

CARACTERISTICAS PRINCIPALES
DE LA FRACTURACION TARDIHERCINICA
EN UN SEGMENTO
DEL SISTEMA CENTRAL ESPAÑOL

POR
A. G. UBANELL *

RESUMEN

El estudio de la fracturación tardihercínica ha puesto de relieve como más importantes las direcciones de fracturas NE-SW, WNW-ESE, N-S, NNE y E-W, y como secundarias las NW-SE y NNW.

En las fracturas NE-SW se han diferenciado dos familias, una con direcciones entre 50 y 60° y otra con dirección de 75°. Las primeras son más importantes y más antiguas que las segundas. Dividen la corteza en bloques y sus movimientos durante la etapa tardihercínica son sinistral-dextral, dextral-sinistral.

Las fracturas WNW-ESE son menos importantes que las anteriores. Sus movimientos son dextrales en el tardihercínico. Se han diferenciado dos generaciones de ellas espaciadas en el tiempo.

Las fallas N-S son de distensión, profundas. Entre dos de éstas queda definida una zona de debilidad de la corteza denominada «zona de debilidad entre Gredos y Guadarrama». Se consideran estas fallas como conductos emisores del vulcanismo Pérmico.

Las fallas NNE, también distensivas, contienen la mayoría diques de cuarzo, algunos con mineralizaciones metálicas. El movimiento a lo largo de las mismas es sinistral.

Respecto a las fracturas E-W quedan diferenciados dos grupos: uno antiguo sobre el que se implantan los diques porfídicos y aplíticos y otro más moderno de escaso desarrollo.

* Cátedra de Geodinámica Interna. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. Madrid.

Cronológicamente el orden de antigüedad de estas fracturas es el siguiente: NE-SW (50-60°); NE-SW (75°); N-S, NNE (35°), NE-SE (75°); WNW-ESE (1.^a generación), NNE (15°) y WNW-ESE (2.^a generación), comprendidas en el Estefaniense y el Pérmico.

INTRODUCCION

El presente trabajo constituye un resumen de parte de la tesis doctoral del autor. En él se estudia la fracturación tardihercínica sobre un segmento del Sistema Central español. Dado el carácter de resumen se han eliminado gran parte de las citas bibliográficas. El interesado en profundizar sobre el tema puede consultar el original (UBANELL, 1981).

La etapa tardihercínica ha sido definida como el período de tiempo comprendido entre los 310 m. a. y los 270 m. a. (ARTHAUD y MATTE, 1975). Es decir, desde parte del Westfaliense hasta el Pérmico Inferior. Esta etapa es singularmente importante por ser la transición entre dos tipos de tectónica —posterior a la formación de las cadenas Paleozoicas y anterior a la apertura del Atlántico (ARTHAUD y MATTE, 1977)—. Constituye una época en la que al tiempo que la «cadena» se cratoniza (los materiales se vuelven más rígidos) la intensa erosión pone al descubierto rocas profundas entre las que predominan gran cantidad de intrusiones graníticas.

Sobre este conjunto, que se comporta de manera frágil, se produce la fracturación en respuesta a los esfuerzos tardihercínicos.

REDES DE FRACTURACION

La orientación y distribución de estas fracturas son independientes, en general, de la orogenia hercínica —cortan sus estructuras—. Sin embargo, existe una cierta conexión con ella, puesto que muchas intrusiones plutónicas tardías vienen condicionadas por dicha fracturación. Se pueden distinguir dos tipos principales de fallas, unas de cizalla, cuyo tamaño oscila desde unos pocos metros a cientos de kilómetros, que se han movido a lo largo de las mismas (fallas en dirección, décrochements, etc.), principalmente, durante el Estefaniense y otras de tensión, de magnitud menor que las anteriores, cuyos movimientos más importantes se han producido en la vertical.

Tanto unas como otras han controlado las cuencas pérmicas. Posteriormente en el Alpino han tenido gran relevancia en la sedimentación de las cuencas de esta edad. Las direcciones dominantes de estas fracturas puede decirse que comprenden todas las de la rosa de

los vientos, si bien se han diferenciado netamente las direcciones NE-SW, NW-SE, WNW-ESE, NNW-SSE, N-S, NNE-SSW y E-W.

FRACTURAS NE-SW

Entendemos por tales fracturas las comprendidas entre las direcciones de 40 y 80°.

Los primeros trabajos en los que se pone de manifiesto la importancia de estas fracturas en el macizo Hespérico se deben a GARCIA DE FIGUEROLA (1963, 1965), GARCIA DE FIGUEROLA y PARGA (1968) y PARGA (1969) que indican las principales características de las mismas.

Estas se distinguen por su gran desarrollo (a escala del macizo Hespérico), presentan amplias bandas de trituración en los materiales (granitos cataclásticos, milonizaciones, esquistosidad de fractura, etc.), dislocan y desplazan las estructuras hercínicas, dan lugar a grandes alineaciones morfológicas y, a lo largo de las mismas, se produce la intrusión de granitos tardíos, de algunas rocas básicas y de cuarzo filoniano. Compartimentan la corteza en bloques, algunos de los cuales tienen alcance cortical (ROSALES *et al.*, 1977).

Los desplazamientos iniciales de estas fallas han sido en la horizontal, siendo los más visibles los sinestrales, aunque anteriormente se han producido otros dextrales (UBANELL, 1976).

Se pueden distinguir dos familias de fallas de distinta importancia y edad: la primera —la más antigua— presenta direcciones comprendidas entre 50 y 60° y corresponde al sistema de fallas de Plasencia, meridional del Sistema Central, etc.; la segunda —más moderna— tiene 75° de dirección media y corresponde al sistema de Becerril-La Serrota-Navas del Marqués.

A) FALLAS DEL SISTEMA, 50-60°

Son grandes fallas en dirección con un espaciamiento bastante uniforme entre ellas, del orden de los 15 kilómetros. Su longitud es de varias decenas de kilómetros, siendo la más larga la de Plasencia (superior a 500 km.). Algunas son corticales (alcanzan el manto superior), mientras que otras no llegan a tanta profundidad. Las más importantes compartimentan la zona en bloques, pudiéndose distinguir cuatro grandes bloques tardihercínicos (UBANELL, 1977b). Entre medias de estas grandes fallas se producen otras de menor magnitud, pero de gran importancia, ya que al ser menores no han vuelto a jugar posteriormente y permiten averiguar movimientos que en

las otras no son visibles por esos rejuegos que las han borrado. Este es el caso de unas pequeñas fallas existentes en La Paramera, en las que se aprecia un desplazamiento dextral fosilizado por las fracturas N-S, de donde se deduce un movimiento dextral anterior a las fallas N-S. Por otra parte, entre las fallas de La Paramera-Cruz de Hierro y la del Burguillo se extienden unos diques de cuarzo en disposición oblicua a estas fallas (Fig. 1), formando con ellas un ángulo de 15-20°. De la posición y forma de estos diques se deduce que corresponden a grietas de cizalla (fracturas Riedel) producidas por un movimiento sinistral de las fallas de Plasencia y Meridional del Sistema Central. Tal movimiento es también anterior a las fallas N-S, puesto que el juego de estas fallas N-S arque la traza de estos diques al entrar en la «zona de debilidad entre Gredos y Guadarrama», que definiremos al tratar las fallas N-S.

La cronología de las fallas NE-SW (50-60°) y las NE-SW (75°) se basa, precisamente, en esa «zona», ya que las primeras quedan dobladas al entrar en ella, mientras que las segundas no, luego es evidente que aquéllas son anteriores a éstas.

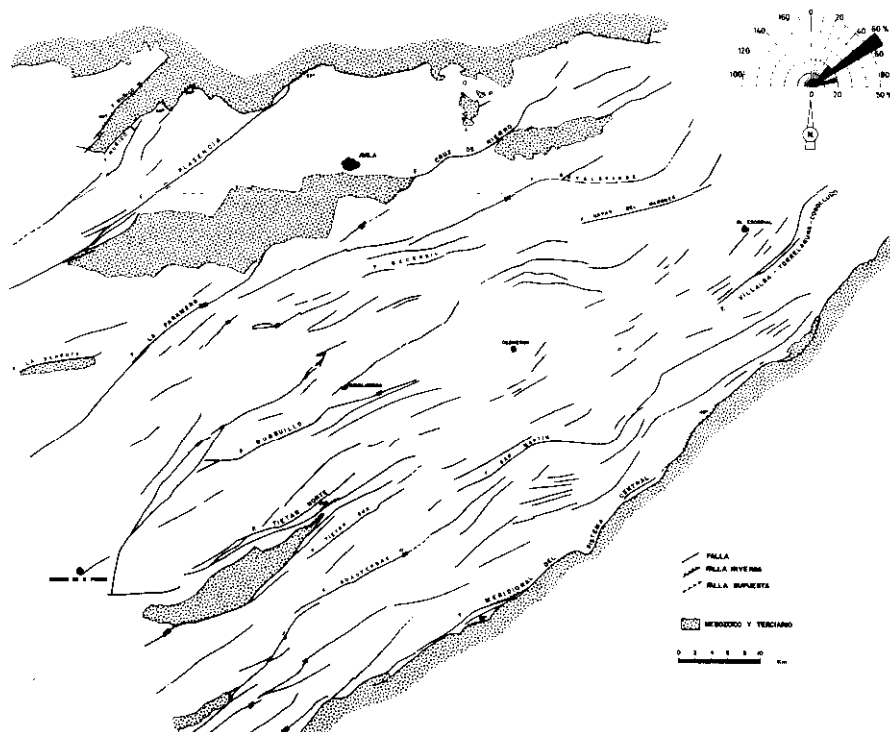


FIG. 1.—Red de fracturación NE-SW.

Por otro lado, el sistema de diques de cuarzo antes mencionado queda cortado por los cuarzos N.N.E., cuyo origen es debido al movimiento sinistral de las fallas NE-SW (50-60°). Sin embargo, estos diques N.N.E. no quedan doblados por la «zona de debilidad...», luego son posteriores a las fallas N-S.

Queda así, pues, establecido, en principio, tres movimientos a lo largo de estas fallas, dos anteriores a las N-S (sinistral y dextral) y uno posterior a ellas (sinistral).

Atendiendo a su importancia se han dividido estas fallas NE-SW (50-60°) en tres grandes grupos:

1. Fallas corticales.
2. Fallas de primera magnitud.
3. Fallas de segunda magnitud.

1. *Fallas corticales*

Son aquellas que atraviesan claramente la corteza terrestre. Sólo dos fallas responden netamente a esta definición: la de Plasencia y la meridional del Sistema Central.

La primera es, sin duda, la fractura más importante de la Península. Su longitud es mayor de 550 kilómetros, extendiéndose desde el Algarve portugués hasta la provincia de Avila, donde se oculta bajo el terciario del Duero. Ha sido ampliamente estudiada por diversos autores portugueses y españoles.

El desplazamiento visible a lo largo de la misma varía de unos lugares a otros, siendo de 5 kilómetros al norte de Cáceres, si bien el desplazamiento real es de 23 kilómetros (UBANELL, 1977a) y de 700 metros en Sanchorreja (Avila). Debajo de esta falla la corteza sufre un adelgazamiento (ROSALES *et al.*, 1977). Se le puede seguir como falla vertical por todo el Sistema Central, dando una gran unidad morfológica, debido fundamentalmente a los intensos fenómenos de cizalla que produce en las rocas adyacentes, las cuales sufren una cataclasis muy fuerte.

Después de la época tardihercínica la historia de esta falla es bastante compleja, siendo lo más sobresaliente el período de apertura que experimenta en el Triásico-Jurásico y la intrusión básica asociada que da lugar al gran dique de Alentejo-Plasencia.

Resumiendo los procesos que han afectado a esta falla pueden decirse:

1. Rotura de la corteza y formación de la falla de Plasencia al tiempo que se producen movimientos sinistral.
2. Etapa de movimientos dextrales.

3. Etapa de movimientos sinestrales.

4. Historia Alpina con intrusión del dique básico, brechificación y desplazamiento del mismo, hidrotermalismo, etc.

Respecto a la falla meridional del Sistema Central hay que decir que es menor que la anterior (su longitud supera sólo los 150 km.). En superficie, hoy en día, aparece como falla inversa, carácter que pierde en profundidad por la verticalización del plano de falla.

En este accidente se han detectado movimientos dextrales y sinestrales (UBANELL, 1977a) en este orden cronológico. Además, hay otro primer movimiento sinistral anterior a los otros dos deducible por los diques de pórfido existentes en el bloque del Piélagos-El Escorial que con dirección N-S presentan la típica forma sigmoide de las grietas de distensión. Distensión producida por dicho movimiento sinistral (Fig. 6a). Esto se corrobora, además, por el hecho de que los diques de cuarzo NNE, originados por el segundo movimiento sinistral cortan a estos pórfidos N-S.

Así, pues, la misma secuencia de movimientos que en la de Plazencia aparecen en esta falla: sinistral-dextral-sinistral. Después, su historia Alpina también es compleja.

2. *Fallas de primera magnitud*

Denominamos así a las que son de primera importancia, pero sin las dimensiones de las anteriores. Entre éstas se encuentran las fallas de «La Paramera-Cruz de Hierro», «Burguillo», Tiétar Norte, San Martín y Villalba-Torrelaguna-Cogolludo.

3. *Fallas de segunda magnitud*

Son de dimensiones e importancia mucho más reducidas que las anteriores, de ahí su nombre. Entre la más significativas merecen citarse las de Muñico (Muñico W, Muñico E), Tiétar S y la del Guadyerbas.

B) FALLAS DEL SISTEMA, 75°

Son fracturas relativamente escasas de corto recorrido individual, pero que definen grandes alineaciones, debido a que se sitúan unas a continuación de otras. Dentro de la época tardihercínica son más recientes que las del sistema 50-60°.

Las más representativas son la de «La Serrota-Becerril-Navas del Marqués» y las de Cadalso de los Vidrios.

FRACTURAS NW-SE

Denominamos así a las fracturas con direcciones próximas a los $130-140^\circ$. Lo más notable de este sistema es la escasa representatividad del mismo en la zona estudiada, contrastando con la importancia que tienen en otros lugares del Hespérico. La única falla importante más próxima a la zona es la que cita HERNANDO COSTA (1977) en la región de Atienza, que sirve de límite entre el Sistema Central y la cordillera Ibérica.

Las fallas de este sistema, aquí, no superan los 10 kilómetros de longitud, son escasas y de pequeño significado geológico (Fig. 2).

FRACTURAS WNW-ESE

La dirección media de este sistema de fracturas es de 110° . Son de menor categoría que las NE-SW, la longitud de sus tramos no suele

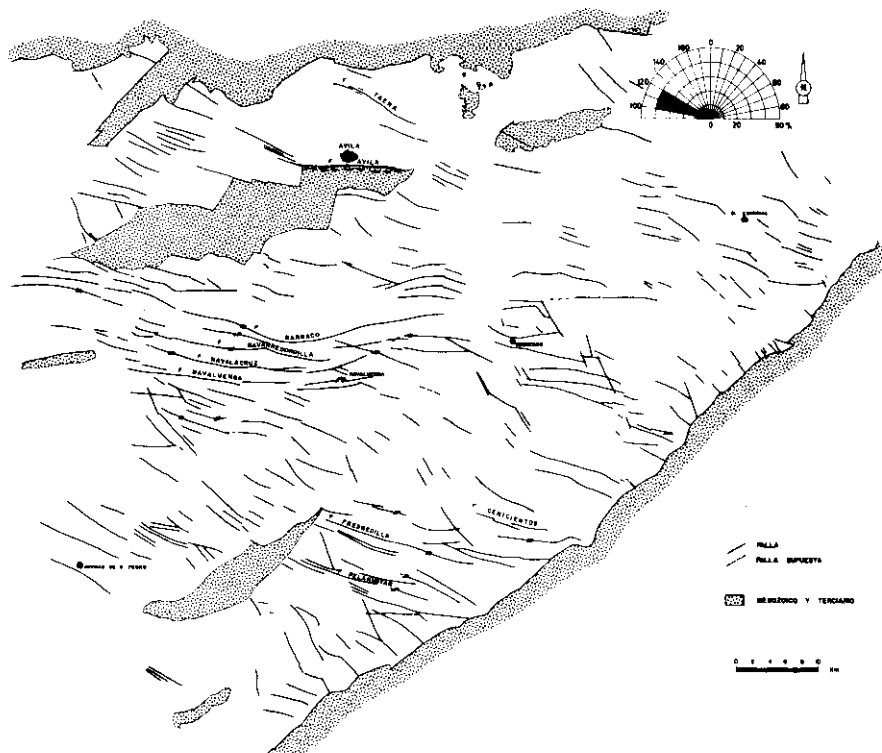


FIG. 2.—Red de fracturación WNW-ESE y NW-SE.

exceder de 20 kilómetros, si bien la longitud total de los diversos tramos de que consta una misma falla alcanzan los 86 kilómetros. La equidistancia entre ellas es de 2-4 kilómetros.

Los movimientos a lo largo de las mismas son siempre dextrales, aunque con escaso recorrido (nunca superan el kilómetro).

Algunas son abiertas, rellenas de cuarzo, baritina, etc., mientras que en otras se producen procesos de episienitización. Son fallas, comprendidas entre las grandes fallas corticales, dispuestas con cierta uniformidad.

Lo más interesante es la existencia de dos conjuntos de fracturas WNW-ESE. Es decir, dos sistemas con la misma dirección, pero de distinta edad. Así, si observamos la Figura 2 vemos que las fallas del Barraco, Navarredondilla, Navalacruz y Navaluenga sufren un arqueamiento, el cual queda cortado por otras fallas más recientes.

De estos dos sistemas el más antiguo es el más desarrollado y el más importante. Es posterior a las fallas N-S, pues este arqueamiento no está afectado por la «zona de debilidad entre Gredos y Guadarrama» e inmediatamente anterior a las NNE, ya que éstas no se ven afectadas por dicho arqueamiento. Es más, algunas NNE son desplazadas por las WNW-ESE, mientras que otras no, lo cual interpretamos como señal de no encontrarse muy alejadas en el tiempo.

FRACTURAS N.N.W.

Consideramos como tales fracturas las que se aproximan a los 150° de dirección. Son escasas, de corta longitud, situadas preferentemente en el bloque de El Piélago-El Escorial. Su desarrollo inicial es antiguo, pues limitan ciertos afloramientos metamórficos, en los que las rocas graníticas que les rodean instruyeron, según esta dirección. Parece que siempre han permanecido cerradas.

FRACTURAS N-S

Son grandes fallas, de distensión, asociadas a las cuales se encuentran los diques diabásicos y de tendencia sieníticas. Se encuentran uniformemente espaciadas (15-20 km.) y su carácter profundo queda puesto de manifiesto por los diques diabásicos asociados, así como por la existencia en una de ellas de una chimenea volcánica, que es estudiada en otro artículo de este mismo tomo. El recorrido medio de ellas es de 40 kilómetros, si bien, algunas, sobrepasan en mucho esta cifra.

Después de la etapa inicial distensiva han sido sometidas a empujes que producen un acortamiento E-W, con deformación de las estructuras comprendidas entre dos de ellas, formando la «zona de debilidad entre Gredos y Guadarrama». Esto origina un movimiento dextrógiro entre estas dos fallas, pero sin movimientos relativos en los planos de falla (Fig. 3).

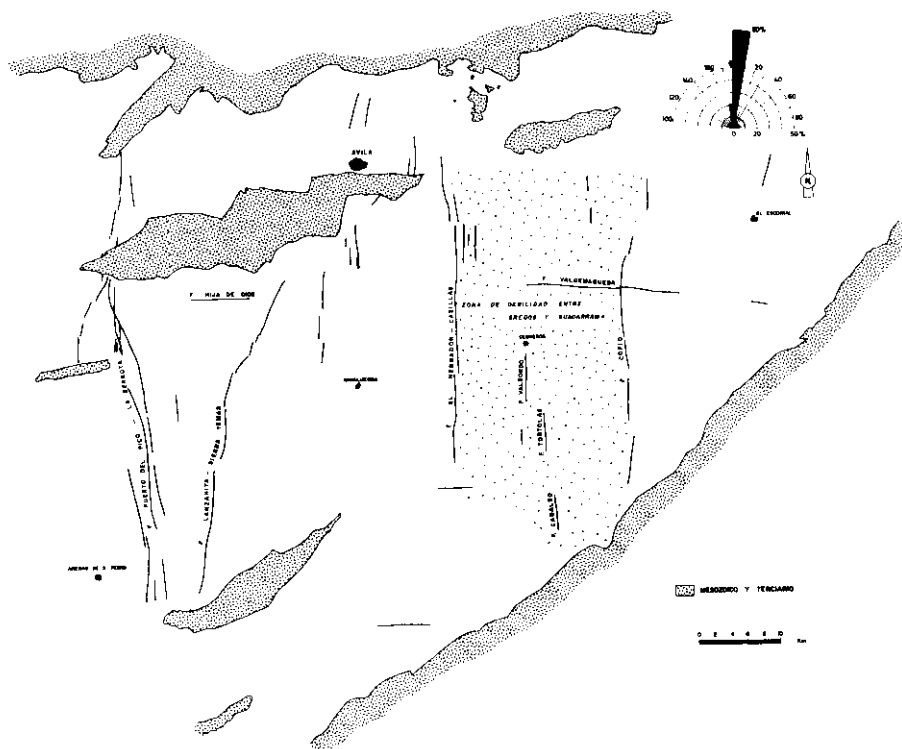


FIG. 3.—Red de fracturación N-S y E-W.

La edad de éstas es anterior a los diques N.N.E. y posteriores al movimiento dextral de las fallas NE-SW. Por otra parte, en la zona oriental del Sistema Central hay sedimentos Pérmicos, en cuya base se intercalan episodios volcánicos (RAMOS y SOPEÑA, 1976; VIRGILI *et al.*, 1976). Esta etapa ha sido considerada por LORENZ y NICOLLS (1976) como una fase de distensión general que afectó al sur de Europa.

Teniendo en cuenta que las únicas fracturas en las que aparecen rocas básicas son éstas, N-S (exceptuando el dique de Alentejo-Pla-

sencia de edad posterior), pensamos que pueden representar los conductos de emisión de dichas rocas volcánicas, en cuyo caso la edad de estas fracturas sería Pérmico Inferior (Autuniense).

Las principales fallas de este sistema son: las del Puerto del Pico-La Serrota, Lanzahita-Sierra Yemas, Herradón-Casillas y Cofío. Estas dos últimas definen la zona de debilidad entre Gredos y Guadarrama que es la parte comprendida entre ellas. Tiene 20 kilómetros de anchura y se extiende a lo largo de un eje N-S. El interés de esta «zona» estriba en la deformación que tiene lugar en ella, poniendo de manifiesto (Figs. 6f y 3) una fase compresiva con empujes comprendidos entre 50 y 90° que deforman el haz de diques porfídicos y los diques de cuarzo del Alberche al atravesar dicha zona. El arrastre hacia el S, entre estas dos fallas, es de 2-3 kilómetros, mientras que el acortamiento E-W es de 1-2 kilómetros. Esta deformación queda fosilizada por las etapas siguientes de fracturación NE-SE (75°), WNW-ESE y cuarzos NNE.

FRACTURAS NNE

Su dirección media oscila entre 15 y 20°. PARGA (1969) fue el primero en considerarlas asociadas al sistema NE-SW. ARTHAUD y MATTE (1975) establecen que, en Portugal, el desplazamiento sinistral más importante ocurre en el Estefaniense B-C, existiendo después otro desplazamiento menor en el Autuniense.

Son fallas de corto recorrido, individualmente no superan los 20 kilómetros de longitud, aunque pueden marcar líneas de debilidad superior a los 40 kilómetros de largo. No son profundas, son fracturas abiertas, ya que la mayoría de ellas están rellenas de cuarzo, a veces, con mineralizaciones. En muchas de éstas el cuarzo está brechificado y cementado de nuevo. El plano de falla es subvertical. Los movimientos a lo largo de ellas son, casi siempre, sinestrales; excepcionalmente en La Paramera hay alguna con movimiento dextral. No obstante, los desplazamientos son pequeños del orden del centenar de metros. También hay movimientos dextrales a lo largo de ciertas bandas NNE que son observables por la deformación que padecen los diques de pórfido, si bien no se producen desplazamientos a lo largo del plano de falla (Fig. 4).

Dentro de la fracturación tardihercínica son de las últimas fracturas en formarse, ya que cortan a los diques profídicos y aplíticos E-W y N-S, a los diques de cuarzo NE-SW y a los diques de baritina, luego son posteriores a ellos. Por otra parte, no quedan deformados por la zona de debilidad entre Gredos y Guadarrama, luego deben de ser ligeramente posteriores a ella. Pensamos que su edad es Pérmica.

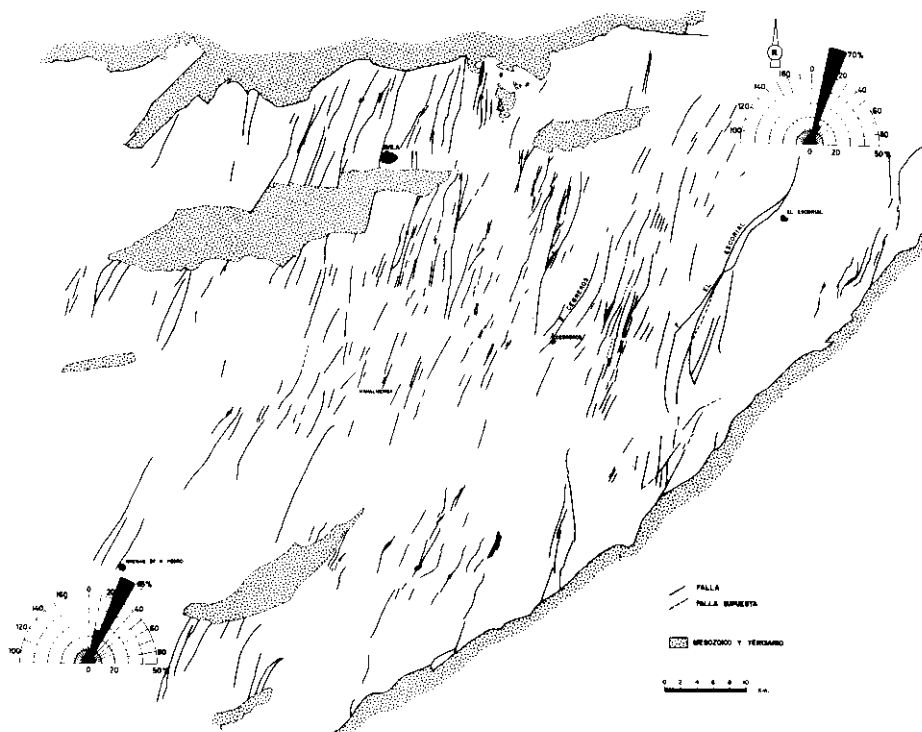


FIG. 4.—Red de fracturación NNE.

FRACTURAS E-W

Hay dos redes de fracturas E-W diferenciadas en el espacio y en el tiempo.

Las primeras corresponden a las fracturas sobre las que se implantan los diques de pórfido, lampróvido, etc., de edad muy antigua, desarrolladas probablemente en las etapas de consolidación de los cuerpos plutónicos.

Las segundas son mucho más recientes (quizá Alpinas), escasas y con muy poca importancia (Fig. 3).

EVOLUCION DINAMICA DE ESTAS REDES DE FRACTURAS

Resumiendo lo anteriormente expuesto, podemos decir (Fig. 5) que las primeras fracturas en formarse son las NE-SW (50-60°) con un primer movimiento dextral que queda señalado por los pórfidos sigmoides N-S.

ESFUERZOS	MOVIMIENTOS	ACTIVIDAD TECTONICA	FENOMENOS ASOCIADOS	EDAD
	V E R T I C A L E S	Réactivación de fallas (fallas inversas en los contactos Fuerte actividad de fallas Elevación general Actividad de ciertas fracturas Movimientos de amplio radio	Discordancia angular Hidrotermalismo Discordancia cartográfica	PLIOCENO MIOCENO OLIGOCENO EOCENO PALEOCENO MED. SUP. INF. CRETACICO
Compresión	3er Dextral	Fracturas WNW-ESE (2ª generación)	Deformación en bandas NNE	TRIASICO
Compresión	2º Sinistral	Fracturas NNE	Arqueamiento	
Compresión	2º Dextral	" NNE (35°); NE-SW (75°) " WNW-ESE y Fracturas de Cadalso de los Vidrios	Zona de debilidad entre Gredos y Guadarrama	PERMICO
Distensión	Verticales	" N-S	Diabasas N-S Tectónica Horst y Graben	AUTUNIENSE
Compresión	1er Dextral	" NE-SW (75°)	Cuarzos del Alberche Aplitas del Bloque del Piélagos	ESTEFANIENSE
Compresión	1er Sinistral	" R' (NNW)? R (Fallas de los Cuar- zos del Alberche) " NE-SW (50-60)	Pórfidos N-S	CARBONIFERO
				310 m.a.

FIG. 5.—Evolución dinámica de los distintos sistemas de fracturas tardihercínicas en el sector medio del Sistema Central español.

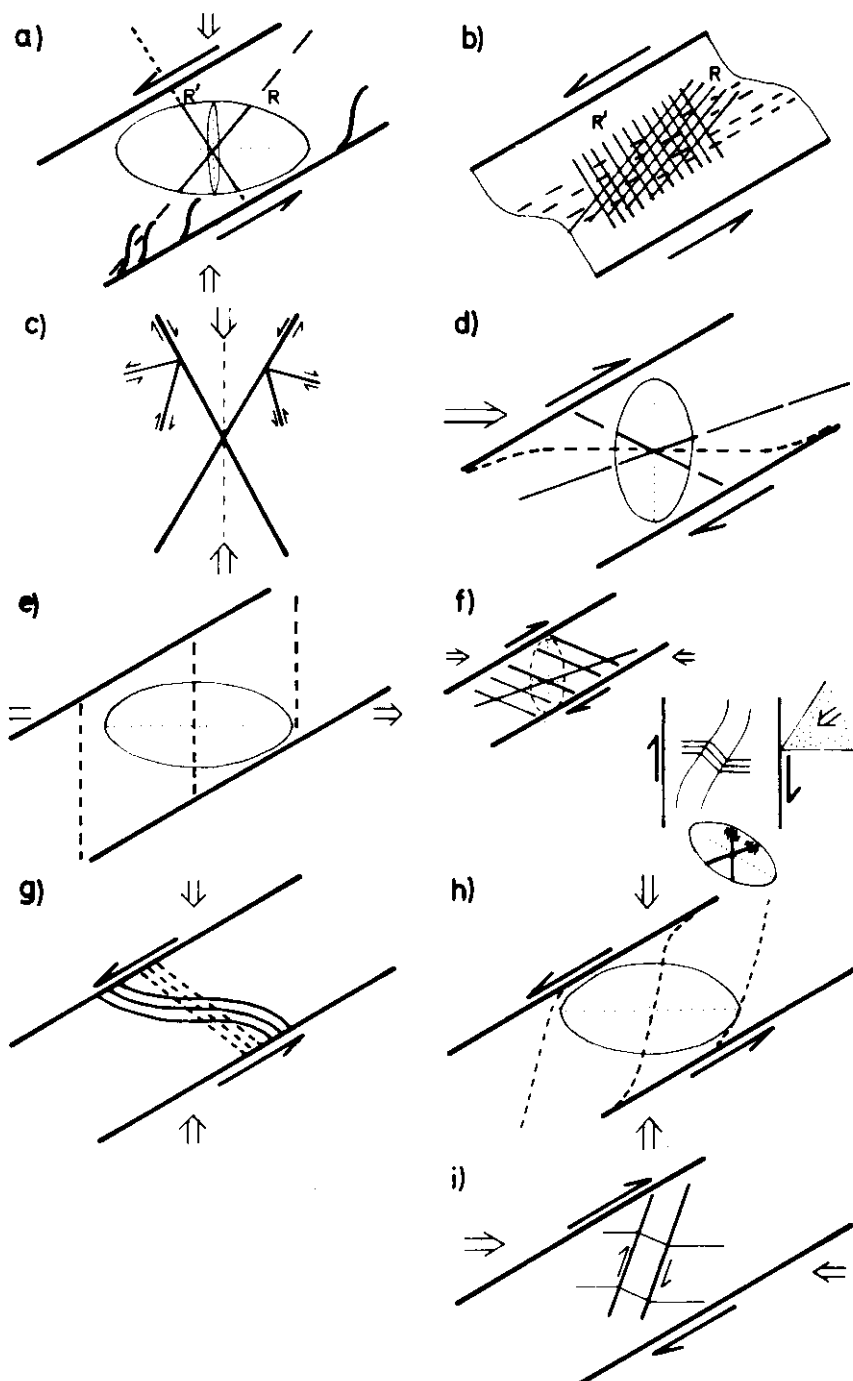


FIG. 6.—Explicación en el texto.

A continuación, éstas, NE-SW, sufren un movimiento dextral que da lugar a las aplitas del bloque del Piélagos.

Posteriormente, hay una etapa de distensión general, formándose las fallas N-S con sus correspondientes diabasas. En este momento debieron de rellenarse de cuarzo las fracturas de los «cuarzos del Alberche». La edad de esta distensión se ha fijado en el Pérmico Inferior.

Inmediatamente después viene otra etapa compresiva dextral, con acortamiento E-W, que deforma la zona de debilidad entre Gredos y Guadarrama». En la última fase de esta etapa se originan las fracturas NE-SW (75°) (que fosilizan las deformaciones anteriores) y la primera generación de fracturas WNW-ESE.

Después de formarse las WNW-ESE (1.ª generación) y antes de producirse las NNE debió existir una etapa distensiva que afectase a las WNW-ESE, ya que éstas, en algunos lugares, presentan mineralización de baritina, la cual queda cortada por las NNE.

Finalmente, hay un tercer movimiento dextral posterior a las fallas NNE causante de las inflexiones de los diques porfídicos en bandas limitadas por estas fallas. Al mismo tiempo se desarrollan las WNW-ESE (2.ª generación).

ORIGEN DE ESTOS SISTEMAS DE FRACTURAS

De acuerdo con la anterior cronología, las primeras fallas NE-SW (50-60°) se forman por cizalla simple, que da lugar al primer movimiento sinistral, a lo largo de ellas, como consecuencia de empujes con tendencia N-S. Consecuentemente con esto se originan los porfidos N-S y fracturas Riedel, que darán lugar a los cuarzos del Alberche (Fig. 6a,b,c).

Esfuerzos compresivos de dirección E-W provocan la intrusión de los diques apliticos del bloque del Piélagos (Fig. 6d).

Una distensión general del mismo sentido E-W da lugar a las fallas N-S y sus diques asociados (Fig. 6e).

Los esfuerzos compresivos, con dirección comprendida entre 35 y 90° son los causantes de la intensa deformación de la zona de debilidad entre Gredos y Guadarrama (Fig. 6f), así como del nacimiento de las fracturas NNE (35°); NE-SW (75°) y WNW-ESE (1.ª generación).

Otros empujes N-S traen como consecuencia el arqueamiento de las fracturas WNW-ESE (Fig. 6g) y el establecimiento de las fallas NNE (Figura 6h).

Finalmente, nuevos esfuerzos E-W inflexionan las estructuras E-W entre determinadas fallas NNE (Fig. 6i) al tiempo que se implantan las WNW-ESE (2.ª generación).

BIBLIOGRAFIA

- ARTHAUD, F., y MATTE, Ph. (1975): «Les décrochements tardi-hercyniens du sudouest de l'Europe. Geometrie et essai de reconstitution del conditions de la deformation». *Tectonophysics*, 25, 139-171.
- (1977): «Late Paleozoic strike-slip faulting in southern Europe and northern Africa: Result of a right-lateral shear zone between the Appalachians and the Urals». *Geological Soc. of Am. Bull.*, 88, 1305-1320.
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C. (1963): «El dique diabásico del norte de Extremadura». *Not. y Com. del IMGE*, 69, 43-78.
- (1965): «La continuación hacia el SW del dique básico de Plasencia (Cáceres)». *Not. y Com. del IGME*, 77, 129-164.
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C., y PARGA, J. R. (1968): «Sobre los ortogneises de Traguntia-Juzbago (Salamanca) y su significación tectónica». *Acta Geol. Hisp.*, 3, 69-72.
- HERNANDO COSTA, S. (1977): «Pérmico y Triásico de la región Ayllón-Atienza (provincias de Segovia, Soria y Guadalajara)». *Sem. de Estrati. Serie Monografías*, 2, 408 págs.
- LORENZ, V., y NICHOLLS, U. A. (1976): «The Permian Carboniferous Basin and Range Province of Europe. An application of plate tectonics», en H. FALKE (ed.), *The Continental Permian in Central West and South Europe*, 313-342 Reidel Publishing Company (Holanda).
- PARGA, J. R. (1969): «Sistemas de fracturas tardihercínicas del macizo Hespérico». *Trab. Lab. Geol. de Lage*, 37, 15 págs., Lage (Coruña).
- RAMOS, A., y SOPEÑA, A. (1976): «Estratigrafía del Pérmico y Triásico en el sector Tamajón-Pálmaces de Jadraque (Guadalajara)». *Estudios Geol.*, 32, 61-76.
- ROSALES, F.; CARBÓ, A., y CADAVID, S. (1977): «Transversal gravimétrica sobre el Sistema Central e implicaciones corticales». *Bol. Geol. y Min.*, 88 (6), 567-573.
- UBANELL, A. G. (1976): «Los diques aplíticos de Almorox-Navamorcuende (Sistema Central español) en relación con los "décrochements" dextrales tardihercínicos». *Comunic. Ser. Geol. Port.*, 60, 53-68.
- (1977a): «Modelo de fracturación de la región central española basado en las imágenes multispectrales obtenidas por satélite». *Studia Geologica*, 12, 195-206.
- (1977b): «Tectónica tardihercínicade bloques en la región central de la meseta Ibérica». *Bol. Geol. y Min.*, 88 (6), 508-512.
- (1981): «Estudio de la fracturación en un segmento del Sistema Central español». *Public. Univ. Compl.* (en prensa), 214 págs.
- VIRGILI, C.; HERNANDO, S.; RAMOS, A., y SOPEÑA, A. (1976): «Le Permien en Espagne», en H. FALKE (ed.), *The Continental Permian in Central West and South Europe*, 91-109, Reidel Publishing Company (Holanda).