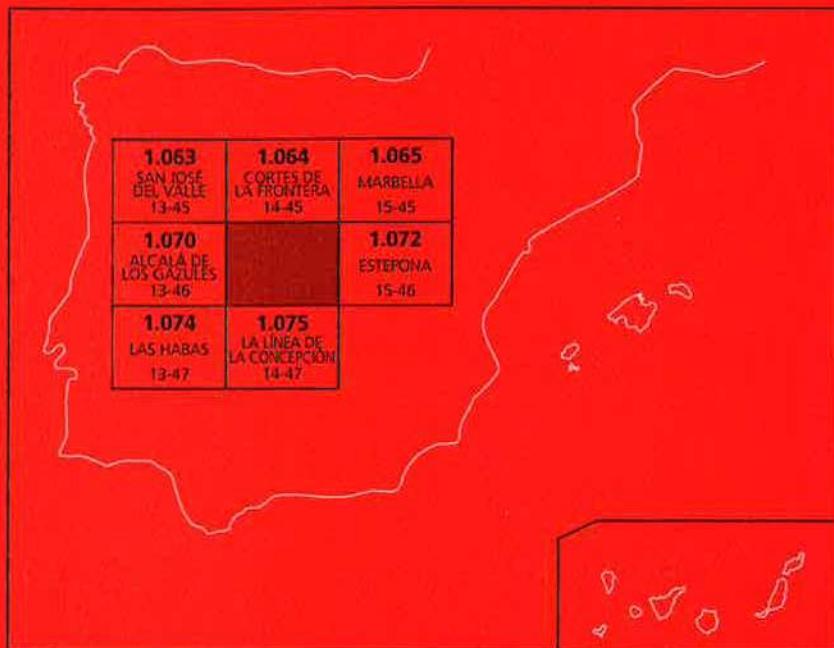




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



JIMENA DE LA FRONTERA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

JIMENA DE LA FRONTERA

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el previo permiso escrito del autor y editor.

© Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
www.igme.es
NIPO: 728-12-006-9
ISBN: 978-84-7840-879-5
Depósito legal: M-34103-2012

Fotocomposición: Rugoma, S. L.
Impresión: Copysell, S. L.

La presente Hoja y Memoria (Jimena de la Frontera-1071) ha sido realizada por IBERGESA, durante el año 1980, con normas, dirección y supervisión del I.G.M.E., habiendo intervenido los siguientes técnicos:

Autores

- F. Cano Medina. Cartografía, Petrología y Memoria.
- R. Torres Roldán. Cartografía, Petrología y Memoria.
- J.A. Vera Torres. Estratigrafía.
- J.M. González Donoso. Micropaleontología.
- D. Linares. Micropaleontología.
- F. Serrano. Micropaleontología.
- C. Ruiz García. Petrología.
- J. Baena Pérez. Supervisor.

Dirección y supervisión

- P. Ruiz Reig. (IGME)

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Álbum fotográfico.
- Mapa de situación de muestras.
- Columnas estratigráficas.
- Informe estructural.
- Fichas bibliográficas.

Í N D I C E

	<u>Pag.</u>
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. SITUACIÓN	9
1.2. ANTECEDENTES	9
1.3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL.....	9
2. ESTRATIGRAFÍA	13
2.1. ZONAS INTERNAS BÉTICAS.....	13
2.1.1. Rocas ígneas. Peridotitas (1) y serpentinitas (2).....	13
2.1.2. Complejo Alpujárride.....	13
2.1.2.1. Granoblastitas pelíticas con cordierita (3). Paleozoico-Precámbrico?.....	14
2.1.2.2. Gneises pelíticos migmatíticos (4). Paleozoico-Precámbrico? ..	14
2.1.2.3. Micaesquitos y cuarzoesquitos con estaurolita (5). Paleozoico-Precámbrico?.....	14
2.1.2.4. Esquistos biotíticos de grano fino con andalucita (6). Paleozoico-Precámbrico?.....	14
2.1.2.5. Filitas y esquistos de grano fino con clorita (7). Paleozoico-Precámbrico?.....	14
2.1.2.6. Cuarcitas (8) y mármoles y calizas (9). Triásico	14
2.1.3. Complejo Maláguide	14
2.1.3.1. Esquistos ferruginosos con grafito, metagrauwascas y metaconglomerados (10). Paleozoico-Precámbrico	14
2.1.3.2. Metaargilitas (11). Dolomías y carniolas (12). Areniscas rojas y conglomerados (13). Triásico	15
2.1.3.3. Calizas y dolomías (14). Jurásico	15
2.1.3.4. Margocalizas blancas amarillentas (15). Neocomiense	15
2.2. UNIDADES FRONTALES DE LAS ZONAS INTERNAS	15
2.2.1. Unidad de Camarote	15
2.2.1.1. Calizas, calizas nodulosas y radiolaritas (16). Jurásico.....	15

	<u>Pag.</u>
2.2.1.2. Margas rojas, microbrechas y calizas con aptychus (17).	16
Neocomiense	16
2.2.1.3. Flysch margo-areniscoso y margas rojas (18). Cretácico	16
2.2.1.4. Margas rojas y microconglomerados (19).	16
Paleoceno-Eoceno.....	16
2.2.1.5. Calizas y margas (20). Eoceno-Oligoceno	16
2.2.2. Unidad de Argüelles	16
2.2.2.1. Margas rojas-blancas y conglomerados (21).	16
Maastrichtiense.....	16
2.2.2.2. Calizas con Microcodium y brechas poligénicas (22).	17
Paleoceno	17
2.2.2.3. Margas rojas y conglomerados (23). Eoceno	17
2.2.2.4. Calcarenitas y margas. Flysch calcáreo (24).	17
Oligoceno-Mioceno	17
2.2.2.5. Flysch margo-arenoso (25). Aquitaniense	18
2.3. COMPLEJO DEL CAMPO DE GIBRALTAR.....	18
2.3.1. Unidad de Nogales	18
2.3.1.1 Areniscas y margas (26). Cretácico inferior	18
2.3.2. Unidad del Cerro de la Novia	18
2.3.2.1. Calcarenitas y margas rojas (27). Eoceno	18
2.3.2.2. Areniscas de grano grueso y margas (28). Oligoceno.....	18
2.3.3. Flysch de Estepona	18
2.3.3.1. Areniscas y margas. Facies Flysch (29).	18
Oligoceno superior-Aquitaniense	18
2.3.4. Unidad de Algeciras.....	19
2.3.4.1. Margas amarillentas y conglomerados (30). Cenomaniense ..	19
2.3.4.2. Arcillas verdes y rojas con calcarenitas (31). Senoniense.....	19
2.3.4.3. Calizas con Microcodium y margas rojas (32).	19
Paleoceno-Ypresiense	19
2.3.4.4. Conglomerados poligénicos (33). Luteciense	20
2.3.4.5. Calcarenitas y margas rojas y verdes. Facies Flysch (34).	20
Luteciense-Priaboniense	20
2.3.4.6. Margas versicolores (35). Eoceno superior-Oligoceno	20
2.3.4.7. Areniscas y margas. Facies Flysch (36).	21
Oligoceno-Aquitaniense.....	21
2.3.5. Unidad del Aljibe	21
2.3.5.1. Arcillas rojas y verdes, calcarenitas y areniscas con	22
Óxidos de hierro. Fm Arcillas de Jimena (37).	22
Cretácico superior-Oligoceno	22

2.3.5.2. Calcarenitas y arcillas rojas y verdes. Fm. Beniza (38). Eoceno-Oligoceno	22
2.3.5.3. Areniscas y lutitas. Facies Flysch. Fm. Areniscas del Aljibe(39). Aquitaniense	23
2.4. ZONA SUBBÉTICA	23
2.4.1. Subbético interno (Penibético)	23
2.4.1.1. Calizas oolíticas, nodulosas y masivas (40). Jurásico	23
2.4.1.2. Margas y margocalizas blancas con silex (41). Albiense-Cenomaniente.....	24
2.4.1.3. Margocalizas y margas rosas (42). Cretácico superior-Eoceno	24
2.4.1.4. margas y margocalizas rosas y blancas (43). Oligoceno	24
2.5. TERRENOS POSTOROGÉNICOS	24
2.5.1. Terciario	24
2.5.1.1. Margas grises y blancas (44) y calizas areniscosas lumaquélidas (45). Plioceno	24
2.5.2. Cuaternario	25
2.5.2.1. Conglomerados heterogéneos y arcillas (46); Cantos rodados (47). Terrazas. Arcillas y arenas (48). Terrazas y rasa litoral. Pleistoceno	25
2.5.2.2. Arenas y cantos (49). Rasa litoral; Arenas (54). Playa. Pleistoceno-Holoceno.....	25
2.5.2.3. Conglomerados, bloques erráticos y arcillas (50). Cono de deyección. Holoceno.....	25
2.5.2.4. Arcillas, cantos y bloques (51). Colada de solifluxión. Holoceno	25
2.5.2.5. Bloques (52). Piedemonte. Holoceno	25
2.5.2.6. Cantos rodados, gravas y arenas (53). Aluvial. Holoceno	25
3. TECTÓNICA	26
3.1. ZONAS INTERNAS BÉTICAS.....	26
3.2. ZONA SUBBÉTICA	27
3.3. COMPLEJO DEL CAMPO DE GIBRALTAR	27
3.4. TECTÓNICA RECIENTE.....	27
4. PETROLOGÍA.....	28
4.1. EL METAMORFISMO EN LA UNIDAD DE CASARES.....	28
4.2. LAS ULTRAMAFITAS DE SIERRA BERMEJA.....	29

	<u>Pag.</u>
5. HISTORIA GEOLÓGICA.....	30
5.1. ZONAS INTERNAS BÉTICAS.....	30
5.2. ZONA SUBBÉTICA Y EL COMPLEJO DEL CAMPO DE GIBRALTAR.....	31
5.2.1. Zona Subbética (Penibético).....	31
5.2.2. Complejo del campo de Gibraltar	31
5.2.2.1. Cretácico	31
5.2.2.2. Paleoceno – Eoceno medio.....	31
5.2.2.3. Eoceno superior – Oligoceno.....	31
5.2.2.4. Oligoceno superior.....	32
5.2.2.5. Aquitaniense.....	32
5.2.2.6. Plioceno	32
6. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	32
6.1. MINERÍA.....	32
6.1.1. Minería	32
6.1.2. Materiales para construcción	33
6.2. HIDROGEOLOGÍA.....	33
7. BIBLIOGRAFÍA.....	35

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN

La Hoja 1071 Jimena de la Frontera del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 está situada en la parte occidental de las Cordilleras Béticas, al Norte del Campo de Gibraltar.

Desde las peridotitas de Sierra Bermejo en el ángulo NE de la Hoja, cuya cota más elevada es el Pico Reales (1.452 m), se desciende hasta el mar en dirección Sur. Los materiales béticos, neises, micasquistos y algunas calizas constituyen una orla alrededor del macizo ultramáfico de Sierra Bermeja.

Las calizas y capas rojas del Subbético, que ocupan Sierra Espartina, continúan bordeando a los materiales béticos hacia el Sur, siempre en ventanas tectónicas bajo los materiales flyschoides.

Hacia el Oeste y hasta el pueblo de Jimena de la Frontera los flysch arenosos dan lugar a un paisaje de colinas, cruzadas en dirección N-S por los ríos Guadiana, Genal y Hozgarganto.

Desde el pueblo de Jimena y hacia el Oeste, continúan crestas montañosas de dirección N-S, formadas por areniscas "tipo Aljibe", que realzan nuevamente el carácter montañoso del entorno.

1.2. ANTECEDENTES

JUAN GAVALA Y LABORDE en 1924, edita un mapa escala: 1:100.000 de la provincia de Cádiz, de gran precisión para su época.

Uno de los autores que dieron más impulso al conocimiento de las Cordilleras Béticas fue BLUMENTHAL, que contribuyó a distinguir dentro del dominio externo las zonas penibética, subbética y prebética. También definió al Manto de Málaga, introduciéndolo dentro de las zonas internas.

A partir de los años 50, el equipo alemán dirigido por HOEPPENER, centra su trabajo en la transversal de Ronda, siendo DURR y MAUTHE los que más inciden en esta zona. Igual ocurre con el equipo francés dirigido por DURAND-DELGA, aunque este ocupa una zona más amplia, y entre ellos destacan CHAUVE, BOURGOIS Y DIDON, sobre todo este último, al definir las Unidades del flysch del Campo de Gibraltar.

Últimamente PENDON (1977), de la Universidad de Granada, realiza el estudio sedimentológico de algunas de las series turbidíticas del Campo de Gibraltar.

Las peridotitas han sido últimamente estudiadas por numerosos autores (LOOMIS, OBATA, SCHUBERT, DICKEY, TORRES ROLDÁN, etc.).

1.3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Desde el punto de vista geológico esta región está situada en la terminación Occidental de las llamadas Cordilleras Béticas, aunque aquí el término "Cordillera" tenga una connotación geológica más que geográfica.

Las Cordilleras Béticas representan el extremo más occidental del conjunto de cadenas alpinas

europeas. Se trata, conjuntamente con la parte norte de la zona africana, de una región inestable afectada en parte del Mesozoico y durante gran parte del Terciario por fenómenos tectónicos mayores, y situada entre las grandes cratones europeo y africano.

Tradicionalmente se distinguen las "Zonas Internas" y las "Zonas Externas", en comparación con Cordilleras de desarrollo geosinclinal, o sea, una parte externa con cobertura plegada, y a veces con estructuras de manto de corrimiento, y una parte interna con deformaciones más profundas que afectan al zócalo, y que están acompañadas de metamorfismo. Acoplando estos conceptos, podríamos decir que las "Zonas Externas" se sitúan en los bordes de los cratones o placas europea y africana, y presentan características propias en cada borde, mientras que las "Zonas Internas" son comunes a ambos lados del Mar de Alborán, situándose en la zona de separación existente entre ambas placas o zonas cratogénicas.

Circunscribiéndonos al área ibérica, podemos decir que están presentes las "Zonas Externas" correspondientes al borde de la placa europea, y parte de las "Zonas Internas". El resto de las "Zonas Internas" aflora en amplios sectores de la zona africana y europea que rodean el actual Mediterráneo.

Las "Zonas Externas" están representadas aquí por:

- La Zona Prebética
- La Zona Subbética

Las "Zonas Internas" por:

- La Zona Circumbética (Complejo del Campo de Gibraltar)
- La Zona Bética (Zonas Internas Béticas)

La distribución geográfica de estas zonas de norte a sur, y desde la meseta hasta el mar sería la siguiente: Prebética, Subbética, Circumbética y Bética.

Veamos ahora muy resumidamente las principales características de estas zonas: La Zona Prebética: Es la más externa, y se deposita sobre una corteza continental clásica, la de la Meseta. En ella, los sedimentos son propios de medios marinos someros o costeros, con ciertos episodios de tipo continental. Fue definida ya por BLUMENTHAL (1927) y FALLOT (1948), y en base a la potencia de sedimentos, y a las diferencias de facies en el Cretácico y Paleógeno se han diferenciado dos dominios (JEREZ y BAENA, 1982):

- Prebético externo
- Prebético interno

La Zona Subbética se sitúa al Sur de la anterior, y presenta facies pelágicas más profundas a partir del Domeriense, con margas, calizas nodulosas, radiolaritas y en algunos sectores facies turbidíticas, a partir del Jurásico superior. Igualmente en algún dominio ha existido volcanismo submarino durante el Jurásico.

En base a las características de la sedimentación durante el Jurásico y parte del Cretácico inferior, se ha subdividido esta zona en tres dominios, que de norte a sur son:

- Subbético externo
- Subbético Medio
- Subbético Interno

El Subbético Externo incluiría parte del talud que enlaza con el Prebético, un pequeño surco con depósitos turbidíticos y un umbral que separa este surco de la parte más profunda, el Subbético medio.

El Subbético Medio se caracteriza por facies profundas desde el Lías superior, con abundancia de radiolaritas y con volcanismo submarino. Representa la parte más profunda de la zona Subbética.

El Subbético Interno presenta facies calcáreas durante todo el Jurásico, y constituiría un umbral, probablemente el límite meridional de las "Zonas Externas".

La Zona Subbética debió de depositarse sobre una corteza continental adelgazada, relacionada con la placa europea. Fue definida por DOUVILLE (1906).

La Zona Circumbética (complejo del Campo de Gibraltar), ya dentro de las "Zonas Internas" ha recibido este nombre porque sus materiales rodean con mayor o menor extensión a la Zona Bética. Ha sido definida por J. BAENA y L. JEREZ (1982), e incluiría una serie de Unidades, Formaciones y Complejos que han recibido diversas denominaciones según los autores, tales como Dorsal, Predorsal, Zona Mediana, Unidades del Campo de Gibraltar, Substrato de los flysch cretácicos, Subbéticos ultrainterno, etc.

Se trataría de una zona que en principio se situaría entre las Zonas Externas ibéricas y las Zonas Externas africanas, ocupando un amplio surco que se fue estructurando a partir del Pliensbachiano. En su parte más profunda se depositaban radiolaritas, y a partir del Jurásico superior potentes formaciones turbidíticas, que se fueron sucediendo hasta el Mioceno inferior.

Parte del espacio ocupado por esta zona fue probablemente, y a partir del Eoceno medio-superior, invadido por la Zona Bética, que mediante fallas en dirección se desplazó desde regiones más orientales donde habría evolucionado (Subplaca de Alborán), con lo cual, lo que en principio era una sola zona, se estructura en varias partes, situadas a un lado y a otro de la Zona Bética, existiendo una posible Zona Circumbética ibérica y otra africana, aunque probablemente enlazada por lo que hoy es el área de Gibraltar.

Dentro de esta Zona Circumbética podemos distinguir en base a las características de sedimentación, tanto jurásicas como cretácicas y terciarias varios dominios, que denominamos:

- Complejo de la Alta Cadena
- Complejo Axial (Unidad del Aljibe y Unidad de Algeciras)
- Complejo Predorsaliano (Flysh de Estepona; Unidad del Cerro de la Novia y Unidad los Nogales)
- Complejo Dorsaliano

El Complejo de la Alta Cadena representaría el área cercana al Subbético interno, y tendría su correspondiente en el borde de las zonas externas africanas.

El Complejo Axial se situaría en el área de “basin plane” o llanura submarina más profunda durante gran parte de su historia.

El Complejo Predorsaliano estaría situado más cercano a la “Zona Bética” y constituiría en gran parte de su historia el talud de enlace con las zonas de llanura submarina del Complejo Axial.

El Complejo Dorsaliano se depositaría probablemente en zonas más orientales, sirviendo de enlace entre esta Zona y la Zona Bética, la cual al trasladarse hacia el Oeste, la arrastró y dibujó la orla que actualmente constituyen alrededor de dicha zona.

Es muy probable que la Zona Circumbética se desarrollara sobre una corteza prácticamente oceánica, y su evolución en el transcurso del tiempo ha sido enormemente compleja.

Por último, la Zona Bética (Zonas internas Béticas), que probablemente ha evolucionado en sectores más orientales, presenta mantos de corrimiento y metamorfismo en la mayor parte de sus dominios. Tradicionalmente se distinguen tres: Complejo Maláguide, Complejo Alpujárride y Complejo Nevado-Filábride.

Se trata de tres Unidades tectónicas mayores, cuya posición de arriba a abajo es la descrita anteriormente, pero sin que ello indique como en las zonas anteriores una posición paleogeográfica. Salvo en el Complejo Maláguide, están representadas exclusivamente terrenos Paleozoicos y Triásicos.

Con posterioridad a la “intromisión” de la Zona Bética, al final del Aquitaniense, se produce el evento tectónico más espectacular de las Cordilleras Béticas, puesto que afecta a todas las zonas, aunque como es lógico con desigual intensidad. Se trata de la compresión que provoca el choque de las placas europea y africana, mediante el juego de una miniplaca, la Zona Bética.

Esta colisión, que tuvo su mayor reflejo en el límite entre “Zonas Internas” y “Zonas Externas”, afectó profundamente a la Zona Circumbética, gran parte de la cual fue subducida, obducida, o acumulada mediante imbricaciones.

En la Zona Subbética, y debido a esta colisión se originan cizallas de vergencia Norte que hacen cabalgar unos dominios sobre otros. En la base de estas Unidades cabalgantes el Trías sufre una extrusión y se extiende en diversas láminas cubriendo, a veces, amplias zonas, con retazos de su cobertura que han sufrido a la vez diversos procesos de despegue mecánico. Este Trías, y su cobertura no identificada, o de difícil relación con un dominio determinado, podría considerarse como Subbético indiferenciado.

Esta colisión, puede ser responsable también de que parte de la Zona Circumbética situada al Sur de la Zona Bética (zona africana) fuera expulsada hacia el lado ibérico donde montaría sobre diversos dominios, tanto de la Zona Circumbética septentrional o ibérica, como de la Zona Subbética.

Posteriormente se depositan, en el sector occidental, sobre las partes más deprimidas de este

conjunto estructurado, las silexitas, y las "albarizas" o "moronitas", que ya lo hacen bien sobre el Trías Subbético, o sobre el Cretácico superior-Subbético, o sobre ciertas unidades de la zona Circumbética ya corridas.

Durante el Mioceno medio parece que se produce una cierta elevación en la Zona Subbética, quizás como un ajuste isostático después de la colisión. Esta elevación puede provocar un deslizamiento a un lado y otro de su eje, de las formaciones alóctonas desenraizadas, que se mezclaron, dando lugar a un conjunto de aspecto más o menos caótico (arcilla con bloques) en el que estuvieron implicadas ya las "silexitas" y "moronitas", y que puede considerarse de origen tecto-sedimentario e incluso tectónico solamente. Este último evento desdibujó las estructuras existentes, y complicó enormemente la interpretación de las contradictorias observaciones que hoy se reflejan en el campo.

Hemos realizado todo este resumen, para intentar encajar la Hoja que nos ocupa dentro de este esquema. Pues bien, la Hoja de Jimena, situada en el sector occidental, incluye materiales de la Zona Bética, en la terminación occidental de la Placa de Alborán (Zonas Internas), de la Zona Circumbética en casi todos sus dominios y de la Zona Subbética, en el dominio del Subbético interno. Cercanos al litoral se presentan materiales del Plioceno marino.

2. ESTRATIGRAFÍA

2.1. ZONAS INTERNAS BÉTICAS

2.1.1. Rocas ígneas. Peridotitas (1) y serpentinitas (2)

Están bien representadas en el ángulo NE de la Hoja, constituyendo la parte correspondiente de la Sierra Bermeja que penetra en esta Hoja. Este macizo de Sierra Bermeja es conocido como una de las intrusiones ultramáficas más grandes y mejor expuestas en el mundo (DICKEY, 1970).

En la porción SO del macizo que aflora en esta Hoja, el material consiste fundamentalmente en lerzolitas con asociaciones de alta presión, i-e, correspondiente a las facies de granate y espinela, más un porcentaje, pequeño en volumen, pero de importante significación petrológica, de lechos máficos ricos en piroxenos, también bajo diferentes facies.

En el área pequeña incluida en la Hoja, las facies con granate se disponen sobre todo en el borde NO de la intrusión, que pasan de modo difuso hacia el interior, a facies en que la espinela es predominante, o se encuentra sólo como una fase aluminosa. A la escala de esta cartografía no ha sido marcado, ya que en realidad se trata de una banda de límites imprecisos cuya delimitación exigiría un muestreo exhaustivo

2.1.2. Conjunto Alpujárride (Unidad de Casares)

La Unidad de Casares es la unidad tectónica más baja de la zona, que comporta materiales de tipo alpujárride. Está constituida por rocas metamórficas hacia la base y por un tramo superior de naturaleza calcárea. El tramo basal tiene una edad incierta, pudiendo comprender términos paleozoicos y quizás precámbricos, mientras que el paquete carbonatado es de edad triásica (DURR, 1967; DIDON, 1969).

Comprende los siguientes términos:

2.1.2.1. *Granoblastitas pelíticas con cordierita (3). Paleozoico-Precámbrico?*

Aflora en una banda estrecha en contacto mecánico con las rocas ultramáficas de Sierra Bermeja. Estos materiales son el resultado de la fusión parcial de metarenitas, y se caracterizan por la asociación mineral granate-distena-biotita-feldespato K.

2.1.2.2. *Gneises pelíticos migmatíticos (4). Paleozoico-Precámbrico?*

Sobre el conjunto anterior se disponen una serie de neises pelíticos, muy ricos en feldespatos, que presentan estructura pegmatítica.

2.1.2.3. *Micaesquistos y cuarzoesquistos con estaurolita (5). Paleozoico-Precámbrico?*

Se trata de micaesquistos grafitos y cuarzo-micaesquistos con estaurolitas y silicatos de aluminio. Presentan color gris, y abundantes fenoblastos con foliación bien desarrollada.

2.1.2.4. *Esquistos biotíticos de grano fino con andalucita (6). Paleozoico-Precámbrico?*

Son esquistos leucocráticos de grano fino y cuarcitas con gran cantidad de silicatos cárnicos.

2.1.2.5. *Filitas y esquistos de grano fino con clorita (7). Paleozoico-Precámbrico?*

Hacia el techo de toda esta serie, en grado de cristalinidad decreciente, se pasa a unos tramos con predominio de filitas de grano fino con clorita de colores grises azuladas, rojas y violáceas.

La potencia secundaria de todo este conjunto basal oscila entre 2.000-2.400 m en la zona del Puerto de las Guardas.

2.1.2.6. *Cuarcitas (8) y Mármoles y Calizas (9). Triásico*

Compuesto por mármoles y cuarcitas, con algunas intercalaciones pelíticas, que hacia los tramos más altos se hace carbonatada.

Las calizas del tramo superior generalmente son masivas, a veces listadas y de colores claros. DURR (1967) encontró al SE de Casares en el arroyo de la Vieja, fauna atribuida al Noriense.

La potencia total de esta secuencia es difícil de calcular, ya que el verdadero techo, probablemente no aflore, debido al cabalgamiento de los materiales maláguides. Se puede considerar del orden de 350-400 m. Los afloramientos más completos se disponen en los alrededores de Casares.

2.1.3. Complejo Maláguide

Se dispone tectónicamente sobre el conjunto anterior siguiendo el meridiano de Casares-Arroyo Albarrán, y representada por materiales de edad comprendida entre ¿Precámbrico?-Cretácico Inferior.

2.1.3.1. *Esquistos ferruginosos con grafito. Metagrauvacas y metaconglomerados (10).*

Paleozoico-Precámbrico

Está compuesto por esquistos grises, verde oliva al meteorizarse, con gran cantidad de grafito.

Intercalados entre ellos, se presentan lechos de grauvacas, metaconglomerados con niveles calcáreos finamente laminados.

La base de esta formación se encuentra truncada por su contacto con la Unidad de Casares. La potencia es variable, del orden de los 550 m en la transversal del Arroyo Albarrán, llegando a desaparecer hacia el S en parte debido a accidentes recientes.

2.1.3.2 *Metaargilitas* (11). *Dolomías y carniolas* (12). *Areniscas rojas y conglomerados* (13).

Triásico

Sobre la formación anterior se sitúan unas areniscas rojas, violáceas; pizarras arcillosas y areniscosas que alternan con conglomerados con cantos de cuarzo.

A continuación se encuentra un tramo de rocas carbonatadas con niveles intercalados de carniolas.

2.1.3.3 *Calizas y dolomías* (14). Jurásico

Se considera aquí como la cobertura del Conjunto Maláguide. Aflora extensamente en Sierra Crestellina y está constituido por calizas, en parte dolomitizadas, y dolomías en bancos gruesos. Este tramo no puede ser definido con precisión por la ausencia de fósiles, aunque debe corresponder a un periodo comprendido entre Triásico Superior-Jurásico Superior. La potencia es de unos 600 m.

Existe un pequeño afloramiento en el paraje denominado Torre de la Sal cuya atribución a la cobertura maláguide aunque dudosa, se ha representado como tal.

2.1.3.4 *Margocalizas blancas amarillentas* (15). Neocomiense

Sólo se ha encontrado en el afloramiento de Torre de la Sal, muy tectonizado y brechificado. Está representado por margocalizas blanquecinas, que DIDON (1969) data como Neocomiense.

2.2. UNIDADES FRONTALES DE LAS ZONAS INTERNAS

2.2.1. Unidad de Camarote

Está representada en la depresión existente entre las Sierras de Crestellina y Estepona, al N de la Hoja, y en algunos puntos aislados del SE, en la zona del Rincón de Estepona.

Aún cuando aflora en gran extensión, la realización de cortes en ella es difícil, puesto que la serie no es continua y está muy tectonizada. Es la unidad más baja y más interna de este Complejo.

2.2.1.1 *Calizas, calizas nodulosas y radiolaritas* (16). Jurásico

Comienza la serie con unas calizas azul claro en capas delgadas de 10-15 cm. de espesor, con silex y calizas margosas. Sobre estas se desarrolla un tramo de unos seis metros de calizas pseudonodulosas violáceas, en donde BLUMENTHAL (1931-33) reconoció el Sinemuriense con *Arnioceras*.

A continuación existen unos 8-9 m de radiolaritas verdes-rojas de edad probable Dogger-¿Malm?, para pasar a un tramo de 70-80 m de calizas con *Trocholinas* atribuidas al Berriasiense inferior (DIDON, 1969).

2.2.1.2. Margas rojas, microbrechas y calizas con *Aptychus* (17). Neocomiense

Está constituido este paquete por margas rojas, verdes y violáceas, con bancos de calizas arcillosas de grano fino. Existen igualmente brechas de cantes calcáreos, silex y calizas oolíticas, con gran cantidad de *Aptychus*.

La calidad de los afloramientos es muy mala y no existe ningún corte completo representativo. Su reconocimiento en campo, se hace por medio de los cantes sueltos de calizas y brechas, que no existen en los tramos margosos eocénicos.

La potencia es de un mínimo de 100 m, y su edad es atribuible al Tithónico superior-Berriasiense e incluso Neocomiense.

2.2.1.3. Flysch margo-areniscoso y margas rojas (18). Cretácico

Está compuesto por un tramo potente de unos 300-350 m, de naturaleza margosa-areniscosa y con facies flysch típica.

Las areniscas son algo micáceas, en bancos generalmente gruesos y separadas por niveles margosos de color verde y en parte esquistosos. Presentan facies parecidas al Oligoceno Superior de la Unidad de Algeciras, en especial en la zona del Río Genal, donde es muy difícil diferenciarlas.

La edad probable para este tramo es Barremiense, e incluso puede llegar al Cretácico superior, sobre todo algunos lechos de margas rojas con pasadas de microbrechas con silex que aparecen en su parte superior.

2.2.1.4. Margas rojas y microconglomerados (19). Paleoceno-Ecoceno

Se trata de un paquete constituido por margas rojas con pequeños bancos de calizas detríticas organógenas, con algunos niveles conglomeráticos intercalados.

Aparecen como afloramientos aislados sobre el flysch margoso-areniscoso, y por tanto, su pertenencia a la Unidad de Camarote es incierta. La potencia estimable es de unos 40 metros.

2.2.1.5. Calizas y margas. Eoceno-Oligoceno (20). Eoceno-Oligoceno

Sobre el tramo anterior se presenta una secuencia de calizas blancas, grises y organógenas con algunos niveles margosos intercalados. Su potencia es de 40-50 m.

Las muestras recogidas presentan además de foraminíferos cretácicos resedimentados, *Glomospira*, *Spiroplectamina*, *Uvigerina* y *Turborotalia* opima nana lo que apunta a una edad Eoceno-Superior-Oligoceno.

2.2.2. Unidad de Argüelles

Está representada solamente en la zona SE de la Hoja. Constituida por materiales de edad Senoniense a Mioceno inferior.

Se dispone mecánicamente sobre el Flysch de Estepona, Unidad de Camarote y Unidad del Cerro de la Novia.

2.2.2.1. Margas rojas-blancas y conglomerados (21). Maastrichtiense

Se trata de margas rojas y blancas con niveles microbréchicos y calizas detríticas en bancos de

unos 5 a 7 cm de espesor. Es frecuente encontrar niveles conglomeráticos intercalados, con cantos de calizas jurásicas y silex.

Existe un buen corte de estos materiales en el km. 5.200 de la carretera de Casares, sobre el frente de una Cantera en explotación .

El estudio de las muestras ha proporcionado una microfauna con: *Trinitella scotti*, *Globotruncanita stuarti*, *G. elevata*, *Globotruncana gansseri*, *G. cretacea*, *G. aegyptiaca*, *G. duwi*, *Globotruncanella havanensis*, *G. petaloidea*, *Rugoglobigerina reicheli*, *R. rugosa*, *Pseudotextularia elegans*, *Racemiguembelina fructicosa* y *Planoglobulina acervulinoides*, que señalan una clara edad Maastrichtiense medio-superior.

Su potencia es de 60 metros.

2.2.2.2. Calizas con *Microcodium* y brechas poligénicas (22). Paleoceno

Son calizas con cantos de *Microcodium* y niveles margosos intercalados.

Las calizas son de color gris-azulado, bien estratificadas y con gran cantidad de restos carbonosos. Los estratos varían entre 0,40 y 1 m de espesor.

El tránsito Cretácico-Paleoceno, se hace por medio de unos niveles calcáreos, más finos que los típicos en las calizas con *Microcodium*. Este tránsito es gradual.

Las brechas calcáreas, están constituidas por cantos de calizas micríticas beig, con sílex verde. La potencia de este tramo es como mínimo de 100 m, y máximo de 350 m.

El estudio de las muestras los definen como una "microcodita" con fragmentos de *Microcodium*, escasas *Rotaliinas* tipo *Cibicides* y fragmentos de Lamelibranquios.

2.2.2.3. Margas rojas y conglomerados. Eoceno (23)

Comprende unas margas rojas y blancas, y en algunos puntos niveles conglomeráticos, que se disponen bien directamente sobre las calizas paleocenas, como sobre las margas eocénicas. En las margas rojas se intercalan pequeños lechos de calizas microbréchicas.

Las muestras estudiadas proporcionan una microfauna con: *Subbotina linaperta*, *Morozorella gracilis*, *M. lensiformis*, *M. aragonensis*, *Acarinina wilcoxensis*, *A. pseudotopilensis*, *Truncorotaloides quetra*, *Muricoglobigerina soldadoensis*, *M. soldadoensis angulosa* y *Acarinina broedermannii*, que señalan una edad Cisiense medio.

La potencia de este tramo es de unos 80 m.

2.2.2.4. Calcarenitas y margas. Flysch calcáreo (24). Oligoceno-Mioceno

Se caracteriza por su facies tipo flysch calcáreo. Comprende una alternancia de niveles calcáreos, detríticos, con niveles lutíticos de color verde y rojo. Presentan frecuentes estructuras en el muro de los estratos, en especial "flute-casts".

Estas calizas de color gris en corte fresco, tornan una tonalidad marrón por alteración.

Las muestras estudiadas, proporcionan bastantes foraminíferos arenáceos, y alguna *Globigerina gr. tripartita*, que permiten atribuir esta formación al Eoceno superior-Mioceno inferior, quizás Oligoceno.

La potencia es de unos 180 m.

2.2.2.5 *Flysch margo-arenoso* (25). *Aquitaniense*

Sobre el tramo anteriormente citado y en continuidad aparente, se desarrolla un conjunto arcilloso-calcoareniscoso denominado flysch del Arroyo de Enmedio (DIDON, 1961). La facies es similar al del Flysch de Estepona, por lo que su diferenciación es difícil cuando están en contacto directo.

Dentro de este tramo se intercalan niveles calcoareníticos con fauna atribuible al Aquitaniense superior (DIDON, 1969). La potencia es de unos 110 m.

2.3. COMPLEJO DEL CAMPO DE GIBRALTAR

2.3.1. Unidad de Nogales

2.3.1.1. *Areniscas y margas.* (26). *Cretácico inferior*

Se trata de un conjunto de materiales detríticos, en especial areniscas de color marrón oscuro, con algún banco más calcáreo intercalado. Se sitúa en forma de klippe sobre la Unidad de Algeciras, dando un relieve muy acusado. Las areniscas han resultado azoicas, aunque no lejos de aquí (Hoja de la Línea) en este mismo tipo de areniscas, personal del IGME, mediante nannoplancton han podido datar el Cretácico inferior.

Este tipo de Unidad debe proceder de la diverticulación de unidades como las descritas anteriormente.

2.3.2. Unidad del Cerro de la Novía

La definición de esta unidad es dudosa, ya que por su posición tectónica y en parte por su facies se podría pensar que es asimilable a la Unidad del Algabe. Se sitúa sobre la Unidad de Algeciras y en algunos puntos sobre el flysch de Estepona. Según DIDON (1960) puede ser una variante de la Unidad de Argüelles.

2.3.2.1. *Calcarenitas y margas rojas* (27). *Eoceno*

Constituye la base de la unidad y son calcarenitas organógenas y margas grisáceas, blancas y rojas.

2.3.2.2. *Areniscas de grano grueso y margas* (28). *Oligoceno*

Constituyen un paquete de unos 200 m de areniscas de grano grueso, donde el cuarzo es predominante y de forma subredondeada. Intercalados se encuentran niveles margosos de poco espesor. Los bancos areniscosos llegan a tener un espesor del orden decamétrico, con estructura interna masiva.

2.3.3. Flysch de Estepona

2.3.3.1. *Areniscas y margas. Facies Flysch* (29). *Oligoceno superior-Aquitaniense*

Esta formación que en parte recubre todas las Unidades Béticas de la Hoja no parece que sea transgresiva sobre las mismas, aunque algunos autores (DIDON, 1969) así lo consideran.

En la mayoría de los puntos se dispone mecánicamente sobre los materiales béticos, y parece ser el soporte del resto de las unidades, como Camarote y Argüelles, que constituyen escamas tectónicas dentro de la misma.

Está constituida por areniscas micáceas de color marrón, con cantos de rocas metamórficas que se intercalan con niveles pelíticos. Su similitud con los materiales margosos-areniscosos de la Unidad de Algeciras es grande.

Las muestras recogidas dan una fauna con: *Astrorhizidae*, *Stilostomella*, *Gyroidinoides*, *Ammodiscus*, *Globocassidulina*, *Cyclammina*, *Cibicides* y radiolas de Equinidos, que aunque nada determinativa pueden ser del Oligoceno.

2.3.4. Unidad de Algeciras

Es la más potente de las unidades flysch del Campo de Gibraltar, con mas de 1.500 m de potencia. Comporta términos desde el Cretácico al Mioceno inferior.

Hacia el N de la Hoja reposa mecánicamente sobre el Subbético interno, así como sobre el Complejo Predorsaliano. Hacia el Oeste, en toda la línea desde la central eléctrica de Corchado (San Pablo de Buceite) hasta el pantano de Guadarranque, es cabalgado por la Unidad del Aljibe. En la parte central de la Hoja, entre los meridianos del río Hozgarganta y Guadiaro los términos de esta unidad se encuentran despegados unos sobre otros.

2.3.4.1. Margas amarillentas y conglomerados (30). Cenomanense

Se localizan en un pequeño afloramiento que se dispone sobre el resto de los materiales de la Unidad de Algeciras, en la región de Cerro Gordo (Cortijo La Cólera). Representado por margas blanco-amarillentas con niveles calcareníticos de 5 a 10 cm de espesor, a los cuales se les asocia niveles conglomeráticos. La potencia de este tramo es de unos 30 m.

2.3.4.2. Arcillas verdes y rojas con calcarenitas (31). Senonense

Estas arcillas verdes y rojas son a veces algo esquistosas y presentan niveles calcoareníticos en bancos de 30 a 40 cm de espesor, donde los términos b y c de Bouma están muy desarrollados, en especial el nivel de "convolute laminations". Entre estos niveles, se intercalan pequeños techos conglomeráticos, con cantos heterogéneos y niveles areniscosos finos con pátina ferruginosa.

2.3.4.3. Calizas con *Microcodium* y margas rojas (32). Paleoceno-Ypresiense

Se trata de calizas en bancos gruesos, arenosos, grises, con restos de *Microcodium*, así como margas rojas. Se encuentran localizados en puntos muy concretos, y a veces sin continuidad lateral, quizás por estar erosionadas por los conglomerados que vienen a continuación. La potencia estimada es del orden de 30-40 m según los puntos.

Las calizas son "microcoditas" con fragmentos de *Microcodium* y *Rotaliinas* banales tipo *Cibicides*. En las margas se ha localizado una microfauna con: *Eoglobigerina trivalis*, *Subbetina triloculinoides*, *Turborotalia pseudobulloides*, *T. polycamera*, *T. inconstans*, *Entoselemia*, *Florilus*, además de fragmentos de Lamelibranquios, *Microcodium* y microfauna resedimentada del Cretácico. Esta microfauna indica una edad Daniense terminal-Thanetiense basal.

2.3.4.4. Conglomerados poligénicos (33). Luteciense

Se trata de un nivel conglomerático con cantos generalmente calcáreos de 1-3 cm. de diámetro y con gran cantidad de silex verde. Aflora en determinadas zonas muy concretas dentro de esta unidad. La potencia estimada es del orden de 30-40 m según los puntos.

2.3.4.5. Calcarenitas y margas rojas y verdes (34). Facies Flysch. Eoceneo-medio-superior

Se trata de una alternancia de calcarenitas y biocalcarenitas finas con niveles lutíticos generalmente rojizos. Hacia el techo este tramo se va haciendo cada vez más lutítico. El espesor de los bancos calcareníticos oscila entre 10-30 cm. Son abundantes las estructuras de techo y muro, así como las de ordenamiento interno.

Las calcarenitas presentan secuencias de BOUMA de tipo Tab, Tabc y Tbc. Se trata de facies C2 y D2 junto con facies D3 y E. La relación de espesores acumulados de calcarenitas con respecto a lutitas es del orden de 1/10. Se trata de turbiditas de llanura submarina distales. Las calcarenitas están constituidas en su mayor parte (90%) por intraclastos casi todos de calizas jurásicas, y el resto son fósiles y pelets.

Una muestra estudiada en esta formación ha proporcionado: *Turborotalia cerrazulensis cerrazulensis*, *Turborotalia cerroa-zulensis pomeroli*, *Globigerinatheka tropicalis*, *Catapaydrax dissimilis*, *C. unicavus*, *C. globiformis*, *Globigerina euapertura*, *G. pseudovenezuelana*, *G. yeguensis*, *G. cocaena*, *G. corpulenta*, *G. linaperta*, *G. galavisi*, *G. gr. praebulloidies* y *G. tripartita*, que señalan una edad Eocene superior (parte inferior).

2.3.4.6. Margas versicolores (35). Eoceneo superior-Oligoceno

Son pelitas arenosas o limosas rojas, con niveles finos y alternantes de calcarenitas. La diferencia de este tramo respecto al infrayacente, es relativamente fácil, ya que la relación arenas/lutitas es muy inferior a 1, mientras que en la anterior es aproximadamente igual a la Unidad. La potencia es variable de unos puntos a otros, como consecuencia en la mayoría de los casos, de los contactos mecánicos que afectan a este tramo. Se podría estimar del orden de 100 m.

Los primeros 30 m son de una alternancia de calcarenitas turbidíticas y lutitas rojas. La secuencia de los niveles turbidíticos es dominante Tabc; además hay secuencias Tbc y otras que presentan amalgamaciones. El depósito de estos primeros 30 m tuvo lugar en una llanura submarina, a la que llegaban frecuentes corrientes de turbidez que procedían de una plataforma carbonatada. A partir del metro 30 y hasta el final de la serie, la fracción lutítica es mayoritaria y los niveles calizos turbidíticos muy escasos y delgados, con estructuras internas de laminación. El espesor medio de las calcarenitas es de unos 8 centímetros y la relación de espesores acumuladas de lutitas con respecto a areniscas es superior a 50. La interpretación genética es que su depósito tuvo lugar en un fondo marino al que solo eventualmente accedían corrientes de turbidez de procedencia igualmente de una plataforma calcárea.

Las muestras estudiadas no proporcionan una fauna característica, solo aparecen *Cyclammina*, *Reophax*, *Astrorhizidos*, *Rotaliidos*, *Trochamminoides*, Radiolarios y foraminíferos cretácicos resedimentados.

2.3.4.7. Areniscas y margas. Facies Flysh (36). Oligoceno-Aquitaniense

Constituye el tramo más potente de la Unidad, con mas de 1.500 m, y con características típicas de flysch turbidítico.

Representado por secuencias areniscosas micáceas, de color pardo por alteración, y que en corte fresco tienen coloraciones gris azuladas. Intercalados se encuentran unos niveles margosos, a veces esquistosos y de color verdoso.

El espesor medio de los niveles turbidíticos es del orden de 20 cm, y la relación de espesores acumulados de lutitas con respecto a la turbidita es del orden de 10. Los niveles turbidíticos presentan como secuencia dominante el tipo Tabc, y con menor abundancia la secuencia Tba. Contienen numerosas estructuras físicas y orgánicas, como "flute" y "groove casts". Se trata de niveles depositados en una llanura submarina, ya que la relación de espesores acumuladas arenas/lutitas es muy baja, y no hay ordenamiento de espesores de estratos en secuencias crecientes a decrecientes, que permite pensar en fenómenos de progradación propios del abanico externo.

Las muestras estudiadas proporcionan "arenáceos" y algunas contienen: *G. angulisuturales*, *Turborotalia opima nana*, *Catapsydrax unicavus*, *C. dissimilis*, etc., que nos indican una edad Oligoceno. Esto no excluye una edad un poco mas reciente. Aquitaniense por lo menos (DIDON, 1973) según las asociaciones de *Miogypsinoides* y *Miogypsinia* encontrados cerca de los Barrios, en Hojas cercanas.

2.3.5. Unidad del Aljibe

Recibe este nombre la unidad tectónicamente más alta de las existentes en el Campo de Gibraltar. Ocupa toda la parte occidental de la Hoja, con dirección uniforme N10°E, así como varios isleos tectónicos entre los ríos Hozgarganta y Guadiaro.

Se han distinguido tres formaciones:

- Fm. de Areniscas del Aljibe (GAVALA, 1924)
- Fm. Benaiza (DIDON, 1969)
- Fm. de Arcillas de Jimena (DIDON, 1969)

La formación superior es la de las Areniscas del Aljibe, cuya edad puede iniciarse en el Oligoceno superior y continuar durante el Aquitaniense. Por debajo de esta formación se localizan las otras, al parecer, con una equivalencia entre sí de cambio lateral de facies. De una parte se tiene las "Arcillas de Jimena" constituidas por lutitas con muy escasas intercalaciones turbidíticas y de otra la Formación Benaiza, con abundantes intercalaciones calcareníticas turbidíticas.

Aún respetando la idea del autor de esta Hoja, sobre la relación de cambio de facies entre la "Arcillas de Jimena" y "la Formación Benaiza", la revisión realizada por el IGME (J. Baena), apuntan la posibilidad de que la relación existente entre estas dos formaciones en el marco de esta Hoja, puede tratarse de una relación tectónica, con lo cual existirían dos unidades tectónicas superpuestas: la inferior constituida por las "Arcillas de Jimena", y la superior, por

el conjunto Formación de Benaiza y Formación de Areniscas del Aljibe. La diversidad de facies y la convergencia en edad de parte de la Formación de Benaiza con parte de las "Arcillas de Jimena" apuntan a ello.

2.3.5.1 Arcillas rojas y verdes, calcarenitas y areniscas con Óxidos de hierro. Fm. Arcillas de Jimena (37). Cretácico superior-Oligoceno

Se trata de una formación en la que dominan totalmente las arcillas rojas y verdes, con frecuentes "Tubotomaculum". Hacia el techo de la formación se intercalan algunos niveles calcareníticos (12 niveles en 100 m. de espesor). Los dos niveles más altos son areniscas, constituidas por cuarzo y fragmentos de roca.

Los niveles calcareníticos muestran la secuencia de BOUMA en unos casos completa y en otros truncada. El depósito de estos materiales tuvo lugar en una cuenca marina en la que se depositaban lutitas, ya lo que ocasionalmente llegaban episodios turbidíticos. Destaca el nivel localizado a 25 m de la base del corte de Jimena, ya que tiene un mayor espesor que los demás, pues supera el metro; presenta amalgamaciones y restos de plantas. Se trata de un nivel ligado a dos desplomes turbidíticos sucesivos y de procedencia cercana al continente desde la plataforma.

Hacia la base de la serie se presentan niveles de óxidos de hierro muy replegados.

La potencia en las cercanías del pueblo de Jimena llega a alcanzar los 450-500 m.

La mayor parte de las muestras estudiadas, además de "arenáceos", proporcionan foraminíferos planctónicos del Cretácico, del Paleoceno, del Eoceno y del Oligoceno. La fauna más característica y más moderna está representada por: *Globigerina euapertura*, *G. corpulenta*, *G. gr. tripartita*, *G. officinalis*, *G. senilis*, *G. ouachitaensis*, *G. ciperoensis*, *G. angustumibilicata*, *G. anguliofficinalis*, *G. praebulloides*, *Turborotalia opima nana*, *T. clemenciae*, *Globorotaloides superi* y *Catapsydrax unicavus*, que nos indican una edad Rupeliense medio-Chattiense inferior.

De las 12 muestras estudiadas en la revisión por el IGME para nannoplacton, solo dos han dado resultado, el resto son azoicas. Una de ellas da Senonense, y la otra Eoceno medio-superior.

2.3.5.2. Calcarenitas y arcillas rojas y verdes. Fm. Benaiza (38). Eoceno-Oligoceno

Se trata de una serie turbidítica calcárea, donde los niveles alóctonos alternan con lutitas rojas y verdes, según los puntos. Los niveles calcareníticos tienen espesores de 5 a 40 cm. y están constituidas por intraclastos jurásicas (64 a 82%), y en menor proporción pelets y fósiles; el cemento es esparítico. En algunas zonas determinadas, como en el afloramiento del km. 51 de la carretera Jimena-Puerto Galic, el espesor de estos bancos es del orden de 1 m.

La base de los estratos suele ser plana y con abundantes estructuras de corriente. La relación tramo calcarenítica/lutitas, siempre es inferior a 1. Este depósito es característico de cuenca distal o llanura submarina.

La potencia es de 40-100 m según los puntos.

Es muy característica la presencia de los niveles calcareníticos en forma de plaquetas, rotas y esparcidas en el terreno, lo que hace posible su diferenciación del tramo subyacente, más lutítico.

Las muestras más indicativas presentan una microfauna con: *Globoquadrina globularis*, *G. cf. globosa*, *Globigerinita incrusta*, *Turborotalia siakensis*, *T. opima nana*, *T. obesa*, *Globorotaloides suteri*, *Globigerina cf. binaiensi*, *G. ouachitaensis ciperoensis*, *G. gr. officinalis*, *G. utilisindex*, *G. gr. tripartita* y *Catapsydrax dissimilis*, que nos indican un Oligoceno, probablemente superior.

2.3.5.3. Areniscas y lutitas. Facies Flysh. Fm Areniscas del Aljibe (39). Aquitaniense

Se trata de una alternancia monótona y de gran potencia de niveles areniscosas y lutíticos, donde los primeros ocupan más del 70% del espesor de la formación. La facies de las areniscas es muy característica, con estratos de espesor variable, que oscilan del orden de centímetros a decimétricos, y una textura donde la composición de la trama es fundamentalmente cuarzosa. El tamaño de los granos de cuarzo es de 3-5 mm de diámetro aproximadamente, y suelen estar a veces redondeados. El cemento es generalmente ferruginoso, lo que le da unas tonalidades pardo oscuro. Son frecuentes las estructuras de corriente, cantos blandos con gran cantidad de amalgamaciones y variaciones laterales de potencia de las capas. La estructura interna suele ser masiva, aunque es frecuente la presencia de granuloclasicación normal.

Esta facies es la más proximal de la de los materiales existentes en la zona. Existe la facies A, pero la más característica es la facies B.

Posee una potencia superior a los 1.500 m, y aunque es azoica se le asigna una edad Aquitaniense.

2.4. ZONA SUBBÉTICA

2.4.1. Subbético interno (Penibético)

Afloran materiales asimilables a este dominio en tres zonas, distribuidas de la siguiente forma: Sierra Espartina, anticlinal de Los Canutos y a lo largo del eje Berrueco-Cº. de la Fantasía-Buenas Noches, al NO de la Hoja. Engloba materiales de edad Jurásico-Eoceno. No se ha encontrado materiales atribuidos al Coniacense-Turoniano debido posiblemente a una condensación de la serie.

2.4.1.1. Calizas oolíticas, nodulosas y masivas (40). Jurásico

Formado hacia la base por un conjunto de calizas de colores blanco-beig en corte fresco, en bancos gruesos, de 0,40-1 m de espesor. Se ha observado algunos niveles oolíticos y no se ha encontrado fauna.

Sobre este paquete se sitúa un nivel poco potente de calizas nodulosas amarillentas-rojizas y datado como Oxfordiense Superior-Kimmeridgiense (DIDON, 1969). Continúa la serie con un tramo calcáreo en bancos potentes y niveles margosos intercalados. Se observan hacia el techo varios niveles de "hard-ground" con gran cantidad de *Aptychus*.

La potencia total del conjunto es de unos 200 m.

2.4.1.2. Margas y margo-calizas blancas con silex (41). Albiense-Cenomaniense

Sobre el "hard ground" anterior se sitúa un tramo de margocalizas, calizas margosas y margas amarillentas con gran cantidad de silex negro y verde. Con nódulos piritosos en los niveles duros. La potencia del orden de 80 m.

La muestra recogida aquí presenta la siguiente microfauna: *Rotalipora apenninica*, *Hedbergella simplex*, *Praeglobotruncana delrioensis*, *P. cf. aumalensis*, *Biticinella breggiensis* y *Ticinella roberti*, que indican un Vraconiense superior-Cenomaniense inferior, con elementos resedimentados del Albiense.

2.4.1.3. Margocalizas y margas rosas (42). Cretácico superior-Eoceno

De forma gradual se pasa a un tramo donde predominan las margocalizas y calizas con niveles margosos, bajo una tonalidad rojo salmón. Es la típica facies de "capas rojas". La potencia llega a ser considerable, en Sierra Espartina sobrepasa los 600 m.

Las muestras estudiadas atestiguan que esta facies puede llegar hasta el Eoceno.

Alguna de ellas son de edad Campaniense inferior con: *Globotruncanita elevata*, *Globotruncana fornicata*, *G. linneiana*, *G. esnevensis*, *G. bulloides*, *G. arca*, y *G. cretacea*, pero otras contienen *Morozovella avagonensis*, *M. aequa* y *Acarinina cf. appressocamerata*, que parecen indicar un Cuisiense medio.

2.4.1.4. Margas y margocalizas rosas y blancas (43). Oligoceno

Con la misma facies que el tramo anterior, un poco más margoso se pasa a materiales de esta edad. Sólo se ha encontrado en las inmediaciones de Sierra Espartina y siempre relacionado con el tramo anterior de una forma mecánica.

La microfauna encontrada está integrada por: *Globigerina angiporoides*, *G. senilis*, *G. galavisi*, *G. venezuelana*, *G. gr. tripartita*, *Catapsydrax unicavus*, *C. dissimilis* y *Globorotaloides suteri*, que indican una edad Rupeliense.

2.5. TERRENOS POSTOROGÉNICOS

2.5.1. Terciario

2.5.1.1. Margas grises y blancas (44) y Calizas areniscosas lumaquélicas (45). Plioceno

Aflora extensamente en los alrededores de Manilva. Se han distinguido dos tramos fundamentales. La parte basal y más potente está constituida por margas grisáceas azuladas en corte fresco, con niveles conglomeráticos intercalados (44). Sobre estos niveles margosos, se deposita un tramo calcáreo areníscoso lumaquéllico (45), que da los relieves más sobresalientes de los materiales de esta edad. Este tramo calcáreo se presenta en discordancia sobre las margas infrayacentes, en algunos puntos, llegando a perderse éstas en la zona del Cerro Esquivel (NE de San Martín), donde reposa directamente sobre la Unidad de Algeciras. Es notable la presencia de Plioceno de facies marina que se elevan hasta cotas de 285 m.

2.5.2. Cuaternario

Al realizar el estudio de la Hoja, no se ha llevado a cabo la aplicación de técnicas específicas a los materiales cuaternarios. De acuerdo con las características genéticas se han diferenciado.

2.5.2.1 Conglomerados heterogéneos y arcillas (46); Cantos rodados (47). Terrazas. Arcillas y arenas (48). Terrazas y rasa litoral. Pleistoceno

Se limitan a las terrazas de los ríos Guadiaro y Hozgarganta. Se han distinguido 3 terrazas:

- 46.- Formada por conglomerados heterogéneos con predominio de los calcáreos, con estructura caótica y algunos niveles arcillosos intercalados. Se presenta al S de San Pablo de Buceite en la cota 75 m.
- 47.- Compuesto por materiales plásticos con abundancia de niveles arcillosos. Sobre la cota 40 m.
- 48.- Terraza actual y rasas. Aproximadamente sobre la cota 10 m y es la más explotada por la agricultura.

2.5.2.2. Arenas y Cantos (49). Rasa litoral; Arenas (54). Playa. Pleistoceno-Holoceno

Dentro de los materiales detriticos que la forman se ha observado varios niveles correspondientes a antiguas terrazas marinas en la zona de la Torre de la Sal, pero debido a su pequeña extensión no se han cartografiado.

2.5.2.3. Conglomerados, bloques erráticos y arcillas (50). Cono de deyección. Holoceno

Se presenta magníficamente en los escarpes occidentales de la Loma de Sanguinar, que descienden hasta el río Hozgarganta con buzamiento original muy suave. Igualmente se presentan otros ejemplos en el borde S de Sierra Bermeja, cerca de Loma Colomina.

2.5.2.4. Arcillas, cantos y bloques (51). Colada de solifluxión. Holoceno

Desarrolladas en términos margosos de la Unidad del Aljibe y Unidad de Algeciras.

2.5.2.5. Bloques (52). Piedemonte. Holoceno

Está muy desarrollado en la vertiente occidental de Sierra Crestellina y compuesto por cantos calcáreos, heterométricos y angulosos.

2.5.2.6. Cantos rodados, gravas y arenas (53). Aluvial. Holoceno

La litología predominante es de materiales detriticos (cantos rodados, gravas y arenas). La naturaleza de los cantos varía de un aluvial a otro, así en el río Genar, los cantos son calcáreos y metamórficos, mientras que en el Guadiaro y Hozgarganta, dominan los cantos de naturaleza areniscosa.

3. TECTÓNICA

Para su síntesis se van a considerar tres zonas que engloban mecanismos estructurales diferentes, aunque hayan sido afectados en el tiempo por fenómenos tectónicos semejantes. Así se puede diferenciar:

- Zonas internas Béticas
- Zona Subbética
- Complejo del Campo de Gibraltar

3.1. ZONAS INTERNAS BÉTICAS

Dada la complejidad estructural a que se ven afectados los materiales de estas unidades, se van a sintetizar los fenómenos tectónicos más apreciables, que afectan a las distintas unidades así como las relaciones entre ellas.

El contacto de la base de la Unidad de Casares con las ultramafitas intrusivas (LOOMIS, 1972a y b), aparece generalmente modificado por accidentes recientes, de tal forma "que esta zona de contacto" ha sido eliminada de una forma total o parcial. Actualmente se presenta con una inclinación de 70-80°. Debido a estos accidentes recientes la peridotita s.l. puede aparecer serpentinizada en una banda más o menos ancha.

Los materiales de base de la Unidad de Casares en su parte más alta, se encuentran truncados por un accidente postmetamórfico y puestos en contacto con diversos tramos de la serie.

Este accidente puede considerarse como un desgarre dextral.

La Unidad de Casares en la parte alta del arroyo de Albarán se dispone en forma de un sinforme apretado con vergencia al E, cuyo flanco occidental se invierte progresivamente al N, donde llega a desaparecer. En los alrededores de Casares, la zona de charnela, complicada por varias fracturas, ocupa una elevación topográfica alargada con dirección aproximada NS.

Al SE de Casares, los niveles carbonatados afloran extensamente por causas del probable hundimiento hacia el S del eje del pliegue. Hacia el E de Casares y a través de una banda delgada, existen varias superposiciones anómalas de los tramos basales sobre los superiores fundamentalmente carbonatados, y que han sido interpretados como escamas anteriores al metamorfismo, debido a la ausencia de fenómenos de cataclasis reciente.

El contacto de los materiales maláguides sobre los de la Unidad de Casares es difícil de localizar, debido al plegamiento complejo a que están sometidos estos materiales, y sobre todo, porque la seriación metamórfica no es interrumpida por este contacto. En los materiales maláguides, a medida que ascendemos en la serie, las deformaciones penetrativas son progresivamente menos aparentes hasta desaparecer casi por completo en los tramos más altos de la unidad. Un accidente de gran ángulo separa los materiales basales de la secuencia del tramo calcáreo Jurásico (?) que constituye esencialmente Sierra Crestellina.

Existe una tectónica de fracturación reciente, con fallas de gran ángulo de dirección N 35-40° E que configuran el aspecto actual de la zona.

3.2. ZONA SUBBÉTICA

Esta aflora en Sierra Espartina, como una serie monocinal con buzamiento de sus materiales cretáceos hacia el NE y con la presencia de pliegues generalmente apretados. Igualmente aparecen estos materiales, pero con su base calcárea, en las inmediaciones de Manilva, en forma de anticinal orientado NS y con direcciones de fracturación N 170° E y N 45°, casi siempre de poco salto.

3.3. COMPLEJO DEL CAMPO DE GIBRALTAR

Se caracteriza por su estructura de apilamiento de mantos de corrimiento de tipo gravitatorio, que se superpone sobre las demás unidades.

Se distinguen tres zonas con características tectónicas algo diferentes:

UNIDAD DEL ALJIBE

Caracterizada por el desarrollo de escamas con vergencia NO y con un número variable según las transversales. Algunas de ellas atraviesan prácticamente la Hoja, con direcciones N 20° E. La base de estas escamas está constituida siempre por materiales de la F. Beniza que hacia el SO van desapareciendo truncadas por estructuras sobreimpuestas de la misma unidad. El estilo de esta zona es simple, monocinal y con buzamientos entre 30-60° hacia el E y SE y todo el conjunto afectado por sistemas de fallas N 80° E y N 120° E, algunas de ellas con componente horizontal.

UNIDAD DE ALGECIRAS

La tectónica de esta unidad está significada por el desarrollo de grandes despegues entre los términos que la componen. El nivel de despegue más característico se sitúa en la base del flysch margoso-areniscoso, bien patente en la zona central de la Hoja. Hacia el N, se pasa a un sistema de fallas inversas de pequeño ángulo con vergencia N.

Estos materiales son plegados más intensamente hacia el O, dando dos sistemas principales N-S y N 50-60° E.

UNIDAD DE ARGÜELLES.

Es la Unidad con más complicación tectónica de la zona. Predominan las series invertidas en su frente S y dispuestas sobre las series más septentrionales de manera mecánica a través de fallas inversas de vergencia N. Hacia la zona de Loma Coromina se superponen estos materiales calcáreos oligocenos de forma continuada dando repeticiones sucesivas de la serie. La disposición de esta unidad es clara, siempre sobre el Flysch de Estepona y la Unidad del Cerro de la Novia. Todas las series de esta unidad en el rincón de Estepona se disponen, bien normalmente o invertidas, con buzamientos suaves hacia el S.

El retoque posterior por sistemas de fracturas de composición vertical, con dirección similares a las demás unidades da la configuración tectónica actual tan complicada.

3.4. TECTÓNICA RECENTE

Con posterioridad al emplazamiento y deformación de las Unidades del Campo de Gibraltar se produce un movimiento de elevación de toda la zona, cuyas consecuencias son visibles

en materiales pliocénicos. Estos movimientos epirogénicos hacen que se produzcan deformaciones de gran radio de curvatura y que eleven los sedimentos pliocénicos a cotas considerables, a los 285 m en la zona de Mirador de las Cañas, 8 km al S de Jimena de la Frontera.

Esta tectónica reciente es la responsable de que se presenten algunas fracturas en materiales pliocenos con dirección E-O, posiblemente por rejuvenecimiento de otras más antiguas. Este sistema de fracturas está ampliamente representado en la Hoja situada al sur de esta (Hoja de La Línea de la Concepción). El basculamiento de estos materiales es patente en el área de Loma de Miraflores, donde alcanzan los 15-20° de buzamiento.

En el Cuaternario se continua el levantamiento de la zona, atestiguado por rasas litorales y en especial por terrazas, la más antigua hacia la cota 75.

4. PETROLOGÍA

Los materiales cristalinos presentes en la Hoja consisten fundamentalmente en las tectonitas metamórficas de la Unidad de Casares, y en las ultramafitas que constituyen su base. Ambas se tratan separadamente y en términos breves y sintéticos, en los apartados que siguen.

4.1. EL METAMORFISMO EN LA UNIDAD DE CASARES

Afecta globalmente a toda la unidad, con caracteres faciales progresivos hacia el contacto basal con la intrusión ultramáfica de Sierra Bermeja. Esta progresividad queda reflejada en cartografía por el relevo de tipos litológicos (filitas, esquistos, gneises pelíticos, etc.) cada vez más cristalinos, cuya distribución se dibuja de modo aproximadamente concéntrico respecto del contacto con las peridotitas.

El tipo y otros caracteres de este metamorfismo han sido estudiados por LOOMIS (1972a), y más recientemente por TORRES-ROLDÁN (1979), cuyos resultados se resumen a continuación. La bastante completa serie de facies representada en estas rocas representa un intervalo de temperaturas estimable en al menos $700 + 50^\circ$ C, y el análisis detallado de las asociaciones minerales en distintas zonas permite concluir que el metamorfismo consiguiente tuvo lugar de modo plurifacial, es decir, causado en este caso por un gradiente geotérmico en evolución. Así un primer equilibramiento de las asociaciones minerales parece haber tenido lugar bajo un gradiente de tipo intermedio (una estimación máxima del orden de 27° C/km) en el que la secuencia de minerales "indicadores" incluye distena, granate, estaurolita y feldespato K. Por el contrario, en un último momento del metamorfismo, previo al enfriamiento de la secuencia, las asociaciones y paragénesis minerales previamente formadas han sufrido una serie de cambios, en base a procesos reaccionales complejos y en parte inacabados, cuyo resultado es la sobreimposición de una secuencia de paragénesis de significado petrológico distinto. La nueva secuencia de minerales indicadores es del tipo andalucita-coordierita-sillimanita, y una estimación del gradiente P-T final es en el orden de 65° C/km, lo cual representa prácticamente un caso límite en el metamorfismo "regional"

¿Cuál es el origen de ambos, el metamorfismo y su evolución plurifacial? LOOMIS (1972a) ha propuesto considerar la serie de facies como una especie de "aureola" de contacto de la

intrusión ultramáfica, es decir como ligada a una hipotética anomalía térmica cortical, causada por el emplazamiento "en caliente" del batolito de Sierra Bermeja. Esta hipótesis es elegante y, en principio, está en concordancia con algunas de las observaciones de campo mencionadas antes. Sin embargo, es difícil de entender si se tiene en cuenta la evolución plurifacial de la "aureola", así como el hecho evidente de que esta última difícilmente puede ser interpretada en términos de un gradiente térmico esencialmente isobárico (ver LOOMIS, 1972b). En el momento presente es conocido que el intervalo de gradientes geotérmicos "normales" en la corteza puede variar entre, al menos, 10 y 30° C/km (HYNDMAN et al. 1968), lo cual no permite descartar que el gradiente inicial en la serie de facies descrita no tuviese en realidad una relación directa con la intrusión, o que, lo que posiblemente es más probable, represente a un gradiente cortical "normal" ligeramente afectado por esta última en el momento de su emplazamiento, que debió resultar detenido en un nivel cortical aún relativamente profundo (mínimo en el orden de 28 km). A partir de este momento, la evolución del gradiente P-T en el entorno de la intrusión no puede ser relacionado con un ascenso (relativo) ulterior de la masa ultramáfica, dado que la evidencia de evolución plurifacial se encuentran en toda la secuencia metamórfica. El único mecanismo que actualmente parece plausible invocar para dar una explicación a esta evolución global, reside entonces en la posibilidad de que haya tenido lugar -de modo simultáneo al metamorfismo- un adelgazamiento del segmento cortical originalmente afectado por la intrusión, con la consiguiente disminución efectiva de la presión de fluidos en todos los sistemas, y que, en buen acuerdo con las observaciones y al menos por un tiempo, el régimen térmico inicial se mantuviese aproximadamente constante.

No es posible aquí, por razones de espacio, hacer una discusión detenida de estos modelos (véase TORRES-ROLDAL, en preparación), pero quizá conviene añadir que este mismo mecanismo u otro similar, puede haber sido responsable de la evolución metamórfica que, con caracteres similares o idénticos, es posible detectar en muchas otras unidades alpujárrides de la zona Bética.

4.2. LAS ULTRAMAFITAS DE SIERRA BERMEJA

La evolución petrológica y tectónica del macizo de Sierra Bermeja ha sido tratada por DICKEY (1970), DAROT (1973), SCHUBERT (1976) y OBATA (1979). Los resultados de estos trabajos indican que, inicialmente, toda la masa peridotítica equilibró mineralógicamente entre 1.100 y 1.200° C, 20-25 kb. Infrecuentemente, sin embargo, estas asociaciones han sufrido recristalizaciones -probablemente durante su movilización desde el manto hasta la intrusión en la corteza suprayacente- que finalmente parecen haber tenido lugar entre 700 y 900 °C y a presiones que varían desde el borde extremo (facies de granate) a 12-15 kb hasta el interior (facies de plagioclasa, no representadas en esta Hoja) a 8 + 2 kb. Ello está en excelente acuerdo con las conclusiones establecidas en el apartado anterior en base a la evolución metamórfica del entorno cortical de la intrusión, ya que las estimaciones de más arriba (700-900 °C, 8 + 2 kb) posiblemente representan el momento en que la masa intrusiva se equilibró térmicamente con su contexto cortical, es decir el momento en que, simultáneamente, debió ocurrir el primer equilibrio de la "aureola", en un nivel profundo de la corteza.

5. HISTORIA GEÓLOGICA

Los materiales existentes en la región pertenecen a dos conjuntos fundamentales:

- Zócalo. Formado por terrenos paleozoicos y posiblemente más antiguos y corresponden a las zonas internas de las Cordilleras Béticas (Zonas Internas Béticas)
- Cobertura. Constituida por materiales mesozoicos y terciarios, anteriores al Mioceno Superior (Subbética y el Complejo del Campo de Gibraltar).

5.1. ZONAS INTERNAS BÉTICAS

El primer estudio de la historia geológica de estos terrenos quedará comprendido en el lapsus de tiempo desde su depósito a su apilamiento en mantos.

Para evocar el depósito de los materiales del zócalo hay que recurrir a unos dominios paleogeográficos dudosos. De forma esquemática, se puede considerar que los materiales de base de esta zona podrían haber sido los constituyentes de un zócalo antehercíniano, en donde se depositó un conjunto de materiales de características propias de geosinclinal. Este depósito es difícil de asociarlo a un dominio paleogeográfico determinado, puesto que movimientos tectónicos posteriores, han desplazado todo el conjunto hasta su posición actual. No existen evidencias de fases tectónicas, hercínicas y prehercínicas, que permitan asociar orogenia con tipos de deformaciones concretas.

Durante el Triásico se produce una sedimentación de carácter carbonatado en las series maláguideas y en la Unidad de Casares.

A partir del Triásico no se deposita ningún material en la Unidad de Casares, lo cual ha dado lugar a interpretaciones diferentes según los autores que han estudiado la zona. Para unos durante el Jurásico Medio tuvo lugar la estructura de mantos, cabalgando el Conjunto Maláguide sobre la Unidad de Casares (DURR et al. 1960-1962; MAUTHE, 1971). De esta forma justificarían la falta de depósitos post-liásicos en la Unidad de Casares y que entre el lapsus de tiempo comprendido entre la estructura de mantos y la intrusión peridotítica s.l. de Sierra Bermeja, no se hayan producido fenómenos de metamorfismo en la región. Para FONTBOTE (1970), todo el proceso tectogenético lo supone entre el Cretácico y Nummulítico.

El problema se agranda al intentar acoplar a esta evolución geológica la posición en el tiempo de la diferenciación e intrusión de los magmas metamórficos de Sierra Bermeja. En cuanto a la época de la intrusión se van a exponer simplemente algunas teorías con las argumentaciones que se hacen al respecto.

Para BLUMENTHAL (1930, 1949) correspondería la intrusión a una edad post-triásica, probablemente terciaria y con seguridad pre-burdigaliense, viendo sobre todo el metamorfismo producido en las dolomías de Sierra de las Nieves, de edad triásica.

FALLOT (1948) la considera en el lapsus Trías Medio-Superior en relación directa con una actividad volcánica y subvolcánica generalizada en la región.

TORRES ROLDÁN (1979) aboga la generación de magmas calcoalcalinos en la zona en edades comprendidas entre Cretácico Superior-Eoceno, posiblemente Paleoceno Superior-Eoceno.

5.2. ZONA SUBBÉTICA Y EL COMPLEJO DEL CAMPO DE GIBRALTAR.

5.2.1. Zona Subbética (Penibético)

Los materiales de la Zona Subbética (Penibético) forman parte del substrato tectónico de las unidades del Flysch del Campo de Gibraltar, como se ha puesto de manifiesto en los sondeos de Cerro Gordo (PERCONIG, 1960-1962) .

La sedimentación a lo largo del Jurásico es fundamentalmente calcárea y propia de aguas someras, en especial durante el Jurásico Superior, que concluye con la presencia de niveles de "hard ground", que continúa posiblemente hasta el Cretácico Medio. A partir de este tiempo se produce una subsidencia general en la zona, con depósitos pelágicos durante el Cretácico Superior (capas rojas), hasta el Nummulítico.

Todos estos materiales son cabalgados por las Unidades Flysch del Campo de Gibraltar con posterioridad al Burdigaliense Inferior, que para BOURGOIS et al. (1972) corresponde a la fase post-Burdigaliense y que está de acuerdo con los datos obtenidos durante el estudio de esta Hoja.

5.2.2. Complejo del Campo de Gibraltar

El dominio sedimentario donde se formaron los materiales de las Unidades Flysch estaría situado al E de su posición actual (PENDON, 1977). Se tratarán siguiendo un modelo de depósitos turbidíticos, considerando las analogías y diferencias en el tipo de sedimentación para cada edad.

5.2.2.1. Cretácico

La sedimentación turbidítica está caracterizada para esta edad por materiales de facies muy distales, típicas de llanura abisal.

Estas condiciones son similares para todas las Unidades alóctonas de tipo flysch representadas en la Hoja, con materiales donde la relación arenas/lutitas es muy inferior a la unidad.

5.2.2.2. Paleoceno-Eoceno medio

Corresponden a una etapa en donde los sedimentos depositados representan una facies de características más proximales y niveles más energéticos, con depósitos de calizas con Microcodium y conglomerados, en especial en las Unidades de Algeciras y Argüelles, asociados a una cierta inestabilidad tectónica en la zona de depósito, que pudiera corresponder a la etapa más importante de deformación en las Cordilleras Béticas.

Las condiciones durante el Ypresiense debían de corresponder a una elevación general de fondo marino y donde los niveles conglomeráticos fueran el resultado de la denudación de áreas fuentes de naturaleza calcárea y con silex.

5.2.2.3. Eoceno superior-Oligoceno

En este lapsus de tiempo se restablecen las condiciones para los depósitos turbidíticos con facies distales y de composición más calcarenítica en los estadios más antiguos, Bartonense-Rupeliense y más lutítica en los tramos superiores, Chattense. Característica general para la totalidad de las Unidades.

5.2.2.4. *Oligoceno superior*

Se produce en este tiempo el mayor depósito de materiales en estas unidades y es de resaltar la diferencia entre la naturaleza de los aportes entre materiales de ciertas unidades. Así, en el dominio donde se depositan los materiales de la Unidad de Argüelles predomina un depósito típicamente calcáreo y lutítico con episodios conglomeráticos, mientras que los correspondientes a los tramos de la misma edad, en el resto de las unidades el depósito es casi exclusivamente detrítico, con facies características de llanura submarina.

Para esta edad, el depósito dentro del dominio ocupado por materiales de la Unidad de Argüelles estaría sometido a un nivel energético y de estabilidad mayor, que los demás.

5.2.2.5. *Aquitaniense*

Dentro del ámbito de la Unidad del Aljibe la sedimentación calcoarenítica se continúa hasta el Oligoceno Superior con facies de turbiditas distales (Formación Benaiza).

En el Aquitaniense ocurre un cambio total en las características de la sedimentación pues se pasa a materiales sedimentados en las partes medias de abanicos submarinos y más proximales aún (PENDON, 1977). Este cambio es posible que fuera originado por la acción de inestabilidad tectónica perteneciente a una fase post-aquitaniense.

A partir como mínimo del Burdigaliense Inferior se produce la fase paroxismal en estos materiales, deslizándose por gravedad, hacia el O y formando sucesivos mantos.

En el lapsus de tiempo comprendido entre el Burdigaliense y Plioceno, los datos son inciertos por falta de depósitos dentro del conjunto de materiales que se representan en la Hoja.- Según BOURGOIS et al. (1972) durante el Helveciense-Tortoniense se produce la compresión del conjunto de los mantos apilados.

5.2.2.6. *Plioceno*

A partir del Plioceno medio con toda certeza se produce en toda la franja más litoral de la Hoja un depósito de materiales margosos que en una fase intrapiocena tardía fue elevando la zona para acabar con un depósito de sedimentos típicos de playas o intramareales. Aún el proceso epirogenético, continua el levantamiento general de la zona.

6- GEOLOGÍA ECONÓMICA

Desde un punto de vista económico el interés de la Hoja es escaso.

6.1. RECURSOS MINERALES

6.1.1. Minería

Tan solo se ha tenido conocimiento de la existencia de algunos intentos de exploración minera, a manera de calicata, en los materiales triásicos, de la Unidad de Casares, al Norte de Casares. Se intentaba extraer según las noticias y los pequeños indicios todavía existentes mineral de plomo.

6.1.2. Materiales para construcción

Existen varias canteras que tratan los materiales calcáreos de la zona con distintos fines, así se puede resumir:

a) Calizas jurásicas:

- Blancas: Los Canutos (Manilva). Áridos.
- Nodulosas: Los Canutos (Manilva). Ornamentación.
- Blancas: Torre de la Sal, carretera de Casares (abandonada). Áridos.

b) Calizas con Microcodium:

- km 5,2 de la carretera de Casares (en explotación). Áridos.
- Cortijo de Carlé (abandonada) . Áridos .
- Loma Redonda (en explotación). Áridos.

c) Calizas del Oligoceno-Aquitaniense

- km 6 de la carretera de Casares (en explotación). Ornamentación.

d) Margas del Flysch Mioceno:

- Al N de San Martín. Materiales de Construcción.

Se puede considerar el potencial de los materiales calcáreos y dolomíticos de las zonas internas muy interesantes, ahora dificultada su explotación por la falta de accesos de buena calidad.

6.2. HIDROGEOLOGÍA

El comportamiento hidrogeológico de la región está basada en el estudio de dos tipos de acuíferos:

a) Acuíferos desarrollados en materiales carbonatados.

b) Acuíferos en materiales detríticos.

a) El estudio del acuífero carbonatado requiere una investigación más detenida para llegar a apreciarlo con mayor detalle.

Los manantiales más frecuentes están asociados a los niveles carbonatados de la Unidad de Casares y en el contacto con la serie metapelítica inferior. La sugerencia más importante es la de los Baños al N de Manilva. Con caudales entre 10-15 l/s, se considera como salida natural de las calizas jurásicas que afloran en el anticlinal de Los Canutos. Es característica su calidad como aguas medicinales debido al alto contenido en sulfuros, posiblemente por el tapizado de sulfuros de hierro en los niveles cretácicos por los que drena.

Las calizas de la Unidad de Argüelles constituyen un acuífero de segundo orden debido, a la posición, montada sobre materiales impermeables del Flysch de Estepona y la escasa

superficie de alimentación. En estos materiales se han obtenido mediante sondeos de poca profundidad caudales del orden de 2-3 l/s.

b) Los acuíferos en materiales detríticos están desarrollados fundamentalmente en las terrazas de los ríos Hozgarganta y Guadiaro, con materiales de buena permeabilidad y de donde se obtienen caudales aceptables.

Los materiales tipo flysch en especial las areniscas de Aljibe contienen acuíferos pobres y generalmente colgados. Un estudio hidrogeológico más minucioso podría dar lugar a hallazgos de acuíferos más importantes, pues cuenta con tramos areniscosos de buena permeabilidad en general y gran superficie de recarga.

Los acuíferos en las demás unidades tipo Flysch son todos subálveos y de muy poca utilidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

- BLUMENTHAL, M. (1931-33). "Das Westende des Betikums nordlich dem Campo de Gibraltar". *Etudes et obs. géol. sur la Méd. occ. Geol. Chaines bét. et subb.*, vol IV, n° 2, part. II, p.3-8 et 9-43.
- BOURGOIS, J.; CHAUVE, P.; PEYRE, Y. (1972). "Les phénomènes tectono-sédimentaires dans l'W des Cordillères Bétiques depuis l'Aquitainien". *Annales scientifiques de l'université de Besançon. Géologie 3ème série, fascic.*, 17 p.97-112.
- CHAUVE, P.; DIDON, J.; PEYRE, Y. (1968). "Le Crétacé inférieur du Penibétique (zone de Ronda-Torcal), Cordillères Bétiques, espagne". *Bull. Soc. Géol. de France* (7), X, p. 56-64.
- DAROT, M. (1973). "Methods d'analyse structurale et cinématique. Applications à l'étude du massif ultrabasique de la Sierra Bermeja". *Thesis de 3 cycle, Université de Nantes*.
- DICKEY, J.S. (1970). "Partial fusion products in alpine-type peridotites: Serranía de Ronda and other examples". *Miner Soc. An. Spec.*, 3, p. 33-49.
- DIDON, J. (1960). "Le Flysch gaditan au Nord et au Nord-Est d'Algeciras (Province de Cádiz, Espagne)" *Bull. Soc. Géol. France* (7), 2, p. 35-361.
- DIDON, J. (1960-62). "Les unités ultra-bétiques de la zone du flysch gaditan au Nord et Nor-est d'Algeciras (Schéma tectonique et interprétation paléogeographique)". *Livre Mém. Prof. Fallot. Soc. Féol. France*, 1, p. 265-272.
- DIDON, J. (1961a). "Le Lias marno-calcaire des environs de Gaucin (Espagne Méridionale)". *Not. Com. Inst. Geol. Min. España*. 61, p. 41-50.
- DIDON, J. (1961b). "Existence d'un Flysch oligo-miocène dans l'unité d'Argüelles (Région d'Estepona, province de Málaga, Espagne)". *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, 10, p. 284-285.
- DIDON, J. (1964). "Présence de Miogypsinidés à la base des - Gress de l'Aljibe (Espagne méridionale)". *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, 1, p. 32-33.
- DIDON, J. (1969). "Etude géologique du Campo de Gibraltar". *These Doct. Univers. París*. 539 p. 3 tomos.
- DIDON, J. (1973a). "Accidents transverses et conlissages longitudinaux dextres dans la partie Nord de l'Arc de Gibraltar". *Bull. Soc. Géol. France* (7), 15, p. 121-127.
- DIDON, J. (1973b). "Présence d'un niveau à Miogypsinidés dans le flysch d'Algeciras (Espagne méridionale). Conséquences paléogéographiques et structurales". *Bull. Soc. Géol. France* (7), 15, p. 40-41.

- DIDON, J. Y DURAND-DELGA, M. (1959). "Existence d'un Flysch marno-gréseux du tithonique-néocomien au Nord de Gibraltar (Espagne méridionale)". *C. R. Acad. Sci. París*, 248, p. 2779-2781.
- DIDON, J. Y DURAND-DELGA, M. (1973). "Compte rendu. Colloque de Gibraltar de l'action thématique programmée de l'INAG Geodynamique de la Méditerranée occidentale". *Bull. Soc. Géol. France* (7), 15, p. 160-188.
- DIDON, J.; DURAND-DELGA, M.; FONTBOTE, J.M.; MAGNE, J. Y PEYRE Y. (1961). "El Oligoceno Superior del Bético de Málaga (Andalucía)". *Not. Com. Int. Geol. Min. España*, 61, p. 115-130.
- DURR, S.H. (1967). "Geologie der Serranía de Ronda und ihres Südlichen Ausläufer (Andalusien)". *Geol. Romana* 6, p. 1-73.
- DURR, S.H.; HOEPPENER, R.; HOPPE, P. Y KOCKEL, F. (1960-62). "Geologie des montagnes entre le Río Guadalhorce et le Campo de Gibraltar (Espagne méridionale)". *Livre Mém. Prof. Fallot., Soc. Geol. France*, 1, p. 209-227.
- FALLOT, P. (1948). "Les cordillères bétiques". *Est. Geol. Cons. Sup. Inv. Cient., Inst. Lucas Mallada*, n° 8, p. 83-172.
- FONTBOTÉ, J.M.; ESTEVEZ, A.; NAVARRO-VILLA F.; OROZCO, M. Y SANZ DE GALDEANO, C. (1972a). "Mapa geológico de España. E. 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja nº 87 (Algeciras)". *Inst. Geol. Min. España. Hoja y Memoria* 75 págs.
- GAVALA, J. (1924). "Mapa geológico de la provincia de Cádiz. Mapa E. 1:100.000". *Inst. Geol. Min. España. Madrid*.
- HYNDMAN, R.D.; LAMBERT, I.B.; HEIER, H.S.; KAEGER, J.C. Y RINDWOOD, A.E. (1968). "Heat flow and surface radioactivity measurements in the Precambrian shield of western Australia". *Phys. Earth Planet. Interiors*, 1, p. 129-135.
- KORNPROBST, J. (1974). "Contribution à l'étude pétrographique et structurale de la zone interne du Rif (Marocco Septentrional)". *Mem. Serv. Géol. Maroc.*, V-251, 249 p.
- MAUTHE, F. (1971). "La Geología de la Serranía de Ronda (Cordillera Bética Occidental)". *Bol. Geol. Min. T. LXXXII-I* p. 1-36.
- MON, R. (1971). "Estudio geológico del extremo occidental de los Montes de Málaga y de la Sierra de Cartama (Provincia de Málaga)". *Bol. del IGME*. V. 82, p. 132-146.
- LOOMIS, T.P. (1972a). "Contact metamorphism of pelitic rock by the Ronda high-temperature ultramafic intrusion, Southern Spain". *Bull. Geol. Soc. An.* V. 83, p. 2449-2474.
- LOOMIS, T.P. (1972b). "Diapiric emplacement of the Ronda high-temperature ultramafic intrusion, Southern Spain". *Bull. Geol. Soc. Am.*, V. 83, p. 2475-2496.

- OBATA, M. (1979). "The Ronda peridotite: Garnet, Spinel and Plagioclase-Iherzolite facies and P-T trajectories of a high temperature mantle intrusion". *Journal of Petrology*. v. 21, p. 533-572.
- PENDÓN, J.G. (1977). "Sedimentación turbidítica de las Unidades del Campo de Gibraltar". *Tesis Univ. Granada, Facultad de Ciencias. Secretariado Publicaciones*.
- PERCONIG, E. (1960-62). "Sur la constitution géologique d'Andalousie occidental en particulier du bassin du Guadalquivir (Espagne méridionale)". *Soc. Géol. France, Livr. Mém. Prof. Fallot 1*, p. 229-256.
- SCHUBERT, W. (1977). "Reactionen in alpinotypen Peridotitmassiv von Ronda (Spanien) und seinen partiellen Schmelzprodukten" *Contr. Miner. Petrol.* 6, p. 205-220.
- TORRES-ROLDÁN, R.L. (1974). "El metamorfismo progresivo y la evolución de la serie de facies en las metapelitas alpujarrides al SE de Sierra Almijara (Sector Central de las Cordilleras Béticas, S de España)". *Cuad. Geol.* 5, p. 21-77.
- TORRES-ROLDÁN, R.L. (1978). "Scapolite-bearing and related calc-silicate layers from the alpujarride series (Betic Cordilleres, Southern Spain). A discussion on their origin and some comments". *Geol. Rundschau*, 67, p. 342-355.
- TORRES-ROLDÁN, R.L. (1979). "La evolución tectonometamórfica del Macizo de los Reales (Zona Bética Occidental)". *Tesis Doctoral. Univ. Granada*.
- TORRES-ROLDÁN, R.L. (1981). "Plurifacial metamorphic evolution of the Sierra Bermeja peridotite aureole, Southern Spain". *Estudios Geológicos (Madrid)*. Vol 37. n° 33-4. p 115-133.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA