

Nueva edad U-Pb SHRIMP en el magmatismo pérmico del área de Sallent de Gállego (Zona Axial, Pirineos centrales)

New U-Pb SHRIMP age in the Permian magmatism (Sallent de Gállego area, Axial Zone, Central Pyrenees)

Lidia Rodríguez¹, Julia Cuevas¹, Jose María Tubía¹, Jose Julián Esteban¹, Sergey Sergeev² y Alexander Larionov²

¹ Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, apartado 644, 48080 Bilbao, España .
lidia.rodriguez@ehu.es, julia.cuevas@ehu.es, jm.tubia@ehu.es, jj.esteban@ehu.es

² Centre of Isotopic Research, VSEGEI, 199106 San Petersburgo, Rusia. Sergey_Sergeev@vsegei.ru, Alexander_Larionov@vsegei.ru

ABSTRACT

This study presents new U-Pb analyses using a sensitive high-resolution ion microprobe (SHRIMP) on zircons from a basic dyke intruded in Devonian slates and limestones from the Axial Zone of the Central Pyrenees. The zircon grains exhibit euhedral shapes with clear magmatic characteristics as oscillatory or sector zoning without recrystallized rims. Zircons yield a concordant age of 259 ± 3.2 (2σ) Ma, that we interpret as the intrusion age of the dyke. The petrological features of the dyke points to a close relationship with the post-Variscan volcanism recognized in the area, an interpretation that is consistent with the Permian age of the dyke. This magmatism developed under late- to post-orogenic conditions and is related to the formation of the Stephanian-Permian basins disseminated along the Pyrenees. The new obtained age broadens the time span of the Permian magmatism in the Pyrenees.

Key-words: U-Pb SHRIMP dating, Permian magmatism, Central Pyrenees.

Geogaceta, 53 (2013), 81-84.
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Situación y características geológicas

El estudio que hemos realizado se localiza en los aldeaños de Sallent de Gállego (Huesca), en el sector central de la Zona Axial pirenaica (Fig. 1). Los materiales que afloran de manera predominante son calizas y pizarras de edad devónica, que constituyen el encajante para el borde meridional y occidental del batolito Cauterets-Panticosa. La edad de emplazamiento de este batolito, considerado sin- a tardi cinemático (Gleizes *et al.*, 1998; Santana, 2001), es de 301 ± 7 Ma (Majesté-Menjoulàs *et al.*, 1999) y ha sido obtenida por el método de U-Pb sobre circón, en el plutón granítico de Cauterets oriental, situado al este de la región estudiada.

La apertura de cuencas estrechas durante el colapso extensional del orógeno Varisco generó el acúmulo de depósitos discordantes de edad Estefano-Pérmica sobre los materiales paleozoicos más antiguos. La formación de estas cuencas está relacionada con un periodo de inestabilidad térmica en el manto subcontinental, evidenciado por el magmatismo de origen mantélico y grados variables de contaminación cortical (Innocent *et al.*, 1994; Lago *et al.*, 2004). Aunque Bixel (1988) distinguió cinco eventos volcánicos ligados con este proceso en los Pirineos, sólo tres de ellos tienen representación en la región de Sallent (Briqueu e Innocent, 1993; Ternet *et al.*, 2004). El primero de ellos, atribuido al Autuniense, está asociado al Midi d'Ossau (Fig. 1) y se han obtenido edades U-Pb de 278-272 Ma

RESUMEN

Este estudio presenta una nueva edad U-Pb usando el método SHRIMP obtenida en circones de un dique básico, que intruye en materiales devónicos de la Zona Axial pirenaica. Los circones tienen formas euhedrales y muestran características magmáticas, como un zonado oscilatorio carente de bordes recrystalizados. Los datos obtenidos proporcionan una edad de $259 \pm 3,2$ Ma (2σ), que hemos interpretado como la edad de la intrusión del dique. Las características del dique lo relacionan estrechamente con el episodio volcánico post-Varisco que se ha reconocido en este área y que es coherente con la edad obtenida. Este magmatismo se produjo en condiciones tardi- a post-orogénicas y está relacionado con el desarrollo de las cuencas estéfano-pérmicas de los Pirineos. Esta nueva edad obtenida alarga el lapso de tiempo para el magmatismo pérmico en los Pirineos.

Palabras clave: Datación U-Pb SHRIMP, magmatismo pérmico, Pirineos centrales.

Fecha de recepción: 11 de julio de 2012
Fecha de revisión: 25 de octubre de 2012
Fecha de aceptación: 30 de noviembre de 2012

(Briqueu e Innocent, 1993). El segundo episodio, relacionado con el vulcanismo de Anayet (Fig. 1), no está bien acotado y se ha propuesto una edad Autuniense-Saxoniense por correlación indirecta con los materiales sedimentarios en los que se intercala (Ternet *et al.*, 2004).

Las pizarras y calizas del Devónico en las cercanías de Sallent de Gállego están intruidas por diques de composición básica con una notable alteración. Unos cortan a las estructuras variscas (pliegues, principalmente), indicando una edad posterior de intrusión. Sin embargo, otros son sills, subparalelos a los contactos litológicos. Algunos de ellos se han atribuido a un vulcanismo de edad Devono-Dinatiense que no está bien definido en esta región (véase Barnolas y Chiron, 1996), a diversos procesos

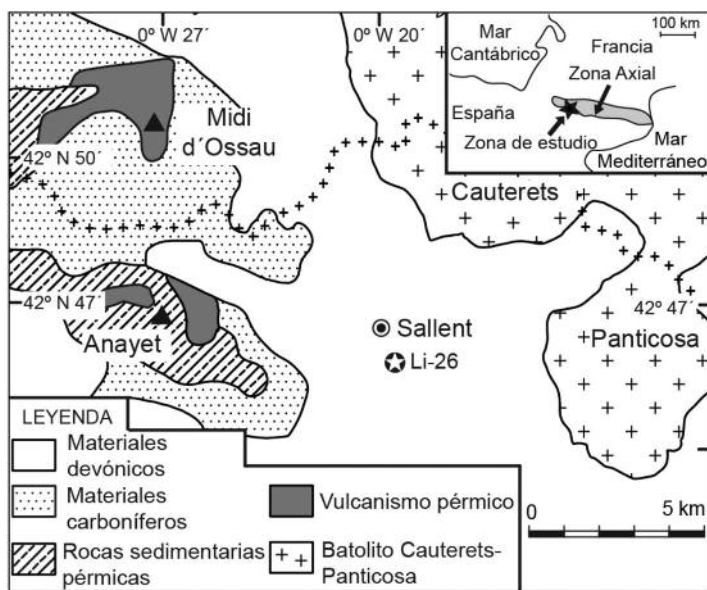


Fig. 1.- Mapa geológico simplificado de la zona de Sallent de Gállego, en la Zona Axial de los Pirineos. La localización del dique analizado (Li-26) está marcada con una estrella.

Fig. 1.- Simplified geological map of the Sallent de Gállego transect, in the Pyrenean Axial Zone. The location of the analyzed dyke (Li-26) is marked by a star.

magmáticos relacionados con la intrusión del plutón de Cauterets-Panticosa (Debon y Zimmermann, 1993), o a eventos subvolcánicos asociados al magmatismo Estefano-Pérmico del Anayet (Rodríguez, 2011).

Este trabajo precisa la edad del dique de mayor tamaño que hemos encontrado en esta región (Li-26). El dique tiene una potencia media de 3 m y una longitud de 200 m; intruye casi paralelamente a la estratificación de las pizarras y calizas de edad Devónico Medio y es resistente a la erosión en el paisaje (Fig. 2A). Tiene una textura dolerítica, con un entramado de fenocristales de plagioclasa y con piroxeno en los intersticios (Fig. 2B y C). Las principales fases minerales, determinadas por microsonda electrónica (CAMECA SX100 de la Universidad de Oviedo), indican que la plagioclasa primaria es labradorita, que se encuentra transformada a albita casi en un 70 % y que el piroxeno es augita, casi totalmente cloritizado; otros componentes minoritarios son apatito, pirita, rutilo y titanita.

Se han realizado análisis de roca total del dique estudiado (mayoritarios, minoritarios y tierras raras) en el "Centre de Recherches Petrographiques et Géochimiques" (Nancy, Francia) y en el Servicio de Geocronología y Geoquímica Isotópica de la UPV/EHU. Las muestras tienen una baja proporción de SiO₂ y álcalis (48,1-48,9 % y 4,1 % respectivamente) y una pérdida en ignición (LOI) entre el 4,5-4,8 %. En los diversos diagramas discriminatorios efectua-

dos (ver Rodríguez, 2011), las muestras analizadas se proyectan en el campo de los basaltos alcalinos, confirmado por los valores superiores a 50 obtenidos en la proporción Ti/V (Shervais, 1982). Las tierras raras ligeras muestran un enriquecimiento elevado. Usando los diagramas de discriminación tectónica las muestras se proyectan en el campo de los basaltos continentales o de los basaltos intraplaca (Rollinson, 1993), lo cual indicaría un entorno tectónico extensional post-orogénico para el dique estudiado.

Datos U-Pb SHRIMP

Uno de los principales problemas para la datación U-Pb sobre circon en estas rocas es precisamente la obtención de circones, ya que al tratarse de diques poco potentes, con indicios de enfriamiento rápido, no facilitan la cristalización de este mineral. Por

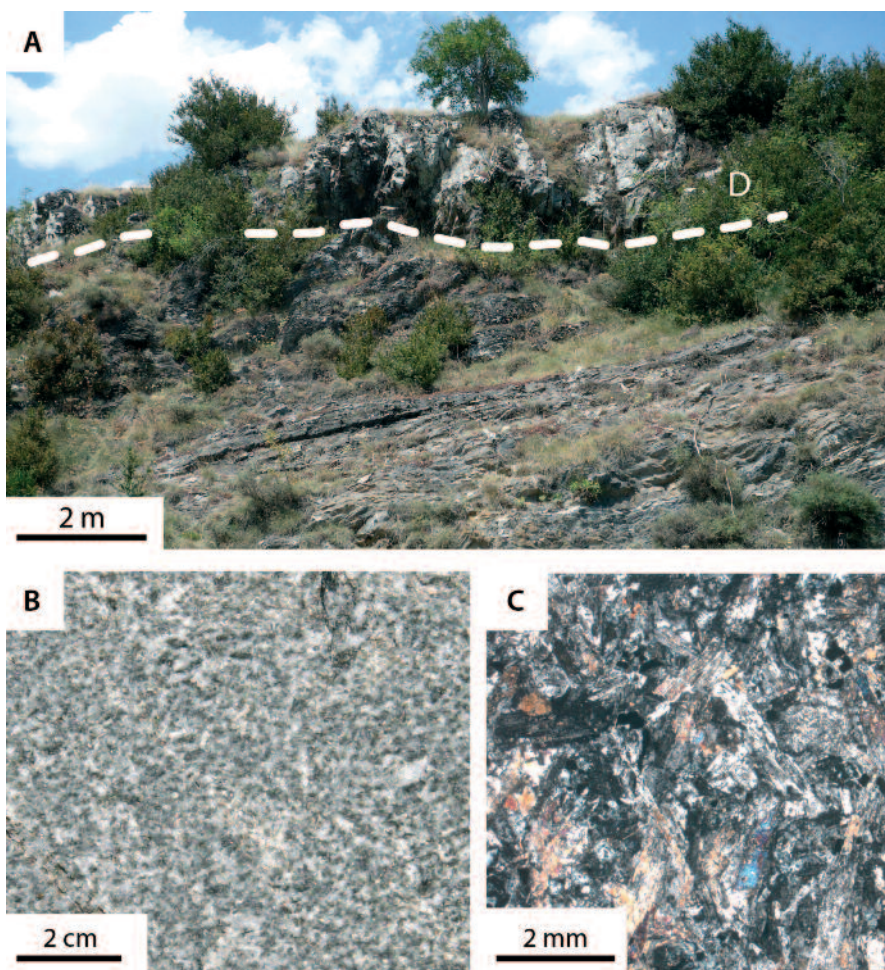


Fig. 2.- A) Foto de afloramiento del dique estudiado (D) intruido en pizarras devónicas. B) Imagen de detalle del dique. C) Fotografía de microscopio en la que se puede observar la textura.

Fig. 2.- A) Field example of the studied dyke (D) intruded in Devonian foliated slates. B) Detailed view of the dyke. C) Photomicrograph showing the main textural features.

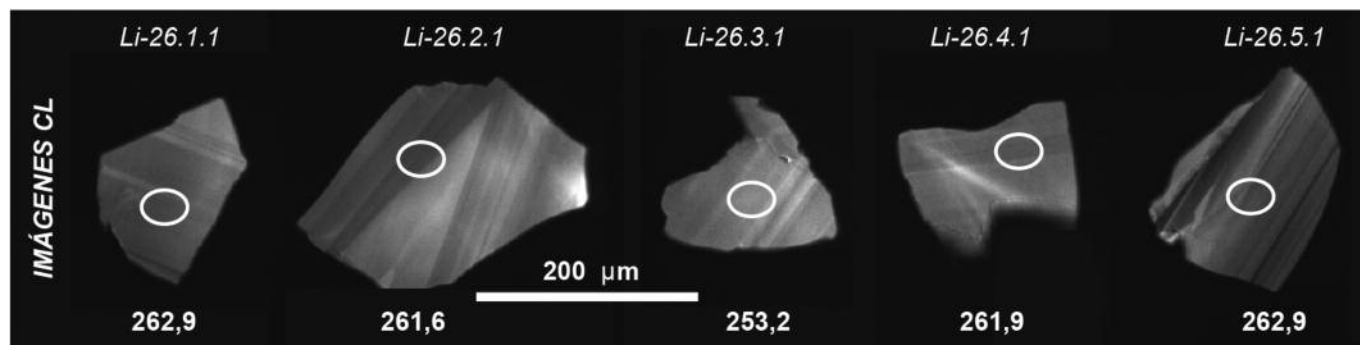


Fig. 3.- Imágenes de catodoluminiscencia de los circones analizados. Las elipses muestran la localización de los análisis y los números, las edades que se han obtenido.

Fig. 3.- Cathodoluminescence images of analyzed zircons. Ellipses show the spots location. Attached numbers yield the obtained ²⁰⁶Pb/²³⁸U age.

ello, se han molido unos 50 kilogramos de muestra del dique Li-26, que aunque pueda parecer excesivo para lo que es habitual, la experiencia de los miembros del equipo en dataciones de rocas máficas y ultramáficas, así lo aconsejaba. Se han utilizado las rutinas convencionales de separación mineral. Las fracciones más pesadas presentaban una proporción elevada de pirita, que se ha eliminado atacando con HNO₃. Del total de la molienda se han obtenido 5 circones, cuyas imágenes de catodoluminiscencia se muestran en la figura 3. Son fragmentos (> 200 μm) de circones grandes que muestran un zonado oscilatorio típico de circones magmáticos. Los circones se han montado en una resina Epoxi con circones de referencia TEMORA 1 (Black *et al.*, 2003) y se han analizado en una SHRIMP-II SIMS del Centre of Isotopic Research del VSGEI (San Petersburgo, Rusia). Los resultados se han obtenido siguiendo el procedimiento de Lariónov *et al.* (2004). Los datos isotópicos de U-Pb obtenidos se indican en la tabla I. Los resultados se han procesado con los programas SQUID 1.02 (Ludwig, 2001) e Isoplot/Ex 3.00 (Ludwig, 2003), usando las constantes de desintegración de Steiger y

Jäger (1977). El plomo común se ha corregido usando la relación ²⁰⁴Pb/²⁰⁶Pb del modelo de Stacey y Kramers (1975). Los datos de los análisis de las áreas marcadas en los circones de la figura 3 se han proyectado en el diagrama Tera-Wasserburg de la figura 4.

Todos los análisis definen una edad concordia de 259,2 ± 3,2 Ma (2σ) SWD= 2,1, Fig. 4). Por tanto, interpretamos esta edad como la edad en la que se produjo la intrusión del dique básico en las calizas y pizarras del Devónico Medio, localizadas en los alrededores de Sallent de Gállego.

Discusión y conclusiones

La edad obtenida de 259,2 ± 3,2 Ma nos permite descartar una relación entre el dique analizado y el magmatismo Devon-Dinatiense. La edad relaciona este tipo de diques con el vulcanismo del Pérmico de los Pirineos. Sin embargo, las edades que se tienen de los macizos cercanos del Midi d'Ossau y Anayet (Fig. 1) son bastante más antiguas, entre 278 ± 5 y 272 ± 3 Ma para el Midi d'Ossau (Autuniense; Briquieu e Innocent, 1993) y Autuniense terminal-Saxoniense para el de Anayet (Ternet *et al.*,

2004). Incluso, los lamprófidos que cortan al plutón de Panticosa y que han sido correlacionados con el último episodio volcánico definido por Bixel (1988) dan edades de K-Ar sobre kaersutita de 271 ± 9 y 266 ± 10 Ma (Debon y Zimmermann, 1993).

Por tanto, el dique datado en este trabajo proporciona la edad más reciente conocida hasta el momento para el magmatismo del Pérmico de los Pirineos. Interpretamos que los diques son la expresión de la atenuación de ese magmatismo; sobre ese particular conviene señalar que los datos de campo confirman que en proporción al acúmulo de materiales asociado a los edificios volcánicos del Midi d'Ossau y de Anayet existe un volumen notablemente inferior de diques, que se encuentran localizados en niveles estructurales más profundos.

Agradecimientos

Agradecemos la revisión de los Drs. Ricardo Arenas y Gabriel Gutiérrez. La financiación de este trabajo se debe a los proyectos de investigación CGL2010-14869 y CGL-2011-23755 (Ministerio de Educación y Ciencia) y Grupos Consolidados de Investigación del Sistema Universitario Vasco (Gobierno Vasco) IT-364-10.

Análisis	²⁰⁶ Pb _c (%)	U (ppm)	Th (ppm)	²³² Th / ²³⁸ U	²⁰⁶ Pb* (ppm)	⁽¹⁾ Edad (Ma) ²⁰⁶ Pb / ²³⁸ U	⁽¹⁾ Edad (Ma) ²⁰⁷ Pb / ²⁰⁶ Pb	Dis. %	⁽¹⁾ ²³⁸ U / ²⁰⁶ Pb* ± (%)	⁽¹⁾ ²⁰⁷ Pb* / ²⁰⁶ Pb* ± (%)
Li-26.1.1	0,85	180	175	1,00	6,5	262,9 ± 4,1	276 ± 210	5	24,01 ± 1,6	0,0518 ± 9,1
Li-26.2.1	—	218	206	0,98	7,68	261,6 ± 3,5	534 ± 160	104	24,15 ± 1,4	0,0581 ± 7,5
Li-26.3.1	0,42	156	127	0,84	5,39	253,2 ± 3,6	410 ± 180	62	24,96 ± 1,4	0,0549 ± 7,9
Li-26.4.1	1,15	112	79	0,73	4,04	261,9 ± 4,5	135 ± 290	-49	24,11 ± 1,8	0,0487 ± 12
Li-26.5.1	0,00	274	157	0,59	9,62	258,4 ± 2,9	332 ± 72	28	24,45 ± 1,1	0,0531 ± 3,2

Los errores son 1-sigma; Pb_c y Pb* indican las proporciones isotópicas del plomo común y radiogénico, respectivamente.

Dis. Discordancia

El error en la calibración del patrón Temora es 0,34 % .

⁽¹⁾ Pb corregido usando ²⁰⁴Pb medido.

Tabla I.- Datos isotópicos U-Pb SHRIMP de los circones analizados.

Tabla I.- SHRIMP U-Pb isotopic data for analyzed zircons.

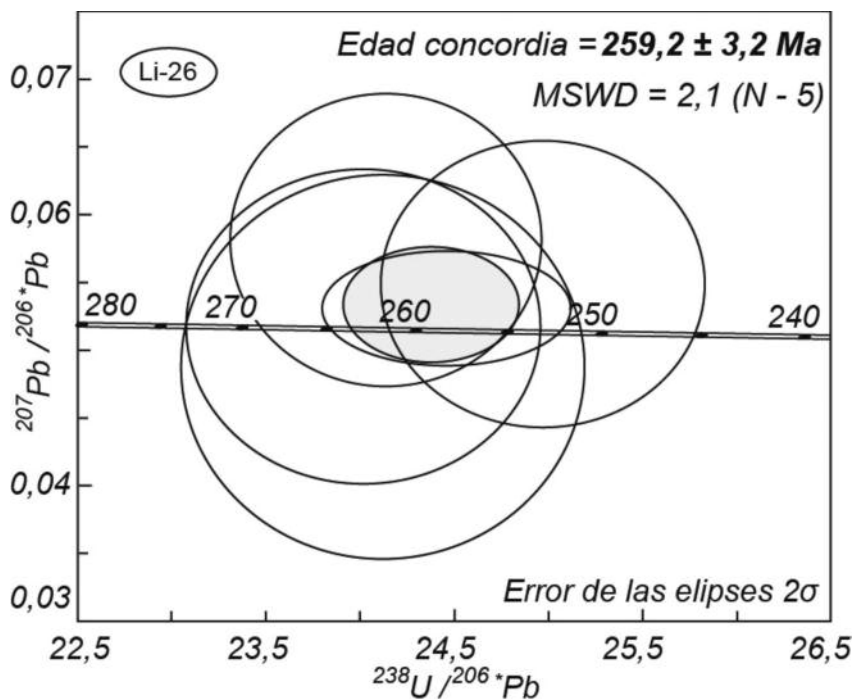


Fig. 4.- Diagrama Tera-Wasserburg con los datos obtenidos del Pb radiogénico en los circones.
 Fig. 4.- Tera-Wasserburg diagram for zircon data according to radiogenic Pb ratios.

Referencias

Barnolas, A. y Chiron, J.C. (1996). *Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées*. BRGM-ITGE; Orléans- Madrid, 729 p.
 Bixel, F. (1988). *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine*, 12, 661-706.
 Black, L.P., Kamo, S.L., Allen, C.M., Aleinikoff, J.N., Davis, D.W., Korsch, R.J. y Foudoulis, C. (2003). *Chemical Geology*, 200, 155-170.
 Briquieu, L. e Innocent, C. (1993). *Comptes Rendus de la Académie des Sciences, Paris*, 316, 623-628.

Debon, F. y Zimmermann, J.L. (1993). *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 73, 421-433.
 Gléizes, G., Leblanc, D., Santana, V., Olivier, Ph., y Bouchez, J.-L. (1998). *Journal of Structural Geology*, 20, 1229-1245.
 Innocent, C., Briquieu, L. y Cabanis, B. (1994). *Tectonophysics*, 238, 161-181.
 Lago, M., Arranz, E., Pocoví, A., Galé, C. y Gil-Imaz, A. (2004). En: *Permo-Carboniferous*

Magmatism and Rifting in Europe, Geological Society, London, Special publication, 223, 439-464.
 Larionov, A.N., Andreichev, V.A. y Gee, D.G. (2004). En: *The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica*, Geological Society Memoir, 30, 69-74.
 Ludwig, K.R. (2001). *SQUID 1.02, a user's manual*. Berkeley Geochronology Center Special Publication, 17 p.
 Ludwig, K.R. (2003). *User's Manual for IsoPlot/Ex, Version 3.00. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel*. Berkeley Geochronology Center Special Publication, 74 p.
 Majesté-Menjoulàs, C., Debon, F. y Barrère, P. (1999). *Notice explicative, Carte géologique de la France (1/50.000) Feuille Gavarnie (1082)*. BRGM, 158 p.
 Rodríguez, L. (2011). *Análisis de la estructura varisca y alpina de la transversal Sallent-Biescas (Pirineos Centrales, Huesca)*. Tesis Doctoral, Univ. del País Vasco UPV/EHU. Publicada por el Laboratorio Xeolóxico de Laxe, Serie Nova Terra, 41, 186 p.
 Rollinson, H.R. (1993). *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*. Harlow, Longman Science Technics, 352 p.
 Santana, V. (2001). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 15, 175-191.
 Shervais, J.V. (1982). *Earth and Planetary Science Letters*, 59, 101-118.
 Stacey, S. y Kramers, J.D. (1975). *Earth and Planetary Science Letters*, 26, 207-221.
 Steiger, R.H. y Jäger, E. (1977). *Earth and Planetary Science Letters*, 36, 359-362.
 Ternet, Y., Majesté-Menjoulàs, C., Canérot, J., Baudin, T., Cochérie, A., Guerrot, C. y Rossi, P. (2004). *Notice explicative, Carte géologique de la France (1/50.000) Feuille Laruns-Somport (1069)*. BRGM, 192 p.