

Contribució a l'estudi de la zona volcànica de l'alta conca del Fluvià

per

**Josep M.
Mallarch i Carrera**

Membre de la Comissió Promotora de la Protecció de la Zona Volcànica i membre de la Institució Catalana de Història Natural.

1. INTRODUCCIÓ

Ara que sembla que han estat imposades certes limitacions a la concessionària que ha mutilat espectacularment el volcà Croscat —el més imponent de la Península— podem publicar aquest treball de síntesi sense témer que la informació que conté pugui ésser utilitzada per agreujar la degradació dels volcans damunt dels qual vam néixer i que tan entrañablement estimem.

En un important «dossier» fet públic a Madrid el 7 de gener de 1975, l'Associació Espanyola per a l'Ordenació del Medi Ambient (A.E.O.R.M.A.) manifestava en les conclusions que «la qualitat científica del conjunt volcànic d'Olot-Santa Pau, fa que qualsevol intent, no parlem ja de destrucció, sinó de deformació o de desfiguració del seu rocam i el seu paisatge natural sigui absolutament inacceptable, perquè constitueix un dany irreparable al bé patrimonial de la cultura del país (...). La geomorfologia d'aquesta comarca cal, doncs, que romangui intacta i al servei exclusiu dels interessos educatius, en llurs múltiples possibilitats» (...). La conservació d'aquesta morfologia, mitjançant inventari detallat ha d'ésser encomanada immediatament a l'I.C.O.N.A. i al Ministeri de Cultura, a través d'una Comissió Mixta, ja sigui passant pel Museu de Ciències Naturals, la Universitat, el Consell Superior de Recerca Científica (C.S.I.C.) o qualsevol altre organisme competent i adequat. L'ur cura hauria d'estar a càrrec de personal especialitzat docent i investigador, per llur ús posterior en aquests mateixos aspectes».

Val la pena remarcar la idea: «La conservació d'aquesta morfologia mitjançant inventari detallat...» on A.E.O.R.M.A. relacionava directament la possibilitat de iniciar una política proteccionista amb la necessitat d'elaborar un inventari detallat. Per més que sembla òbvia la necessitat de conèixer bé allò que cal protegir —i és indiscutible que la zona volcànica és un Espai Natural a protegir— fins avui, tres anys després de què les ratlles anteriors sortissin a la premsa, ni l'I.C.O.N.A. ni el Ministeri de Cultura han fet, que sapiguem, el més petit gest en aquesta direcció.

És per això que ens hem decidit publicar la primera part d'aquest treball de síntesi sobre la zona volcànica de la comarca de la Garrotxa, la de màxim valor geomorfològic. Ens cenyim a la banda que queda dins de la conca hidrogràfica del Fluvià, on hi han els nuclis més representatius. En una segona part publicarem un inventari detallat de les formes volcàniques representatives, àdhuc les ja desaparegudes a causa d'actuacions públiques o privades, que l'Administració ha tolerat quan no propiciat.

2. SINOPSI HISTÒRICA DE L'INTERÈS CIENTÍFIC

L'interès científic per aquesta zona volcànica va desvetllar-se mercès a una publicació de l'clotí Francesc de Bolòs, a l'any 1820: «**Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot**», que va ésser seguida d'una segona edició, vint-i-un anys més tard, que duia per subtítol: «**l de sus inmediaciones hasta Amer y de los nuevamente descubiertos y no descubiertos, todos ellos en la provincia de Gerona, de la naturaleza de sus productos y de sus aplicaciones**».

En aquesta mateixa Revista, havien estat publicats diversos treballs de P. Alsius (1885), J. Teixidor (1879 - 1880) i Saint Malo (1895). No obstant fins a l'any 1907 no va aparèixer la primera obra amb criteris científics «moderns» sobre els volcans. El motiu en fou l'expedició científica que va organitzar la «Real Sociedad Española de Historia Natural», el títol de l'obra «**Formaciones volcánicas de la provincia de Gerona**», i els autors: S. Calderón, M. Cazorro i L. Fernández.

Marcel Chevalier va realitzar el primer aixecament topogràfic digne de consideració i publicà sis treballs sobre la zona volcànica, el més notable dels quals: «**Essai sur la Physiographie de la Catalogne Orientale**», va aparèixer al Butlletí de la Institució Catalana de Història Natural de l'any 1926.

Maximiliano San Miguel de la Cámara i Jaume Marcet Riba, autors del Capítol de Vulcanisme de la Guia de l'Excursió C-4 del XIV^è Congrés Geològic Internacional, deixen també una obra de gran interès, la qual resumeix bona part dels coneixements geològics que a l'època es tenien.

Vicenç Masachs, en la memòria explicativa del full geològic núm. 295 «BAÑOLAS», de l'Institut Geològic i Miner d'Espanya (I.G.M.E.), elabora una revisió de conjunt pels aparells volcànics compresos en aquest full —on queda inclòs el nucli volcànic de Santa Pau— relacionant les dades de mossèn Gelabert, M. Cazorro, J. Marcet, M. San Miguel i d'altres, principalment pel que fa referència a la identificació i característiques de cada con volcànic. Va editar-se l'any 1953.

Pierre Guardia al 1964 i Jean Tournon a l'any 1968, van presentar a la Universitat de Paris-VI sengles tesis doctorals que versen sobre el paleomagnetisme de les colades de lava, i sobre la seva constitució petrològica, respectivament.

Una darrera tesis l'any 1973, d'un altre autor francès M. Donville, titulada «**Géologie Néogène et âge des éruptions volcaniques de la Catalogne Orientale**», ha aportat dades respecte a les datacions absolutes dels principals períodes d'activitat volcànica, calculats a partir de mètodes radiactius.

Per finalitzar aquesta breu sinopsi, cal dir que a l'any 1980 s'efectuarà el XXVI^è Con-

grés Geològic Internacional a París, una excursió del qual està previt que passi per la zona volcànica de La Garrotxa, sota el títol de «**Quaternari i Prehistòria del litoral mediterrani entre Gènes i Barcelona**».

Pel que fa a la cartografia de les formacions volcàniques, de màxim interès i imprescindible necessitat de cara a la delimitació de les àrees a protegir, considerem que les quatre més notables són, per ordre cronològic de publicació: la de Marcel Chevalier (1926), la de Jaume Marcet i Maximiliano San Miguel de la Cámara (1931), la de Vicenç Masachs (1953) i la de Jean Tournon (1968). Les que, posteriorment, han aparegut es basen en les quatre esmentades, i no arriben a ésser més detallades. Donat que J. Tournon treballa a la Universitat de Paris-VI, hem d'admetre que, al nostre país, fins avui no s'havia elaborat cap estudi cartogràfic de les formacions volcàniques millor que el que realitzà V. Masachs vint-i-cinc anys enrera. Però en la memòria explicativa, Masachs comentava «**Trobem a faltar una revisió del conjunt i de cadascun dels volcans gironins (...) no estem en condicions per a efectuar-la de tots ells, sinó únicament pels compresos en el full de Banyoles**».

Tenim la confiança, consegüentment, de que aquest treball ompli un buit reiteradament comentat, i sentit d'una manera especialment viva durant els tres darrers anys, en motiu de les movilitzacions populars per a la salvaguarda d'aquest component únic del patrimoni natural del nostre poble.

3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La zona volcànica de La Garrotxa està enclavada, estructuralment, dins del que s'anomena «avant-país plegat sud dels Pirineus», a l'est de la gran falla del Segre.

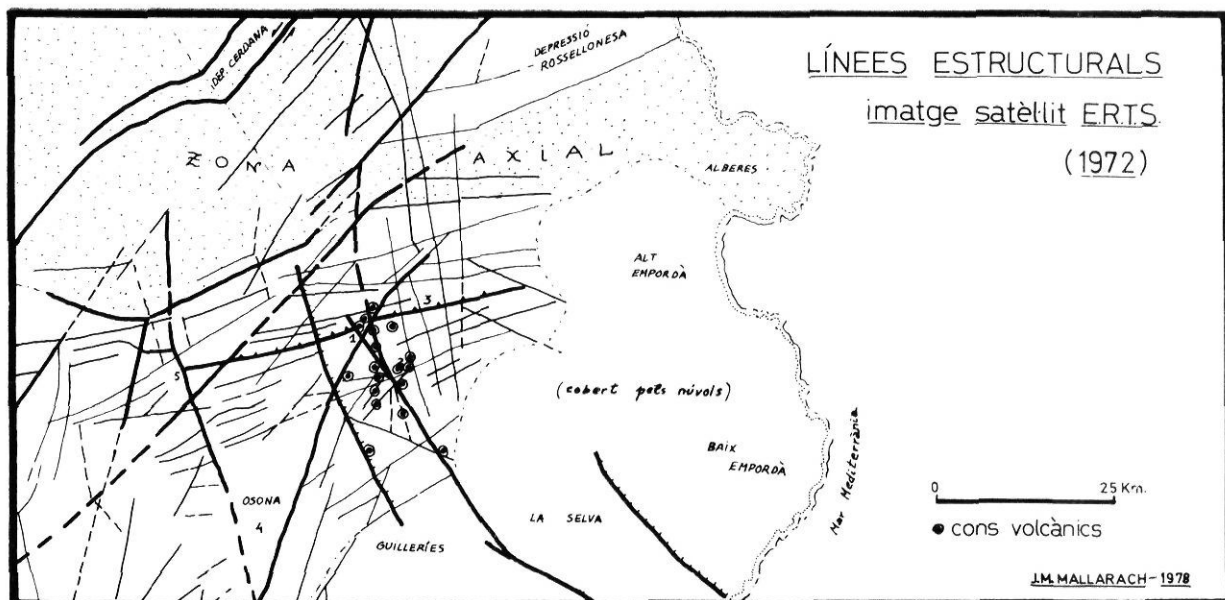
La cobertora presenta una atenuació marginal dels plegaments, sense encavalcament frontal, el qual reapareix més cap a llevant, amb els corriments a gran escala dels mantells de Montgrillera i del Montgrí (1).

La seva situació en relació amb els plegaments engendrats per l'orogènia pirenenca ha estat comparada amb la de la zona volcànica de la conca del Toyoun-Souyak al Turquestà Oriental (2), i amb la de Verona-Pàdua (3) en relació amb l'orogènia del Tien-Xan i amb l'alpina, respectivament.

(1) JULIVERT, M. et al. (1974): «**Memoria explicativa del Mapa tectónico de la Península Ibérica y Balears**». I.G.M.E.

(2) MOUCHKETTOFF, D. (1926): «**Rôle et valeur de la région volcanique catalane dans la conception tectonique de la Méditerranée occidentale**». 14^è Congrés Geol. Inter. Excursió C-4.

(3) MENGEL, O. (1926): «**Seismotectonique comparée des régions volcaniques d'Olot-Gérone et de Verone-Padoue**», idem (2).



MAPA 1. - L'estudi de les imatges del satèl·lit nord-americà E.R.S.T. permet —a causa del seu nivell escalar, 1:800.000— observar un sistema de falles de direcció N.E.-S.W., invisible a escales més detallades. Els números corresponen a localitats: 1 - Olot, 2 - Santa Pau, 3 Besalú, 4 - Vic i 5 - Ripoll.

Estructuralment, es troba situada a l'extrem nord del Sistema Transversal Català el qual, amb elevacions de fins 1.500 m. d'alçaria i disposició allargada de direcció N.W. - S.E., enllaça els Pirineus amb la Serralada Litoral Catalana. Dins del Sistema Transversal, grans falles de direccions principals N.W.-S.E., E.-W. i N.E.-S.W. permeten considerar, des d'una perspectiva orogràfica, tres conjunts ben diferenciats:

- El bloc del Cabrerès, amb relleu tabullar.
- La fossa (graben) d'Olot, en una zona descompressiva.

- El «horst» de l'Alta Garrotxa, amb un estil tectònic compressiu de gran intensitat, plecs desgafats del basament paleozoic, tomats o ajaguts; falles cavalcants i falles inverses de baix angle (4).

Geològicament el Sistema Transversal Català està constituït únicament per formacions sedimentàries d'edat Eocènica (Sistema Terciari), dipositades directament damunt del sòcol paleozoic amb absència de materials de l'Era Mesozoica, i amb una potència que pot assolir els 3 Km. Això feu que les falles esmentades, quan va fracturar-se el rígid sòcol

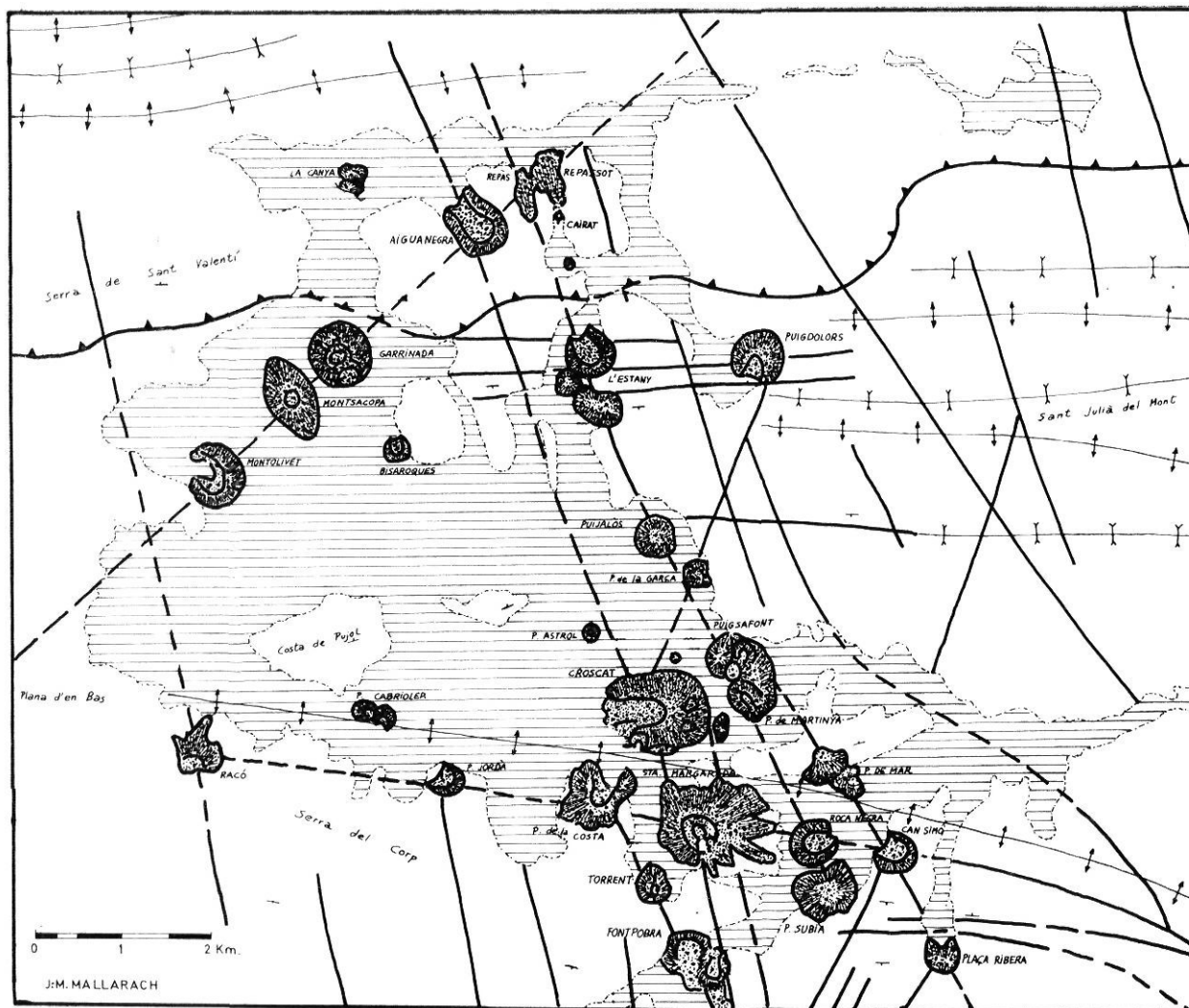
durant els moviments tectònics pireneics, afectessin el recobriment de formacions sedimentàries eocèniques, engendrant un conjunt de grans blocs que van esgraonant-se, aproximadament des de les altes plataformes del Cabrerès fins a la plana empordanesa.

Les falles que configuren aquests blocs es disposen, simplificadament, en dues grans famílies: Una arrencada aproximadament N.-S., la qual va derivant N.W.-S.E. a l'acostar-se al massís de les Guilleries, i l'altra de direcció E.-W. (veure mapes 1 i 2).

Fou segurament durant la darrera etapa tectònica notable, d'edat Vilafranguiana, quan segons Oriol Riba (5) s'haurien emplaçat dos lacòlits sota les dues estructures anticlinals: La de Vallfogona-Sant Joan les Fonts, i la de Coll de Bracons-Santa Pau, bo i creant importants reservoris magnàtics. Les fases tectòniques del Sistema Quaternari, totes elles clarament incloses en la «tectònica post-geosinclinal» (Auboin), només haurien afectat la cobertora sedimentària, gairebé sempre seguint el sistema de falles de direcció N.W.-S.E., possibilitant d'aquesta manera l'efusió del magma subcrustal contingut als lacòlits.

(4) KROMM, F. (1969): «Résultats d'une étude géodynamique en Catalogne Orientale: chronologie des déformations, paléogéographie à l'Eocène», Act. Soc. Lin. Bordeaux, 1.106. S. B. n.º 3.

(5) RIBA, O. (1972): «Geotermismo de la zona volcánica de Olot. Nota preliminar acerca de sus posibilidades geotérmicas». Bol. Geol. y Min. T. 86-1, any 1975.



MAPA 2. - Esquema Estructural de la Zona Volcànica de l'Alta Conca del Fluvià. L'àrea ratllada correspon a la coberta per materials volcànics, siguin colades de lava, siguin mantells piroclàstics. Hom observa clarament l'acumulació de cons volcànics al damunt de les dues estructures anticlinals, especialment la meridional, l'anticlinal de Santa Pau.

Un dels trets diferencials de la tectònica postgeosinclinal és la pèrdua de polaritat dels esforços diatròfics, cosa que significa l'acabament de l'orogènia i la cratonització dels materials que constitueixen la serralada. Associada amb aquests moviments tectònics es dona la «fase magmàtica final» (Stille) amb activitat ígnea de tipus volcànic i sobretot basàltic. En el domini mediterrà, aquesta darrera tapa tectònica fou marcada per dues grans etapes: La primera al límit Miocè-Pliocè, els moviments tectònics Pontians, i la segona al límit Pliacè-Sistema Quaternari, els moviments Vilafranquians. És per això que els volcans

Plio-Quaternaris es troben tan ben representats a les vores de la Mediterrània.

El vulcanisme de La Garrotxa seria, doncs, el testimoni de l'acabament de l'orogènia pirenenca.

4. TIPOLOGIA DEL VULCANISME

Els volcans de La Garrotxa, així com els nombrosos Puy d'Auvèrnia o els cúmulo-doms del Monte Amiata (Toscana), són exemples de formació de volcans centrals per localització de l'activitat en un únic punt de la fissura eruptiva. Ara bé, el fet de que els volcans centrals



Fotog. 1. - El Croscat, vista aèria mostrant el cràter esqueixat darrera, el massís conglomeràtic de Sant Julià del Mont. (Fotog. ESCAPA)

es trobin sovint arrenclerats, mostra que estan relacionats amb les grans falles, tot i que només han permès que el magna assolís la superfície en alguns punts concrets els quals, generalment, corresponen als indrets on la fractura principal està tallada per d'altres transversals, és dir, llocs tectònicament afeblits que afavoreixen la formació de petites llars-apòfisi.

El vulcanisme garrotxí ha d'ésser qualificat, per tant, com de tipus «Fissural continental». Les emissions magmàtiques foren rígides per sistemes de falles normals i d'esguinçament que fracturen intensament els plecs de la cobertora eocènica. Tots els punts d'emissió de lava, tant si al damunt s'han conservat els cons piroclàstics com si no, es troben disposats seguint les línies de falla, normalment, a la cruïlla de dues o tres (veure mapa 2).

Per la seva activitat formen part del vulcanisme de la «**sèrie mediterrània**», juntament amb els volcans de l'Itàlia del sud i de Sicília.

Els cons volcànics són de tipus **central i senzill** i de magnituds relativament reduïdes. S'han format per acumulació de materials piroclàstics i varen anar acompanyats de núvolades de gasos i cendres, explosions sorolloses amb projecció de bombes volcàniques i, en moltes ocasions, de colades de lava fluïda.

Poden ésser considerats, per tant, de tipus **mixte o estrombolià**, per analogia al volcà italià Strómboli (fotografia 1).

Encara que el seguit d'erupcions volcàniques hagi anat espaiant-se al llarg de la segona meitat del sistema Quaternari, l'activitat de cada aparell ha d'haver estat efímera. Es formava el con, emetia una colada —i encara no sempre— i s'apagava definitivament. Cada nou paroxisme eruptiu es traduïa en el naixement d'un o de diversos cons volcànics nous. Només el Croscat, amb sis cons adventicis i el Puig de Martinyà haurien tingut una història més complexa.

5. EDATS RELATIVES I ABSOLUTES

Les dades sobre el nombre d'erupcions experimentades pels volcans de La Garrotxa són, encara avui, poc abundoses i concretes. De fet, es mantenen conclusions fonamentades en troballes paleontològiques de relativa fiabilitat, o bé edificades damunt d'altres datacions tampoc massa segures.

Sintetitzant, tenim que:

a) Els conglomerats d'edat Pliocena que fossilitzen l'antic curs del Fluvià a Argelaguer, Besalú i Serinyà, contenen un nivell amb còdols de basalt. La disposició de la xarxa hidrogràfica no diferia gaire, en aquella època, de l'actualitat, per la qual cosa hom dedueix que hi han d'haver hagut erupcions pre-Pliocèniques (Sistema Terciari) que foren erosionades

i/o soterrades per les laves de les erupcions quaternàries (6).

b) Les grans colades de la vall del Fluvià, per llur relació amb les terrasses fluvials del mateix riu, datades al seu torn respecte a les terrasses lacustres de Banyoles, s'han donat com a pre-Rissianes (7).

c) Les colades basanítiques de la vall del Sert no són correlables, paleomagnèticament, amb les del Fluvià, la qual cosa ens demostra que hi han hagut altres fases eruptives no exactament contemporànies de que varen engendrar les laves que lliscaven pel Fluvià (8).

d) El con volcànic de Puig de Mar, responsable d'una de les colades superiors de la Vall del Sert, donà una edat absoluta de 110.000 anys, mitjançant mètodes radiactius (K-Ar) (9).

e) És versemblant, per llurs relacions estratigràfiques, que d'altres aparells volcànics del grup de Santa Pau i d'Olot li siguin aproximadament coetanis. Tindrien, per tant, una edat Riss-Würmiana.

f) La colada basanítica que va eixir de la base del Crosbat, estenent-se cap a ponent fins barrar el curs del Fluvià, és d'edat Würmià-recent, segons comunicació personal de J. Tournon.

g) És molt probable que hi hagin hagut erupcions de tipus explosiu i de poca intensitat cronològicament posteriors, localitzades al vessant N.W. de la serra de Santa Llúcia (10).

6. RELACIÓ VULCANISME-PREHISTÒRIA

La presència de l'home prehistòric en l'alta conca del Fluvià, abans de les erupcions volcàniques pre-Rissianes, sembla inqüestionable. Recents publicacions sobre el Paleolític Inferior i Mitjà del sud-est francès (11), (12) i

d'altres referents a les comarques gironines (13), permeten suposar amb fonaments que al Mindelià, l'home ja s'havia estès bastant, i que al Rissia, a les nostres valls, ja hi havia tants nuclis habitats com a l'actualitat.

Altrament, les erupcions volcàniques lluny d'haver impedit l'establiment de l'home des de les cultures Aixelienes —excepció feta d'aquells breuíssims períodes d'activitat— engendraren uns ecosistemes especialment favorables com a hàbitats:

— Els embassaments que es formaren aigües amunt de les preses de lava (les planes de Bianya i d'en Bas en són els exponents, ja atapeïts, més recents) representaven un subministre assegurat de pesca i caça, cosa que havia de propiciar la implantació de campaments a les seves vores.

— Els andosòls que es desenvolupen a les valls cobertes per colades de lava en climes humits, sense estació seca marcada, permeten l'existència d'una flora més diversificada, aprofitada de segur per l'home recollector.

TESTIMONIS:

— Molt abans de les grans erupcions que emeteren les colades basàltiques de Sant Jaume del Llierca i de Castellfollit de la Roca, l'home vivia ja a les vores del Ter, al Puig d'en Roca. No havent-hi barreres geogràfiques, sembla lògic pensar que el Fluvià fos també una via de penetració pels pobles nòmades.

— A la vall del Bruget, entre Sant Iscle i la Fontana de Pallerols, s'ha trobat una indústria lítica en basalt amb tècnica de talla de l'Aixelià superior (14). Al Rissia, per tant, l'home ja vivia damunt d'una colada basàltica.

— Posteriorment a l'erupció de la majoria d'aparells volcànics de la zona d'Olot-Santa Pau i a l'emissió de les colades del Pla d'Olot, la presència més o menys abundosa d'eines tallades en còdols de basalt en les cultures musterianes de Pau, Reclau Viver i L'Arbreda (a Serinyà, 20 Km. riu avall) esdevé constant durant tot el Würmià-I.

— Dins del fang torbós dipositat damunt la colada superior del Pla d'Olot i sota dels nivells piroclàstics, hom trobà, al costat d'altres restes paleontològiques, un metacarpí de cabra amb incisions perpendiculars a la vora i senyals d'ús a les epífisis que, segons el Doctor Maluquer, indiquen una tècnica que fou típicament utilitzada per a separar la carn de la pell dels animals, en els nivells alts del Paleolític superior (15).

(13) AUTORS DIVERSOS (1976): «El Paleolític a les comarques gironines». Caixa d'Estalvis Provincial de Girona.

(14) J. CANAL (1976): «Una possible indústria en basalt a la vall d'Hostoles». Inclòs a (13).

(15) BOLÒS, A. DE (1925): «L'estació paleontològica del Pont de Ferro, i algunes consideracions sobre el vulcanisme olotí». But. I.C.H.N., 2.^a sèrie, vol. V.^b, núm. 4.

(6) SOLE SABARIS, L. (1962): «Observaciones sobre la edad del vulcanismo gerundense». Mem. Real Acad. Ciencias y Artes, vol. 34, núm. 12. Barcelona.

(7) CHEVALIER, M. (1926): «Essai sur la Physiographie de la Catalogne orientale. Leur évolution pendant le temps quaternaire». But. I.C.H.N., t. 26, pp. 25-51.

(8) GUARDIA, P. (1964): «Contribution à l'étude des volcans de la province de Gérone et du paléomagnétisme de leurs coulées». Thèse 3^{ème} cycle Fac. Scienc. Université Paris-VI.

(9) DONVILLE, D. (1973): «Géologie Néogène et âges des éruptions volcaniques de la Catalogne orientale». Thèse doc. Tolosa de Llenguadoc.

(10) TOURNON, J. (1968): «Le volcanisme de la province de Gérone (Espagne). Etude des basalts quaternaires et de leurs enclaves». Thèse 3^{ème} cycle, Fac. Scienc. Université Paris-VI.

(11) LUMLEY-WOODYEAR, H. de (1971): «Le Paléolithique inférieur et moyen du midi méditerranéen, dans son cadre géologique». Tome 2, V^{ème} suppl. Gallia Préhistoire, Ed. C.N.R.S. Paris.

(12) MISKOWSKY, J.-C. (1971): «Stratigraphie et paléoclimatologie du Quartenaire du Midi méditerranéen d'après l'étude sédimentologique du remplissage des grottes et abris sous roche». Bull. A.F.E.Q., 8^{ème} année, n.º 29.

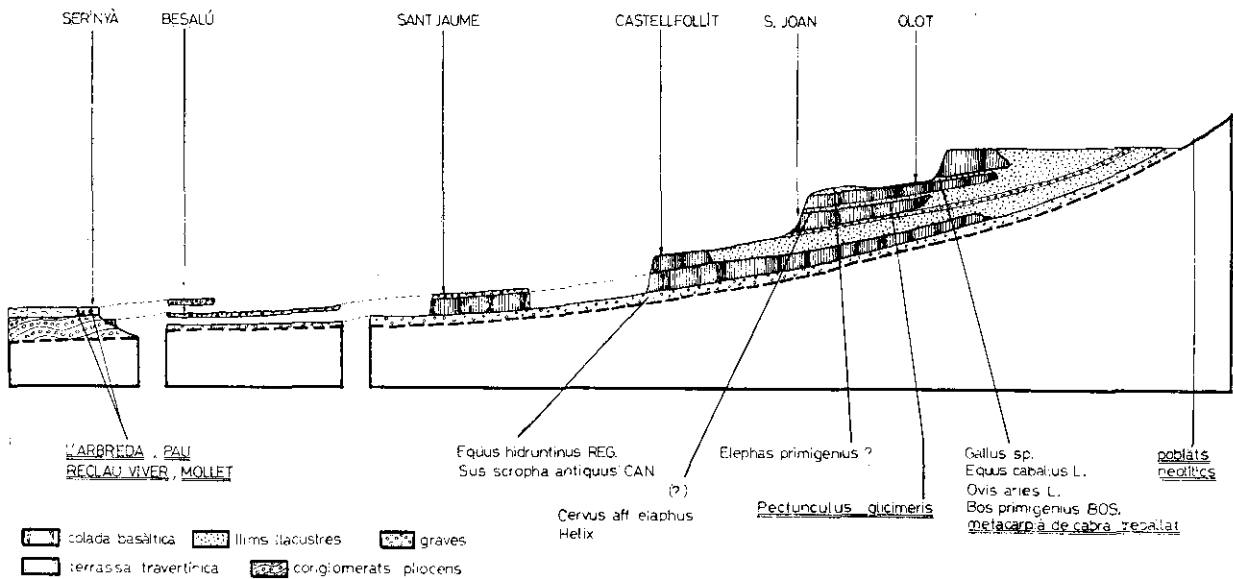


Fig. 1.

— A la col·lecció Bolòs hi ha un exemplar de **Pectunculus glicimeris** trobat sota una capa de lava del Pla d'Olot, el qual forçament ha d'haver estat dut per l'home.

— Durant el Neolític, essent encara enllaçades les planes d'Olot i d'en Bas, els poblats s'establiren als punts més enlairats de les seves vres, com ho confirmen les destrals neolítiques localitzades (16) i (17).

Consegüentment, cal admetre que les variacions fluctuants i repetides de l'hàbitat —almenys quatre embassaments s'han format a la vall del Fluvià esgraonadament en el temps— efecte d'aquesta singular geodinàmica externa, han influït la vida humana durant centenars de milers d'anys. (Veure fig. 1).

7. CONSTITUCIÓ DELS CONS VOLCANICS

Basant-nos en modernes publicacions referides a la Chaîne des Puys (Massis Central Francès) amb volcans d'estructura força semblant als d'ací, podríem diferenciar tres zones a fàcies en cada con volcànic: Fàcies central, fàcies de baixos de con i fàcies distal (18).

— FÀCIES CENTRAL: Està al voltant de la xemeneia; amb cendres, greda, blocs de tos-

ca i laves massives, bombes de totes mides, minerals volcànics isolats i, eventualment, fragments del sòcol arrancats durant l'ascensió del magma incandescent. El tamany bloc hi és essencial. La grano-classificació, nul·la, la qual cosa es manifesta en un aspecte caòtic, producte de la caiguda de materials al damunt mateix del punt d'emissió, sense tria gravitacional i també, a causa de llur refusió deguda als materials incandescents que es sepul·ten, repetidament, en successius paroxismes. El color rogenc que sol tenir és un fenomen secundari que no té res a veure amb canvis de composició petrològica, el qual és degut a una modificació de l'estat d'oxidació del ferro: ($Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$) causat per l'efecte «forn» que provoquen les projeccions mantingudes prou temps a alta temperatura com per a que s'oxidin en contacte amb l'aire que hi circula.

— FÀCIES DE BAIXOS DE CON: Amb els mateixos materials que la fàcies central, però amb forta disminució del percentatge d'elements de granulometria més gran. La grano-classificació és feble però, en canvi, l'estratificació dels piroclastes és ben palesa. La superfície que idealment separaria l'anterior fàcies d'aquesta, seria una isoterma que tindria generalment forma tronco-cònica. El color dominant en aquesta fàcies ja és el gris fosc originari.

— FÀCIES DISTAL: Amb més del 95 % de gredes centimètriques. Es diposita al voltant dels punts d'emissió, en funció del vent. Això fa que estiguin ben classificades i que, en alguns casos, arribin a emmotllar fins a soterrar totalment, els relleus anteriors al vulcanisme. Color dominant, generalment negrós.

(16) DANÉS, J. M.^a (1949): «Història d'Olot». Imp. Aubert. Olot.

(17) OLLER, J. i ALCALDE, G. (inèdit): «Sobre uns sílex epi-paleolítics de Can Godomà (Batet)».

(18) CAMUS, G. et al. (1974): «Volcanologie de la Chaîne des Puys». Découverte de la Nature, n.º 8, Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne.

Figura 2. - Perfil dels vessants de diversos turons emplaçats dins de la cubeta olotina i de litologia principalment conglomeràtica, i perfil de cinc cons volcànics: La Garrinada, Montsacopa, Bisaroques, Puig Cabrioler i Montolivet, a la mateixa escala. Es fàcil adonar-se que són, en molts casos, superposables.

DINÀMICA GEOMORFOLÒGICA DEL SEU RELLEU

Els cons piroclàstics constituïts per materials molt porosos i de granulometria superior a la mida llims, evolucionen poc en climes freds, i en canvi són ràpidament desmantellats en climes càlids i àrids, com és el cas de la serralada de l'Hoggar, al Marroc (19).

Dels 35° de pendent que deurien tenir la majoria d'aquests cons volcànics originàriament, passaren a tenir-ne 26° sota climes freds i humits, al cap de 10.000 anys (20) i en tenen 22-24° molts d'ells encara. Tendeixen, naturalment, al perfil d'equilibri dinàmic dels vessants en funció del clima que gaudim. L'acció continuada de la humitat durant tot el darrer estadi glacial i el post-glacial, han fet evolucionar-los cap a una forma de perfil còncavo-convexa, fins al punt de difuminar les diferències morfològiques que inicialment tenien respecte als turons eocènics, de litologia ben diferent, tal com pot apreciar-se en la figura-2.

Tenint en compte llurs característiques morfològiques, podem agrupar-los en dos conjunts:

— Volcans amb cràters regulars i centrats al damunt del con.

— Volcans amb cràters oberts lateralment (égueulés) generalment fins a la base, on sol observar-se l'inici de la corresponent colada de lava.

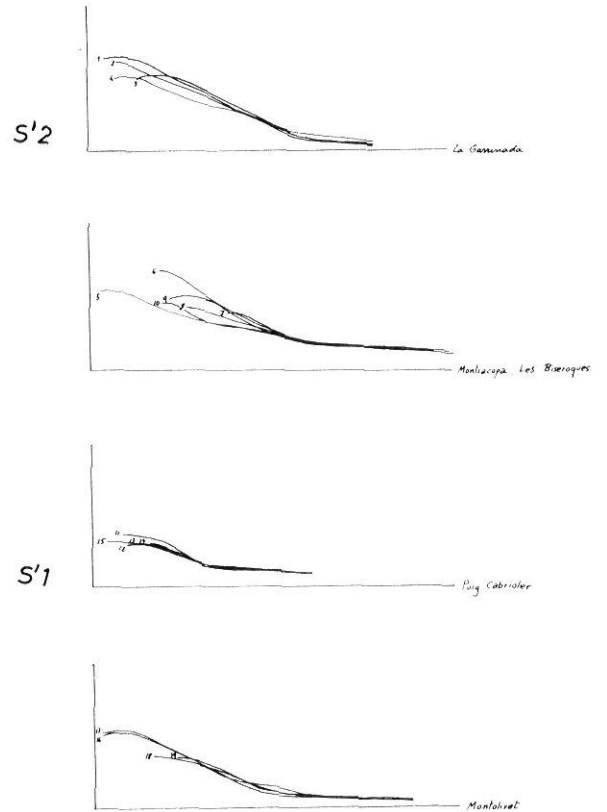
Aquests darrers són majoria a la zona volcànica de La Garrotxa, i podem destacar el Montolivet, el Puig Jordà i el Croscat (Fotografia 2). Entre els del primer conjunt hi hauria el Montsacopa i el Puig Astrol.

A la cubeta olotina, la disposició orogràfica que reté els vents humits de la Mediterrània, ha afavorit l'existència d'un clima especialment humit, amb 96 dies a l'any de precipitacions mesurables, i 1.020 mm de promig (21).

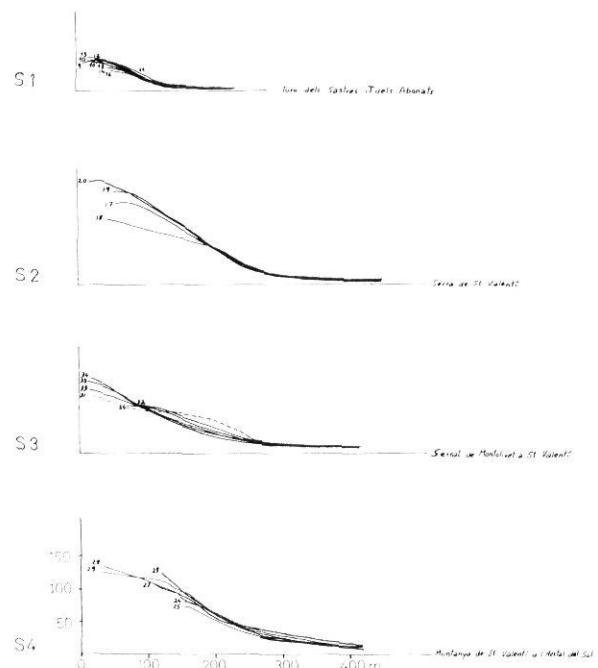
(19) DERRUAU, M. (1969): «Enseignements de la chronologie absolue sur l'évolution morphologique du Massif Central. Points de vue de géomorphologie climatique dans l'étude des reliefs volcaniques». Revue d'Auvergne, t. 83, n.º 4, Clermont-Ferrand.

(20) KIEFFER, G. (1971): «Appercu sur la morphologie des régions volcaniques du Massif Central», Symposium J. Jung. Clermont-Ferrand.

(21) QUINTANA, A. (1938): «Assaig sobre el clima d'Olot». Servei de Publicacions de la Generalitat de Catalunya.



VOLCANS



TURONS EOCENS



Fotog. 2. - Montolivet, vista aèria, amb el cràter molt obert en direcció N.W. (angle inf. esq.) (Fotog. ESCAPA).

El coeficient pluviomètric és $Q = 134$, i l'índex de sequedat estival d'Emberger és $I = 10,19$. La temperatura mitjana anual és de $12^{\circ}4$, amb un mínim a gener de $4^{\circ}2$ i un màxim al juliol-agost de $20^{\circ}7$ (22).

Aquesta alta pluviositat i l'absència d'estació seca marcada, han permès durant tot el Würmià la continuada presència d'un mantell edàfic que ha estat el responsable, en darrera instància, de l'òptima conservació dels cons volcànics. Afinant sobre l'estat actual de conservació que exhibeixen, podríem establir tres categories:

a) Els cons volcànics situats damunt de vessants dels relleus anteriors al vulcanisme que són, òbviament, els més intensament erosionats: Puig de Mar, Plaça Ribera, Repàs.

b) Els cons volcànics més antics, en els quals l'acció erosiva de les glaciacions ha arribat a esborrar qualsevol empremta de cràter: Puijalós, la Canya...

c) Però la gran majoria tenen cràter visible i els seus flancs poc erosionats. De fet, si tenim en compte llur antigüitat i els compa-

rem amb d'altres zones volcàniques fòssils europees, haurem de qualificar d'**excepcional el seu** estat de frescor morfològica.

Cal dir, però, que el que la natura havia servat per una conjunció afortunada de paràmetres ambientals, la ccbdícia humana emparada per la manca de legislació, ho està malmetent irreversiblement. L'extracció de gredes s'havia iniciat al Puig de Martinyà fa prop d'un segle i de forma artesanal, segons consta documentalment. A la dècada 1960-1970 va començar a adquirir proporcions greus, amb l'adveniment de la maquinària pesada, per a passar a ésser alarmants des de l'abril de 1975, data de la creació de l'actual empresa concessionària. L'aprofitament de les gredes força la desforestació i la destrucció del sòl, i això en els mateixos cons volcànics. La causa de què un atemptat contra el patrimoni natural contra un autèntic MUSEU NATURAL DE FORMES VOLCÀNIQUES FÒSSILS d'aquesta magnitud sigui protegit legalment, és de tots coneguda. En l'actualitat se n'extreuen més de 500.000 Tm/any.

L'aspecte de les grederes abandonades és desolador, per més que alguna d'elles pugui tenir vàlua pedagògica o artística, i serà molt difícil retornar aquest paisatge a un estat que s'acosti al que tenia anteriorment, car es tracta

(22) BECH, J. et al. (1976): «Étude des Andosols d'Olot». 1^{ère} partie. Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Pédol. vol. XIV, numéro 1.



Fotog. 3. - Vista de l'antic Pla de les Forques, entre els volcans Cros-cat i Puig de Martinyà, el nucli morfològicament més representatiu de la zona volcànica, degradat per l'extracció de gredes.

d'una degradació irreversible amb moltes de les seves components irreparables. (Fotog. 3). El «**Llibre Blanc de la Gestió de la Natura als Països Catalans**» (1976) de la Institució Catalana de Història Natural, la qualifica de ZONA MEREIXEDORA I PARTICULARMENT NECESSITADA D'ESPECIALS MESURES DE PROTECCIÓ.

8. DINÀMICA GEOMORFOLÒGICA DEL RELLEU DE LES COLADES DE LAVA

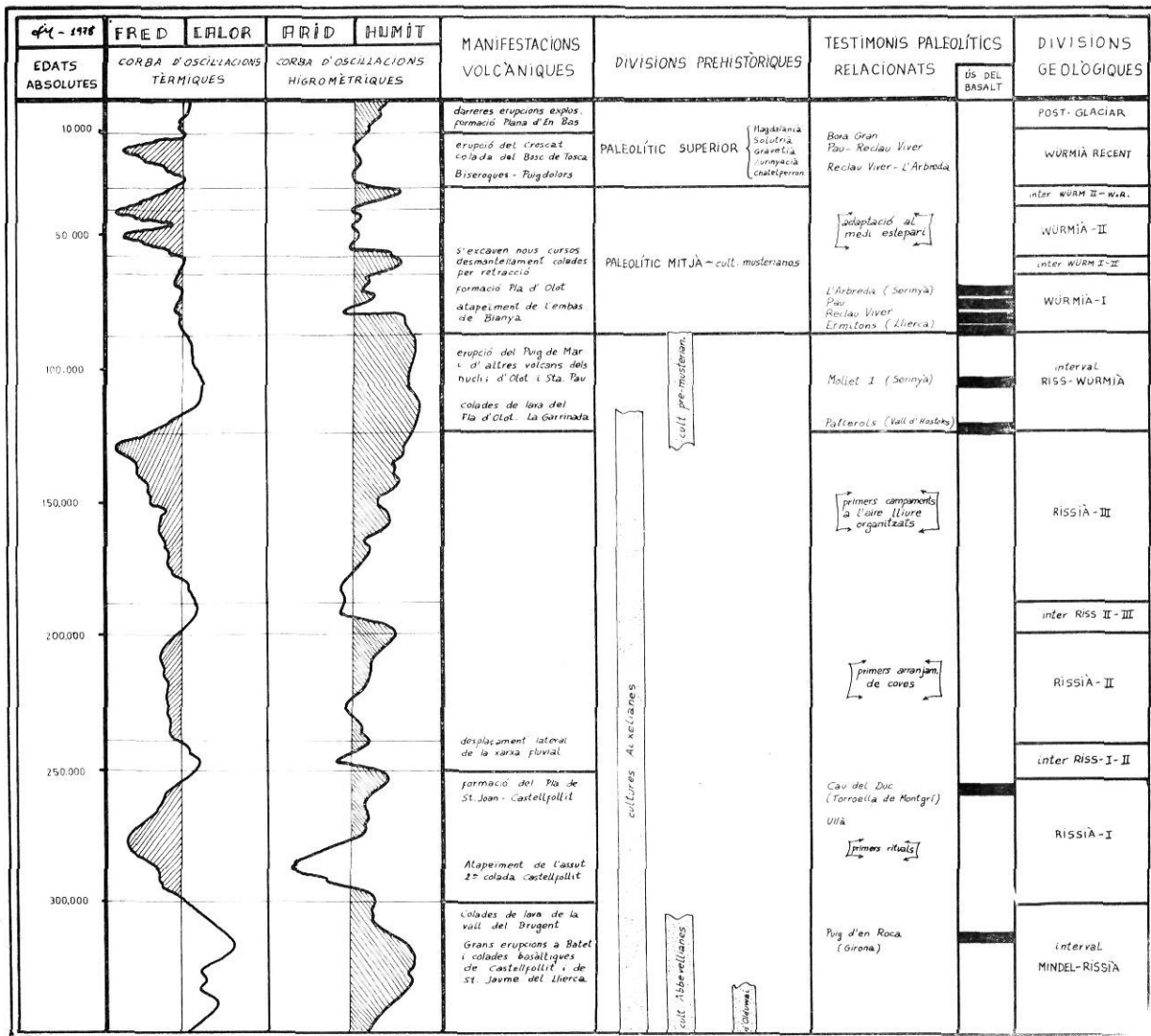
La naturalesa petroclògica de les laves d'aquesta zona volcànica, permet agrupar-les en dos conjunts: **laves basàltiques** i **laves basanitífiques**, ambdues dins del grup dels **basalts alcalins** (23) i (24).

(23) TOURNON, J. (1968): Cb. esm.

(24) LOEWINSON-LESSING, F. (1926): XIV^e Congrès Geol. Intern, Excursió C - 4 Catalunya.

Genèticament, en funció principalment de la temperatura a què sorgiren, podem agrupar-les en dos tipus més: colades de lava fluïda (fladenlava o lava Pahoe-hoe), i colades de lava viscosa (blcc-lava o lava Aa), la qual forma els «malpaïsos» com el que constitueix el substrate de la valuosa Fageda d'en Jordà.

Les colades de lava varen escolar-se seguint els cursos fluvials, en la direcció de màxim pendent, cosa que ha comportat el rejuveniment i el desplaçament lateral de la major part de la xarxa hidrogràfica. Efectivament, els cursos d'aigua superficial tendeixen, en l'actualitat, a restablir el seu antic perfil dinàmic d'equilibri, excavant les seves lleres als indrets menys resistents, que solen ésser els contactes de les colades de lava amb els materials sedimentaris eocènics, relativament menys competents.



MAPA 3. - Quadre sinòptic de síntesi, compost amb dades de: MISKOWSKY (1971), LLUMLEY-WOODYEAR (1971), CAMUS et al. (1974), CANALS (1976) i pròpies de l'autor.

Com a conseqüència del procés esmentat, la xarxa fluvial és, actualment, fortament irregular i tortuosa.

La taxa d'erosió mitjana calculada per a l'excavació del Fluvià i Turonell provocant la retracció paral·lela de la cinglera de Castellfollit de la Roca, dona 60×10^{-3} mm/any, resultat comparable als que s'han obtingut per a les taxes mitjanes d'erosió de les colades de lava del Massís Central Francès (25).

L'efusió d'algunes colades de lava barrà el curs del Fluvià o dels seus afluents, provocant-ne l'embassament aigües amunt. Amb el pas

del temps, aquestes preses anaven omplint-se amb els detrítics que el riu dipositava (i eventualment amb productes piroclàstics d'alguna altra erupció) fins arribar a atapeir-se totalment. El riu acaba per excavar un nou curs aprofitant generalment la vora de la colada de lava. D'aquets cicles, se'n succeïren almenys quatre a la vall del Fluvià. En alguns casos, els embassaments atapeïts de sediments tipus llims o argila facilitaren captures i desplaçaments sobtats d'alguns cursos, el més espectacular dels quals, sens dubte, és el Ridaura, que va ésser capturat per un torrent afluent del Bianya. (Veure mapa 3).

P. Guàrdia (1964) diferència set colades a la vall del Fluvià, mitjançant l'estudi de llur paleomagnetisme: La del Bosc de Tosca, tres del Pla d'Olot, una del complex Repàs-Pepasot i dues provinents de Batet, que lliscaren

(25) BLAIS, S. et al. (1972): «**Contribution à l'estimation des vitesses de creusement des cours d'eau au flanc des coulées basaltiques**». Institut de Géographie, vol. XLII, Clermont-Ferrand.



Fotog. 4. - Sant Joan les Fonts, al.luvions fluvials entre la segona i tercera colades, les quals tenen llur front aci.



Fotog. 5. - Hàbit prismàtic a la cinglera de Castellfolit de la Roca, compareu el tamany dels prismes amb la figura.

fins a Sant Jaume del Llierca i Castellfolit de la Roca, respectivament. Totes elles amb paleomagnetisme positiu oscil·lant entre 20° E i 32° W. de longitud i entre 61° i 47° N. de

latitud. Ultra aquestes, basant-nos en criteris morfològics i petrogràfics podem afegir-hi encara: La del Bisaroques, la del Montolivet, la del Puig de l'Estany, la del volcà d'Aiguanebra i el complex tobaci del volcà Cairat, i en la subconca del Ser: la del Roca Negra, la del Puig Subià, la del Plaça Ribera, la del Puig de Mar, la del complex volcànic Puisafont-Puig de Martinyà, i la del Santa Margarida, totalitzant d'aquesta manera **divuit colades de laves basàltiques**. En diversos punts són visibles sobreposicions de dues colades de lava: Castellfolit, Sallent, etc. i a Sant Joan les Fonts, la superposició de tres amb intercalació de canals fluvials. (Fot. 4).

Les laves amb pasta fina intersticial, dins de les quals cal incloure tant els basalts com les basanites, tenen una gran aptitud per a donar lloses i prismes com a formes de retracció en el procés de refredament. És per això que hom d'un **hàbit primàtic** i d'un **hàbit lenticular**, ultra el **massiu**. Les colades del Pla d'Olot, retallades al nord per la riera de Biunya, mostren en un notable aflorament (cinglera de Can Servanda) la transicionalitat lateral i vertical d'un hàbit a l'altre. (Veure fotografia 5).

Si bé les colades escoriàcees, com la del Crosat, són poc sensibles a la gelivació, les colades amb els prismes ben individualitzats i les diaclasis farcides de llims, són desmantellades superficialment i, sobretot, lateralment, bo i donant veritables cacs de blocs quan minva el transport fluvial.

En el desmantellament de les colades de lava s'hi conjuguen tres factors més (26): L'alte-

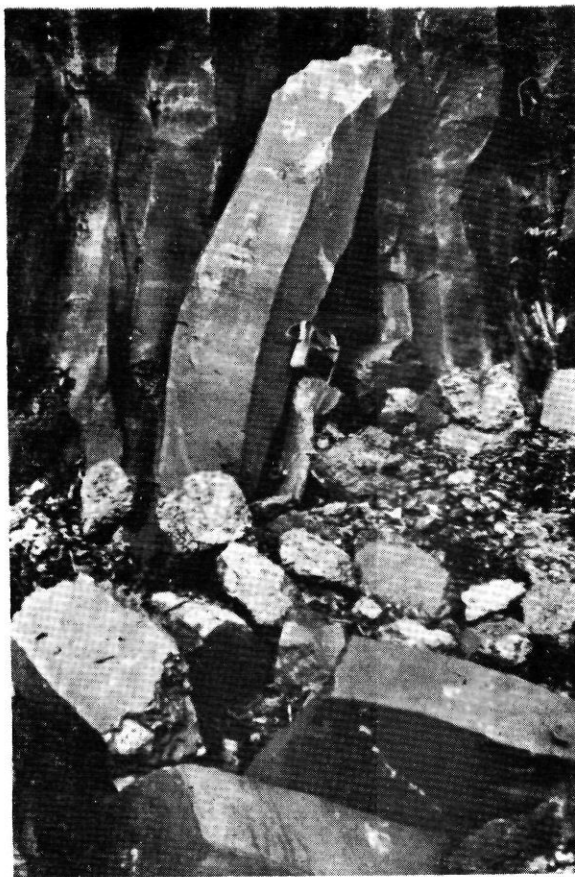
(26) KIEFFER, G. (1968): «**Contribution à l'étude de l'altération des laves à caractères basaltiques**». Rev. d'Auvergne, t. 82, n.º 1. Clermont-Ferrand.

Fotog. 6. - Columnes prismàtiques desfetes a causa de l'alteració "sonnenbrenner" al Turonell, Castellfollit de la Roca.

ració superficial o **pàtina** i el procés bioquímic de transformació en sòl, el «**sonnenbrenner**» i la **descomposició esferoidal**.

El «sonnenbrenner» dona un piquelat blanquinós d'alteració secundària i es desenvolupa d'una manera especial en ambients d'humitat permanent, podent arribar a afectar considerables fondàries i estendre's a masses de lava importants. Els basalts així alterats esdevenen porcsos i pateixen una desagregació força ràpida (de l'ordre de la desena d'anys) que les desfà en grànuls ovoïds. (Fot. 6).

La descomposició esferoidal o en boles es dona a les vores dels expansionaments de lava quan les condicions són favorables. Poques fluctuacions tèrmiques i, consegüentment a una certa fondària, hidratació freqüent però amb infiltració lenta, etc. Les diàclasis corbes inicials arriben a individualitzar una mena de pel·lofes concèntriques, semblantment a les cebes, les quals alliberen boles d'uns 30-50 cm. de diàmetre. (Fot. 7).



Fotog. 7. - Descomposició esferoidal, a Sant Joan les Fonts. Exemple de dimensions superiors a les més freqüents.

9. BIBLIOGRAFIA

ZONA VOLCÁNICA DE LA GARROTXA

1. ANÓNIM. Siglo XVII^o: «Discurso filosófico de los Bufadores de Olot». «Lo Geronés», n.º 222, 224 i 225. Girona.
2. ALSIUS, P. (1879): «Estudios geológicos sobre la región central de la provincia de Gerona». *Revista de Gerona*, año IV, n.º 3 i 4, 20 pp. Girona.
3. ALSIUS, P. (1874): «Notas sobre los volcanes del valle de Hostoles y edad de los volcanes de Gerona». *Rev. La Renaixença*. Girona.
4. ALSIUS, P. (1895): «Efectos del vulcanismo en la provincia de Gerona». *Revista de Gerona*, tomo IX, pp. 65. Girona.
5. BASIL, J. M.^a (1931): «Sobre la región volcánica d'Olot». *Geologie de la Méditerranée Occidentale*, t. II, part IV, n.º 22. Barcelona.
6. BAUZÁ (1874): «Breve reseña geológica de la provincia de Gerona». *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*. Madrid.
7. BECH, J. (1974): «Edafogénesis en la región volcánica de Olot». *Instituto de Estudios Pirenaicos*. Jaca.
8. BECH, J. et al. (1974): «Sur la présence d'andosols à Olot (Gérome-Espagne)». *Cahiers Recherche Académie des Sciences*, pp. 278, série D, 1341-44. Paris.
9. BECH, J.; SÉGALEN, P. et QUANTIN, P. (1976): «Étude des andosols d'Olot (Gérome-Espagne) Première partie: Écologie, morphologie, caractéristiques physiques et chimiques». *Cahiers O.R.S.T.O.M., série Pédologie*, vol. XIV, n.º 1, pp. 73-87. Paris.
10. BECH, J.; SÉGALEN, P.; et QUANTIN, P. (1976): «Étude des andosols d'Olot (Gérome-Espagne) Deuxième partie: Caractéristiques minéralogiques, conclusions». *Cahiers O.R.S.T.O.M., série Pédologie*, vol. XIV, n.º 2, pp. 95-111. Paris.
11. BELLY, M. DE (1828): «Notice sur les volcans éteints des environs d'Olot». *Annales des Mines*, 2^{ème} série, vol. IV, pp. 181.
12. BOLÓS, F. DE (1820): «Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot». *Memoria de Agricultura y Artes de Barcelona*. Barcelona.
13. BOLÓS, F. DE (1841): «Noticia de los extinguidos volcanes de Olot, y de sus inmediaciones hasta Amer y de los nuevamente descubiertos y no descubiertos, todos ellos en la provincia de Gerona, de la naturaleza de sus productos y de sus aplicaciones». Edit. Hereus Vda. Pla, Barcelona.
14. BOLÓS, R. DE (1895): «Itinerario de la villa de Olot y su comarca». Olot.
15. BOLÓS, A. DE (1925): «L'estació paleontològica del Pont de Ferro i algunes consideracions sobre el vulcanisme olotí». *Butlletí de la Institució Catalana de Història Natural*.
16. BOLÓS, A. DE (1931): «L'estructura del Pla d'Olot». *Geologie de la Méditerranée Occidentale*, vol. II, IV^{ème} partie, n.º 20.
17. BOLÓS, M.^a DEL T. (1957): «Terrazas del río Fluviá». *Res. des communications Congrès Géologique de l'I.N.Q.U.A.*, pp. 23.
18. BUEN Y DEL COS, O. DE (1901): «Nota acerca de la extensión y carácter de la región volcánica de Olot». *Boletín Sociedad Española de Historia Natural*, t. II, pp. 205-209. Madrid.
19. CALDERON, S.; CAZURRO, M. y FERNANDEZ, L. (1906): «Formaciones volcánicas de la provincia de Gerona». *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, t. IV, Mem. V. Madrid.
20. CARBONELL BRAVO (1820): «Noticias acerca de las observaciones de Bolós sobre los terrenos volcánicos de Olot». *Memoria Agricultura y Artes*. Barcelona.
21. CARDELÚS, J. (1957): «Productos volcánicos y suelos de Olot». *Tesis doct. Facultat de Farmacia Universitat de Madrid*.
22. CHEVALIER, M. (1926): «Essai sur la physiographie de la Catalogne orientale». «Leur evolution pendant le temps quaternaire». *Butlletí Institució Catalana Història Natural*, t. XXVI, pp. 25-51. Barcelona.
23. CHEVALIER, M. (1927): «Contribution à l'étude du volcanisme en Catalogne». *Comptes rendus du XIV^{ème} Congrès Géologique International*, t. IV. Madrid.
24. CHEVALIER, M. (1931): «Sur la tectonique de la région d'Olot». *Ass. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale*, vol. II, IV partie, pp. 1-2.
25. CHEVALIER, M. (1931): «Tectonique de la Catalogne». *Ass. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale*, vol. II, I partie, n.º 3. Barcelona.
26. CHEVALIER, M. (1931): «Les terrasses quaternaires des environs d'Olot». *Ass. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale*, vol. II, IV partie, pp. del n.º 21. Barcelona.
27. CHEVALIER, M. (1931): «Sur les fossiles eocènes de Santa Llúcia, près de Santa Pau». *Geologie de la Méditerranée Occidentale*, t. II, IV partie, n.º 22. Barcelona.
28. COY-YLL, R.; GUNN, B. M.; TRAVERIA-CROSS, A. (1975). «Geochemistry of the Catalanian Volcanics, Spain». *Acta Geológica Hispana*. Madrid.
29. DANÉS, J. (1940): «Història d'Olot», vol. I; cap. III, pp. 73-90. Aubert Imp. Olot.
30. DEBILLY (1928): «Note sur les volcans éteints des environs d'Olot, en Catalogne». Paris.
31. DE BUEN, O. (1901): «Acerca de la extensión y el carácter de la región volcánica de Olot». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, t. I. Madrid.
32. DONVILLE, D. (1973): «Géologie Néogène et âges des éruptions volcaniques de la Catalogne orientale». *Tesis doct. de la Universitat de Tolosa de Llenguadoc*.
33. ESTEVEZ, A. (1973): «La vertiente meridional del Pirineo Catalán, al N. del curso medio del río Fluviá». *Tesis doct. Universitat de Granada*.
34. EZQUERRA DEL BAYO, J. (1844): «Basaltos». *Semanario Pintoresco Español*, pp. 68. Madrid.
35. EZQUERRA DEL BAYO, J. (1848): «Ensayo de una descripción general de la estructura geológica de España». *Memorias de la Real Academia de Ciencias*, t. I, 1.^a part, pp. 35, i 2.^a part, pp. 73. Madrid.
36. FAYAS, J.-A. y DOMÈNECH, J. (1974): «Morfología volcánica de Olot y su interés geológico». *Rev. Agua*, n.º 85. Barcelona.
37. GELABERT, J. (1908): «Guía ilustrada de Olot y sus valles». *Sant Feliu de Guixols*.
38. GELABERT, J. (1904): «Los volcanes extinguidos de la provincia de Gerona». *Sant Feliu de Guixols*.
39. GELABERT, J. (1918): «El Vora-Tosca: Conferencia científico-artística ilustrada amb nombrosos gravats». *Imp. Octavi Viader. Sant Feliu de Guixols*.
40. GRESA DE CAMPS, S. (1891): «Estudios geológicos de Olot y su comarca». *Imp. Redondo y Xumetra*. Barcelona.
41. GUARDIA, P. (1964): «Contribution à l'étude des volcans de la province de Gérome et du paléomagnétisme de leurs coulées». *Tesis 3^{er} cycle Facultat Ciències Universitat. Paris-VI*.
42. LANDERER, J. J. (1885): «Los volcanes de Olot». *Ilustración Española y Americana*, pp. 93.
43. LOEWINSON-LESSING, F. (1931): «Quelques considérations sur les laves basaltiques de la région volcanique d'Olot». *Ass. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale*, vol. II, n.º 24. Barcelona.

44. LYELL, C. H. (1852): «Principles of geology», vol. III, **Volcanoes of Catalonia**. Londres.
45. LYELL, C. H. (1842): «Éléments de géologie». M. J. Ginestau, VI^{ème} Ed., t. II, pp. 378-389.
46. LLOPIS LLADÓ, N. (1946): «Los movimientos corticales intracuaténarios del N.E. de España». Estudios geológicos, pp. 181-236.
47. MAESTRE, A. (1844): «Observaciones acerca de los terrenos volcánicos de la Península». Boletín Oficial de Minas. Madrid.
48. MAESTRE, A. (1845): «Descripción geognóstica y minera del Distrito de Cataluña y Aragón». Anales de Minas, t. III, pp. 193-278. Madrid.
49. MALLARACH, J.-M.^a (1976): «El vulcanisme d'Olot i la seva relació amb l'arqueologia». El Paleolític a les comarques gironines. A.A.G., pp. 105-109. Girona.
50. MALLARACH, J. M.^a; RIERA, M. et al. (inèdit). «Itineraris de la Natura de la Zona Volcànica».
51. MARCET RIBA, J. (1945): «La evolución paleogeográfica del N.E. de España y de las Baleares». Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes. Barcelona.
52. MARCET RIBA, J. (1948): «Periodos eruptivos de la provincia de Gerona. Provincias Petrográficas Gerundenses. Mudanzas magmáticas gerundense». Estudios geológicos, n.º 9, pp. 187-217.
53. MASACHS, V. (1950): «Aportación a una revisión del vulcanismo gerundense». Instituto Geológico y Minero. Libro Jubilar, 1848-1949, t. I, páginas 357-401.
54. MENGEL, O. (1908): «Aperçu sur la tectonique et la sismicité des pays catalans». Cahiers Recherche As. Française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Clermont-Ferrand.
55. MENGEL, O. (1929): «Étude seismotectonique dans les Pyrénées et les Alpes Orientales». Tesis doct. publ. B. C. Seism. International III^{ème} fasc., pp. 1-78. Strasbourg.
56. MCNTOTO, M.; ESBERT, R. M. (1967): «Estudio petrológico de la zona volcánica de Hostalrich (Gerona)». Instituto de Investigaciones Geológicas, XXI, p. 11. Barcelona.
57. MOUCHKETTOFF, D. (1931): «Rôle et valeur de la région volcanique catalane dans la conception tectonique du litoral de la Méditerranée Occidentale». Ass. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale, vol. II, part IV, n.º 26.
58. NEKLIIVZ, N. (1931): «La sanidina du volcan Puig de Mar des environs de Santa Pau». Géologie des Pays Catalans, vol. II, part IV, n.º 27.
59. PALASSOU (1828): «Notice sur les volcans éteints des environs d'Olot». Annales des Mines, 11^{ème} série, vol. IV, p. 181.
60. PALLI, L.; TRILLA, J. (1976): «Estudio de los desprendimientos en el acantilado o "cingle" de Castellfolit de la Roca». Publ. Diputació de Girona.
61. PALUZIE, E. (1860): «Olot, su comarca, sus extinguidos volcanes». Establ. Tipog. Jaume Jesús, pp. 3-33. Barcelona.
62. RIBA, O. (1975): «Geotermismo de la zona volcánica de Olot. Nota preliminar sobre posibilidades geotérmicas». Bol. Geológico y Minero, t. LXXXVI, pp. 45-62.
63. RIBERA, J. (1945): «Sobre el Plioceno continental del Alto Ampurdán». Bol. Real Sociedad Española de Historia Natural, pp. 41-64. Madrid.
64. RIOS, J. M.^a; MASACHS, V. (1953): Hoja «Baños», núm. 216. Mapa Geológico de España. Instituto Geológico y Minero. Madrid.
65. SAINT MALO (1895): «Les volcans d'Olot». Revista de Gerona, t. XIX, pp. 162-169. Girona.
66. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1917): «Der Vulkanismus in Spanien». Deutsche Zeitschrift für Spanien.
67. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M.; MARCET RIBA, J. (1926): «Región volcánica de Olot». Guía de la excursión C-4 del XIV Congreso Geológico Internacional, Madrid.
68. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M.; MARCET RIBA, J. (1926): «Excursión C-4, XIV^{ème} Congrès Géologique International». Madrid, 1926. Extr. du livret guide «Cataluña», Barcelona.
69. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1927): «Bibliografía de la región volcánica de la provincia de Gerona». Bulletin Vulcanologique. Naples.
70. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1927): «Catálogo de los volcanes de la provincia de Gerona». Bulletin Vulcanologique. Union géodésique et géophysique Internationale.
71. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1927): «El vulcanismo en España». Bulletin Vulcanologique. Union géodésique Internationale. Naples.
72. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1932): «Notas petrográficas». Treballs Museu Ciències Naturals, t. VI, núm. 6, p. 7.
73. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1936): «Estudio de las rocas eruptivas de España». Memorias Real Academia de Ciencias de Madrid. Madrid.
74. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1936): «Algunos datos nuevos sobre las rocas de los volcanes en Cataluña». Butlletí Institució Catalana Història Natural, vol. XXXVI. Barcelona.
75. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1948): «Los volcanes y la erupción de edad postpirenaica en España». Estudios Geológicos, t. IV, p. 173.
76. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1951): «Un siglo de investigaciones en las regiones volcánicas españolas». Instituto Geológico y Minero. Madrid.
77. SAPPER, K. (1904): «Die Katalonischen Vulkane». Zeitschrift der Deutsche Geologisches Gessellschaft, t. LXI, pp. 240-248. Berlin.
78. SOLE SABARIS, L.; LLOPIS LLADO, N. (1926): «Terminación septentrional de la Cordillera Costero Catalana». Asociación Est. Geología del Mediterráneo Occidental, t. IV. Barcelona.
79. SOLE SABARIS, L. (1948): «Observaciones sobre el Plioceno de la comarca de La Selva». Estudios Geológicos, t. IV, pp. 287-307. Madrid.
80. SOLE SABARIS, L.; MARCET RIBA, H. (1953): «Hoja geológica de España, núm. 334 (Gerona)». Instituto Geológico y Minero. Madrid.
81. SOLE SABARIS, L. (1957): «Empordà et région volcanique d'Olot». I.N.Q.U.A. V^{ème} Congrès Internationale Barcelona. Madrid.
82. SOLE SABARIS, L. (1962): «Observaciones sobre la edad del vulcanismo gerundense». Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes, vol. 34, núm. 12. Barcelona.
83. STUART MENTEATH, P. W. (1898): «Observations sur la région volcanique d'Olot». Bulletin de la Société Géologique de France, 3^{ème} série, t. XXVI, p. 678.
84. STUART MENTEATH, P. W. (1869): «La région volcanique d'Olot». Bull. de la Société Ramond.
85. TEIXIDOR, J. (1879-84): «Indicació d'alguns terrenys volcànics: 1^{er} Ressenya Geològica de la província de Girona. 2^a Terrenys volcànics. 3^{er} Notícia de fenòmens volcànics des dels temps prehistòrics». 1^a i 2^a Revista de Girona, t. II i IV, 1879-80. Girona. 3^{ll} Memorias de la Real Academia de Ciencias de Barcelona, 2^a época, 1883-84. Barcelona.
86. TOURNON, J. (1968): «Le volcanisme de la province de Gérone (Espagne). Étude des basalts quaternaires et de leurs enclaves». Tesis 3^{ème} cycle Faculté Sciences Université. Paris-VI.
87. VIDAL, L. M. (1886): «Descripción geológica de la provincia de Gerona». Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España.
88. VILLALTA, J. F. (1958): «Le Néogène de l'Ampurdán». Bull. Société Géologique Française, 6^{ème} série, t. VIII, p. 947.
89. WASHINGTON, H. S. (1907): «Catalan volcanoes and their rocks». American Journal of Sciences, t. XXIV, p. 217.
90. WASHINGTON, H. S. (1906): «Titaniferous basalts in western Mediterranean». Quaternary Journal, No. 63, pp. 69-79.

