, nu rar se întîmplă ca vîrful lor să fie acoperit de zăpadă, cum este

cazul vulcanului Fuji-Yama (3 776 m), cel mai înalt punct al Japoniei. Numeroși vulcani sunt constituiți din mai multe conuri, numite „cratere adventive”, care reprezintă mini-vulcani, martori ai unor multiple erupții din trecut.

Alți vulcani prezintă forme mult mai accidentate. Este vorba de vulcanii-scut, ale căror înclinații se situează între 2 și 10 grade. Forma lor amintește de o minge de rugby pe jumătate îngropată în pământ. Această formă convexă caracteristică se datorează presiunii exercitate de lava fluidă din interiorul formațiunii vulcanice, presiunea care umflă flancurile vulcanului înainte ca magma să se ridice încet spre suprafață. Vulcanii-scut pot atinge altitudini semnificative datorită acumulării unei cantități fenomenale de materie magmatică. Astfel, Mauna Lao (Hawaii), cel mai cunoscut vulcan-scut, este cel mai voluminos vulcan de pe glob, măsurând 4 170 m altitudine și 250 km la bază!

O insulă efemeră

La 18 iulie 1831 o nouă insulă apare în strâmtoarea Siciliei; este vorba de un vulcan submarin cu o altitudine suficient de mare pentru a ajunge la suprafața mării. O lună mai târziu vulcanul măsoară 1 500 m diametru și 70 m înălțime. Acest nou uscat începe să fie rîvnit; Regatul celor Două Sicilii și-l adjudecă și-l botează Ferdinandea, Britanicii îl revendică sub numele de Graham, iar francezii sub numele de Julia. Erodată de curenții maritimi, insulița va dispărea către sfârșitul acestui an...După o scurtă reapariție în 1863, insulița se va scufunda definitiv.

De-a lungul sistemelor de creste oceanice, dar și în Islanda sau de-a lungul marelui rift african, se produc fenomene vulcanice. Magma care se scurge acoperă faliile create prin depărtarea plăcilor litosferice, fapt care dă naștere unor siluete vulcanice specifice. Pe continent, aceasta îndepărtare crează mai întâi o falie numită „șanț sau canal de detensionare” – cum ar fi, de exemplu, marea rift african, ca apoi să formeze un început de ocean – de pildă, Marea Roșie. De-a lungul sistemelor de creste oceanice, pe fundul apei, numeroase cratere aruncă în afară apă sărată cu săruri de metale: acestea sunt izvoarele fierbinți submarine.

Vulcanii se deosebesc și prin forma vârfului. Vulcanii clasici au un crater, respectiv orificiul coșului este deschis. Mișcările care se agită scoarța terestră și magma de sub vulcan duc adesea la false erupții: craterul se deschide și se brăzdează de șanțuri. Dacă în același loc se produce un alt fenomen eruptiv, se poate observa fuziunea craterelor. În funcție de gradul de activitate al unui vulcan, fundul poate fi plin de lavă solidificată sau de lavă în fierbere. Uneori, când magma în plină erupție întâlnește o pînză freată sau un lac, șocul dintre aceste două temperaturi extreme declanșează o puternică explozie de vapori. Atunci se formează o depresiune în care va putea lua ființă un nou lac. Acest tip de crater se numește „maar”. Totuși, există numeroși vulcani lipsiți de crater. Dacă în finalul erupției craterul vulcanului se umple de lavă vîscoasă, prea vîscoasă ca să se poată scurge, această lavă astupă craterul, formînd un dom. Este cazul muntelui Saint Helenes din Statele Unite sau al munților Dore din Franța.

Căldările reprezintă gigantice prăbușiri în centrul unor formațiuni vulcanice. Ele apar în cursul unei erupții explozive intense, când rezervoarele de magmă situate sub vulcan se golesc brusc. Atunci în centrul vulcanului se formează un platou cu diametrul de câțiva kilometri, înconjurat de faleză înalte, care îl izolează de tot ce se află în jur. Căldările dau naștere unei diversități de peisaje. La Santorini în nordul Greciei, către anul 1500 î.Hr., prăbușirea centrului insulei în cursul unei erupții extrem de violente n-a lăsat neacoperită de apă decît o faleză abruptă în formă de semilună. Căldarea vulcanului Ngorongoro (Republica Unită Tanzania) a păstrat pe un platou cu diametrul de 20 km, înconjurat de înălțimi, un eșantion extrem de divers din fauna africană (din 1979 această zonă geografică este înscrisă în patrimoniul omenirii). În Indonezia se află cea mai mare căldare din lume (30 km pe 100 km), în care se găsește Lacul Toba.

Diferite tipuri de erupție

Panașele de fum ale vulcanilor cenușii și torențele de lavă ale vulcanilor roșii ilustrează două tipuri de erupții. Aceste diferențe depinde în primul rând de compoziția magmei venite din adâncuri.

O erupție poate fi comparată cu explozia dopului unei sticle de șampanie agitate îndelung. Scoarța terestră cedează în cele din urmă sub presiunea gazelor dizolvate în magma acumulată în rezervorul magmatic de sub vulcan. Atunci magma se disociază brusc în două faze, o fază gazoasă (vapori de apă, bioxid de carbon, clor...) și alte lichide. Pe măsura ce acest amestec urcă pe coșul vulcanului, presiunea scade. Bulele de gaz suferă atunci o dilatare bruscă, fenomenul care provoacă explozia și proiectarea în afară a lichidului în curs de solidificare.

Scenariul erupției depinde de doi parametri: cantitatea de gaze și cea de siliciu. Cu cât magma este mai bogată în gaze, cu atât mai violentă este explozia. Cu cât roca este mai bogată în siliciu (peste 70%), cu atât ea va fi mai vâscoasă și se va scurge mai greu, uneori formând dopuri care în cele din urmă vor exploda, proiectând în aer bombe vulcanice și bucăți de rocă, extrem de periculoase. Dimpotrivă, o roca săracă în siliciu (sub 50%) se va scurge ca un lichid, formând râuri de lava bazaltică.

Clasificarea

În general se disting 4 tipuri de erupție.

Erupțiile hawaiene, cu explozii rare, se caracterizează prin emiterea de lavă bazaltică foarte fluidă și foarte fierbinte: ele duc la formarea vulcanului-scut. Datorită magmei vâscoase și bogate în gaze, *erupțiile stromboliene* alternează emisiile explozive de piroclastite cu torențele de lavă (conul este astfel alcătuit dintr-o succesiune de straturi de piroclastite și lavă rece): acești vulcani se numesc *strato-vulcani*. În erupțiile vulcaniene, care se numără printre cele mai redutabile, magma foarte vâscoasă nu reușește să iasă prin coșul vulcanului și formează un dop. Când presiunea acumulată în coș este suficient de mare, dopul explodează, proiectând în jur o ploaie de piroclastite. Astfel de erupții se recunosc după norul de cenușă în formă de ciupercă pe care îl degajă. *Erupțiile peleene*, erupții explozive datorate și ele unei magme extrem de vâscoase, se caracterizează prin formarea unui dom de magma răcită în partea superioară a coșului.

Când acest dom cedează, norii incandescenti formați din lava fluidă și gaze fierbinți se revarsă pe pantele vulcanului cu o viteză de câteva sute de kilometri pe oră.

Întilnirea cu apa provoacă și alte tipuri de erupții: *erupții submarine*, când presiunea apei la mare adâncime împiedică orice eliberare a gazelor, fapt care dă naștere unor revărsări pașnice de lavă; *erupții freato-magmatice*, care se produc la mică adâncime și în care contactul dintre lavă și apă declanșează explozii puternice; în sfârșit, *erupții freatice*, unde proximitatea unui rezervor magmatic poate provoca evaporarea bruscă a apelor subterane, proiectând spre suprafață vapori de apă și vechi roci solide.

Vulcanii sunt dificil de clasificați. Adeseori se întâmplă că același vulcan să prezinte diverse tipuri de erupție pe durata existenței sale (ba chiar în decursul unei și aceleiași erupții). Vulcanul Piton de la Fournaise, de pe insula Reunion, a fost locul unor erupții de tip strombolian, după care a evoluat către erupția de tip hawaian.

Alte pericole ale vulcanilor

Vulcanii prezintă un pericol permanent pentru mii de locuitori ai planetei. Un pericol cu multiple înfățișări, cum ar fi gazele toxice sau revărsări de lava.

Tragedia care s-a abătut asupra orașului columbian Armero la 13 noiembrie 1985 a reamintit întregii lumi că focul nu era singurul element letal într-o erupție. Ca mulți alți vulcani, Nevado del Ruiz, care se ridică pînă la 5 389 m, este acoperit de ghețari. Căldura erupției a transformat această gheață în torenete de apă, apoi noroi, care a acoperit orașul și pe locuitorii săi. Bilanțul a fost de 22 000 de morți și dispăruți. Există și alte tipuri de vulcani care pot genera torente de noroi: de pilda, cei al căror crater adăpostește un lac. Așa a fost distrusă vechea capitală a Guatemalei, Antigua, în Secolul al 17-lea. De asemenea, în regiunile calde și umede, în anotimpul ploilor, se constată apariția unor torente de noroi în anii următori unei erupții care a dus la crearea unor depozite importante de lavă. În Japonia, una dintre țările cele mai avansate din puncte de vedere al prevenirii catastrofelor vulcanice, după erupțiile din 1977-1978 povârnișurile vulcanului Usu au fost prevăzute cu diverse baraje și sisteme de filtrare, destinate să oprească torențele de noroi care s-ar putea revărsa pe pantele acoperite de cenușă.

În sfîrșit, erupțiile deosebit de violente pot provoca valuri devastatoare. În 1883 erupția care a distrus insula Krakatau a proiectat în apă o asemenea cantitate de materie vulcanică încît coastele Javei și Sumatrei au fost acoperite de un val enorm, care a decimat 165 de sate, cauzînd moartea a 36 000 de persoane.

Craterul vulcanilor se umple uneori cu apă de ploaie, formînd lacuri, care dizolvă în permanență emanațiile de sulf, bioxid de carbon și clor provine din magma din interior. Kawah Idjen din Indonezia adăpostește un lac de acid sulfuric și clorhidric. În afara pericolului intrinsec pe care îl prezintă o asemenea cantitate de acid, aceste lacuri vulcanice pot elibera brusc cantități mari de gaze toxice. Într-adevăr, cînd gazele atîng limita de solubilitate, cea mai neînsemnată instabilitate declanșează o degajare masivă. În 1976, o enormă bulă de gaz sulfuros a crăpat suprafața vulcanului Kawah Idjen, omorînd 11 muncitori care recoltau sulf. La 21 august 1986 o pînza de gaz carbonic s-a degajat din lacul Nyos, în nord-vestul Camerunului, provocînd moartea prin asfixiere a 1 746 persoane și 3 000 vite.

Eliberarea în aer a unor cantități de praf vulcanic poate avea consecințe asupra climei de pe întregul glob. În 1982, erupția vulcanului El Chichon din Mexic a propulsat în stratosferă 20 milioane tone praf și enorme cantități de gaze sulfuroase. Se pare că norul vulcanic a interceptat 2-3% din radiațiile solare timp de 3 ani, antrenînd o scădere globală de temperatura de 1 grad Celsius. Același nor vulcanic este cauza recordurilor de temperaturi scăzute în Statele Unite în iarna 1984-1984, apoi în Europa în anul următor.

Marele erupții ale istoriei

Numeroase erupții au marcat istoria omenirii prin forța lor, prin efectele lor deosebite de devastatoare.

Unele chiar au intrat în legendă...

În 1450 î.Hr. una dintre erupțiile cele mai destructive din istorie cutremură insula Thira (astăzi Santorini), în nordul Cretei. Vulcanologii estimează că 60 km³ de materie vulcanică au fost proiectați în atmosferă. Unda de șoc, întinsă pe mii de kilometri, a dărîmat clădiri din Grecia, în vreme ce un val uriaș a inundat țărmurile din jur. Cea mai mare parte a insulei s-a scufundat. Conform ipotezei unui seismolog grec, aceasta ar putea fi faimoasa Atlantida. Într-adevăr, o

legendă egipteană povestește că o civilizație extrem de avansată, stabilită pe insula, ar fi dispărut subit în cursul unui cutremur de pământ urmat de un val uriaș.

Pompei, în Italia, constituie mărturia cea mai zguduitoare a ravagiilor cauzate de vulcani. În anul 79 d.Hr., Vezuviul devine activ, acoperind zonele din jurul sub straturi de cenușă, piatră ponce și noroi înalte de câțiva metri. În bogatul oraș Pompei cenușă a conservat forma unor corpuri cuprinse în agonie. Erupția a fost descrisă cu precizie de Pliniu cel Tânăr, viitor scriitor și consul, care a dat numele său piroclastitelor proiectate în aer în cursul erupțiilor explozive: coloanele pliene.

Se pare că “Kakatau” desemnează zgomotul emis de acest vulcan indonez atunci când se înfurie. La 27-28 august 1883 furia lui s-a extins peste mai mult de 4 500 km! Undele de șoc ale exploziilor au spart geamuri pe o rază de 500 km. Norul vulcanic, care a atins 40 km înălțime, a înconjurat Pământul de cel puțin trei ori. Valuri enorme generate de căderea în mare a unei însemnate cantități de piatră ponce au fost devastatoare: ele au reprezentat principala cauză a morții celor 36 000 de victime înregistrate cu acea ocazie. Erupția muntelui Peleu din Martinica a marcat o cotitură în istorie vulcanologiei. Vulcanul adormit de multă vreme se înalță la 1 397 de metri, adăpostind un lac în care se scaldau locuitorii din Saint-Pierre, orașul cel mai populat al insulei, situat la poalele vulcanului. La 8 mai 1902 muntele a erupt. Un nor de gaze și cenușă incandescentă s-a năpustit asupra orașului cu circa 160 km/h, distrugându-l în câteva minute. Dintre cei 30 000 de locuitori au supraviețuit numai doi, dintre care un pensioner întemnițat într-o celulă cu ziduri groase. Surprinși de fenomen, cercetătorii au venit în număr mare la locul catastrofei, fapt care a dat naștere primului studiu științific important.

Catastrofa de la Pinatudo (Filipine) din 1991, a confirmat teoria că erupțiile majore se produc adesea la vulcani adormiți de multă vreme. Din fericire, erupția a atins punctul culminant abia după două luni, ceea ce a permis evacuarea celor 200 000 persoane din zona. La 15 iunie un nor înalt de 40 km a revărsat cenușă și piatră ponce asupra întregii regiuni. A urmat un ciclon (Yunya), care a declanșat devastatoare torente de noroi provenite din cenușă. În pofida precauțiilor, erupția vulcanului Pinatudo a ucis peste 400 de persoane.

Cel mai înalt vulcan stins: Nevado Ojos del Salgado (Chile), 6 863 m: cel mai înalt vulcan activ: Antofalca (Argentina), 6 450 m: cel mai voluminos vulcan activ: Manua Loa (Hawai), 40 000 km³; erupția cea mai devastatoare: Tambora (Indonezia), 92 000 de morți în 1815; cea mai puternică explozie cunoscută: Toba (Sumatra) în urmă cu 75 000 ani, echivalând cu 40 milioane bombe tip Hiroshima.

Vulcanii si oamenii

Atitudinea oamenilor față de vulcani oscilează între teamă și fascinație. În zilele noastre încearcă să pună stăpînire pe energia lor, continuuînd însă să plătească un scump tribut.

În pofida riscurilor, sute și milioane de oameni continuă să trăiască la poalele unor vulcani. Într-adevăr, în aceste zone pământul este incomparabil mai fertil, datorită cenușii bogate în potasiu, fosfor și calciu. Java, insula vulcanică din arhipelagul indonezian, adăpostește astfel 35 de cratere și concentrează 880 locuitori pe kilometrul pătrăți! În ani buni este posibil să se realizeze trei recolte de orez. În Italia, pământul din jurul Etnei se numără printre cele mai fertile din bazinul mediteranean. Iarna el produce din abundență lamâia și portocala. Densitatea populației atinge aici cifra record de 500 000 persoane locuînd în proximitatea unui vulcan.

Vulcanii produc o mare cantitate de materie primă utilă sau extrem de căutate. De exemplu, piatra ponce, care reprezintă spuma de lavă, este o rocă poroasă cu proprietăți abrazive. Zeolitul, piatra poroasă de origine vulcanică, interesează din ce în ce mai mult chimiștii prin capacitatea ei de a accelera reacțiile chimice. Ea este utilizată îndeosebi în dispozitivele depoluante (de exemplu, în amotizoare de zgomot), pentru a sparge moleculele toxice.

Sulfur vulcanic figurează și el printre materiile prime utilizabile în industria chimică. El este recoltat mai ales din jurul vulcanului Kawah Idjen din Indonezia și cea mai înaltă mină de sulf din lume, în jurul vulcanului Purico din Chile. Formațiunile vulcanice sunt uneori sediul reacțiilor care concentrează metalele prezente în manta sub formă de filoane (aramă, argint sau mercur). Vulcanii erodați din lanțul Cascadelor, în vestul Statelor Unite, se află la originea celebrei „Goana după aur”.

Presiunea puternică din această zonă permite și cristalizarea pietrelor prețioase, cum ar fi topazul, amestecul sau piatra lunii. Mișcările vulcanice permit, de asemenea, aducerea la suprafață a diamantelor formate la presiune ridicată și la o adâncime de aproape 3 000 km.

În regiunile vulcanice, proximitatea rezervoarelor de magmă înfierbintată anumite surse de apă, uneori la peste 300 grade Celsius. Când temperatura depășește 100 de grade Celsius, vaporii de apă sunt utilizați pentru a pune în mișcare turbinele centralelor electrice și a produce electricitate. Statele Unite sunt unul dintre cei mai mari producători de electricitate de origine geotermică din lume, urmați de Filipine și de Italia. La temperaturi mai scăzute apa este utilizată direct ca mijloc de încălzire, astfel, 80 % din populația Islandei se încălzește cu mijloace geotermice. Această țară produce chiar și fructe tropicale de seră datorită acestei energii ieftine.

Cercetările urmăresc în prezent să pună la punct mecanisme care să permită captarea directă a energiei vulcanilor, fără a mai fi nevoie de surse de apă caldă intermediare.

Geotermia duce la formarea surselor calde aproape pretutindeni în lume. De exemplu, la Budapesta s-au construit încă din secolul 1 d.Hr. băi pentru tratarea legiunilor romane din Panonia. Orașul deține și acum numeroase terme, dintre care una se numără cele mai mari din Europa.