



IGME

913

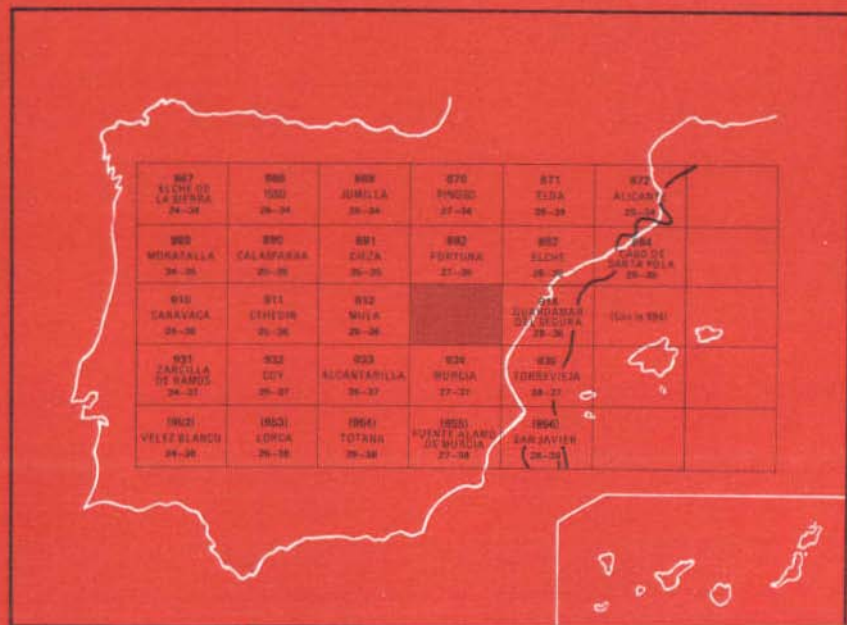
27-36

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

ORIHUELA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

ORIHUELA

Segunda serie - Primera edición

**SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA**

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por ENADIMSA, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas los técnicos superiores siguientes: A. de Boer, C. G. Egeler, W. Kampschuur, Ch. Montenat, H. E. Rondeel, O. J. Simon y A. A. van Winkoop.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por:

- muestra y sus correspondientes preparaciones,
- informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos,
- fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones — Doctor Fleming, 7 — Madrid-16

Depósito Legal: M - 15730-1982

Imprime ADOSA — Príncipe de Vergara, 210 — Madrid-2

1 INTRODUCCION

Las Sierras de Orihuela y Callosa de Segura forman parte de la Zona Interna de las Cordilleras Béticas, a lo que se suele denominar Zona Bética. En una publicación reciente de EGELER y SIMON (1969) se dan las líneas generales sobre la Zona Bética. En su parte central y oriental se distinguen cuatro grupos mayores de unidades tectónicas (de abajo a arriba): 1) el complejo Nevado-Filábride, 2) el complejo Ballabona-Cucharón, 3) el complejo Alpujárride, y 4) el complejo Maláguide.

El estudio realizado en la Hoja de Orihuela ha conducido a la distinción de varias unidades tectónicas. En la Sierra de Orihuela y la región adyacente al Oeste, se han reconocido: 1) la unidad Túnel (t), 2) la unidad Bermejo (b), y 3) la unidad Orihuela (o); la relación entre las dos últimas unidades mencionadas no está aún clara. En la Sierra de Callosa de Segura se distinguen dos unidades tectónicas (de abajo a arriba): 1) la unidad Redován (re), y 2) la de Callosa (c). Se desconoce la relación entre las unidades de la Sierra de Orihuela y las de la Sierra de Callosa de Segura. Todas las unidades mencionadas, a la vista de su desarrollo litológico, se atribuyen al complejo Ballabona-Cucharón.

Hay algunas secuencias litológicas aisladas que no pueden incluirse sencillamente en una de las unidades mencionadas. Se han indicado provisionalmente en la cartografía como «unidades indiferenciadas». Sobre la base de criterios litoestratigráficos se considera que pertenecen al complejo Ba-

Ilabona-Cucharón. Una posible excepción es el afloramiento al NO. de Benferri, que puede representar el complejo Maláguide.

Tras el emplazamiento de las unidades Béticas se han depositado sedimentos del Mioceno Superior, que ocupan, junto con el Cuaternario, el resto de la Hoja.

2 ESTRATIGRAFIA

2.1 UNIDADES BETICAS

2.1.1 SIERRA DE ORIHUELA Y REGIONES COLINDANTES AL OESTE Y SUROESTE

2.1.1.1 Unidad Bermejo (b)

La unidad Bermejo aparece expuesta sobre extensas áreas en la parte occidental de la Sierra de Orihuela y regiones adyacentes al Oeste y Suroeste. En la Sierra de Orihuela la unidad Bermejo yace tectónicamente bajo la unidad Orihuela. En la región comprendida entre Monteagudo y la Sierra de Orihuela se puede dividir la unidad Bermejo en dos partes: formación Mina (abajo), y formación Cantalares (arriba).

2.1.1.1.1 Formación Mina (P-Tb_{A2})

Consiste esencialmente en cuarcitas y pizarras en estratos medianos a laminares. Aparecen muy escasas capas de carbonatos parduzcos y amarillentos. La ausencia de niveles característicos impide establecer una estratigrafía detallada, que hubiera sido muy útil para desentrañar la tectónica a veces complicada. La parte inferior, que aflora en la región de Esparragal, está formada por pizarras y cuarcitas grisáceas, parduzco-grisáceas, negruzco-rojizas y verdosas. Se observan localmente «current-bedding» en las rocas pizarrosas. La parte superior de la formación Mina está constituida generalmente por cuarcitas rojizas, rosadas y color carne, y rocas pizarrosas de un rojo vino a púrpura. Aparecen subordinadas pizarras y cuarcitas de tonos parduzco, blanco y verde. Un componente notable de las cuarcitas es la mica detrítica. Se pueden presentar vetas de cuarzo, paralelas y oblicuas a la estratificación. La parte más alta de la formación está constituida por cuarcitas y pizarras generalmente rojo vino, púrpura-negruzco, rosado y violeta. A veces, en esta parte de la formación hay intercalaciones de conglomerados.

Con la excepción de estructuras que pueden representar tubos, no se han encontrado fósiles.

Contactos.—En la región Las Cuevas, las rocas de la formación Mina se

encuentran sobre rocas carbonatadas, que han sido incorporadas a la serie de «unidades indiferenciadas». Se supone que la edad de estos carbonatos es menor que la de la formación Mina; en consecuencia se considera que el contacto es de naturaleza tectónica. Por otra parte, la base de la formación Mina no aparece expuesta. El contacto con la formación Cantalares es de naturaleza estratigráfica.

Teniendo en cuenta que no se ha podido establecer una estratigrafía detallada, no es posible dar una estimación fidedigna del espesor. Sin embargo, parece razonable una cifra del orden de 300-400 m.

La edad de las rocas de la formación Mina se discutirá junto con las de la formación Cantalares.

Rocas ígneas.—Localmente se han encontrado en la parte más alta de la formación Mina pequeñas masas de metabasita, en el contacto con la formación Cantalares, suprayacente.

2.1.1.1.2 Formación Cantalares (Tb_{A2-A3})

Esta formación está constituida esencialmente por rocas carbonatadas. En la región de Loma los Cantalares se pueden distinguir cinco series: *Serie 1*, que constituye la base de la formación, y consiste en capas, desde muy finas a muy gruesas, de rocas carbonatadas verdosas, amarillo-grisáceas y pardo-grisáceas; la parte basal se compone en algunos sitios de dolomías de color negro discontinuo. *Serie 2*, comprende rocas carbonatadas en capas gruesas a laminares, amarillas a ocre-pardo, pizarras verdosas y rocas margosas rojizas a rosadas. Localmente se encuentran, en la parte superior de la serie, pizarras púrpura a púrpura-negruzco; en varios lugares se ha encontrado, en la parte basal, yeso, de hasta varios metros, que a veces alterna con carbonatos en estratos de finos a medianos, o asociados con rauhwackas. *Serie 3*, que en algunos sitios puede dividirse en una parte inferior (serie 3a) y parte superior (serie 3b). La serie 3a está formada generalmente por carbonatos verdosos a gris-negro, a veces brechoides, dando lugar a pendientes relativamente escarpadas. La serie 3b está constituida por rocas carbonatadas, muy sobresalientes, de color generalmente gris-parduzco, en capas de finas a gruesas, que alternan con zonas pobremente expuestas, que consisten en carbonatos gris-amarillentos y grisáceos en estratos de medianos a laminares, rocas margosas rojizas, rosadas, verde-rojizas y blanco-verdosas, y pizarras verde claro. En la parte inferior, especialmente, de la serie 3b aparecen capas de carbonatos ocre-amarillo de hasta 2 m. La *Serie 4* comprende rocas carbonatadas, en capas de medianas a finas, amarillentas, verdosas, parduzcas y gris-rosadas, pizarras púrpuras y negruzcas, rocas cuarcíticas rojizas, rosáceas y blanquecinas a beige, rauhwackas y yeso. La *Serie 5* está formada por carbonatos

en capas medianas a muy gruesas, parduzcos a gris-parduzcos, a veces mineralizados. Localmente estas rocas contienen sílex parduzco.

En la región al N. de Cobatillas, aproximadamente 25 m. sobre la base de la serie 3, se ha encontrado *Placunopsis flabellum*, SCHMIDT (det. Dr. F. HIRSCH, Jerusalén). La microfauna de las rocas carbonatadas que llevan *Placunopsis* comprende Conodontos (*Pseudofurnishius murcianus*, VAN DEN BOOGAARD), Foraminíferos, Crustáceos y restos de peces (VAN DEN BOOGAARD y SIMON, en prensa). En la misma sección se han encontrado, a unos ocho metros sobre el nivel de *Placunopsis*, rocas margosas de un rojizo a rojo-verde con *Lamelibranchios* bastante bien conservados, que muy probablemente representan *Aviculpecten* sp. En las series 2, 3 y 5 hay estructuras de tubos, que son especialmente abundantes en la serie 3b.

El espesor exacto de la formación Cantalares no se conoce. Sin embargo, se estima que es del orden de 150-200 m.

Contactos.—Con la formación subyacente es concordante. El contacto superior es tectónico. Entre las series 3 y 4 es también de naturaleza tectónica, y se caracteriza por la presencia de brechas tectónicas (rauhwackas). No obstante, por razones geométricas, se supone que las series 3 y 4 pertenecen a una sucesión continua, esencialmente estratigráfica, y el contacto tectónico se debe a diferencias de competencia.

Rocas ígneas.—En el contacto entre las series 1 y 2 son especialmente abundantes masas de metabasitas en la región comprendida entre Cobatillas y Santomera. En esta región las metabasitas aparecen preferentemente debajo del tramo yesífero basal de la serie 2. El espesor varía, alcanzando localmente varias decenas de metros. Dentro de la serie 4 aparecen asimismo, localmente, cuerpos de metabasitas, pero de menor tamaño.

2.1.1.1.3 Edad de las rocas de la unidad Bermejo

Sólo se han encontrado fósiles característicos en la parte basal de la secuencia 3b de la formación Cantalares: *Placunopsis flabellum*, SCHMIDT, y *Pseudofurnishius murcianus*, VAN DEN BOOGAARD, los cuales permiten datar este tramo de la unidad Bermejo como Ladiniense Superior a Carniense. Con respecto a la edad de las restantes rocas pertenecientes a la unidad Bermejo no se puede afirmar nada. La correlación lito-estratigráfica con las secuencias litológicas de la unidad Romero del complejo Ballabona-Cucharón, en la Sierra de Carrascos (KAMPSCHUUR, 1972), permite afirmar que los tramos más altos de la formación Mina son de edad Ladiniense. Las infrayacentes de esta formación serían, por consiguiente, Ladinienses o más antiguas. Esto implica una edad mucho más reciente para al menos la parte superior de la formación Mina, de la hasta ahora atribuida. De acuerdo con el punto de vista clásico, la secuencia litológica de la formación Mina (y las secuencias pelito-samíticas

rojizas, análogas en toda la Zona Bética), son Permotriásicas (Permo-Werfenienses). La sucesión que comprende las series 1, 2 y 3a es de edad Ladinense. La parte alta de la serie 3b y las series 4 y 5 se consideran del Triásico Superior.

2.1.1.2 Unidad Túnel

Los afloramientos de la unidad Túnel han sido reconocidos en dos áreas: a) en el área *Túnel*, entre el Cabezo Cruz de la Muela y el pueblo de Orihuela, y b) a lo largo del borde sur de la Sierra de Orihuela, al N. y NE. de la aldea de Rincón de Bonanza. Denominaremos a este área como de la *Casa Forestal* (la Casa Forestal, que no figura en el mapa topográfico 1:50.000, está situada dentro del cuadrante U. T. M. 42.19-42.20/6.78-6.79).

En la cartografía, las rocas de la unidad Túnel se han agrupado en la formación San Antón (Tt_{A22-A31}).

Esta formación consiste principalmente en rocas carbonatadas, con intercalaciones de pizarras y cuarcitas; las metabasitas han sido representadas como sillós básicos.

2.1.1.2.1 Área de la Casa Forestal

Dentro de este área, la formación de San Antón comprende las siguientes secuencias:

Techo: Carbonatos superiores.

Pizarras púrpura.

Carbonatos inferiores.

La secuencia de carbonatos inferiores incluye estrechas capas grises y gris verdosas de rocas carbonatadas, con intercalaciones de rocas pizarrosas de tonos verdes claros. Localmente pueden encontrarse yesos cerca del techo de la secuencia, a veces asociados con *rauhwackas*. Existe una secuencia en la parte SE. del área de la Casa Forestal, que consiste principalmente en rocas carbonatadas grisáceas, amarillentas y parduzcas, con intercalaciones margosas, que se ha incluido provisionalmente en esta serie de carbonatos inferiores.

La serie de pizarras púrpura está formada por pizarras cuyo color varía de púrpura a púrpura rojizo, que se indentan con pizarras verdosas. Localmente hay intercalaciones discontinuas de rocas cuarcíticas rojo-parduzcas.

La serie de carbonatos superiores está formada por rocas carbonatadas multicolores, en bancos gruesos a laminares; intercaladas con éstas existen otras de aspecto margoso, y rocas cuarcíticas y pizarrosas. En la parte inferior de la secuencia predominan los colores grisáceos y marrones, mientras que en la superior son conspicuos los tonos rosáceos, anaranjados y amari-

lentos. La parte más alta de la secuencia está constituida por pizarras púrpura y verdosa, que alterna con rocas cuarcíticas de tonos púrpura-rojizo y verdoso.

A unos 30 a 35 m. aproximadamente sobre la base de la serie carbonatada superior se han encontrado *Lamelibranchios* bien conservados: *Costatoria killiani*, SCHMIDT, y *Gervilleia cf. joleaudi*, SCHMIDT. La microfauna comprende Foraminíferos, restos de peces, Crustáceos (Ostrácodos), Equinodermos y Conodontos (*Pseudofurnishius murcianus*, VAN DEN BOOGAARD). En la parte inferior de la serie carbonatada inferior se han encontrado *Lamelibranchios* inclasificables.

Los datos combinados de macro y microfauna indican una edad Ladiniense Superior a Carniense Inferior para la mayor parte de la serie carbonatada superior. La edad de la serie de pizarras púrpura y la de la serie carbonatada inferior sólo pueden estimarse por correlación con las series datadas de la unidad Romero, del complejo Ballabona-Cucharón, en la Sierra de Carrascoy (KAMPSCHUUR, 1972).

El espesor mínimo de la formación San Antón es del orden de 120 m.; la serie carbonatada inferior tiene por lo menos unas decenas de metros; el espesor máximo de afloramiento de la serie de pizarras púrpura es de 20' m. (tectonización); la serie carbonatada superior tiene un espesor aproximado de 90 m.

Contactos.—La base de la formación San Antón no aflora. El contacto entre las series es de naturaleza estratigráfica. El contacto superior de la formación es tectónico.

Rocas ígneas.—Se han encontrado masas de metabasita, principalmente en la parte más alta de la serie carbonatada inferior. También se ha encontrado una pequeña masa de esa naturaleza en la parte inferior de la serie carbonatada superior.

2.1.1.2.2 Area Túnel

A causa de la fuerte tectonización es imposible en este área establecer una estratigrafía completa de la unidad Túnel. Las rocas de las series carbonatada superior y pizarras púrpura se han reconocido con cierta exactitud.

Aproximadamente 35 m. por encima de la base de la serie carbonatada superior se ha encontrado un horizonte con *Costatoria killiani*, SCHMIDT. El espesor total de la serie carbonatada superior es del orden de 75 m. En los núcleos de estructuras antiformes aparecen secuencias de al menos varias decenas de metros, consistentes por regla general en rocas carbonatadas en estratos de medianos a finos, multicolores, con intercalaciones de pizarras verdosas. En varios horizontes están presentes *Lamelibranchios* inclasificables.

Un aspecto notable en el área Túnel es la abundancia de masas de metabasita en el contacto de las series carbonatada superior y carbonatada inferior.

2.1.1.3 Unidad Orihuela

La unidad Orihuela, situada tectónicamente sobre las unidades Túnel y Bermejo, comprende las siguientes formaciones:

- Techo: Formación Cabezo Ros (To_{A_3}).
- Formaciones Benferri y María ($To_{A_{22}-A_3}$).
- Formaciones Otón y Virginia ($Tot_{A_{22}-A_{31}}$).
- Formaciones Muela y Lucía ($To_{A_{22}-A_{31}}$).
- Formaciones Aguila y Gertrudis (To_{A_2}).
- Formación Jaime ($P-To_{A_2}$).

La formación Jaime consiste esencialmente en cuarcitas y pizarras. Todas las demás formaciones están constituidas por rocas carbonatadas. Las series de Jaime, el Aguila, Gertrudis y Lucía contienen localmente masas básicas representadas por metabasitas.

2.1.1.3.1 Formación Jaime ($P-To_{A_2}$)

En ella pueden distinguirse dos secuencias:

- Techo: Serie cuarcítico-pizarrosa.
- Serie carbonatada.

La serie carbonatada está constituida por rocas carbonatadas en capas de espesor mediano a grueso, normalmente de tonos grisáceos. Se han encontrado localmente yesos en el muro de esta secuencia.

La serie cuarcítico-pizarrosa, situada inmediatamente encima, está formada por una alternancia de cuarcitas en finos lechos de tonos rosados, rojizos, purpúreos, violáceos, blanquecinos y verdosos, y pizarras de tonos vinosos, purpúreos, violáceos, grisáceos, gris-azulados y casi negros. Las pizarras gris-azuladas están presentes principalmente hacia el techo de la serie. En las muestras de mano es conspicua la presencia de mica detrítica. En las cuarcitas aparece localmente mineral de cobre. Localmente aparecen intercalaciones de rocas carbonatadas en capas de finas a medianas, de color naranja a marrón, a veces transformadas en *rauhwackas*.

En la parte inferior de la serie carbonatada se han encontrado estructuras de tubos (galerías fósiles).

El espesor de la formación Jaime varía muy fuertemente; el máximo ex-

puesto es del orden de 170 m., y en vista de la intensa tectonización es obvio que no corresponde al espesor real.

Contactos.—El contacto entre la serie cuarcítico-pizarrosa y la carbonatada es transicional. La base de la formación Jaime está formada por un plano mayor de cabalgamiento, y su contacto con la formación Aguila suprayacente es normal. El contacto viene marcado por la aparición de rocas carbonatadas y normalmente está fuertemente tectonizado.

Rocas ígneas.—Localmente se han encontrado pequeñas masas de metabasita en la parte superior de la formación que nos ocupa.

2.1.1.3.2 Formación Aguila (To_{A2})

Esta formación constituye la zona axial de la Sierra de Orihuela. Las rocas carbonatadas de esta formación dan lugar a grandes escarpes visibles desde la carretera Santomera-Orihuela. Consiste principalmente en rocas carbonatadas estratificadas en lechos de finos a muy gruesos, normalmente en tonos grises a pardo-grisáceos, algunas veces de aspecto cristalino. Existen carbonatos de tono amarillo a amarillo-anaranjado, en varios niveles, formando lechos fácilmente visibles de hasta 150 cm. de espesor, que resaltan dentro de la sucesión en general monótona. Las partes superior e inferior de la formación Aguila tienen rasgos litológicos característicos que a continuación se describirán con cierto detalle.

En la parte inferior de la formación Aguila se ha reconocido localmente la siguiente sucesión (en la región al S. y NO. de la cumbre Orihuela):

Techo: d) Rocas carbonatadas grisáceas y gris-parduzco, forman la base de la parte de la formación Aguila, que da lugar a los escarpes ya mencionados. La parte más inferior de la secuencia d) consiste en un banco de carbonato amarillento (espesor del orden de varios decímetros) y comprende estructuras muy conspicuas de tubos en forma de casco de caballo, que pueden llegar a medir 15 cm. de sección.

- c) Rocas carbonatadas marrón-grisáceas y gris-amarillentas. Generalmente hay una alternancia de capas de carbonatos, de gruesas a muy gruesas, y de finas a medianas, a veces con aspecto margoso.

En la mitad superior de la secuencia c) está presente un banco de carbonato amarillento que contiene estructuras grisáceas de tubos.

Su espesor alcanza aproximadamente un metro.

- b) Dolomías negras, alternando con dolomías verde-grisáceo y grises. El color negruzco está distribuido irregularmente.
- a) Secuencia heterogénea de carbonatos en estratos de medianos a laminares, generalmente amarillentos, parduzcos y gris-parduzcos, carbonatos brechoides grisáceos y rosados, rocas margosas amarillentas y blanco-vedosas, pizarras verdosas y rauhewackas marrón-amarillento. Los carbonatos inmediatamente bajo las dolomías de la serie b) a veces contienen abundantes hiladas (de algunos milímetros de espesor) que dan a las rocas un aspecto de «pijama». Existen Lamelibranquios en la parte media de la secuencia a). Localmente se ha encontrado yeso, habitualmente asociado con rauhewackas, en el contacto entre la secuencia a) y la serie cuarcita-pizarra de la formación Jaime. El yeso se ha incorporado en la formación Aguila.

El espesor de esta sucesión es muy difícil de establecer, debido a la intensa tectonización de la parte inferior. El espesor total más probable de las secuencias a), b) y c) es del orden de los 50 a 100 m.

En la parte superior de la formación Aguila, generalmente, puede distinguirse la siguiente sucesión:

Techo: g) Alternancia de carbonatos en lechos de medianos a finos, normalmente beige-grisáceos, y carbonatos en capas de gruesas a muy gruesas (13 m.).

Esta secuencia g) yace concordantemente bajo la formación Gertrudis.

- f) Lecho de carbonato naranja-amarillo (25 cm. aproximadamente).
- e) Alternancia de carbonatos grisáceos en capas medianas y en capas finas (aproximadamente 4 m.).
- d) Lecho de carbonato amarillento, con estructuras sobresalientes de tubos grises (45 cm.).
- c) Rocas carbonatadas en bancos generalmente gruesos a muy gruesos (11 m.).
- b) Lecho de carbonato amarillo (aproximadamente 150 cm.).
- a) Rocas carbonatadas grisáceas, generalmente en lechos de medianos a muy gruesos, constituyendo la parte más alta de esta porción de la formación Aguila, que forma abruptos escarpes.

El espesor total de las secuencias b)-g) es aproximadamente de 30 m.

Se han encontrado estructuras de tubos en toda la formación Aguila, pero especialmente en sus partes baja y alta. En la parte media de la secuencia a), dentro de la parte baja de la formación, se encontraron Lamelibranquios

fuertemente tectonizados que representan a la *Lyriomyophoria bética* (HIRSCH).

El espesor máximo de la formación Aguila es del orden de los 150 m.

Contactos.—La formación Aguila está intercalada estratigráficamente entre las formaciones Jaime y Gertrudis.

Rocas ígneas.—Se han encontrado masas de metabasita en la parte más inferior de la formación que nos ocupa, en el contacto con la formación Jaime.

2.1.1.3.3 Formación Gertrudis (To_{A2})

Esta formación consiste en una alternancia de rocas carbonatadas estratificadas en capas medianas a gruesas (variando de 45 a 370 cm.), y de carbonatos generalmente poco expuestos en estratos laminares a finos, a veces con aspecto margoso. Es corriente la presencia de rocas pizarrosas intercaladas en la parte alta de la formación. La parte inferior presenta rasgos litológicos muy característicos, por lo que se describirá con detalle; comprende siete bancos conspicuos de carbonatos (A a G), separados por rocas dolomíticas generalmente poco expuestas, en estratos laminares a finos, con aspecto sacaroideo:

Techo: Tramo G).—Carbonatos naranja (115 cm.).

Tramo F).—4) Carbonatos gris oscuro con bandas naranja (250 centímetros).

3) Calizas blancas a grisáceas con venas naranja (30 centímetros).

2) Calizas gris-parduzco (25 cm.).

1) Dolomías amarillo-naranja (65 cm.).

Tramo E).—3) Dolomías marrón-naranja (30 cm.).

2) Dolomías gris-parduzco, con aspecto sacaroideo (30 cm.).

1) Dolomías marrón-naranja (60 cm.).

Tramo D).—3) Calizas gris-azulado con bandas naranja a amarillo (30 cm.).

2) Dolomías amarillentas (45 cm.).

1) Carbonatos gris oscuro (60 cm.); los carbonatos de la parte superior contienen nódulos de dolomía naranja (hasta 7 cm.).

Tramo C).—2) Carbonatos naranja a amarillo (45 cm.) con estructuras de tubos gris oscuro en la parte inferior.

1) Estructuras de tubos gris oscuro, embutidas en una matriz carbonatada naranja (30 cm.).

Tramo B).—Carbonatos (40 cm.). La mitad superior del tramo B consiste en carbonatos marrón a naranja con estructuras de tubos grisáceas, hasta 10 cm.; la mitad inferior comprende carbonatos marrón cobrizo.

Tramo A).—Carbonatos en tonos «ante» a marrón rojizo, con venas marrón cobrizas y manchas anaranjadas.

La secuencia A) a G) junto con las dolomías sacaroideas intercaladas, tienen un espesor total de 22 m. aproximadamente.

En la parte alta de la formación Gertrudis existen dos tamos carbonatados, cada uno de los cuales tiene un espesor aproximado de 2 m., y están constituidos por calizas en estratos finos, de color gris-pardo a crema. Contrastando con la parte inferior de la formación, la superior se caracteriza por la presencia de rocas pizarrosas que forman varias intercalaciones de color verdoso. Asimismo contienen calizas hojosas y carbonatos margosos, amarillentos, laminares. Cerca del techo de la formación Gertrudis se han encontrado carbonatos amarillo-parduzcos, atravesados por estructuras de tubos, y a veces con fósiles y *rauhwackas* rojizas y amarillo-naranja. Localmente aparece yeso en el contacto de las formaciones Gertrudis y Muela.

Existen estructuras de tubos en toda la formación, especialmente en sus partes alta y baja. Se han encontrado *Lamelibranchios* inclasificables en la parte más superior. La microfauna encontrada en las rocas carbonatadas del techo de la formación Gertrudis comprende *Conodontos* (*Pseudofurnishius murcianus*, VAN DEN BOOGAARD), Foraminíferos, restos de peces y Ostrácodos.

El espesor de la formación Gertrudis es del orden de 60 m.

Contactos.—Se halla intercalada estratigráficamente entre la formación Jaime (inferior) y la formación Muela (superior).

Rocas ígneas.—Muy localmente se han encontrado en la parte superior de la formación pequeñas masas de metabasitas.

2.1.1.3.4 Formación Muela (To_{A22-A31})

En esta formación se puede hacer una subdivisión en las series carbonatadas inferior y carbonatada superior.

La serie carbonatada inferior está constituida por rocas carbonatadas en estratos de gruesos a muy gruesos, normalmente grisáceos a marrón grisáceos. El tramo más inferior de esta serie lo constituyen carbonatos brechoides de color naranja, con un espesor de hasta 3 m. En algunos niveles aparecen estratos amarillentos de hasta 2 m. Los carbonatos brechoides son especialmente abundantes en la parte alta de la secuencia. Las rocas de la serie carbonatada inferior a menudo originan escarpes abruptos.

La serie carbonatada superior incluye seis tramos carbonatados conspicuos (I-VI) de color grisáceo, con espesor que varía de 70 a 450 cm., separados por zonas pobremente expuestas de calizas laminares a finamente estratificadas, grisáceas a amarillentas, carbonatos margosos y calizas hojosas. La base de la secuencia de carbonatos superiores (aproximadamente 2 m. bajo el tramo inferior I) consiste en un tramo carbonatado de tonos ocre amarillos (65 cm.), habitualmente con aspecto de rauhwackas. Entre los tramos I y II aparece un tramo de 70 cm. de dolomías amarillas claras.

En la parte basal del tramo III está presente un nivel de carbonatos ocre cuyo espesor es del orden de 20 cm. Raramente aparecen en la zona entre los tramos V y VI rocas pizarrosas gris-azuladas y verdosas.

Aparecen estructuras de tubos en toda la formación. En la secuencia de carbonatos superiores están especialmente presentes en la parte superior. Se han encontrado Lamelibranquios indeterminables en carbonatos gris-verdosos a marrón-verdosos entre los tramos V y VI. La microfauna de estos carbonatos comprende Foraminíferos, restos de peces, Ostrácodos y Gasterópodos.

El espesor total de la formación Muela alcanza los 115 m. (la serie carbonatada inferior, hasta 85 m.; la serie carbonatada superior, hasta 30 m.).

Contactos.—La formación Muela está intercalada estratigráficamente entre las formaciones Gertrudis (debajo) y Lucía (encima).

2.1.1.3.5 Formación Lucía (To_{A22-A31})

Está constituida por la alternancia de tramos carbonatados grises y ocre a amarillos (espesor de 30 a 215 cm.) y zonas muy malamente expuestas, consistentes en calizas hojosas, rauhwackas y carbonatos margosos amarillentos, dolomías ocre y calizas grisáceas a gris-verdosas; en la parte superior de la formación están presentes rocas pizarrosas verde claro y púrpura.

En la región al NNO. de Rincón de Bonanza se ha encontrado yeso. Debido a fuerte tectonización es imposible establecer la posición estratigráfica del yeso. En la mitad inferior de la formación aparecen tres capas conspicuas de carbonatos, separados por rocas carbonatadas laminares, pobremente expuestas:

- Techo: Tramo C).—5) Dolomías ocre-amarillo (40 cm.).
4) Carbonatos amarillos (50 cm.).
3) Calizas grises a gris-amarillento (20 cm.).
2) Calizas grises (75 cm.).
1) Dolomías ocre-amarillo (30 cm.).

Tramo B).—2) Calizas verdosas (20 cm.).

- 1) Dolomías ocre-amarillo, a veces con aspecto de rauhacka (50 cm.).

Tramo A).—Carbonatos naranja a ocre, a veces con aspecto de rauhacka (70 cm.).

Aparecen raramente estructuras de tubos. Se han encontrado en rocas carbonatadas de la zona pobremente expuesta entre los tramos B y C.

El espesor alcanza los 20 m.

Contacto.—La formación está intercalada estratigráficamente entre las formaciones Muela (abajo) y Otón (arriba).

Rocas ígneas.—Se han encontrado localmente pequeñas masas de metabasita.

2.1.1.3.6 Formación Otón (Tot_{A22-A31})

Consiste esencialmente de una sucesión bastante monótona de carbonatos normalmente grisáceos en estratos medianos a muy gruesos, dando lugar a escarpes de varias decenas de metros. Calizas laminadas a finamente estratificadas, grisáceas, y calizas hojosas gris amarillentas constituyen componentes subordinados de la formación. En toda la secuencia aparecen frecuentes mineralizaciones de hierro, dando a las rocas un color marrón rojizo a marrón amarillento.

No se han encontrado fósiles, excepto algunas estructuras de tubos. El espesor máximo expuesto es del orden de 150 a 200 m.

Contacto.—La formación está intercalada estratigráficamente entre las formaciones Lucía (abajo) y Virginia (arriba).

2.1.1.3.7 Formación Virginia (Tot_{A22-A31})

Está constituida por una alternancia de carbonatos sobresalientes y zonas pobremente expuestas. Las capas de carbonatos, con un espesor de hasta 300 cm. aproximadamente, son generalmente grisáceas o amarillo-parduzcas. A veces tienen aspecto cristalino. El tramo más inferior consiste en dolomías laminares a finamente estratificadas, sacaroideas, amarillo parduzco. Aproximadamente 4 m. bajo el techo de la formación aparece un tramo conspicuo de carbonato, en el que se puede hacer la siguiente subdivisión, de abajo a arriba: 1) dolomías en tono «ante» a ocre, 25 cm.; 2) dolomías ocre, 20 cm.; 3) calizas grisáceas, 25 cm. Las zonas pobremente expuestas entre los tramos de carbonatos consisten en carbonatos laminares a finamente estratificados, amarillentos a grisáceos, rocas pizarrosas verde claro y gris azulado, y cuarcitas verdosas; carbonatos margosos amarillentos

y calizas hojosas naranja a amarillento se encuentran principalmente en la mitad superior de la formación.

Están presentes, principalmente en la parte inferior de la formación, estructuras de tubos. En la parte superior se ha encontrado un lamelibranchio indeterminable. La microfauna de los carbonatos del mismo tramo comprende Conodontos (*Pseudofurnishius murcianus*, VAN DEN BOOGAARD); Foraminíferos, restos de peces y Gasterópodos.

El espesor máximo de la formación alcanza unos 60 m.

Contactos.—La formación está intercalada estratigráficamente entre las formaciones Otón (abajo) y Benferri (arriba).

2.1.1.3.8 Formación Benferri (To_{A22-A3})

Está constituida principalmente por carbonatos. La parte basal (24 m.) comprende carbonatos grisáceos estratificados en capas gruesas a muy gruesas que dan lugar a escarpes. La base de la formación se edifica a expensas de materiales carbonatados, en tonos ocre, con un espesor de 110 cm. El techo de la serie basal está formado por un tramo conspicuo de carbonato amarillo (175 cm.). Los siguientes 10 m. de la formación están muy pobremente expuestos; consisten en pizarras verdosas, alternando con carbonatos laminares a finamente estratificados. El resto de la formación comprende carbonatos en capas medianas a muy gruesas, grisáceas, marrón amarillentas y rosa a rojizas, a veces brechificadas, alternando con carbonatos pobremente expuestos, laminares a finamente estratificados, grisáceos y amarillentos, a veces con aspecto margoso y rocas pizarrosas. No puede excluirse la posibilidad de que al menos parte de los citados carbonatos brechoides representen brechas sedimentarias. Localmente aparecen en esta parte de la formación Benferri dolomías negras, aunque este color es discontinuo.

No se han encontrado fósiles, excepto algunas estructuras de tubos.

El espesor máximo de la formación es del orden de 80 a 100 m.

Contactos.—La formación está intercalada estratigráficamente entre las formaciones Virginia (abajo) y María (arriba).

2.1.1.3.9 Formación María (To_{A22-A3})

Está constituida por carbonatos en estratos medianos a laminares, amarillos, ocre y gris amarillentos a gris parduzco, formando capas sobresalientes de aproximadamente 1 m. Predomina el color amarillo. Alternando con estos carbonatos hay zonas pobremente expuestas, formadas por rocas pizarrosas verdosas y a veces rosadas a rojizas. Estas pizarras forman un componente característico e importante de la formación María. La parte

basal de la formación (aproximadamente 10 m.) está constituida por yeso, asociado con rauhewackas polimícticas, y a veces rocas pizarrosas violetas y verdosas. Aproximadamente a 33 y 41 m. bajo el techo de la formación se encuentran calizas oolíticas grisáceas finamente laminares, con un espesor de 50 y 20 cm., respectivamente. En varios niveles aparecen rauhewackas típicamente cavernosas amarillas a ocre, con un espesor de hasta 80 cm. en la parte superior de la formación. Cerca del techo de la formación María se ha encontrado una intercalación cuarcítica entre las rocas pizarrosas verdosas a rojizas.

Inmediatamente sobre la parte basal yesífera están presentes, en calizas medianamente laminares grisáceas a gris parduzco, fósiles indeterminables. Localmente se han encontrado estructuras de tubos en la parte superior de la formación.

El espesor máximo de la formación es del orden de 65 m. Generalmente, sin embargo, el espesor alcanza no más de 10 m. a causa de fuerte tectonización.

Contactos.—La formación está intercalada estratigráficamente entre las formaciones Benferri (abajo) y Cabezo Ros (arriba).

2.1.1.3.10. *Formación Cabezo Ros* (To_{A3})

Está constituida principalmente por rocas carbonatadas. La parte inferior (70 m.) la integran rocas carbonatadas grisáceas, a veces brechoides, mal estratificadas, que dan lugar a escarpes abruptos. Aproximadamente 14 m. por encima de la base, aparecen carbonatos en estratos medianos con nódulos negros de sílex, y justo por encima de este horizonte está presente una intercalación de carbonato margoso amarillento (espesor, 1 m.), dando lugar a una interrupción morfológica en el escarpe de la secuencia carbonatada. La parte central de la formación (aproximadamente 100 m.) está representada por una alternancia de carbonatos en estratos finos a medianos gris muy oscuro, naranja, amarillento y a veces rojizos, y carbonatos laminares a finamente estratificados, normalmente grisáceos. Localmente aparecen rocas margosas y rocas pizarrosas verde claro o rosado. Las capas de carbonato gris oscuro a veces contienen abundantes bandas amarillo-naranja (espesor de algunos milímetros), dando a las rocas un aspecto de «pijama». Las rauhewackas están escasamente representadas.

Sobre esta parte de la formación sigue una zona pobremente expuesta (15 m.), consistente en rocas pizarrosas negras a púrpura-negro y verdosas, cuarcitas pizarrosas y carbonatos ocre. El resto de la formación (60 m.) está constituido por carbonatos bien estratificados, en capas finas a medianas, gris parduzcos a pardos. Generalmente tienen aspecto cristalino. Los carbonatos ocre y amarillos son menos frecuentes que en la parte media

de la formación. Las rocas que forman la parte superior sólo se han encontrado al N. de la carretera de Orihuela a los Riquelmes de Matanza.

Son frecuentes las estructuras de tubos en la parte media de la formación.

El espesor mínimo de la formación alcanza los 245 m.

Contactos.—La formación yace estratigráficamente sobre la formación María y está cubierta por depósitos discordantes del Cuaternario.

2.1.1.3.11 *Edad de las rocas de la unidad Orihuela*

La edad de la secuencia de la unidad Orihuela plantea serios problemas, ya que no se ha encontrado macrofauna que proporcione datos fidedignos para la datación de las rocas en cuestión. En la parte basal de la formación Aguila se han encontrado Lamelibranquios, entre los que figura *Lyriomyophoria bética* (HIRSCH). Este fósil fue recientemente descrito por HIRSCH (1966) en las secuencias triásicas de varios sitios de la Zona Bética. Su extensión, sin embargo, es desconocida. Los Lamelibranquios encontrados en las partes superiores de las formaciones Gertrudis, Muela y Virginia no pudieron identificarse. Las faunas de Ostrácodos y Conodontos del techo de la formación Gertrudis permiten asumir una edad esencialmente Longobárdica (Ladiniense Superior). La fauna de Ostrácodos de la parte alta de la formación Muela indica una edad Longobárdica a Cordevólica (Carniense Inferior).

Sobre la base de correlación litoestratigráfica con la secuencia litológica de la unidad Romero, del complejo Ballabona-Cucharón, en la Sierra de Carrascoy (KAMPSCHUUR, 1972), se admite que las rocas de la parte más alta de la formación Jaime podrían ser ladinienses o más antiguas, dejando la posibilidad de que la parte inferior de la formación sea Permo-Triásica (Permo-Werfeniense). En la parte más alta de la formación Virginia se ha encontrado *Pseudofurnishius murcianus*, VAN DEN BOOGAARD. Hasta ahora este conodonto sólo se ha encontrado en las Cordilleras Béticas en secuencias litológicas atribuidas al Ladiniense Superior a Carniense Inferior.

Las rocas de las formaciones Benferri, María y Cabezo Ros se consideran esencialmente del Triásico Superior, dejando la posibilidad de que las rocas de Benferri representen, al menos parcialmente, al Ladiniense.

2.1.2 SIERRA DE CALLOSA DE SEGURA

2.1.2.1 *Unidad Redován (P-Tre)*

La unidad Redován comprende las siguientes formaciones:

Techo: Formación Carbonatos.

Formación Filita-Cuarcita.

2.1.2.1.1 Formación Filita-Cuarcita

Esta formación consiste en filitas en estratos medianos a laminares, gris claro a oscuro y gris acero, pizarras gris claro, y cuarcitas rojizas y rosadas.

No se han encontrado fósiles.

El espesor expuesto alcanza los 20 m.

Contactos.—La base de la formación no está expuesta. El contacto con la formación suprayacente, carbonatos, es de naturaleza estratigráfica.

Rocas igneas.—Al N. del pueblo de Redován se ha encontrado una pequeña masa de metabasita entre rocas de la formación Filita-Cuarcita.

2.1.2.1.2 Formación Carbonatos

Esta formación está constituida por rocas carbonatadas en estratos finos a gruesos grisáceos, marrón-gisáceo, naranja y amarillentos. En la parte basal de la formación están presentes intercalaciones de pizarras gris claro a verdosas, así como rauhwackas marrón amarillentas.

No se han encontrado fósiles.

El espesor expuesto es aproximadamente de 40 m.

Contactos.—El contacto con la formación Filita-Cuarcita, infrayacente, es estratigráfico. La formación Carbonatos está cubierta tectónicamente por la unidad Callosa.

2.1.2.1.3 Edad de la unidad Redován

La edad de las rocas de la unidad Redován se discutirá junto con la de las rocas de la unidad Callosa.

2.1.2.2 Unidad Callosa (T_{C_{A2-A3}})

La unidad Callosa comprende las siguientes formaciones:

Techo: Formación Cox.

Formación Pizarras verdes.

Formación Callosa.

Formación San Pedro.

2.1.2.2.1 Formación San Pedro

Esta formación consiste en carbonatos en estratos finos a medianos, gris parduzco a grisáceos, carbonatos en estratos finos a laminares, amarillo na-

ranja, y carbonatos amarillo parduzco con aspecto margoso. La parte inferior de la formación contiene intercalaciones de pizarras vedosas.

En la mitad superior de la formación aparecen estructuras de tubos.

El espesor mínimo de la formación es de unos 75 m.

Contactos.—Yace estratigráficamente bajo la formación Callosa. La base es desconocida.

2.1.2.2.2 *Formación Callosa*

Esta formación constituye el eje de la Sierra de Callosa de Segura. Consiste esencialmente en rocas carbonatadas. La parte superior (de espesor al menos 45 m.) está formada por carbonatos en capas medianas a gruesas, parduzcas a grisáceas. La parte central, con un espesor mínimo de 45 m., comprende carbonatos en bancos medianos a gruesos, grises a gris oscuro, con intercalaciones de carbonatos en estratos medianos a finos, amarillentos a grisáceos, y rocas pizarrosas calcáreas amarillentas. Los 25 m. inferiores de la parte central de la formación Callosa consisten principalmente en carbonatos negros. El color negro es discontinuo y se debe a procesos postsedimentarios. La parte inferior de la formación, con espesor de 25 m. por lo menos, comprende rocas carbonatadas grisáceas, en capas medianas a gruesas.

Se han encontrado dos niveles con Lamelibranquios en la parte central de la formación Callosa, aproximadamente a 5 y 17 m. sobre el techo de los carbonatos negros. Los Lamelibranquios probablemente representan la *Lyrionophoria* cf. *bética*, HIRSCH. Sobre los carbonatos negros aparecen estructuras de tubos.

El espesor mínimo es de unos 115 m.

Contactos.—La formación Callosa está intercalada estratigráficamente entre las formaciones de Pizarras verdes (arriba) y San Pedro (abajo).

2.1.2.2.3 *Formación Pizarras verdes*

Esta formación consiste en una alternancia de carbonatos en estratos medianos a finos, a veces brechoides, gris parduzco, marrón grisáceo, naranja a amarillo, y zonas constituidas por pizarras verdes y carbonatos en capas laminares a finas, amarillas a amarillo naranja, con aspecto margoso.

Se han encontrado Lamelibranquios indeterminables en la parte alta de la formación.

El espesor es de 90 m.

Contactos.—La formación está intercalada estratigráficamente entre las de Cox (arriba) y Callosa (abajo).

2.1.2.2.4 *Formación Cox*

Consiste esencialmente en carbonatos. La parte alta está formada por carbonatos en estratos finos a medianos, amarillentos, marrón grisáceo y grises. Aparecen intercalados en esta parte carbonatos margosos en estratos finos a laminares, rauhwackas y pizarras verdosas. El resto de la formación es esencialmente carbonatos en bancos medianos a gruesos, grisáceos a gris parduzco; la parte más inferior comprende carbonatos en capas gruesas, parduzcos y amarillo naranja.

No se han encontrado fósiles.

El espesor mínimo expuesto es de unos 20 m.

Contactos.—Las rocas de la formación Cox están cubiertas por depósitos Cuaternarios.

2.1.2.2.5 *Edad de las rocas de las unidades Redován y Callosa*

La ausencia de fósiles clasificables hace imposible la datación precisa de las rocas sedimentarias que constituyen estas unidades. Sobre la base de correlación litoestratigráfica con las unidades Bermejo y Orihuela, las rocas de la unidad Redován se han atribuido al Triásico, dejando la posibilidad de que también estén representadas rocas Pérmicas. Las rocas de la unidad Callosa se considera que son del Triásico Medio al Superior.

2.1.3 SECUENCIAS LITOLÓGICAS INDIFERENCIADAS (P-T_A)

Bajo esta denominación se agrupa cierto número de series aisladas, que no pueden incorporarse definitivamente en ninguna de las unidades tectónicas mencionadas. Aparecen los siguientes afloramientos:

- a) Cabezo del Calvario (al O. de Espinardo).
- b) El Puntal (al NE. de Espinardo).
- c) Las Cuevas.
- d) Cabezo de los Buitragos.
- e) Los Rocamoras de Matanza.
- f) Cabezo Gordo (173 m.).
- g) Cabezo Pequeño (129 m.).
- h) Afloramiento situado 1.750 m. al NE. de Cabezo Gordo.
- i) Afloramiento situado 2.500 m. al N. de Siete Casas.
- j) Afloramiento situado 1.600 m. al NE. de Cabezo Cruz de la Muela.
- k) Afloramiento situado 250 m. al NE. del Cementerio de Orihuela.
- l) Afloramiento situado en El Campo, entre la Sierra de Orihuela y la Sierra de Callosa de Segura.
- m) Afloramiento situado 1.000 m. al SO. de Granja de Rocamora.
- n) Afloramiento situado 1.250 m. al NNE. de Granja de Rocamora.

En las secuencias de estos afloramientos no se ha encontrado fauna determinable. Sobre bases litostratigráficas las rocas se consideran de edad Triásica, dejando la posibilidad de que estén también presentes rocas Pérmicas.

2.1.3.1 Afloramiento a)

Constituido por cuarcitas y pizarras principalmente rojizas y púrpura; cuarcitas y pizarras grises y verde claro, y cuarcitas y rocas margosas aparecen subordinadas. En la parte más alta de la secuencia se han encontrado conglomerados y cuarcitas blanquecinas. En la parte inferior de la secuencia están presentes ripple-marks.

Posiblemente tenga relación tectónica con la unidad Bermejo [formación Mina (P-T_{A2})^b].

2.1.3.2 Afloramiento b)

Carbonatos bien estratificados, de tonos grises (90 m.). A unos 10 m. sobre la base aparece una serie de carbonatos margosos (espesor, 5 m.) amarillo-parduzcos que contienen localmente Gasterópodos y Lamelibranquios indeterminables.

Posiblemente está relacionado tectónicamente con la unidad Bermejo [formación Cantalares (P-T_{A2-A3})^b].

2.1.3.3 Afloramiento c)

Carbonatos bien estratificados de color gris.

Sus relaciones tectónicas son inciertas. Posiblemente yaczan sobre la formación Mina de la unidad Bermejo.

2.1.3.4 Afloramientos d) y e)

Carbonatos grisáceos, a veces con bandas naranja. Aparecen subordinados carbonatos margosos, verdosos, rosados y amarillentos. Localmente estructuras de tubos.

Posiblemente se relaciona tectónicamente con la unidad Orihuela (formación Cabezo Ros).

2.1.3.5 Afloramiento f)

Carbonatos gris oscuro. Los estratos, a veces con abundantes bandas amarillo naranja (espesor de unos milímetros), subparalelas a los planos de estratificación, dando a las rocas aspecto apijamado. Localmente aparecen abundantes estructuras de tubos.

Posiblemente se relaciona tectónicamente con la unidad Orihuela (formación Cabezo Ros).

2.1.3.6 Afloramiento g)

De techo a muro: carbonatos grisáceos; carbonatos amarillentos que constituyen un solo estrato; pizarras verdes con carbonatos ocre, y carbonatos grisáceos con manchas anaranjadas. Aparecen estructuras de tubos en la última parte de la secuencia.

Relación tectónica posible con la unidad Orihuela (formación Cabezo Ros).

2.1.3.7 Afloramiento h)

La parte NO. del afloramiento: carbonatos grisáceos con algunas capas intercaladas de carbonatos amarillentos. La parte SE.: dolomías negruzcas y calizas rojizas, parduzcas y beige.

Relación tectónica posible con la unidad Orihuela (formación Cabezo Ros).

2.1.3.8 Afloramiento i)

Areniscas vinosas y blanquecinas.

Relación tectónica posible con el complejo Maláguide.

2.1.3.9 Afloramiento j)

De techo a muro:

- 4) Unos 12 m. Zona fuertemente tectonizada que comprende rauhwackas marrón amarillentas, dolomías ocre, calizas grisáceas, rocas pizarrosas verde claro y cuarcitas verde claro a blanquecinas.
- 3) Unos 50 m. Carbonatos en estratos finos a muy gruesos, grisáceos, parduzcos, amarillentos y grises. En la mitad superior, intercalaciones de pizarras verdosas, calizas hojosas amarillentas, carbonatos amarillo-ocres y rocas margosas amarillentas. En la mitad inferior están presentes localmente intercalaciones margosas blanquecinas. En la parte basal se han distinguido tres bancos de carbonatos amarillentos conspicuos (de espesor, 40 cm.).
- 2) Zona fuertemente tectonizada (unos 10 m.), constituida por cuarcitas y pizarras verdosas, violetas y blanquecinas; aparecen subordinados carbonatos ocre y amarillentos.
- 1) Unos 55 m. Esta secuencia comprende cinco tramos sobresalientes de carbonatos grisáceos a marrón-grisáceos (variando en espesor

de 1 a 6 m.). Alternan con zonas pobremente expuestas que consisten en carbonatos marrón-amarillentos, gris verdosos y parduzcos en estratos de laminas a gruesos, con pizarras verdosas y carbonatos ocre a naranja, subordinados, a veces con aspecto de rauhwacka.

En las secuencias 1) y 3) aparecen estructuras de tubos.

Relación tectónica posible: Las secuencias 1 a 3, con la unidad Túnel o con la unidad Bermejo; la secuencia 4, con las unidades Túnel, Bermejo u Orihuela.

2.1.3.10 Afloramiento k)

La parte alta de la secuencia, situada sobre una cantera, consiste en una alternancia de dolomías amarillo-parduzcas y calizas grisáceas. Las rocas a veces están brechificadas. La porción basal de esta parte de la secuencia comprende calizas margosas amarillentas, dolomías blanquecinas con aspecto sacaroideo y calizas gris oscuro (en corte fresco, grisáceo a rosado). En varios lugares estas últimas son parduzcas, debido a mineralización. La parte inferior de la secuencia, que forma la citada cantera, está constituida por carbonatos afaníticos en estratos finos a gruesos, de color crema y amarillento. El espesor total de la secuencia alcanza varias decenas de metros. Localmente se encuentran estructuras de tubos.

Relación tectónica posible: la secuencia de este afloramiento yace sobre las rocas de la formación Jaime, de la unidad Orihuela. Por razones litostratigráficas se supone que el contacto representa un plano mayor de cabalgamiento. La base de la secuencia no está expuesta. No puede excluirse la posibilidad de que la secuencia del afloramiento k) pertenezca a la unidad Bermejo o a la unidad Túnel.

2.1.3.11 Afloramiento l)

Carbonatos grisáceos a marrón grisáceos.

Se desconoce toda posible relación tectónica.

2.1.3.12 Afloramiento m)

Carbonatos bien estratificados, gris oscuros a gris-parduzco.

Relación tectónica posible: con la unidad Redován o la unidad Callosa.

2.1.3.13 Afloramiento n)

De techo a muro:

- 2) Carbonatos bien estratificados, gris oscuro a rosado, con aspecto cristalino.

- 1) Igual que la secuencia 2), con intercalaciones de carbonatos naranja y verde parduzco, en estratos finos, con aspecto margoso, y de rocas pizarrosas de color verdoso.

Posible relación tectónica: con la unidad Redován o con la unidad Callosa.

2.2 SEDIMENTOS POST-MANTO

Diferentes series neógenas se han depositado después del establecimiento de los grandes conjuntos estructurales. Estos depósitos, de naturaleza variada, van desde el Tortoniense Superior al Pleistoceno.

Están ampliamente representados en los bordes de la Hoja de Orihuela, donde muestran caracteres diferentes en las zonas NO. (S. de Fortuna) y SE. (Hurchillo) de la Hoja.

Las formaciones más antiguas corresponden al Tortoniense Superior, y desde entonces se han venido depositando sedimentos hasta el Cuaternario reciente.

2.2.1 TORTONIENSE SUPERIOR

No presenta, en la Hoja de Orihuela, más que algunos afloramientos limitados, que aparecen bajo las margas del Mioceno Terminal (al S. de Fortuna, N. de El Esparragal y E. de Zeneta).

Se compone de calizas areniscosas, más o menos zoógenas (T_{11}^{Bc3}) y de margas grises (Tm_{11}^{Bc3}), conteniendo una microfauna planctónica con *Globorotalia pseudomiocénica*.

Al N. de El Esparragal, el Tortoniense marino pasa lateralmente hacia el O. a un complejo conglomerático continental ($T_{c11-c12}^{Bc3-Bc}$) que marca los límites de los antiguos ríos.

2.2.2 EL MIOCENO TERMINAL (Andaluciense)

La estratigrafía del Mioceno Terminal se presenta de forma diferente en las partes NO. y SE. de la Hoja.

2.2.2.1 Parte Noroeste

Sucediendo en continuidad al Tortoniense Superior, el Mioceno Terminal está representado por margas más o menos yesíferas, con intercalaciones calizo-limosas (T_{12}^{Bc}), coronadas localmente por horizontes continentales de poco espesor (T_{c12}^{Bc}).

Las margas (T_{12}^{Bc}) afloran ampliamente al S. de Fortuna, conteniendo una microfauna pobre, pero con especies características del Mioceno Terminal: *Globigerinoides obliquus extremus*, *Globorotalia humerosa*, etcétera, con una potencia aproximada de 400 a 500 m.

Hacia el S. y el SE. los depósitos marinos fini-miocenos pasan lateralmente y hacia arriba a conglomerados continentales ($T_{c11-c12}^{Bc3-Bc}$), particularmente bien desarrollados al O. de Santomera. Este complejo continental conglomerático representa una serie comprensiva, equivalente lateral del Tortonense Superior y del Mioceno Terminal. Es posible que se extienda hacia arriba hasta el Plioceno y el Plío-Cuaternario.

2.2.2.2 Parte Sureste

Las margas andalucenses, muy potentes (T_{12}^{Bc}), continen una abundante microfauna planctónica: *Globigerinoides obliquus extremus*, *Globorotalia humerosa*, *G. dutertrei*, *G. conomiozea*, *G. mediterránea*, etc. (Determinaciones efectuadas por G. BIZON.)

Estas margas pasan progresivamente hacia arriba a unas calizas neríticas (T_{c12}^{Bc}) de facies variadas: calizas bioclásticas, calizas oolíticas, calizas con Lithothamnios y Madréporas, etc. (40 a 50 m.). Esta última facies particularmente bien representada en la Sierra de Hurchillo.

Finalmente, el Mioceno termina en capas regresivas (T_{m12}^{Bc}), margas litorales con Ostreidos: *Ostrea offreti*, *Crassostrea crassaformis* y *Pecten aduncus*; margas lagunares y continentales, que marcan el final de la sedimentación miocénica (alrededor de 50 a 100 m. de potencia).

2.2.3 EL PLIOCENO

Formaciones pliocenas bien caracterizadas no se conocen más que en la parte SE. de la Hoja, sobre la margen derecha del río Segura.

2.2.3.1 Plioceno Inferior y Medio (T_{21-22}^{B-B})

Está representado por margas limoníticas (50 a 100 m.).

La microfauna, generalmente poco característica, ha dado, no obstante, en ciertos lugares una asociación con *Globorotalia margaritae*, *Sphaeroidinellopsis* hacia la base, y *Globorotalia punctulata* y *G. crassaformis* hacia el techo. El Plioceno Inferior y Medio se encuentra, pues, caracterizado.

Lo más frecuente es que el Plioceno Inferior suceda al Mioceno Terminal sin discontinuidad marcada.

No obstante, en la parte más oriental (S. de Jacarilla, por ejemplo) viene a intercalarse en la base del Plioceno una formación con olistolitos

y gruesos bloques desgajados, de calizas andalucienses (hasta 50 m.), embutidos en una matriz margo-areniscosa (T_{12-2}^{Bc-B}). Estos depósitos resultan de un desmantelamiento intenso, aunque muy localizado en las últimas etapas del Mioceno (T_{12}^{Bc} a $(T_{m_{c12}})^{Bc}$). Penetran profundamente en las margas del Mioceno Terminal y pasan hacia arriba en continuidad a las margas del Plioceno Inferior.

2.2.3.2 Plioceno Superior

Las margas pliocenas (T_{21-22}^{Bc}) están coronadas por calizas areniscosas amarillas (10 a 50 m.), atribuibles al Plioceno Superior (T_{22}^B), aunque la microfauna no presenta formas características.

Una ligera invasión o una superficie taladrada por organismos perforantes, marca el contacto con las margas pliocenas subyacentes.

Encima de las calizas areniscosas del Plioceno Superior se diferencia progresivamente una serie de areniscas y margas abigarradas de depósitos salobres o continentales (T_{c23}^B), de espesor aproximado, 200 m.

En Zeneta, estos horizontes han dado cerca de la base hundiente de *Hipparion cf. crassum*.

En fin, a lo largo de la margen derecha del río Segura la sedimentación neógena termina por un depósito de margas conglomeráticas (T_{2-Q}^B) de espesor variable (alrededor de 100 m.). Más al O., en los alrededores de Benijófar, los conglomerados muestran una recurrencia marina con Pectínidos. Estos depósitos pueden atribuirse al Plioceno Terminal o al Plío-Cuaternario.

2.2.4 PLIO-CUATERNARIO (T_{c2-Q}^B)

Hacia el límite N. de la Hoja, algunas placas de margas rojo ladrillo, coronadas por una corteza caliza potente, reposan sobre el Mioceno Terminal o directamente sobre el sustrato pre-neógeno.

Esta formación puede atribuirse al Plío-Cuaternario por comparación con regiones próximas (Elche, Murcia), donde depósitos idénticos pudieron datarse como Plioceno Terminal en la base, y Pleistoceno en la parte alta.

2.2.5 CUATERNARIO

2.2.5.1 Pleistoceno Antiguo (Q_1)

Un pequeño afloramiento de gravas con cantos de cuarcita, conservado en la vertiente S. de la Sierra de Hurchillo, es testigo probablemente de una antigua llanura aluvial hoy desmantelada.

Inmediatamente al E. de Hurchillo, en medio de una gravera dispersada

en la superficie del suelo, se han recogido numerosos útiles prehistóricos de talla antigua, en cantos de cuarcita (tipo «chopping tools»).

2.2.5.2 Formaciones superficiales (Q)

Comprenden los aluviones actuales, conos de derrubios y tierras vegetales.

3 TECTONICA

Todas las unidades tectónicas mayores, correspondientes a las formaciones Béticas, representadas en la Hoja de Orihuela, se incorporan dentro del complejo Ballabona-Cucharón, teniendo en cuenta el desarrollo litostratigráfico de sus secuencias litológicas. La combinación de las siguientes características se considera como «diagnóstico» para las secuencias litológicas de dicho complejo en toda la Zona Bética.

- a) Intercalaciones de depósitos clásticos en las secuencias carbonatadas.
- b) La frecuente buena estratificación de las secuencias carbonatadas.
- c) La aparición de yeso, a veces en gran cantidad.
- d) La presencia de masas de metabasita, a veces en considerable abundancia.
- e) La presencia de macrofauna.
- f) Bajo grado de metamorfismo regional alpino.
- g) Aparente ausencia de rocas de basamento pre-alpino, lo que sugiere que las unidades tectónicas son delgadas láminas.

Desde un punto de vista regional, el complejo Ballabona-Cucharón está situado entre el complejo Nevado Filábride (debajo) y el Alpujárride (arriba) (EGELER y SIMON, 1969). Sólo en el caso de la secuencia del afloramiento *i)* (ver apartado 2.1.3.8), es posible esté implicado un elemento del complejo Maláguide.

3.1 RELACIONES DE LAS DIVERSAS UNIDADES TECTONICAS

3.1.1 RELACION DE LAS UNIDADES TUNEL Y ORIHUELA

La afirmación de que la unidad Túnel y la unidad Orihuela la representan dos unidades tectónicas mayores se basa en los resultados de investigaciones preliminares sobre macro- y microfauna, que parecen indicar que las rocas de la parte superior de la formación Gertrudis, de la unidad Orihuela, y por consiguiente las situadas por debajo de aquélla, son más antiguas que las rocas de la secuencia de «carbonatos superiores» de la unidad Túnel.

3.1.2 RELACION DE LAS UNIDADES BERMEJO Y ORIHUELA

Basándonos en los resultados preliminares del estudio de macro- y microfauna, las rocas de la parte superior de la formación Gertrudis de la unidad de Orihuela, y por consiguiente las infrayacentes, se creen más antiguas que las de la serie 3 de la unidad Bermejo. Esto puede implicar que las unidades Bermejo y Orihuela representan dos unidades tectónicas mayores.

3.1.3 RELACION ENTRE LAS UNIDADES BERMEJO Y TUNEL

En esta etapa de las investigaciones es imposible decidir si se trata de una o dos unidades tectónicas mayores. La comparación de las columnas estratigráficas sugiere la presencia de dos unidades. Sin embargo, sería necesaria una datación más exacta de las varias secuencias litológicas, con ayuda de micro- y macrofauna, para confirmar o refutar esta afirmación.

3.1.4 RELACION ENTRE LAS UNIDADES DE REDOVAN Y CALLOSA

El hecho de que parte de las rocas pelíticas en la unidad Redován sean filitas y, por tanto, más intensamente recrystalizadas que las rocas comparables de la unidad Callosa, que son meramente pizarras, conduce a la distinción de estas unidades.

3.1.5 RELACION ENTRE LAS UNIDADES TECTONICAS DE LAS SIERRAS ORIHUELA Y CALLOSA

Las Sierras de Orihuela y Callosa de Segura están separadas por una llanura aluvial, haciendo imposible establecer una relación directa entre ambos grupos de unidades tectónicas. Basándose en las columnas estratigráficas no se excluye la posibilidad de que la secuencia de la unidad Callosa sea correlacionable con parte de la secuencia litológica de la unidad Orihuela.

3.2 ESTRUCTURAS

3.2.1 SIERRA DE ORIHUELA

3.2.1.1 Estructuras mega- y mesoscópicas

Las estructuras más conspicuas son pliegues apretados a isoclinales con fuerte vergencia al S. Estos pliegues aparecen en las series de las tres unidades tectónicas tanto a escala mega- como mesoscópica. Están bien expuestos en el área de la Casa Forestal (unidad Túnel), en la región situada al O. de Rincón de Bonanza (unidad Orihuela), en la región situada al N. de Raigüero Bajo, en la región al N. de La Aparecida (unidades Bermejo y Orihuela), y

además en la vertiente O. de Bermejo, al O. de Santomera (unidad Bermejo). Se presta especial atención al hecho de que el plegamiento apretado a isoclinal también afecta al plano de cabalgamiento entre las unidades Bermejo y Orihuela, como se ve en la región al N. de La Aparecida. No se sabe aún con certeza si las estructuras de plegamiento mencionadas resultan de sólo una fase de deformación o de más.

Después del plegamiento tuvo lugar un cabalgamiento hacia el S. e imbricaciones que afectan generalmente en considerable grado a las estructuras preexistentes. Una última fase de deformación condujo a la formación de pliegues, que varían de abiertos a cerrados. Finalmente, las secuencias litológicas de la Sierra de Orihuela fueron afectadas por tres principales familias de fallas próximas a la vertical, con direcciones ONO.-ESE., NNO.-SSE. y NE.-SO.

3.2.1.2 Estructuras microscópicas

Se ha encontrado en las rocas que constituyen la unidad Orihuela una pizarrosidad (S_1) y dos esquistosidades de crenulación (S_2 y S_3). La crenulación S_2 es intensa, mientras que la S_3 es débil.

La relación entre las estructuras mega- y mesoscópica por un lado, y las microscópicas por otro, es incierta.

3.2.2 SIERRA DE CALLOSA DE SEGURA

De acuerdo con KAMPSCHUUR (1972), una primera fase de deformación (D_1) produjo pliegues apretados a isoclinales a escala meso- y megascópica, tanto en la unidad Redován como en la unidad Callosa. Estos pliegues tienen una vergencia hacia el SO. El plegamiento originó una pizarrosidad (S_1) en las rocas pelíticas de ambas unidades y fue acompañado de un metamorfismo sincinemático de bajo grado. El metamorfismo dio lugar a la formación de filitas y pizarras en la unidad Redován, y de pizarras en la unidad Callosa.

Una segunda fase de deformación (D_2) es la causante de la deformación de las estructuras (D_1) y del carácter discontinuo del metamorfismo cinemático alpino en los contactos entre las dos unidades.

Una tercera fase (D_3) origina pliegues de abiertos a cerrados, a escala meso- y megascópica, con una esquistosidad de crenulación de plano axial (S_3). Los planos axiales buzan al SO., con un ángulo de por lo menos 55° . Al microscopio puede verse que S_3 está conjugada localmente. La fase (D_3), origina el plegamiento de los planos de cabalgamiento originados por (D_2).

Finalmente, las rocas de la Sierra de Callosa de Segura fueron afectadas por fallas normales dispuestas según dos direcciones preferentes, una N.-S., y otra E.-O. Se piensa que estas fallas están relacionadas con el levantamiento de la Sierra de Callosa de Segura.

3.3 TECTONICA POSTUMA

El sector SE. de la Hoja merece una atención particular en razón de la importancia de los fenómenos de deformación reciente que allí aparecen.

No habiéndose registrado ningún movimiento notable entre el Tortoniense Superior y el final del Plioceno (sin considerar las deformaciones muy localizadas que dieron lugar a la formación de olistolitos, así como a bastantes fallas ante-Pliocenas), es, pues, a los plegamientos post-Pliocenos a los que hay que atribuir las deformaciones visibles en este sector. Los accidentes recientes son variados:

- Pliegues anticlinales (domo de Hurchillo, Cabezo Gordo) y sinclinales (Púlpito).
- Flexura acentuada siguiendo la orilla derecha del río Segura. Los conglomerados Plío-Cuaternarios, fuertemente inclinados, buzan hacia el N. o NO., bajo la llanura del río Segura. Al O. de Zeneta, estos mismos niveles se ponen verticales o incluso ligeramente invertidos.
- Las fallas, en su mayor parte orientadas NO.-SE., afectan igualmente al Plioceno.

En el sector NO., donde no se han caracterizado los terrenos pliocenos, las deformaciones que afectan al Mioceno Superior se pueden atribuir, con algunas reservas, a los mismos movimientos.

4 HISTORIA GEOLOGICA

Nada puede decirse sobre la historia geológica prealpina de las regiones ahora representadas por la Sierra de Orihuela y zonas adyacentes al O. y SO. y por la Sierra de Callosa de Segura, ya que todas las unidades tectónicas son «delgadas láminas», carentes de secuencias pre-Permotriásicas de basamento.

Respecto a la historia sedimentaria Alpina, puede establecerse que las columnas estratigráficas de las unidades Bermejo y Orihuela reflejan un brusco cambio en las condiciones de deposición, de sedimentación clástica a carbonatada, probablemente en el Ladinense. Se desconoce bajo qué condiciones se depositaron los sedimentos samíticos a pelíticos. La parte basal de la formación Jaime de la unidad Orihuela, que en su mayor parte comprende depósitos samíticos y pelíticos, es de origen marino (carbonatos y yeso). Las partes superiores de las secuencias litológicas de las unidades Bermejo y Orihuela, así como las secuencias de las unidades Túnel y Callosa, consisten principalmente en carbonatos, que se piensa han sido depositados en condiciones marino-costeras. La sedimentación carbonatada fue repetidamente inte-

rrumpida por la deposición de sedimentos samíticos y pelíticos, reflejando el influjo de detritos terrígenos durante el Triásico Medio a Superior.

Se atribuye, un tanto forzosamente, al Triásico una facies alpina, ya que el desarrollo litostratigráfico y el contenido de macro- y microfauna de las secuencias de las diversas unidades tectónicas no justifican esta elección. Parece más correcto incluir los sedimentos de las unidades tectónicas de la Hoja núm. 27-36, así como los de unidades comparables en toda la zona Bética, en una provincia paleogeográfica separada con su propia facies. Se propone para esta provincia el nombre de «Provincia Bética», y para las facies acompañantes, el de «Facies Béticas».

Las unidades de esta Hoja no contienen depósitos post-Triásicos. Pueden aventurarse varias hipótesis para esta ausencia: 1) «transgresión tectónica» en el Jurásico; 2) un prolongado período de no deposición durante el Mesozoico final y parte del Terciario; y 3) completa erosión de una secuencia relativamente delgada de depósitos post-Triásicos. También es importante establecer la edad de las rocas ígneas básicas, ahora representadas por metabasitas. El hecho de que estén afectadas por el metamorfismo cinemático alpino sugiere la intrusión antes de los movimientos de mantos. KAMPSCHUUR (1972) supone que la intrusión de las masas básicas en las secuencias Triásicas del complejo Ballabona-Cucharón de la Sierra de Carrascoy, tuvo lugar en sedimentos inconsolidados, húmedos. Esto implica obviamente que las rocas básicas sean de edad Triásica.

En relación con la evolución estructural alpina, las investigaciones de KAMPSCHUUR en la Sierra de Callosa de Segura (KAMPSCHUUR, 1972), y en la Sierra de Carrascoy (KAMPSCHUUR, 1972), puede servir como base para establecer un esquema. La primera fase de deformación (D_1) ha causado el plegamiento (F_1) con vergencia al S. o SO., acompañada por una pizarrosidad (S_1) y también por metamorfismo regional de bajo grado. Este plegamiento puede estar ligado probablemente con los movimientos mayores de corrimiento, dirigidos al S. o SO. Se piensa que son éstos los responsables de la formación de una «pila inicial» de mantos, en el sentido de EGELER y SIMON (1969). El hecho de que esta pila inicial fue trastornada en una etapa posterior (D_2) por traslación de considerable magnitud está evidenciado por la discontinuidad del metamorfismo cinemático en el plano de cabalgamiento entre las unidades Redován y Callosa de la Sierra de Callosa de Segura. En la Sierra de Orihuela no se ha encontrado un cambio tan brusco en el contacto entre las unidades mayores.

La tercera fase de deformación (D_3) en la Sierra de Callosa de Segura está reflejada en el plegamiento del plano de cabalgamiento formado durante (D_2). Además, produjo una esquistosidad crenulada (S_3).

La datación de las fases de deformación en las Sierras de Orihuela y Callosa de Segura es necesariamente muy inexacta, ya que las rocas más jó-

venas afectadas por estas fases son de edad Triásica, y los depósitos post-mantos más antiguos son muy recientes.

Las diferencias existentes entre los depósitos neógenos de los sectores NO. y SE. de la Hoja tienen su origen en situaciones paleogeográficas distintas. Al NO., los depósitos margoyesíferos del Mioceno Terminal se han efectuado en una cuenca intramontañosa, en comunicación bastante restringida con el resto del dominio marino. Este ambiente semiconfinado, propicio a episodios evaporíticos, evoluciona bastante rápidamente hacia un régimen continental marcado por un relleno conglomerático. Hacia el SE., en la proximidad de la Sierra de Orihuela, los depósitos marinos pasan lateralmente a potentes conglomerados continentales que jalonan las orillas meridionales de la cuenca.

Toda esta región, ya emergida al final del Mioceno, no será alcanzada por el mar Plioceno.

La evolución paleogeográfica del sector SE. ha sido sensiblemente diferente: En el Mioceno Terminal, como antes en el Tortoniense Superior, el mar permanece ampliamente abierto, como lo prueba la existencia de depósitos margosos potentes con microfauna planctónica abundante y variada. Hacia el fin del Mioceno Terminal se desarrollan facies marinas de pequeña continuidad, calizas organógenas variadas, calizas oolíticas o subcrefiales.

Tras esta etapa, un breve intermedio lagunar o continental viene a interrumpir durante algún tiempo el régimen marino al final del Mioceno. El mar no tarda en volver, ya en el Plioceno Inferior. Ninguna discontinuidad importante acompaña, pues, al paso Mioceno-Plioceno, salvo un corto episodio regresivo en la parte alta del Mioceno, que tiende a desaparecer hacia el E., donde la permanencia del dominio marino sigue asegurada.

En un sector estrecho, localizado de O. a E., desde Puerto Almagro a la Loma Larga (Hoja de Guardamar), se edificó hacia el límite Mio-Plioceno un relieve efímero cuyo desmantelamiento dio lugar a una formación de olistolitos y gruesos bloques por descostramiento de las calizas del Mioceno Terminal.

El arranque y deposición de estos elementos se efectuó bajo el agua, como lo manifiesta el aspecto de los bloques y la naturaleza de la matriz margoareniscosa. Aunque violento, este fenómeno está estrechamente circunscrito, no alterando la relación de continuidad lateral existente entre el Mioceno y el Plioceno.

Tras los depósitos limosos del Plioceno Inferior y Medio, el Plioceno Superior se caracteriza por una sedimentación calizo-areniscosa que refleja el carácter transgresivo a escala regional de estos niveles.

Por fin, el mar Plioceno se retira progresivamente primero hacia el O. y más tarde al E., dando paso a depósitos lagunares y continentales. Depósitos continentales localizados sobre la orilla derecha del Río Segura finiquitan la sedimentación neógena. Traducen una reiniciación de la erosión probablemente consecutiva a una cierta actividad tectónica (movimientos post-pliocenos).

5 GEOLOGIA ECONOMICA

En las Sierras de Orihuela y Callosa de Segura la explotación de yacimientos minerales llegó a su fin hace muchos años.

Han sido explotados aproximadamente 3 km. al NE. de Santomera, minerales de cobre (malaquita, azurita, calcopirita, calcosina y cobre nativo) y oro nativo. Los efectos de las primeras actividades mineras han entorpecido el estudio geológico de la región. Se puede concluir (BRUN, 1909) que la mineralización de cobre y oro tuvo lugar en las rocas samíticas en la formación Mina de la unidad Orihuela, justo encima del plano de cabalgamiento con la infrayacente unidad Bermejo. BRUN establece que los depósitos son de origen sedimentario y que las soluciones portadoras de mineralización se originaron a partir de las masas de rocas ígneas básicas que son abundantes en la región.

Se han explotado yacimientos de hierro a pequeña escala antiguamente en varias localidades:

A) Región del Túnel:

- 1) Al N. de la carretera Murcia-Alicante en carbonatos de la unidad Túnel.
- 2) Al N. de la misma carretera, en carbonatos de la parte basal de la formación Aguila de la unidad Orihuela.

B) Parte oriental de la Sierra de Orihuela:

- Aproximadamente a 1 km. al NE. del Cerro de Cota 486, en carbonatos de la formación Otón.

C) Parte central de la Sierra de Orihuela:

- Aproximadamente a 1 km. al SO. del Cerro de Cota 634, en carbonatos de la formación Aguila.

D) Región Cabezo Ros:

- Cerca de Benferri, en carbonatos de la formación Benferri.

El mineral es hematites, que aparece diseminado en Carbonatos fuertemente limonitizados.

En la explicación de la Hoja Orihuela (edición 1951) se hace mención de una explotación abandonada de cinabrio en la región al SE. del Túnel, cerca de Orihuela. Los autores no dan datos exactos sobre la localización y modo de deposición. No hemos encontrado indicaciones sobre la presencia de de-

pósitos de mercurio en estas regiones. Sería recomendable hacer una prospección detallada, con la ayuda de métodos geoquímicos, entre otros, para determinar en qué secuencias tuvo lugar la mineralización.

Hay canteras de yeso en las siguientes regiones:

- 1) Entre Santonera y Cobatillas: parte basal de la secuencia 2 de la unidad Bermejo.
- 2) Región entre el Cerro de Cota 196 y Loma del Barranco Largo: en la secuencia 4 de la unidad Bermejo.
- 3) Aproximadamente 1 km. al NNE. de Raiguero de Abajo: parte más inferior de la formación Aguila de la unidad Orihuela.

Los carbonatos son, o han sido, explotados para carreteras y construcción en las siguientes zonas:

- 1) El Puntal (al NE. de Espinardo): secuencia indiferenciada (afloramiento *b*).
- 2) Las Cuevas: secuencia indiferenciada (afloramiento *c*).
- 3) Entre el Cerro de Cota 196 y Casa del Cuello: formación Cantalares, unidad Bermejo.
- 4) Al O. del Embalse de Santomera: formación Cantalares, unidad Bermejo.
- 5) Aproximadamente 1 km. al SO. de Santomera: formación Cantalares, unidad Bermejo.
- 6) Aproximadamente 800 m. al NE. de Raiguero de Abajo: formación Aguila, unidad Orihuela.
- 7) Aproximadamente 250 m. al NE. del cementerio de Orihuela: secuencia indiferenciada (afloramiento *k*).
- 8) Justo al NO. del cruce de las carreteras Orihuela-Benferri y Murcia-Alicante: formación Aguila, unidad Orihuela.
- 9) Al NO. de la Sierra de Callosa de Segura: formación Callosa, unidad Callosa.
- 10) Aproximadamente 750 m. al NE. del cementerio de Callosa de Segura: formación Callosa, unidad Callosa.
- 11) Aproximadamente 1.250 m. al NNE. de Granja de Rocamora: secuencia indiferenciada (afloramiento *n*).

Las masas de metabasita, al S. del Túnel, cerca de Orihuela, se explotan para carreteras.

En las formaciones neógenas y recientes no se ha explotado ninguna sustancia útil.

6 PETROGRAFIA

6.1 METAMORFISMO

Las secuencias litológicas de todas las unidades Béticas representadas en la Hoja de Orihuela muestran los efectos de un metamorfismo regional alpino. El grado de este metamorfismo es muy bajo, sin que sobrepase nunca la subfacies más baja de la facies de esquistos verdes. Ha dado lugar a la neoformación de mica incolora, clorita, cuarzo y algo de albita. De acuerdo con KAMPSCHUUR (1972), la formación de estos minerales en las rocas de la Sierra de Callosa de Segura es sincinemática y relacionada a una primera fase de deformación (D_1).

La probable presencia de un mineral del grupo de la glaucofana en la unidad Redován sugiere una transición local a las condiciones de la facies de esquistos con glaucofana. En muchos casos se encuentra que la recrystalización es incompleta, como se ve en los metasedimentos, por la preservación de granos de origen clástico, y en las metabasitas, por la conservación de minerales y estructuras ígneas. En las rocas de las diversas unidades tectónicas de la Sierra de Orihuela y regiones adyacentes al O. y SO. no se encontraron diferencias marcadas en el grado de recrystalización, tanto en el campo como al microscopio. En la Sierra de Callosa de Segura las rocas pelíticas de la unidad Redován están parcialmente más recrystalizadas que las comparables de la unidad Callosa, siendo las primeras filíticas y las segundas meramente pizarras.

Un estudio de la cristalinidad de la illita-clorita de las rocas pelíticas de las diversas unidades tectónicas, como el efectuado por KAMPSCHUUR (1972) para las unidades tectónicas de la Sierra de Carrascos, puede brindar interesantes resultados para una subdivisión, en función del grado de recrystalización.

Aparte del metamorfismo regional alpino mencionado, algunas rocas carbonatadas en directa vecindad con las masas de metabasita muestran un metamorfismo térmico, con neoformación de forsterita y espinela.

6.2 ROCAS IGNEAS

En el ámbito de la Hoja aparecen dos clases de rocas hipogénicas totalmente distintas: metabasitas, incluidas en las formaciones triásicas béticas, y fortunitas, entre los sedimentos neógenos.

6.2.1 METABASITAS

Se han encontrado metabasitas en:

Unidad Redován: Formación Filita-Cuarcita.

Unidad Orihuela: Formación Lucía; parte superior de la formación Gertrudis; parte inferior de la formación Aguila; techo de la formación Jaime.

Unidad Túnel: Techo de la secuencia «Carbonatos inferiores»; muro de la secuencia «Carbonatos superiores».

Unidad Bermejo: Techo de la formación Mina; muro de la secuencia 2 de la formación Cantalares; secuencia 4 de la formación Cantalares.

El nombre de metabasita incluye todas las rocas de origen ígneo. Sin embargo, es necesario señalar que existe una variación considerable tanto en el hábito original como en el grado de alteración metamórfica. En uno o dos casos este metamorfismo es casi inapreciable. Las reliquias texturales y mineralógicas de origen magmático indican la existencia de diabasas originales. El origen intrusivo de las masas se evidencia por la presencia de «bordes enfriados» y por el metamorfismo sufrido por los sedimentos contiguos. La relación con la roca encajante es concordante, y las masas son obviamente sills, intruidos en zonas débiles.

6.2.1.1 Caracteres petrográficos

Los minerales relictos de origen magmático incluyen: clinopiroxeno, hornblenda de tonos pardos, biotita, plagioclasa cálcica y opacos. Presentan una textura ofítica a subofítica generalmente bien conservada.

Los minerales formados por el metamorfismo regional incluyen: anfíbol verdoso, azul-verdoso y azul claro; mica incolora y minerales del grupo de la epidota. En una muestra de metabasita de la formación Filita-Cuarcita de la unidad Redován se sospecha que se halla presente glaucofana o croisita en pequeña cantidad. Esta metabasita ha sufrido considerablemente más el bajo grado de metamorfismo regional que la metabasita de la Sierra de Orihuela y regiones adyacentes al O. y SO. La asociación mineral formada por metamorfismo indica la facies de los esquistos verdes. Sin embargo, la supuesta presencia de un mineral del grupo de la glaucofana en la metabasita de la unidad Redován sugiere una transición local a las facies de esquistos con glaucofana.

6.2.2 FORTUNITA

En el límite N. de la Hoja aparecen rocas volcánicas filonianas inyectadas en las margas del Mioceno Terminal. Estas rocas dan lugar a la descripción

de un tipo particular de lamproítas, denominado Fortunita. La época en que tuvo lugar este volcanismo, desde luego post-miocena, no puede precisarse.

6.2.2.1 Caracteres petrográficos

La fortunita es una roca porfídica, de grano fino, que al microscopio acusa la presencia de diópsido, flogopita, sanidina y apatito. Los prismas de piroxeno y las laminillas de mica se reconocen a simple vista. Es una roca intermedia entre la jumillita y la verita, de las que difiere por la ausencia de olivino.

7 BIBLIOGRAFIA

- ALMELA, A.; DUPUY DE LOME, E.; TEMPLADO, D., y MESEGUER, J. (1951).—«Mapa Geológico de España, E. 1:50.000. Explicación de la Hoja 913». *I.G.M.E.*
- BLUMENTHAL, M. (1933).—«Das Paläozoikum von Malaga als tektonische Leitzone». *Geol. Rundschau*, vol. 24, pp. 170-187.
- (1950).—«Eine Übersicht über die tektonische Fenster der Betschen Cordilleren». Libro jubilar, 1849-1949, *I.G.M.E.*, pp. 237-313.
- BOOGAARD, VAN DEN (1966).—«Post-carboniferous conodonts from south-eastern Spain». *Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wetensch.*, vol. 68, pp. 691-698.
- BOOGAARD, VAN DEN, y SIMON, O. J. (1973).—«Pseudofurnishius (conodonts) in the Triassic of the Betic Cordilleras (southern Spain)». *Scripta Geológica*.
- BRUN, L. (1909).—«Géologie du Massif montagneux qui s'étend de Monteagudo (Murcia) a Albatera (Alicante-Espagne)». *C. R. Mensuels R. Soc. Ind. Min.*, pp. 498-517.
- DURAND DELGA, M., y FONTBOTE, J. M. (1960).—«Le problème de l'âge des nappes alpujarrides d'Andalousie». *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, vol. 3, n.º 4, pp. 181-187.
- EGLER, C. G., y SIMON, O. J. (1969 a).—«Sur la tectonique de la Zone Bétique (Cordillères Bétiques, Espagne). Etude basée sur les recherches dans le secteur compris entre Almería et Vélez Rubio». *Verh. Kon. Ned. Akad. v. Wetensch. Afd. Natuurk.*, eerste reeks, 25, 3, pp. 1-90.
- (1969 b).—«Orogenic evolution of the Betic Zone (Betic Cordilleras, Spain) with emphasis on the nappe structures». *Geol. en Mijnb.*, vol. 48, pp. 296-305.
- FALLOT, P. (1930).—«Etat de nos connaissances sur la structure des chaînes bétique et subbétique». *Livre jubilaire. Soc. Géol. France*, pp. 279-305.
- (1945).—«Estudios geológicos en la zona subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor». *C.S.I.C.*, Madrid, pp. 1-719.
- (1948).—«Les Cordillères Bétiques». *Est. Geol.*, vol. 8, pp. 83-172.

- HIRSCH, F. (1966).—«Contribución al conocimiento de las Myophorias del Triásico de la Sierra Alhamilla». *Estud. Geol.*, vol. 22, pp. 181-184.
- KAMPSCHUUR, W. (1972 a).—«Geology of the Sierra de Carrascoy (SE. Spain) with emphasis on alpine polyphase». *Gua Papers*, vol. 1, n.º 4, pp. 1-114.
- (1972 b).—«De geologie van de Sierra de Callosa de Segura (Zuid-Oost Spanje)». *Internal Report*, University of Amsterdam.
- KOZUR, H.; KAMPSCHUUR, W.; MULDER-BLANKEN, C., y SIMON, O. J. (1972). «Contribution to the Ostracod faunas of the Betic Zone (Southern Spain)». Número extraordinario, XXX Aniversario E. N. Adaro, pp. 143-158.
- NICKLES, R. (1904).—«Sur l'existence de phénomènes de charriage en Espagne dans la zone subbétique». *Bull. Soc. Géol. France* (4), IV, pp. 223-247.
- NOVO Y CHICARRO, P. (1915).—«Reseña Geológica de la provincia de Alicante». *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, vol. 36, pp. 57-148.
- ROMERO ORTIZ.—«Fortunita y Verita. Dos rocas típicas españolas».
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1936).—«Estudios de las rocas eruptivas de España». *Mem. Ac. Cienc.*, t. 6, p. 394, Madrid.
- SIMON, O. J. (1963).—«Geological investigations in the Sierra de Almagro (Southeastern Spain)». Tesis, Amsterdam.
- (1964).—«The Almagro unit: a new structural element in the Betic Zone?». *Geol. en Mijnb.*, vol. 43, pp. 331-334.
- (1966).—«The age of the conodont-bearing carbonate rocks from the sierras de Carrascoy de Almagro and Ahamilla and from the Zarcilla de Ramos Region (SE. Spain)». *Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wetensch.*, vol. 68, pp. 699-709.
- (1967).—«Note préliminaire sur la géologie des Sierras de Carrascoy, de Orihuela et Callosa de Segura (provinces de Murcie et d'Alicante, Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, pp. 42-44.
- STAUB, R. (1926).—«Gedanken sur Tektonik Spaniens». *Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich*, vol. 71, pp. 196-261.
- (1934).—«Der Deckenbau Südspaniens in den Betischen Cordilleren». *Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich*, vol. 79, pp. 271-332.



INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA