

# Las tonalitas biotíticas de Aldeaencabo de Escalona (Toledo), Sistema Central Español

*The biotite-bearing tonalites of Aldeaencabo de Escalona (Toledo), Spanish Central System*

C. Villaseca (\*), A.G. Ubanell(\*\*) y J. Gómez Mayor (\*\*\*)

(\*) Dpto. de Petrología y Geoquímica. Fac. CC. Geológicas, UCM. 28040. Madrid.

(\*\*) Dpto. de Geodinámica. Fac. CC. Geológicas, UCM. 28040. Madrid.

(\*\*\*) C/ San Crispín 13. 28011. Madrid.

## ABSTRACT

A new tonalite massif in the centro-iberian region is described. They are scarce and early intrusions outcropping as small massifs (< 1 km<sup>2</sup>) in the widespread hercynian granitic magmatism. Aldeaencabo tonalite is characterised by the lack of metaluminous minerals as amphibole or pyroxenes. Chemically is a peraluminous rock rich in incompatible elements (K, Rb, Zr, REE) in comparison to other nearby tonalites. An intracontinental calcalkaline affinity is defined. Nevertheless, the low Ca, Na and Sr contents point to a suppressed mantle contribution in the genesis of this rock.

**Key words:** Tonalites, geochemistry, Iberian Hercynian Belt.

Geogaceta, 20 (3), 594-596

ISSN: 0213683X

## Introducción

Las rocas básicas que se describen en este artículo por primera vez, se encuentran en el borde sur del Sistema Central Español (SCE) (Fig. 1). El afloramiento tiene una forma casi redondeada, con un diámetro medio de unos 500 m, y está situado inmediatamente al oeste de Aldeaencabo de Escalona, al pie del monte El Berrocal y al norte del Cerro Calaborro, ocupando una extensión de unos 0,3 Km<sup>2</sup>.

Esta zona ha sido estudiada geológicamente por diversos autores, entre ellos: Arribas (1965), Pedraza (1973), Ubanell (1976) y Ubanell y Doblás (1987). Sin embargo, ninguno de ellos cita la presencia de estas rocas, y por ello realizamos este trabajo, dando a conocer las características geológicas y petrológicas de las mismas.

## Marco Geológico

Desde el punto de vista geológico, en la zona se diferencian dos conjuntos principales, el basamento hercínico del SCE y los sedimentos terciarios de la Cuenca del Tajo (Fig. 1).

El basamento está constituido por diversos tipos de granitoides, destacando el stock de El Berrocal, formado por un leucogranito de dos micas, con una facies apical aplítica situada en las zonas más altas del mismo. Bordeando esta intrusión, se encuentran granodioritas y monzogranitos de grano medio, que en algunos lugares presentan una fábrica pla-

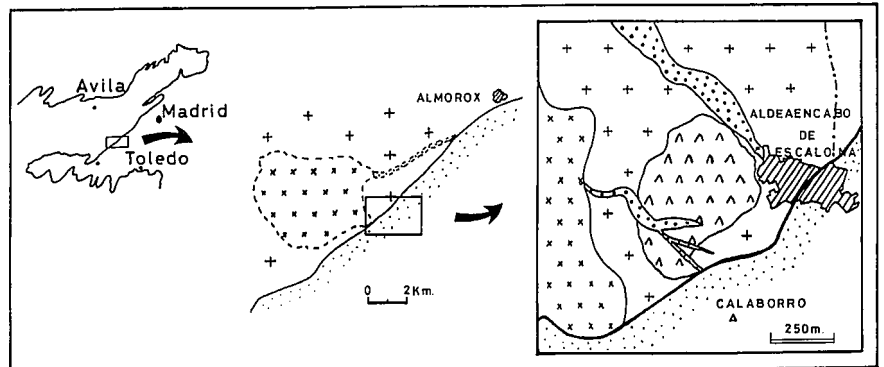


Fig. 1.- Mapa geológico y situación del macizo tonalítico de Aldeaencabo de Escalona (Toledo). Uves invertidas = Tonalita de Aldeaencabo de Escalona. Cruces = Granodioritas y monzogranitos regionales. Puntos gruesos = Diques aplíticos. Aspas = Leucogranito de El Berrocal. Punto y raya = Dique de cuarzo. Puntos finos = Sedimentos terciarios.

Fig. 1.- Geological sketch of the tonalite massif of Aldeaencabo de Escalona (Toledo). = Tonalite of Aldeaencabo de Escalona. + = Granodioritic and monzogranitic country rocks. Points = Aplitic dykes. X = El Berrocal leucogranites. Dashed line = Quartz dyke. Small points = Tertiary sediments.

nar. Estas últimas están atravesadas por diversos filones de tipo aplítico, dos de ellos con varios metros de espesor, y con direcciones próximas a N140°E (Fig. 1). El situado más al N., bordea parte del afloramiento tonalítico, mientras que el otro es digitado y lo atraviesa hasta su borde S., quedando ambos cortados por el leucogranito de El Berrocal. Todos estos materiales están atravesados por distintas redes de fracturación y por diques de cuarzo.

Como la mayoría de los afloramientos de

rocas básicas e intermedias del Sistema Central Español, estos materiales tienen un carácter precoz respecto a los granitoides que les rodean. Esto, en parte, viene definido por la presencia de una fábrica planar de diverso grado de penetrabilidad, con dirección alrededor de N160°E, y buzamiento subvertical, que podrían corresponderse con bandas de cizalla transcurrentes de dirección norteada, frecuentes en el sector (Doblás, 1990). El carácter precoz viene determinado sobre todo

por estar atravesado por numerosas vénulas, diquecillos y diques monzograníticos, que originan localmente una especie de entramado («network»), y que corresponden a inyecciones de la granodiorita-monzogranito regional que influyen en esta tonalita.

Por otro lado, los sedimentos terciarios están formados por arcosas de grano grueso con lentejones de conglomerados, hiladas de cantos, etc.; y por las «formaciones de bolos», que son arcosas con grandes bloques de granitoides, los cuales tienen a veces varios metros de diámetro, y forman los cerros próximos de Calaborro y Los Herrenazos.

Separando estos dos grandes conjuntos hay un gran accidente tectónico, la falla meridional del Sistema Central, que es una gran fractura que limita el borde S. de la Sierra (Vidal Box, 1942; Ubanell, 1982). Corresponde a una falla tardihercínica reactivada en el terciario, con movimiento esencialmente vertical y de carácter inverso, con varios planos de falla. Alguno de éstos quedan fosilizados por las «formaciones de bolos» y otros las cabalgan.

### Características Petrográficas

Son muy poco abundantes en el SCE los afloramientos de rocas básicas e intermedias (RBI). En la zona oriental del mismo, donde está ubicado el macizo que se describe en este trabajo, hay una media docena de afloramientos que en general no superan el Km<sup>2</sup> de extensión de afloramiento. Los macizos más estudiados son de composición variable, siendo gabro-cuarzodiorita-tonalita en El Tiemblo (Casillas, 1989), o tonalita-granodiorita en La Ventosilla (Fúster y Rubio, 1980). Las tonalitas de Aldeaencabo de Escalona se distinguen de las rocas básicas e intermedias conocidas en el sector, por presentar una mineralogía donde están ausentes ferromagnesianos pobres en aluminio, esto es, anfíboles y piroxenos (clino y ortopiroxenos).

La roca tonalítica es de grano fino y a veces inequigranular, con fenocristales de feldespato y de cuarzo violáceo de 1 a 1,5 cm. La textura general es panalotriomorfa, debido a la variable deformación de la roca. Presenta tres tipos de enclaves, siempre de tamaños centimétricos. Los más abundantes son xenolitos de rocas metamórficas paraderivadas (tipos esquistosos y cuarcíticos), así como enclaves micáceos lenticulares. Hay algún enclave microgranular básico.

Los minerales fundamentales de la tonalita son: plagioclasa (50-40% vol.), cuarzo (50-40%), biotita (10-20%) y feldespato potásico claramente tardío (1-3%). En menores proporciones aparecen apatito, circón y opacos. Los fenocristales de plagioclasa presentan restos de zonado, a veces oscilatorio, y una tendencia a cristales agrupados en texturas de

sinneusis. Los cristales grandes de cuarzo también se asocian a esta tendencia glomero-porfídica. Hay moscovita de carácter secundario, formándose por alteración de plagioclasa y biotita. Otros minerales de cristalización subsólidos que aparecen son: clorita, esfena, epidota, sericita y rutilo sagenítico.

	Aldeaencabo BE-4	El Tiemblo* (n=2)	Ventosilla** (n=3)
SiO <sub>2</sub>	61.17	59.53	60.98
TiO <sub>2</sub>	0.92	1.03	0.86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.12	16.43	16.05
FeO	5.94	5.83	5.49
MnO	0.08	0.11	0.08
MgO	3.35	3.58	3.25
CaO	3.52	5.51	5.96
Na <sub>2</sub> O	2.91	3.53	3.22
K <sub>2</sub> O	3.07	2.53	2.32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.23	0.29	0.19
PF	1.76	0.84	1.42
Total	99.07	99.21	99.82
Ba	520	488	645
Rb	151	94	77
Sr	166	179	370
Th	12	8	13
Nb	11	18	-
Zr	190	99	139
La	30.59	25.02	28.34
Ce	64.46	54.10	59.07
Sm	6.42	5.48	5.52
Eu	1.35	1.24	1.43
Gd	5.50	4.54	4.68
Lu	0.41	0.35	0.36

Tabla I.- Análisis químicos de rocas tonalíticas de la Sierra de Guadarrama. \*Datos de Casillas (1989). \*\* Datos de Fúster y Rubio (1980). Los datos de REE de El Tiemblo y La Ventosilla están tomados de Casillas *et al.*, (1991a).

Table I.- Chemical analyses of tonalite rocks from the Sierra de Guadarrama. \*after Casillas (1989), \*\* after Fúster and Rubio (1980). REE data of El Tiemblo and La Ventosilla are from Casillas *et al.*, (1991a).

La deformación dúctil de la roca se manifiesta al microscopio por la disposición orientada de la biotita, por los fenómenos de dislocamiento y fracturación, a veces en escalón, de los fenocristales de plagioclasa, y por la recristalización lamelar de los cristales mayores de cuarzo, que aparecen muy elongados y acintados. En todas las muestras estudiadas es perceptible una foliación que parece tectónica pues supone deformación y clara recristalización tanto de los primocristales (fenocristales) como de los cristales menores de una matriz intergranular ígnea, poco reconocible en sectores.

### Características Geoquímicas

La tonalita de Aldeaencabo es de composición intermedia (SiO<sub>2</sub>=61,2%) y de carácter peraluminico (C-normativo=2,1%), lo que la

diferencia del resto de rocas básicas e intermedias del sector (El Tiemblo, La Ventosilla, La Cañada, La Jarosa, Valdemorillo, El Portacho, etc.). Estas son metalumínicas, como ya se indicaba al mencionar el carácter anfíbólico y/o piroxénico de las mismas. El mayor índice de peraluminicidad de esta roca se debe a la baja concentración de CaO de la misma (3,52%), muy inferior a tipos de rocas con contenidos equivalentes de sílice, que normalmente tienen un 1,5% más de CaO (Tabla I). Por otra parte, la tonalita analizada tiene características de rocas calcoalcalinas relativamente ricas en potasio (K<sub>2</sub>O=3,1%), como es común en los macizos del sector (Casillas, 1989). De hecho, en varios diagramas discriminantes basados en elementos mayores, esta tonalita se proyecta en campos calcoalcalinos junto al resto de rocas básicas e intermedias del área, aunque no formen pautas comunes entre sí (Fig. 2).

En cuanto al contenido en elementos traza, presenta concentraciones ligeramente superiores en Zr, Rb y REE que otros tipos tonalíticos del sector (Tabla I) y se proyectaría dentro del grupo dominante de rocas RBI con moderados contenidos en Sr (<240 ppm), del que sólo se desmarcan los análisis del plutón tonalítico de La Ventosilla, que definirían una pauta con contenidos significativamente mayores de Sr (270-385 ppm, Fúster y Rubio, 1980). Sin embargo, la morfología general de los espectros de contenidos en elementos traza de todos estos plutones RBI (incluido el aquí estudiado de Aldeaencabo), es muy parecida. Así, en el diagrama de elementos traza normalizados (Fig. 3A), presenta altas relaciones de elementos LIL/HFS y acusa las mismas anomalías negativas en Ba, Nb, Sr, (P) y Ti que el resto de las rocas intermedias del sector. Estos son rasgos típicos de rocas calcoalcalinas orogénicas de áreas continentales (Brown *et al.*, 1984).

En el diagrama normalizado de elementos del grupo de las tierras raras (Fig. 3B), se observa un espectro en el que las tierras raras ligeras tienen un mayor grado de fraccionamiento que las pesadas, y aparece una pequeña anomalía negativa en Eu, común a todas las rocas estudiadas en el sector (ver Casillas *et al.*, 1991a).

Los bajos contenidos en Cr (369 ppm), Ni (35 ppm) y MgO de esta roca la alejan de composiciones de magmas primarios. Además, el bajo contenido en Ca y Sr de la tonalita de Aldeaencabo, su carácter marcadamente peraluminico y su riqueza en ciertos elementos químicos (K, Rb, Zr, REE) conduce a sospechar un escaso grado de participación de fuentes mantélicas o básicas infracorticales en el origen de las mismas. Los escasos datos isotópicos sobre este tipo de materiales (Casillas *et al.*, 1991b, citan signatures isotópicas iniciales de un gabro de El Tiemblo de <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr

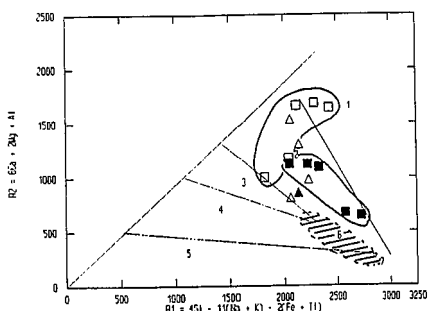


Fig. 2.- Diagrama R1-R2 de rocas básicas e intermedias (RBI) de la Sierra de Guadarrama. La tonalita de Aldeaencabo aparece como triángulo relleno. Las rocas de El Tiemblo (cuadrados vacíos) y de La Ventosilla (cuadrados rellenos), aparecen en grupos separados. Otros macizos de rocas equivalentes (La Jarosa, La Cañada, El Portacho, etc.), aparecen con símbolos de triángulos vacíos. Se añade campo composicional de los granitoides del sector (campo rayado). Campos numerados del diagrama según la nomenclatura de Batchelor y Bowden (1985).

Fig. 2.- R1-R2 plot with basic and intermediate rocks from Sierra de Guadarrama. Full triangle symbol is the Aldeaencabo tonalite. El Tiemblo (open squares) and La Ventosilla (full squares) plot in separated trends. Related rocks (La Jarosa, La Cañada, El Portacho, etc) as open triangles. Granitic plutons (striped field) are also plot. R1-R2 fields after Batchelor & Bowden (1985)

= 0,7076 y Nd = -4,5), muy alejados de composiciones condriticas del manto, apuntan a una significativa transformación de relaciones isotópicas mantélicas en las rocas más básicas y primitivas, cuando no a una fuerte contribución de componentes corticales en su génesis (caso de los materiales básicos e intermedios del sector próximo de Gredos, Moreno-Ventas *et al.*, 1995). La tonalita de Aldeaencabo es de los pocos materiales RBI del sector con relaciones  $K_2O/Na_2O > 1$ . El carácter alto en  $Al_2O_3$  de la misma indica que el moderado/bajo contenido en  $Na_2O$  de la tonalita no es debido a exhaustivo fraccionamiento de plagioclasa y que debe ser un carácter original en la misma. Este rasgo junto a otras características geoquímicas ya expuestas indican una fuerte contribución de materiales corticales maduros, en su génesis, que debería ser explorada en trabajos geoquímicos e isotópicos, más detallados, en el futuro.

Conclusiones

Se ha estudiado un nuevo afloramiento de rocas tonalíticas precoces, muy escasas en todo el sector orogénico centro-ibérico. Es de resaltar que en su mineralogía no aparecen anfíboles y/o piroxenos, como en otras rocas del sector, siendo la biotita el único ferromagnesiano principal.

La composición de la tonalita es peraluminica y destaca también por contenidos ligeramente superiores en Zr y REE respecto a tipos semejantes. Son rocas calcoalcalinas de zonas intracontinentales, y sus características geoquímicas tan peculiares apuntan a una menor participación mantélica en su origen que otras rocas básicas e intermedias de la zona.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto DGICYT PB93-0295.

Referencias

Arribas, A. (1965). *Notas y Com. del I.G.M.E.*, 77, 67-92.  
 Batchelor, R.A. y Bowden, P. (1985). *Chem. Geol.*, 48, 43-55.  
 Brown, G.C., Thorpe, R.S. y Webb, P.C. (1984). *Jour. Geol. Soc. London*, 141, 411-426.  
 Casillas, R. (1989). *Tesis Doctoral, U.C.M.*, 316 pp.  
 Casillas, R., Brändle, J.L., Huertas, M.J., Peinado, M., Pérez-Soba, C. y Villaseca, C. (1991a). *Bol. Soc. Esp. Mineral.*, 14, 261-271.  
 Casillas, R., Vialette, Y., Peinado, M., Duthou, J.L. y Pin, Ch. (1991b). *Abstract Soc. Geol. France*, séance au memoire Jean Lameyre.  
 Doblás, M. (1990). *Tesis Doctoral, U.C.M.*, 465 pp.  
 Fúster, J.M. y Rubio, J.I. (1980). *Bol. Geol. Min. España*, 91, 494-502.  
 Moreno-Ventas, I., Rogers, G. y Castro, A. (1995). *Contrib. Mineral. Petrol.*, 120, 137-149.  
 Pedraza, J. (1973). *Bol. Geol. Min. España*, 84, 1-14.  
 Sun, S.S. (1980). *Phil. Trans. Roy. Soc.*, A 297, 409-445.  
 Taylor, S.R. y McLennan, S.M. (1985). *The continental crust: its composition and evolution. Blackwell, Oxford*.  
 Ubanell, A.G. (1976). *Comunic. Serv.*

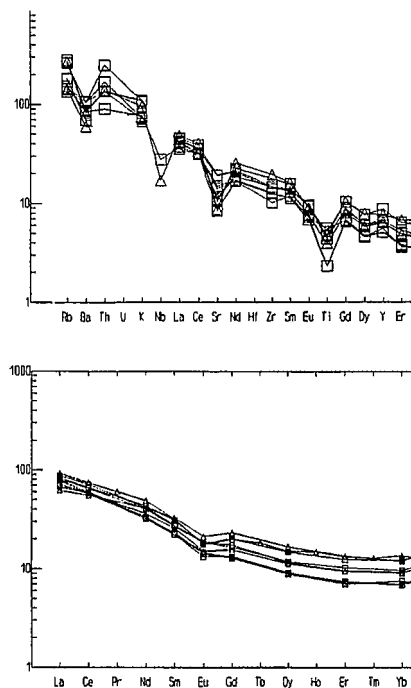


Fig. 3.- A) Diagrama de elementos traza normalizados de rocas RBI de la Sierra de Guadarrama. Los elementos traza están normalizados al manto primordial de Taylor y McLennan (1985). B) Elementos de las tierras raras normalizados al condrito de Sun (1980). En ambos diagramas, la tonalita de Aldeaencabo se confunde con el resto de los datos.

Fig. 3.- A) Primordial mantle-normalized trace element diagram for RBI rocks from Sierra de Guadarrama. Normalizing constants are from Taylor & McLennan (1985) B) Chondrite-normalized REE patterns for RBI rocks. Chondrite values are from Sun (1980). In both diagrams Aldeaencabo tonalite plot mingled with same patterns for other rocks.

*Geol. Portugal*, 60, 53-68.  
 Ubanell, A.G. (1982). *Tesis Doctoral, U.C.M.*, 217 pp.  
 Ubanell, A.G. y Doblás, M. (1987). En: *Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico*. Bea, F., Carnicero, A., Gonzalo, J.C., López-Plaza, M. y Rodríguez, M.D. (eds.). *Ed. Rueda, Madrid*, pp. 393-403.  
 Vidal Box, C. (1942). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 40, 117-132.