

Cuad. Geol.	1	p. 149-157	2 figs.	Universidad de Granada Sep.-Oct. 1970
-------------	---	------------	---------	--

ESTRUCTURA EN ESCAMAS DEL SECTOR NOROCCIDENTAL DE LA SIERRA DE CAZORLA (ZONA PREBETICA) Y DEL BORDE DE LA DEPRESION DEL GUADALQUIVIR (PROVINCIA DE JAEN)

C.J. DABRIO* y A.C. LOPEZ-GARRIDO**

ABSTRACT. The succession of different stages of deformation, the last of them having taken place in the middle Miocene, has determined the imbricated structure of the Sierra de Cazorla and the easternmost boundary of the Guadalquivir Basin. The evolution of the structural features is analyzed and a tectonic interpretation of the resulting structure is attempted.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

La Sierra de Cazorla es un fuerte relieve montañoso que destaca sobre la Depresión del Guadalquivir. Su dirección es aproximadamente NNE-SSW., que es la dirección dominante en las principales estructuras de la región.

Geológicamente, constituye el borde externo de la Zona Prebética, en inmediato contacto con los materiales subhorizontales de la Depresión del Guadalquivir.

Los autores que han trabajado en esta región corresponden a dos épocas diferentes. En la primera de ellas cabe destacar los trabajos de síntesis de Fallot (1928-1945), y los efectuados al

mismo tiempo por Brinkmann y Gallwitz (1933) en los cuales se dan a conocer, a grandes rasgos, las características estratigráficas y tectónicas de la Sierra de Cazorla y del borde oriental de la Depresión del Guadalquivir. Se plantean ya la existencia de una tectónica de escamas de edad postmiocena, aunque los dos últimos autores emplean términos equívocos al calificar a las escamas de "alóctonas y corrimientos". En la segunda época, Foucault (1964-65) en la parte meridional (sector de Cazorla-Alto Guadalquivir) y López-Garrido (1969-70) en la septentrional (sector Beas de Segura-Orcera) estudian esta región con mayor detalle.

En cuanto a los materiales de la Depresión del Guadalquivir son descritos por Brinkmann y

*Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

**Instituto Nacional de Geología del C.S.I.C. (Departamento en Granada).

Gallwitz (1933) y más recientemente por López-Garrido (1969) y González-Donoso y López-Garrido (1970).

nosotros (C.J.D.) reconoce series equivalentes en el sector comprendido entre las áreas estudiadas por los citados autores.

ESTRATIGRAFIA

Describiremos someramente y por separado los materiales de la Zona Prebética y los de la Depresión del Guadalquivir.

A. ZONA PREBETICA

Se pueden distinguir dos unidades diferentes con series estratigráficas distintas, que ocupan dos bandas paralelas de dirección NNE-SSW (fig. 2).

Unidad de Beas de Segura

Esta unidad se sitúa inmediatamente en contacto con los materiales subhorizontales de la Depresión del Guadalquivir. Es, por tanto, una zona de tránsito entre el país tabular, que reposa directamente sobre los materiales paleozoicos, y la Zona Prebética s. str. Su serie ha sido definida por López-Garrido (1969) como "Formación de Beas de Segura". Litológicamente es una alternancia de dolomías grises, algunas calizas y margocalizas, y arcillas rojas. La potencia se estima en unos 300 m. Se atribuye en su conjunto al Jurásico.

Sobre esta unidad, los únicos materiales que se encuentran pertenecen al Mioceno marino de la Depresión del Guadalquivir.

Unidad de la Sierra de Cazorla

Se localiza al E. de la anterior. Presenta una serie bastante constante, que ha sido establecida por separado por Foucault (1965), como serie tipo de la Sierra de Cazorla y por López-Garrido (1969), como serie de Fuentepinilla. Por su parte uno de

Resumidamente ésta serie consta de:

1. Arcillas abigarradas. Localmente calizas del Muschelkalk. Potencia total visible 50-60 m. Trías.
2. Dolomías tableadas finas con niveles de margas verdes hacia la base. Hacia el techo son masivas. Potencia aproximada 300 m.
3. Calizas oolíticas de color blanco-amarillento con *Braquiópodos*. Potencia 50 m. En su conjunto los niveles 2 y 3 deben de representar el Lias y el Dogger.
4. Calizas nodulosas con *Ammonites* del Oxfordense. Potencia 8-10m.
5. Arcillas y margas amarillentas con pisolitos ferruginosos y cantos de cuarcita. Presentan intercalaciones de margocalizas grisáceas, piritosas, de facies similar a las del Kimmeridgense marino en la Sierra del Segura. Localmente (al menos en el sector estudiado) estas arcillas son sustituidas por niveles de margocalizas piritosas con *Ammonites* de edad Kimmeridgense. Potencia aproximada 20-40 m.
6. Dolomías de edad incierta atribuidas por López-Garrido y Jerez-Mir (in litt) al Jurásico terminal y por Foucault (1964) al Aptense.

B. DEPRESION DEL GUADALQUIVIR

En la constitución geológica de la Depresión del Guadalquivir intervienen dos conjuntos de materiales de muy diferente edad y significado.

El primero y más antiguo de estos conjuntos lo forman terrenos subhorizontales, que reposan directamente, mediante un conglomerado basal, sobre materiales del Paleozoico de la Meseta,

ESTRUCTURA SIERRA DE CAZORLA Y BORDE DE LA DEPRESION DEL GUADALQUIVIR

plegados y metamorfizados. Dicho conjunto ha sido definido por López-Garrido (1969) como "Formación de Chiclana de Segura" y litológicamente está constituido por una alternancia de areniscas, arcillas y margas atribuibles al Triás de facies continental-lagunar. Estos materiales son algo diferentes de los que pertenecen al Triás propiamente prebético, de facies lagunar con influencias marinas, representados por niveles calizos fosilíferos del Muschelkalk. Sobre la "Formación de Chiclana de Segura" hay unos metros de dolomías primarias y calizas dolomíticas que deben representar el paso al Jurásico marino. Tanto los niveles detríticos triásicos como las dolomías jurásicas, están en posición subhorizontal, y no han sufrido los efectos del plegamiento, de ahí la denominación de cobertera tabular para el conjunto.

El segundo conjunto, mas moderno, lo constituyen los materiales del relleno de la Depresión del Guadalquivir, que en ese sector son de edad principalmente miocénica. Se depositan tanto sobre el país tabular como sobre parte del borde externo de la Zona Prebética. Litológicamente son calizas bioclásticas y margas blancas con fauna marina del Mioceno medio (González Donoso y López Garrido, 1970)

ESTRUCTURA

La Sierra de Cazorla (*Unidad de Beas de Segura y Unidad de la Sierra de Cazorla*) presenta una estructura de fallas inversas de dirección NNE-SSW y vergencia general hacia el W. Dicha estructura se resuelve hacia el W. por un cabalgamiento general del mesozóico (Sierra de Cazorla) sobre los materiales neógenos del borde oriental de la Depresión del Guadalquivir, de modo que las fallas

más occidentales pellizcan a los materiales miocénicos (fig. 1, corte D).

Las superficies de las fallas inversas se pueden continuar longitudinalmente incluso a lo largo de 10-15 km., hasta ser interrumpidas por fallas transversales que las desplazan. El buzamiento de las superficies de falla es mayor de 45°, lo que se traduce topográficamente por escarpes casi verticales, que al afectar a materiales duros y blandos dan un relieve característico.

El conjunto de fallas inversas, su posición relativa y la geometría de las mismas, corresponde a una estructura típicamente de escamas. El buzamiento de las capas varían según su posición relativa dentro de la escama, siendo mayor hacia el frente de las mismas, incluso con inversiones locales.

El número de escamas y los materiales que constituyen cada una de ellas difieren para cada corte. En general, se puede afirmar que son más abundantes hacia el S. (Sierra de Cazorla propiamente dicha) donde la zona de escamas alcanza una anchura, medida sobre el mapa según la perpendicular a las escamas, del orden de 15-18 Km. Hacia el N., aproximadamente a la altura de Fuentepinilla, comienza a disminuir en número de modo que se reducen en cartografía a una banda de 6-8 Km. Más al N. aún (fuera de los límites del mapa de la figura 2) las fallas se continúan con dificultad y terminan por desaparecer al W. de Torres de Albánchez. Sin embargo, en la región de Alcaraz (N.E. de la aquí estudiada) han sido reconocidas estructuras similares (Linares-Girela y Rodríguez-Estrella, comunicación oral) afectando a materiales equivalentes, pero de una dirección NE-SW., lo que supone una apreciable variación respecto a la dirección próxima a la N-S., de las aquí descritas.

En cuanto a los materiales que componen las escamas, varían de W. a E., dependiendo de la unidad estratigráfica a que afecte la tectónica de escamas. En la zona de contacto entre la *Unidad de Beas de Segura* y la Depresión del Guadalquivir las escamas se siguen perfectamente en aquellos casos en que queda pellizcado el Mioceno, que sirve de nivel de referencia. Pero en otros casos faltan los materiales miocénicos (más al E. en el interior de la *Unidad de Beas de Segura*). Además, en las superficies de contacto entre arcillas y calizas o dolomías no suelen aparecer signos de deformación tectónica, siendo incluso el buzamiento de ambos niveles muy semejantes. En tales casos se plantea la duda de que se trate de alternancias estratigráficas. Ciertamente que, para algunos niveles, el carácter de alternancia parece claro, sobre todo en cortes en que los materiales presentan una disposición tabular, prácticamente horizontales. Esta disposición sería difícil de explicar mecánicamente a no ser que admitamos una tectónica tangencial o una tectónica gravitatoria que pudiesen dar lugar a la superposición de unidades horizontales. Sin embargo, no hay ninguna evidencia de tales tipos de tectónica, ya que no se observan estructuras de deslizamiento gravitatorio que, por otra parte, presentarían vergencias hacia el interior de la cuenca sedimentaria, esto es, hacia el E.

En resumen, la existencia de escamas en la *Unidad de Beas de Segura* queda demostrada al aparecer pellizcado Mioceno en unos cuantos niveles. Pero además existen niveles que se pueden deber a alternancia estratigráfica. Con los datos actuales no parece aconsejable, de momento, tomar ninguna de las posiciones extremas; interpretación puramente estratigráfica o tectónica, y admitir la posibilidad de una solución intermedia.

En la *Unidad de la Sierra de Cazorla* la existencia de una estructura en escamas no admite discusión. En cada escama intervienen dolomías del Lías y Dogger y un nivel incompetente (arcillas y margas del Trías o Kimmeridgense que actúa como nivel de despegue. Los demás materiales solo forman parte de alguna de ellas.

EVOLUCION ANTERIOR A LA FORMACION DE LAS ESCAMAS

La actual disposición estructural que presenta tanto la Sierra de Cazorla, como el borde oriental de la Depresión del Guadalquivir, es consecuencia de diferentes hechos que se han sucedido en el tiempo. Está condicionada por la presencia de varios niveles de despegue situados a diferente altura en las series estratigráficas.

Fig. 1. LEYENDA: 1.- Areniscas, arcillas y calizas. Trías indiferenciado. 2 y 3.- Dolomías y calizas colíticas respectivamente. Lías y ¿Dogger?. 4.- Calizas nodulosas. Oxfordense. 5.- Margas y margocalizas. Kimmeridgense marino. 5'.- Arcillas y margas. ¿Kimmeridgense? con influencia continental. 6.- Dolomías de edad incierta. 7.- Arcillas. Jurásico. 8.- Calizas y dolomías. Jurásico. 9.- Materiales del Mioceno. (La escala de los cortes es arbitraria).

W

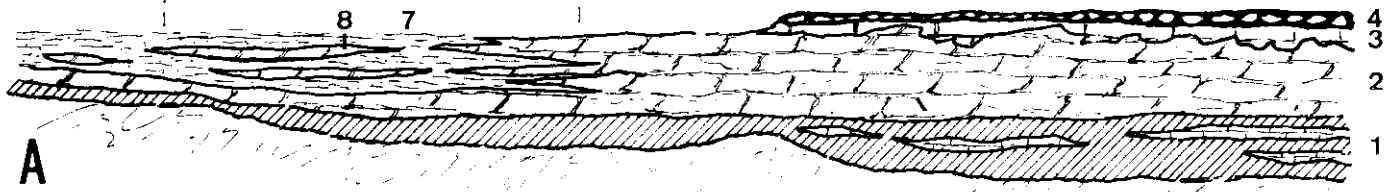
ZONA DE ESCAMAS

E

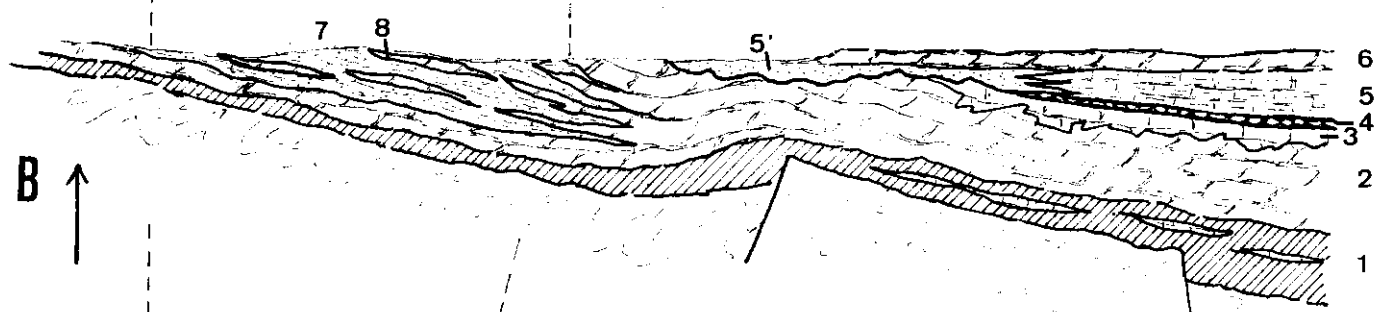
PAIS TABULAR

U. DE BEAS DE SEGURA

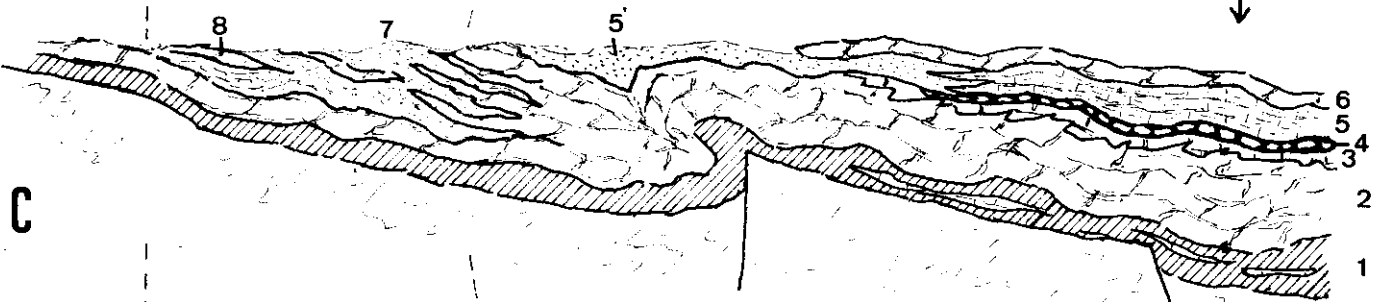
U. DE LA SIERRA DE CAZORLA



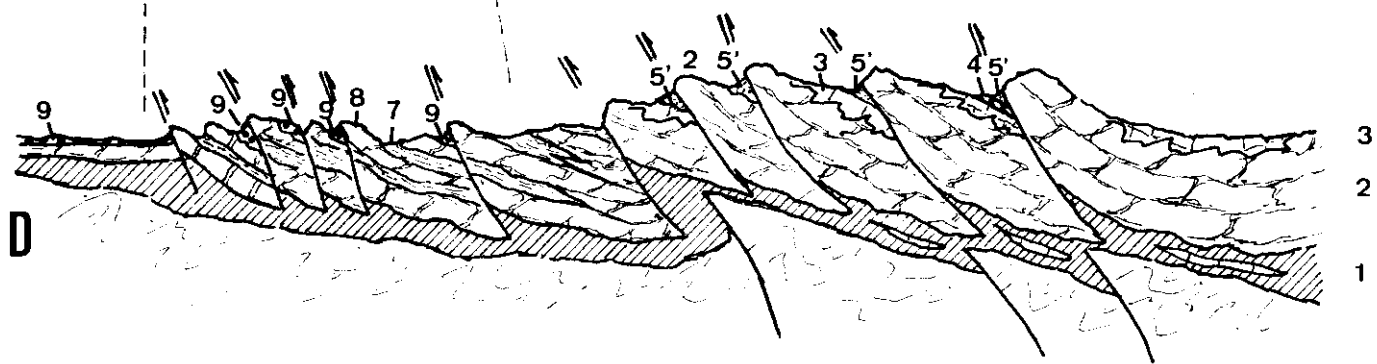
A



B



C



D

En la *Unidad de Beas de Segura* el nivel de despegue principal lo constituyen las arcillas rojas que alternan con niveles más competentes de calizas y dolomías.

En la *Unidad de la Sierra de Cazorla* son dos los niveles que sirven de despegue: las arcillas del Trías y el nivel arcilloso-margoso atribuible al Kimmeridgense.

La importancia de este último radica en la posición discordante que, sobre los materiales de edad anterior, va a presentar. La discordancia se produjo antes de la formación de las escamas. Al encontrarse el nivel de arcillas del Kimmeridgense sobre cualquiera de los de edad anterior, en las escamas formadas posteriormente los materiales que constituyen las escamas no serán siempre los mismos. Por el contrario, al W: serán únicamente dos los niveles que participarán en la estructura: las dolomías del Lías y Dogger y las arcillas y margas del Kimmeridgense. Hacia el E., se encontrarán en cada escama mayor número de términos de la serie estartigráfica y en las más orientales aparecerá la serie completa (alrededores del Pantano del Tranco).

Analicemos detenidamente la evolución de la discordancia. Desde el Trías al Oxfordense habría existido una sedimentación continua (fig. 1, corte A). Después del depósito de las calizas nodulosas se produciría la discordancia, que viene marcada por el hecho de que el nivel atribuible al Kimmeridgense reposa, tanto sobre las dolomías y calizas dolomíticas del Lias Dogger indistintamente, como sobre las calizas nodulosas, en este caso en posición normal (fig. 1, corte B). En la base del contacto discordante se observa con frecuencia un "hard-ground", con superficies ferruginosas y abundantes nódulos de pirita sueltos.

La discordancia se explica admitiendo un levantamiento en bloque de toda la parte occidental, mientras que la oriental se habría hundido. Esta interpretación parece apoyada por el hecho de que en series semejantes a las de Cazorla o Fuentepinilla, situadas más al E., en la Sierra del Segura (fuera de los límites incluidos en el mapa geológico de la fig. 2), sobre las calizas nodulosas del Oxfordense reposa un Kimmeridgense marino con abundante fauna de Ammonites (López-Garrido y Jerez-Mir, 1970). El levantamiento de la parte occidental produciría emersión y erosión de parte de los materiales anteriormente depositados, de forma que las arcillas y margas del Kimmeridgense fosilizan un relieve preexistente al que cortan ligeramente en bisel (fig. 1, corte B). Al mismo tiempo, existirían aportes desde la Meseta, representados por cantos de cuarcita muy redondeados. De este modo, el segundo nivel arcilloso - margoso del Kimmeridgense va a jugar un papel importante en la tectónica de escamas.

Posteriormente se depositarían las dolomías del nivel 6.

A partir de este instante parece ser que toda la región queda emergida por lo que no se encuentran materiales del Albense, Cenomanense y Senonense, descritos más al E., en la Sierra de Segura. Esta emersión es probablemente debida, bien a una primera etapa de plegamiento de poca intensidad, o bien al movimiento de grandes bloques del zócalo. En este último caso se producirían suaves pliegues en la cobertera mesozoica, que de esta forma se adaptaría a las desnivelaciones del zócalo.

Uno u otro mecanismo daría lugar a zonas de mayor debilidad que, posteriormente, en la etapa de plegamiento intenso condicionarían la formación de fallas inversas (fig. 1, corte C).

ESTRUCTURA SIERRA DE CAZORLA Y BORDE DE LA DEPRESION DEL GUADALQUIVIR

También se desconoce la existencia de Nummulítico, por lo que es de suponer que continuaba la emersión. El siguiente paso sería el depósito del Mioceno marino de la Depresión del Guadalquivir, que en su borde oriental cubre parte de la *Unidad de Beas de Segura*.

Finalmente se produciría la etapa de plegamiento intenso desarrollada durante y/o posteriormente al Mioceno medio, que daría lugar a la estructura en escamas. Parte de dicho Mioceno queda pellizcado en las escamas más occidentales y en conjunto cabalgado por el mesozoico de la Sierra de Cazorla (fig. 1, corte .D).

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

El análisis de la estructura es muy difícil de realizar con minuciosidad por las malas condiciones de observación e inaccesibilidad de muchos puntos de la Sierra de Cazorla. Frecuentemente las superficies de falla han desaparecido y lo que únicamente se observa es una repetición de materiales que ha de interpretarse como una repetición tectónica, cuando existen niveles de referencia. Forzosamente pues, éste análisis es en parte hipotético y susceptible de nueva interpretación con datos de mayor precisión aportados por futuras investigaciones, que serán objeto de otra nota.

En detalle, se puede pensar en un mecanismo como el que sigue para la formación de las escamas:

1. Como consecuencia de la primera etapa tectónica se producirían zonas de mayor debilidad favorables a la formación de fracturas al ser

sometidas a nuevos esfuerzos.

Dada la posición marginal en que se han depositado tanto la serie de Beas de Segura como la de la Sierra de Cazorla, cabe pensar en la existencia de acuífamientos y cambios de facies. Fenómenos de tal tipo podrían producir variaciones sensibles en el radio y vergencia de los pliegues que se podrían formar en esta etapa tectónica y determinar el posterior desarrollo de fallas inversas.

No obstante, aún tratándose de formaciones homogéneas, se podrían formar fallas inversas aunque, lógicamente, un plegamiento inicial favorecería la ulterior formación de dichas fallas.

2. En la etapa de compresión máxima se producirían las fallas inversas, que comenzarían localizándose a nivel del Triás. Inmediatamente después las fallas alcanzarían el segundo nivel de despegue, de arcillas rojas en la *Unidad de Beas de Segura* y de arcillas y margas del Kimmeridgense (nivel 5) en la *Unidad de la Sierra de Cazorla*, de modo que los materiales triásicos no alcanzan la superficie, salvo en raras excepciones. A favor de estos niveles de despegue se desarrollarían las escamas que dan como consecuencia el empilamiento de materiales que se puede observar en los diferentes gráficos.

Finalmente queda planteado el problema de cuál es la respuesta del zócalo ante las sucesivas etapas de deformación y lo que es más importante, si determinados accidentes del mismo no han condicionado de algún modo la evolución tanto sedimentaria como tectónica de la cobertera.

Con un grado aceptable de error se puede pensar qué fallas o flexiones en el zócalo son las responsables del progresivo hundimiento de la cuenca hacia el E., de modo que, en esa dirección,

las series presentan características más predominantemente marinas y rápidos aumentos de potencia, fenómenos ya iniciados en el Jurásico y que alcanzan gran desarrollo en el Cretáceo de la Sierra de Segura.

En la etapa de compresión reciente las fallas de zócalo, que anteriormente habrían actuado como normales, pueden haber rejugado pero actuando como fallas inversas. Este posible juego de fallas de zócalo es lo que se ha intentado representar en los cortes de la fig. 1. Así la cobertera reflejaría en cierto modo fenómenos semejantes del zócalo.

Desde el punto de vista geológico-regional es posible que el cambio en la dirección de las estructuras de la cobertera, desde la dirección sensiblemente paralela a la N-S. en la Sierra de Cazorla, a la NE-SW. en Alcazar, esté relacionado con importantes fallas de desgarré en el zócalo. Tal interpretación explicaría, igualmente, la existencia de fallas de este tipo, frecuentes en la cobertera.

Solamente mediante un estudio detallado y completo, así como con un conocimiento más

profundo de determinados sectores de la región, se podrían poner de manifiesto tales hechos.

CONCLUSIONES

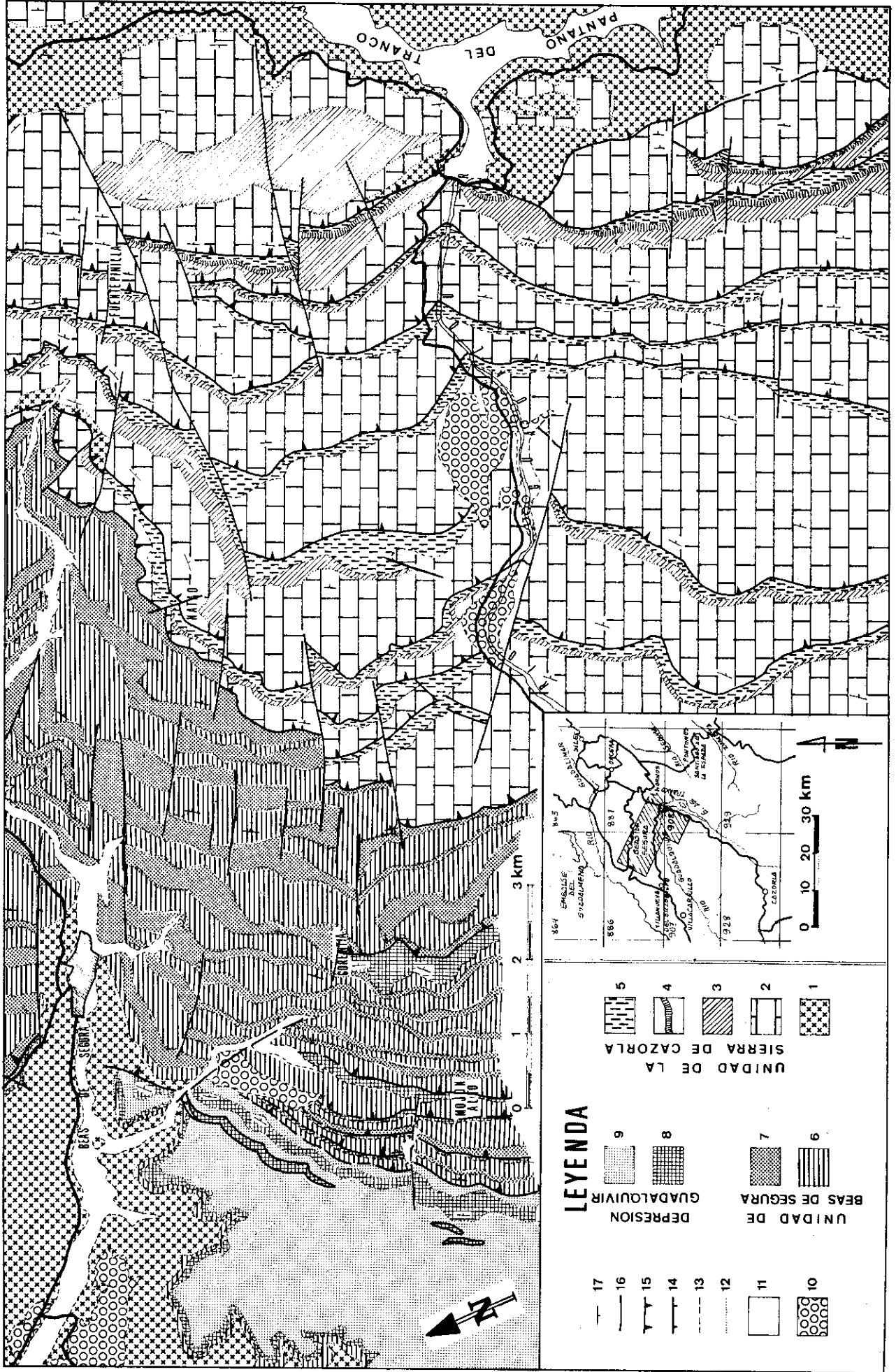
1. El acortamiento máximo que se puede calcular para cada escama es del orden de 1 km. Este valor descarta toda posibilidad de calificar a las escamas como alóctonas o unidades corridas.
2. El acortamiento total para la Zona Prebética en este sector varía según la transversal. Sin embargo se puede estimar en un máximo de 16 kms. y un mínimo de 12 kms.
3. La historia tectónica de la región es complicada en el detalle, de modo que la estructura ha sufrido una evolución a lo largo de diferentes épocas.
4. La edad mínima de la etapa de compresión reciente es posterior al Mioceno medio (González-Donoso y López-Garrido, 1970).

* * *

Los autores expresan su agradecimiento al Dr. F. Aldaya, del Departamento de Geotectónica y Geomorfología de la Universidad de Granada, por la lectura y crítica del original.

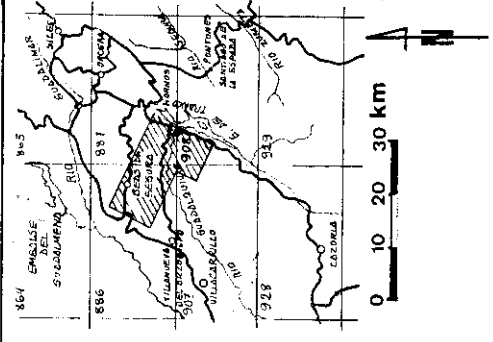
Fig. 2. MAPA GEOLOGICO DEL SECTOR BEAS DE SEGURA-PANTANO DEL TRANCO

LEYENDA: 1.- Areniscas, arcillas y calizas Trías indiferenciado. 2 y 3.- Dolomías y calizas oolíticas respectivamente. Lias y ¿Dogger?. 4.- Calizas nodulosas. Oxfordense. 5.- Arcillas y margas. ¿Kimmeridgiense? 6.- Dolomías y calizas. Jurásico. 7.- Arcillas Jurásico. 8.- Areniscas calcáreas bioclásticas. Mioceno. 9.- Margas. Mioceno medio. 10.- Terrazas y pie de monte. Cuaternario. 11.- Aluvial. Cuaternario. 12.- Contacto concordante. 13.- Contacto discordante. 14.- Falla normal. 15.- Falla inversa. 16.- Contacto mecánico en general. 17.- Dirección y buzamiento.



LEYENDA

- | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 |
| | | | | | | | |
| UNIDAD DE BEAS DE SEGURA | | | | | | | |
| 9 | 8 | 7 | 6 | | | | |
| | | | | | | | |
| DEPRESION GUADALQUIVIR | | | | | | | |
| UNIDAD DE LA SIERRA DE LA CAZORRA | | | | | | | |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | | |
| | | | | | | | |



BIBLIOGRAFIA

- BRINKMANN R. y GALLWITZ H. (1933) "Der betische Aussenrand in Südost-Spanien" *Beitr. geol. westl. Medit.*, núm. 10 (Traducción española: *Pub. ext. geol. Esp.* T-V pp.-167-290)
- FALLOT P. (1928) "Observations sur la géologie des environs de Cazorla (Prov. de Jaén)" *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.* T-28 pp.-273-288 y 321-345
- FALLOT P. (1945) "Estudios geológicos en la Zona Subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor" *Mem. Inst. L. Mallada C.S.I.C.* 719 pág
- FOUCAULT A. (1964) "Sur les rapports entre les zones prébétiques et subbétiques entre Cazorla (Prov. Jaén) et Huescar (Prov. Grenade)" *Geol. en Mijnb.* T-43 pp.-268-272
- FOUCAULT A. (1965) "Mouvements tectoniques d'âge paléocrétacé dans la région du haut Guadalquivir (Prov. de Jaén, Espagne)" *B.S.G.F.* 7^a serie T-VII pp.-567-570.
- GONZALEZ-DONOSO J.M. y LOPEZ-GARRIDO A.C. (1970) "El Mioceno pretectónico del extremo oriental de la Depresión del Guadalquivir (Provincia de Jaén)" *Cuad. Geol.* Universidad de Granada. T-1, núm 3.
- LOPEZ-GARRIDO A.C. (1969) "Primeros datos sobre la estratigrafía de la región Chiclana de Segura-Río Madera (Zona Prebética, provincia de Jaén)" *Acta Geol. Hisp.* T-IV núm. 4. pp.-84-90
- LOPEZ-GARRIDO A.C. y JEREZ-MIR F. (1970) "La serie estratigráfica de Navalperal. Serie tipo del Mesozoico Prebético en la región de Orcera-Siles (Provincia de Jaén)" *Acta. Geol. Hisp.*
- LOPEZ-GARRIDO A.C. y RODRIGUEZ-ESTRELLA T. Características sedimentarias de la Formación Chiclana de Segura. *Cuad. Geol. Un. Gr.* T-1, núm. 1. pp.17-21.