

MODELO DE FRACTURACION DE LA REGION CENTRAL ESPAÑOLA BASADO EN LAS IMAGENES OBTENIDAS POR SATELITE *

A. G. UBANELL**

RESUMEN.—Se presentan los esquemas de fracturación logrados mediante el estudio de las imágenes multiespectrales obtenidas por los satélites ERTS-1 y LANDSAT-2, señalándose las ventajas y los inconvenientes de estas imágenes.

Con ayuda de la bibliografía existente se realiza un sucinto estudio del modelo de fracturación.

SUMMARY.—Fracture pattern from multispectral images ERTS-1 and LANDSAT-2 satellites is presented.

Both advantages and inconveniences of this images are pointed out.

INTRODUCCION

Como consecuencia del Proyecto de Investigación, firmado con NASA, número 28.760 en el que figura como investigador principal don Rodolfo Núñez de las Cuevas (Director del Instituto Geográfico y Catastral de España), en el que colabora la Cátedra de Geodinámica Interna de la Universidad Complutense de Madrid, se están realizando por parte del personal de la misma, una serie de estudios geológicos de la región central de la Península Ibérica sobre las imágenes multiespectrales logradas por los satélites LANDSAT.

Las imágenes aquí empleadas son las conseguidas por el ERTS-1 el 8 de marzo de 1973 números: 1228-10325, 1229-10384 y 1227-10271 en las bandas 5 y 7 a escala 1:1.000.000 (Fig. 1) y la del 11 de julio de 1975, obtenida por el LANDSAT-2 número 2170-10204 en las bandas 4, 5, 6, 7 y falso color a escala 1:500.000 (Fig. 3).

* Este trabajo ha sido presentado como informe parcial a la NASA el 15 de mayo de 1976. Para su divulgación en la Península Ibérica lo presentamos al Congreso del W Peninsular.

** Cátedra de Geodinámica Interna. Universidad Complutense. Madrid.

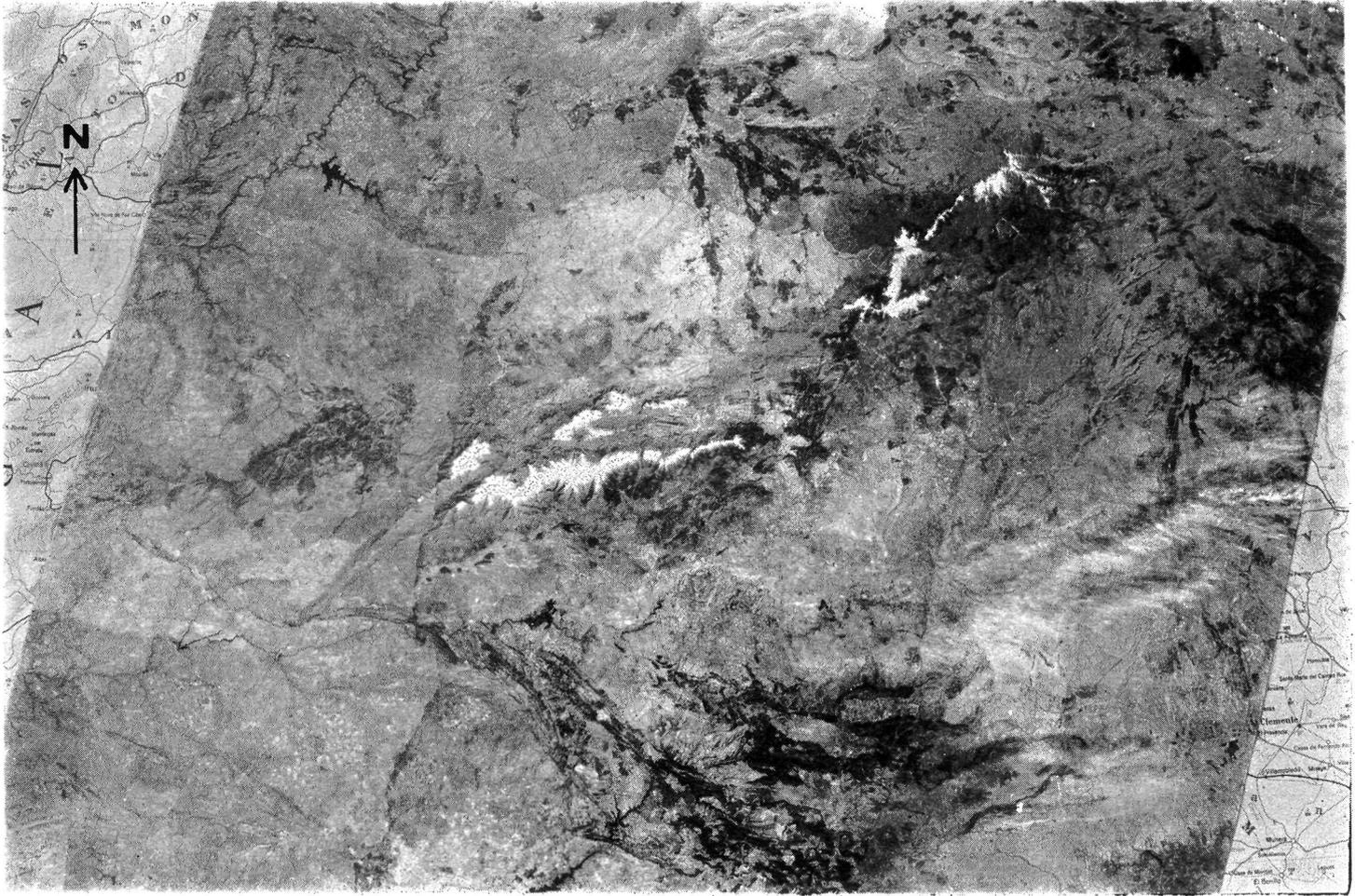


FIG. 1

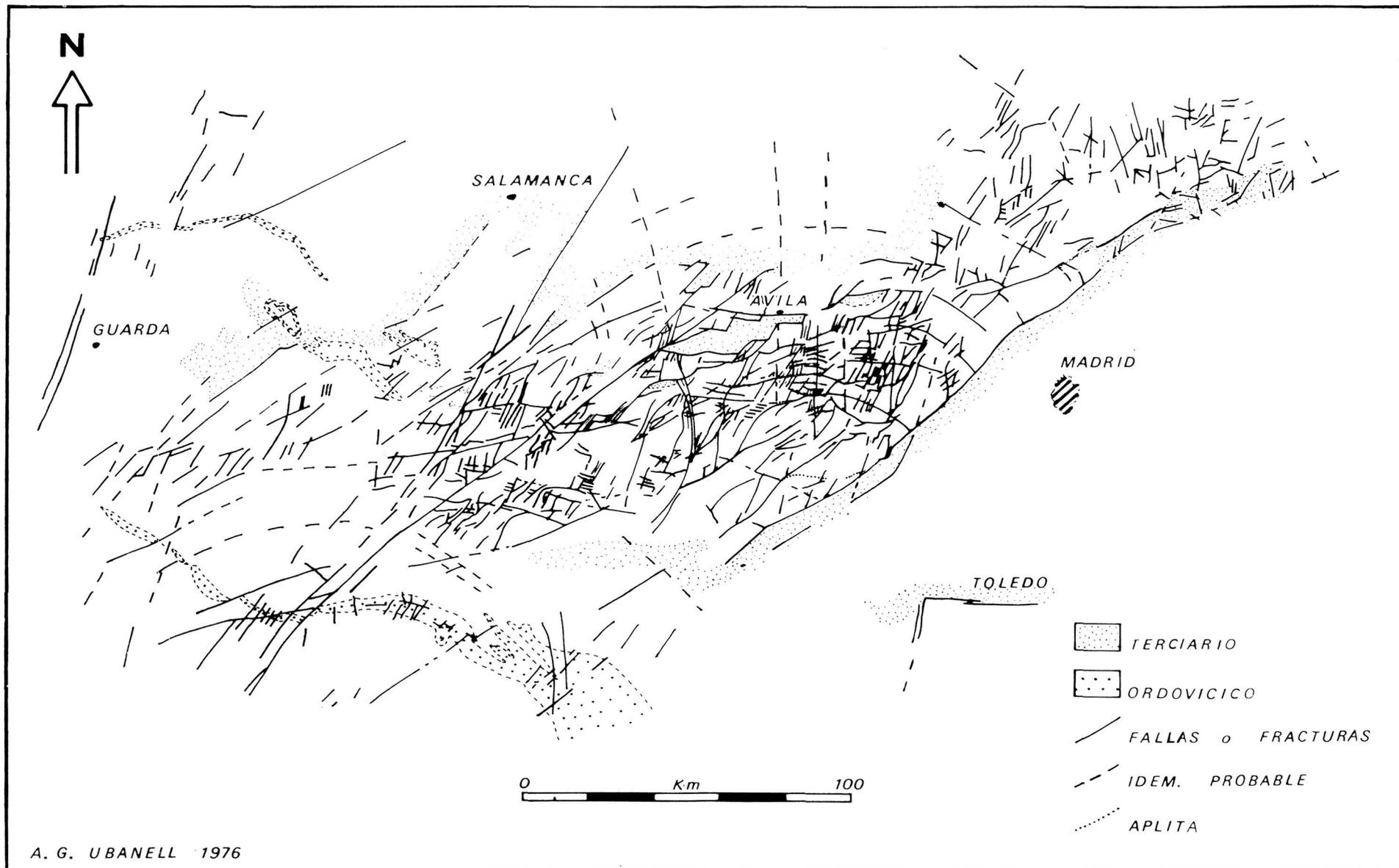
Mosaico de imágenes obtenidas por el ERTS-1 sobre el centro de la Península. El color más blanco representa la nieve de las Sierras de Gredos y Guadarrama

En este trabajo se tiene en cuenta solamente los elementos lineales visibles en las imágenes los cuales, en general, representan fallas o fracturas del zócalo Hercínico.

MODELO DE FRACTURACION

El área elegida para establecer este modelo corresponde al Sistema Central Español que geológicamente está constituido por el zócalo Hercínico granítico-metamórfico del Macizo Hespérico en el que existe una gran preponderancia de rocas graníticas.

Al norte y al sur de esta cadena montañosa se extienden las fosas tectó-



A. G. UBANELL 1976

FIG. 2.—Esquema de fracturación deducido de la observación de la fig. 1

nicas del Duero y Tajo, respectivamente, las cuales se encuentran rellenas de sedimentos terciarios.

Localmente adosado a los bordes del sistema montañoso aparecen retazos de materiales mesozoicos (Cretácicos).

Se eligió esta zona por tratarse de un macizo antiguo cratónico en el que, debido a los materiales que lo integran, las redes de fracturas resultan muy visibles allá donde el zócalo aflora y donde éste permanece oculto por los

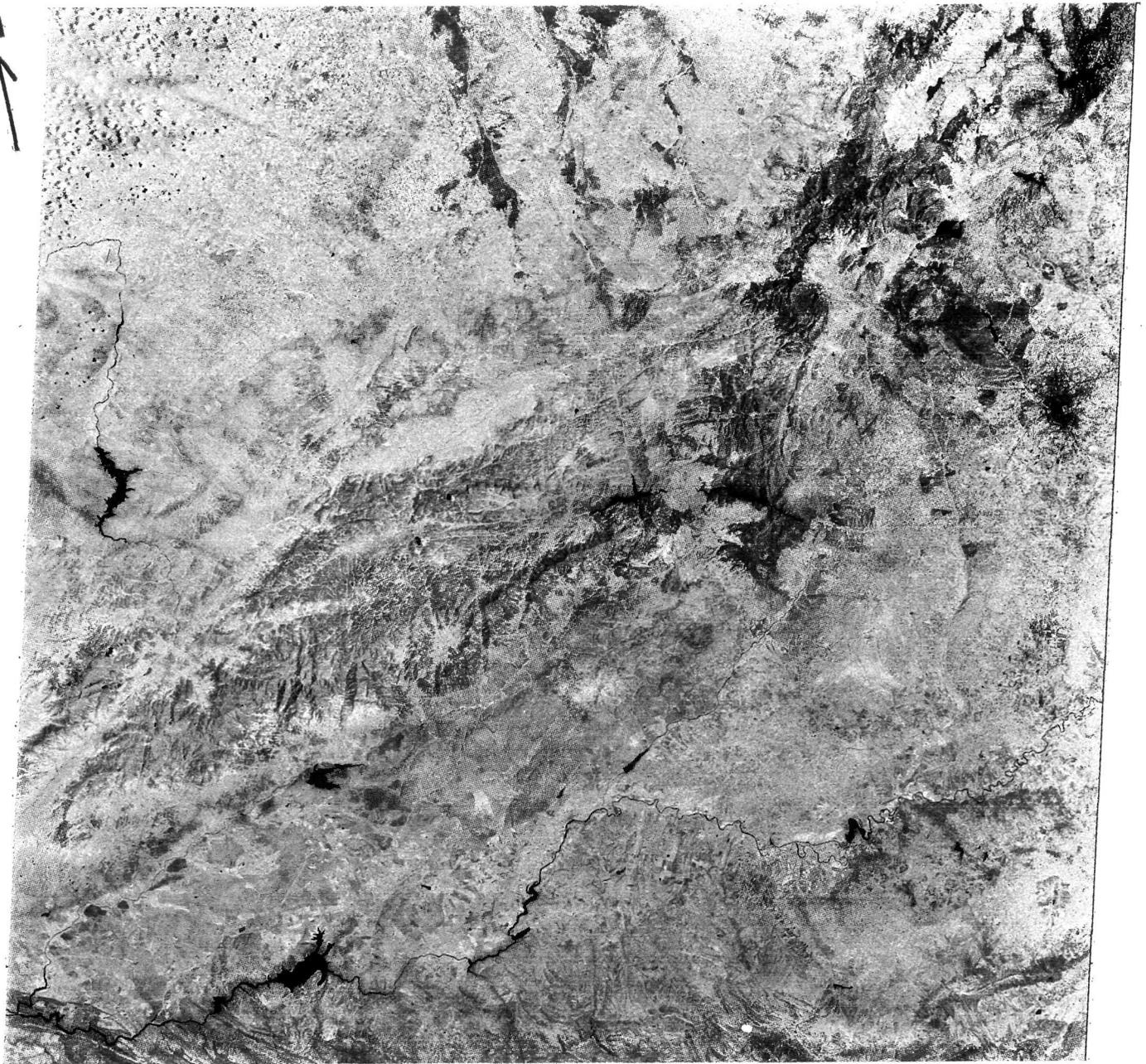
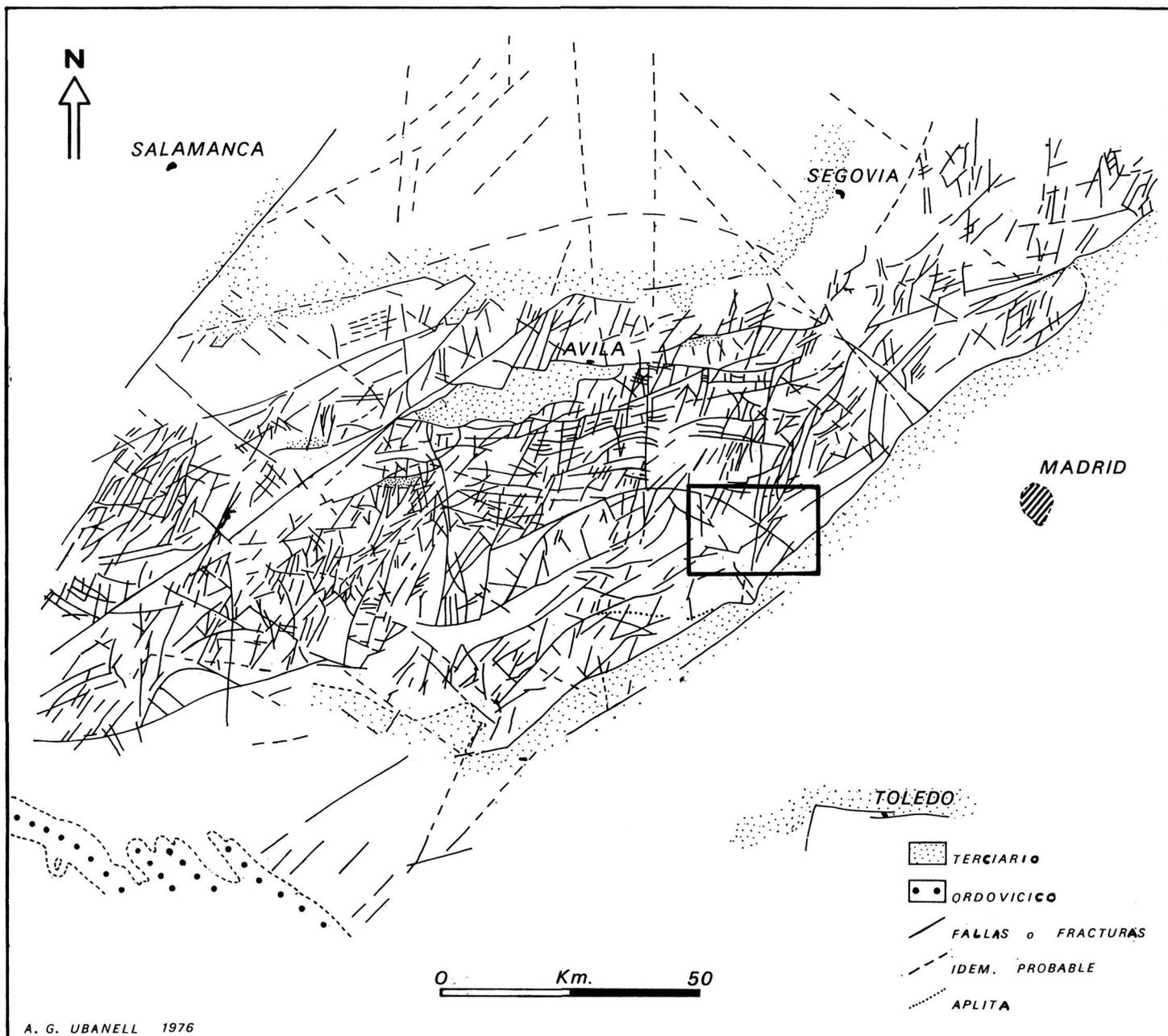


FIG. 3

Imagen obtenida por el LANDSAT-2 sobre la Sierra de Gredos



A. G. UBANELL 1976

FIG. 4

Esquema de fracturación obtenido a partir de la fig. 3

sedimentos terciarios también es posible determinar ciertas fracturas debidas a la presencia de accidentes morfotectónicos.

La fracturación principal se desarrolló en la época tardihercínica (PARGA, 1969) produciéndose grandes “dicrochements” sinestrales (PARGA, 1969; ARTAUD et MATTE, 1975, etc.) y dextrales (UGIDOS, 1974; UBANELL, 1975) de dirección NE-SW. Posteriormente, en los tiempos Alpinos, muchas de estas

fallas han vuelto a funcionar condicionando la actual morfología del Sistema Central.

Algunos de estos elementos alcanzan escala de megaestructura como el gran dique diabásico del Alentejo-Plasencia (FIGUEROLA et al., 1973) cuya longitud es del orden de 500 Km.

El estudio estadístico de las direcciones de fracturas se encuentra en BISCHOF, 1975. Nosotros tratamos sólo los accidentes pertenecientes a las direcciones mejor estudiadas.

Fallas NE-SW

Del análisis de las figuras 1 y 3 se observa que las fallas más importantes corresponden a los desgarres NE-SW, siendo los dos de mayor magnitud al citado dique de Alentejo-Plasencia y la falla meridional del Sistema Central Español.

El primero es una fractura tardihercínica que en el Triásico Medio Inferior se rellenó con la diabasa que actualmente constituye el dique. Su evolución estructural es muy compleja. Se han citado para él movimientos dextrales (UGIDOS, 1974), no obstante resultan más visibles, en imagen aérea, los sinestrales como puede apreciarse en la banda de Ordovícico que queda doblada y desgarrada. Posteriormente el dique ha sido dislocado, por fallas E-W y NNW, y brechificado (GARCÍA DE FIGUEROLA et al., 1973). Finalmente la falla de Plasencia ha jugado de nuevo apartándose, en algunos lugares, de la traza del dique como, por ejemplo, al norte de Sanchorreja (Avila).

En la imagen se aprecia que las dislocaciones experimentadas en la banda de materiales ordovícicos, al W de dicha falla son más acusadas que al E de la misma. Aquellas se producen según fallas paralelas o no a la principal mientras que estas se traducen en un arqueamiento de la estructura. Este arqueamiento nos permite establecer la hipótesis del "desplazamiento hacia el E de la línea de falla de la falla del Alentejo-Plasencia". Así se deduce que ha existido una compresión perpendicular a esta gran falla, sincrónica con el movimiento sinistral, causante de esta amplia curvatura (Fig. 5) lo que supone un esfuerzo en dirección aproximada N-S. La compresión de dirección NW-SE provoca un desplazamiento de la línea de falla hacia el SE de 8-9 Km. Por otra parte el desplazamiento neto de las unidades geológicas a ambos lados de la falla es de 4-5 Km., pero si se tiene en cuenta el efecto de arqueamiento vemos que el desplazamiento real ha sido del orden de unos 23 Km. Naturalmente esta es una hipótesis de trabajo que surge a la vista de las imágenes de satélites pero que sólo puede ser comprobada con un estudio del terreno.

El otro accidente con esta misma dirección lo constituye el borde meri-

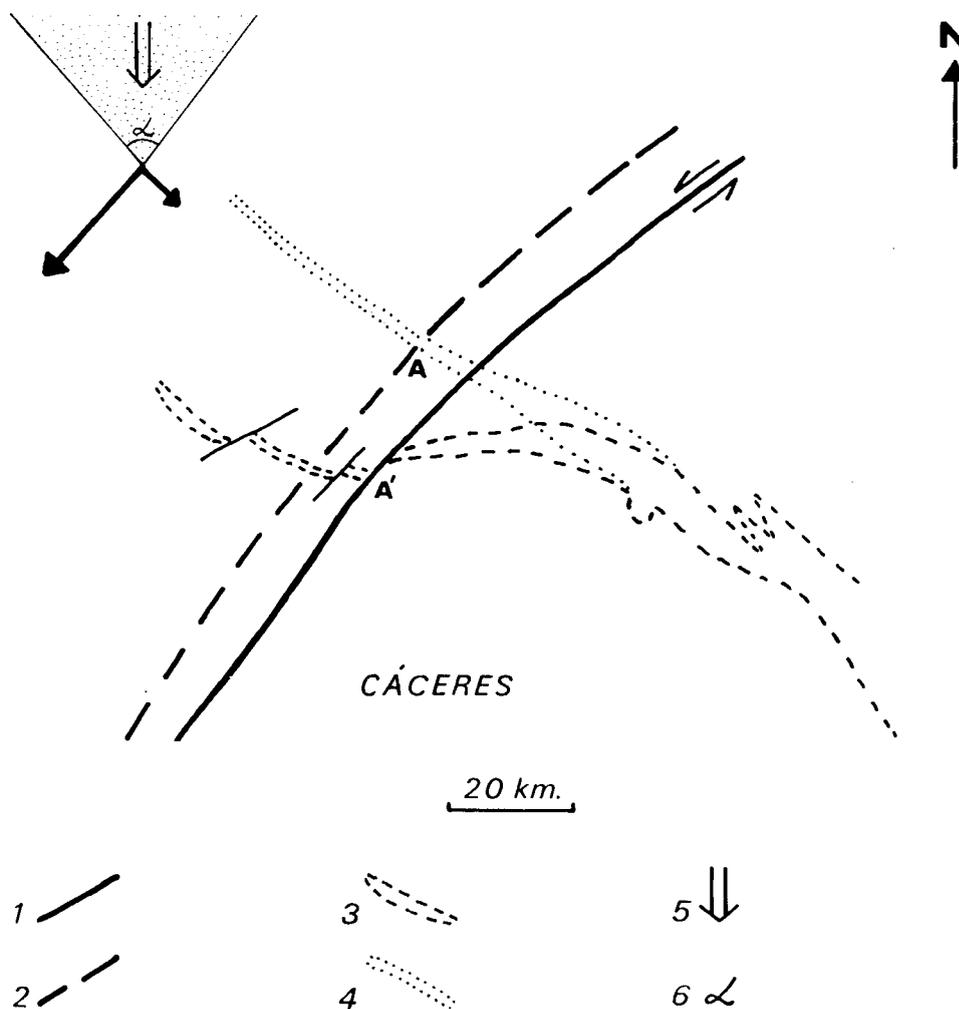


FIG. 5

- 1.—Posición actual de la falla de Alentejo-Plasencia.
- 2.—Posible posición inicial de dicha falla.
- 3.—Posición actual de los materiales ordovícicos.
- 4.—Supuesta posición inicial de tales materiales.
- 5.—Dirección de los esfuerzos.

Las flechas negras gruesas señalan los vectores desplazamiento.

dional del Sistema Central que en la actualidad sirve de contacto con la depresión terciaria del Tajo mediante falla inversa. En los tiempos tardi-hercínicos actuó primero como desgarre dextral y luego como sinistral. En la época Alpina se ha movido como falla inversa cabalgando sobre los sedimentos del Mioceno. Finalmente han sido señalados movimientos cuaternarios para esta unidad por PEDRAZA GILSANZ (1976).

Estos dos grandes desgarres son elementos de primer orden desarrollados a escala Peninsular (VEGAS, 1974, 1975).

Paralelos a ellos se extiende todo un sistema de fallas de menor dimensión pero de gran importancia.

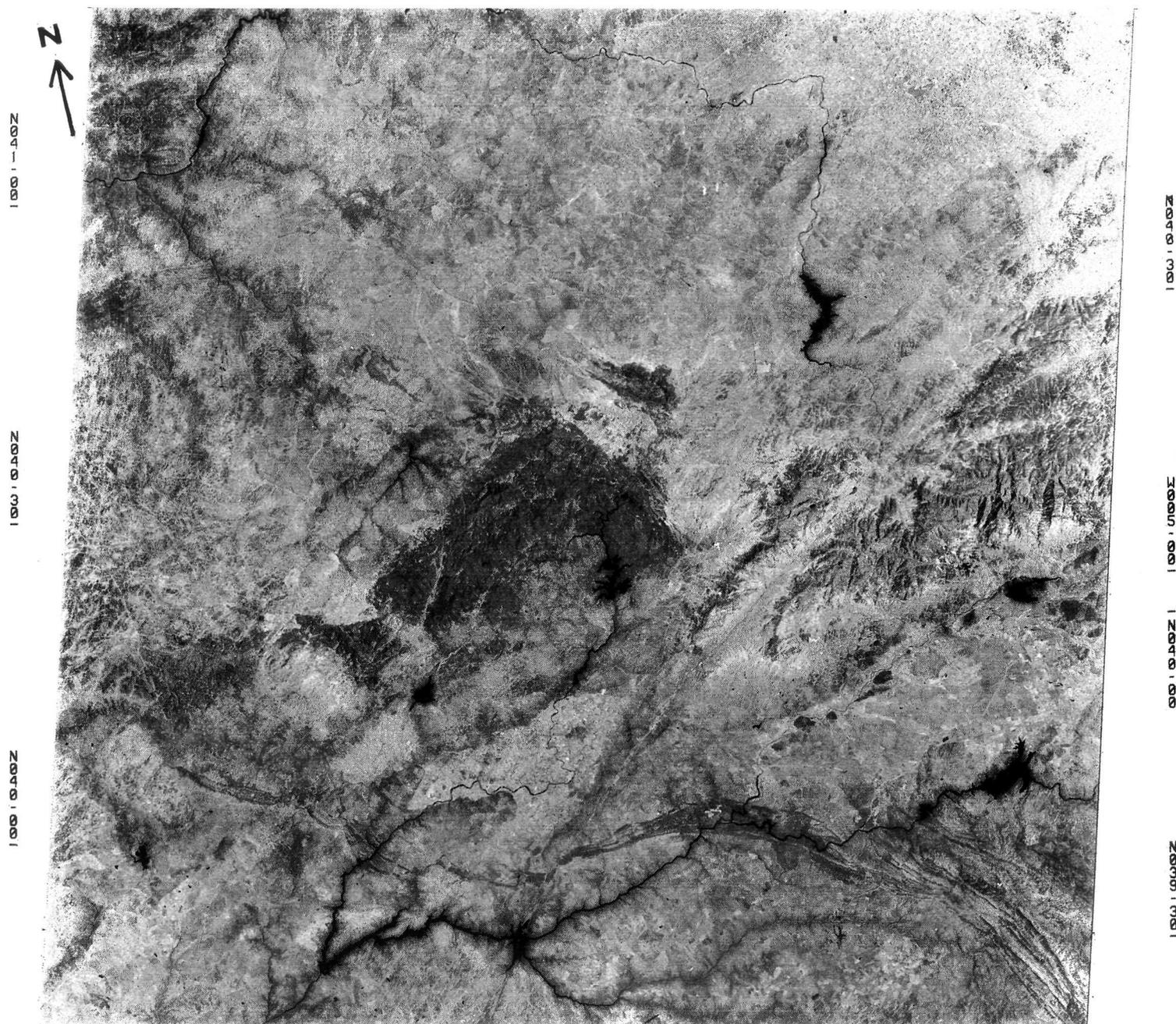


FIG. 6

Imagen a partir de la cual se han deducido los datos de la fig. 5

Fallas NW-SE

Estas constituyen un sistema conjugado con el anterior de menor desarrollo que éste en esta zona. Sin embargo, más al N, fuera de la imagen, condicionan las estructuras geológicas (MARTÍNEZ ALVAREZ, 1974).

Fallas NNE

Como consecuencia del movimiento sinistral de las fallas NE-SW se producen las fracturas de distensión NNE las cuales con mucha frecuencia se encuentran rellenas de cuarzo; comparativamente con las NE-SW no tienen tan gran longitud pero sí son muy abundantes.

Fallas E-W, N-S y otras

Las fracturas E-W han tenido una gran influencia en la evolución geológica de la región (ALÍA MEDINA, 1972) resultando visibles en el contacto entre el zócalo granítico-metamórfico de Toledo así como en otros lugares del centro de la Península Ibérica.

Las fallas N-S destacan por su continuidad dentro de los materiales terciarios por lo que sus últimos movimientos deben ser recientes.

Finalmente se observan unas lineaciones arqueadas que han sido interpretadas por ALÍA MEDINA (1976) como pertenecientes a una megaestructura de tipo cupuliforme.

En otro orden de cosas hemos de destacar que todos estos sistemas de fracturación, junto con otros no señalados, se encuentran actualmente siendo investigados por el autor en base a estudios de campo intentando llegar al conocimiento de la génesis y evolución de todos ellos.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS IMAGENES MULTIESPECTRALES

En el estudio de las imágenes multiespectrales aplicado a las estructuras geológicas lineales del área investigada se ha podido comprobar que las bandas óptimas para su estudio son la 5 y 7, siguiéndoles en menor grado el falso color.

La escala a la que se trabaja mejor y es posible obtener un mayor número de datos es la 1:500.000, esta es la razón por la cual en la figura 4 la fracturación ofrece mayor densidad.

Entre las principales ventajas que presentan las imágenes para el estudio de la fracturación caben citar:

- a) La primera se deriva de la escala, ya que al poder observarse en una misma imagen una gran superficie de terreno es posible tener una idea exacta de la magnitud de un fenómeno.
- b) Esta técnica resuelve el problema de las regiones inaccesibles.

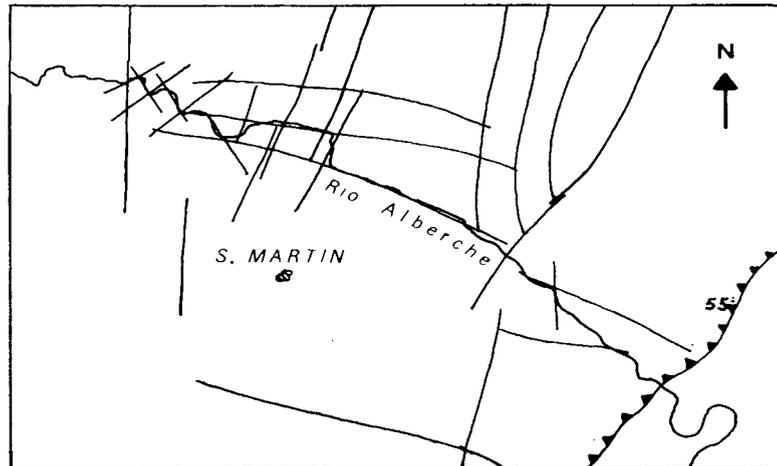


FIG. 7

- c) Tratamiento en poco tiempo de grandes extensiones.
- d) Posibilidad de tratar un mismo accidente con distintas bandas y filtros.

Por contra presenta las limitaciones siguientes:

a) Todo elemento lineal puede ser tomado como una fractura. Ejem.: En las figuras se encuentra cartografiado un potente dique de aplita que de no conocerlo por estudios de campo se señalaría como fractura. El contacto metamórfico-granítico del W de la mancha de La Cañada-El Tiemplo (Avila) marca una línea neta N-S que separa zonas de distinta tonalidad. De no conocerse tal contacto éste se trazaría como una falla paralela a la falla del Herradón-Casillas.

b) Sólo son visibles las fracturas que presentan accidentes morfológicos (valles, cursos de agua, zonas de humedades, zonas de alteración, etc.).

c) Análogamente todo accidente morfológico lineal da la impresión de ser una fractura. De hecho algunas de las fracturas señaladas en las figuras 2 y 4 no son exactamente iguales en el terreno a como se ven en la imagen. Ejem.: El río Alberche, en una zona de su curso, da la impresión de seguir una única falla NE-SW que se curva y adopta la posición conjugada NW-SE. Estas zonas enmarcadas en la figura 4 podemos ver cómo es en realidad en la figura 7, según la cartografía de campo a escala 1:50.000. Como puede verse hay diferencias importantes pues no se trata de una sino de varias fallas de direcciones diversas.

d) Al enlazar unas fracturas con otras pueden cometerse errores pues debido a la escala puede parecer que dos distintas son la misma o viceversa. Esto también depende de la calidad de la imagen y de la época del año en que se realicen y de la escala utilizada. Ejem.: Las variaciones existentes entre la figura 2 y la figura 4 se deben a estos factores.

CONCLUSION

Las imágenes multispectrales tomadas por satélite son de una gran utilidad para establecer el esbozo del modelo de fracturación a escala regional de una zona. Sin embargo, para llegar a un conocimiento perfecto de tal modelo es necesario recurrir a los métodos de investigación tradicionales, entre los que ocupa un lugar destacado el trabajo de campo.

BIBLIOGRAFIA

- ALIA MEDINA, M. (1972): *Evolution post-hercynienne dans les régions centrales de la Meseta Espagnole*. 24th I.G.C., 3, 265-272. Canadá.
- (1976): *Una megaestructura de la Meseta Ibérica: La bóveda Castellano-Extremeña*. Est. Geol., 32 (2).
- ARTHAUD, F. et MATTE, P. (1975): *Les décrochements tardi-hercyniens du Sud-Ouest de l'Europe. Géométrie et essai de reconstitutio des conditions de la déformation*. Tectonophysics, 25, 139-171.
- BISCHOFF, L. (1975): *Das Störungsmunter Zentralspaniens nach Auswertungen von ERTS-1 Aufnahmen*. Münster. Forsch. Geol. Paläont., 36.
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L.; CORRETGÉ, L. G. y BEA, F. (1974): *El dique de Alentejo-Plasencia y haces de diques básicos de Extremadura. (Estudio comparativo)*. Bol. Geol. Min., 85 (3).
- MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A. (1968): *Consideraciones respecto a la zona de fractura ("Falla Cantábrica") que se desarrolla desde Avilés (Asturias) hasta Cervera de Pisuerga (Palencia)*. Acta Geol. Hisp., 5.
- PARGA, J. R. (1969): *Spätvariszische Bruchsysteme im Hesperischen Massiv*. Geol. Rdsch., 59 (1), 323-336.
- PEDRAZA GILSANZ, J. (1976): *Algunos procesos morfogenéticos recientes en el valle del río Alberche (Sistema Central Español): La Depresión de Aldea del Fresno-Almorox*. Bol. Geol. Min., 87.
- UBANELL, A. G. (1975): *Los diques aplíticos de Almorox-Navamorcuende (Sistema Central Español) en relación con los "décrochements" destrales tardihercínicos*. Com. Serv. Geol. Portugal, 60.

- UGIDOS, J. M. (1974): *Granitos de dos micas y moscovíticos en la región de Piedrahita-Barco de Avila-Béjar*. Stvd. Geol. 7. Salamanca.
- VEGAS, R. (1974): *Las fallas de desgarre del SO de la Península Ibérica*. Bol. Geol. Min., 85.
- (1975): *Wrench (transcurrent) fault System of the southwestern Iberian Peninsula, paleogeographic and morphostructural implications*. Geol. Rundschau, 64 (1), 266-278.