

El complejo intrusivo diorítico-gabbroico de Susqueda (Macizo del Montseny–Guilleries, Cataluña): unidades litológicas y características petrográficas

The dioritic-gabbroic intrusive complex of Susqueda (Montseny–Guilleries massif, Catalonia): lithological units and petrographic features

Sergi Esteve¹, Joan Sunyer², Laura Culi³, Jordi Cirés², Gemma Alías¹ y Pere Enrique¹

¹ Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. C/ Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona, España. sergi.esteve@ub.edu, galias@ub.edu, pere.enrique@ub.edu

² Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, Parc de Montjuïc, 08038 Barcelona, España. Joan.Sunyer@icgc.cat, Jordi.Cires@icgc.cat

³ Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Cd. Universitaria, 04510. México DF, México. lculi@geologia.unam.mx

ABSTRACT

The intrusive complex of Susqueda constitutes the biggest association of plutonic mafic rocks of the Catalanian Coastal Ranges. It is located in the contact between the large calc-alkaline granitoid intrusions and the Paleozoic country rocks affected by Hercynian regional metamorphism. Intrusive relationships denote contemporaneity of basic magmas and, at least, an acid magma intrusion. A significant part of the outcrop consists of a heterogeneous mixing zone between the two magmas (mingling). The intrusion is made up of two oval-shaped outcrops about 3 km long, elongated in the N–S direction and separated by a NW–SE fault. In these units, the compositions of the plutonic rocks range from quartz diorites and tonalites (in the mixing zones) up to olivine hornblendites. Even though its distribution is quite heterogeneous, a preliminary cartography was made including the different petrographic types in three main groups: 1) hornblende gabbros and olivine hornblendites; 2) biotite-hornblende diorites; and 3) heterogeneous mixing zone between hornblende-biotite quartz diorite, granodiorite, and tonalite. The predominant mineral composition consists of plagioclase and amphibole, typical of dioritic rocks. Nevertheless, in a great part of the outcrop the plagioclase widely exceeds the 50% in An, typical of gabbroic rocks.

Key-words: Susqueda intrusion, hornblende gabbro, olivine hornblendite, diorite, Hercynian.

RESUMEN

El complejo intrusivo de Susqueda constituye la mayor asociación plutónica de rocas máficas del batolito de las Cordilleras Costeras Catalanas. Se halla situado en el contacto entre grandes intrusiones de granitoides calcoalcalinos y rocas encajantes paleozoicas afectadas por el metamorfismo regional hercíniano. Las relaciones intrusivas indican una clara contemporaneidad entre los magmas básicos y, al menos, una intrusión ácida. Una parte significativa del afloramiento consiste en una zona de mezcla heterogénea entre los dos magmas (mingling). La intrusión está formada por dos afloramientos ovalados de unos 3 km de longitud, alargados en dirección N–S y separados por una falla NW–SE. En su interior se distinguen diversos tipos de rocas plutónicas con composiciones que varían desde cuarzodioritas y tonalitas (en las zonas de mezcla) hasta hornblenditas olivínicas. Aunque su distribución es bastante heterogénea se ha realizado una cartografía preliminar, incluyendo los distintos tipos petrográficos en tres grupos principales: 1) gabros hornbléndicos y hornblenditas olivínicas, 2) dioritas hornbléndico-biotíticas y 3) mezcla heterogénea entre cuarzodioritas biotítico-hornbléndicas, granodioritas y tonalitas. La mineralogía dominante consiste en plagioclasa y anfíbol que es típica de rocas dioríticas. No obstante, en gran parte del afloramiento la plagioclasa supera ampliamente el 50% de An, propia de rocas gabbroicas.

Palabras clave: Intrusión de Susqueda, gabro hornbléndico, hornblendita olivínica, diorita, hercíniano.

Geogaceta, 60 (2016), 98-102
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Recepción: 14 de febrero de 2016
Revisión: 20 de abril de 2016
Aceptación: 20 de Mayo de 2016

Introducción

El complejo ígneo de Susqueda se halla en el extremo septentrional del batolito hercíniano que aflora en gran parte de las Cordilleras Costeras Catalanas (Fig. 1). El batolito está compuesto por numerosas intrusiones de rocas plutónicas de carácter calcoalcalino que cubre un amplio espectro composicional (En-

rique, 1990). El emplazamiento de las principales unidades intrusivas tuvo lugar con posterioridad al desarrollo de la foliación y el metamorfismo regional hercíniano (Ashauer y Teichmüller, 1935; Fontboté y Julivert, 1952) lo que originó una aureola de metamorfismo de contacto sobrepuesta.

En las inmediaciones de la presa de Susqueda (Macizo del Montseny–Guilleries) se en-

cuentra el mayor afloramiento conocido de rocas plutónicas básicas en el batolito, el cual se conoce desde los primeros estudios petrográficos realizados en la región (San Miguel de la Cámara, 1936; Van der Sijp, 1951). La presencia sistemática de anfíbol y la abundancia de plagioclasa justificó la denominación de «Diorita de Susqueda», nombre que se ha mantenido hasta la actualidad, si bien Van der

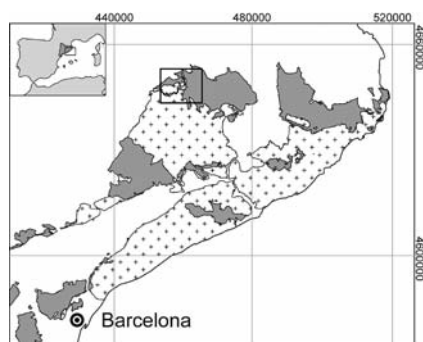


Fig. 1.- Esquema geológico de las Cordilleras Costeras Catalanas y situación del área estudiada (ETRS89 UTM 31N).

Fig. 1.- Geological sketch of the Catalan Coastal Ranges and location of the studied area (ETRS89 UTM 31N).

Sijp ya reconoció su composición básica y las consideró como gabros. Las cartografías más recientes de la intrusión (Barnolas *et al.*, 1979; Durán, 1990; Culi *et al.*, 2013) han ido poniendo de manifiesto la presencia de diversas unidades composicionales con contactos muy irregulares, aún poco establecidos.

El objetivo de este trabajo es contribuir a establecer algunos de los principales tipos petrográficos presentes teniendo en cuenta su composición modal y determinar su representación cartográfica preliminar.

Petrografía

La notable variación composicional de las rocas estudiadas y las peculiaridades de los contactos entre las mismas justifican la denominación de complejo ígneo intrusivo para distinguirlo de una unidad intrusiva simple. A escala del afloramiento se observa un predominio de rocas plutónicas grises de grano medio, de tonalidades relativamente oscuras que indican un alto contenido en minerales máficos. Estos minerales consisten principalmente en anfíbol y localmente en biotita, o en ambos. La plagioclasa representa la mayor parte de la roca pero puede llegar a ser minoritaria o incluso a estar totalmente ausente. Este es el caso de las rocas ultramáficas, que pueden llegar a contener porcentajes apreciables de olivino. El cuarzo está ausente o es muy poco abundante, excepto en el caso de las variedades más biotíticas en las que puede ser apreciable, o de algunas facies de granitoides asociadas.

Tomando en consideración estas características mineralógicas, las rocas del complejo de Susqueda se han dividido en tres grupos genéricos (Suñé, 2004): 1) dioritoides, 2) gabroides y 3) hornblenditas.

1) Los dioritoides forman un conjunto muy heterogéneo, tanto en su distribución como en su textura y en el contenido en minerales máficos. Son rocas grises, y predominan los tipos de grano fino. La biotita y el anfíbol se hallan en proporciones muy variables y puede predominar uno u otro según las zonas. Bajo el microscopio el mineral más abundante es la plagioclasa que se presenta hipidiomorfa, zonada y con maclado polisintético. En algunos núcleos se alcanzan composiciones labradoríticas (ángulo de extinción). El anfíbol se presenta en cristales hipidiomorfos o alotriomorfos de grano fino a medio y con pleocroísmo verde–marrón. Puede presentar inclusiones de biotita, plagioclasa o apatito. La biotita es hipidiomorfa y de tamaño muy variable. Los cristales mayores suelen ser ricos en inclusiones de biotita y anfíbol. El cuarzo es poco abundante y se presenta en granos alotriomorfos con tendencia intersticial.

2) Los gabroides son rocas de color gris oscuro con abundante anfíbol como mineral máfico dominante. El tamaño de grano es medio, aunque se encuentran variaciones de tamaño fino a grueso a escala decimétrica, e incluso se han observado de manera localizada algunas facies de grano muy grueso. En lámina delgada, la mayoría de las muestras presenta una textura granular compuesta por propor-

ciones más o menos iguales de plagioclasa cálcica y anfíboles, con pequeñas proporciones variables de biotita y en algún caso cuarzo hasta un 5%. (Figs. 2C y 2D). Se han reconocido tres tipos de anfíboles. El anfíbol de tipo I forma cristales con núcleos alotriomorfos marrones rodeados por unos bordes incoloros fibrosos. El anfíbol de tipo II suele ser de grano más fino que el anterior, de hábito fibroso y tonalidades verdes muy pálidas o incoloro, y aparece en posición intergranular. El anfíbol de tipo III, incoloro y de hábito fibroso, se ha encontrado en una sola muestra dentro de grandes cristales de anfíbol de tipo I, posiblemente pseudomorizando cristales redondeados de olivino. La biotita forma cristales de tamaño variable, alotriomorfos, de color pardo pleocroico y en algún caso de tonos verdosos.

3) Las hornblenditas son rocas de grano grueso a muy grueso, oscuras de tonalidades verdosas, fundamentalmente formadas por anfíbol en cuyo interior se distinguen inclusiones de olivinos redondeados de tamaño milimétrico. Las hornblenditas se presentan en contactos netos irregulares con los gabroides aunque algunas composiciones intermedias también sugieren la existencia de contactos graduales. A la escala microscópica se observa que estas rocas

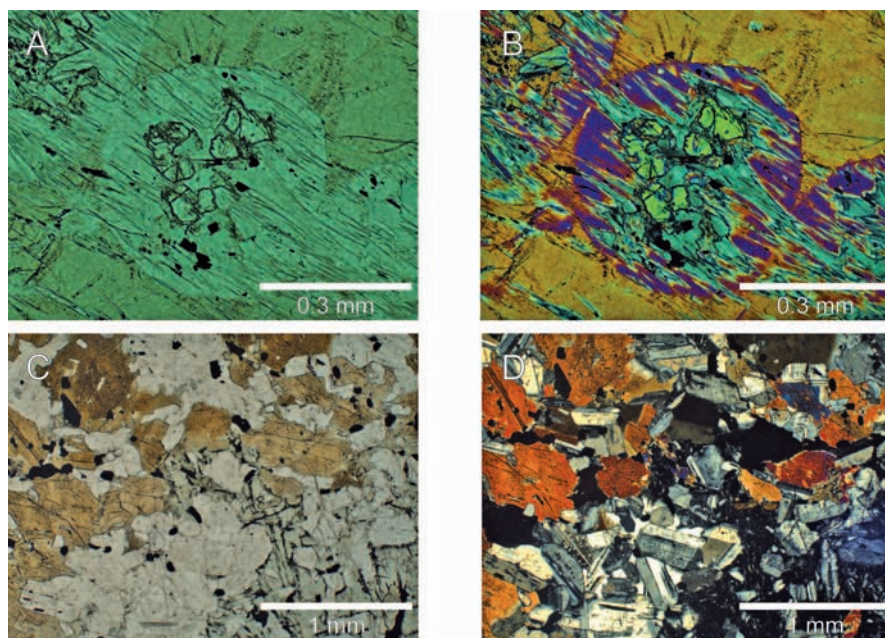


Fig. 2.- Microfotografías de algunas muestras estudiadas. A) y B) Inclusión de olivino en anfíbol poiquilitico (tipo I) parcialmente transformado a anfíbol de tipo III, en hornblendita (Sq-33.c) en nicoles paralelos (A) y nicoles cruzados (B). C) y D) Textura de un gabro hornbléndico en nicoles paralelos (C) y nicoles cruzados (D). Ver figura en color en la Web.

Fig. 2.- Microphotographs of some studied samples. A) and B) Olivine inclusion in poikilitic amphibole (type I) partially transformed to type III amphibole, in hornblende (Sq-33.c) in plane-polarized light (A) and crossed-polarized light (B). C) and D) Hornblende gabbro texture in plane-polarized light (C) and crossed-polarized light (D). See colour figure on the Web.

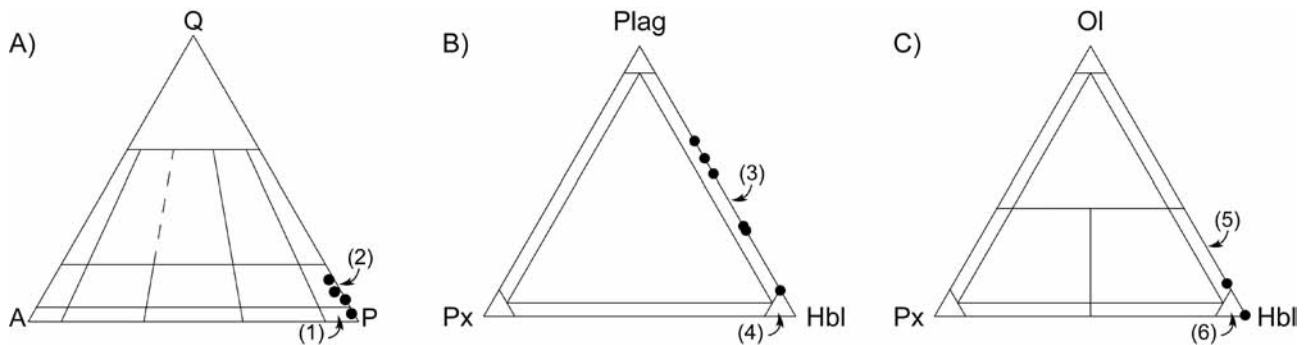


Fig. 3.- Triángulos de clasificación (Le Maitre *et al.*, 2002) de las muestras estudiadas. A) Triángulo QAP de las muestras de dioritoides. B) Triángulo Plag-Px-Hbl de las muestras de gabroides. C) Triángulo Ol-Px-Hbl de las muestras de hornblenditas. Nombres de los campos: 1) dioritas, 2) cuarzdioritas, 3) gabros hornbléndicos, 4) hornblenditas con plagioclasa, 5) hornblenditas olivínicas y 6) hornblenditas.

Fig. 3.- Classification diagrams (Le Maitre *et al.*, 2002) of the studied samples. A) QAP triangle of dioritoid samples, B) Plag-Px-Hbl triangle of gabbroid samples, and C) Ol-Px-Hbl triangle of hornblendite samples. Field names: 1) diorites, 2) quartz diorites, 3) hornblende gabbros, 4) plagioclase-bearing hornblendites, 5) olivine hornblendites, and 6) hornblendites.

están formadas por grandes cristales de anfíbol marrón o marrón-verdoso (tipo I) con un borde verde claro o incoloro, pleocroico. Los cristales, de hasta 3 cm, son alotriomorfos y poiquilíticos e incluyen cristales de olivino redondeados que se hallan parcialmente pseudomorfizados por otro anfíbol (tipo III), de grano fino e incoloro (Figs. 2A y 2B). Al igual que en la tipología anterior, el anfíbol de tipo II ocupa los espacios entre granos, es incoloro o verde muy pálido y de hábito fibroso, posiblemente pseudomorfizando a cristales del tipo I. La flogopita se encuentra en pequeñas cantidades. En las muestras en las que se ha reconocido plagioclasa, ésta se halla como inclusión en anfíbol de tipo I, raramente ocupando los intersticios, y además no se ha encontrado olivino. La espinela está presente en sólo una de las muestras.

Clasificación

La clasificación de los tipos petrográficos principales se ha llevado a cabo mediante análisis modales en láminas delgadas (Suñé, 2004) con un contador de puntos Swift en el Departamento de Geoquímica, Petrología i Prospecció Geològica de la Universidad de Barcelona. Los análisis modales realizados en cuatro de las muestras de dioritoides, junto con la composición estimada para la plagioclasa, permiten clasificar estas rocas en el campo de las cuarzdioritas y dioritas del diagrama QAP de Le Maitre *et al.* (2002) (Fig. 3A). Teniendo en cuenta las proporciones de minerales máficos es posible precisar su clasificación como cuarzdioritas biotítico-hornbléndicas y dioritas hornbléndicas, si bien una de las muestras correspondería más bien una cuarzdiorita hornbléndico-biotítica.

En el caso de los gabroides, las cinco muestras analizadas se proyectan sobre el campo de los gabros hornbléndicos, dos de los cuales, con un contenido en minerales máficos mayor, corresponden a la variedad melanocrática (Fig. 3B). Cabe destacar que, aunque la IUGS no recomienda su uso, estas muestras se corresponden mejor con el término «bojita» en el sentido de Hatch *et al.* (1975).

Los cuatro análisis modales de las hornblenditas ponen de manifiesto su carácter ultramáfico ya que su contenido en minerales máficos es superior al 90%. Así pues, dos de las muestras analizadas corresponden a hornblenditas *sensu stricto*, otra a una hornblendita olivínica (Fig. 3C) y la otra, por su mayor proporción en plagioclasa (10%), correspondería a un tránsito hacia los melagabros hornbléndicos (punto más cercano al vértice Hbl en la figura 3B).

Nótese el hecho de que las muestras que contienen plagioclasa no contienen olivino y viceversa.

Cartografía

Los distintos tipos petrográficos descritos tienen contactos irregulares a distintas escalas (decamétrica, métrica e incluso centimétrica), por lo que la cartografía que se presenta agrupa los diversos tipos petrográficos más afines bajo una misma trama. Con los conocimientos actuales, el volumen de rocas ultramáficas parece ser de orden menor razón por la cual, la asociación plutónica la denominaremos «complejo intrusivo diorítico-gabroico de Susqueda», teniendo en cuenta sus componentes mayoritarios. Así pues, las unidades litológicas plutónicas cartografiadas son las siguientes (Fig. 4): 1) gabros hornbléndicos, hornblenditas y hornblenditas olivínicas, con algunas inyecciones tonalíticas; 2) cuarzdioritas

y dioritas hornbléndico-biotíticas y, ocasionalmente, gabros hornbléndicos biotíticos, y 3) zona de mezcla magmática heterogénea (*mingling*) entre dioritas y granodioritas biotíticas, con términos tonalíticos intermedios. Otras unidades plutónicas en el contacto occidental del complejo: 4) granodiorita biotítica, y 5) monzogranito biotítico.

Conclusiones

Las rocas plutónicas máficas y ultramáficas de Susqueda, referidas generalmente en la bibliografía como «dioritas de Susqueda», exhiben una notable variación composicional comprendida entre tonalitas y hornblenditas olivínicas. Esta diversidad petrológica y la naturaleza de los contactos entre diferentes pulsos magmáticos justifican la denominación de «complejo intrusivo diorítico-gabroico de Susqueda».

La determinación modal de los tipos principales ha permitido clasificarlos de forma precisa como cuarzdioritas hornbléndico-biotíticas, gabros hornbléndicos, hornblenditas y hornblenditas olivínicas.

Esta asociación es análoga en muchos aspectos a la descrita en el Macizo del Montnegre (Cordillera Litoral Catalana) (Enrique, 1983; Enrique y Galán, 1989; Butjosa *et al.*, 2013).

La cartografía presentada está basada esencialmente en la de Culí *et al.* (2013) y ha sido adaptada a los nuevos datos petrográficos obtenidos.

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a los editores, a Ramón Casillas y a un revisor anónimo, cuyas correcciones y comentarios detallados han servido para mejorar este manuscrito.

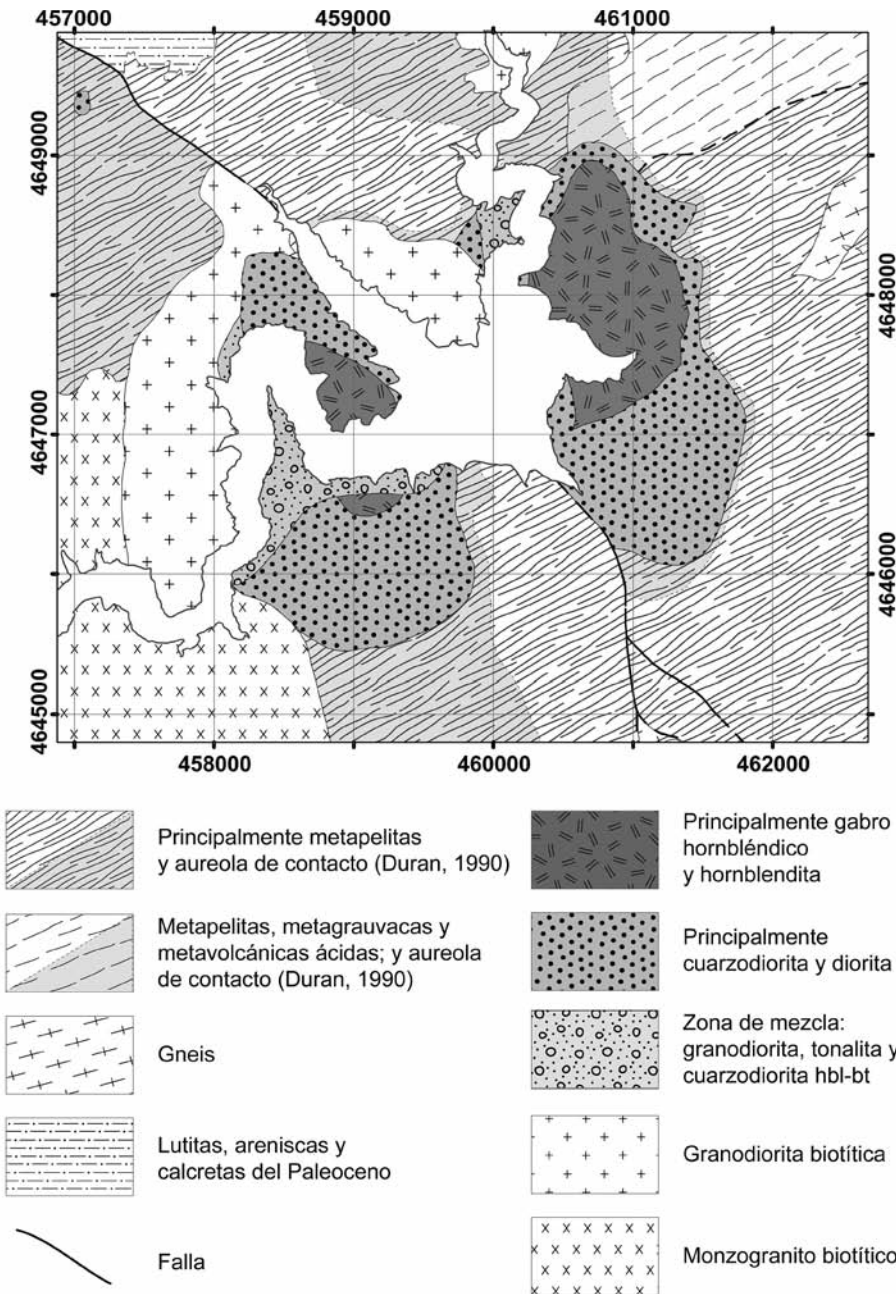


Fig. 4.- Mapa geológico simplificado de las inmediaciones del pantano de Susqueda con las unidades principales. Enjambre de diques no representado para evitar sobrecargar la figura. ETRS89 UTM 31N. Modificado de Culi et al. (2013).

Fig. 4.- Simplified geological map of the Susqueda dam surroundings with the main units. The dyke swarm has not been represented to avoid clutter. ETRS89 UTM 31N. Modified after Culi et al. (2013).

Referencias

- Ashauer, H. y Teichmüller, R. (1935). *Publicaciones extranjeras sobre geología de España* 3, 7–102. Madrid, 1946.
- Barnolas, A., García-Vélez, A., Muelas, A., Soubrier, J. y Pallí Buxó, L. (1979). *Mapa Geológico de España escala 1:50.000, hoja nº 333 (Santa Coloma de Farnés) y memoria*. IGME, Madrid. 38 p.
- Butjosa, L., Enrique, P. y Galán, G. (2013). *Geogaceta* 54, 35–38.
- Culi, L., Durán, H., Cirés, J., Pons, P., Montaner, J., Solà, J. y Micheo, M.J. (2013). *Mapa Geológico de Catalunya 1:25.000, Anglès 333-1-1 (75-25)*, ICC-IGC, Barcelona.
- Durán, H. (1990). *Acta Geológica Hispánica* 25, 83–103.
- Enrique, P. (1983). *Revista d'Investigacions Geològiques* 36, 25–38.
- Enrique, P. (1990). *Acta Geológica Hispánica* 25, 39–64.
- Enrique, P. y Galán, G. (1989). *Boletín Geológico y Minero* 100, 897–916.
- Fontboté, J.M. y Julivert, M. (1952). En: *Congrés Geologique International Comptes Rendus de la XIX session, Alger*, XIII, 575–591.
- Hatch, F.H., Wells, A.K. y Wells, M.K. (1975). *Petrology of the igneous rocks*. Thomas Murby and Co., London, 551 p.
- Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M.J., Bonin, B. y Bateman, P. (2002). *Igneous rocks: a classification and glossary of terms*. Cambridge University Press, Cambridge, 236 p.
- San Miguel de la Cámara, M. (1936). *Estudio de las rocas eruptivas de España*. Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, Serie de Ciencias Naturales, VI, 660 p.
- Suñé, J. (2004). *Estudi petrologic del Complex Igni de Susqueda*. Trabajo Final de Carrera. Univ. de Barcelona (iné.), 64 p.
- Van Der Sijp, J.W.C.M. (1951). *Petrography and geology of Montseny-Guilleries: N.E. Spain*. Tesis Doctoral, Univ. de Utrecht, 99 p.