

# Estudio de la orientación preferente de ejes ópticos $c$ de cristales de calcita en microvenas de la Cordillera Ibérica (Cuenca de Los Cameros y Rama Castellana). Nuevas aportaciones a los episodios extensionales de la Cordillera Ibérica

*Study of  $c$ -axes distribution from calcite grains-filled tension gashes of iberian chain (Cameros Basin and Castellana Branch). New contributions for extensional.*

C. García-Cuevas y J. Giner-Robles <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Dpto. de Q.A. Geología y Geoquímica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid. cgarcia.cuevas@uam.es

## ABSTRACT

The study of  $c$ -axes distribution from sparry grains that fill microveins were used to define maximum horizontal extension directions ( $\sigma_3$ ) in two zones of Iberian Chain (Cameros Basin and Alto Tajo zone, Castellana Branch). A strong similitude between the ( $\sigma_3$  directions defined for the Cameros Basin and the Alto Tajo zone (NNO-SSE, NNE-SSO and NE-SO) supports the idea that these extension directions are defining episodes of extension with regional character.

The NNO-SSE extension direction has been associated with the older episode of micro-veins opening (perhaps before the Upper Cretaceous). This episode has been associated with the extensional event responsible of Cameros Basin opening (Upper Jurassic-Lowe Cretaceous). The others two younger directions of extension (NNE-SSO and NE-SO) could be associate with the more important deformational events of Tertiary for the Castellana Branch: Guadarrama (Capote et al., 1990) and Altomira episodes (Muñoz-Martín, 1998). These deformational events also has been described in the Cameros Basin (García Cuevas, 2000; García-Cuevas y González-Casado, 1998)

**Key words:** Iberian Chain, calcite veins,  $c$ -axes, extension orientations.

Geogaceta, 31 (2002), 123-126  
ISSN:0213683X

## Introducción

En la Cordillera Ibérica, donde abundan los niveles de rocas calcáreas moderadamente deformadas, suele ser difícil establecer la orientación de los ejes de esfuerzo responsables de la deformación de esas rocas. Generalmente, este hecho se debe a la ausencia de unos marcadores tectónicos adecuados, situación, por demás, bastante habitual en las rocas carbonáticas deformadas en el nivel estructural superior. Normalmente, sólo las juntas estilolíticas, las fallas con estrías, las diaclasas y las venas permiten realizar este tipo de determinaciones. Además, la interpretación de algunas de estas estructuras, especialmente para eventos de deformación antiguos, es bastante problemática. Sin embargo, un marcador tectónico habitualmente poco utilizado, debido a la dificultad del proceso de medida, es la orientación cristalo-

gráfica de los ejes ópticos de los cristales de calcita en microvenas que indicará la posición del eje menor del elipsoide de esfuerzos ( $\sigma_3$ ). La distribución de la orientación de los ejes ópticos permite determinar la dirección de extensión existente durante el crecimiento de los cristales y por tanto, durante la apertura de las microvenas.

En este trabajo se ha analizado la distribución de las orientaciones de los ejes ópticos de cristales de calcita que rellenan microvenas en rocas carbonáticas mesozoicas de diferentes edades y en dos unidades distantes de la Cordillera Ibérica (la Cuenca de Los Cameros y la Rama Castellana) (fig. 1). Estos análisis permiten determinar la orientación de ( $\sigma_3$  durante la apertura de las venas y poder, de este modo, asignar las direcciones de extensión estimadas a un evento deformacional concreto dentro de la historia evolutiva de la Cordillera Ibérica.

## Cuenca de Los Cameros

La Cuenca de Los Cameros es una cuenca extensional intraplaca situada en el extremo noroccidental de la Cordillera Ibérica. Está formada por una potente serie sedimentaria de carácter fundamentalmente continental de edad Jurásico terminal-Cretácico inferior (megasecuencia Titónico-Albiense inferior) (Mas et al., 1993). Su estructura general es un sinclinal muy laxo de unos 60 kilómetros de anchura desarrollado sobre una rampa de buzamiento sur que conecta con dos rellanos de una falla extensional de dirección NE-SO situada a varios kilómetros de profundidad. Durante la compresión alpina terciaria la cuenca fue totalmente invertida. En la actualidad constituye una lámina cabalgante que incluye también los afloramientos hercínicos de la Sierra de la Demanda. Los frentes de cabalgamiento que forman los bordes norte y sur de la cuenca están formados por mate-

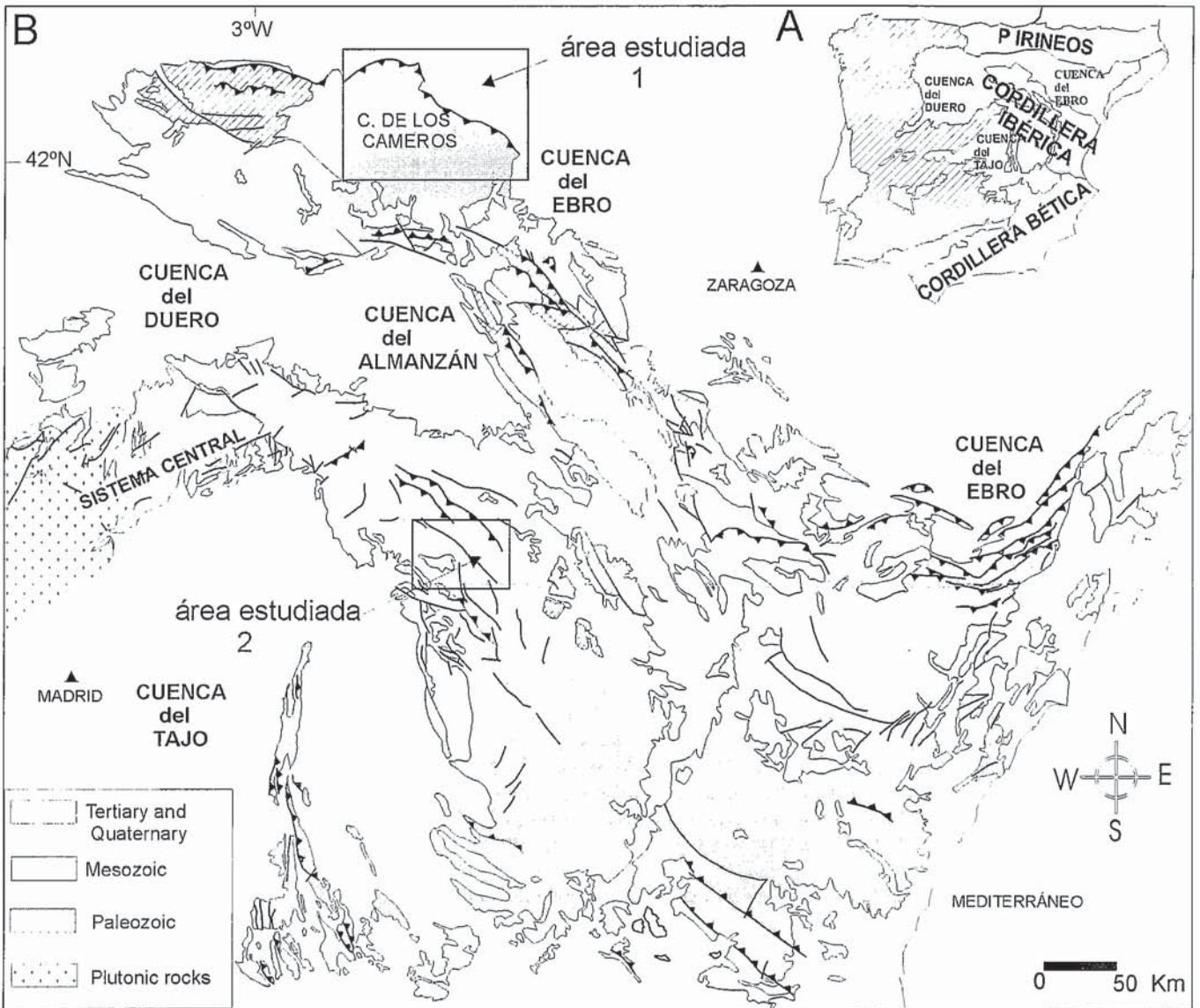


Fig. 1.- Síntesis geológica de la Cordillera Ibérica y localización de las áreas de estudio. 1. Cuenca de Los Cameros. 2.- Alto Tajo (Rama Castellana).

Fig.1.- Geological sketch of Iberian Chain and location of studied area. 1. Cameros Basin. 2. Alto Tajo (Castellana Branch).

riales triásicos y jurásicos (marinos) anteriores al relleno de la cuenca.

**Rama Castellana (sector del Alto Tajo)**

En el sector del Alto Tajo aparecen principalmente materiales mesozoicos (Jurásico y Cretácico Superior) estructurados fundamentalmente durante el Paleógeno. Las principales estructuras con dirección ibérica están cortadas por un conjunto de fallas direccionales entre las que destaca la falla del Alto Tajo (desgarre dextrorso de dirección NO-SE) y la falla del Hoyón (desgarre sinestroso de dirección N-S) (Rodríguez Pascua et al., 1994).

**Microvenas de calcita**

*Microvenas en el interior de la Cuenca de Los Cameros (secuencia sin-rift)*

Aparecen formadas principalmente por un cemento esparítico con cristales de tamaño entre las 50 y 3000 micras. Muestran casi siempre un crecimiento simétrico de tipo sintaxial y se les atribuye un origen hidrotermal (Mantilla Figueroa, 1999). Con frecuencia presentan inclusiones fluidas y azufre nativo. Las venas tienen una marcada orientación según dos familias: N-S y E-O (García Cuevas y González Casado, 1998).

*Microvenas en el borde norte de la Cuenca de Los Cameros (secuencia pre-rift)*

Muestran fuertes similitudes con las microvenas que cortan los materiales de la secuencia *sin-rift*. La única diferencia observada es la ausencia de azufre y la escasa presencia de inclusiones fluidas. La orientación de las mismas es mucho más variada que en el caso anterior, no obstante, se reconoce una familia orientada NE-SO.

**Microvenas en la Rama Castellana (sector Alto Tajo)**

Aparecen cortando tanto los materiales carbonatados del Jurásico (Lías y Dogger) como del Cretácico Superior. Están rellenas de cemento esparítico con granos de tamaño medio entre las 200 y 1100 micras. Tienden a presentar un crecimiento de tipo sintaxial.

**Resultados**

Se ha medido la orientación de un total de 1845 ejes ópticos de calcita: 988 en las microvenas de calcita que cortan los materiales de la secuencia *sin-rift* del interior de la Cuenca de Los Cameros (Grupos Oncala y Enciso) (Tischer, 1966a); 129 en las microvenas que cortan los materiales de la secuencia *pre-rift* del borde norte de la cuenca, y 728 en las

microvenas presentes en los materiales mesozoicos de la zona del Alto Tajo (fig. 2). La proyección estereográfica de la orientación de los ejes ópticos de calcita muestra una distribución que permite estimar las direcciones de extensión existentes durante la apertura de las venas.

*Orientación ejes ópticos en las microvenas de la secuencia sin-rift*

Los ejes ópticos se disponen de horizontales a subhorizontales según tres máximos orientados NNE-SSO, NE-SO y NNO-SSE (fig. 2A). Estas direcciones de extensión muestran diferencias con las definidas por Guiraud y Séguret (1985). Así, la dirección dominante (NE-SO) considerada por estos autores como la dirección de extensión principal, aparece poco marcada; mientras que las otras dos direcciones, a las que estos autores daban menos importancia y por tanto un carácter local, aparecen muy remarcadas. Guimerá *et al.* (1995) relacionan los cambios en la dirección de extensión con las variaciones de la orientación de los límites de la cuenca. El estudio de las fábricas de ejes ópticos de calcita muestra que las direcciones de extensión NNO-SSE y NNE-SSO no aparecen únicamente en los sectores más próximos a los límites la cuenca, sino también en el centro de la misma. Por tanto, no parece existir una influencia de la orientación local de los bordes de la cuenca, y deben considerarse como de carácter regional.

*Orientación ejes ópticos en las microvenas de la secuencia pre-rift del borde norte de la cuenca*

En el diagrama de densidades elaborado con los 129 ejes ópticos medidos en las microvenas presentes en los materiales del Jurásico anteriores al relleno de la cuenca de nuevo destacan dos máximos horizontales orientados NNE-SSO y NNO-SSE más un tercero menos marcado orientado NE-SO. Estos máximos vienen a remarcar el carácter regional de estas direcciones de extensión. Asimismo se puede observar un máximo subvertical que se podría asociar con la inversión de la cuenca.

*Orientación ejes ópticos en las microvenas del Alto Tajo (Rama Castellana)*

En esta zona el total de 728 ejes ópticos se han medido en microvenas que cortan, tanto los materiales carbonatados del Jurásico, como del Cretácico Superior. Se ha analizado la distribución de los ejes *c* de los cristales de calcita de forma separada en los materiales del Jurásico (351 ejes ópticos) y del Cretácico Superior (377 ejes ópticos) (figura 2A). En el primer caso (Jurásico) los ejes ópticos se ajustan a un único máximo horizontal

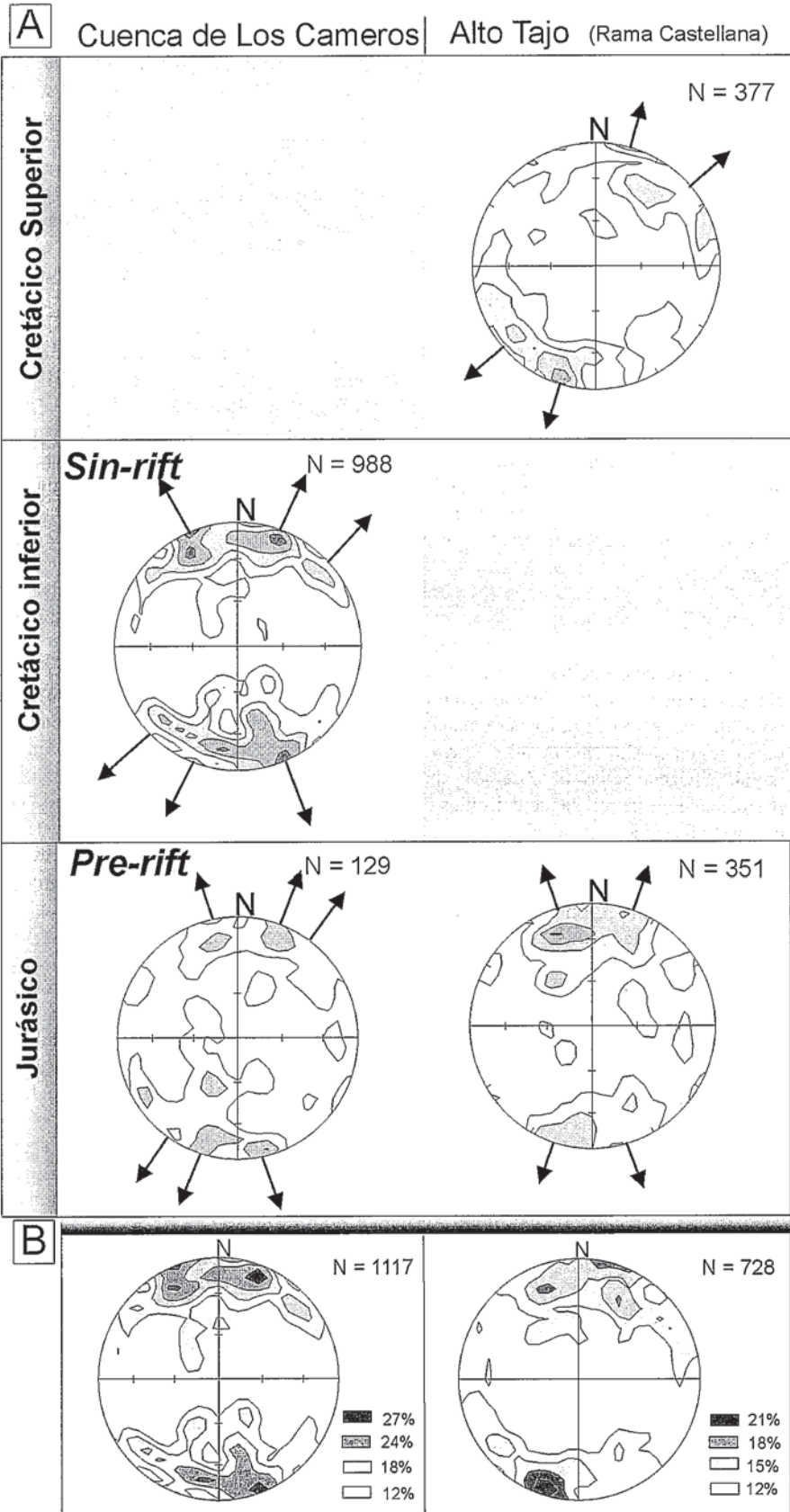


Fig. 2. - Diagramas de densidades de orientaciones de ejes ópticos medidos en microvenas de la Cuenca de Los Cameros y de la zona del Alto Tajo. A) Distribución de los diagramas de densidades según la edad relativa de la apertura de las microvenas. B) Diagrama de densidades global para cada zona estudiada.

Fig. 2.- Density diagrams of calcite *c*-axes orientation for micro-veins in Cameros Basin and Alto Tajo zone (Schmith projection, lower hemisphere). A) Distribution according to relative age of microvein opening. B) Global density diagrams for each studied zones.

orientado NNO-SSE que se asocia con una fase extensional anterior al Cretácico Superior ya que apenas existen cristales con esta orientación en las rocas del Cretácico Superior. En cambio, la distribución de los ejes ópticos del segundo grupo (Cretácico Superior) muestra dos máximos horizontales orientados NNE-SSO y NE-SO. Por lo tanto, en este caso la apertura de las microvenas se asociaría con episodios de deformación posteriores al Cretácico Superior, es decir, con las fases de deformación terciaria más importantes que han afectado a la Rama Castellana (episodios Guadarrama (Capote *et al.*, 1990) y Altomira (Muñoz-Martín, 1998)). Por tanto, esta diferencia en la distribución de los ejes ópticos permite agrupar la formación de las venas en dos familias, las cuales serían respuesta a varios episodios extensionales diferentes en el tiempo.

### Discusión y conclusiones

La comparación de las direcciones de extensión obtenidas en el interior y en el borde de la Cuenca de Los Cameros con las obtenidas en el Alto Tajo permite observar una similitud entre ellas (Fig.2). Este hecho, posiblemente, esté reflejando episodios de extensión de carácter regional.

En la Cuenca de Los Cameros el análisis de la distribución de los ejes ópticos muestra dos direcciones de extensión fuertemente marcadas (NNO-SSE y NNE-SSO) y una tercera dirección menos importante según NE-SO. Estas tres direcciones de extensión afectan tanto a los materiales anteriores al relleno de la cuenca como a los sincrónicos con el relleno, evidenciando de este modo el carácter regional de estas extensiones.

Del análisis de datos en la zona del Alto Tajo se deduce que la dirección de extensión NNO-SSE correspondería a un

evento deformacional anterior al Cretácico Superior, ya que no parece haber afectado a los materiales del Cretácico Superior. Probablemente esté reflejando la existencia de un episodio de extensión regional entre el Jurásico superior y el Cretácico inferior. Las otras dos direcciones de extensión (NNE-SSO y NE-SO) son claramente posteriores, o al menos, simultáneas, al Cretácico Superior, ya que si aparecen reflejadas en los materiales de esta edad.

En la Cuenca de Los Cameros, la dirección de extensión según NNO-SSE ha sido relacionado con el episodio distensivo responsable de la apertura de la misma, a su vez relacionado con la apertura del Golfo de Vizcaya (Jurásico superior-Cretácico inferior) (Mantilla Figueroa, 1999; García-Cuevas, 2000). En la zona del Alto Tajo, esta dirección de extensión también aparece reflejada, aunque solamente en los materiales del Jurásico, no apareciendo definida en los materiales analizados del Cretácico Superior.

En cuanto a las otras dos direcciones de extensión (NNE-SSO y NE-SO), que aparecen reflejadas tanto en los materiales de la secuencia *sin-rift*, como en los *pre-rift*, parecen tener un carácter más regional del que se les había atribuido con anterioridad (Guiraud y Séguret, 1983; Guimerá *et al.*, 1995). Estas direcciones también aparecen fuertemente marcadas en los materiales del Cretácico Superior en la zona del Alto Tajo donde podrían estar relacionadas con las extensiones asociadas a las fases de deformación que han afectado a la Rama Castellana y que han sido definidas a partir, tanto del análisis del maclado (González Casado y García Cuevas, 1999), como de la fracturación (Rodríguez Pascua *et al.*, 1994) y de estilolitos (Capote *et al.*, 1982). Por lo tanto, podemos considerar que estas dos direcciones de extensión

(NNE-SSO y NE-SO) son dos procesos de carácter regional que no deber ser limitadas geográficamente a la zona de la Cuenca de Los Cameros.

### Agradecimientos

Este trabajo forma parte de los resultados del proyecto BTE 2002-01742.

### Bibliografía

- Alvaro, M.; Capote, R. y Vegas, R. (1978). Acta Geol. Hisp. Libro Homenaje al Prof. Solé Sabarís 14, 241-247.
- Capote, R.; Díaz, M.; Gabaldón, V.; Gómez, J.J.; Sánchez de la Torre, L.; Ruiz, P.; Rossel, J.; Sopena, A. y Yébenes, A. (1982). I.T.G.E. Temas Geológicos-Mineros. 420 pp.
- Capote, R.; De Vicente, G. y González-Casado, J.M. (1990). Geogaceta 7, 20-22.
- García-Cuevas, C. (2000). Tesis Doctoral. Univ. Complutense. 250 pp. Inédita.
- García-Cuevas, C. y González-Casado, J. M. (1998). Geogaceta 24 (4), 221-224.
- González-Casado, J.M. y García-Cuevas, C. (1999). J. Struct. Geol. 21, 875-889.
- Guimerá, J.; Alonso, A y Mas, J.R. (1995). Geol. Soc. Spec. Publ. 88, 433-453.
- Guiraud, M. y Séguret, M. (1983). Soc. Econ. Paleont. Min., Spec. Publ. 37, 159-175.
- Mantilla Figueroa, L.C. (1999). Tesis Doctoral. Univ. Complutense. Madrid. 361 pp.
- Mas, J.R.; Alonso, A. y Guimerá, J. (1993). Bol. Soc. Geol. Esp. 6, 129-144.
- Muñoz Martín, A. (1997). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 331 pp.
- Rodríguez Pascua, M.A.; De Vicente, G.; González-Casado, J.M. (1994). Cuad. Lab. Xeol. Laxe 19, 163-174.
- Tischer, G. (1966a). Beith. Geol. I. 44, 123-164.
- Turner, F.J. (1962). J. Geophys. Res. 67, 1660.