

IV Reunión de Geomorfología
Grandal d' Anglade, A. y Pagés Valcarlos, J., Eds.
1996, Sociedad Española de Geomorfología
O Castro (A Coruña)

LINEAMIENTOS Y SU INFLUENCIA EN LOS MODELADOS DEL CENTRO DE LA CUENCA DEL EBRO

Arlegui, L.E. y Soriano, M.A.

Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza.
50009 Zaragoza. España.

RESUMEN

Mediante la combinación de las bandas 2,4 y 7 de una imagen de Landsat 5 se han identificado 5681 lineamientos en el sector central de la cuenca del Ebro, con longitudes hecto a kilométricas. Se agrupan en dos familias principales, NW-SE y WNW-ESE, y dos secundarias, NNW-SSE y NE-SW. Corresponden en su mayoría a fallas normales. Estos lineamientos condicionan parte del modelado cuaternario de la región, influyendo especialmente en procesos kársticos, distribución de la red de drenaje y evolución de vertientes. Esto permite el empleo de estos criterios geomorfológicos como indicadores de la presencia de lineamientos.

Palabras clave: Cuenca del Ebro, lineamientos, Teledetección, fallas normales, modelado cuaternario.

ABSTRACT

Within the central Ebro basin, 5681 hecto to kilometeric lineaments have been mapped by means a Landsat 5 image with a 2, 4, and 7 bands combination. They belong to two main sets trending NW-SE and WNW-ESE, and two secondary sets trending NNW-SSE and NE-SW. Most of them are normal faults. That lineaments determine some of the Quaternary landscapes in the area, mainly by its influence in karst, drainage network and slope processes. Actually, that control allows to use those geomorphologic criteria as lineament presence indicators.

Key words: Ebro basin, lineaments, Remote Sensing, normal faults, Quaternary lanscape.

INTRODUCCIÓN

La zona objeto de estudio se localiza en el sector central de la cuenca del Ebro (figura 1). Los materiales aflorantes poseen un origen fluvio-lacustre, y se depositaron durante el periodo endorreico de la evolución de la cuenca. Su edad según QUIRANTES, (1978); RIBA *et al.*, (1983); CABRERA, (1983); ARENAS y PARDO, (1994a y b) está comprendida entre el Ageniense (Oligoceno superior) y el Vallesiense (Mioceno superior).

En el sector de Monegros, que se estudia con más detalle en este trabajo,

QUIRANTES (1978) identificó, a partir de fotografías aéreas, la presencia de ciertas estructuras que interpretó como diaclasas. Posteriormente, SIMÓN, 1990; ARLEGUI y LIESA, 1991a, b y c; ARLEGUI *et al.* 1992; SIMÓN, 1992 realizaron cartografías parciales de las mismas, reinterpretándolas como un haz de fallas normales. De forma indirecta es posible detectarlas ya que condicionan algunos de los modelados más característicos que se encuentran en esta zona. Debido a la dificultad de su reconocimiento tanto sobre el terreno como empleando fotografías aéreas, se pensó que la utilización de imágenes de satélite podría ser una herramienta eficaz en la cartografía de dichas fracturas, como ocurre en otras zonas (JUTZ y CHOROWICZ, 1993; DRURY y BERHE, 1993). Es frecuente la cartografía de estructuras lineales en teledetección, sobre todo de lineamientos, que según SABINS (1987) son formas lineales cartografiadas de una superficie claramente diferenciable de las formas adyacentes y que probablemente refleja fenómenos subsuperficiales.

En este trabajo se pretende comprobar la utilidad que presentan las imágenes de satélite para cartografiar este tipo de estructuras en esta región, caracterizar su orientación e identificar su relación con algunos de los modelados más característicos de la zona.

METODOLOGÍA

Es difícil observar directamente sobre el terreno estas fallas, ya que en muchos casos coinciden con llanuras y con valles de fondo plano muy laxos cuyo fondo se encuentra cultivado. El estudio de fotogramas aéreos de la zona tampoco aporta gran información. Las dificultades que se tenían para la identificación de las fracturas, motivó la utilización de una imagen de satélite para intentar realizar una cartografía más detallada de estas estructuras, ya que estas imágenes ofrecen una visión sinóptica de la superficie que se estudia, su formato digital permite el tratamiento de la imagen y además, se registra información en regiones del espectro electromagnético que no son la zona del visible aumentando así los datos potenciales contenidos en la imagen (CHUVIECO, 1990).

Se utilizó una imagen de satélite Landsat 5 (199-31) obtenida el 20 de julio de 1990 a las 10.02 de la mañana (hora solar). Las coordenadas del centro son 41.7667 para la latitud y 0.8273 para la longitud. Este satélite lleva a bordo el sensor Thematic Mapper que registra seis bandas, cuyos intervalos de longitud de onda abarcan el espectro visible y zonas del infrarrojo próximo (bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7) con una resolución espacial de 30 m, y una séptima (la 6) que recibe información del infrarrojo térmico.

Se realizaron diversas combinaciones de tres bandas, eligiéndose finalmente la de falso color que resultaba de utilizar las 2, 4 y 7 (en azul, verde y rojo, respectivamente) cuya tonalidad facilitaba el análisis visual de las mismas y el reconocimiento de los lineamientos. Esta combinación es muy apropiada en zonas de características áridas o semiáridas como señala WHITE (1993). La imagen seleccionada tenía grandes dimensiones (5720 x 3512 pixels). Por ello, para su manipulación y observación más detallada se procedió a subdividirla en otras 35 (5 filas y 7 columnas). Para realzar el contraste de la imagen se efectuó su normalización con umbral 10 (es decir se pierde un 1/1000 del total de información) y se llevan los nuevos extremos del histograma a 0 y

255. Finalmente, se obtuvieron unas copias en papel, a escala aproximada de 1:100.000, mediante una impresora de sublimación. Para realizar este proceso se utilizó el programa Geo-Jars y otro programa de tratamiento de imágenes. También, se ha efectuado el análisis de orientaciones y longitudes de lineamientos con un programa de exploración automática. Éste y el anterior elaborados en el Centro de Tratamiento Digital de Imágenes de la Universidad de Zaragoza. Los equipos utilizados fueron un IMCO 1000 de Kontron, conectado a un MicroVax 2 como ordenador central y un PC 486/66. Las observaciones de las imágenes se han realizado en un monitor de alta resolución (1280 x1024 pixels) y sobre las copias en papel.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS LINEAMIENTOS

Los 5681 lineamientos observados (figura 1) se agrupan en varias familias de las que las mejor representadas son la de dirección NW-SE, y la de dirección ESE-WNW. Otras familias que se pueden identificar son las de dirección NNE-SSW, NE-SW, aunque, como se puede ver en la figura 2a, su abundancia es mucho menor. Las longitudes de los lineamientos se disponen según una curva de frecuencia logarítmico normal (la frecuencia de aparición de un lineamiento de una longitud dada es inversamente proporcional al logaritmo de su longitud) aunque muestran una brusca disminución de frecuencia en valores bajos ligada a la resolución y escala del método de observación (figura 2b). La mayor parte tienen entre 0.5 y 2 km de longitud.

La mayoría de los lineamientos coinciden con líneas de fractura. Otros, sin embargo, están asociados a contactos estratigráficos, normalmente con reflejo morfológico. Por ejemplo, es notorio el límite N de los Montes de Castejón, que separa las facies calcáreas de la Fm. Alcubierre de las facies detríticas de la Fm. Sariñena con un contacto de dirección ESE-WNW. En el sector de la Sierra de Alcubierre podemos encontrar fenómenos similares. En la parte Suroccidental de la zona estudiada observamos claramente los lineamientos definidos por los contactos entre el mesozoico de la Cordillera Ibérica y el terciario de la Cuenca del Ebro, o los contactos entre los afloramientos jurásicos dispersos dentro de la cuenca en el sector Jaulín-Mezalocha-Fuendetodos, de los que quizá el más llamativo es el que materializa el borde N del jurásico de Mezalocha.

Por otra parte, las direcciones preferentes observadas poseen un marcado paralelismo con las encontradas para la fracturación en la Cuenca del Ebro, tanto a nivel cartográfico como a escala de afloramiento (GUTIÉRREZ *et al.*, 1986, Hancock y Engelder, 1989, Arlegui y Simón, 1993).

Dentro del conjunto de lineamientos identificados en el sector central de la Cuenca del Ebro destacan los de dirección mayoritaria NW-SE localizados en los Monegros. Ocupando una amplia franja al sur de la Sierra de Alcubierre se extiende un denso haz de lineamientos con aspecto de líneas de fractura (foto 1). Son visibles desde la latitud de Zaragoza hasta la de Candanos en ambas márgenes del Ebro. Las dificultades de identificación estructural en campo que citábamos en la introducción se ven especialmente realizadas en este sector. A pesar de ello, diversos autores que han trabajado en él (BENITO, 1989; SIMÓN, 1990; ARLEGUI y LIESA, 1991; SIMÓN, 1992; ARLEGUI *et al.* 1992, 1994) han reconocido fallas normales en zonas puntuales de las inmediaciones de la Sierra de Alcubierre, Quinto de Ebro y Bujaraloz cuya localización

geográfica y trazas cartográficas coinciden con lineamientos. Los saltos observados oscilan de decimétricos a métricos. En ocasiones, se encuentran también suaves ondulaciones de las capas que se interpretan como pliegues de *bending* o anticlinales de *roll over*. Algunas de estas estructuras se han podido reconocer sobre los fotogramas aéreos de escala aproximada 1:30.000, sin embargo, la calidad obtenida tampoco es buena.

CRITERIOS GEOMORFOLÓGICOS

Como ya se ha señalado, muchas de los lineamientos que se han reconocido en el centro de la Depresión del Ebro tienen gran influencia sobre el desarrollo de diversos modelados que se encuentran en la misma, ya que condicionan la existencia de zonas preferentes de circulación de agua, con la consiguiente erosión y disolución de los materiales. De hecho en gran número de ocasiones se favorece la identificación de los lineamientos por la presencia de los modelados. Por ello en este apartado, si bien de forma muy sucinta, vamos a indicar aquellos en los que se ha apreciado mayor influencia y en que zonas han alcanzado mayor desarrollo.

- **Depresiones kársticas.** La existencia de fenómenos de tipo kárstico en el centro de la Depresión del Ebro, especialmente como consecuencia de la disolución del yeso, ha sido objeto de estudio desde hace varias décadas (VAN ZUIDAM, 1976; GUTIÉRREZ *et al.*, 1985; SORIANO, 1986 y 1992; BENITO, 1989; SORIANO y SIMÓN, 1995).

La escala de las imágenes de satélite TM, junto con el uso del suelo en la región, nos permiten identificar con claridad tan sólo las depresiones (denominadas localmente *saladas*) existentes en las inmediaciones de la localidad de Bujaraloz (foto 1), debido al gran tamaño de alguna de ellas que llegan a alcanzar los 3,5 km. de longitud. Tanto en aquellas de mayores dimensiones como en otras menores, es posible constatar que sus límites son rectos y siguen, por lo general, una dirección aproximada de N120E. En otras ocasiones, cuando los márgenes de las saladas no se ven muy bien se ha podido comprobar que su eje mayor mantiene esa dirección.

En otros estudios sobre dolinización en áreas incluidas dentro de la zona analizada, se ha comprobado la dirección de alargamiento que presentan las dolinas. En el área de Casetas, en dolinas producidas por la disolución de yeso, Soriano (1992) indica la existencia de varios ejes mayores de alargamiento con direcciones variables que coinciden con las de la fracturación de los yesos terciarios de la zona, siendo las más abundantes las direcciones comprendidas entre N100E y N130E. Sobre los carbonatos terciarios próximos a Candanos, SANCHO (1988) indica una dirección principal de alineamiento de dolinas NW-SE y otra secundaria NE-SW. En la Plana (también sobre calizas terciarias) se encuentran varias direcciones de alargamiento del eje mayor de las dolinas y las más abundantes son las de dirección E-W seguidas por las de N130E, con una correlación elevada con las fracturas de la zona (SORIANO, 1986).

- **Fluvial.** Además del propio valle del río Ebro que, en líneas generales tiene una dirección N120E, y de sus principales afluentes (con direcciones próximas a N-S) hay multitud de pequeños barrancos y de valles de fondo plano (localmente se les denomina *vales*) que integran la red de drenaje en toda

esta región. Donde presentan mayor densidad es en el entorno de los relieves terciarios y en las proximidades de los ríos principales.

A pesar de que se encuentran por toda la zona considerada, es, aguas abajo de la localidad de Zaragoza donde las vales adquieren mayor importancia. En la margen izquierda del Ebro, de forma especial entre las localidades de Bujaraloz y Osera, tienen condicionada la forma, orientación y elevada densidad por la presencia de esta fallas (foto 1). Estas vales presentan unos trazados muy rectilíneos, con una dirección general en torno a N120E (si bien hay algunos con dirección E-W), se encuentran paralelas entre sí separadas por una distancia de entre 100 y 300 m. En esta zona los lineamientos que se detectan gracias a la disposición de las vales alcanzan una densidad muy elevada siendo con diferencia, junto con los cartografiados a partir de las saladas, la mayor de toda la superficie de la Depresión del Ebro que se ha estudiado en este trabajo.

En la margen derecha del río Ebro es donde el sistema de vales adquiere mayor desarrollo alcanzando alguna de ellas decenas de kilómetros de longitud. Se siguen apreciando lineamientos pero en mucho menor número que en la zona de Bujaraloz, y tan solo en el entorno del río Ginel se observan gran número de ellos (foto 2). Además las direcciones son más variables que en la margen izquierda del Ebro, ya que además de la N120E, se encuentran las E-W y N150-160E.

-Vertientes. Hay gran cantidad de escarpes desarrollados tanto a partir de materiales mesozoicos, terciarios y pliocuaternarios que están condicionados por la presencia de fracturas. Es frecuente observar diversos procesos de vertiente que les afectan, pero sin duda el ejemplo más notable de la influencia de los lineamientos en el desarrollo de los mismos lo constituye el escarpe de Remolinos-Alfajarín, que se extiende durante 53 km. en la margen izquierda del río Ebro, desde la desembocadura del río Arba hasta las proximidades de la localidad de Osera, con un intervalo en que desaparece por causa del valle del Gállego. Además de los fotolineamientos que se siguen durante buena parte del trazado del escarpe, existen otros paralelos a distancias de 100 a 1500 m, siendo la zona en que se aprecia mayor densidad de ellos las inmediaciones de Alfajarín. El sistema de fotolineamientos parece haber tenido una influencia indudable en el desarrollo, geometría y mecanismos de retroceso del escarpe de Remolinos-Alfajarín.

Algunos autores (IBÁÑEZ y MENSUA, 1976) señalan que este escarpe se ha generado como consecuencia de una falla normal. PELLICER *et al.* (1984) mantienen un primer origen tectónico pero el papel decisivo en el modelado del escarpe lo jugaría la dinámica fluvial, que crea grandes concavidades en la traza lineal del escarpe (al menos en el tramo de Remolinos). BENITO (1989) y GUTIÉRREZ *et al.* (1993) consideran que su génesis se debe al socavamiento basal del Ebro con la dirección controlada por la presencia de abundantes fracturas que constituirían líneas de debilidad estructural.

A partir de la evidente relación existente entre la dirección que presenta el escarpe y los lineamientos cartografiados en esa zona, parece que no es necesario recurrir a la existencia de una gran falla normal para la formación del mismo, si bien si es precisa la presencia de una densa red de fracturas penetrativa a escala regional junto con su interacción con la dinámica fluvial.

CONCLUSIONES

En la zona central de la depresión del Ebro, se observa la presencia de gran número de lineamientos que en su mayoría tienen una dirección NW-SE y que coinciden con fallas normales. Se ha comprobado que sus orientaciones coinciden con las directrices estructurales que condicionan a la cuenca del Ebro. Estos lineamientos influyen en el desarrollo de alguno de los modelados cuaternarios más frecuentes que se observan en esta región, de manera especial en el kárstico y fluvial y en menor medida en las vertientes. Este hecho permite el empleo de estas formas como criterios para identificar los haces de lineamientos.

La utilización de imágenes de satélite realza las diferencias litológicas y estructurales que afectan a los materiales del centro de la Depresión del Ebro, lo que facilita sobremanera el reconocimiento de los lineamientos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido sufragado parcialmente con el proyecto PB93-1218, financiado por la DGYCIT, el proyecto de la unión Europea JOU2-CT94 y el proyecto 221-85 del Programa de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza .

BIBLIOGRAFÍA

- ARENAS, C. y PARDO, G., 1994a: Estratigrafía del margen septentrional aragonés de la Cuenca del Ebro (Sector Uncastillo-Bolea). *II Cong.G.E.T.*, Jaca, 19-21 sep. 1994, 31-34.
- ARENAS, C. y PARDO, G., 1994b: Estratigrafía de los Montes de Castejón y Sierra de Alcubierre (Cuenca del Ebro). *II Cong. G.E.T.*, Jaca, 19-21 sep. 1994, 35-38.
- ARLEGUI, L.E. Y LIESA, C.L., 1991a: Neotectónica. En: *Mapa y memoria explicativa de la Hoja 386 (Peñalba) del Mapa geológico Nacional a escala 1:50000*, ITGE.
- ARLEGUI, L.E. Y LIESA, C.L., 1991b: Neotectónica. En: *Mapa y memoria explicativa de la Hoja 387 (Fraga) del Mapa geológico Nacional a escala 1:50000*, ITGE.
- ARLEGUI, L.E. Y LIESA, C.L., 1991c: Neotectónica. En: *Mapa y memoria explicativa de la Hoja nº 388 (Lérida) del Mapa geológico Nacional a escala 1:50.000* . ITGE.
- ARLEGUI, L.E.; LIESA, C.L. y SIMÓN, J.L., 1992: Neotectónica. En: *Mapa y memoria explicativa de la Hoja 414 (Bujaraloz) del Mapa geológico Nacional a escala 1:50000*, ITGE.
- ARLEGUI, L.E. y SIMÓN, J.L., 1993: El sistema de diaclasas N-S en el sector central de la Cuenca del Ebro. Relación con el campo de esfuerzos neógeno. *Rev. Soc. Geol. España*, 6(1-2): 115-122.
- ARLEGUI, L.E.; SIMÓN, J.L. y SORIANO, M.A., 1994: Un sistema regional de fracturas NW-SE en el centro de la Cuenca del Ebro. *II Cong.G.E.T.*, Jaca, 19-21 sep. 1994, 39-43.
- BENITO, G., 1989: *Geomorfología de la Cuenca Baja del río Gállego*. Tesis Doc., Univ. Zaragoza. Inédita. 764 pp.
- CABRERA, L., 1983: *Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Oligoceno - Mioceno del SE de la Cuenca del Ebro*. Tesis Doc., Univ. Barcelona. 158 p.
- CHUVIECO, E. (1990): *Fundamentos de teledetección espacial* . Ediciones Rialp. 453 p. Madrid.
- DRURY, S.A. y BERHE, S.M., 1993: Accretion tectonics in northern Eritrea revealed by remotely sensed imagery. *Geol. Mag.*, **130**: 177-190.

- GUTIÉRREZ, M.; IBÁÑEZ, M.J.; PEÑA, J.L.; RODRIGUEZ, J. & SORIANO, M.A. (1985): Quelques exemples de karst sur gypse dans la Depression de l'Ebre. *Karstologia*, **6**: 29-36.
- GUTIÉRREZ, M.; SIMÓN, J.L. y SORIANO, A., 1986: Algunos aspectos de la tectónica neógena y cuaternaria en el sector central de la Depresión del Ebro. *Bol. Geol.y Min.*, **97**(1): 9-21.
- GUTIÉRREZ, F.; ARAUZO, T. y DESIR, G., 1993: Landslides in the Alfajarín gypsum escarpment (Zaragoza). *2nd Intensive Course on Applied Geomorphology: Arid Regions*, 152-160.
- HANCOCK, P.L.; y ENGELDER, T., 1989: Neotectonic joints. *Geol. Soc.Am. Bull.*, **101**: 1197-1208.
- IBÁÑEZ, M.J. y MENSUA, S., 1976: Contribución al estudio de vertientes en condiciones semiáridas: Tipos de vertientes sobre yesos en el Valle del Ebro. *Bol. Real Soci Geog.*, **112** (2)
- JUTZ, S.L. y CHOROWICZ, J., 1993: Geological mapping and detection of oblique extensional structures in the Kenyan Rift Valley with a SPOT/LANDSAT-TM data merge. *Int. J. Remote Sensing*, **14**: 1677-1688.
- PELLICER, F.; ECHEVERRÍA, M.T. e IBÁÑEZ, M.J., 1984: Procesos actuales en el escarpe de yesos de Remolinos. *Cuad.Inv.Geog.*, **10**: 159-169.
- QUIRANTES PUERTAS, J., 1978: *Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario Continental de los Monegros*. Tesis Doct. Institución Fernando el Católico (CSIC). 207 p.
- RIBA, O.; REGUANT, S. y VILLENA, J., 1983: Ensayo de síntesis estratigráfica y evolutiva de la cuenca terciaria del Ebro. Libro Jubilar J.M. Ríos: *Geología de España*, IGME.
- SABINS, F.F.Jr., 1987: *Remote sensing. Principles and interpretation*. W.H. Freeman and Co., 449 p. New York.
- SANCHO, C., 1988: *Geomorfología de la Cuenca Baja del río Cinca*. Tesis Doc., Univ. Zaragoza. 743 p.
- SIMÓN, J.L., 1990: Neotectónica. En: *Mapa y Memoria explicativa de la Hoja 385 (Castejón de Monegros) del Mapa geológico Nacional a escala 1:50000*. ITGE.
- SIMÓN, J.L., 1992: Neotectónica. En: *Mapa y Memoria explicativa de la Hoja 413 (Gelsa) del Mapa geológico Nacional a escala 1:50000*. ITGE.
- SORIANO, M.A. (1986): Dolinas de disolución normal y dolinas aluviales en el sector centro-meridional de la Depresión del Ebro. *Bol. Geol. Min.*, **97**, 328-337.
- SORIANO, M.A. (1992): Characteristics of the alluvial dolines developed because of gypsum dissolution in the central Ebro Basin. *Z. fur Geomorphology Suppl. Bd*, **85**: 59-72
- SORIANO, M.A. y SIMÓN, J.L. (1995): Alluvial dolines in the central Ebro basin, Spain: a spatial and developmental hazard analysis. *Geomorphology* **11**: 295-309.
- WHITE, K. (1993): Image processing of Thematic Mapper data for discriminating piedmont surficial materials in the Tunisian southern Atlas. *Int. J. Remote Sensing*, **14**: 961-977.
- ZUIDAM, R.A.VAN (1976): *Geomorphological development of the Zaragoza region, Spain. Processes and landforms related to climatic changes in a large Mediterranean river basin*. I.T.C. 211 p. Enschede.

Pies de Figura

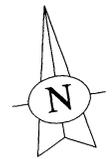
Figura 1. Situación geográfica y geológica de la zona estudiada. Mapa geológico simplificado con la cartografía de los lineamientos hallados en el centro de la Cuenca del Ebro. Los recuadros corresponden a las fotos 1 y 2.

Figura 2. a) Orientación de lineamientos. El predominio de las familias NW-SE y ESE-WNW enmascara la presencia de otras familias. b) Histograma de distribución de longitudes de los lineamientos observados.

Foto 1. Combinación de las bandas 2, 4 y 7 (en azul, verde y rojo, respectivamente) de Landsat TM del sector de Bujaraloz. Hay gran número de depresiones kársticas y se aprecia cómo los lineamientos condicionan sus márgenes. La mayoría de los mismos corresponden a la familia NW-SE. En el cuadrante superior izquierdo y en la parte inferior de la foto, se observa la alineación de valles de fondo plano. No se ha corregido geoméricamente la imagen, por lo que el N está girado 9º antihorariamente. Como escala orientativa, la salada mayor (laguna de La Playa) tiene una longitud de 3.5 km. Ver situación en la figura 1.

Foto 2. Idéntica combinación de bandas que en la foto 1, en el sector del río Ginel y su confluencia con el Ebro. El valle del Ginel aparece centrado en la foto y discurre en dirección SW-NE. Tanto sus afluentes como los valles próximos muestran una marcada orientación preferente controlada por los lineamientos de la familia NW-SE. La escala es la misma que en la foto 1. Ver situación en la figura 1.

Localidades señaladas en el mapa:
 B: Bujaraloz
 L: Lecifena
 S: Sariñena



25 km

- Cuaternario
- Mioceno medio y superior
- Mioceno inferior
- Oligoceno
- Paleozoico y Mesozoico

