

Las rocas de textura traquítica de Vilacolum (Girona): correcciones al catálogo de la colección de Grandes Bloques del Museo de Geología de Barcelona

Domingo GIMENO TORRENTE *

ABSTRACT

GIMENO TORRENTE, D. The trachytic rocks of Vilacolum (Girona): an amendment of the large-block rock's catalogue of the Museo de Geología de Barcelona.

Evidence of outcrops of rocks with trachytic texture at Vilacolum (Girona, NE Spain) are known after Font i Sagué (1907), which classified these rocks as amphibolic andesites. Some years later, San Miguel de la Cámara (1921) reclassified these rocks as trachytes studying from a petrographic point of view a block donated by Font i Sagué. A whole rock geochemical analysis by Burri & Parga Pondal (1935) allowed San Miguel de la Cámara (1936) to confirm his initial amendment. These classification of the Vilacolum rocks as trachytes has been accepted until today (Araña *et al.*, 1983; López Ruiz y Rodríguez Badiola 1985).

This note shows that both Font i Sagué (1907) and San Miguel de la Cámara (1921) achieved good descriptions of the Vilacolum rocks, because in the Baseia-Els Olivets-Vilacolum sector several petrographic types ranging from basaltic trachyandesite to trachyte are found, in correspondance to a differentiation trend by fractional crystallization of an alkalic (potassic) basaltic magma. Hence, the Vilacolum trachytes are not a petrological oddity in the context of the Tertiary and Quaternary Catalanian volcanic province, and can be considered as an analogue to the well known tertiary and quaternary equivalents of the French Central Massif.

Key words: trachyte, trachyandesite, basaltic trachyandesite, kaersutite, pigeonite, whole rock geochemistry, large-block rock's catalogue, Museo de Geología de Barcelona, Vilacolum, Girona, NE Spain.

* Dept. Geoquímica, Petrologia y Prospecció Geològica, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, 08071 BARCELONA.

RESUMEN

Las rocas de textura traquítica de Vilacolum (Alt Empordà, Girona) son conocidas desde el trabajo de Font i Sagué (1907), quien las clasificó como andesitas anfíbólicas. Posteriormente, San Miguel de la Cámara (1921) corrigió esta clasificación, catalogándolas como traquitas. Esta corrección se basó en un detallado estudio petrográfico del bloque donado por Font i Sagué al Museo de Geología de Barcelona. Posteriormente, San Miguel de la Cámara (1936) confirmó esta clasificación, basándose en un análisis químico de roca total efectuado por Burri y Parga Pondal (1935). Esta clasificación ha permanecido inmutable hasta nuestros días, apareciendo únicamente dos nuevos análisis en sendos trabajos de ámbito general sobre el volcanismo gerundense (Araña *et al.*, 1983; López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1985).

En este trabajo se demuestra que tanto Font i Sagué (1907) como San Miguel de la Cámara (1921) tenían razón en sus observaciones, ya que en el sector de Baseia-Els Olivets-Vilacolum coexisten diferentes tipos petrográficos correspondientes a la diferenciación de un magma alcalino básico potásico por cristalización fraccionada. En consecuencia, las traquitas de Vilacolum dejan de ser una rareza félsica de difícil comprensión en el volcanismo basáltico gerundense para pasar a ser las evidencias claras de una provincia alcalina potásica, descrita por vez primera en el contexto catalán y análoga, p.e., a las descritas por diferentes autores en el Macizo Central Francés.

Palabras clave: traquita, traquiandesita, traquiandesita basáltica, kaersutita, pigeonita, geoquímica de roca total, catálogo de grandes bloques, Museo de Geología de Barcelona, Vilacolum, Girona, Noreste de España.

ANTECEDENTES

La presencia de rocas basálticas en el Alt Empordà, en los alrededores de la población de Vilacolum, concretamente en el paraje denominado Pedrera del Molí d'en Ballell era bien conocida desde el trabajo de Gelabert (1904). El descubrimiento de rocas volcánicas en Vilacolum se debe a Font i Sagué (1907).

Este autor describe los detalles del hallazgo: habiendo hallado un bloque suelto de una roca volcánica neógena, mucho más leucocrática que un basalto, delante de la puerta de la rectoría de Sant Miquel de Fluvià, inquirió cual era el origen de aquella roca "no catalana", tan similar a algunas litofacies andesíticas procedentes del distrito volcánico del Cabo de Gata (Almería). No está de más el recordar que desde inicios del siglo XIX existía en la comunidad científica un amplio conocimiento de la existencia de diferentes afloramientos basálticos, tanto en los alrededores de Olot como en otros sectores (Maçanet de la Selva, etc.). Vidal (1886) y el mismo Gelabert (1904) señalaban en sus trabajos nuevos afloramientos basálticos en el Alt Empordà (Palau Sabardera, Pedret, Cadaqués).

Una vez informado del carácter local de la roca, Font i Sagué tuvo conocimiento de la presencia de 5 o 6 pequeñas canteras, e incluso de su explotación ya en tiempos antiguos (existe un sarcófago romano hallado en la vecina Empúries labrado en la

misma roca). Visitó con un cierto detalle alguna de las canteras (con toda seguridad al menos la más conocida, a la salida del poblado de Vilacolum), tomó muestras, y señaló su apariencia macroscópica traquítica (fenocristales de feldespato), “pero con presencia de anfíboles oscuros que localmente presentan concentraciones atribuibles a flujo magmático” (*op.cit.*).

Las muestras fueron enviadas a los profesores Calderón y Navarro, quienes confirmaron que se trataba de una andesita anfibólica con sanidina, casi holocristalina, con anfíbol muy alterado, grandes cristales de apatito, plagioclasas (posiblemente oligoclasas) tanto en la mesostasa como en los fenocristales, y magnetita.

Además de la clasificación de la roca como andesita anfibólica, Font i Sagué (*op.cit.*) describe la presencia de una superficie irregular en la roca volcánica en el techo de la cantera próxima a Vilacolum, con conglomerados con clastos de la misma roca volcánica, arenas, y un banco de ostreidos y niveles de caliza arcillosa con bivalvos y políperos, que atribuye al Plioceno como las formaciones de Ciurana, Baseia y Sant Miquel de Fluvià. Por lo tanto, atribuye una edad prepliocena a la roca volcánica e invoca la existencia de una importante erosión entre la formación de la roca volcánica y el depósito de los sedimentos suprayacentes. Esta cronología relativa basada en el episodio erosivo se ha mantenido hasta nuestros días con pocas diferencias (vide Fleta y Escuer, 1991).

San Miguel de la Cámara (1921), en su “Catálogo de la colección de rocas, grandes-bloques, del Parque de Barcelona” señala que la roca tiene una textura traquítica típica, con fenocristales de sanidina, oligoclasa, augita verde débilmente pleocroica, titanita y biotita, inmersos en una pasta prevalentemente constituida por microlitos de sanidina, con algunos de oligoclasa, augita, mica, magnetita y apatito. Además, indica que el apatito aparece incluido en la augita y el feldespato, y que en muchas preparaciones la mica y el piroxeno aparecen totalmente transformados en limonita. Este trabajo incluye además dos microfotografías de esta roca. Finalmente, concluye que dado que no ha encontrado el anfíbol citado por Font y Sagué, y que la proporción de sanidina es mucho mayor que la oligoclasa, la roca debe ser clasificada como traquita en vez de andesita.

San Miguel de la Cámara (1933), en su trabajo compilativo sobre las rocas eruptivas de España recoge los datos del trabajo precedente, matizando que la textura de la roca es microlítica fluidal holocristalina, traquítica típica, y que algunos de los cristales de piroxeno con secciones octogonales que son un poco pleocroicos presentan los caracteres propios de la augita egirínica. Finalmente, San Miguel de la Cámara (1936) se apoya en el trabajo de Burri y Parga-Pondal (1935), que aporta un análisis de roca total de una muestra de Vilacolum (tabla 1) y clasifica la roca desde un punto de vista geoquímico como una traquita sódica, para reafirmar que su reclasificación de 1921 es correcta en detrimento de la de Font i Sagué (1907).

En realidad, con los datos petrográficos y geoquímicos disponibles, esta era la interpretación más correcta. Prueba de ello es que en la introducción del trabajo de Jung y Brousse (1962) sobre las provincias volcánicas neógenas y cuaternarias de Francia este análisis se toma como ejemplo para la realización de un cálculo normativo, llegándose a la conclusión de que la roca debiera clasificarse como traquita con egirina.

Con todo, San Miguel de la Cámara (1936) matiza respecto a la composición mineralógica que los fenocristales de unos 3 mm son de anortoclasa (con caracterís-

tica fina estriación polisintética, exfoliación fácil según (001), etc.). Los feldespatos de la pasta parecen ser monoclinicos, con numerosas maclas de Karlsbad, de modo que se trataría de ortoclasa sódica o anortoclasa. La augita (léase el piroxeno) sería un diópsido de débil color verde, apenas pleocroico o augita egrínica. Existiría además un mineral definido como ortoaugita rica en Fe (se quiere referir a una hyperstena) en forma de pequeños individuos microlíticos de débil birrefringencia. Finalmente, ofrece una evaluación efectuada con la platina de integración, según la cual la roca presentaría un 93,2% del volumen de feldespato, un 3,1% de augita, un 0,2% de hyperstena y un 2,1% de magnetita.

Esta clasificación de la roca volcánica de Vilacolum como traquita ha permanecido inmutable hasta nuestros días a pesar de los avances experimentados por las técnicas analíticas y las modificaciones introducidas en las clasificaciones petrológicas, posiblemente por el reconocido prestigio del Dr. Maximino San Miguel de la Cámara como petrólogo.

Por otra parte, a pesar de que este yacimiento es visitado periódicamente con fines didácticos sorprendentemente no se ha llevado a cabo ningún estudio petrológico monográfico sobre las traquitas de Vilacolum, apareciendo únicamente dos nuevos análisis en dos trabajos de ámbito general sobre el volcanismo gerundense (Araña *et al.*, 1983; López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1985). Araña *et al.* (1983) ofrecen además un análisis de un piroxeno y un fenocristal de feldespato alcalino (augita y anortoclasa, respectivamente) realizados con microsonda electrónica, así como las relaciones isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ($0,70400 \pm 3$) y $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (0,24) de la muestra analizada. Por su parte, López Ruiz y Rodríguez Badiola (1985) ofrecen también análisis a la microsonda electrónica de feldespatos y un clinopiroxeno de las traquitas de Vilacolum, e indican que estas rocas están constituidas por grandes cristales de oligoclasa ($\text{An}_{26}\text{Ab}_{28}\text{Or}_6$)–anortoclasa ($\text{An}_5\text{Ab}_{73}\text{Or}_{22}$) y por otros de tamaño más reducido y con mayor o menor grado de alteración de augita sódica y biotita, engarzados todos en una matriz de sanidina ($\text{An}_2\text{Ab}_{64}\text{Or}_{24}$) y óxidos de Fe-Ti. Finalmente, Martí *et al.* (1992) ofrecen un análisis de tierras raras de la misma muestra analizada por Araña *et al.* (1983).

Por otra parte, Donville (1973) dató por el método K/Ar estas rocas ofreciendo una edad de $8,8 \pm 0,35$ Ma.

Del análisis crítico de estos antecedentes pueden derivarse algunas conclusiones, que son las que han justificado nuestro estudio:

- Las traquitas de Vilacolum continúan siendo una “rareza”, inexplicada dentro de los modelos petrogenéticos, vulcanológicos y geodinámicos invocados para el volcanismo gerundense. Y en petrología no suelen existir rarezas, sino en todo caso problemas por resolver.

- Las descripciones de Font i Sagué indican que este autor visitó personalmente, y con un cierto detalle (p.e., recogiendo fauna en los materiales suprayacentes, y notando la existencia de evidencias de flujo magmático en la traquita) los afloramientos.

- La existencia de anfíbol citada por Font i Sagué y confirmada petrográficamente por Calderón y Navarro parecía razonablemente cierta, ya que éste no es un mineral de difícil distinción; y por otra parte parecía ser lo suficientemente abundante como para definir las ya citadas bandas o concentraciones de minerales máficos atribuidas a flujo magmático.

– San Miguel de la Cámara (1921) estudió petrográficamente el bloque suministrado por Font i Sagué al Museo de Geología, de modo que no hay evidencias de que estudiara directamente el afloramiento (de hecho, no desmiente ninguna de las observaciones macroscópicas de Font i Sagué) y sí indicios indirectos de que no lo hiciera (p. e., la referencia a que estas rocas fueran utilizadas en la construcción de Sant Pere de Roda).

– La paragénesis mineral descrita por San Miguel de la Cámara en sus sucesivos trabajos no es la misma, ya que siendo de difícil identificación él mismo efectuó algunas correcciones sobre las primeras identificaciones. Dentro de esta paragénesis, sigue sin quedar perfectamente clara la presencia de augita egrínica (francamente dudosa dadas las descripciones y no justificada con los escasos análisis de clinopiroxenos realizados en los últimos años con microsonda electrónica), y la paragénesis de feldespatos presentes queda en sus trabajos algo confusa, particularmente por lo que se refiere a los microlitos y microfenocristales.

Además podemos añadir otros datos recopilados por nuestra cuenta con anterioridad al inicio del estudio:

– Las láminas delgadas de traquitas de Vilacolum existentes en la colección petrográfica de docencia del Departament de Petrologia, Geoquímica i Prospecció Geològica de la Universitat de Barcelona contienen secciones inequívocas de anfíboles, aunque totalmente alterados (oxidados) a un agregado micro-criptocristalino negruzco.

– La colina de Els Olivets, contigua hacia el oeste de la cantera “clásica” de Vilacolum presenta una litofacies bastante más máfica que la traquita conservada en el Museo (J. Martinell, comunicación personal, 1992).

– Algunas muestras recogidas en 1978, durante una excursión didáctica organizada por la Universidad de Barcelona, contienen secciones alargadas de anfíbol negro.

Partiendo de estas premisas, se planteó un estudio con estas etapas sucesivas: reconocimiento detallado de las rocas volcánicas del sector Baseia-Vilacolum-Arenys d’Empordà; estudio detallado de la cantera de las proximidades de Vilacolum, y de las pequeñas canteras del sector de Els Olivets; muestreo detallado de estas canteras; estudio detallado de las relaciones texturales magma-sedimento suprayacente; estudio detallado de una amplia colección de láminas delgadas procedentes de estos afloramientos, con selección de las más interesantes para el estudio de su química mineral; estudio geoquímico de las rocas. Esta nota avanza únicamente algunos de los aspectos texturales y de química mineral más significativos de estas rocas de cara a la clarificación de la polémica Font i Sagué-San Miguel de la Cámara sobre la clasificación de las rocas con textura traquítica de Vilacolum.

RELACIONES TRAQUITA-SEDIMENTOS SUPRAYACENTES Y ASPECTOS MACROSCÓPICOS DE LOS AFLORAMIENTOS

La cantera situada inmediatamente al oeste de Vilacolum tiene una planta de dimensión elíptica con el eje mayor orientado aproximadamente en dirección N-S, y una profundidad máxima de unos pocos metros. Aunque la mayor parte del fondo de

la cantera está cubierto por fango y escombros (en tiempos recientes fue utilizada como vertedero), esporádicamente se puede reconocer en él asomos de la roca volcánica. Las relaciones entre las rocas de textura traquítica y los sedimentos pliocenos suprayacentes pueden ser bien observados en el frente oriental de la cantera.

Un reconocimiento somero de dicho frente permite observar una superficie irregular en el techo de la roca volcánica, con desniveles del orden de uno o dos metros, en ocasiones rellenos por bloques de rocas traquíticas de dimensiones decimétricas. Por encima de estos materiales de apariencia conglomerática, o bien directamente sobre la roca traquítica aparecen las lumaquelas con matriz de fango carbonatado ya descritas por Font i Sagué. En conjunto, estos materiales han sido interpretados de la misma manera que hiciera en su día dicho autor (Fleta y Escuer, 1991, fig. 20, p. 118). Sin embargo, un reconocimiento más detallado del tramo superior de las rocas traquíticas permite reconocer que su nivel superior presenta un carácter autobrechado, siendo cementados los bloques por material de origen lávico. Aunque no se puede descartar la presencia de verdaderos depósitos conglomeráticos, la mayor parte del depósito aparentemente detrítico tiene un origen lávico autoclastico. Además, existen evidencias inequívocas de reacciones magma-sedimento (Gimeno, en preparación).

Este conjunto de evidencias macroscópicas permite ofrecer una nueva interpretación del afloramiento: en una lumaquela pliocena se emplazó una masa traquítica, que en parte era suficientemente rica en magma como para permitir la existencia de reacciones con el sedimento inconsolidado, localmente fluidizado por el mismo efecto térmico generado por la roca traquítica al emplazarse. Un hecho que llama la atención es el carácter oligomíctico de la brechas/conglomerados de clastos de roca volcánica, ya que contiene clastos de traquita, clastos de traquiandesita anfibólica, e incluso clastos de rocas basálticas que no afloran en la cantera. Todos estos clastos aparecen tanto en forma de brechas como en forma de pequeños cuerpos globulares de bordes plásticos, localmente con una notable disminución del tamaño de grano (microcristalino) atribuible a enfriamiento súbito.

Por lo que se refiere al cuerpo traquítico masivo, existen diferentes litotipos que van desde los cuerpos claramente traquíticos, félsicos, en los que únicamente podemos reconocer a simple vista grandes cristales (varios mm) de feldespatos sobre una matriz gris-parduzca, hasta otros ricos en máficos alargados, con claras secciones de anfíbol, localmente muy alterados (colores rojizos). Entre ambos tipos litológicos se pueden distinguir todos los términos intermedios. Los primeros tipos litológicos son traquitas s. str. y aparecen prevalentemente representados en esta cantera, mientras que los más anfibólicos aparecen principalmente restringidos a algunos sectores (inferiores) de la cantera y predominan ampliamente en las canteras del sector de Els Olivets, al oeste de la anterior.

PETROGRAFÍA, QUÍMICA MINERAL Y ALGUNAS INDICACIONES SOBRE LA GEOQUÍMICA DE LAS ROCAS TRAQUÍTICAS

Las rocas del sector de Vilacolum-Els Olivets presentan macroscópicamente una apariencia porfírica, resaltada principalmente por la presencia de cristales de anorto-

clasa, plagioclasa y anfíbol (de milimétricos a centimétricos) en una matriz de apariencia afanítica, a menudo intensamente alterada en el afloramiento; más raramente se puede distinguir la biotita (Vilacolum), de aspecto bronceo por alteración. En los sectores de las canteras de Els Olivets ya es más frecuente el reconocimiento de una matriz fanerítica de grano fino, debido en buena medida a la existencia de afloramientos más frescos en los antiguos frentes de corta.

A simple vista no es posible distinguir las plagioclasas de las anortoclasas, excepto por un hecho que corrobora la petrografía: las plagioclasas aparecen intensamente alteradas presentando una textura oquerosa, especialmente en su interior, mientras que el borde más externo puede aparecer perfectamente preservado. Las anortoclasas en cambio aparecen relativamente bien preservadas, resaltando por erosión selectiva sobre la matriz. Los anfíboles aparecen totalmente oxidados, con color negro, o en el mejor de los casos presentando un núcleo de color rojo sangre.

Al microscopio se pueden reconocer los siguientes fenocristales: plagioclasa, anortoclasa, anfíbol oxidado, más raramente preservado anfíbol marrón en el centro del cristal, biotita, piroxeno, apatito y, muy excepcionalmente, cuarzo. La plagioclasa presenta evidentes signos de inestabilidad en el líquido que la contenía (corrosiones), y en ocasiones manteados por parte de la anortoclasa o sanidina. Las anortoclasas presentan la característica combinación de dos maclas aparentemente ortogonales, de modo que en determinadas circunstancias de extinción los cristales adquieren aspecto que recuerda a un damero; por lo demás pudieran ser confundidas con una plagioclasa, en otro contexto litológico. La biotita está sistemáticamente alterada. Los apatitos aparecen en grandes cristales de aspecto turbio por contener poiquilíticamente grandes cantidades de cristales aciculares de minerales opacos titanados; a su vez pueden aparecer en texturas de cocrystalización o directamente incluidos por anfíbol. El piroxeno aparece principalmente en microfenocristales idiomórficos y en microcristalitos hipidiomórficos en la matriz, con las características ópticas ya descritas por San Miguel de la Cámara. El cuarzo, realmente muy raro, aparece intensamente corroído y presenta características fracturas curvas.

El análisis puntual realizado con el concurso de la microsonda electrónica ha permitido confirmar que el piroxeno es pigeonita, y que el anfíbol es kaersutita (véase la tabla 2).

La textura de la roca es en general holocristalina porfírica con matriz microlítica traquítica, aunque algunos términos litológicos muestran textura porfírica con matriz hialopilítica. En algunos casos se observa la presencia de texturas de tipo "crescumulate", propias de sobreenfriamiento durante la cristalización del magma. Los microlitos de la matriz son sanidina, y es destacable también la presencia de grandes cantidades de microcristalitos idiomórficos de titanomagnetita en la matriz.

Los análisis geoquímicos (véase tabla 2) llevados a cabo permiten confirmar en general la presencia de rocas traquitoides semejantes a las analizadas por Araña *et al.* (1983) y López Ruiz y Rodríguez Badiola (1985). Por el contrario, el análisis de Burri y Parga Pondal (1935), si bien parece correcto en líneas generales, presenta contenidos en Na evidentemente exagerados. Además de las traquitas en sentido estricto, hay términos menos diferenciados en el conjunto de afloramientos de Els Olivets-Vilacolum, y el basaltoide de Baseia parece atribuible a la misma serie cogenética, a pesar de los evidentes procesos de alteración que ha sufrido.

ORIGEN DE LA INCERTIDUMBRE LIGADA A LA CLASIFICACIÓN, Y SIGNIFICADO PETROGENÉTICO DE LAS ROCAS CON TEXTURA TRAUÍTICA DE VILACOLUM

La existencia de diferentes tipos litológicos en un reducido espacio de afloramiento, y el hecho de que éste no haya sido estudiado de un modo detallado desde el hallazgo de Font i Sagué (1907) explica la incertidumbre ligada a la clasificación de estas rocas.

Font i Sagué debió estudiar una lámina delgada correspondiente a una roca con fenocristales idiomórficos de kaersutita, de modo que identificó correctamente este mineral como un anfíbol. Es muy posible que esta roca también presentara pigeonita, al menos como microfenocristales, pero ni este autor ni Calderón ni Navarro reconocieron este mineral. Podemos suponer, por la paragénesis mineral y comparando con otras sucesiones volcánicas semejantes (véase p.e., Maury *et al.*, 1980), que la roca estudiada por Font i Sagué no era en sentido estricto una traquita, sino más probablemente una latita, o quizás incluso una shoshonita.

San Miguel de la Cámara muy posiblemente no reconoció directamente el afloramiento, ya que es indudable que un petrólogo de su categoría, que ya había trabajado en rocas semejantes hubiera reconocido la existencia de diferentes tipos litológicos cogenéticos, unos más máficos con anfíbol y otros más típicamente traquíticos. Por otra parte, en el momento de realizar la catalogación de la colección de grandes bloques no pudo consultar a Font i Sagué, ya que éste había fallecido.

Desde el punto de vista petrográfico, el mineral que San Miguel de la Cámara (1921) inicialmente identificó con algunas reservas como augita verdosa de sección octogonal y levemente pleocroica, y posteriormente ya de un modo claro (San Miguel de la Cámara, 1936) como augita egirínica, es pigeonita. El ángulo de extinción registrado (San Miguel de la Cámara, 1921) de 38 a 48° coincide con el que se puede esperar para una pigeonita, mientras que el correspondiente a una egirina o a una augita egirínica debiera ser mucho mayor (véase p.e. Gribble & Hall, 1981, p. 101). De hecho, el estudio de química mineral que hemos desarrollado con el concurso de la microsonda electrónica demuestra que incluso alguno de los microfenocristales rombales citados por San Miguel de la Cámara podían corresponder a pigeonita.

La augita egirínica y la egirina son dos clinopiroxenos típicos de las rocas ácidas peralcalinas. De este modo, se puede entender que la publicación del análisis de la roca por parte de Burri y Parga-Pondal (1935) permitiera que San Miguel de la Cámara se ratificara plenamente en su catalogación inicial basada en la petrografía, a pesar de que ni el hábito cristalino, ni el color ni el leve pleocroismo observado en el mineral correspondiera típicamente a una augita egirínica, ni mucho menos a una egirina.

Ya ha sido señalado que este análisis parece correcto en líneas generales, si bien el contenido en sodio de la roca es excesivamente elevado, si lo comparamos con los realizados con medios modernos. Sin embargo, esta sobreestimación del sodio es crucial en la clasificación de la roca, ya que en rocas tan diferenciadas las proporciones relativas en Na y K son críticas en la clasificación de la serie a la que pertenece la roca, sódica o potásica (en este último caso, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} < 2$, según MacDonald & Katsura, 1964). Atendiendo al análisis de Burri und Parga-Pondal (1935) la roca podría considerarse como perteneciente a una serie volcánica sódica, mientras que los

análisis que hemos realizado indican que pertenece con claridad a una serie potásica, hasta ahora desconocida en el volcanismo neógeno gerundense.

Se pueden extraer otras conclusiones de gran significado petrogenético del estudio de la paragénesis mineral de las rocas traquíticas *sensu lato* de Vilacolum, y en particular de la asociación kaersutita-pigeonita.

La presencia de pigeonita como microlitos o como microfenocristales en el seno de una mesostasa volcánica ha sido generalmente considerada como típica de magmas de afinidad tholeiítica (es decir, saturados respecto a la sílice), mientras que la aparición de augita correspondería a magmas alcalinos (vide McDonald & Katsura, 1964). Además, desde el trabajo experimental de Yoder & Tilley (1962), realizado en condiciones anhidras y a bajas presiones, se conoce que los magmas tholeiíticos y los alcalinos siguen caminos de diferenciación paralelos, separados por un plano crítico de saturación en sílice que en principio no puede ser traspasado en el curso de una diferenciación por procesos de cristalización fraccionada.

Teniendo en cuenta estos antecedentes de la petrología experimental una lectura lineal de las paragénesis halladas (en particular, de la presencia de la pigeonita) nos conduciría a pensar que el magma parental de las traquitas pudiera ser de tipo tholeiítico, mientras que en realidad se trata de un magma basáltico de tendencia potásica. La presencia de kaersutita es la evidencia de la cristalización y subsecuente fraccionamiento masivo de este mineral en condiciones hidratadas, hecho que permitió el enriquecimiento del magma residual en sílice (dado el bajo contenido en SiO_2 de este mineral, del orden del 40%, un 10% menor que en otros anfíboles comunes) y la consiguiente precipitación de pigeonita. Las rocas traquíticas de Vilacolum son evidencias de un proceso de cristalización fraccionada de un magma potásico, análogo al descrito más extensamente en el Macizo Central Francés (Maury et Brousse, 1978; Maury *et al.*, 1980) o en el atolón pacífico de Mururoa (Maury *et al.* 1992).

APÉNDICE

Las muestras de roca total han sido analizadas con un espectrómetro de fluorescencia de rayos X Philips PW 1400 en la Universitat de Barcelona (elementos mayores y trazas) utilizando un ánodo de Rh. Los elementos mayores (excepto el Na) han sido determinados a partir de perlas de vidrio (obtenidas por fusión de las rocas con tetraborato de litio en un crisol de Pt; todas las muestras por duplicado, añadiendo una tercera perla de limpieza del crisol), mientras que los elementos en traza han sido medidos a partir de pastillas prensadas sobre base de ácido bórico y muestra amalgamada con Elvacite 2044. El Na ha sido determinado por espectrofotometría de absorción atómica.

La química mineral de las fases ha sido analizada en una microsonda electrónica ARL SEMQ en el Centro Studi Geominerari del CNR (Cagliari, Italia), (15 Kv, 20 nA). Los datos obtenidos fueron tratados mediante un sistema ZAF (MAGIC IV -on line-).

En todos los casos los instrumentos fueron calibrados utilizando patrones internacionales de composición certificada.

AGRADECIMIENTOS

Los análisis geoquímicos han sido llevados a cabo en los Serveis Científic-Tècnics de la Universitat de Barcelona; el autor agradece especialmente a E. Seguí y J.M. Socés su colaboración y continua asistencia durante el desarrollo de los análisis. La caracterización de la química mineral ha podido ser llevada a cabo gracias a la hospitalidad del Centro Studi Geominerari del CNR-Istituto di Giacimenti Minerari de la Università di Cagliari, y muy especialmente gracias a los desvelos del Prof. Carlo Garbarino. El autor agradece a ambos centros de investigación el apoyo institucional al trabajo; e igualmente expresa su reconocimiento a todas las personas que en ellos han facilitado su realización. La revisión del Catálogo de rocas del Museo de Geología de Barcelona ha surgido por iniciativa de su directora A. Masriera, a quien deseo expresar igualmente mi reconocimiento por la confianza depositada.

BIBLIOGRAFIA

- Araña, V., Aparicio, A., Martín Escorza, C., García Cacho, L., Ortiz, R., Vaquer, R., Barberi, F., Ferrara, G., Albert, J. y Gassiot, X. 1983. El volcanismo neógeno-cuaternario de Catalunya: caracteres estructurales, petrológicos y geodinámicos. *Acta Geológica Hispánica*, **18** (1): 1-17.
- Burri, C. und Parga-Pondal, J. 1935. Beiträge zur Kenntnis einiger jungvulkanischer Gesteine Spaniens. *Schw. Min. Petr. Mitteilungen*, **B.XV**. (1): 266-288, Zürich.
- Donville, B. 1973. Ages potassium-argon des vulcanites du Haut-Ampurdan (Nord-Est de l'Espagne). *C.R. Acad. Sci. Paris*, **276** (Série D): 2497-2500.
- Fleta, J. y Escuer, J. 1991. Sistemas sedimentarios de la cuenca neógena del Alt Empordà y su relación con la tectónica y el vulcanismo. *I Congreso del Grupo Español del Terciario, Libro-Guía Excursion n° 7*. 124 pp; Barcelona.
- Font i Sagué, N. 1907. La andesita anfibólica de Vilacolúm (Empordà). *Butll. Inst. Cat. Hist. nat.*, **4**: 58-63.
- Gelabert, J. 1904. Los volcanes extinguidos de la provincia de Gerona. 120 pp. *Octavio Viader, impresor, Sant Feliu de Guixols*.
- Gribble, C.D. & Hall, A.J. 1991. A practical introduction to optical mineralogy. 2nd Edition. 249 pp. *Harper Collins Academic*, London.
- Jung, J. et Brousse, R. 1962. Les provinces volcaniques néogènes et quaternaires de la France. *Bull. du Service de la Carte Géologique de France*, **267**, (LVIII), Ministère de l'Industrie, Librairie Polytechnique Ch. Béranger, p. 10. Paris.
- López Ruiz, J. y Rodríguez Badiola, E. 1985. La region volcánica mio-pleistocena del NE de España. *Estudios geológicos*, **41**: 105-126.

-
- MacDonald, G.A. & Katsura, T. 1964. Chemical composition of hawaiian lavas. *Journal of Petrology*, **5**: 82-133.
- Maury, R.C. et Brousse, R. 1978. Présence de pigeonite et d'orthopyroxène dans certaines laves du Massif Central Français: leur répartition et leur origine. *Bulletin de Minéralogie*, **101**: 10-21.
- Maury, R.C., Brousse, R., Villemant, B., Joron, J.L., Jaffrezic, H. et Treuil, M. 1980. Crystallization fractionnée d'un magma basaltique alcalin: la série de la Chaîne des Puys (Massif Central, France). I. Pétrologie. *Bulletin de Minéralogie*, **103**: 250-266.
- Maury, R.C., Caroff, M., Achard, S., Guille, G., Joron, J.L., Gachon, A., Rocaboy, A. et Leterrier, J. 1992. L'atoll de Mururoa (Polynésie Française). II. La série magmatique. *Bull. Soc. géol. France*, **163**: 659-679.
- San Miguel de la Cámara, M. 1921. Catálogo de la colección de rocas, grandes-bloques, del Parque de Barcelona. *Treballs del Museu de Ciències Naturals de Barcelona*, **6**, 61 pp. Museu Martorell, Barcelona.
- San Miguel de la Cámara, M. 1933. Estudio de las rocas eruptivas de España. *Acad. Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, **6**: 179-180.
- San Miguel de la Cámara, M. 1936. Algunos datos nuevos e interesantes sobre las rocas de los volcanes de Cataluña, *Bull. Inst. cat. Hist. nat.*, **36**, (Segon trimestre): 1-10.
- Yoder, H.S. & Tilley, C.E. (1962). Origin of basaltic magmas: an experimental study of natural and synthetic rock systems. *Journal of Petrology*, **3**: 342-352.
- Vidal i Carreras, L.M. 1886. Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona. *Bol. Mapa geol. España*, **13**: 208-284. 290-380.

Muestra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	LOI
CV1164	65,12	0,42	17,42	2,72	0,00	0,16	1,01	1,04	6,80	5,02	0,15	0,00	0,32
CV1177	57,48	1,01	18,18	6,08	0,00	0,15	0,89	3,44	6,28	3,71	0,68	0,00	1,96
eo-x	50,59	1,49	16,86	8,68	0,00	0,29	1,47	7,04	5,19	2,23	1,11	0,00	2,88
ba-2	49,19	1,45	17,33	7,69	0,00	0,12	2,81	7,75	3,68	2,65	0,88	0,00	4,21
par-bur	64,78	0,44	17,81	2,91	0,24	0,10	0,08	0,54	8,28	4,16	0,12	0,35	0,00
am1b	56,27	1,29	17,44	2,86	2,32	0,17	0,97	5,66	5,58	3,45	0,68	0,00	2,94
cat-4	59,70	0,98	16,85	2,85	3,37	0,14	1,23	3,76	6,72	3,65	0,31	0,00	0,65

Tabla 1.- Análisis de las rocas traquíticas de Vilacolum. Procedencia de los datos analíticos: par-bur. Burri und Parga Pondal (1935); am1b. López Ruiz & Rodríguez Badiola (1985); cat-4. Araña *et al.* (1983). El resto, este trabajo, con las siguientes procedencias: ba-2. Baseia; eo-x. Els Olivets; CV-1164 y CV-1177, cantera principal de Vilacolum.

Table 1.- Whole-rock analysis of trachytic rocks from Vilacolum. Analysis after: Burri und Parga Pondal (1935) (par-bur); López Ruiz & Rodríguez Badiola (1985) (am1b); Araña *et al.* (1983) (cat-4); and this work. Analyzed localities in this work: Baseia (ba-2); Els Olivets (eo-x); main quarry of Vilacolum (CV-1164 and CV-1177).

	Kaersutita	Pigeonita
Al ₂ O ₃	13,9	1,6
SiO ₂	39,45	50,76
Na ₂ O	2,93	–
MgO	13,28	19,63
K ₂ O	0,9	–
CaO	11,44	0,27
TiO ₂	5,31	0,16
FeO	11,09	27,53

Tabla 2.- Análisis de algunos minerales característicos de las rocas traquíticas de Vilacolum obtenidos mediante microsonda electrónica.

Table 2.- Electron microprobe analysis of some characteristic minerals of the trachytic rocks of Vilacolum.