

# Labak, intrusio sinbolkanikoak eta erlazionatutako metakin bolkanoklastikoak

*Maidier Etxebarria Akaiturri  
Arturo Apraiz Atutxa*

Geodinamika Saila  
Euskal Herriko Unibertsitatea/Zientzi Fakultatea  
P.K. 644, 48080 BILBAO

**Laburpena:** Magmen osaeraren eta tenperaturen arabera, magma mota bakoitzak prozesu ezberdinak jasango ditu eta ondorioz, magma hauen kanporaketan gertatzen diren prozesuak eta kanporatze moduak ere ez dira berdinak izango. Hori dela eta, laba mota bakoitzak ehundura eta litofazieen garapen ezberdina izango du. Hain zuzen ere, ezberdintasun hauek dira lan honetan aztertu nahi ditugunak. Honetarako, lehendabizi laba eta intrusio sinbolkanikoekin lotuta agertzen diren litofazie adierazgarri batzuk aztertuko ditugu eta ondoren osaera ezberdinetako labek ingurune ezberdinetan sorrarazten dituzten egiturak.

## SARRERA

Magmen osagai lurrunkorren edukia txikia bada edo osagai lurrunkorrek magma azaleratu aurretik, magmatik ihes egiteko gaitasuna badute, erupzio efusiboak (ez leherkorrak) gertatzen dira laba-koladak edo domoak eratuz. Magma hauen ezaugarri fisikoek (osaera, tenperatura, likatasuna, osagai lurrunkorren edukia, fenokristal kantitatea) berebiziko garrantzia dute laba eta intrusio sinbolkanikoen barne-egituran, fazieen geometrian eta fazie-elkarteetan. Laben gainean eragina duten beste zenbait baldintza erupzioaren ezaugarriekin lotuta daude, hala nola, emaria, hodiaren izaera, eta ur azpiko edo ur gaineko kokapena. Era berean, sedimentu ostalariaren izaerak ere nabariki eragiten dio intrusio sinbolkanikoari. Sarritan, laba-koladek zein intrusio sinbolkanikoek fazie koherente eta fazie autoklastikoen proportzio eta antolaketa aldakorrak erakusten dituzte. **Fazie koherenteak**, magma edo laba solidifikatuak dira eta, oro har, ehundura porfiriko edo afiriko primarioarengatik bereizten dira, eta matrizea beiratsua, kriptokristalinoa edo afanitikoa izan dezakete. **Fazie autoklastikoak** aldiz, erupzio ez-leherkorren bitartez sortutako laba edo intrusio sinbolkanikoen autobretxifikazioz edo superhoztearen eraginez eratutako laba zatiez eratuta egoten dira. Horrela

eratutako fazie autoklastikoak autobretxa edota hialoklastitaz osatuta egoten dira eta intrusio sinbolkanikoetan eratutakoak aldiz, autobretxa intrusibo, hialoklastita intrusibo eta peperitaz.

Artikulu honetan, lurralde bolkanikoak aztertzeke erabiltzen den eskala ertain edo handiko ezaugarriak deskribatuko dira. Aurreko artikulu batean esku-laginek eta xafla meheek eman dezaketen informazioa deskribatu zen bezala [1], honetan lurralde bolkanikoen kartografietatik, zundaketetatik eta azalaramenduen behaketetatik abiatuz lor daitezkeen datuak laburbilduko dira. Honetarako, laba eta intrusio sinbolkanikoen litofazieen ezaugarri nabarmenenak deskribatuko dira, metakin autoklastikoei, barne-egiturei eta fazie-geometriari garrantzia berezia eskainiz. Magmen jatorriari buruzko interpretazio geometrikoek litofazieak eskainitako informazioarekin bat etorri behar dute, eta ezin oinarritu daitezke esku-lagin edo xafla mehetatik lortutako datuetan soilik.

## **LABA ETA INTRUSIO SINBOLKANIKOEN FAZIE ESANGURATSU BATZUK**

### **Autobretxa**

Autobretxak jariatzeko ari den labaren haustura ez-leherkorren bitartez sortzen dira. Hotzago edo likatsuagoak diren edo deformazio-tasa handiagoak jasaten dituzten laba-koladen eremuek, esfortzuen aurrean era hauskorrean jokatzen dute. Prozesu honek, normalean, laba-koladen kanpoko gainazaletan du eragina (koladaren gainean, azpian eta alboetan). Ondorioz, barne-eremu koherentea eta estalkia eta estalki azpiko aldeak bretxifikatuta dituzten koladak eratzen dira. Bretxifikatutako gainazalaren zati batzuk koladaren eremu koherentean barnera daitezke.

Oso arrunta izaten da autobretxak airepeko labekin batera agertzea; batez ere, bloke-laba eta a' a kolada motekiko erlazio estua izaten dute. Hala ere, ur azpiko koladetan eta intrusioetan ere ager daitezke.

Autobretxak xafla itxurako edo eite irregular edo ekidimentsionaleko laba-klastoez osatuta egoten dira. Autobretxa azidoetan arruntak izaten dira jarioak eragindako banda-egituradun eta pumitazko klastoak. Oro har, agregatu monomiktikoak (jatorri bereko klastoez osatutako agregatuak) eta hautespen txarrekoak izaten dira. Klastoak elkar ukitzen daude eta matrizea urria izaten da. Jario-foliazioa fazie koherentetik autoklastikora jarraitua izan daiteke.

Autobretxa eta hialoklastiten arteko aldea oso txikia izaten da: autobretxek pikor-tamaina fineko klasto gutxi izaten dituzte normalean, eta blokeek ez dute superhoztearen aztarnarik izaten, esaterako, zartadura normal txikiz zeharkatutako ertz beirakarak.

## **Talusa**

Talusa labarren oinaldean pilatzen diren arroka zatiak izendatzeko termino orokorra da. Eskualde bolkanikoetan laba-koladen fronte eta ertz malkartsuekin elkartuta agertzen da. Labetatik eratorritako talusek laba-klasto angelutsu eta larriak izaten dituzte eta autobretxifikazioz, superhozteaz edo grabitateak gidatutako apurketaz sortutako laba zatien jausketaz sortzen dira.

Talus-bretxetan harkoskoak elkar ukitzen daude, matrizea urria izaten da eta egitura masibokoa edo arinki geruzatutakoa izan ohi da. Oro har, monomiktikoa dela esan badaiteke ere, laba-kolada edo domoen eremu ezberdinetatik eratorritako ehundura ezberdinetako klastoak ager daitezke. Antzinako lurralde bolkanikoetan talusak identifikatzeko, osaera bereko laba koherentearekin edo bertan sortutako bretxa autoklastikoekin estuki erlazionatuta azaldu behar dute.

## **Hialoklastitak**

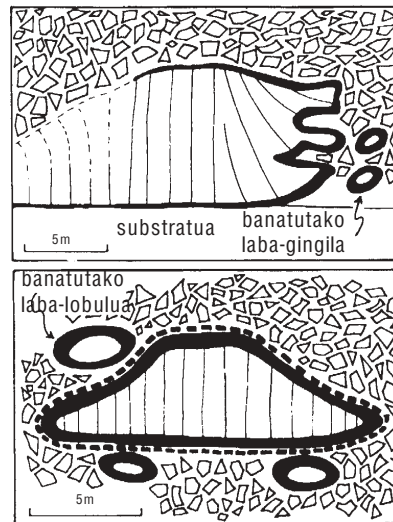
Hialoklastitak haustura ez-leherkorra eta superhozteak jasan dituzten laba eta intrusioen desintegrazioz sortutako agregatu klastikoak dira [cf. 2, 3]. Terminoa erabilgarria da kontsolidatu gabeko agregatu klastikoetarako zein pareko arroka litifikatueterako. Esfortzu termikoek, superhozteak edo barne-eremuetako laba moldakorraren mugimenduek hoztutako kanpo-eremuetan eragindako esfortzuak dira apurketaren arrazoi nagusiak [2, 4]. Hialoklastitak edozein osaeratako magmetan sortzen dira. Hialoklastita terminoak jatorria adierazten duenez, lekutze- eta zatitze-prozesuak ezagunak direnean bakarrik erabiltzen da.

Superhoztearen eraginez sortutako apurketak ondorengo inguruneetan azaleratutako labetan sor daitezke: airepean erupzionatutako eta ondoren uretan sarturiko labetan (adib. [5]), glaziarren azpian erupzionatutakoetan (adib. [6]), ur azpiko labetan (adib. [7]) eta kontsolidatu gabeko sedimentu hezeetan intruitutako magmetan (adib. [8]).

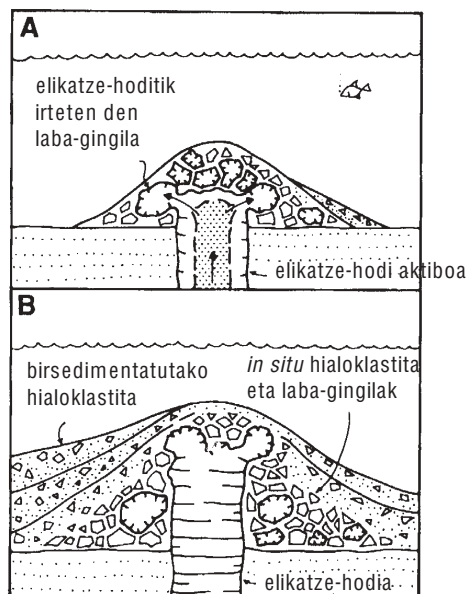
Superhozteak eragindako apurketa laba eta intrusioen azaleko ukipenetatik hasten da. Honen ondorioz, geometria eta barneratze-sakonera ezberdinetako hausturak sortzen dira. Haustura hauen arteko ebakiduraren eraginez eta talkak eragindako superhoztutako beiraren zatiketaz klastoak eratzen dira bertan. Klasto hauek tamaina aldakorra izaten dute (1 mm-30 cm).

Hiru hialoklastita mota bereizten dira, aurretik deskribatutako *in situ* hialoklastitak, birsedimentatutako hialoklastitak eta hialoklastita intrusi-boak edo peperita hialoklastitak.

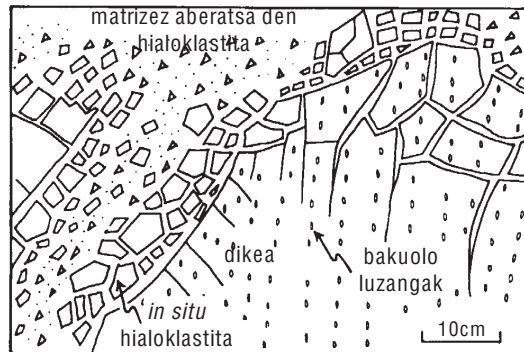
*In situ* motako hialoklastitek hedadura oso ezberdina har dezakete, ertz estuak izatetik kolada osoak osatzerainokoa (1. eta 2. irudiak). Ez dute ge-



**1. irudia.** Ur azpiko laba andesitikoa eta hialoklastita. Andesita koherentezko gingil edo lobuluak *in situ* motako hialoklastita kogenetikoez inguratuta egoten dira. Gingilen eta hialoklastiten ertzak beirakarak izaten dira, gingilen barruko aldeak kristaldutakoak eta zutabe-disjuntziodunak diren bitartean.



**2. irudia.** *In situ* motako eta birsedimentatutako hialoklastita eta elikatze-dikea. A) Elikatze-diketik irtendako laba distantzia txikira hedatu da superhoztea jasan aurretik. B) Hialoklastita-piloan elikatze-dikeak inruiatu egiten du eta *in situ* motako hialoklastita ezegonkortu eta birsedimentatutako hialoklastita bihurtzen da al-dapan behera.



**3. irudia.** Andesitazko dike baten ertz hoztuetan eratutako *in situ* motako hialoklastita. Bakuoloen bandek eraten ari den hialoklastitan zehar jarraitzen dute zati batean. Matrizez pobrea den hialoklastitatik (diketik hurbil) matrizez aberatsa den hialoklastitaraino igarotzen da gradualki.

ruzapenik izaten, monomiktikoak izaten dira eta puzzle-egokitzea izaten dute (3. irudia). Era berean, laba koherenteekin ukipen graduala izaten dute eta gainazal planomakurrez mugatutako eite ekidimentsionaleko eta ezpal itxurako klastoez osatuta egoten dira. Klastoak beirakarak edo bakuolodunak izan daitezke.

*In situ* hialoklastiten higadurak eta birsedimentazio prozesuek birsedimentatutako hialoklastita-bretxak eraten dituzte. Hauen ezaugarri nagusia geruzapena izatea da; gainera, klastoak monomiktikoak izaten dira eta gradatuta egon daitezke. Ez dute puzzle-egokitzerik izaten, baina klastoek jatorrizko forma bereizgarria gorde dezakete. *In situ* motako hialoklastita, laba koherente, elikatze-dike eta birsedimentatutako hialoklastiten artean erlazio gradazional konplexuak egon daitezke, batez ere, jatorritik gertu.

Hialoklastita intrusiboak (edo peperitikoak) kontsolidatu gabeko sedimentu ostalari hezearekiko ukipenean dagoen magmak jasandako superhoztearen bidez sortzen dira. Ondorioz, intrusiotik eratorritako klastoez eta sedimentu ostalaritik eratorritako matrizeaz osatuta egoten dira. Hialoklastita intrusiboak batez ere *in situ* sortutakoak izaten dira, normalean ez baitute birsedimentazio prozesurik jasaten.

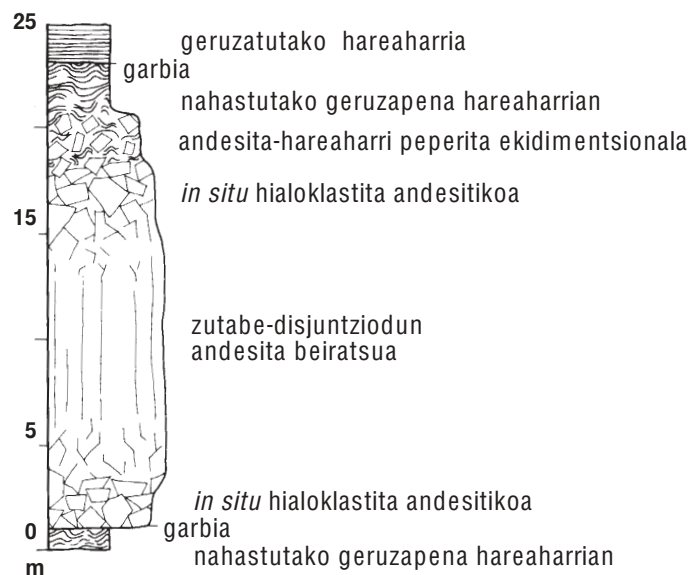
Yamagishik [9] hialoklastita mota bi bereizten ditu osaueraren arabera:

- A hialoklastitak: likatasun txikiko labetan (basaltoa, andesita-basaltoa) sortzen dira eta pikor txikiko matrizean barneratutako pillow zatiez osatuta egoten dira.
- B hialoklastitak: magma likatsuetan (osaera azido edo ertainekoetan) agertzen dira eta hozte azkarraren eraginez sortutako haustura planomakurren ebakiduraz definitutako bloke poliedrikoen edo pseudopillowez eratuta egoten dira.

Hialoklastiten agerpenak magmen lekutzea ur azpian edo sedimentu hezeetan gertatu dela iradokitzen du. Edozein sakoneratan sor daitezke, baita ur gazi zein gezetan, edota izotz azpian ere.

## Peperitak

Peperita laba koherentearen eta kontsolidatu gabeko sedimentu hezeen arteko nahasketaz osatutako arroka da [10]. Ehundura klastikoa izaten du eta bi osagaietako edozeinek era dezake matrizea. Mota honetako arrokkak intrusioen eta urez asetako sedimentuen ukipenetan eratzten dira [11] eta bai laba-koladen oinaldeetan ere [12]. Oso arruntak izaten dira sill, elikatze-dike eta kriptodomoen gaineko aldean, azpiko aldean eta alboetan (4. irudia), baita kolada eta domoen azpiko aldean ere [13].



**4. irudia.** Kontsolidatu gabeko sedimentu urtsuetan lekututako sill andesitikoaren ebakidura. Gaineko peperita (hots, peperita intrusiboa) froga garrantzitsua da sill-a dela esateko orduan.

Peperitak hainbat motatako osaeradun (basaltoetatik erriolitetara) eta ehundura oso ezberdinetako (afanitikotik porfirikoetara) magmetan era daitezke. Sedimentuak ere oso izaera ezberdinetakoak izan daitezke, pikor-taina, ehundura eta osaerari dagokienez.

Magmaren eta sedimentuen arteko ukipenetan gertatzen diren prozesuetan eragin handia izaten dute poroetako uraren presentziak eta sedimentuen kontsolidazio ezak. Poroetako fluidoak, berotzean hedatu eta inguruko sedimentuak fluidiza ditzake eta fluidoak lurrunduz gero aldiz, era leherkorrean heda daiteke. Batera edo bestera jatorrizko sedimentuen geruzapena deuseztu edo desitxuratu egiten da.

Sedimentu ostalariaren izaerak baldintzatzen dituen bi motatako peperita-ehundurak bereizten dira [14]:

- **Peperita ekidimentsionalak:** magmatik eratorritako klastoek forma angelutsua izaten dute eta normalean puzzle-egokitze itxurarekin kokatuta egoten dira. Magmen inguruan hautespen eskaseko eta pikor-tamaina larriko sedimentua ageri denean eratzen dira. Sedimentuen iragazkortasun altuak magma eta sedimentuen artean lurrun-geruzarik eratzea eragozten duenez, bien arteko ukipenean superhozteak eragindako zatiketa eta lurrun bidezko nahasketa eta klastoen sakabanaketa gertatzen dira. Prozesu nagusia magmaren superhozteak denean, sortutako arrokarri hialoklastita intrusibo edo peperitiko esaten diogu.
- **Peperita globularrak edo jariakorrak:** magmatik eratorritako klastoak lente itxurakoak, bulbakarak edo gingilkarak izaten dira. Magmen inguruko sedimentua pikor finekoa, hautespen onekoa eta pake-tamendu eskasekoa denean eratzen dira, sedimentuen fluidizazioa erraztu egiten baita. Badirudi baldintza hauetan magmaren eta sedimentuaren artean ur-lurrunezko geruza bat eratzen dela. Beronek magma sedimentuarekin ukipenean ez egotea eragiten duelarik, superhoztearen bidezko zatiketa eta lurrun-leherketak ekiditen ditu [15].

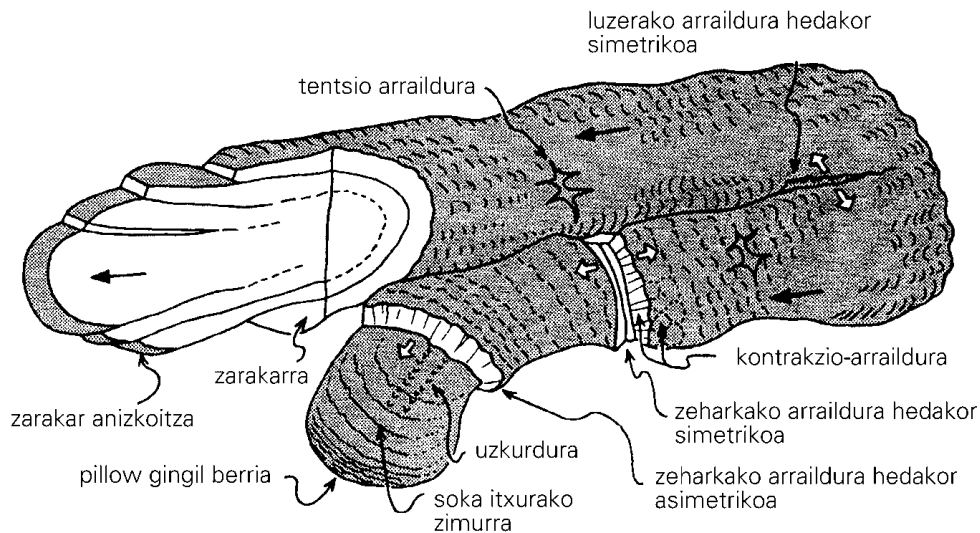
Presio konfinanteak ere eragina izaten du peperiten eraketan. Presio konfinantea handia izanik, sedimentuen poroetako fluidoek berotzean jasaten duten hedapena zeharo murrizten da lurrun-leherketan eta sedimentuen fluidizazioa eragotzi egiten da. Presio konfinante baxuek aldiz, ez dute fluidoek hedapena ekiditen eta sedimentuak, magma eta lurruna nahasten diren inguruneetan leherketak ohikoak izaten dira.

## **Pillow labak**

Ozeano-hondo gazteetan burututako behaketa zuzenek argi erakutsi dute pillow labak ur azpiko inguruneekin lotuta daudela [16]. Oro har, laba-hodi eta lobulu edo gingilez osatuta egoten dira eta ebakiduran elipse eta kuxin itxura bereizgarriak eduki arren, banatutako pillowak oso urriak izaten dira.

Pillow lobuluak edo gingilak hedatu eta aurrera jotzen dute luzamenduz edo superhoztutako zarakarraren apurketaz. Sortutako haustura hauek

jarioarekiko perpendikularrak izaten dira. Zarakarraren haustura hauen er-zak banatu egiten dira laba urtuaren hedapen simetriko edo asimetrikoaren eraginez (5. irudia).



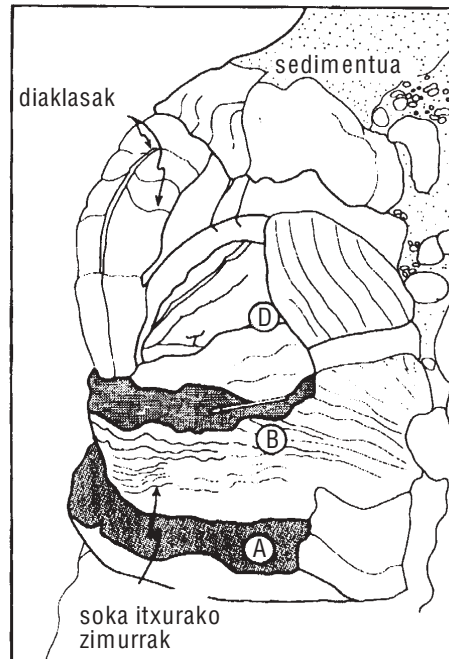
**5. irudia.** Pillow gingilen azalaren ezaugarri bereizgarriak eta berauen hazkuntza-rako eredua. Laba likidoaren behin eta berriroko etorrerak zarakar anizkoitzen sorre-ra eragiten du. Jatorrizko gingil batetik bi gingil banatu dira luzerako arraidura he-dakor batean zehar, eta gingil bakoitzak zeharkako arraiduren bidez egiten du aurrera. Geziek hedapen- eta jario-noranzkoak adierazten dituzte.

Pillowen hedapen-mekanismoa labaren likatasunaren arabera dela dirudi [17]:

- Likatasun txikiko laben kasuan, pillowak luzamendu arruntaren bi-dez hedatu ohi dira, apurtu gabeko gainazal leunak sortuz.
- Likatasun altuko labetan aldiz, azalaren haustura eta hedapena dira nagusi, gainazal uhindun irregular zartatuak agertuz. Zartaduretatik ura sartzean, beronek zarakarraren barneko hozte azkarra eragiten du. Lobuluetako laba urtuaren emaria berrizten bada, zarakar aniz-koitzen eraketa eragingo du [9] (6. irudia).

Pillow gingilek azalaren ezaugarri bereizgarriak izaten dituzte, soka itxurako zimurrak, uhindurak eta hedapen-, kontrakzio- eta tentsio-zartadu-rak esaterako (5. irudia). Zehar-ebakian aldiz, oso arruntak izaten dira ehunduren antolaketa zentrokidea edota erradiala [17]. Bakuolo ekidimen-tSIONALEN tamaina eta ugaritasuna kontzentrikoki aldatzen da eta pipa-ba-kuoloak aldiz, erradialki hedatzen dira. Pipa-bakuoloak ez dira arruntak izaten aldapetan pilatutako pillowetan. Oro har, pillowaren guneko bakuo-





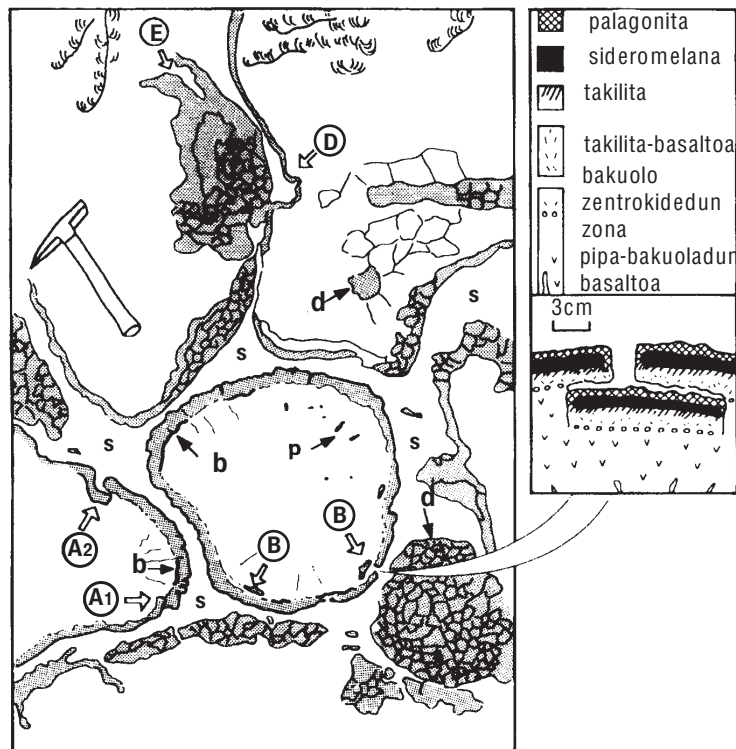
**6. irudia.** Zarakar anizkoitzak. A, B eta D zarakarrak 10 cm-rainokoak izaten dira eta diaklasez ebakita egoten dira (j). Zarakarren azala zimurtua izaten da.

loak handiagoak, urriagoak eta esferikoagoak izaten dira ertzetakoak baino. Bestalde, bakuolo-banda zentrokideak zarakarraren haustura eta pillow berri baten eraketak eragindako gasaren presioaren bat-bateko jaitsierari egotz dakizkioke. Pillowen ertzek superhoztearen arrastoak izaten dituzte eta, ondorioz, beirakarak izaten dira eta modu konplexuan zartatuta egoten dira [18] (7. irudia).

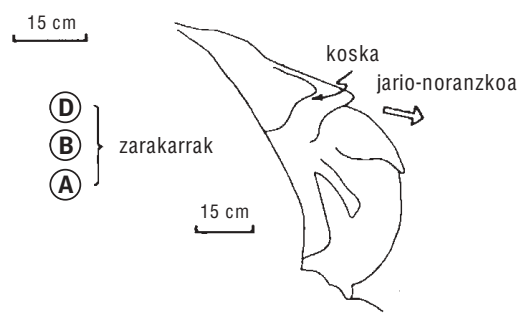
Pillowen barruko aldean zutabe-disjuntzio erradialeko (7. irudia) edo dortoka-oskol motako hausturak ager daitezke. Hauek pillowen hausturaz eratuko diren zatien forma baldintzatzen dute. Diaklasa zentrokideak ere ager daitezke erradialekin batera, baina beti garapen mugatuagoa erakutsiz.

Gaineko pillow gingilak azpiko pillowen arteko hutsuneen eitera moldatzen direnez, sortutako asimetria polaritate-irizpide gisa erabili ohi da. Azalaramendu egokietan pillowen hedapenaren noranzkoa ere ondoriozta daiteke (8. irudia).

Esan dugu pillowak ur azpiko lekutzearen adierazle direla, baina kon-tuan hartu behar da lekutzea ez dela zertan erupzioa gertatu den ingurune berean gertatu behar; airepeko pahoe-hoe kolada bat esaterako, itsasora hel daiteke eta bertan jariatzen jarrai dezake, eta pillowak eratu [19].



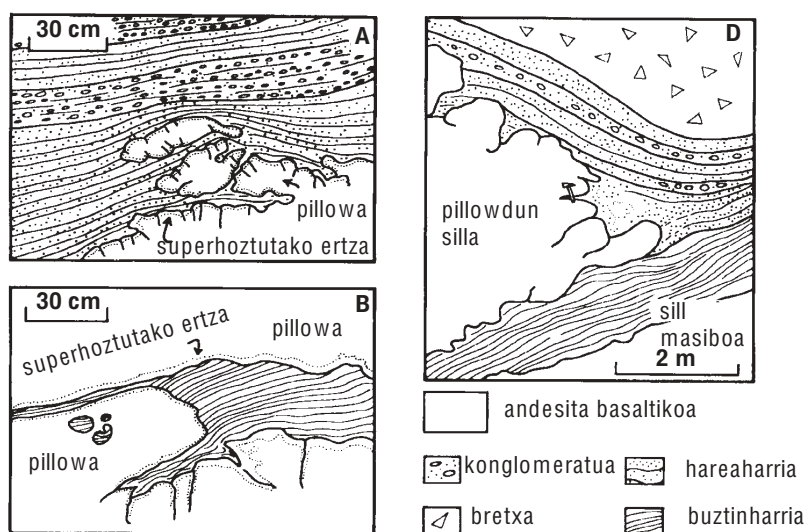
**7. irudia.** Ertz anizkoitzak pillow laba basaltikoetan. Pillowen ertza sideromelana ilunaz osatuta egoten da eta gunea takilitaz eta basalto takilitikoaz. Ertz anizkoitzak (A1, A2, B, D, E) gainezarritako, tolestutako edo deformatutako ertz zatiez osatuta egoten dira eta sakonera txikiko lekutzea iradokitzen dute. s: sedimentua; d: zutabe-disjuntzioa eta diaklasak; b: bakuolo biribilak; p: pipa-bakuoloak.



**8. irudia.** Zarakar anizkoitzen egitura, labaren jarioaren norabidea adierazten duten irizpideekin batera (koskak).

Pillowek lekutu ziren sakonera erlatiboari buruzko informazioa eman dezakete. Bakuoloen tamaina eta kopuruak, adibidez, sakonera erlatiboak

kalkulatzen lagun dezakete [20]. Oro har, osaera bereko labetarako sakonera txikian bakuoloak handiagoak eta ugariagoak izaten direla onartzen da. Era berean, badirudi ertz anizkoitzeko egiturak sakonera txikian eratzen direla (1-2 km baino sakonera txikiagoan, jatorrizko osagai lurrunkorren kantitatearen arabera). Baina, ertz anizkoitzak ez agertzeak ez du esan nahi pillowen lekutzea sakonera erlatiboki handietan gertatu denik. Zarakar anizkoitzek ez dute zerikusirik ertz anizkoitzekin, eta ez ditu lekutze-sakonera baldintzatzen. Azkenik, aipatu behar da pillow-egiturak ur azpiko lekutzearen adierazgarri badira ere urazpiko laba-kolada guztiek ez dutela zertan pillow-egiturarik erakutsi behar.



**9. irudia.** Konsolidatu gabeko sedimentu hezeetan intruitutako basalto andesitiko zoko sill baten goi (A), behe (B) eta muturreko (D) ukipenak.

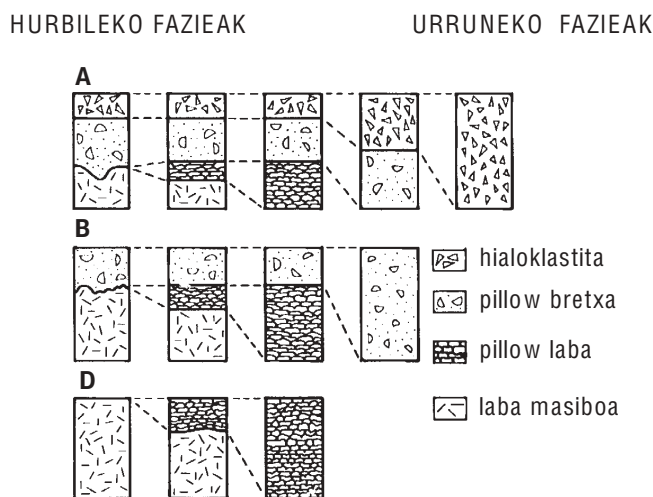
Pillow-laba gehienek osaera basaltikoa izan arren, osaera ertain eta azidokoak ere izan daitezke. Pillow egiturak magmak urez asetako hialoklastita edo sedimentuak intruitzean ere era daitezke (9. irudia). Magma hauek ere, edozein osaeratakoak izan daitezke, basaltikotik azidora. Pillow intrusibo hauek pillow arruntetatik bereizteko gaineko ukipenak eta pillow arteko sedimentuaren izaera aztertu behar dira. Alde batetik, pillow intrusiboen gainean peperitak ager daitezke eta kolada batean aldiz, ez. Bestetik, pillow intrusiboen inguruko sedimentua aldatuta eta jatorrizko geruzapena nahastuta edo desaginda egon ohi da, eta gainera, sedimentuz osatutako enklabeak ere ager daitezke pillowen barnean. Koladen kasuan aldiz, gaineko sedimentuak geruzatuta egon ohi dira eta ez dute alterazio-gradu bereizgarri erakusten.

## UR AZPIKO LABA-KOLADA BASALTIKOAK

Ur azpiko laba basaltikoen egitura ezagunenak pillowak izan arren, egungo ozeanoetan egitura tabular masibo lodiak, xafla-kolada finak (< 1 m), bloke-labak, kolada lobuludunak eta airepeko pahoehoeen antzeko gainazal ezaugarriak koladak ere ageri dira. Airepeko laben antzeko hodi-sistemak eta kanalak aurkitu dira eta airepeko tumulu eta laba-koladaren puztearen eraginez sortutako egituren antzekoak ere aurkitu dira ur azpian [21].

Ur azpiko laba basaltikoen segidek superhozte-zatiketa eta grabitazio-kolapsoaz eratutako laba-jatorriko agregatu klastiko ugari barnera ditzakete. Pillowen arteko tartek ere hialoklastita granularrez beteta egon ohi dira. Berauek pillowen ertz beirakaren arteko talkek eragindako zatiketaz eratzen dira. Hauekin batera pillow bretxa zatiak ere era daitezke pillow gingilen desintegrazioaz [18]. Faila-malkarraren alboan eta kolapsatutako laba-hodietan talus-bretxak pilatzen dira.

Ur azpiko segida basaltikoetan, airepeko bonben antzeko klasto fluido-karak ere ageri dira. Badirudi hauek laba-iturrietatik gertu eratutakoak direla eta, ziuraski, sakonera erlatiboki txikian; hala ere, sakonera handiagoetan ere ager daitezke emari oso energetikoen kasuan [22].



**10. irudia.** Laba-kolada basaltiko eta andesitikoetan aurkitutako fazieen elkarreko espazioan.

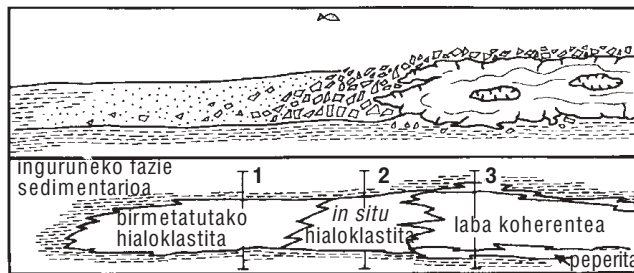
Antzinako ur azpiko laba basaltikozko segida batzuetan hurbileko eremuak laba-kolada masiboek eratuta egoten dira eta eremu distalagoak pillow laba eta pillow bretxaz (10. irudia).

## UR AZPIKO LABA-KOLADA, DOMO ETA INTRUSIO SINBOLKANIKO AZIDOAK

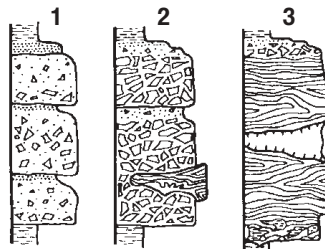
Ur azpiko inguruneetan magma laba-kolada edo domo gisa azalera daiteke edo sill, dike edo kriptodomo intrusibo edo partzialki estrusiboak eratu. Ereku honetako ezaugarri bereziena magma eta ur edo sedimentu hezeen arteko ukipenean gertatzen den superhozte-zatiketa garrantzia da.

Lekutze mota ondorioztatzeko beharrezkoa izaten da ukipen-erlazioak (azalekoak bereziki) eta laba koherentea, peperita, hialoklastita eta birsedimentatutako hialoklastiten banaketa espaziala finkatzea.

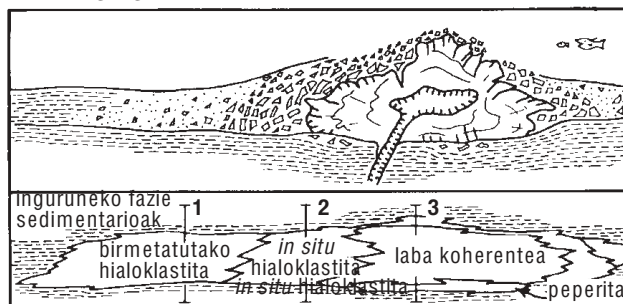
### LABA-KOLADA



### EBAKIDURAK:



### LABA-DOMOA

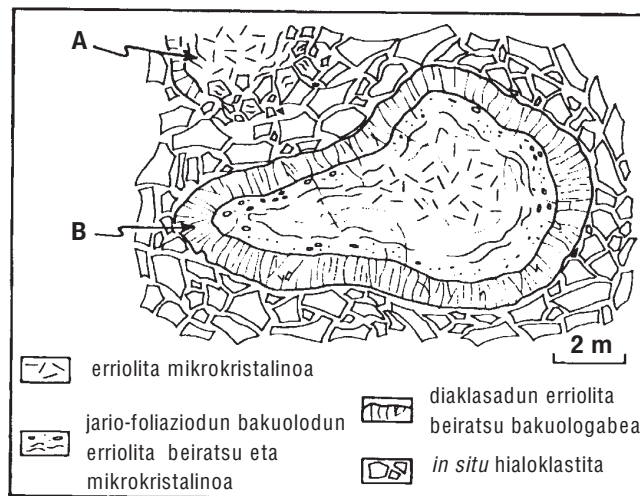


**11. irudia.** Ur azpiko laba-kolada (goikoa) eta domo (behekoa) azidoen lekutzearekin lotutako fazie bolkanikoen kokapena. Zutabeen kokapena zenbakien bidez adierazita dago.

## Ur azpiko laba eta domo estrusibo azidoak

Ur azpiko laba-kolada eta domo azidoen barne-ehunduren elkartek antzekoak izaten dira. Hala ere, domoek elikatze-dikeen hondarrak aurkeztu ohi dituzte eta hedadura txikiagoa izaten dute (11. irudia). Kasu bietan labek ehundura porfirikoa edo afanitikoa izaten dute eta masiboak edo jario-foliaziodunak izan daitezke. Koladetako jarioak eragindako barne-bandeatua koladaren oin eta sabaiarekiko subparaleloa izaten da eta ertzetan, aldiz, zeharra. Ohikoa izaten da laba-koladen gune koherentea *in situ* motako hialoklastiten estalki batez inguratuta agertzea.

Kasu askotan, laba-kolada eta domoen zenbait eremu urez asetako sedimentuekiko ukipen zuzenean badaude, berauekin nahas daitezke, ehundura konplexuko peperitak eratuz. Peperita hauek laba-koladen oinean eta domoen oineko eta alboetako ukipenetan eratzen dira. Labaren eta sedimentu hezeen elkarrekintzaren ondorioz, sedimentuen jatorrizko geruzapena deuseztu egiten da. Kolada masiboez eta domoez gain, ur azpiko laba azidoek gingil edo lobulu, zorro edo pillow itxurako gorputzak era ditzakete hialoklastitekin elkartuta (12. eta 13. irudiak).

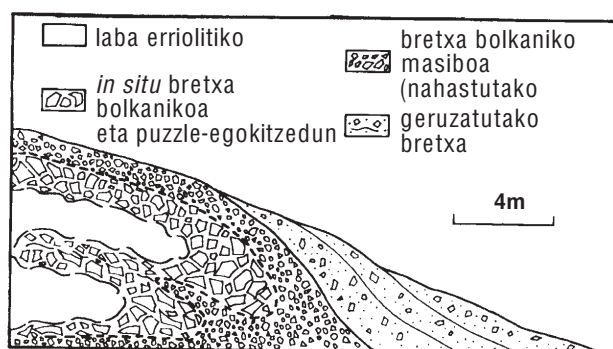


**12. irudia.** Erriolitzako laba-gingil baten ebakidura. Toki batzuetan gradualki pasatzen da *in situ* hialoklastitara (A) eta beste batzuetan ukipena garbia izaten da (B). Gingil nagusiak ehundura-zonazioa aurkezten du.

Oro har ur azpiko laba-koladak eta domoak ez dira iturritik urrun hedatzen eta irekidura hurbil dagoela iradokitzen dute. Koladen kasuan irekiduratik kilometro gutxi batzuetara baino ezin dira hedatu eta domoetan heda-

pena askoz ere murritzua egoten da, ehunka metro batzuetakoa baino ez baita.

Hala ere, badirudi sakonera handiko erupzioetan koladek osagai lurrunkorrek gordetzen dituztela, ur-zutabearen presioaren eraginez, eta ondorioz, labek likatasun txikiagoa izan dezakete. Beraz, airepekoek baino higikortasun handiagoa dutenez, hedapen zabalagoa izan dezakete.



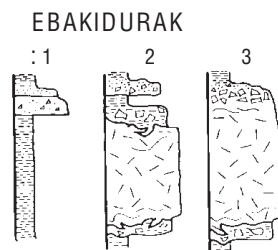
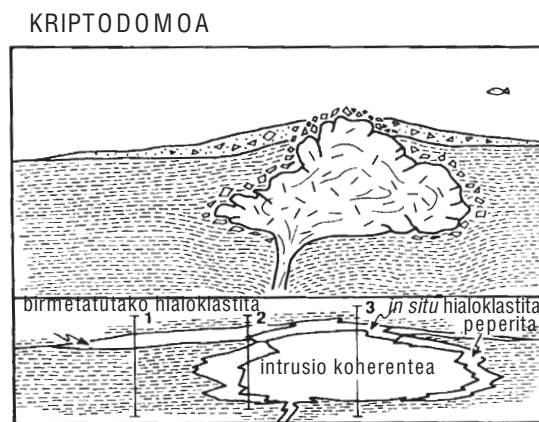
**13. irudia.** Ur azpiko laba-kolada erriolitikoekin elkartutako fazie bolkanikoak.

Antzinako segida bolkanikoetan ur azpiko lekutzea ondorioztatzeko laba koherente, *in situ* motako hialoklastita eta birsedimentatutako hialoklastiten elkartea erabiltzen da. Gingil, zorro eta pillowen antzeko masen agerpena eta elkartutako sedimentuen izaera ere lagungarriak izaten dira erupzioaren lekutzea finkatzeko.

### Partzialki estrusiboak diren ur azpiko kriptodomoak

Kriptodomoak sakonera txikian kokatutako intrusioak dira eta gaineko sedimentu edo arroken sabeldura edo konkordura eragiten dute. Gaineko sedimentu-estalkia nonbait zeharkatu eta azaleratzen diren gorputzak partzialki estrusiboak diren kriptodomotzat hartzen dira. Batez ere, magma azido eta ertainen bitartez eratzen dira eta, bereziki, ur azpiko ingurune sedimentario-bolkanikoetan. Maila altuko intrusio eta domo estrusiboen ohiko ezaugarriak izaten dituzte (14. irudia).

Kriptodomoaren gune koherentea, gradualki, *in situ* hialoklastitetara eta peperitetara igarotzen da eta honen gainean masa-jarioz birsedimentatutako hialoklastita-geruzak eratzen dira domoaren sorrera gertatzen den bitartean. Birsedimentatutako hialoklastitak, gunetik urruntzean, bestelako sedimentuekin nahasten dira.



**14. irudia.** Partzialki azaleratutako kriptodomo baten izaera eta fazie bolkanikoen banaketa. Zutabeen kokapena zenbakien bidez adierazita dago.

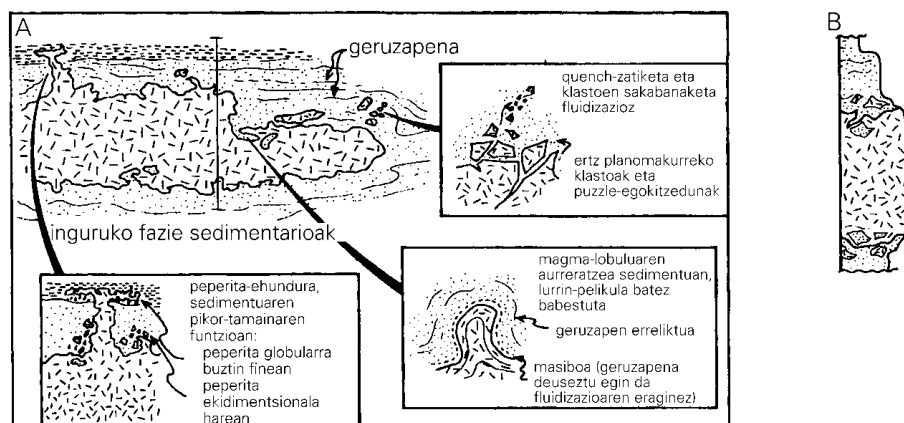
### Ur azpiko sill eta dike sinbolkanikoak

Magmaren azaleranzko higadura, beronen dentsitate eta presio hidrostatikoaren eta arroka ostalariaren dentsitatearen eta honek eragindako presio litostatikoaren arabera izaten da. Arroka ostalaria baino dentsuagoa den magmak lur azpian geratzeko joera izango du eta gaineko sedimentuetara sill moduan inruituko du [23]. Baldintza hauek ohikoak izaten dira ur azpiko inguruneetan, non magmak kontsolidatu gabeko sedimentu-pilaketa handiak aurki baititzake goranzko bidean.

Sill sinbolkaniko eta sinsedimentarioak bereizteko, gaineko ukipen-erlazioak erabili behar dira, batez ere, intrusio-garaian segida ostalaria kontsolidatuta zegoen edo ez iradokitzen duten irizpideak (15. irudia). Irizpide hauen artean adierazgarrienak ondorengoak dira [24]: silletik arroka ostalarirantz gorantz irtetzen diren mihi edo gingilak, sillaren sedimentuekiko goiko ukipenean peperiten eraketa, arroka ostalariaren gogortzea, sedimentuen geruzapenaren nahasketa edo deuseztapena ukipen-eremuan eta albo-geruzapenarekiko lokalki diskordanteak diren ukipenak.



SILLA



**15. irudia.** (A) Sill sinsedimentario baten lekutzean sortutako fazieen izaera eta banaketa eta beronen sorreran parte hartzen duten prozesuak. (B) Sillaren ebakidura baten log-grafikoa.

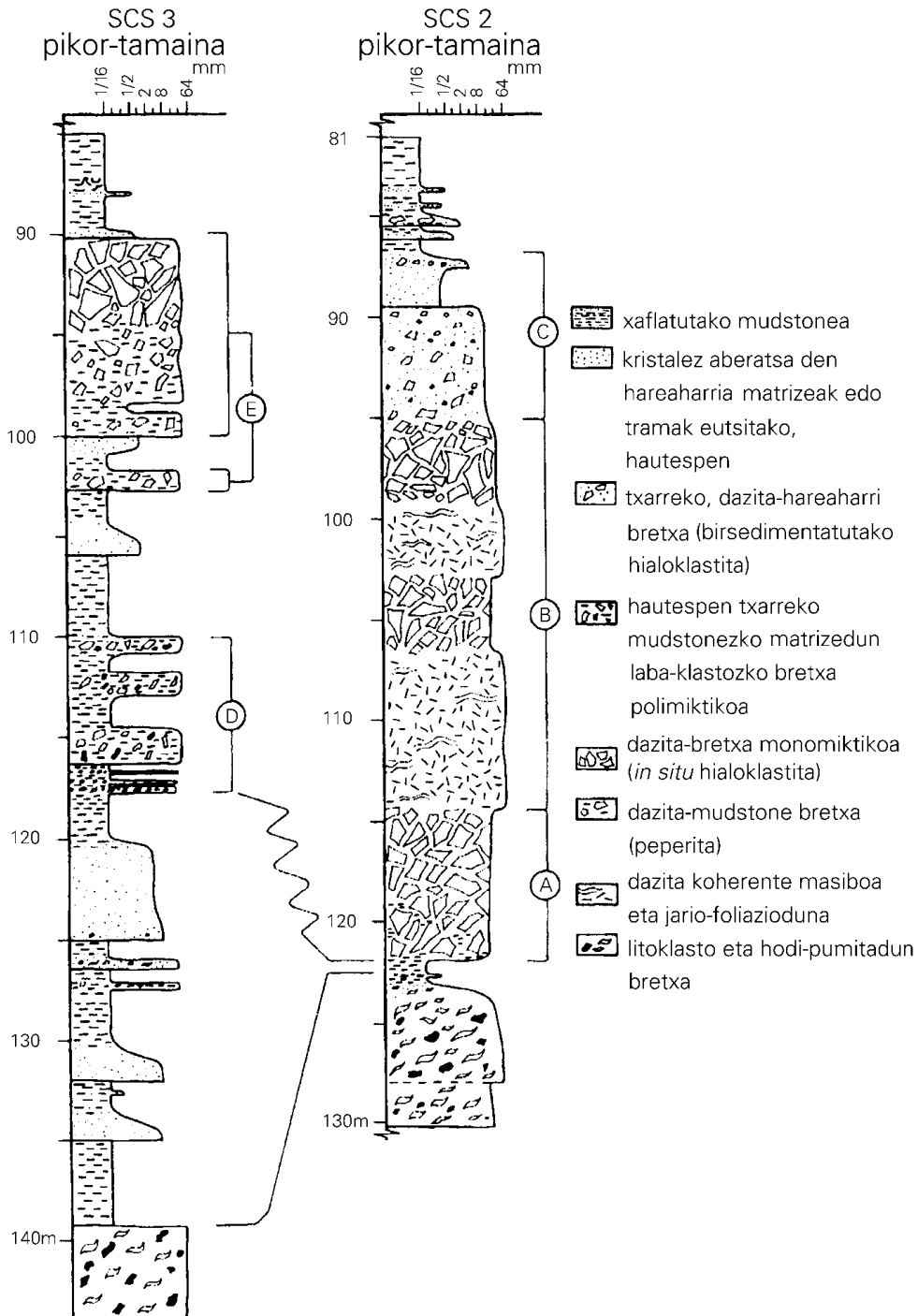
Hoztutako ertzak laba-kolada zein sillen gaineko aldeetan ager daitezke eta ez dute lekutze mota iradokitzen.

Sarritan, dike sinbolkanikoek laba-kolada eta domoen, *in situ* eta birsedimentatutako hialoklastita-pilaketan (2. irudia) edo sill sinbolkanikoen elikatze-bideak iradokitzen dituzte.

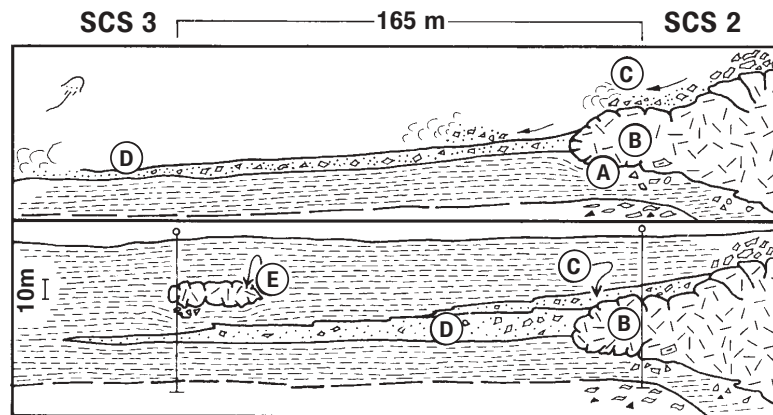
**Sakonera txikiko laba azidozko domoen erupzioarekin elkartutako metakin bolkanoklastikoak**

Sakonera txikiko laba azidoen domo-erupzioak aktibitate freatomagmatiko, magmatiko leherkor eta efusiboaren nahasketa konplexuaren ondorio izaten dira. Bertan sortutako metakin bolkanoklastikoak superhozteaz eragindako zatiketaz eratutako klasto gazteez eta piroklastoez osatuta egoten dira eta beroaren atxikipenaren aztarnak izaten dituzte. Erupzio-jardueran mantenduz gero, multzo bolkanikoa azalera daiteke eta, ondoren, eraikin bolkanikoaren hazte- eta kolapso-pasarteak txandakatzen dira.

Badirudi domo baten sakonera txikitzeak aktibitate efusibotik leherkorreko aldaketa dakarrela [25]; modu horretan, ur-zutabeak eragindako presio konfinanteak erupzio motan duen kontrola islatzen da. 16. eta 17. irudietan partzialki estrusiboa den ur azpiko dazitazko kriptodomo baten adibidea ageri da.



16. irudia. Elkarrengandik hurbil dauden zundaketa biren log-grafikoak.



**17. irudia.** 16. irudian ageri diren zutabeen interpretazioa.

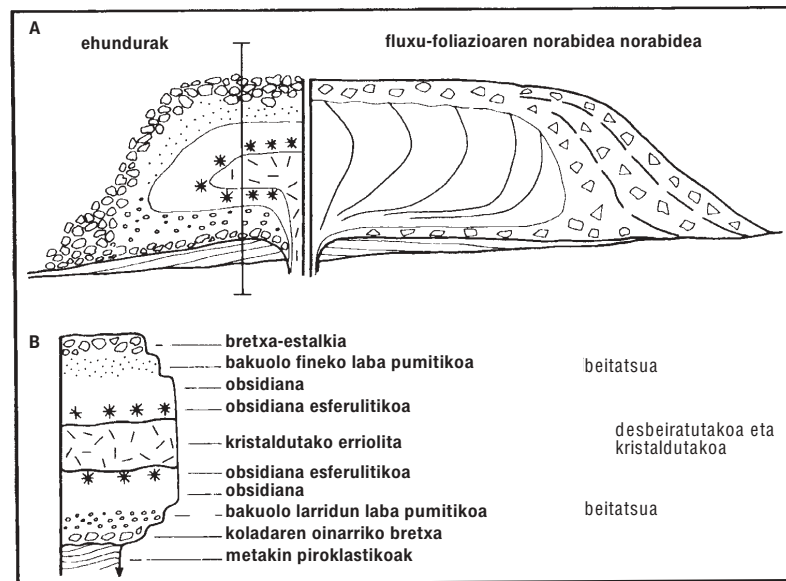
## **AIREPEKO LABA-KOLADA ETA DOMO AZIDOAK**

Normalean airepeko laba azidoak bolumen txikiko kolada lodi eta labur gisa azaleratzen dira, gehienetan domo egiturak eratzuz. Laba-kolada azidoen dimentsioak eta geometria likatasunaren, hozte-tasaren, erupzionatutako bolumenaren eta substratuaren gradientearen arabera izaten dira. Laba azidozko kolada lodien hoztea oso geldoa izaten denez, bolumen handiko erupzioen ondorioz sortutako laba-koladek zenbait hamarkadatan zehar iraun dezakete, kolada oso lodiak eratzuz.

Laba-kolada azidoak zizailadura laminarraren bidez higitzen dira. Laba-kolada askok gordetako barne-ehundura eta egiturak (jario-foliazio, jario-tolesen ardatzak, fenokristal luzeen eta luzatutako bakuoloen lerrokadura) likatasun altuaren eta zizailadura laminarraren arteko eraginaren ondorio dira [26]. Jarioarekin lotutako barne-egitura hauek hozte-zartadurek ebakitzen dituzte. 18. irudian airepeko laba-kolada edo domo azido baten ebakidura tipikoa ageri da, bertan ikus daiteke gaineko gainazala leuna eta aldapa txikikoa dela eta alboko eta aurreko ertzak aldapatsuak.

Domo edo koladen gaineko aldeak okerdura handiko jario-foliazioa eta arrapala egiturak aurkezten dituzte. Oinaldean eta koladaren aurreko aldean aldiz, foliazioak okerdura txikia izaten du [27]. Oso ohikoa izaten da kolada eta domo hauek barne-ehundura oso ezberdinak izatea (18. irudia).

Laba azidoen barne-eremu beroa gaineko eta oinaldeko geruza hotz deformaezin eta zurrunen artean jariatzeko eta deformatzeko gai da. Barne-eremuetako jario horrek gaineko eta oinaldeko azalaren haustura eragiten du, eta ondorioz, laba-kolada eta domo azidoen gainean eta azpian bazterreko bretxak agertu ohi dira.



**18. irudia.** (A) Airepeko kolada azido baten ebaketa eskematikoa. Ezkerreko aldean ehundura ezberdinak daude irudikatuta eta eskuinekoan barneko jario-foliazioa ageri da. (B) Adierazitako lerroan egindako zutabea, ehundura nagusiak adieraziz.

Bakuoloen tamaina eta ugaritasuna aldakorra izaten da labaren potentzia osoan zehar. Kanpoko aldean laba azidoen bakuolo kopurua handiagoa izaten da (18. irudia). Beraz, bretxaren ondoan pumitaz osaturiko geruza izango du gu eta bretxa bera ere pumita zatiez osatuta egon daiteke.

Kolada eta domoen kanpoko aldea, hau da, arinen hoztutako eremua beiraz osatuta egoten da. Beraz, kanpoko aldea osatzen duten material guztiak (bretxak, pumitak eta barrurago obsidianak) beiraz eratuta egoten dira. Alde hauek ez dira desbeiratzen, baina hidratatu egin daitezke, perlitak eratzuz. Eremu hauetan alterazio eta birkristaltze prozesuak ere ohikoak izaten dira. Koladaren barruko aldea motelago hozten denez, gunean ehundura esferulitiko, mikropoikilitiko eta granofirikoak erakusten duen erriolita kristaltzen da, eta honen inguruan esferulitodun obsidiana.

Zenbait kolada bakunetan eremu ezberdinetako fenokristalen tamaina, proportzioa eta mota aldakorrak izaten dira koladan zehar. Era berean, mikrolitoen ugaritasuna eta beiraren koloreak eta geokimikak ere ez dute berdinak izan behar [28]. Azken baldintza hauek magma biren edo gehiagoren nahasketaz osatutako kolada dela iradokitzen dute.

Airepeko domo eta kolada azidoak, sarritan, erupzio leherkorretan sortutako pumita- eta errauts-metakin komagmatikoekin elkartuta agertu ohi

dira. Berauek domoaren eta koladaren estrusioaren aurretik, bitartean edo ondoren era daitezke. Kolada eta domo azidoak grabitazio-kolapsoaz eraturako metakin klastikoekin elkartuta ere ageri dira, hala nola, talus bretxa eta bloke- eta errauts-kolada metakinekin.

Aipatutako egitura hauek guztiak, batera, airepeko laba-kolada azido berrietan aurki daitezke. Antzinako laba azidoak aldiz, besikularitate txikiko fazie koherente eta fazie esferulitiko, mikropoikilitiko eta granofirikoez osatuta egoten dira soilik, autobretxazko estalkiak eta azaleko egiturek eta beirak babes-potentzial txikia baitute.

### **AIREPEKO LABA-KOLADA BASALTIKOAK**

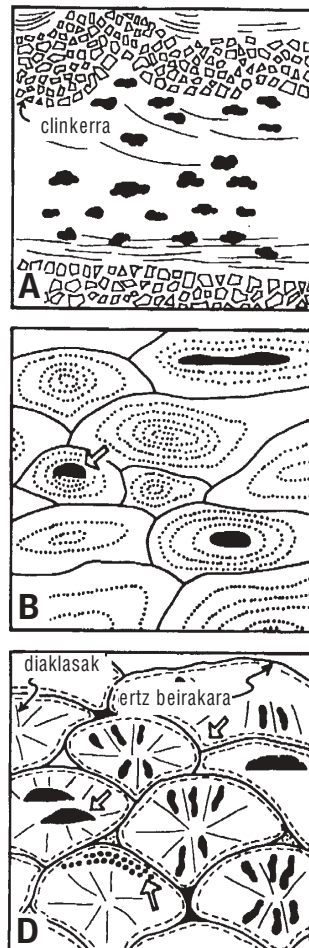
Airepeko laba-kolada basaltikoez bi motatako koladak eratu ohi dituzte: a'a edo pahoehoe motakoak [29]. (19. irudia). Bi laba-mota hauen arteko azal- eta barne-ehunduren ezberdintasunak laben likatasunaren eta emari-proportzioaren (azaleratutako laba-bolumena erupzioaren iraupenarekiko) araberakoa izaten da.



**19. irudia.** Airepeko a'a (ezkerrean) eta pahoehoe (eskuinean) laba-koladak.

A'a koladak emari-proportzio altuekin eta hozte azkarra eragiten duen ubide irekietan zehar gertatzen den jarioarekin erlazionatzen dira. Oro har, likatasun erlatiboki handia izaten dute. A'a laba-koladek barruko alde masiboa eta laba zati eskoriazeoz eta arantza itxurakoez osatutako kanpoko alde izaten dute (20. irudia). Mota honetako kanpo-eremu hauei clinker de-

ritze. A'a koladen ertzetan clinker motako azalak eraten dira eta hauek ubide motako egiturak eraten dituzte. Bertatik, likatasun txikiagoko barne-eremuetako laba beroaren jarioa gertatzen da.

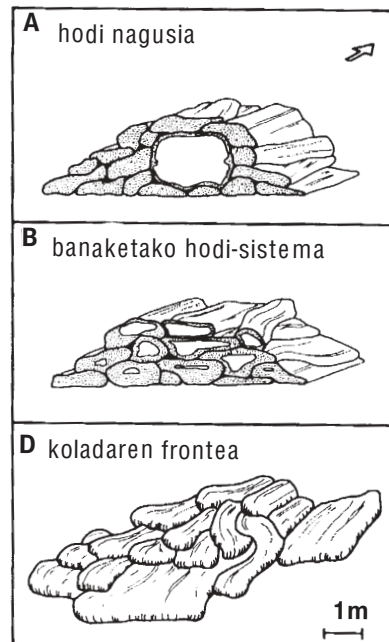


**20. irudia.** A'a (A), pahoehoe (B) eta ur azpiko pillow laba (C) koladen ebaketa idealetan agertzen diren ehundurak. Gezi zuriek polaritatea iradokitzen duten egiturak nabarmentzen dituzte. Beltzez hutsuneak ageri dira.

Koladaren ertzetako dikeak clinker-ez osatuta egoten dira eta erdian ubide antzekoak eraten. Bertatik laba bero eta likatasun txikiagokoa jariatzen da. Batez beste a'a koladak pahoehoeak baino lodiagoak izaten dira eta jarioan zehar deformatzen diren bakuolo handi irregularrak izaten dituzte.

Pahoehoeak emari baxuen kasuan eta jarioa hodietan zehar gertatzen denean eraten dira, era honetan bero-galera minimoa denez, laben likata-

sun erlatiboa baxua izaten da. Pahoehoe koladak a' a motako koladetara eralda daitezke iturritik urruntzean, hoztean zehar gertatutako likatasun-handipena edo zizaila-indar handia dela-eta. Pahoehoe koladek azal leuna eta lobulutsua izaten dute, soka itxura hartuz okertuta eta tolestuta egon daitekeena. Sarritan pahoehoe koladak, 20 cm baino finagoak diren kolada unitate txikiz osatuta egoten dira [29]. Gainera, sarritan zarakar beirakara izaten dute. Zarakar honek hutsune handiak izan ditzake edo erlatiboki dentsoa eta besikularitate txikikoa izan daiteke. Pahoehoe labek tunelak edo hodiak era ditzakete, laba bertatik distantzia luzeetan zehar jariatuz, hoztea minimoa baita (21. irudia).



**21. irudia.** Pahoehoe kolada bateko hodi-sistema. Hodi nagusiak (A) hodi txikiagoen baturaz sortzen dira eta laba toki urruntara garraiatzen da berauetan zehar. Irekiduratik urrun hodi banatzaile txikiagoak egoten dira (B). Koladaren aurreko aldean laba hodi txikietan zehar kanporatzen da (D).

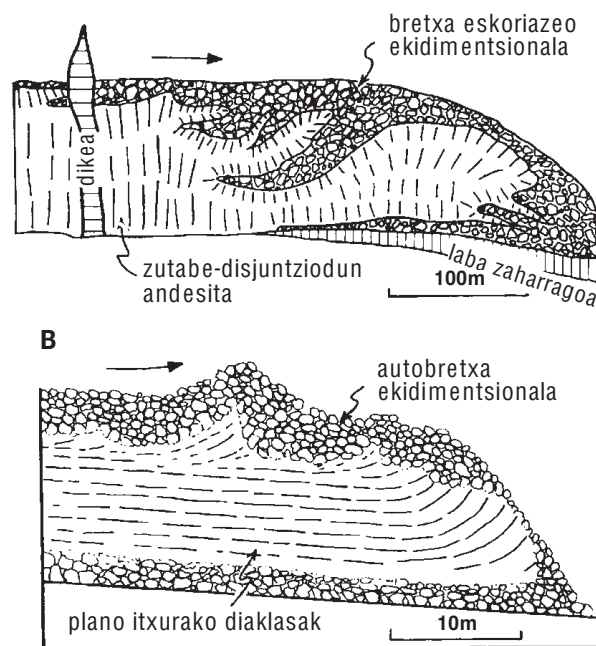
Solidotutako pahoehoe koladetako bakuoloen tamaina, ugaritasuna, banaketa eta forma erupzio garaiko bakuoloetatik eratorri ohi da, baina koaleszentzia eta jarioan zehar gertaturiko burbuilen askapenaz, eraldatu egiten da.

Tumulu deritze, pahoehoe laba-koladez osatutako eskualdeetan agertzen diren 1-10 m altuerako mendixka edo balea-bizkar motako gandorrei.

Airepeko laba basaltikoen laba azidoak baino likatasun txikiagoa izaten dutenez, kilometro askotako eta lodiera txikiko (30-40 m) xafla zabal eta meheak eratzen dituzte. Mota honetako laba zabalak eta ezagunenak kontinenteen apurketarekin lotutako basalto-plataformak dira [30].

## LABA ANDESITIKOAK

Laba andesitikoek laba azido eta basaltikoen arteko ezaugarriak dituzte. Hedapen zabala lor badezakete ere, arruntagoak izaten dira domo edo kolada labur eta lodiak eratzen dituzten laba andesitikoak. Kolada andesitikoaren barruko alde dentsoak hozte-azalarekiko perpendikularra den zutabe-disjuntzioa izan dezakete, edo jarioarekiko paraleloak diren plano itxurako diaklasak (22. irudia).



**22. irudia.** Airepeko kolada andesitikoekin erlazionatutako diaklasak eta bretxak. (A) irudi honetan koladak zutabe-disjuntzioa du eta koladaren muturrean autobretxaz inguratuta geratuko da. (B) irudian aldiz, plano itxurako diaklasak ageri dira eta behe eta goialdetik autobretxaz inguratuta dago.

Kasu askotan domo andesitiko edo dazitikoen eraketan aktibitate leherkor laburra sumatu izan da. Oso arrunta izaten da laba-kolada andesitikoaren aurreko aldean eta domoen ertzetan talus-bretxak agertzea.



Ur azpiko laba-kolada andesitikoek pillow gingilak eta hauekin elkar-tutako metakin autoklastikoak aurkez ditzakete. Baina ur azpian sortutako laba-kolada andesitiko masiboak, zutabe-disjuntzio, ertz beirakara eta kanporantz hialoklastitaranzko gradazioa dutenak ere ager daitezke.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] ETXEBARRIA *et al.* 2000. «Metakin bolkanikoetako ohiko osagaiak, ehundurak eta egiturak». *Ekaia* [2001eko uda].
- [2] PICHLER, H. 1965. «Acid hyaloclastites». *Bull Volcanol*, **28**, 293-310.
- [3] HONNOREZ, J. & KIRST, P. 1975. «Submarine basaltic volcanism: morphometric parameters for discriminating hyaloclastites from hyalotuffs», *Bull Volcanol*, **39**, 441-465.
- [4] KOKELAAR, P. 1986. «Magma-water interactions in subaqueous and emergent basaltic volcanism». *Bull Volcanol*, **48**, 275-291.
- [5] MOORE, J.G., PHILLIPS, R.L., GRIGG, R.W., PETERSON, D.W. & SWANSON, D.A. 1973. «Flow of lava into sea, 1969-1971, Kilauea Volcano, Hawaii», *Geol Soc Am Bull*, **84**, 537-546.
- [6] FRIDLEIFSSON, I.B., FURNES, H. and ATKINS, F.B. 1982. «Subglacial volcanics on the control of magma chemistry on pillow dimensions». *J Volcanol Geotherm Res*, **13**, 84-117.
- [7] BERGH, S.G. & SIGVALDASON, G.E. 1991. «Pleistocene mass-flow deposits of basaltic hyaloclastite on a shallow submarine shelf, South Iceland». *Bull Volcanol*, **53**, 597-611.
- [8] HANSON, R.E. 1991. «Quenching and hydroclastic disruption of andesitic to rhyolitic intrusions in a submarine island-arc sequence, northern Sierra Nevada, California». *Geol Soc Am Bull*, **103**, 804-816.
- [9] YAMAGISHI, H. 1985. «Growth of pillow lobes evidence from pillow lavas of Hokkaido, Japan, and North Island, New Zealand». *Geology*, **13**, 499-502.
- [10] WILLIAMS, H. and MCBIRNEY, A.R. 1979. *Volcanology*. Freeman, Cooper and Company, San Francisco, 397 orr.
- [11] HANSON, R.E. & SCHWEICKERT, R.A. 1982. «Chilling and brecciation of a Devonian rhyolitic sill intruded into wet sediments, northern Sierra Nevada, California». *J Geol*, **90**, 717-724.
- [12] BULL, S.W. & CAS, R.A.F. 1989. «Volcanic influences in a storm and tide dominated shallow marine depositional system: the Late Permian Broughton Formation, southern Sydney Basin, Kiama, NSW, Australia». *Aust J Earth Sci*, **36**, 569-584.
- [13] ALLEN, R.L. 1992. «Reconstruction of the tectonic, volcanic and sedimentary setting of strongly deformed Zn-Cu massive sulfide deposits at Benambra, Victoria». *Econ Geol*, **87**, 825-854.
- [14] WHITE, J.D.L. & BUSBY-SPERA, C.J. 1987. «Deep marine arc apron deposits and syndepositional magmatism in the Alistos group at Punta cono, Baja California, Mexico». *Sedimentology*, **34**, 911-927.
- [15] KOKELAAR, B.P. 1982. «Fluidization of wet sediments during emplacement and cooling of various igneous bodies». *J Geol Soc London*, **139**, 21-33.

- [16] BALLARD, R.D. & MOORE, J.G. 1977. *Photographic atlas of the Mid-Atlantic Ridge Rift Valley*. Springer-Verlag, New York, 114 orr.
- [17] WALKER, G.P.L. 1992. «Morphometris study of pillow-size spectrum among pillow lavas». *Bull Volcanol*, **54**, 459-474.
- [18] YAMAGISHI, H. 1991. «Morphological features of Miocene submarine coherent lavas from the “Green Tuff” basins: examples from basaltic and andesitic rocks from the Shimokita Peninsula, northern Japan». *Bull Volcanol*, **53**, 173-181.
- [19] TRIBBLE, G.W. 1991. «Underwater observations of active lava flows from Kilauea volcano, Hawaii». *Geology*, **19**, 633-636.
- [20] DOLOZI, M.B. and AYRES, L.D. 1991. «Early Proterozoic, basaltic andesite tuff breccia. Downslope, subaqueous mass transport of phreatomagmatically-generated tephra». *Bull Volcanol*, **53**, 477-495.
- [21] APPLGATE, B. & ENBLEY, R.W. 1992. «Submarine tumuli and inflated tube-fed lava flows on Axial Volcano, Jan de Fuca Ridge». *Bull Volcanol*, **54**, 447-458.
- [22] SMITH, T.L. & BATIZA, R. 1989. «New field and laboratory evidene for the origin of hyaloclastite flows on seamounts summits». *Bull Volcanol*, **51**, 96-114.
- [23] WALKER, G.P.L. 1989a. «Gravitational [density] controls on volcanism, magma chambers and intrusions». *Aust J Earth Sci*, **36**, 149-165.
- [24] KOKELAAR, B.P. 1982. «Fluidization of wet sediments during emplacement and cooling of various igneous bodies». *J. Geol Soc London*, **139**, 21-33.
- [25] CAS, R.A.F., ALLEN, R.L., BULL, S.W., CLIFFORD, B.A. & WRIGHT, J.V. 1990. «Subaqueous, rhyolitic dome-top cones: a model based on the Devonian Bunga Beds, southeastern Australia and a modern analogue». *Bull Volcanol*, **52**, 159-174.
- [26] FINK, J.H. & POLLARD, D.D. 1983. «Structural evidence for dikes beneath silicic domes, Medicine Lake Highland volcano, California». *Geology*, **11**, 458-461.
- [27] DUFFIELD, W.A. and DALRYMPLE, G.B. 1990. «The Taylor Creek Rhyolite of New Mexico: a rapidly emplaced field of lava domes and flows». *Bull Volcanol*, **52**, 475-487.
- [28] GIBSON, R.G. & NANEY, M.T. 1992. «Textural development of mixed, finely porphyritic silicic volcanic rocks, Inyo Domes, eastern California». *J Geophy Res*, **97**, 4.541-4.559.
- [29] ROWLAND, S.K. & WALKER, G.P.L. 1990. «Pahoehoe and aa in Hawaii: volumetric flow rate controls the lava structure». *Bull Volcanol*, **52**, 615-628.
- [30] WALKER, G.P.L. 1970. «Compound and simple lava flows and flood basalts». *Bull Volcanol*, **35**, 579-590.