

# *Síntesis de los resultados paleomagnéticos de los bordes de la Cuenca Catalano-Balear*

J. M. PARÉS\* (1-2), R. FREEMAN (3) y F. SÁBAT (2)

(1) *Servei Geològic de Catalunya, C/ Diputació 92, 08015 Barcelona (Spain)*

(2) *Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia, Facultat de Geologia, 08028 Barcelona (Spain)*

(3) *Institut für Geophysik, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich (Switzerland)*

## RESUMEN

El estudio y las comparaciones entre los resultados paleomagnéticos del Triásico, Jurásico y Terciario de que se disponen de los márgenes emergidos de la Cuenca Catalano-Balear (esencialmente la Cadena Costera Catalana y Mallorca), permiten hacer algunas reflexiones acerca de las implicaciones geodinámicas de los mismos. En este sentido, se pone de manifiesto una rotación sistemática hacia el este de las direcciones paleomagnéticas del borde catalán respecto otras áreas de la Península Ibérica y semejantemente, una rotación de las direcciones de Mallorca respecto a las del borde catalán también hacia el este. Se observa asimismo una diacronía entre las diferentes rotaciones tectónicas. El análisis detallado de estos resultados, alguno de ellos preliminares, permite explicar parte de las rotaciones dentro de un mismo contexto en la evolución geodinámica de la Cuenca Catalano-Balear.

## ABSTRACT

The study and comparison between the Triassic, Jurassic and Tertiary available paleomagnetic data from the emerged margins of the Catalan-Balearic Trough (essentially Catalan Coastal Range and Mallorca), lead us to announce some considerations relative to their geodynamic implications. In this sense, it should be noted a systematic clockwise rotation of the paleomagnetic directions from the Catalan Coastal Range relative to those from the western part of Iberia and similarly, a clockwise rotation of the directions from Mallorca relative to those from the Catalan

\* Dirección actual: Institut Jaume Almera, C.S.I.C., Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona (Spain).

margin. A diachrony of the tectonic rotations is also observed. The detailed analysis of these results, some of them still preliminary, allows us to explain the observed rotations within the same context of the geodynamic evolution of the Catalan-Balearic Trough.

## INTRODUCCION

Desde los comienzos de los años ochenta, se están llevando a cabo trabajos de paleomagnetismo en los márgenes peninsular y balear de la Cuenca Catalano-Balear. En la actualidad existe un número no suficiente pero sí razonable de estudios paleomagnéticos realizados en los materiales que afloran a lo largo de dichos márgenes, básicamente de la Cadena Costera Catalana y de Mallorca (Tabla 1).

Por lo que se refiere a la Cadena Costera Catalana, sus características geológicas han permitido calcular las direcciones paleomagnéticas medias del Triásico inferior y medio y la del Eoceno. Existen asimismo algunos estudios magnetoestratigráficos del Mioceno del N y del SSE de la Cuenca del Ebro así como del tránsito Oligoceno-Mioceno de la fosa Calatayud-Teruel. Por lo que concierne a Mallorca, se han realizado estudios paleomagnéticos de los materiales jurásicos de las unidades alóctonas que estructuran la isla, así como los depósitos terciarios sin y postectónicos.

El creciente interés por el conocimiento de la evolución geodinámica de la Cuenca Catalano-Balear, hace necesaria una revisión de los trabajos paleomagnéticos existentes y a la vez considerar las implicaciones de los

TABLA 1. Direcciones medias

Edad	Area	D	I	$\alpha_{95}$	N	Referencia
Trias. inf. (Buntsandstein)	Cad. Cost. Cat.	355.0	13.0	9.0	3	Banda et al. (1986)
(Buntsandstein)	S. de Tramuntana	10.0	11.0	6.0	3	
Trias. medio (Muschelkalk m.)	Cad. Cost. Cat.	2.1	6.2	5.3	5	Parés (1988)
(Muschelkalk s.)	Cad. Cost. Cat.	6.2	35.3	7.6	3	Parés (1988)
Jurásico sup.	Zona de Enlace	1.0	49.0	8.2	5	
Jurásico m./sup.	Mallorca	41.4	48.1	7.0	5	Freeman et al. (1988a)
Eoceno m.	SE C. del Ebro	22.7	50.8	5.7	7	Parés et al. (1988)
Olig./Mioceno	Fraga	5.0	60.0			Friend et al. (1988)
Mioceno m./sup.	Calatayud-Teruel	359.0	56.5	5.0		Dijksman (1977)
Mioceno inf.	N Cuenca del Ebro	3.0	39.0	10.5		Turner et al. (1984)
Mioceno sup.	SE Mallorca	22.6	52.5	11.3	2	Freeman et al. (1988b)
Mioceno inf.	NW Mallorca	62.5	54.56	14.2	3	Freeman et al. (1988b)

Símbolos:

D: Declinación; I: Inclinación;  $\alpha_{95}$ : Radio del círculo de confianza; N: Número de afloramientos.

resultados dentro del contexto de la evolución de dicha cuenca. Así pues, a continuación describiremos brevemente las direcciones paleomagnéticas medidas de cada una de las unidades litoestratigráficas estudiadas para, posteriormente, extraer las implicaciones geodinámicas de dichas direcciones.

### MARCO GEOLOGICO

La Cuenca Catalano-Balear tiene una orientación NE-SW y está limitada por la costa catalano-valenciana y por el promontorio balear (Fig. 1).

La Cadena Costera Catalana se localiza a lo largo del segmento NE de la costa catalano-valenciana y está constituida por un zócalo herciniano sobre el que reposan los materiales mesozoicos de la cobertera. Los rasgos estructurales más relevantes de esta cadena son la existencia de un sistema de fallas de zócalo en relevo y de dirección ENE-WSW a NE-SW he-

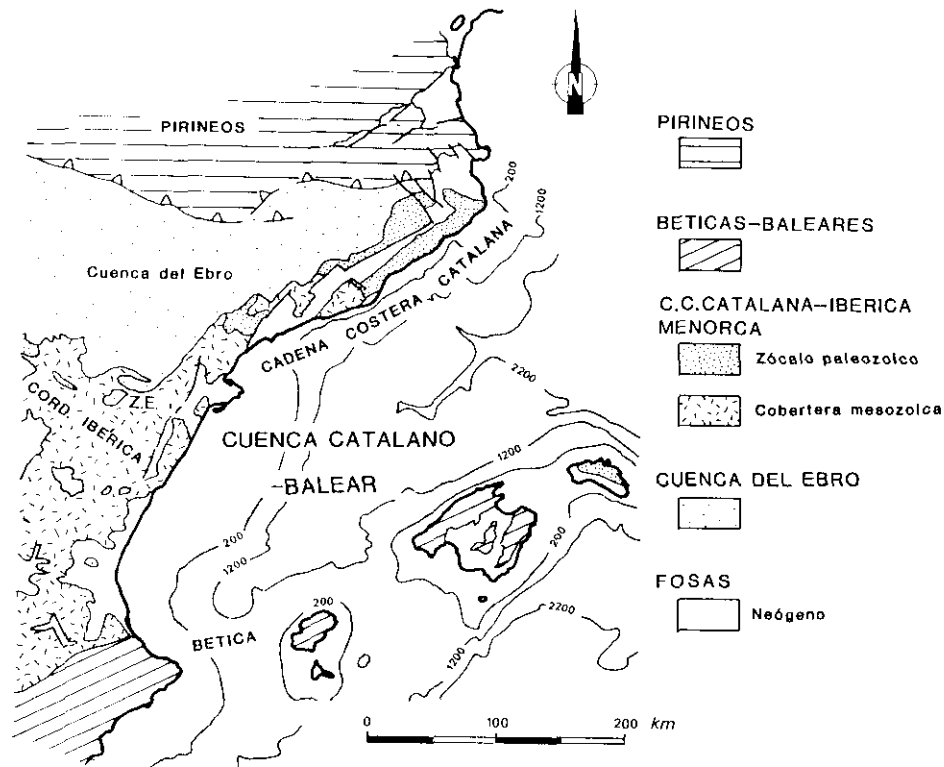


Fig. 1.—Esquema geológico de la Cuenca Catalano-Balear y sus márgenes. (Z.E., Zona de Enlace) (modificado de Fontboté et al., 1988).

redadas probablemente del tardihercínico (Solé Sugrañes, 1972 in Anadón et al., 1979). Durante el Paleógeno, estas fallas tuvieron un movimiento direccional sinistoso predominante, controlando en gran medida la sedimentación paleógena a lo largo del margen SE de la Cuenca del Ebro (Anadón et al., 1979, Anadón et al., 1985).

No obstante, el relieve actual de la Cadena Costera Catalana se debe fundamentalmente a la interacción de la tectónica y sedimentación neógenas. Durante el Neógeno tuvo lugar una tectónica esencialmente distensiva condicionada por las fracturas preexistentes NE-SW, las cuales actuaron como fallas normales (Fontboté, 1954) dando lugar a depresiones rellenas de sedimentos escasamente deformados.

La Zona de Enlace (Guimerà, 1984) entre la Cadena Costera Catalana y la Cordillera Ibérica está formada por un haz de pliegues y cabalgamientos de dirección E-W y vergentes al N, desarrollados en la cobertera mesozoica despegada. Hacia el sur, esta estructura pierde intensidad, pasando a una disposición subtabular pero afectada por numerosas fracturas.

Al SW de la Cuenca Catalano-Balear emerge el promontorio balear, con una dirección NE-SW. En la isla de Mallorca, la mayor del promontorio, la cobertera mesozoica se estructura en un sistema de cabalgamientos, con rellanos y rampas, con una vergencia al NW en la Serra de Tramuntana y en la zona septentrional de las Serres de Llevant, mientras que la vergencia es al NE en el sector meridional de las Serres de Llevant. Recientemente, la estructura de esta última sierra ha sido interpretada en el marco de un único sistema de cabalgamientos, en el que las rampas ascendentes hacia el NE, NW y SW han permitido determinar que la dirección de transporte tectónico fue hacia el NW (Sàbat, 1986). En la Serra de Tramuntana se encuentran unidades despegadas a nivel del Keuper, aunque en un sondeo reciente se cortaron niveles de calizas, dolomias, arcillas y evaporitas (Barón et al., 1985) atribuibles al Muschelkalk (Fontboté et al., 1988) por debajo de los materiales del Buntsandstein, demostrando la aloctonía de éstos (Freeman et al., 1988a).

A diferencia del margen peninsular, la estructuración del sistema de cabalgamientos en Mallorca tuvo lugar entre el tránsito Oligoceno-Mioceno y el Mioceno medio (Fallot 1922; Pomar et al., 1983; Sàbat, 1986).

Similarmente a la Cadena Costera Catalana, los rasgos principales del relieve de Mallorca vienen definidos por el régimen distensivo, el cual en este área, no empieza hasta el Serravalliense (Álvaro et al., 1984).

RESUMEN DE LOS DATOS PALEOMAGNETICOS

**Buntsandstein**

El estudio de las formaciones arenoso-lutíticas rojas del Buntsandstein de la Cadena Costera Catalana y de las Baleares tiene como objetivo el determinar posibles diferencias angulares entre las declinaciones de ambas áreas (Banda et al., 1986).

Las areniscas del Buntsandstein del margen catalán se encuentran descansando sobre el zócalo hercínico de la Cadena Costera Catalana. En las localidades muestreadas, la estratificación es prácticamente horizontal y no existen criterios que indiquen un despegue de los tramos muestreados respecto al zócalo.

Por lo que se refiere a Mallorca, las localidades estudiadas se hallan en la zona costera de la Serra de Tramuntana, único sector de la isla donde se han reconocido materiales del Buntsandstein; los cuales deben considerarse alóctonos.

La magnetización que presentan los materiales del Buntsandstein es en general bastante estable aunque presenta algunos componentes secundarios fácilmente eliminados mediante la desmagnetización térmica.

Las direcciones características presentan una dispersión ligeramente mayor en los afloramientos del borde catalán (Fig. 2a), probablemente debido a la presencia de algún componente secundario sobrepuesto no eliminado.

En los afloramientos de Mallorca, la dispersión dentro de cada afloramiento es menor (Fig. 2b). De cara a las conclusiones finales nos abstendremos de utilizar las direcciones paleomagnéticas de la localidad de Valldemosa (Fig. 2c), pues la disparidad entre las direcciones de magnetización y la clara diferencia entre éstas y las encontradas en las otras

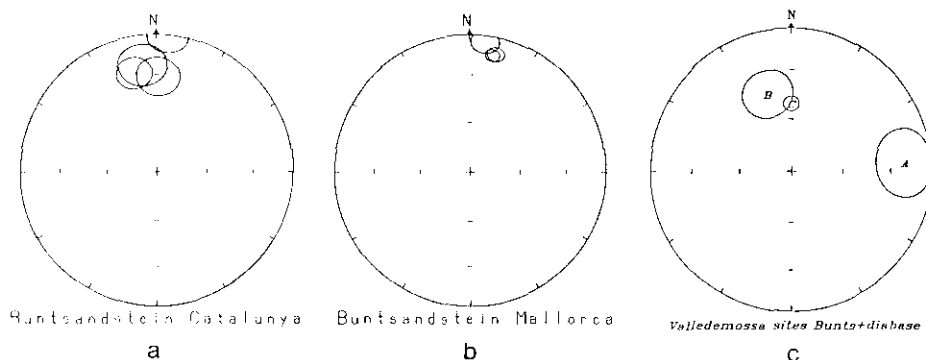


Fig 2.—Direcciones medias de magnetización de los materiales del Buntsandstein de (a) la Cadena Costera catalana, (b) Mallorca y (c) Mallorca (Valldemosa) (A y B corresponden a las areniscas y C al dique básico).

áreas de Mallorca, nos hace suponer la existencia de algún accidente tectónico local. De momento, sólo avanzamos que el alto valor de la inclinación media del dique básico de Valldemosa, puede ser interpretado atribuyéndolo al Triásico medio o superior, siguiendo los resultados del Triásico de la Cadena Costera Catalana (apartado siguiente).

### Muschelkalk

Hasta el presente, por lo que se refiere a los materiales del Muschelkalk, sólo existen datos paleomagnéticos de la Cadena Costera Catalana (Parés, 1988) (Fig. 3).

En el citado trabajo se pone de manifiesto que tanto las areniscas rojas del Muschelkalk medio como las calizas del Muschelkalk superior, presentan una magnetización estable y bien caracterizada de origen primario.

Cabe resaltar el contraste de la inclinación magnética entre el Muschelkalk medio e inferior, fenómeno probablemente relacionado con la traslación hacia el norte que experimenta —al menos— esta parte de la cuenca mesozoica durante el Triásico medio (Parés, 1987).

La declinación de ambos niveles triásicos es hacia el norte. El hecho de no observar variación entre las declinaciones de los dos niveles estudiados del Muschelkalk indica que no ha habido ningún componente rotacional acompañando esta traslación.

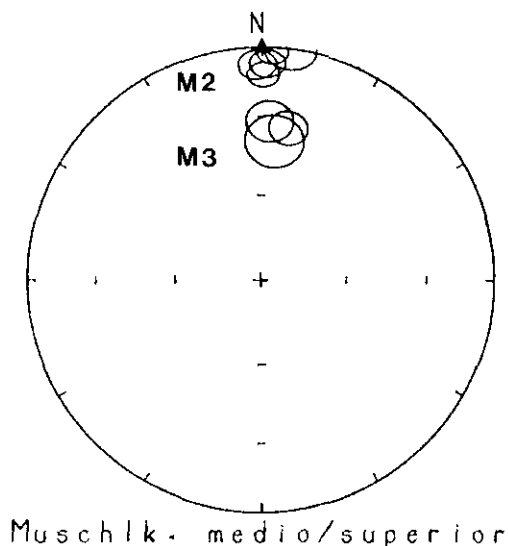


Fig. 3.—Direcciones medias de magnetización del Muschelkalk de la Cadena Costera Catalana después de la corrección tectónica (Parés, 1988) Obsérvese el contraste de las inclinaciones entre el Muschelkalk medio (M2) y superior (M3).

De momento no se dispone de resultados paleomagnéticos del Muschelkalk de las Baleares, por tanto, cuando se trate de comparar el Triásico del margen peninsular con el de Mallorca tendremos en cuenta solamente el Buntsandstein. No obstante, se observa que la declinación del Muschelkalk de la Cadena Costera Catalana es congruente con la del Buntsandstein infrayacente.

### Jurásico

Los materiales de la cobertera jurásica de Mallorca han sido objeto de un detallado estudio paleomagnético (Freeman et al., 1988a) donde se muestrean los mantos de corrimiento de la Serra de Tramuntana y de las Serres de Llevant (Fig. 4).

Las calizas pelágicas del Jurásico medio y superior presentan una magnetización secundaria pero sin embargo adquirida antes del período orogénico que se desarrolló entre el tránsito Oligoceno-Mioceno y el Mioceno medio. Como primera aproximación, los autores proponen una remag-

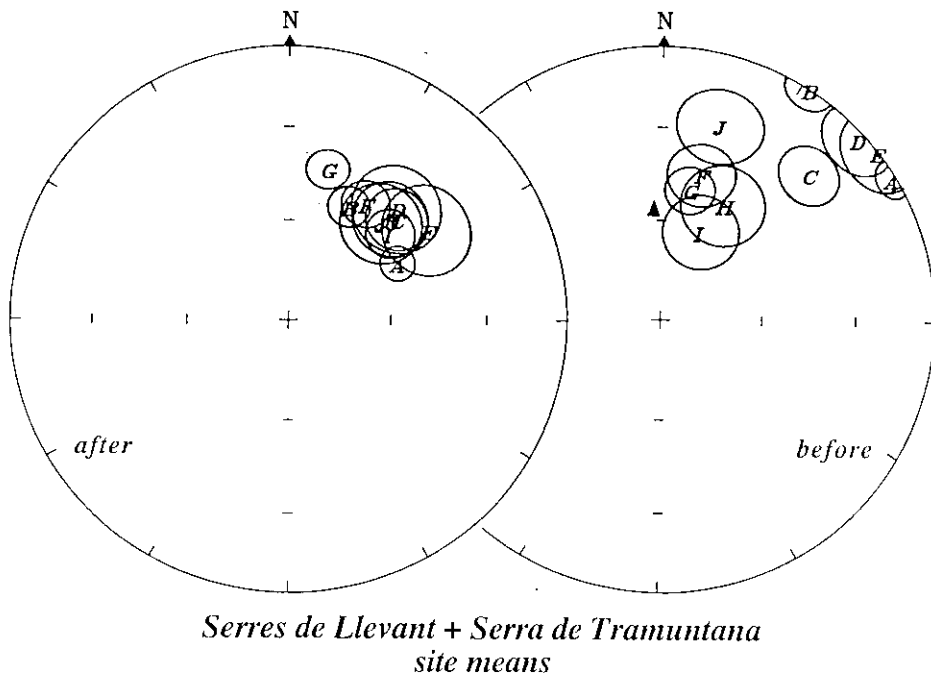


Fig. 4.—Direcciones medias de magnetización de las calizas jurásicas de Mallorca, antes y después de la corrección tectónica (Freeman et al., 1988). Se observa un mayor solapamiento entre los círculos de confianza después de la corrección tectónica.

netización durante el Paleoceno-Eoceno inferior, lapso de tiempo durante el cual, la cobertera mesozoica fue emergida y parcialmente erosionada.

Las declinaciones de las localidades estudiadas presentan una rotación dextrógira después de la corrección tectónica de la estratificación. La dirección media calculada es  $D = 41$ ,  $I = 48$  y  $\alpha_{95} = 7$  (Freeman et al., 1988a).

Esto significa que, después de la adquisición de la magnetización característica, ha habido una rotación dextrógira de, al menos, los mantos de corrimiento constituidos en parte por las calizas jurásicas muestreadas. El hecho de que los círculos de confianza de la Serra de Tramuntana y Serres de Llevant se solapen entre ellos, indica que no existe ninguna rotación diferencial entre las dos unidades. Por tanto, los resultados paleomagnéticos de Mallorca indican que los mantos de corrimiento de las dos sierras fueron transportados sin rotación diferencial.

Por lo que se refiere a la Península Ibérica, la zona de enlace entre la Cadena Costera Catalana y la Cordillera Ibérica ha sido objeto de un estudio paleomagnético preliminar, del cual presentamos a continuación las direcciones medias obtenidas. Tal como hemos expuesto en el apartado 2, la Zona de Enlace (Guimerà, 1984) está caracterizada por una dirección estructural dominante E-W marcada por una serie de pliegues y cabalgamientos —con vergencia al norte— que afectan a la cobertera mesozoica.

El estudio y la comparación entre las direcciones de magnetización de la Zona de Enlace y las cadenas limítrofes —Cordillera Ibérica al NW y la Cadena Costera Catalana al NE— podría aportar datos que precisarían la evolución tectónica de este área.

Para este fin se llevó a cabo un muestreo piloto en las calizas micríticas del Titónico/Berriasiense en seis estaciones situadas en estructuras de diferente orientación. La magnetización que presentan las calizas jurásicas de la Zona de Enlace es primaria, tal como indica la prueba del pliegue realizada (Banda et al., 1986) y refleja una declinación general hacia el norte aunque existe una dirección media que se escapa netamente del grupo (Fig. 5). Asimismo, se observa que algunos de los círculos de confianza tienen radios relativamente altos, debido a un número insuficiente de muestras.

## Eoceno

Los depósitos eocenos del borde SE de la Cuenca del Ebro han sido estudiados de cara a establecer un paleopolo eoceno para el NE de la Península Ibérica. Las características magnéticas de las areniscas y lutitas muestreadas parecen reunir los requisitos para tal propósito (Parés et al., 1988). Las direcciones paleomagnéticas de los diferentes afloramientos no



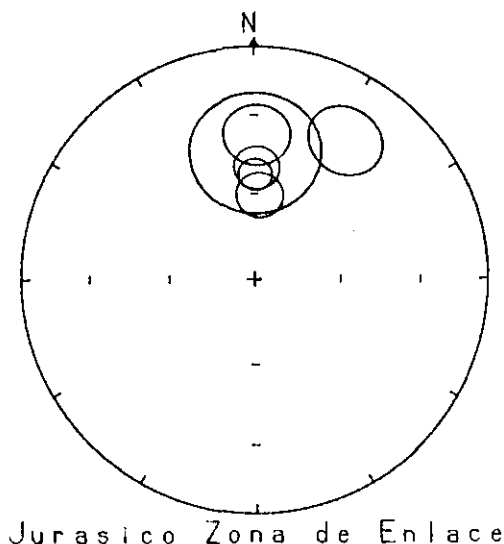


Fig. 5.—Direcciones medias de magnetización de las calizas jurásicas de la Zona de Enlace, después de la corrección tectónica.

reflejan importantes variaciones en declinación. Este hecho, junto a la baja dispersión de las medidas de las distintas localidades, han permitido obtener una dirección media con baja dispersión.

La dirección media obtenida para el Eoceno medio del SE de la Cuenca del Ebro es  $D = 22$ ,  $I = 51$  y  $\alpha_{95} = 5$  (Parés et al., 1988) (Fig. 6), reflejando pues una rotación dextrógena de unos  $20^\circ$  del área considerada respecto la parte occidental de la Península Ibérica.

### Mioceno

Por lo que se refiere a la Península Ibérica existen dos trabajos publicados y uno en curso de realización (Fig. 7a):

Dijksman (1977) realizó un estudio magnetoestratigráfico de las formaciones continentales miocenas de la fosa de Calatayud-Teruel (Cordillera Ibérica). La declinación magnética es hacia el norte, indicando que no ha habido ninguna rotación del sector estudiado posteriormente al Mioceno medio (Fig. 7a). Estos resultados se complementan con los de Turner et al., (1984) correspondientes al Mioceno inferior del SE de Huesca (N Cuenca del Ebro). Aunque la inclinación media es anormalmente baja para el período de tiempo en cuestión, la declinación, en todo caso, se ajusta a los resultados anteriormente expuestos. Recientemente, el estudio del tránsito Oligoceno-Mioceno de Fraga (Friend et al., 1988) corro-

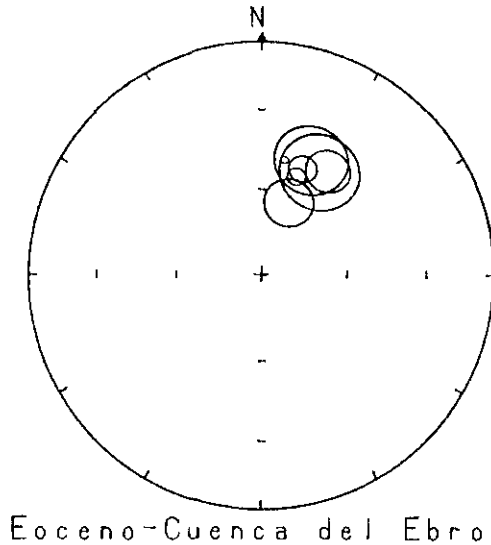


Fig. 6.—Direcciones medias de magnetización de las areniscas y lutitas del Eoceno de la Cuenca del Ebro (modificado de Parés et al., 1988).

bora la ausencia de rotaciones de este sector de la Cuenca del Ebro posteriores al Mioceno, hecho extensible a la fosa de Calatayud-Teruel (Fig. 7a).

Todos estos resultados contrastan con los de Mallorca. Los materiales del Mioceno superior (probablemente Tortoniense), de carácter postorogénico, se disponen discordantemente sobre las formaciones pretectónicas mesozoicas y pre y sintectónicas terciarias y están constituidas básicamente por calcarenitas y calizas. Los afloramientos muestreados hasta

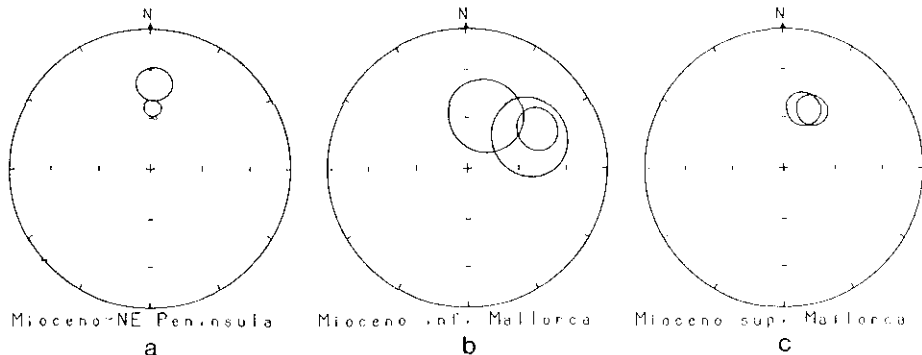


Fig. 7.—Comparación entre las direcciones medias de magnetización del Mioceno del NE de la Península Ibérica (a) (fuentes citadas en el texto) y de Mallorca (b y c) (modificado de Freeman et al., 1988).

el presente se localizan en la costa SE de Mallorca. De momento sólo se disponen de dos direcciones medias de magnetización, pero en todo caso, se hace patente una desviación sistemática de la declinación hacia el este de unos 20° (Freeman et al., 1988b) (Fig. 7c).

Paralelamente, también se han muestreado materiales del Burdigaliese afectados por la tectónica de cabalgamientos en la Serra de Tramuntana (Mioceno sintectónico). Los resultados reflejan direcciones semejantes a las halladas en los materiales jurásicos asociados a la misma estructura (Fig. 7b).

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

La síntesis de los resultados paleomagnéticos de las distintas áreas hasta el momento estudiadas de los bordes de la Cuenca Catalano-balear, muestra una serie de hechos relevantes:

— Cabe destacar que entre los depósitos del Mioceno postorogénico de Mallorca y los de la Cuenca del Ebro y de la fosa de Calatayud-Teruel existe una diferencia angular de unos 20° (Fig. 8a).

— Por lo que se refiere al Jurásico de la zona de enlace, hemos utilizado las direcciones de magnetización del dique básico de Plasencia-A-lentejo (Jurásico inferior-medio) (Schott et al., 1981) para su comparación (Fig. 8b). A pesar de que existe cierta dispersión entre las direcciones de los distintos afloramientos del dique, se pone de manifiesto una diferencia entre las declinaciones del dique y de las calizas jurásicas del borde catalán.

— La comparación de las direcciones medias de magnetización del Triásico (Buntsandstein) de Mallorca y de la Cadena Costera Catalana exhibe una diferencia angular entre las dos áreas (Fig. 8c), de manera que las primeras están rotadas dextrógicamente respecto las segundas.

— Finalmente, los resultados paleomagnéticos del Jurásico de Mallorca indican, tal como se ha expuesto, que la dirección de magnetización corresponde probablemente al Paleógeno (Freeman et al., 1988a). Por tanto, podemos comparar tentativamente estos resultados con las direcciones de magnetización del Eoceno de la Cuenca del Ebro (Fig. 8d), con lo cual se constata una diferencia angular entre las direcciones de ambas áreas. Así, la dirección media «paleógena» de Mallorca presenta un giro dextrógiro de unos 20° respecto la del Eoceno peninsular.

La diferencia angular entre los depósitos del Mioceno postectónico de Mallorca y los de la fosa de Calatayud-Teruel, indica que la rotación de parte del promontorio balear respecto el NE de la Península Ibérica tuvo lugar en el Mioceno superior o en el Plioceno.

Evidentemente, para una correcta interpretación geodinámica de la Cuenca Catalano-Balear, harían falta más datos, especialmente por lo que

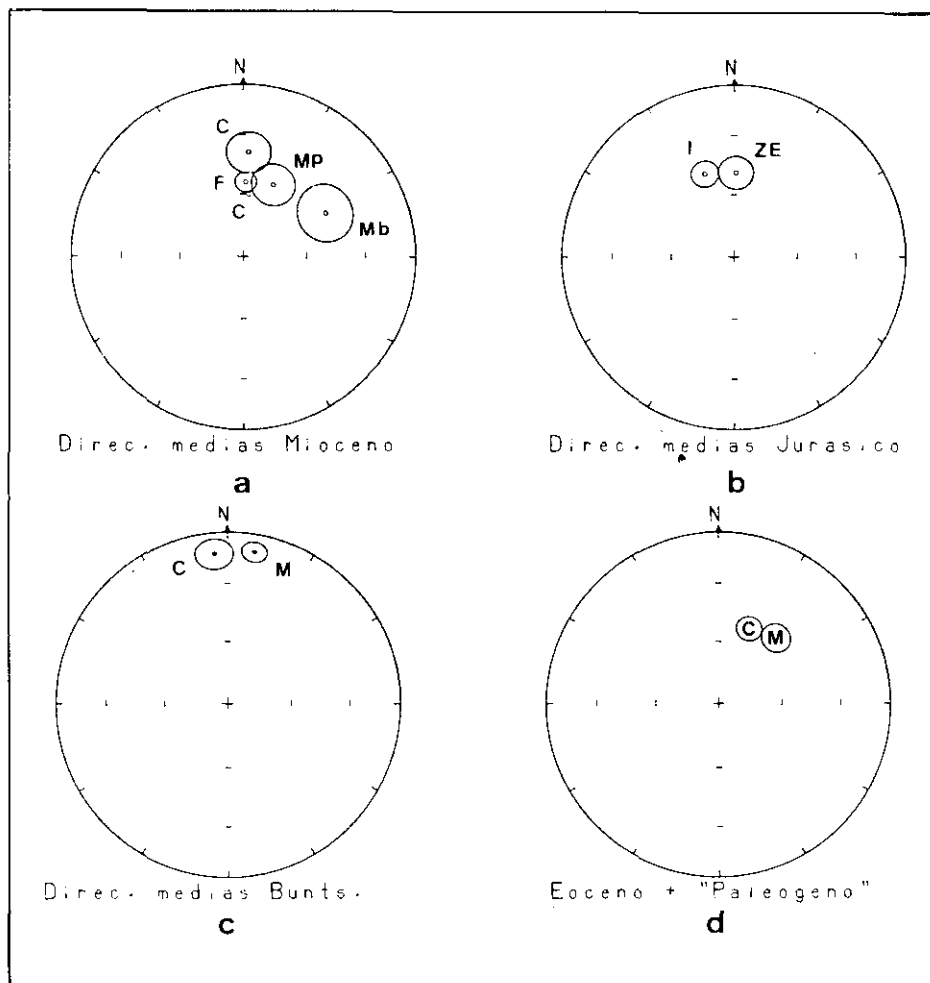


Fig. 8.—Comparación entre los resultados paleomagnéticos expuestos en el texto. (a) Mioceno: C, Cuenca del Ebro; F, Fosa de Calatayud-Teruel; Mp, Mioceno postectónico de Mallorca; Mb, Burdigaliense de Mallorca; (b) Jurásico; I, dique de Plasencia-Alentejo; ZE, Zona de Enlace; (c) Buntsandstein: C, Cadena Costera Catalana; M, Mallorca; (d): C, Eoceno de la Cuenca del Ebro; M, remagnetización paleógena de las calizas jurásicas de Mallorca. Obsérvense las diferencias en declinación entre los resultados de Mallorca y la Península, desde el Buntsandstein hasta el Mioceno. En cuanto al Jurásico de la Zona de Enlace, existe una leve diferencia respecto al dique de Plasencia.

se refiere al Terciario. No obstante, comentaremos a continuación las implicaciones que se desprenden de los resultados expuestos y que, en caso de ser confirmados por los próximos estudios paleomagnéticos, tendrían que ser satisfactoriamente explicados por cualquier hipótesis de la evolución cinemática de la Cuenca.

Si restamos el efecto de la rotación del Mioceno superior ( $\approx 20^\circ$ ) a las distintas unidades muestreadas de Mallorca, obtenemos la situación original de: la dirección paleomagnética del Triásico de Mallorca, la dirección «paleógena» registrada en los materiales jurásicos y la dirección del Burdigaliense, anteriores a la rotación del Mioceno superior respecto la Península Ibérica (Fig. 9). Realizada esta —un tanto simple— operación, se observa que, de un lado, las direcciones triásicas de Mallorca y de la Cadena Costera Catalana dejan de presentar diferencias significativas —los círculos de confianza se solapan—. De otro lado, el círculo de confianza «paleógeno» de Mallorca y el del Eoceno de la Cuenca del Ebro, se solapan perfectamente.

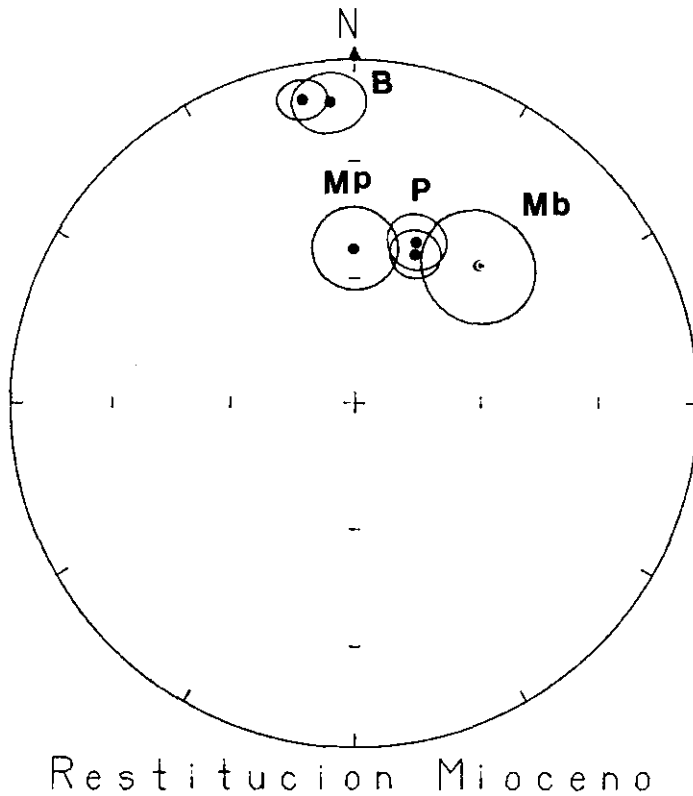


Fig. 9.—Rotación de las direcciones paleomagnéticas de Mallorca al hacer coincidir la dirección del Mioceno postectónico de Mallorca con el de la Península: B, Buntsandstein, P, Eoceno de la Cuenca del Ebro y remagnetización paleógena del jurásico de Mallorca, Mp, Mioceno postectónico de Mallorca, Mb, Burdigaliense de Mallorca. Al suprimir la rotación del Mioceno superior ( $20^\circ$ ), se observa un solapamiento importante entre las direcciones triásicas y paleógenas de Mallorca y Cataluña. Discusión en el texto.

El estudio sistemático de las formaciones miocenas de Mallorca, permitiría corroborar si la diferencia entre las direcciones paleomagnéticas del Mioceno sin y postectónico es meramente fruto de un número insuficiente de datos. En este punto, nos encontramos básicamente frente a dos posibilidades:

1) En caso de confirmarse una diferencia angular significativa entre el Mioceno sin y postectónico y considerando el recubrimiento de los círculos de confianza del burdigaliense y del «paleógeno», la rotación de los terrenos de Mallorca se podría descomponer en dos fases de rotación separadas en el tiempo. La primera rotación sería posterior al Burdigaliense (Mioceno sintectónico) pero anterior al Mioceno superior y la segunda tendría lugar con posterioridad a este período.

Por lo que respecta al borde catalán, los resultados paleomagnéticos de la zona indican dos hechos básicos. De un lado, una rotación dextrógira de los terrenos muestreados (Jurásico, Triásico y Eoceno) respecto la parte occidental de la placa ibérica, fenómeno explicado por medio de la rotación de un bloque —bloque del Ebro— limitado al N por la banda surpirenaica y al SW por una zona de falla siguiendo la traza de la Cordillera Ibérica (Parés et al., 1988). De otro lado, los resultados paleomagnéticos del Oligoceno-Mioceno de la Cuenca del Ebro comentados, indican que esta rotación habría ya finalizado en el Oligoceno superior.

Según esta primera posibilidad, se pone de manifiesto una diacronía en las rotaciones acaecidas en los bordes oriental y occidental de la Cuenca Catalano-Balear durante el Terciario. Mientras que en el margen peninsular, tuvo lugar una rotación dextrógira de 20° entre el Eoceno medio y el Oligoceno superior, en el promontorio balear habría ocurrido una rotación semejante —igual magnitud y sentido— en el Mioceno medio o superior probablemente ligada al emplazamiento de las unidades cabalantes. Las unidades que incluyen los depósitos del Buntsandstein de Mallorca no habrían experimentado esta rotación. Posteriormente, en el Mioceno superior o Plioceno, habría tenido lugar una segunda rotación, de igual sentido y magnitud que la anterior, de los materiales que estructuran la isla de Mallorca respecto el borde peninsular de la Cuenca Catalano-Balear.

2) En el caso de que las investigaciones paleomagnéticas que se están llevando a cabo, demostraran la similitud —ausencia de diferencias significativas— entre las direcciones del Mioceno sin y postectónico de las Baleares, a favor de las segundas, podríamos tentativamente asociar la rotación dextrógira de las unidades tectónicas de Mallorca con la rotación del margen NE de la Península Ibérica. Según esta posibilidad, los materiales jurásicos de Mallorca —remagnetizados durante el Paleoceno o Eoceno— habrían girado en sentido dextrógiro al mismo tiempo que lo hacían los materiales mesozoicos y eocenos del NE de la Península.

En relación a esta segunda posibilidad planteada, habría que considerar la pertenencia de la Cuenca Catalano-Balear y sus márgenes a una misma unidad cortical durante el Paleógeno. Posteriormente, en el Mioceno superior, tendría lugar una segunda rotación dextrógira, de igual magnitud, de Mallorca respecto la Península Ibérica.

En cualquier caso, y a modo de conclusión, creemos que es de resaltar la presencia de rotaciones dextróginas en los márgenes NW y SE de la Cuenca Catalano-Balear, las cuales, como hemos visto, podrían identificarse dentro de un mismo contexto en la evolución de la Cuenca.

### **Agradecimientos**

Los trabajos incluidos en la esta síntesis han sido financiados por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, proyectos núm. PR83-3085-CO3 y PB85-0330-C02 y por el Servei Geològic de la Generalitat de Catalunya.

### **REFERENCIAS**

- ÁLVARO, A., BARNOLAS, A., DEL OLMO, P., RAMÍREZ DEL POZO, J. y SIMÓ, A., 1984. El Neógeno de Mallorca: caracterización sedimentológica y bioestratigráfica. *Bol. Geol. Min.*, XCV-I: 3-25.
- ANADÓN, P., COLOMBO, F., ESTEBAN, M., MARZO, M., SANTANACH, P. y SOLÉ SUGRAÑES, LL., 1979. Evolución tectonoestratigráfica de los Catalánides. *Acta Geol. Hispánica*, 14: 242-270.
- ANADÓN, P., CABRERA, L., GUIMERÀ, J. y SANTANACH, P., 1985. Paleogene strike-slip deformation and sedimentation along the Southeastern margin of the Ebro Basin. In: K.T. Biddle and N. Christic-Blick (Eds), *Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation*. Soc. Econ. Paleont. Mineral. Special Publication, 37: 303-318.
- BANDA, E., PARÉS, J. M. y FREEMAN, R., 1986. La técnica del paleomagnetismo. Estudio piloto en los bordes de la Cuenca Balear. *Est. Geol.*, 42: 147-165.
- BARÓN, A., GONZÁLEZ, C. y ROSELLÓ, P., 1985. Sobre la existencia de facies dolomítico-evaporíticas bajo las facies rojas del Buntsandstein de Mallorca. In: Mateu, F. y Marzo, M., (Eds): *Resúmenes del II Coloquio de estratigrafía y paleogeografía del Pérmico y Triásico de España*, La Seu d'Urgell, 16-17, Lleida (Institut d'Etudis Ilerdencs).
- DIJKSMAN, A. A., 1977. Geomagnetic reversals as recorded in the Miocene red beds of the Calatayud-Teruel basin (Central Spain). *Thèse*, Utrecht, 156 p.
- FALLOT, P., 1922. *Etude géologique de la Sierra de Majorque*, Thèse Doct., Univ. Paris, Paris y Liège, 240 p.
- FONTBOTÉ, J. M., 1954. Las relaciones tectónicas de la depresión del Vallés-Penedés con la cordillera prelitoral catalana y con la depresión del Ebro. *R. Soc. Hist. Nat.*, tomo Homenaje al prof. E. Hernández-Pacheco, 281-310 pp.
- FONTBOTÉ, J. M., GUIMERÀ, J., ROCA, E., SÀBAT, F. y SANTANACH, P.,

1988. Para una interpretación cinemática de la génesis de la Cuenca catalano-baleare: datos estructurales de sus márgenes emergidos. Libro Homenaje a R. Soler (en prensa).
- FREEMAN, R., SÀBAT, F., LOWRIE, W. y FONTBOTÈ, J. M. 1988a. Paleomagnetic results from Mallorca, (Balearic Islands, Spain). *Tectonics*, (en prensa).
- FEEMAN, R., RODRÍGUEZ, A. y SÀBAT, F. 1988b. Neogene clockwise rotation of the Balearic Islands (Spain): Evidence from Paleomagnetism (Abstr. EGS XIII Assembly) *Ann. Geophys., Spec. Issue*: 60 p.
- FRIEND, P. F., BRAZIER, S. A., CABRERA, L., FREISTNER, KWA y SHAW, J., 1988. Magnetic reversal Stratigraphy in the Oligocene sucession of the Ebro Basin, near Fraga, Province of Huesca, northern Spain. *Cuad. Geol. Ibér.*, 12.
- GUIMERÀ, J., 1984. Paleogene evolution and deformation in the northeastern Iberian Peninsula. *Geol. Mag.*, 121: 413-420.
- PARÉS, J. M., 1987. Palcomagnetic constraints on Triassic geodynamic evolution of the Iberian Plate: Preliminary results. *Paleomagnetism in the Iberian Peninsula, Platja d'Aro*, 18, Girona.
- PARÉS, J. M., 1988. Dades paleomagnètiques del NE de la placa ibèrica: implicacions tectòniques. Tesis Doctoral, Fac. Geologia, Univ. Barcelona, 378 p.
- PARÉS, J. M., BANDA, E. y SANTANACH, P., 1988. Paleomagnetic results from the southeastern margin of the Ebro Basin (NE Spain): Evidence for a Tertiary clockwise rotation. *Phys. Earth Planet. Int.*, (en prensa).
- POMAR, L., RODRIGUEZ, A. y SANTANACH, P., 1983. Role des charriages, des failles verticales et des glissements gravitationels dans la structure de la Serra de Tramuntana de Mallorca (Baléares, Espagne). *C. R. Acad. Sc. París.*, 297, II: 607-612.
- SÀBAT, F., 1986. Estructura geològica de las Serres de Llevant de Mallorca (Balears). Tesis Doctoral, Univ. Barcelona, 128 p. 77 fig.
- SCHOTT, J. J., MONTIGNY, R. y THUIZAT, R., 1981. Paleomagnetism and potassium-argon age of the Messejana Dike (Portugal and Spain): angular limitation to the rotation of the Iberian Peninsula since the Middle Jurassic. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 53: 457-470.
- TURNER, P., HIRST, J. P. P. y FRIEND, P. F., 1984. A paleomagnetic analysis of Miocene fluvial sediments at Pertusa, near Huesca, Ebro Basin, Spain. *Geol. Mag.*, 121: 279-290.

*Received 10 Feb. 1988.*

*Accepted 13 June 1988.*