

# La formación volcánica estefaniense Erill Castell (Pirineo de Lérida)

por Joan MARTI

Departamento de Petrología y Geoquímica Universitat de Barcelona.

## ABSTRACT

The Erill Castell volcanic Formation is mainly built up by rhyodacitic pyroclastic tuffs with some epiclastic volcanic deposits and andesitic lavas. This Formation is included within the Pyrenean stefanopermic volcanic strip related with late-hercynian faults. Volcanic materials come from a calc-alkaline magmatism of orogenic character in correspondence with an orogenic zone in an advanced stage of its development.

## RESUMEN

La Formación volcánica Erill Castell está constituida principalmente por tobas piroclásticas riódacíticas con intercalaciones de depósitos volcánicos epiclásticos y lavas andesíticas. Esta Formación se incluye en la franja volcánica stefano-pérmica que se extiende a lo largo de la vertiente sur de los Pirineos y que está relacionada con la fracturación tardihercínica. Los materiales volcánicos derivan de un magmatismo calcoalcalino propio de zona orogénica en estado avanzado de desarrollo.

## INTRODUCCION

La zona estudiada forma parte de una cuenca intramontañosa situada en la vertiente sur de los Pirineos Centrales al este de Pont de Suert, entre los ríos Noguera de Tor y Flamicell (fig. 1), en la que se depositó un conjunto de materiales detríticos continentales con importantes intercalaciones de materiales volcánicos, representando todo el conjunto la tectofacies molásica posthercínica.

Estos depósitos posthercínicos fueron agrupados por Mey et al. (1968) en cinco formaciones litológicas: Formación Aguiró (Westfaliense D (?)), Formación Erill Castell (Estefaniense B), Formación Malpás (Estefaniense C y Pérmico), Formación Peranera (Pérmico) y Formación Bunter (Triásico Inferior) discordante so-

bre las anteriores. Nagtegaal (1969) estudió la sedimentología, diagénesis y paleoclimatología de estos materiales.

La Formación Erill Castell se incluye dentro de las manifestaciones volcánicas que caracterizan los depósitos posthercínicos de los Pirineos (Gisbert, 1981; Martí, 1982). Está constituida exclusivamente por material volcánico (volcanoclastos y lavas) y presenta una potencia máxima de 650 m en el pueblo de Erill Castell. Las rocas volcanoclasticas son las más abundantes, correspondiendo mayoritariamente a tobas piroclásticas de flujo y de caída con intercalaciones de tobas epiclásticas riolíticas en la base de la serie. En la parte superior de la Formación existen dos coladas de lava andesítica, una entre los pueblos de Erill Castell y Sas y otra al SE de Avellanós, la primera de las cuales fue considerada por Dalloni (1930) y San Miguel de la Cámara (1936) como un dique porfirítico, siendo Nagtegaal (1969) el que pone de manifiesto el carácter de lava de esta roca identificándola como una andesita basáltica.

La formación Erill Castell se sitúa disconformemente sobre los materiales de la Formación Aguiró (conglomerados y brechas poligénicas) o directamente sobre el Devónico plegado cuando ésta no aparece. El límite superior es concordante con los materiales detríticos de la Formación Malpás (areniscas, microconglomerados y lutitas con carbón) o conforme con los de la Formación Peranera (lutitas y areniscas rojas) (fig. 2).

En la Cuenca de Erill Castell-Aguiró se observan fracturas subverticales que afectan a todos los materiales de la misma, destacando las de dirección E-W que están desplazadas por fracturas con dirección variable entre N-30 y N-150. Gisbert (1981) comprueba que el volcanismo stefano-pérmico de la zona del Cadí está controlado por las fracturas E-W y N30. La similitud entre ambas zonas hace pensar que en la cuenca estudiada exista el mismo control, aunque no se ha podido observar directamente.

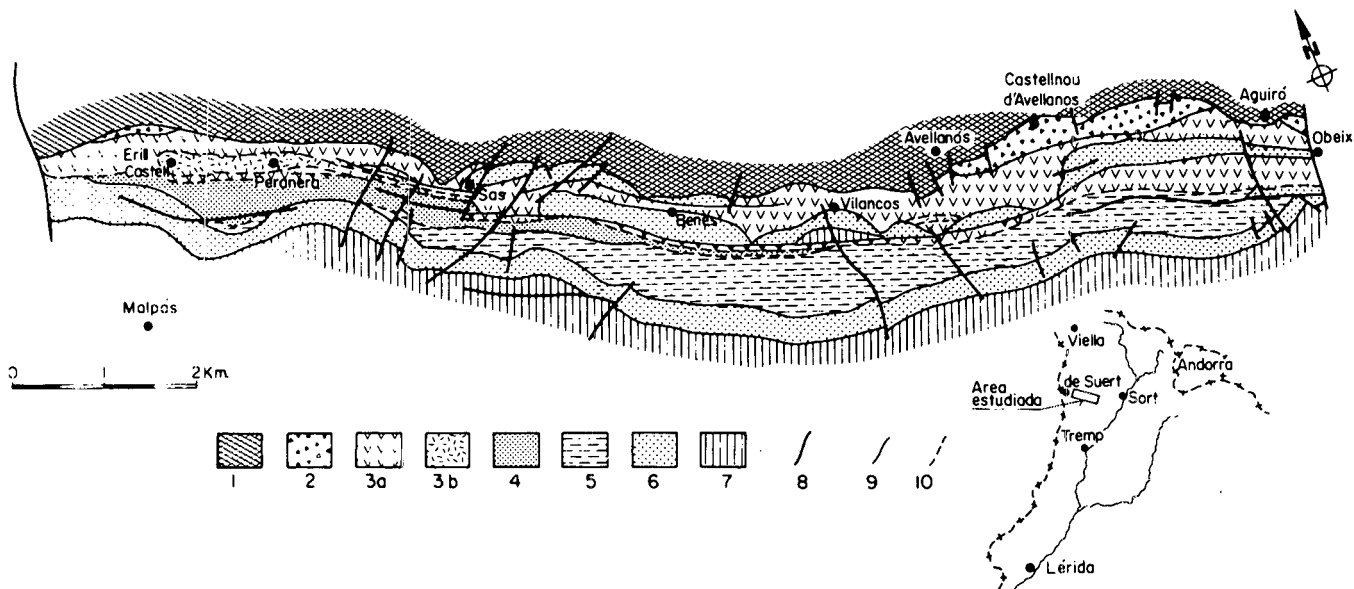


Figura 1. Esquema geológico de la zona estudiada. 1, Paleozoico indiferenciado; 2, Formación Aguiró (Westfaliense); 3, Formación Erill Castell (Estefaniense) -3a, rocas volcanoclásticas-3b, andesitas basálticas; 4, Formación Malpás (Estefaniense-Pérmico); 5, Formación Peranera (Pérmico); 6, Formación Bunter (Triásico Inferior); 7, Formación Pont de Suert (Keuper); 8, fractura; 9, contacto discordante; 10, contacto concordante.

## LA SERIE VOLCANICA

El estudio de los materiales volcanoclásticos y de los rasgos estructurales de la cuenca permite diferenciar en ésta dos zonas que presentan importantes variaciones entre ellas: zona de Erill Castell-Sas y zona de Sas-Aguiró.

La zona Erill Castell-Sas comprende la mitad Oeste de la cuenca y está limitada por dos fracturas de dirección N-S, una localizada en el pueblo de Sas y otra al Oeste de Erill Castell. En este sector la serie volcánica presenta la máxima potencia y está constituida mayoritariamente por brechas piroclásticas de caída, que pasan lateralmente hacia el Este a depósitos del mismo tipo con fragmentos más finos y a tobas piroclásticas de flujo. Estos cambios laterales corresponden a la sucesión de las distintas facies producto de una misma erupción, de forma que las proximales se sitúan en las inmediaciones del pueblo de Erill Castell, mientras que las facies intermedias y distales se suceden hacia el este (fig. 3). Las brechas piroclásticas de caída presentan alternancias de bandeados gradacionales normales e inversos, los cuales son debidos a cambios en la intensidad de las explosiones.

Intercaladas entre los depósitos volcanoclásticos de Erill Castell existen dos cuencas límnicas de pequeñas dimensiones que contienen carbones de rango muy elevado. La presencia de estos materiales demuestra la existencia de periodos de calma eruptiva, relativamente largos, acompañados por una pequeña subsidencia de esta parte de la cuenca.

La parte superior de la serie volcánica en esta zona corresponde a una colada de lava andesítica que se desplazó de Oeste a Este adelgazándose progresivamente en este sentido. La intensa vacuolación en la parte su-

perior de esta colada, así como la no existencia de estructuras de enfriamiento rápido en la misma, indican que se emplazó en condiciones subaéreas al igual que los materiales volcanoclásticos.

La abundancia de brechas piroclásticas de caída junto con la morfología y sentido de desplazamiento que presenta la colada de Erill Castell-Sas sugieren que en la zona de Erill Castell se situaría un centro emisor principal, explicándose así la sucesión de facies proximales, intermedias y distales que se observan lateralmente, si bien la sucesión vertical muestra posiciones relativas diacrónicas correspondientes a sucesivos periodos eruptivos.

En la zona Sas-Aguiró, mitad este de la cuenca, la serie volcánica presenta diferencias notables, tanto en potencia como en tipo de materiales, respecto al sector oeste. Estas variaciones son atribuibles a que los materiales volcánicos de este sector no tienen continuidad con los de la zona de Erill Castell-Sas (zona central de la cuenca original) por corresponder a depósitos más distales (borde norte de la cuenca original) y que durante la orogénesis Alpina se ponen en contacto con la zona central de la cuenca como consecuencia de la actuación de una falla normal de dirección E-W. Es decir, las diferencias entre los materiales de los dos sectores son debidas a que corresponden a depósitos de dos zonas inicialmente distintas que en la actualidad se encuentran en contacto.

El sector de Sas-Aguiró se caracteriza por el predominio de tobas piroclásticas de flujo (secuencias ignimbriticas), con algunas intercalaciones en la base de la serie de tobas epiclásticas, y por la ausencia de brechas piroclásticas de caída (fig. 3). Entre los pueblos de Avella-

nós y Vilancós existe una colada de lava andesítica de dimensiones muy inferiores a la de Erill Castell, y cuya composición y posición (parte superior de la serie) permiten considerarla sincrónica con la anterior, aunque hay que suponerla emitida a partir de otro centro efusivo.

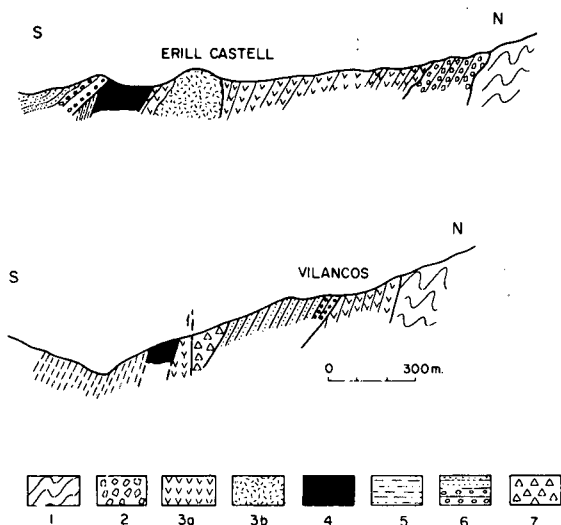


Figura 2. Cortes geológicos. 1, Paleozoico indiferenciado; 2, Formación Aguiró; 3, Formación Erill Castell-3a, rocas volcanoclasticas-3b, andesitas basálticas; 4, Formación Malpás; 5, Formación Peranera; 6, Formación Bunter; 7, Formación Pont de Suert.

En este sector no existen cuencas límnicas pero todos los depósitos volcanoclasticos contienen fragmentos de carbón, lo que podría ser indicativo de su formación y posterior destrucción al repetirse los episodios de actividad volcánica. Asimismo, la presencia de paleosuelos intercalados en la serie pone de manifiesto la existencia de períodos intereruptivos, lo cual indica que la deposición de los materiales en este sector de la cuenca tampoco fue continua.

El tipo de materiales volcanoclasticos y lávicos, así como su morfología y relaciones especiales, apuntan hacia un volcanismo puntual a partir de varios centros de emisión que actuarían sincrónicamente. La localización de estos centros no ha sido posible determinarla con certeza, pero podría tratarse de una situación similar a la comprobada por Gisbert (1981) en la zona del Cadí en la que los puntos de emisión se sitúan en las fracturas E-W y N 30 ó en el cruce entre ambas.

La gran cantidad de fragmentos volcánicos accesorios y la presencia de lapilli acrecional en las tobas piroclás-

ticas de flujo indican erupciones de tipo freatomagmáticas que, según Gisbert (1981), están condicionadas por un clima húmedo que conduce a la formación de lagos en los cráteres.

Los paleosuelos entre los depósitos volcanoclasticos y en el techo de las coladas de Erill Castell y Avellanós, así como las pequeñas cuencas límnicas intercaladas entre estos materiales, demuestran la existencia de períodos de tranquilidad entre los episodios de actividad volcánica.

## PETROLOGIA

### Lavas

Los materiales lávicos de la Formación Erill Castell corresponden a andesitas basálticas calcoalcalinas con microestructura porfídico-pilotáxica localmente amigdalar.

Estas lavas han experimentado una alteración hidrotermal tardía que conduce a la formación de una paragénesis mineral de baja temperatura (clorita, calcita, albita y hematites) característica de las transformaciones espiliticas. Esta transformación hidrotermal no afecta con la misma intensidad a toda la roca ya que existen zonas en las que solamente se observa clorita pseudomórfica de anfiboles y piroxenos y algo de calcita, mientras que la plagioclasa conserva una composición más cálcica (andesina).

La mayoría de las transformaciones mineralógicas observadas corresponden a sustituciones pseudomórficas de los minerales primarios de la roca con preservación de la microestructura original. Este tipo de transformaciones son interpretadas por Mayer y Hemley (1967) como alteraciones a volumen constante, aunque en el caso estudiado hay que tener presente el relleno de las vacuolas por minerales neofrmados, lo que implica un cambio importante en el volumen mineralógico, a pesar de que en conjunto la roca actual pueda considerarse isovolumétrica respecto de la original.

La composición química de estas lavas es propia de andesitas basálticas (51-55% SiO<sub>2</sub>) que debido al proceso de espilitización secundaria que han experimentado, presentan contenidos en CaO y MgO relativamente bajos y elevados porcentajes de Na<sub>2</sub>O (tabla I). Asimismo, la naturaleza andesítica de estas lavas y su derivación de un magma calcoalcalino queda también reflejada en el contenido de los elementos traza analizados (Y, Nb y Zr), los cuales juntamente con el TiO<sub>2</sub> son considerados los elementos más inmóviles en este tipo de transformaciones químico-mineralógicas (Floyd y Winchester, 1975; Winchester y Floyd, 1977; Finlow-Bates y Stumpel, 1981).

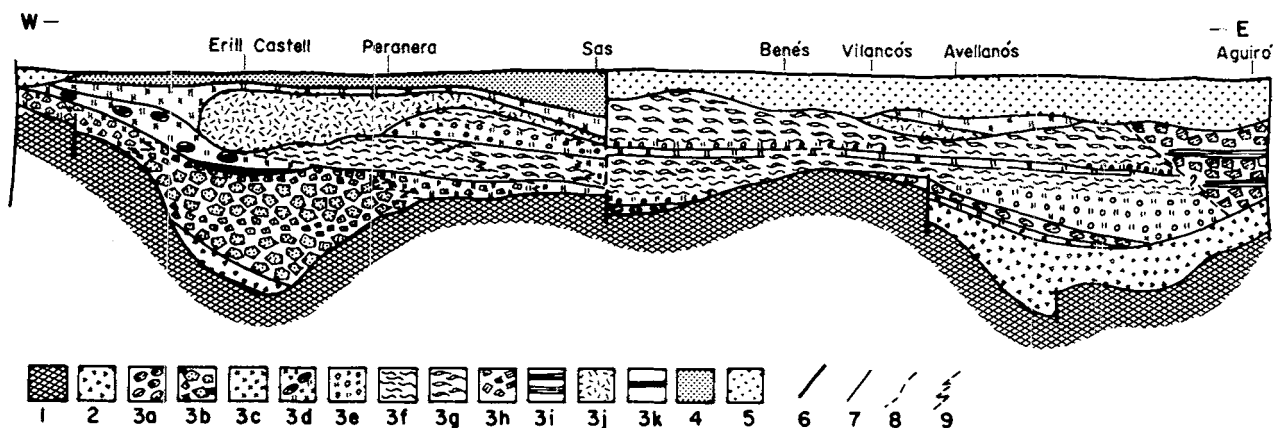


Figura 3.— Esquema interpretativo de la disposición de los materiales volcánicos (Formación Erill Castell) en la cuenca estefanopérmica de Erill Castell-Aguiré (sin escala).

1, Paleozoico indiferenciado; 2, Formación Aguiré; 3, Formación Erill Castell-3a, depósitos volcánicos epiclásticos (riolíticos); 3b, brechas piroclásticas de caída (dacíticas); 3c, tobas piroclásticas cineríticas de caída; 3d, tobas piroclásticas de caída con bloques accidentales; 3e, lito-tobas piroclásticas de flujo (ceniza y lapilli): término inferior de la secuencia ignimbrítica; 3f, cristalvitro-tobas piroclásticas de flujo: término intermedio de la secuencia ignimbrítica; 3g, vitro-tobas piroclásticas de flujo: término superior de la secuencia ignimbrítica; 3h, brechas piroclásticas riolíticas; 3i, ignimbríticas bandeadas; 3j, andesitas basálticas; 3k, carbón; 4, Frn. Malpás; 5, Fm. Bunter; 6, fractura; 7, contacto neto; 8, tránsito gradual; 9, cambio lateral con tránsito gradual.

	ME-21	ME+12	ME-8	RP <sub>4</sub>	RP <sub>5</sub>	MP <sub>3</sub>	MP <sub>4</sub>	MP <sub>6</sub>	MP <sub>11</sub>	MP <sub>12</sub>
SiO <sub>2</sub>	54,20	56,10	54,6	55,5	56,40	54,20	49,9	51,60	52,10	52,50
TiO <sub>2</sub>	1,36	0,89	0,95	0,97	1,13	0,78	1,00	0,94	1,07	1,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,00	16,70	16,55	17,20	18,15	18,50	17,40	18,65	16,60	16,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (t)	9,99	7,69	7,34	6,16	5,88	9,50	8,02	10,74	8,19	8,15
MnO	0,06	0,12	0,11	0,07	0,09	0,03	0,02	0,03	0,13	0,02
MgO	4,88	4,37	4,51	4,83	4,53	5,11	3,87	7,35	8,04	4,05
CaO	2,57	6,14	7,25	4,58	4,64	0,61	5,42	0,70	8,14	4,71
Na <sub>2</sub> O	3,54	2,92	3,44	5,41	4,54	5,82	5,50	4,30	2,39	4,38
K <sub>2</sub> O	0,66	2,08	0,31	0,69	1,58	1,07	0,37	0,67	0,99	0,63
P.F.	4,94	2,80	4,4	4,76	3,29	4,08	7,52	5,34	2,00	7,45
<b>TOTAL</b>	<b>99,20</b>	<b>99,81</b>	<b>99,46</b>	<b>100,17</b>	<b>100,23</b>	<b>99,70</b>	<b>99,02</b>	<b>100,32</b>	<b>99,65</b>	<b>99,49</b>
ppm										
Nb	20	21	17	17	18	16	21	16	17	20
Zr	210	228	231	223	250	181	222	183	178	22
Y	22	25	20	23	22	18	18	17	19	15
<b>NORMA CIPW</b>										
Q	16,02	10,64	10,87	3,72	6,34	5,17	—	8,47	4,38	6,90
Co	5,92	—	—	—	0,54	6,72	—	9,63	—	—
Or	3,99	12,58	1,88	4,18	9,45	6,39	2,29	3,98	5,94	3,92
Ab	30,67	25,30	29,91	47,01	38,91	49,47	48,95	36,58	20,54	39,06
Au	13,05	26,95	29,60	21,16	23,32	3,05	22,82	3,49	32,14	24,48
Di	—	3,41	5,93	1,72	—	—	4,40	—	7,08	0,11
Hy	18,42	13,97	13,46	14,27	13,64	17,76	5,92	25,34	22,66	15,13
Ol	—	—	—	—	—	—	4,83	—	—	—
Mt	5,78	4,74	4,17	4,01	3,81	6,25	4,99	6,20	4,38	4,99
Il	2,64	1,73	1,85	1,89	2,17	1,49	1,99	1,79	2,04	2,40

TABLA 1.— Composición química y normas CIPW de las andesitas basálticas de Erill Castell.

## Rocas volcanoclásticas

Los depósitos volcanoclásticos de la Formación Erill Castell se pueden agrupar en tres tipos diferentes atendiendo al proceso de fragmentación que los origina (Martí, 1981): brechas autoclásticas, tobas piroclásticas y tobas epiclásticas.

Las brechas autoclásticas son producidas por fricción mecánica o intensa desgasificación durante el emplazamiento de la lava. En la base de la colada de Erill Castell-Sas se sitúa un nivel poco potente de brechas autoclásticas de fricción que presentan fragmentos más o menos redondeados de andesita basáltica cementados por lava de la misma composición. La parte superior de dicha colada corresponde a un nivel de brechas autoclásticas de desgasificación con fragmentos unigénicos de lava andesítica vesiculada, de formas irregulares, cementados por lava del mismo tipo. Estos fragmentos se originaron por disgregación de la parte superior de la colada debida a un escape masivo de los gases encerrados en ella.

Las tobas piroclásticas son de dos tipos: de caída y de flujo. Las primeras están constituidas principalmente por fragmentos accesorios dacíticos y riolítico de tamaño bomba y lapilli, con algún fragmento accidental de calizas y esquistos devónicos. Estos depósitos presentan variaciones graduales en el tamaño de los fragmentos que son debidas a cambios en la intensidad de las explosiones. Las tobas piroclásticas de flujo corresponden la mayoría a secuencias ignimbríticas en las que se distinguen tres términos: inferior, intermedio y superior con tránsitos graduales entre ellos. El inferior corresponde a lito-cristal-tobas de lapilli y ceniza masivas con fragmentos esenciales y accesorios de naturaleza riolítica. El término intermedio está formado por cristal-vitro-tobas de lapilli y ceniza en las que el porcentaje de fragmentos accesorios decrece y aumenta el de pumitas, existiendo fragmentos esenciales de escoria. El término superior corresponde a vitro-tobas flameadas, en las que la casi totalidad de los fragmentos corresponden a pumitas y cristales de cuarzo y plagioclasa. Los términos inferior e intermedio de las secuencias ignimbríticas se caracterizan por contener lapilli acrecional en mayor o menor proporción.

Los depósitos epiclásticos se sitúan siempre en la base de la Formación y están constituidos por fragmentos bien redondeados y heterométricos de riolita masiva que derivan del retrabajamiento de depósitos volcánicos pre-existentes.

## CONSIDERACIONES PETROGENÉTICAS

Los materiales lávicos de la Formación Erill Castell corresponden a andesitas basálticas calcoalcalinas propias de zona orogénica en estado avanzado de desarrollo (figs. 4 y 5) y se sitúan en el techo de una serie de materiales volcanoclásticos de composición dacítico-riolítica entre los que predominan las tobas piroclásticas de flujo y

de caída. La presencia de estos depósitos debajo de las lavas andesíticas sugiere una secuencia calcoalcalina inversa (términos ácidos anteriores a los términos intermedios y básicos). Este hecho puede ser debido a la existencia de una diferenciación en la cámara magmática, de forma que los diferenciados ácidos estarían encima de los básicos y serían los primeros en salir.

La coexistencia de dos composiciones en la misma cámara magmática en el momento de la extrusión también explica la presencia de fragmentos juveniles vesiculados de escoria y de pumita en un mismo depósito piroclástico, hecho observado en los términos inferior e intermedio de las secuencias ignimbríticas.

La Formación Erill Castell forma parte de las manifestaciones estefano-pérmicas que caracterizan las cuencas posthercínicas de los Pirineos y que están relacionadas con una importante fase de fracturación, caracterizada por el desarrollo de fallas de dirección y por la génesis subsecuente de fosas tectónicas (Soula et al., 1979; Puga y Fontboté, 1979; Gisbert, 1981). Del estudio comparativo de estas cuencas se observa que los términos más modernos (pérmicos) corresponden a riolitas e ignimbríticas ricas en potasio.

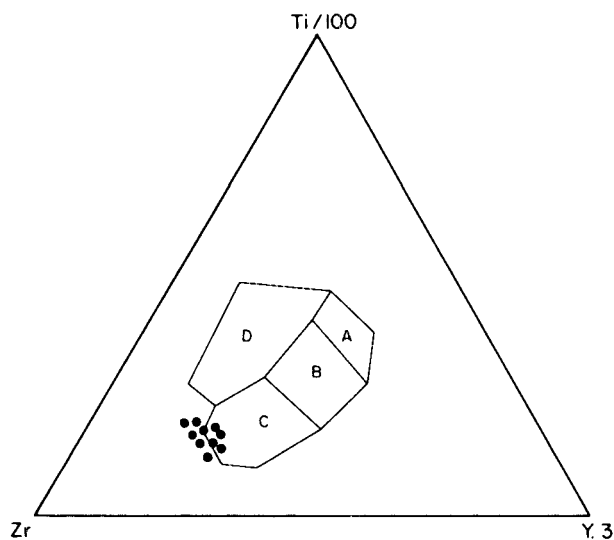


Figura 4.- Diagrama triangular Ti-Zr-Y (Pearce y Cann 1973). Campos A + B: tholeiitas pobres en K. B + C: basaltos calcoalcalinos. Campos D: basaltos de fondo oceánico.

La sucesión de términos ácidos y básicos dentro del contexto general del volcanismo posthercínico de los Pirineos se corresponde con el proceso de diferenciación de una serie calcoalcalina desarrollada en una zona orogénica evolucionada. El enriquecimiento en potasio

de los términos riolíticos más modernos puede ser compatible con el desarrollo de procesos de diferenciación magmática (Puga y Fontboté, 1979) aunque los procesos postmagmáticos que afectan a la mayor parte de estos depósitos volcánicos pueden también ser los causantes de este enriquecimiento.

La gran cantidad de material volcánico fragmentario que se observa en la cuenca de Erill Castell-Aguiró y la intensa vacuolación que experimentan las lavas andesíticas de esta misma zona indican un elevado contenido en volátiles del magma originario, hecho este que podría explicarse por la existencia de una losa subducida, tal como indican Puga y Fontboté, (1979), sin descartar otras posibilidades.

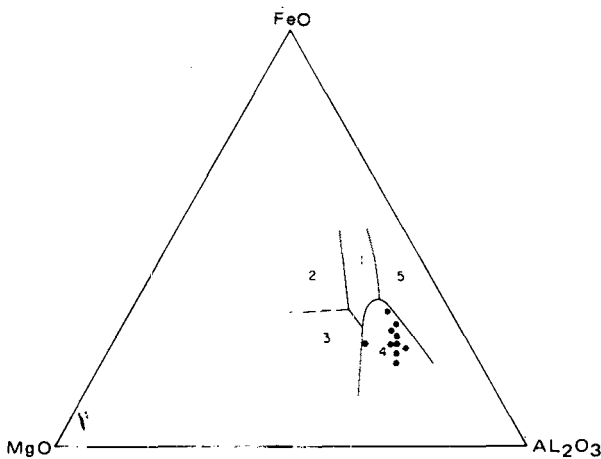


Figura 5.- Diagrama MgO-FeO (t)-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de Pearce et al. (1977). 1: continental; 2, islas oceánicas; 3, dorsales y fondos oceánicos; 4, orogénico; 5, islas de centros expansivos.

## CONCLUSIONES

La Formación Erill Castell está íntegramente constituida por materiales volcánicos, con un claro predominio de rocas volcanoclásticas sobre lavas.

Se han reconocido dos coladas de lava andesítica basáltica, que se sitúan en el techo de la Formación, derivadas de un magma calcoalcalino desarrollado en una zona orogénica evolucionada.

Las rocas volcanoclásticas se pueden dividir en tres grupos en función del proceso de fragmentación que los origina: Brechas autoclásticas, tobas piroclásticas y tobas epiclásticas.

Las brechas autoclásticas se producen por fragmentación de las partes más solidificadas de la lava durante su emplazamiento, ya sea por desgasificación intensa (brechas autoclásticas de desgasificación) o por fricción con el substrato o debida al mismo flujo de lava (brechas autoclásticas de fricción).

Las tobas piroclásticas son de dos tipos: de caída y de flujo. Las primeras contienen mayoritariamente material volcánico accesorio y presentan variaciones graduales en el tamaño de los fragmentos, lo que indica cambios en la intensidad de las explosiones. Las tobas piroclásticas de flujo corresponden principalmente a secuencias ignimbríticas en las que se distinguen tres términos en función del tamaño, porcentaje y forma de los fragmentos de pumita. Estas tobas tienen cantidades variables de lapilli acrecional.

Los depósitos epiclásticos se sitúan en la base de la Formación y están constituidos por fragmentos heterométricos de riolita masiva.

La abundancia de fragmentos volcánicos accesorios y accidentales, así como la presencia de lapilli acrecional en las secuencias ignimbríticas son indicativas de erupciones freatomagmáticas.

La mayoría de las rocas volcánicas estudiadas están afectadas por procesos hidrotermales no primarios que en el caso de las lavas conllevan la transformación de su mineralogía, dando lugar a una paragénesis de baja temperatura característica de las transformaciones espilíticas.

La distribución espacial de los materiales volcánicos y la presencia de paleosuelos y pequeñas cuencas límnicas intercaladas entre ellos permiten la identificación de varios períodos eruptivos, distinguiéndose, como mínimo, dos centros emisores claros.

## BIBLIOGRAFIA

- DALLONI, M. 1930 "Etude Géologique des Pyrénées Catalanes". *Ann. Fac. Sc. Marseille*, 26 (3): 373 pp.
- FINLOW-BATES, T. y STUMPEL, F.F. 1981: "The Behavior of So-Called Immobile Elements in the Hydrothermally Altered Rocks Associated with Volcanogenic Submarine-Exhalative Ore Deposits". *Mineral Deposits*, 16: 319-328.
- FLOYD, P.A. y WINCHESTER, J.A. 1975: "Magma Type and Tectonic Setting Discrimination Using Immobile Elements". *Earth and Planet. Let.*, 27: 211-218.
- GISBERT, J. 1981: "Estudio Geológico y Petroológico del Estefaniense-Pérmico de la Sierra del Cadí (Pirineo de Lérida): Diagénesis y Sedimentología". Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza (inédita).
- MARTI, J. 1981: "Las Rocas Volcanoclásticas Estefanienses (Formación Erill Castell) del Sector Occidental de los Pirineos Catalanes". *Rev. Inv. Geol. Dip. Prov. Barcelona*. (en prensa).
- MARTI, J. 1982: "Estudi Petroològic i Geoquímic de la Formació Volcànica Erill Castell (Pont de Suert-Lleida)". Tesis de Licenciatura. Universidad de Barcelona (inédita).
- MAYER, C. y HEMLEY, J.J. 1967: "Wall Rock Alteration" in BARNES, H. (ed.): "Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits" Holt, Reinhart and Winston, Enc.
- MEY, P.H.W., NAGTEGAAL, P.J.C., ROBERTI, K.J. y HARTVELT, J.J.A. 1968: "Lithostratigraphic Subdivision of Post Hercynian Deposits in the South. Central Pyrennes". *Leidse. Geol. Medel.*, 41: 221-228.

- NAGTEGAAL, P.J.G. 1969: "Sedimentology, Paleoclimatology and Diagenesis of Post-Hercynian Continental Deposits in the South-Central Pyrénées (Spain)". *Leidse Geol. Medel.*, 42: 143-238.
- PEARCE, J.A. y CANN, J.R. 1973: "Tectonic Setting of Basic Volcanic Rocks Determined Using Trace Element Analyses" *Earth Planet. Sc. Let.*, 19: 290-310.
- PEARCE, T.H. GORMAN, B.E. y BIRKETT, T.C. 1977: "The Relationship Between Major Element Chemistry and Tectonic Environment of Basic and Intermediate Volcanic Rocks". *Earth Planet. Sc. Let.*, 36: 121-132.
- PUGA, E. y FONTBOTE, J.M. 1979: "Estudio Petrológico de las Rocas Volcánicas del Pérmico de Greixer. (Pirineo Catalán)". *Acta Geol. Hispania*. Homenatge a Lluís Solé i Sabarís, 14: 80-89.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. 1936: "Estudio de las Rocas Eruptivas de España". *Mem. Ac. Cienc. Madrid*, 6.
- SOULA, J.C., LUCAS, C. BESSIERE, G. 1979: "Genesis and Evolution of Permian and Triassic Basic in the Pyrenées by Simple Shear Acting on Older Variscan Structures: Field Evidence and Experimental Models". *Tectonophysics*, 58: t1-t9.
- WINCHESTER, J.A. y FLOYD, P.A. 1977: "Geochemical Discrimination of Different Magma Series and Their Differentiation Products Using Inmobile Elements". *Chemical Geology*, 20: 325-343.

Recibido 9 febrero, 1983