

# Nota preliminar sobre la presencia de estructuras fluidales en las ofitas del área de Estopiñán (Provincia de Huesca) \*

por M. LAGO SAN JOSÉ\* y A. PACOVÍ JUAN\*\*

\* Dpto. de Petrología, Universidad de Zaragoza

\*\* Dpto de Geomorfología y Geotectónica, Universidad de Zaragoza

## RESUMEN

Se describen las estructuras fluidales halladas en las ofitas del afloramiento de Triás de Estopiñán (Huesca) y se discute su significado en relación con la polaridad, la edad y el modo de emplazamiento de estas rocas.

## SUMMARY

Some flow structures (pillows, flow wrinkles and vesicular cavities) have been located in the contact of the ophitic bodies (dolerites) with Keuper sediments (Estopiñán area, Huesca - Spain). The position of the cooled border, the petrographic gradation and the presence of these structures gives a criterion to determine the polarity and age of these basic intrusions located in the Keuper prepyrenean materials.

## INTRUCCION

En los trabajos más recientes realizados sobre las ofitas aflorantes en el área pirenaica (vertientes española y francesa) y en la cordillera Cantábrica, son escasas las observaciones sobre las características de los contactos y condiciones de emplazamiento que estas rocas presentan. En esta nota avanzamos un aspecto que se desarrollará en un estudio más amplio sobre las características estructurales, petrológicas y geoquímicas de las ofitas del área de Estopiñán (Lago y Pucoví, en preparación), y presentamos unos ejemplos seleccionados de estructuras fluidales no citadas anteriormente para estas rocas. Las observaciones que exponemos facilitan la interpretación de las condiciones de emplazamiento y edad de las ofitas cantabro-pirenaicas.

\* Los gastos de campo de este trabajo han sido sufragados en parte por las ayudas para el fomento de la investigación del M.E.C. y en parte por la Conselleria de Política Territorial y Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya.

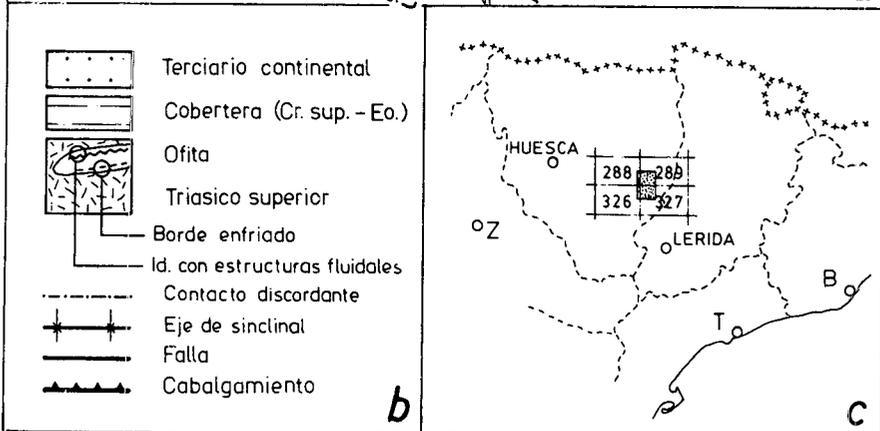
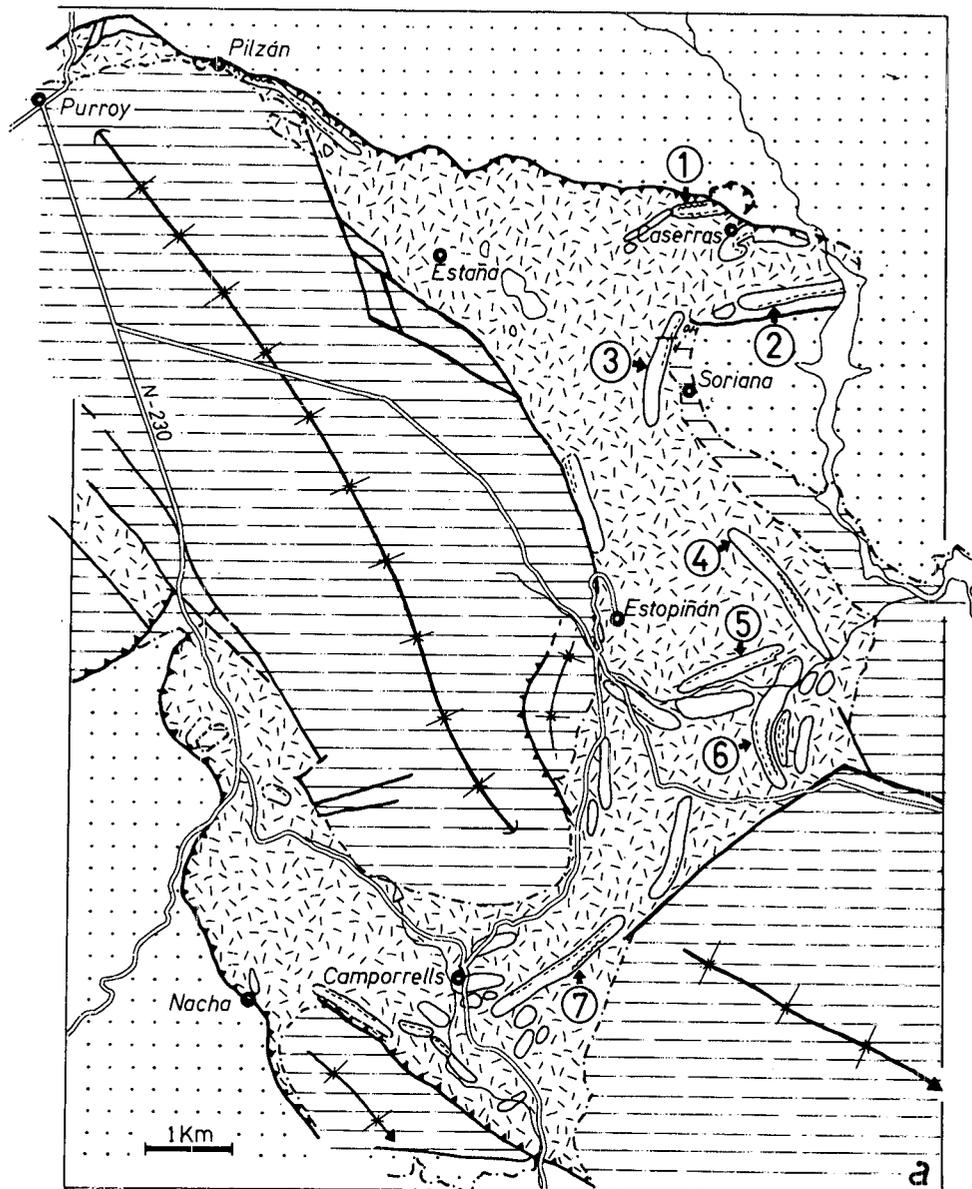
Estas estructuras han pasado desapercibidas, posiblemente a causa de la deficiente conservación de los afloramientos, a los numerosos investigadores que recientemente han estudiado estas rocas (Riotte et Thiéban, 1965; Fontelles et Muffat, 1970; Laffly et al., 1971; Azambre et al., 1971; Gavaille et al., 1971; Magnin-Feyssot et Marchand, 1972; Thiéban, 1973; Boisson et al., 1974; Walgenwitz, 1976; Ruiz Cruz et al., 1977; Castellarin et al., 1978; Braz, 1979; Lago, 1980; Lago y Pucoví, 1980, etc.), aunque han sido citadas por algunos autores (Gölz, 1978 y Van de Fliert et al., 1979) en rocas denominadas "ofitas" de la cordillera Bética oriental, pero cuyas características difieren de las del área cantabro-pirenaica.

Las masas ofíticas consideradas están emplazadas en las arcillas y margas con yeso del Keuper del área de Estopiñán (fig. 1). Este área corresponde al dominio de las sierras marginales prepirenaicas, en el sector de transición entre la parte aragonesa y la parte catalana, donde las estructuras de la cobertera han perdido su alineación aproximadamente E-W para orientarse en dirección NNW-NNW-SSE.

Estos accidentes determinan interrupciones de la cobertera que dan lugar al ascenso de las arcillas y margas yesíferas del Keuper por halocinesis, de lo que resulta una disposición interna un tanto caótica de elementos discontinuos de caliza dolomítica triásica y masas de ofita en el seno de la masa plástica (fig. 1a).

## CARACTERISTICAS DE LOS AFLORAMIENTOS

Las ofitas en este área se presentan como masas aisladas, de forma y extensión variables. Predominan las formas lenticulares o tabulares con los bordes redondeados determinando afloramientos alargados de longitud variable entre un centenar de metros y unos 2 Km, y anchura de poco más de un centenar de metros. No se aprecia ninguna orientación o localización preferente de los



cuerpos ofíticos en el seno del afloramiento, a causa del comportamiento halocinético del Keuper. En general, las ofitas aparecen destacadas en el relieve, dado el contraste de resistencia a la erosión que ofrecen en relación a las arcillas y margas encajantes, aunque en algunos casos la alteración es muy fuerte y dan relieves muy suaves.

Donde la meteorización es muy intensa se desarrollan estructuras de disyunción bolar con exfoliación esferoidal. Estas estructuras están constituidas por láminas de descamación con desarrollo concéntrico, de espesor milimétrico en las zonas más externas, tendiendo a aumentar hacia el interior de la "bola", donde puede conservarse un núcleo de roca más fresca (fig. 2).



Fig. 2. Descamación esferoidal de la roca ofítica por meteorización.

La meteorización viene favorecida por la presencia de un retículo de diaclasas debidas a la retracción que sigue a la consolidación, y en cualquier punto de la masa ofítica se distribuyen en tres familias con dispersión muy variable, pero aproximadamente ortogonales, por lo que delimitan elementos unitarios en forma de cubos o prismas más o menos regulares. En este retículo de discontinuidades a menudo se pueden apreciar indicadores de movimiento tardíos, relacionables con la deformación y, más frecuentemente, rellenos minerales (epidota, cuarzo, calcita, ceolitas) o cataclásicos (ofita triturada y arcilla).

Los contactos con la roca encajante generalmente están mal expuestos, ya que en su mayor parte están cubiertos por material derrubiado de la zona central de la misma ofita que, al estar menos meteorizada, da mayor

Fig. 1. Esquema de situación: a) Mapa geológico y localización de las masas ofíticas citadas en el texto: 1) Caserras del Castillo, 2) Coms, 3) Soriana, 4) Foradada, 5) Oms, 6) Torre, 7) Camporrells; b) Leyenda; c) Situación de la zona referida al mapa 1: 50.000.

relieve. Cuando afloran, es frecuente que se encuentren movilizadas, distinguiéndose únicamente una franja brechificada de fracción fina de ofita y arcillas del Keuper. Ocasionalmente se pueden observar los contactos originales, y en ellos, la ofita muestra una franja microcristalina que constituye el borde enfriado, generalmente de unos 10-60 cm. de espesor, terminado en una película milimétrica de paso gradual a los materiales margo-arcillosos del Keuper. Los sedimentos encajantes están afectados en una franja de 3 a 5 metros en la que se aprecia fuerte compactación, hojiosidad paralela al contacto, coloración blanquecina que contrasta con los colores abigarrados del resto y moteado de color verdoso en las inmediaciones del contacto (figuras 3 y 4).

### LAS ESTRUCTURAS FLUIDALES

Estas estructuras se han observado en varios afloramientos (Caserras del Castillo, Las Comas, Soriana, Estopiñán mina, Torre, Foradada y Camporrells, fig. 1), caracterizándose tres tipos: a) arrugas de flujo, b) formas almohadilladas y c) cavidades vesiculares.



Fig. 3. Detalle de una sección de borde enfriado con textura moteada en la parte más próxima al contacto con el Keuper.

a) *Arrugas de flujo*: Son frecuentes en las localidades citadas y están especialmente bien conservadas en las masas de Caserras del Castillo y Camporrells, donde la superficie de contacto expuesta es de algunos m<sup>2</sup>. Macroscópicamente consisten en ondulaciones de la superficie de borde enfriado, de sección más o menos estrangulada, con una amplitud de 3 a 15 cm (fig. 4c y 4d), generalmente paralelas y arqueadas, aunque también presentan torceduras (formas cordadas). Su longitud está siempre limitada por la extensión de la superficie expuesta, alcanzando, en las mejores condiciones de observación, hasta 1.5 m.

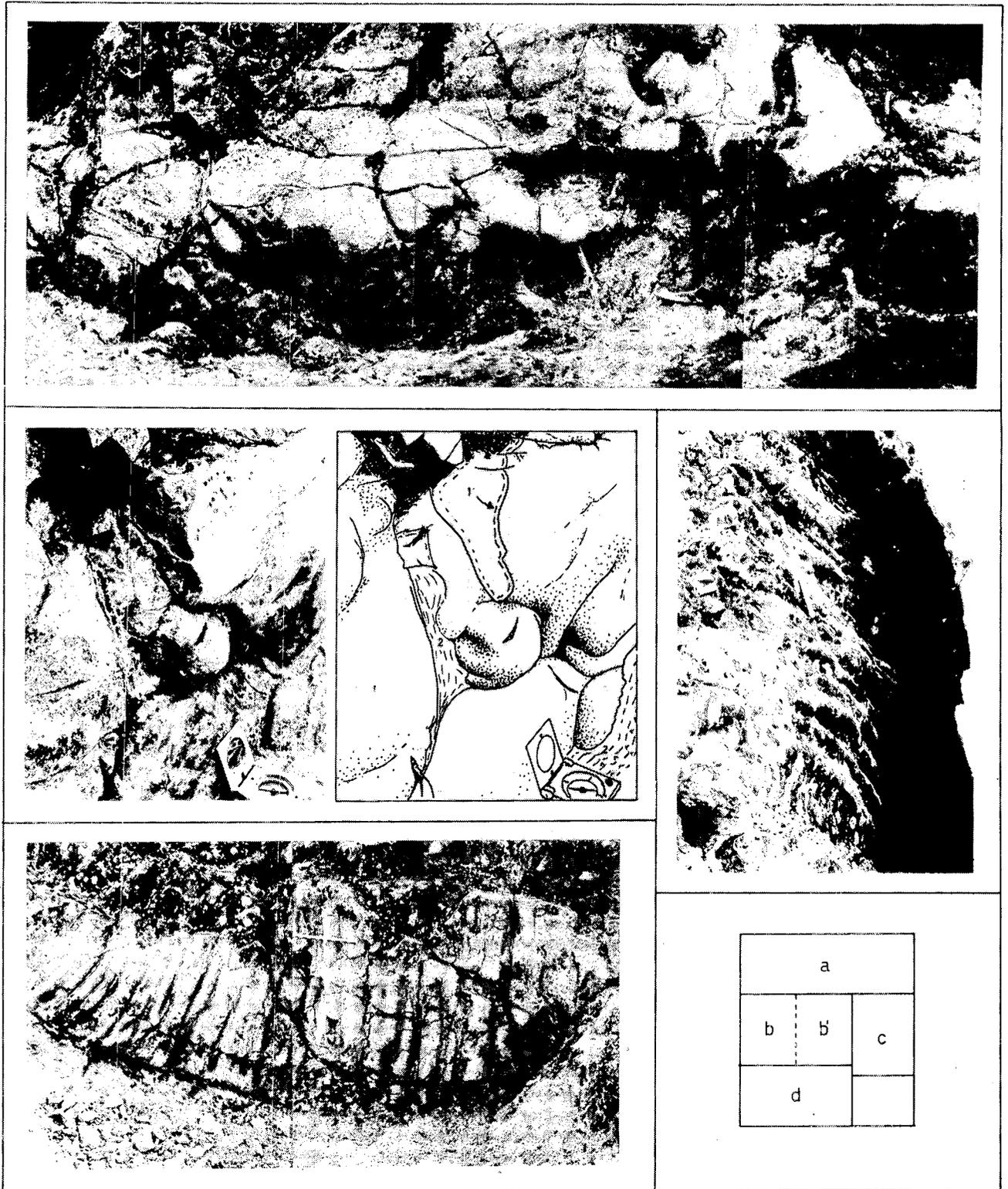


Fig. 4.— Superficies de contacto con estructuras fluidales. a) Formas almohadilladas (pillow-sill) del afloramiento de Foradada. b) Detalle de la Fig. 4a con borde enfriado observable en una rotura. b') Esquema de la fig. 4b: 1) borde enfriado, 2) Keuper encajante, c y d) Arrugas de flujo de la masa de Caserras del Castillo.

Pretrológicamente las arrugas constituyen la superficie externa del borde enfriado y al microscopio se observa bien diferenciada desde las zonas externas hacia el interior, una gradual y rápida transición de la textura microdiabásica profídica a la microdiabásica subofítica y subofítica porfídica, que evoluciona hacia la ofítica s.s. característica de las zonas centrales. El estudio de esta evolución ha sido expuesto por uno de nosotros (Lago, 1980) y será objeto de un detallado estudio en un trabajo posterior.

g<sup>c</sup> Los materiales margo-arcillosos del Keuper encajante presentan laminación que se adapta a la geometría de estas estructuras y decoloración, probablemente originadas por el efecto térmico debido al emplazamiento del cuerpo ofítico. Como variante de estas estructuras señalamos la presencia de "rizaduras" que consisten en finas arrugas de poca extensión, muy entrecruzadas y arqueadas, con caracteres petrográficos similares a las anteriores.

b) *Formas almohadilladas*: Están muy bien representadas en el contacto NE del afloramiento de Foradada (fig. 1), sobre una superficie de unos tres metros cuadrados (fig. 4 a y b). Se presentan varios elementos yuxtapuestos y apilados, de forma globosa, a modo de "almohadilla", con la parte superior convexa y la inferior adaptada a las irregularidades de la base, determinada por elementos similares yuxtapuestos, sin sedimento entre ellos. En ningún caso presentan la fisuración radiada, común en los "pillow-lavas".

La roca arcillosa encajante presenta una laminación paralela a la superficie de contacto, adaptándose a las irregularidades de ésta, como en el caso de las arrugas de flujo.

El estudio microscópico de una sección del borde enfriado de cada almohadilla muestra la secuencia de facies petrográficas ya indicadas.

Con características similares a las descritas, se han observado ejemplos de almohadillas superpuestas, con direcciones entrecruzadas, en la masa de Camporrels. En este caso, el menor espesor de los bordes enfriados, que no sobrepasa los 10 cm, permite pensar en unas condiciones de rápido enfriamiento. Al microscopio se observa la transición de las mismas facies citadas en una franja muy estrecha.

c) *Lavas con cavidades vesiculares*: Estas estructuras, aunque poco frecuentes, han sido observadas en los afloramientos de Soriana (3) y Camporrels (7) (fig. 1). En bloques ofíticos individualizados por la fracturación primaria se observan cavidades con diámetro no superior a 7 cm., a veces rellenos de calcita y cuarzo, con tendencia a ordenarse paralelamente a la superfi-

cie periférica del bloque (fig. 5). Están desarrolladas en la franja del borde correspondiente a las facies microdiabásica subofítica porfídica y de transición a ofítica s.s.



Fig. 5.- Cavidades vesiculares alineadas paralelamente al borde enfriado.

#### DEFORMACIONES SINGENÉTICAS DE BORDES ENFRIADOS

En algunos de los contactos con borde enfriado se ha observado la presencia de "escalones" consistentes en desplazamientos de la superficie plana del contacto, a lo largo de planos más o menos perpendiculares a aquella (fig. 6c). El desplazamiento es de algunos decímetros a escasos metros. Su aspecto es el de pequeñas fallas, pero el borde enfriado no presenta interrupción, sino que se adapta a la irregularidad.

#### POLARIDAD, EDAD Y CONDICIONES DE EMPLAZAMIENTO

Hasta ahora hemos considerado aspectos puntuales de los bordes enfriados en distintas masas ofíticas o en posiciones distintas de la misma masa, pero sin ocuparnos de su posición relativa. En la mayoría de los casos, dada la escasa calidad de los afloramientos y la mala conservación de los bordes enfriados, no se han podido obtener más que datos puntuales. Sólo en los afloramientos de Caserras del Castillo y Camporrels hemos obtenido buenas observaciones, representativas de todo el perímetro de las masas ofíticas.

Tomando como ejemplo la masa de Caserras del Castillo, de forma lenticular, con los contactos subverticales y orientada aproximadamente E-W (fig. 6a), se observa que en el contacto N son frecuentes las arrugas del flujo y las

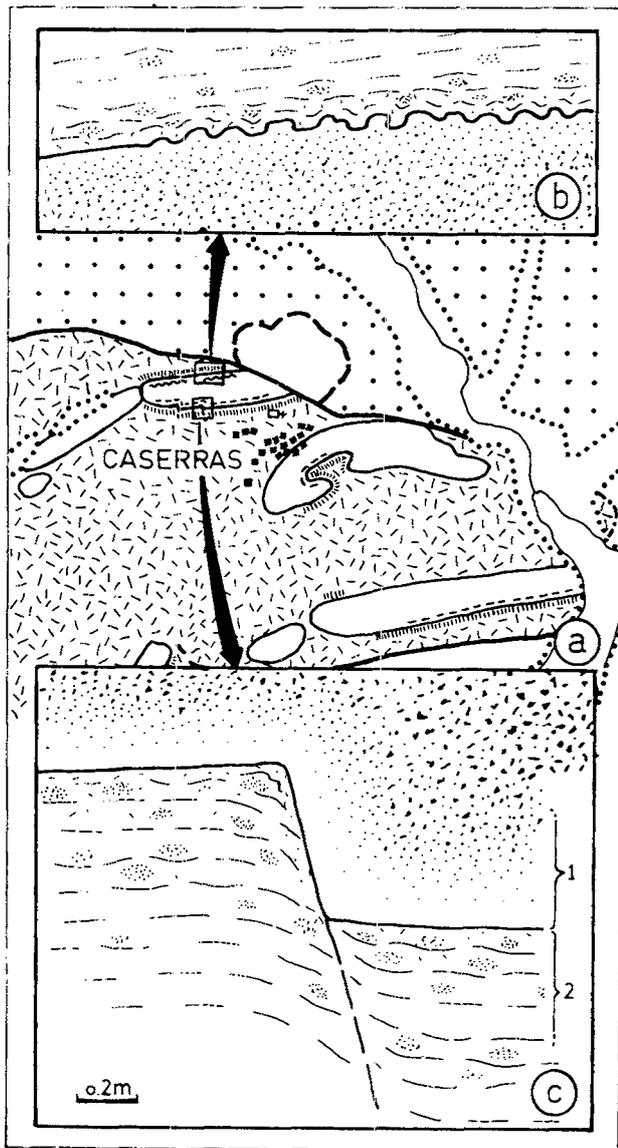


Fig. 6. - Dos aspectos de los contactos de la masa de Caserras: a) Esquema de situación (detalle de la Fig. 1), b) Lavas cordadas del contacto N, c) Un "escalón" del contacto s. 1) Borde enfriado con gradación petrográfica, 2) Sedimentos del Keuper afectados.

formas almohadilladas, desarrolladas en un borde enfriado que por lo común no supera los 20 cm, salvo duplicaciones por apilamiento de elementos de forma almohadillada. Por el contrario, en el límite S, el borde enfriado, siempre único, de unos 30 centímetros de espesor y tránsito más gradual de las facies petrográficas, no presenta estructuras fluidas, pero sí los citados escalones.

De estas observaciones se desprende lo siguiente:

1- La rápida secuencia de facies petrográficas del borde N indica un enfriamiento más rápido que el borde S.

2- La presencia de sedimentos afectados térmica-

mente alrededor de toda la masa supone que el emplazamiento ha tenido lugar *dentro* de los sedimentos del Keuper.

3- Las estructuras fluidales del contacto N indican un comportamiento fluido de la masa ofítica y del sedimento colindante, mientras que los escalones del contacto S reflejan un comportamiento algo más rígido del sedimento al tiempo que la masa ofítica se mantiene fluida.

Esta disposición, por tanto, refleja claramente la polaridad y el modo de emplazamiento de la masa ofítica: El material lávico ha intruído por fisuras a través de sedimentos suficientemente consolidados para fracturarse y se ha emplazado a modo de filón-capa bajo los sedimentos menos consolidados, capaces de comportarse también como un fluido de viscosidad relativamente baja y de menos densidad que el material intrusivo.

La polaridad indicada por la posición de las estructuras fluidales en el contacto N (techo) y los escalones en el contacto S (muro), está confirmada por la geometría de las secciones de las almohadillas.

El comportamiento fluido de los sedimentos suprayacentes indica falta de compactación por carga litológica, por lo cual entendemos que el emplazamiento seguramente tuvo lugar antes de la sedimentación de la serie calcárea rhetiense y liásica, apuntando, por tanto, una edad Keuper terminal.

La variedad de formas fluidales y su irregular distribución en las distintas masas, así como el escaso condicionamiento estratigráfico que refleja la cartografía (fig. 1), hacen pensar que es peligroso inducir a partir de las observaciones de Caserras del Castillo, un modelo de emplazamiento válido para todos los casos. Hay que considerar que el espesor de sedimentos bajo los que se han emplazado las masas ofíticas, puede ser distinto para cada caso, al igual que otros condicionantes, como naturaleza y contenido en agua del sedimento.

Queremos remarcar la convergencia de formas existente entre las estructuras fluidales que hemos observado en los contactos correspondientes a techo de filón-capa ofítico y las superficies de tipo "pahoehoe", en las que pueden coexistir arrugas de lavas cordadas ("flow wrinkles", "ropy lavas") junto con formas globosas o "lava toes" (Schieferdecker, 1959; Green & Short, 1971). Sin embargo la presencia de sedimento térmicamente afectado por la intrusión, en contacto con las estructuras fluidales, indica que en nuestro caso no se trata de una superficie subaérea.

Las formas almohadilladas de estos materiales no responden estrictamente a la definición de "pillow lavas", consideradas de origen submarino, pues carecen de estructura radiada y película hialoclástica bien definida, pero entendemos que responden a la definición de "pillow sill" expuesta por Araña Saavedra y López Ruíz, (1974).

BIBLIOGRAFIA

- ARAÑA SAAVEDRA, V. y LOPEZ RUIZ, J., 1974 *Volcanismo. Dinámica y Petrología de sus productos*. Col. Colegio Universitario, n. 4, Ediciones Istmo, Madrid, 481 p.
- AZAMBRE, B.; RAVIER, J. et THIEBAUT, J., 1971. A propos du phenomene de dipyrisation des roches eruptives d'age secondaire des Pyrenees. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 272: 2137-2139.
- BOISSON, M.; DEBEAUX, M. et THIEBAUT, J., 1974: L'ophite de Siradan (Haute-Garone) et sa mineralisation cuprifere. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 110, n<sup>o</sup> 1-2: 114-121.
- BOSSIERE, G., 1968: *Etude pétrographique des ophites de la région de Bedous*. These 3. cycle, Petrographie, Fac. Sc. Paris, 129 p.
- BRAZ AFONSO DE SOUZA, 1979: Contribución al conocimiento mineralógico de las ofitas españolas. *Tesis Doctoral, Fac. de Ciencias, Universidad de Salamanca*, 227 p.
- CASTELLARIN, A.; LUCCHINI, F.; ROSSELL, J.; ROSSI, P. L.; SARTORI, R. and SAVELLI, C., 1978: Preliminary data on Mesozoic "ophites" from the Southern Pyrénées. *Miner. Petrogr. Acta*, n<sup>o</sup> 22: 85-93.
- FONTEILLES, M. et MUFFAT, S., 1970: Etude pétrographique de deux dolerites (ophites) a pigeonite et olivine des Pyrénées occidentales. *Bull. Soc. Fr. Mineral. et Cristal*, t. 93: 555-570.
- GAVOILLE, B.; SOPENA, J. P.; et THIEBAUT, J., 1971: Les ophites de la region Saint Béat et leur dipyrisation. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 107, n<sup>o</sup> 3-4: 483-491.
- GOLZ, E., 1978: Basiche eruptiva ("ophite") im Mesozoikum von Murcia (SE-Spanien). *Abr. Inst. Geol. Palaont. Univ. Stuttgart. N. F.*, 42, 101 p.
- GREEN, J. y SHORT, N. M., 1971: *Volcanic landforms and surface features*. Springer-Verlag, New York, 319 p.
- LAFFLY, J. L.; MALIVERNEY, Ch. et THIEBAUT, J., 1971: L'ophite et les mineralisations de la bordure occidentales du massif de Milhas (Haute-Garone). *C. R. Somm. Soc. géol. Fr.*, n<sup>o</sup> 3, 175 p.
- LAGO, M., 1980: *Estudio geológico, petrológico, geoquímico y de aprovechamiento industrial de rocas ofíticas en el Norte de España*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, 2v., 444 p.
- LAGO, M., y POCOVI, A., 1980. Observaciones petrográficas y tectónicas sobre las ofitas del área de Aulet (Prepirineo oriental, prov. de Huesca). *Acta Geol. Hispánica*, t. 15: 141-151.
- LAGO, M. y POCOVI, A., (en preparación): Características mineralógico-texturales de los bordes enfriados en ofitas del área de Estopiñán (prov. de Huesca).
- MAGNIN-FEYSOT, C. et MARCHAND, J. (1972) Etude pétrologique de quelques ophites de la côte septentrionale espagnole. *Ann. Sci. Université de Besançon* 3<sup>e</sup> s., t. 17: 39-45.
- RIOTTE, Ch. et THIEBAUT, J., 1965: Caractères pétrographiques de l'ophite de Vèbre. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7<sup>o</sup> s., t. 7: 168-171.
- RUIZ CRUZ, M. D.; DOVAL, M.; BRELL, J. M. y LA IGLESIA, A., 1977: Estudio de las ofitas del triásico y de su influencia en la mineralogía de los sedimentos arcillosos del Keuper. *Cuad. Geol. Ibérica*, t. 4: 455-466.
- SCHIEFERDECKER, A. A. G., ed., 1959: *Geological nomenclature*, Gorinchem: Royal Geol. and Mining Soc. of the Netherlands, 523 p.
- THIEBAUT, J., 1973: Au sujet des ophites des Pyrenées (le point des travaux actuels). *Ann. Sc. Univ. Besançon*, 3<sup>e</sup> s., t. 20: 5-13.
- VAN DE FLIERT, J. R.; HEBEBA, E. H.; PRIFEN, H. N. A.; SMET de. M. E. M.; and VERDURMEN, E. A. Th., 1979: Pillow lavas and basic intrusives of Early Cretaceous age in the Cantar area (prov. Murcia), Spain. *Estudios Geológicos*, t. 35: 605-608.
- WALGENWITZ, F., 1976: *Etude pétrologique des roches intrusives triasiques, des écailles du socle profond et des gîtes de chlorite de la région d'Elizondo (Navarra Espagnole)*. Thèse, Fac. Sci. et Tech. Université Besançon, 172 p.

Recibido, 7 noviembre 1981,  
Revisado, octubre 1982