

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN

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: 978-84-7840-880-1
Depósito legal: M-34104-2012

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

La presente Hoja y Memoria (La Línea de la Concepción-1075) ha sido realizada por IBERGE-SA, durante el año 1980, bajo normas, dirección y supervisión del I.G.M.E., habiendo intervenido en las mismas los siguientes técnicos:

Autores

- A. Martín-Serrano García. Cartografía y Memoria.
- E. Piles Mate. Cartografía y Memoria.
- J. A. Vera Torres. Estratigrafía.
- J. M. González Donoso. Micropaleontología.
- C. Zazo. Cuaternario
- J. L. Goy. Cuaternario

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.
- Album fotográfico.
- Mapa de situación de muestras.
- Columnas estratigráficas.
- Informe estructural.
- Fichas bibliográficas.

ÍNDICE

	<u>Pag.</u>
1. INTRODUCCIÓN	7
2. ESTRATIGRAFÍA	8
2.1. UNIDADES DEL CAMPO DE GIBRALTAR.....	8
2.1.1. Unidad de Algeciras	8
2.1.1.1. Arcillas y margas versicolores con calizas arenosas (1). Cretácico sup-Eoceno medio.....	8
2.1.1.2. Alternancia de calizas arenosas y margas verdosas (2). Paleoceno-Eoceno medio.....	9
2.1.1.3. Calizas conglomeráticas (3). Eoceno medio-sup.....	9
2.1.1.4. Alternancia de calizas grises y arcillas rojas (4). Eoceno superior	10
2.1.1.5. Margas y arcillas rojas (5).Eoceno sup-Oligoceno.....	10
2.1.1.6. Alternancia de areniscas y margas grises (6). Oligoceno-Mioceno	11
2.1.2. Unidad del Aljibe.....	11
2.1.2.1. Arcillas y margas con bloques (indiferenciado) (7). Cretácico sup-Oligoceno.....	12
2.1.2.2. Alternancia de arcillas margosas y calizas (8). Fm. Benaiza. Eoceno inf-Oligoceno.....	12
2.1.2.3. Calizas y margas blancas (9). Fm. calizas de la Línea. Oligoceno.....	13
2.1.2.4. Areniscas (10). Arenas del Aljibe. Mioceno	15
2.1.2.5. Arcillas, margas y areniscas (11). Mioceno.....	16
2.2. FORMACIONES POSTOROGÉNICAS	16
2.2.1. Terciario. Neógeno.....	16
2.2.1.1. Arenas y margas lumaquéticas (12). Plio-Pleistoceno.....	17
2.2.1.2. Caliza lumaquética (13). Plio-Pleistoceno	17
2.2.2. Cuaternario.....	18
2.2.2.1. Arenas rojas (14). Pleistoceno.....	18

	Pag.
2.2.2.2. Arenas y cantos (15, 17, 19). Rasa litoral. Pleistoceno.....	18
2.2.2.3. Arenas, limos y cantos (16, 18,20). Terraza fluvial. Pleistoceno	19
2.2.2.4. Arenas. Depósito litoral, playa (21); Depósito litoral, tómbolo (22) . Depósito litoral, flecha (23). Holoceno	19
2.2.2.5. Arenas. Depósitos eólicos. Manto eólico (24), dunas (25, 26)	20
2.2.2.6. Limos (27). Baja marisma "slikke" y limos arenosos (28). Alta marisma "schorre" . Holoceno	20
2.2.2.7. Limos, arenas y gravas (29, 30 y 31). Aluvial. Holoceno	20
2.2.2.8. Arcillas, bloques, arenas y cantos (32). Coladas de soliflucción	21
2.2.2.9. Limos, arenas y cantos (33). Conos de deyección. Holoceno.....	21
2.2.2.10. Arcillas, arenas y cantos (34). Derrubios de ladera. Holoceno.....	21
3. TECTÓNICA	22
3.1. INTRODUCCIÓN	22
3.2. DEFORMACIONES PAROXISMALES	22
3.2.1. Unidad de Algeciras	22
3.2.2. Unidad del Aljibe.....	23
3.2.3. Relaciones entre las unidades y fases de deformación.....	24
3.3. DEFORMACIONES POST-OROGÉNICAS.....	25
4. HISTORIA GEOLÓGICA.....	26
4.1. ETAPA DE SEDIMENTACIÓN PREPAROXIMAL.....	26
4.1.1. Unidad de Algeciras	26
4.1.2. Unidad del Aljibe.....	26
4.1.3. Aspectos de conjunto. Evolución sedimentaria del Flysh	27
4.2. ETAPA PAROXISMAL	28
4.3. ETAPA POSTPAROXISMAL	28
5. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	28
5.1. RECURSOS MINERALES.....	28
5.1.1. Rocas Industriales.....	28
5.1.2. Minería	29
5.2. HIDROGEOLOGÍA.....	29
6. BIBLIOGRAFÍA.....	30

1. INTRODUCCIÓN

Esta Hoja, salvo dos pequeñas porciones localizadas en su borde nordoriental, que pertenecen a la provincia de Málaga, se encuentra en su totalidad en la provincia de Cádiz, siendo su tercio suroriental ocupado por el Mar Mediterráneo.

Aunque la región no ofrece cotas demasiado elevadas es en general bastante montañosa, carácter que se prolonga hasta la misma costa, que a excepción de las proximidades de la bahía de Algeciras, es bastante escarpada. Es precisamente en la ribera mediterránea donde quedan concentrados los mayores núcleos de población, destacando sobre todo La Línea de la Concepción, que ocupa también parte de la Hoja de Algeciras (1078), San Roque y los Barrios, todos localizados en torno a la bahía de Algeciras caracterizada por su espectacular y progresivo desarrollo industrial. Fuera de esta zona la comarca montañosa beneficiada por un clima mediterráneo muy dulcificado por la proximidad del Atlántico no ofrece mejor perspectiva que la ganadera que supera con mucho las actividades agrícolas. Estas quedan restringidas a las riberas del Guadarranque, Palmones y sobre todo a la riquísima vega del río Guadiaro en cuya desembocadura se ha iniciado un creciente desarrollo turístico.

Geológicamente la Hoja está situada al SO de la Cordillera Bética quedando englobada dentro de un amplio conjunto estructural que se conoce como Unidades Alóctonas del Campo de Gibraltar. Los afloramientos de estas unidades no sólo aparecen en la región del mismo nombre sino que se extienden hacia el este penetrando hasta la transversal de Málaga donde se conocen como Unidad de Colmenar.

Aparte de su aloctonía, la peculiaridad más característica de estas unidades viene señalada por el carácter flyschoides de sus materiales. Estos depósitos se interpretan como consecuencia de una importante sedimentación turbidítica desarrollada en un medio profundo.

La edad de estos materiales está comprendida entre el Mesozoico Superior (Cretácico Superior) y el Terciario (Mioceno Inferior) siendo los pisos Eoceno, Oligoceno y Mioceno los más representados.

El resto de los materiales aflorantes en la Hoja corresponden a sedimentos postparoxismales, esencialmente depósitos marinos de edad Pliocena y sedimentos cuaternarios.

Tectónicamente la aloctonía es el rasgo más significativo del Flysch del Campo de Gibraltar. Su reconstrucción estructural se imagina como consecuencia del sucesivo emplazamiento de varios mantos de corrimiento, de los cuales, el que conforma la Unidad del Aljibe y que da las máximas elevaciones de la región, dando lugar a la línea del mismo nombre, es el último.

Los antecedentes bibliográficos de la zona se encuentran casi exclusivamente de dos autores, DIDON (1969) y PENDÓN (1978) con cuyas tesis doctorales se ha contado. Así mismo cabe citar también el trabajo realizado por el IGME (1969) en esta región, que contó con la colaboración del propio DIDON. Además hay que referirse también a las tesis doctorales de CHAUVE (1968) y BOURGOIS (196) fuera del ámbito de esta Hoja. Con anterioridad a los trabajos citados cabe señalar tan solo tres nombres, GENTIL, L. (1918) que señala ya el carácter alóctono de las unidades del Campo de Gibraltar y GAVALA (1924) de ideas autoctonistas, que define la Unidad de las areniscas del Aljibe sobre un resto margarcilloso, y ROBAUX (1935) que establece las primeras dataciones.

2. ESTRATIGRAFÍA

En esta Hoja se consideran dos conjuntos litoestratigráficos bien diferenciados. El primero de ellos corresponde al Complejo del Campo de Gibraltar y el segundo, a las formaciones postorogénicas constituidas por depósitos recientes.

2.1. UNIDADES DEL CAMPO DE GIBRALTAR

Los afloramientos de estas unidades se extienden desde el Estrecho por gran parte de la provincia de Cádiz y también de las de Málaga y Sevilla. Son unidades alóctonas que se disponen tanto sobre las zonas internas como sobre las zonas externas de las Cordilleras Béticas.

Son series constituidas por materiales de edades comprendidas entre el Cretácico Inferior y el Mioceno Inferior en facies tipo flysch.

Entre las distintas unidades separadas, DIDON (1969) diferenció en esta zona las unidades del Aljibe, Algeciras, Los Nogales y Cerro de La Novia. En este trabajo por razones que expondremos más adelante, los dos últimos se han agrupado en un único capítulo bajo la denominación de Unidades Intermedias.

2.1.1. Unidad de Algeciras

Esta unidad definida por DIDON (1960) aflora en un amplio sector del sur de la provincia de Cádiz, en el borde Mediterráneo de la misma. Ocupa sobre todo, la región central de la Hoja, a ambos márgenes del río Guadarranque constituyendo zonas alomadas normalmente cultivadas, circunstancia que dificulta la observación.

Los materiales que constituyen estas Unidades se diferencian en dos conjuntos: Uno superior arenoso-margoso muy potente, y otro inferior margoso-arcilloso y calcáreo de menor espesor y consistencia morfológica. De acuerdo a su edad y litoestratigrafía se han diferenciado las siguientes formaciones o facies:

- Arcillas y margas versicolores con calizas arenosas.
- Alternancias de calizas arenosas y margas verdes.
- Calizas conglomeráticas.
- Alternancia de calizas grises y arcillas rojas.
- Margas y arcillas rojas.
- Alternancia de areniscas y margas grises.

2.1.1.1. *Arcillas y margas versicolores con calizas arenosas (1). Cretácico sup-Eoceno medio.*

Estos materiales que constituyen la base de la unidad de Algeciras no están demasiado representados en la Hoja. Prácticamente se reducen a los afloramientos del sur de la Sierra de Montecoche, al este de Los Barrios, entre Sierra Carbonera y Sierra del Arca. El aspecto de estos afloramientos con tonalidades y litología que no difiere gran cosa de otras formaciones de la Unidad de Algeciras hace muy difícil su separación.

Estos materiales están constituidos por arcillas versicolores de tonos rojos, grises o verdosos que contienen bancos de calizas arenosas de color gris o verde, a veces ferruginosas.

La potencia media de los bancos oscila entre los 0,15 y 0,70 m. La secuencia de Bouma puede reconocerse en ocasiones completa. No obstante el intervalo predominante es el C con laminación convoluta. A muro se reconocen estructuras de corriente ("flute cast"), y a techo bioturbación. PENDÓN (1978) interpreta estos sedimentos como facies turbidíticas muy distales localizadas en zonas alejadas de la llanura submarina.

Se atribuye al Senoniense (DIDON, 1969).

2.1.1.2. Alternancia de calizas arenosas y margas verdosas (2). Paleoceno-Eoceno medio.

Esta facies que constituye un paso gradual entre el flysch margo-calcáreo de la Unidad de Algeciras y la formación anteriormente descrita, está integrada en aquellos materiales que DIDON (1969) y PENDON (1978) identifican con el "flysch senonense". Su diferenciación cartográfica responde a dos razones esenciales; a la facilidad de observación del tránsito a la formación suprayacente, y a la proliferación de bancos de calizas muy característicos que destacan por el extraordinario desarrollo de estructuras de laminación convoluta. En esta Hoja sus afloramientos son muy reducidos, debido a las dificultades de observación. Esta circunstancia ha motivado su englobamiento en la formación basal de la Unidad.

Estos afloramientos constituyen alternancias de arcillas y margas verdosas con calizas arenosas de colores grises. La proporción de finos es ligeramente superior a la de los tramos más competentes que pueden alcanzar espesores cercanos a un metro. Las calizas son detríticas y en ocasiones arenosas, pudiéndose presentar en la base de algunos de los tramos más gruesos, lechos conglomeráticos. En su ordenamiento interno destacan sobre todo los intervalos C con laminación convoluta aunque pueden presentarse secuencias turbidíticas casi completas.

Estos depósitos se identifican con las facies D3 y D2 (MUTTI, 1979) es decir serían turbiditas localizadas en la parte externa del abanico.

Por su posición estratigráfica muy próxima a los niveles margo-calcáreos su edad puede estar comprendida entre el Eoceno Medio y el Paleoceno Superior.

2.1.1.3. Calizas conglomeráticas (3). Eoceno medio-sup.

Las más abruptas aristas del relieve modelado sobre la Unidad de Algeciras corresponden a estos afloramientos. En esta Hoja se localizan en dos áreas de expansión. Una situada al sur de la Sierra de Montecoche, entre el río Guadarranque y el río Palmones, y a ambos lados de la carretera nacional Cádiz-Málaga entre las Sierras Carbonera y del Arca.

Aunque se estima para estos niveles varias decenas de metros de espesor (PENDÓN, 1978) hasta es posible que en algunos lugares estos valores se aproximen a la centena.

Estos niveles están formados por conglomerados de cantos de caliza y sílex con cemento carbonatado constituyendo verdaderas calizas brechoides y conglomeráticas. Entre estos bancos conglomeráticos pueden intercalarse otros de caliza detrítica generalmente de grano grueso. Los cantos están constituidos por gran variedad de calizas entre las que predominan las de edad Jurásica, fundamentalmente de un Lías muy rico en sílex (DIDON, 1969).

Se presentan en gruesos bancos algo canalizados sin apenas intercalaciones pelíticas que presentan una estructura interna desorganizada en donde abundan multitud de huecos vacíos que fueron ocupados por cantos blandos.

Estas formas se interpretan como conglomerados redepositados que indican medios proximales incluso en canales de talud continental (PENDÓN, 1978).

Su posición estratigráfica está inmediatamente bajo el flysch calcáreo-margoso de esta Unidad o en paso lateral a esta misma formación. Al norte de Los Barrios DIDON (1969), atribuye a estos depósitos edad Luteciense es decir, inmediatamente anterior a la edad atribuida al flysch calcáreo (Tac2) de la Unidad.

2.1.1.4. *Alternancia de calizas grises y arcillas rojas (4). Eoceno superior.*

Estos materiales, formados por una típica alternancia flysch, constituyen casi siempre un excelente nivel guía en la Unidad de Algeciras. Sin embargo este término no está muy representado en la Hoja. Su posición estratigráfica y cartográfica está diluida a causa de la presencia de facies conglomeráticas también carbonatadas a la que hicimos referencia en el apartado anterior y con la cual se relaciona lateralmente. Por ello ha quedado en ocasiones absorbida cartográficamente por el término conglomerático, más representativo en este caso.

Regionalmente el espesor de esta formación oscila entre los 100 y 200 m, y en esta Hoja es muy probable que en ningún caso supere los 150 m. Está constituida por arcillas y margas rojas, a veces verdosas, que alternan con pequeños bancos de calizas detríticas a menudo organógenas, y de color gris azulado. El predominio litológico es ligeramente favorable a los intervalos pelíticos.

En el interior de los bancos se observan secuencias turbidíticas completas y truncadas con predominio de los intervalos B, de laminación paralela y C, de laminación oblicua (con o sin laminación convoluta). El tramo de laminación superior está casi siempre bioturbado como consecuencia de la intensa actividad orgánica. En el muro de los bancos se aprecian dos tipos fundamentales de estructuras, "flute cast" y pistas orgánicas ("burrows").

Estas características se correlacionan con facies D y E (MUTTI, 1979). PENDÓN (1978) las interpreta como situadas en el borde del abanico submarino.

Los trabajos precedentes (DIDON, 1969; PENDÓN, 1978) atribuyen esta formación al Bartonense.

2.1.1.5. *Margas y arcillas rojas (5). Eoceno sup-Oligoceno.*

El paso de las formaciones margo calcáreas de la Unidad de Algeciras a la formación superior areniscosa se realiza mediante un término pelítico que es el que se incluye en este capítulo. Aunque no presenta buenos afloramientos puede reconocerse por fotogeología al constituir un tramo morfológicamente blando. En ocasiones el tránsito entre los términos del flysch calcáreo (4) y del flysch areniscoso micáceo (6) se realiza sin tránsito lutítico. No obstante esta falta puede achacarse también a laminaciones tectónicas.

Este término que puede superar los 150 m de espesor, en esta Hoja, casi nunca se ha podido observar en su totalidad.

Está constituido por arcillas y margas de tonos rojo - violáceos que se tornan pardos o beige hacia techo. En intervalos muy espaciados se intercalan niveles muy finos (menores de 0,10 m) primero de calizas arenosas y segundo de areniscas calcáreas. El predominio pelítico que es absoluto hacia muro se hace menos patente hacia techo, donde son frecuentes las intercalaciones más competentes. En los bancos más duros se aprecia un aumento paulatino de cuarzo y mica.

En los niveles areniscosos superiores en tránsito a los términos arenicoso-micáceos se observan estructuras internas en las que está representado sobre todo el intervalo C. En los muros de la capa se aprecian estructuras de corriente ("flute cast") y trazas orgánicas entre las que destacamos la presencia de *Paleodyction*.

PENDON (1978) interpreta estos depósitos como facies D3 (MUTTI, 1979) localizados en un medio profundo de llanura submarina de acusada distalidad en relación al aparato turbidítico.

2.1.1.6. *Alternancia de areniscas y margas grises (6). Oligoceno-Mioceno.*

El más representativo de los términos de la Unidad de Algeciras es un flysch arenicoso-margoso cuyos afloramientos superan en varias ocasiones los 1.000 m de espesor. Este tramo, muy bien representado en toda la Hoja, está constituido por una alternancia de bancos de arenisca calcárea micácea y margas y arcillas de colores grises.

Los afloramientos de esta unidad no presentan cortes ni tan buenos ni tan completos como los de la Hoja de La Línea. Las mejores observaciones se han podido realizar casi siempre en tramos parciales generalmente correspondientes a sus tramos basales, próximos al tránsito con el término lutítico. Los bancos turbidíticos están formados por arenas de grano medio a grueso, cuarzosas, con feldespatos, micas y fragmentos de rocas. En el interior de estos niveles se aprecian secuencias turbidíticas más o menos completas en las que se pueden reconocer sobre todo los intervalos A, B y C. Cuando los bancos son muy gruesos se componen de varios ciclos casi siempre truncados y separados por las consiguientes superficies de amalgamación. En los muros, planos o con deformaciones por carga, se encuentran todo tipo de estructuras. Las de corriente están representadas sobre todo por "flute cast", "grove cast" y "bounce cast". Las orgánicas por "burrows" y pistas.

Los materiales pelíticos, frecuentemente atravesados por numerosos diques clásticos, suelen predominar sobre el resto arenicoso.

Estas facies se han interpretado (PENDON, 1978) como sedimentos detríticos depositados en la parte externa del abanico turbidítico.

Aunque no existen datos paleontológicos muy concluyentes la mayoría ha coincidido (DIDON, 1969; PENDON, 1978) en atribuirles una edad próxima al Oligoceno. DIDON (1969), es de la opinión de que toda la formación está incluida entre el Stampiense superior y el Aquitaniense inferior.

2.1.2. Unidad del Aljibe

La Unidad que fue definida por DIDON (1960) y CHAUVE (1960) es la más elevada de todas las que componen el flysch del Campo de Gibraltar. Se extienden por el Norte y Noreste de esta región hasta la depresión del Guadalquivir siendo pues la unidad más periférica.

Queda dividida en dos términos fundamentales que antiguamente ya fueron intuidos por GAVALA (1924) y más recientemente definidos por DIDON (1960). Se compone de un término basal formado por un conjunto calcáreo de gran variabilidad lateral y otro esencialmente arenoso y muy homogéneo. El superior corresponde al tramo más característico e importante de toda la Unidad, las Areniscas del Aljibe (GAVALA, 1916, 1924).

En el inferior o basal se engloban dos formaciones; las Arcillas de Jimena (DIDON, 1969) y la Formación Benaiza (DIDON, 1969). Sin embargo, la primera de estas formaciones debido a su litología es siempre de difícil observación. Tal circunstancia ocurre en esta Hoja en donde las Arcillas de Jimena no gozan de afloramientos representativos. Por tal motivo la parte basal de esta Unidad ha sido representada cartográficamente como un único conjunto, que debido a la proliferación de elementos calizos se ha asimilado a la Formación Benaiza.

Se han diferenciado tres conjuntos litoestratigráficos:

- Alternancia de arcillas margosas y calizas. FM. BENAIZA.
- Areniscas. ARENISCAS DEL ALJIBE.
- Arcillas, margas y areniscas.

2.1.2.1. *Arcillas y margas con bloques (indiferenciado) (7). Cretácico sup.- Oligoceno*

En este apartado se incluyen una serie de materiales de muy difícil observación constituidos por un conjunto de materiales arcillo-margosos con aislados bloques y afloramientos de calizas. Su posición cartográfica esta siempre en relación con las series arenosas tipo Aljibe que afloran en franja costera oriental situada entre La Línea y Punta Chullera. Por supuesto que esa masa arcillosa, ciertamente caótica, es de potencia indeterminable. Los niveles compactos son potentes bancos de caliza detrítica, generalmente organógena (biosparita), de aspecto muy parecido a las calizas de La Línea. Los granos que pueden alcanzar hasta el tamaño de microconglomerado están formados frecuentemente por foraminíferos de hasta medio centímetro de diámetro. El grueso de la formación esta constituido por una masa de arcillas y margas de tonos marrón violáceos, pardos en general, que recuerdan a ciertos afloramientos de la Formación Benaiza. La disposición interna de los paquetes calcáreos es difícil de observar pues casi siempre aparecen en bloques aislados. Más raros son los casos de afloramientos con una cierta continuidad.

Las calizas corresponden también a depósitos turbidíticos. Ocasionalmente se aprecian intervalos c, generalmente de laminación convoluta. Pese a la escasa representatividad de las observaciones realizadas, esta facies podrían ser interpretadas como de abanico externo, de un cono submarino profundo.

Por su aspecto, posición estratigráfica bajo y a veces en tránsito aparentemente normal a las series arenosas, así como su localización cartográfica, no representan sino variaciones irreconocibles del flysch calcáreo que caracteriza la parte basal de las Unidades Intermedias, es decir, un aspecto más de la Formación Benaiza.

2.1.2.2. *Alternancia de arcillas margosas y calizas (Fm. Benaiza) (8). Eoceno inf.-Oligoceno.*

Esta formación esencialmente arcillo-margosa se caracteriza por su contenido en bancos de

calizas detríticas constituyendo una alternancia muy peculiar. El aspecto de estos bancos pardos o grisáceos, y el de las propias margas versicolores es muy semejante al del flysch calcáreo de la Unidad de Algeciras, circunstancia que hace difícil su diferenciación.

Las mejores observaciones de esta formación se pueden realizar en las proximidades al Castillo de Castellar de la Frontera y en concreto en la falda septentrional del Cerro del Ermitaño, al sureste de dicha localidad, donde se ha realizado un levantamiento detallado. Por otra parte se da la circunstancia de que en esta zona se aprecia claramente el tránsito normal de dichos materiales con la formación suprayacente de las Areniscas del Aljibe.

La caliza que es detrítica, a veces con granulometría de arena gruesa, y organógena (bioesparita), puede alcanzar espesores cercanos al metro, oscilando su potencia media entre los 20 y 50 centímetros.

Presenta estructuras de ordenamiento interno propias de sedimentación turbidítica. Se pueden destacar, granoclasificación normal, que falta a veces, laminación paralela, "ripples" y laminación convoluta. En los muros de los estratos, generalmente planos, se aprecian algunas deformaciones de carga ("load casts") y estructuras de corriente casi siempre del tipo "flute casts", así como algunas estructuras orgánicas propias de organismos perforadores ("burrows"). En los techos lo más destacable es la presencia de una intensa bioturbación. Cada uno de estos bancos están formados por secuencias turbidíticas generalmente bastante completas en donde el intervalo de laminación superior es siempre difícil de determinar pues es fácilmente confundible con el tramo pelítico de sedimentación pelágica. Además este término de laminación esta siempre corroído por una intensa bioturbación que incluso llega a afectar a parte del intervalo C.

Los intervalos interturbidíticos se componen de arcillas y margas versicolores, verdes, rojas y blancas. Estos tramos predominan ligeramente en relación con los niveles compactos.

La potencia total de la formación, estimada por PENDON (1978) muy próxima a los 100 m, es siempre difícil de cifrar como consecuencia de las duplicaciones tectónicas.

Las facies descritas pueden ajustarse bastante bien a las facies C2 y sobre todo D1 de los modelos tradicionales (MUTTI, 1979) . Constituyen turbiditas relativamente distales, localizadas en el abanico externo, en las que existen un moderado predominio del material lutítico. Aunque esta circunstancia puede aplicarse a la formación Benaiza en sentido estricto, existen zonas con peor visibilidad sin diferenciación cartográfica en las que el predominio lutítico es mayor. Obviamente estas zonas constituyen zonas del aparato turbidítico aún más distales en tránsito con las Arcillas de Jimena o incluso ellas mismas, que por los motivos expuestos no se diferenciaron.

Esta formación que se sitúa tanto sobre las Arcillas de Jimena como en paso lateral en estos nuevos materiales han sido catalogados de edad Eoceno-Oligoceno (DIDON, 1969; PENDON, 1978) .

2.1.2.3. Calizas y margas blancas (Fm. calizas de La Línea) (9). Oligoceno

Esta formación que está definida junto al cortijo de Las Aguzaderas, al norte de la localidad que le da el nombre, la componen margas claras con intercalaciones de bancos a veces de gran espesor de calizas detríticas de color gris azulado.

No se puede estimar con exactitud el espesor ya que alguno de sus límites, si no los dos, es siempre tectónico. No obstante supera el centenar de metros.

Los bancos calcáreos aunque tienen una potencia bastante irregular son bastante gruesos superando en muchos casos el metro o incluso metro y medio de espesor.

La caliza, detrítica y frecuentemente organógena, presenta un tamaño de grano que alcanza hasta el tamaño de microconglomerado en la base de los bancos más potentes donde aparecen también numerosos cantos blandos.

Presentan secuencias turbidíticas, en general incompletas, con un claro predominio de la laminación paralela superior. En el muro de los estratos se reconocen estructuras de corriente ("flute casts"), bioturbación ("burrows"). Son muy características de esta formación las intercalaciones finas, margosas, blancas o verdosas con nódulos de carbonatos blancos.

La relación entre los niveles finos margosos y los paquetes compactos calizos, es casi siempre igual o incluso favorable a los últimos.

El medio sedimentario de estas facies es el correspondiente a la facies D y más concretamente a la facies E (MURRI, 1979). Se habría depositado con toda probabilidad en un abanico externo de un cono submarino, ahora bien más proximal que la formación Benaiza.

Esta formación se ha interpretado como una intercalación oligocena de la Formación Benaiza (DIDON, 1969). Los estudios micropaleontológicos realizados en el presente trabajo ratifican esta idea pues de las 23 muestras recogidas, todas, salvo cuatro de ellas que resultaron azoicas, han resultado comprendidas en este piso. De ellas más de la mitad (10) quedaron -acotadas en el Chatinense inferior y el resto en un intervalo comprendido entre el Rupeliense y el Chatiense inferior. Tan solo una de ellas quedó datada como Chatiense superior. No obstante las dataciones de varias de ellas, entre las que se encuentra esta última, se han realizado en calizas. Esta circunstancia es de valorar, merced al carácter turbidítico de las mismas.

Los resultados obtenidos a partir de la muestra nº IB EP-3 sirven para dar una idea de la asociación faunística representativa de esta formación. Es la siguiente:

- *Turborotalia opima opima* (Bolli)
- *Turborotalia opima nana* (Bolli)
- *Turborotalia cf. clemenciae* (Bermúdez)
- *Globigerina cf. tripartita* (Koch)
- *Globigerina enapertura* (Jenkins)
- *Globigerina utilisindex* (Jenkins y Orr)
- *Globorotaloides suteri* (Bolli)
- *Catapsydrax dissimilis* (Cushman y Bermúdez)
- *Catapsydrax unicavus* (Bolli, Loeblich y Tappan)
- *Globocassidulina*

- *Trochammina*
- *Cibicides*
- *Sigmoilopsis*
- *Vulvulina*
- *Dorothia*

2.1.2.4. Areniscas. (*Areniscas del Aljibe*) (10). Mioceno

Las Areniscas del Aljibe ocupan gran parte de la mitad occidental de la Hoja constituyendo los lugares más montañosos de la misma. PENDON (1978) estima para esta formación una potencia superior a los 1.000 m de espesor. Dentro de la Hoja los espesores apreciados posiblemente no superen esta cifra alcanzando tan solo los 800 a 900 m.

Su relación con el conjunto margo-calcáreo inferior (formaciones de Benaiza y de Arcillas de Jimena) es un problema planteado a nivel regional, pues en la mayoría de los casos se presenta mecanizado.

En esta Hoja, en las proximidades del Castillo de Castellar junto al embalse de Guadarranque, se observan ambas formaciones en continuidad estratigráfica. Aunque no es fácil su observación en detalle, este hecho es indudable desde el punto de vista cartográfico.

Como ya se ha indicado existe un marcado predominio de los bancos areniscosos sobre los niveles más finos. Estos bancos están constituidos por areniscas, de tamaño de grano oscilante entre grava y grano medio, generalmente deleznable salvo en aquellos casos en que presenta cementación ferruginosa.

Estos tramos areniscosos son generalmente masivos o con granuloclasificación siendo además frecuentes los cantos blandos. En los muros de los estratos son muy abundantes las estructuras de corriente entre las que destacan los "flute cast" y los "grove cast", así como deformaciones por carga. Hay que destacar también, el carácter canalizado de los bancos y la existencia de numerosas amalgamaciones, así como la existencia de pequeños restos vegetales a techo.

Entre estos gruesos bancos de arenisca se intercalan niveles más finos de arcillas o arcillas arenosas, de color gris o anaranjado, de difícil observación y en las que pueden apreciarse nódulos ferruginosos y diques clásticos.

Se debe hacer especial referencia a unos afloramientos de esta formación dispuestos en estructura sinclinal y situados junto al límite occidental de la Hoja, entre Loma del Infierno y el arroyo de Navahermosa, al norte del cortijo que lleva el mismo nombre. Son facies areniscosas dispuestas en bancos potentes que casi nunca llegan al metro, intercalados con otros paquetes areniscosos de menor espesor constituyendo verdaderos "conglomerados de cantos blandos". El intervalo lutítico prácticamente no existe. El resto de las características es muy semejante a las ya descritas, es decir, cuerpos canalizados, amalgamaciones, estructuras de deformación, granuloclasificación u ordenamiento masivo, etc.

En las facies turbidíticas de esta formación se reconocen facies tipo A y B, sobre todo esta última. Su situación en el aparato turbidítico corresponde pues a la parte interna o incluso intermedia del abanico submarino.

Toda la formación Aljibe es azoica. Su edad se interpreta basándose en las dataciones realizadas en los depósitos infrayacentes de la formación Benaiza que puede alcanzar hasta una fecha oligocena. Las areniscas del Aljibe se habrían depositado al menos en el Aquitaniense.

En la Sierra del Arca (corte nº 3) pese a encontrar microfauna muy fragmentada y deformada en su mayor parte indeterminables específicamente, se ha podido datar un nivel lutítico (IBEP-32) . La asociación faunística de edad Aquitaniense-Medio-Burdigaliense Inferior es la siguiente:

- *Turborotalia semivera* (Hornbrook)
- *Catapsydrax dissimilis* (Cushman y Bermudez)
- *Catapsydrax unicavus* (Bolli, Loeblich y Tappan)
- *Globorotaloides suteri* (Bolli)
- *Ammobaculites*
- *Lagena*
- *Stilostomella*

2.1.2.5. Arcillas, margas y areniscas (11). Mioceno.

En el ángulo nordoccidental de la Hoja existe un estrecho corredor con prolongaciones al N (cortijo de Navalmatrera) que delimitan pequeñas unidades estructurales de la Formación Aljibe. Morfológicamente corresponde a zonas blandas donde los afloramientos son muy escasos. Se compone esencialmente de areniscas tableadas de muy poco espesor (unos 10 cm de media) entre las se intercalan bancos masivos de arcillas versicolores, generalmente violáceos y grises que por alteración se tornan anaranjados.

Se observa muy mal el ordenamiento interno de las areniscas. No obstante parece que son relativamente frecuentes las apariciones de laminación oblicua a pequeña escala ("ripples"). No ha sido posible la observación de otro tipo de estructura.

Es indudable que la sedimentación de esta facies tuvo que realizarse a mayor distancia del vértice de aporte que la estimada para las Areniscas del Aljibe.

La localización de estos afloramientos que contornean (es posible que el contacto sea mecanizado) las dos estructuras anticlinales del ángulo noroeste, es decir, el anticlinal de la Loma del Zumajo y del Cerro de la Oída permite imaginar una posición estratigráfica hacia el techo de la formación Arenisca del Aljibe.

2.2. FORMACIONES POSTOROGÉNICAS

Sedimentadas a continuación de la etapa paroxismal, comprenden dos tipos de materiales: Depósitos marinos litorales de edad neógena y formaciones superficiales cuaternarias.

2.2.1. Terciario neógeno

Los depósitos neógenos de esta comarca se atribuyen al Plioceno. Sus afloramientos se extienden por toda la Hoja, se localizan según dos antiguas penetraciones del mar a lo largo de los tramos finales de los actuales ríos Guadarranque y Guadiaro. Atendiendo a su litología

se han separado dos tipos de facies:

- - Arenas y margas lumaquélicas.
- - Calizas lumaquélicas

2.2.1.1. Arenas y margas lumaquélicas (12). Plio-Pleistoceno

Muy bien representadas en toda la Hoja constituyen grandes masas arenosas que cubren grandes superficies, fosilizando un relieve preexistente. Por lo general predominan arenas, margas arenosas fosilíferas y esporádicos niveles de calizas arenosas lumaquélicas. Según que zonas, proliferan también pasadas conglomeráticas.

Debido a la irregularidad del paleorelieve fosilizado no se puede llegar a averiguar con exactitud el máximo espesor de sedimentos conservado. No obstante es preciso señalar que los desniveles orográficos máximos dentro de estos afloramientos alcanzan valores próximos a los 150 m.

El componente litológico más característico, las arenas, se presentan finas y bien seleccionadas. Entre ellas aparecen intercaladas pasados de cantos de cuarzo y cuarcita muy bien rodados, niveles de acumulación orgánica fundamentalmente conchas de pectínidos y ostreidos y concreciones de carbonatos formados por "bolas de Algas". También aparecen bancos afectados por una intensa bioturbación. Todo el conjunto litológico está dispuesto según un espectacular sistema de estratificación cruzada en surco.

Entre los niveles arenosos se intercalan esporádicamente lechos lenticulares conglomeráticos que poseen una marcada heterometría. Están constituidos por cantos y bloques con las aristas gastadas, de cuarcita, arenisca, cuarzo y caliza lumaquélica. De muro muy erosivo, estos lentejones desaparecen lateralmente con rapidez indentándose con las estructuras de las facies arenosas.

Los lechos conglomeráticos a veces verdaderos niveles de bloques, son muy frecuentes hacia la base de la formación pliocena y en las proximidades de los grandes relieves de la Arenisca de Aljibe donde constituyen verdaderos conos de deyección ("debris flow") o incluso hasta es posible que coladas de soliflucción. Tal es el caso de los afloramientos del Arroyo de las Majidellas en el límite de Hoja donde durante unos largos sesenta o setenta metros de serie se suceden las intercalaciones de bancos arenosos finos y paquetes de arcillas, que no han perdido su aspecto original, y bloques de Arenisca del Aljibe.

Desde un punto de vista sedimentológico estas facies pertenecen a un ambiente de sedimentación litoral en el que tendrían cabida los distintos subambientes de playa s.l., y en donde son frecuentes irrupciones sedimentarias de origen continental (canales fluviales, conos de torrentes, etc....).

A pesar de la intensa proliferación de elementos organógenos en estas facies, la asociación faunística reconocida no permite establecer dataciones muy precisas. Ésta, muy parecida a la actual es sin duda de edad Plioceno Superior e incluso Cuaternario Inferior.

2.2.1.2. Caliza lumaquélica (13). Plio-Pleistoceno

Son facies formadas por margas y calizas lumaquélicas que constituyen niveles endurecidos que resaltan del resto de las formaciones pliocenas. Son relativamente fáciles de reconocer por fotogeología ya que originan resaltes y plataformas estructurales. Son sobre todo frecuentes

en el litoral mediterráneo, en los afloramientos localizados entre el río Guadiaro y La Línea de la Concepción. Destacan el manchón Plioceno y de Sotogrande y el situado entre la Sierra del Arca y San Roque. Allí el plioceno arenoso es coronado por varias placas calcáreas muy cementadas y ricas en restos de lamelibránquios. Otro afloramiento importante es el situado al Este de La Almoraima. Estas facies no son sino intercalaciones poco potentes y de escasa continuidad lateral que presentan aspecto y estructuras sedimentarias semejantes al resto de los materiales Pliocenos. Por ello, tan sólo en lugares de proliferación excepcional pueden ser diferenciadas.

2. 2. 2 . Cuaternario

Las formaciones superficiales cuaternarias han sido separadas en dos grupos fundamentales. El primero (Pleistoceno), que aglutina a aquellos depósitos más antiguos, comprende la formación de arenas rojas, las rasas litorales y las terrazas fluviales. El segundo (Holoceno) engloba al resto de los sedimentos subactuales.

2.2.2.1. Arenas rojas (14). Pleistoceno.

Sobre las formaciones pliocenas reposan discordantes unos materiales detríticos de color rojo, fosilizando un karst labrado sobre las placas lumaquéllicas de aquella edad.

Aunque aparecen tapizando la mayoría de las plataformas calcáreas de estos afloramientos, cabe destacar las buenas condiciones de observación de los de Sotogrande y los de la Loma de San Roque. Aunque se ha procurado considerar tan sólo aquellos depósitos que aún reposan sobre el techo de las plataformas calcáreas pliocenas, algunas veces se ha extendido su representación cartográfica a materiales algo coluvionados.

Suelen estar constituidos por arenas muy rubefactadas, cementadas o sueltas. Entre ellas se intercalan niveles de gravas y cantos de cuarzo muy redondeados, así como niveles endurecidos de óxidos de hierro.

Se disponen en cuerpos arenosos lentejonares con muro canalizado que contienen estratificaciones cruzadas. En general se interpretan como depósitos fluviales de materiales que en gran parte provienen de la removilización de las formaciones arenosas infrayacentes. Tampoco se descarta la presencia de facies o zonas con influencia de ambientes menos litorales.

2.2.2.2. Arenas y cantos (15, 17, 19). Rasas litorales. Pleistoceno.

Por todo el litoral mediterráneo pueden reconocerse varios niveles de terrazas. Con o sin depósito constituyen pequeños rellanos morfológicamente fáciles de reconocer. Aunque pueden existir más niveles, se ha creído conveniente tan sólo separar los tres más representativos que por otra parte coinciden con los niveles de terrazas más visibles. Estos corresponden a las cotas + 12 (19), + 20-25 (17) y + 50-60 (15).

Salvo el afloramiento de Punta Chullera en el límite septentrional de la Hoja, todos los niveles del litoral mediterráneo incluso las extensas plataformas labradas al pie de Sierra Carbonera presentan poco o ningún material sedimentario. Constituyen por lo general ralos canturrales con gravas, bloques y a veces material arenoso.

El nivel de Punta Chullera (19) aparece en la trinchera de la carretera nacional. Son dos metros escasos de afloramiento donde sobre un sustrato de flysch arenoso se apoya un nivel de bloques de arenisca poco rodados en los que son frecuentes las perforaciones de organismos

litófagos. El resto está constituido por arenas y limos de colores amarillos y grisáceos.

2.2.2.3. Arenas, limos y cantos (16, 18, 20). Terrazas fluviales. Pleistoceno.

Corresponden a los sistemas de terrazas de los tres cursos fluviales más importantes de la Hoja, es decir, el río Guadiaro, el río Guadarranque y el río Palmones.

De una manera general se han separado tres aterrazamientos. Estos corresponden a parámetros que se sitúan aproximadamente a 10 (20), a 25 (18) y a 50 (16) metros sobre los niveles del cauce actual.

En el río Guadiaro existen aterrazamientos en los tramos finales de su recorrido cuando atraviesa los afloramientos pliocenos de esa zona, que por efectos de la intensa disección erosiva quedan reducidos a pequeños afloramientos puntuales en lo alto de las colinas, que no tienen representación cartográfica.

Algo parecido ocurre en el río Guadarranque. En este caso los sucesivos aplanamientos dejados por este río en su progresivo encajamiento, sobre arenales del Plioceno, han podido ser representados. En general estos depósitos, arenosos rojos por herencia de las arenas rojas (14) con algunos cantos o gravas dispersas, son difíciles de separar del sedimento infrayacente, también arenoso. En realidad su diferenciación responde esencialmente a criterios morfológicos.

El río Palmones presenta un sistema de terrazas algo más desarrollado, muy patente sobre todo en la orilla septentrional del mismo. Existe un aterrazamiento muy desarrollado constituido por varios metros de conglomerados de cantos areniscosos en Los Barrios. Estos adquieren aún más importancia en el límite de Hoja al Sur de la alineación montañosa Cerro del Majadal de España donde constituyen un extenso aplanamiento.

2.2.2.4. Arenas (21, 22, 23). Depósitos litorales. Holoceno.

Constituyen depósitos arenosos, con mayor o menor proporción de restos orgánicos que se extienden a lo largo de todo el litoral originados por acreción lateral desde un punto de la costa como consecuencia de las corrientes de deriva. Se han distinguido para su representación cartográfica Playas (21), Flechas litorales (23) y el Tómbolo (22) de la península de Gibraltar. Es obvio que los criterios empleados para su diferenciación son puramente morfológicos.

Las playas se extienden prácticamente a lo largo de todo el litoral representado en la Hoja. Desde Punta Chullera hasta la desembocadura del río Palmones se suceden casi sin interrupción constituyendo alargadas franjas, a veces muy estrechas, de depósitos arenosos. En algunos puntos de la costa mediterránea aparecen cúspides de playa.

Tres son las flechas litorales formadas en estas costas. La mayor que no está totalmente representada en la Hoja, tiene de uno a dos kilómetros de ancho y cinco de largo. Forma un tómbolo que progresa desde el espolón montañoso de Sierra Carbonera hasta el de Gibraltar situado en la Hoja de Algeciras. La segunda en importancia, que cierra la bahía de Algeciras por el NO, ha avanzado desde Carteya hasta el promontorio rocoso de Punta del Rinconcillo (Hoja de Algeciras). La menor de tamaño, está ubicada en la desembocadura del río Guadiaro.

La representación cartográfica de las flechas litorales no es muy expresiva debido a su enmascaramiento por superposición de otras formaciones arenosas tales como playas o depósitos eólicos.

2.2.2.5. Arenas (24, 25, 26). Depósitos eólicos. Holoceno.

Existe un conjunto de formaciones arenosas que cubren notables extensiones de la Hoja. Se localizan sobre todo a lo largo del litoral mediterráneo donde constituyen alargados afloramientos paralelos a la costa.

Se trata de removilizaciones eólicas en las que se han distinguido varios tipos de morfologías dunares. Un primer grupo formado por masas arenosas dunares sin forma determinada (25), un segundo de dunas parabólicas en horquilla (26), y un tercero que corresponde a zonas cubiertas por un ligero manto arenoso eolizado (27).

Proceden fundamentalmente de las formaciones arenosas litorales, flechas litorales y playas, de los depósitos arenosos pliocenos (12) y de las arenas rojas (14).

2.2.2.6. Limos y limos arenosos (27, 28). Marisma. Holoceno.

Las zonas de marisma de la Hoja se localizan en las desembocaduras de los ríos Guadarranque y Palmones, sobre todo en los tramos finales del curso de este último. Toda esta zona queda separada del mar por una gran flecha litoral que desde las costas rocosas de Carteya hasta la Punta del Rinconcillo cierra la Bahía de Algeciras por el noroeste. La poca extensión superficial que ocupan las marismas se está reduciendo progresivamente producto del levantamiento epirogénico de la comarca y de la intensa actividad humana que poco a poco la está colonizando.

Se trata de materiales fundamentalmente limosos que se han diferenciado según criterios geomorfológicos o geográficos en zonas de baja marisma o invadidas por las mareas ("slikke") (27) y zonas de alta marisma (28) ("schorre").

2.2.2.7. Limos, arenas y gravas (29, 30, 31). Aluvial. Holoceno.

Los principales cursos fluviales corresponden al río Guadiaro con su tributario el río Hozgarganta, el río Guadarranque y el río Palmones. El primero que procede de la Serranía de Ronda drena el límite septentrional de la Hoja y desemboca en el litoral mediterráneo al sur de Punta Chullera. Los otros dos que son originarios de las sierras occidentales formadas por la Unidad del Aljibe, tienen un trazado más corto y vierten sus aguas en la Bahía de Algeciras. Como corresponde a los últimos metros de su trazado todos ellos presentan desarrolladas sus llanuras de inundación formadas fundamentalmente por materiales limosos o arenosos (31) que se elevan algunos metros sobre el cauce principal del río. Salvo en los últimos diez kilómetros del curso del río Palmones en que este empieza a divagar, el resto de los trazados son poco sinuosos. Los lechos principales tienen un desarrollo insuficiente para ser tan sólo en la proximidad de sus respectivas desembocaduras, se ensanchan abriéndose en varios canales dejando entre ellos barras de arenas y gravas (30), que también se han diferenciado en algunos lechos abandonados. También se han separado algunos bancos arenosos correspondientes a depósitos de meandro (29) del río Palmones.

Aparte de la llanura de inundación de estos cursos principales, se han identificado como (31) a todos aquellos depósitos conglomeráticos, arenosos y sobre todo fundamentalmente limosos de aluviones de cuencas secundarias y en general de todos los fondos del valle.

2.2.2.8. Arcillas, bloques, arenas y cantos (32). Coladas de solifluxión. Holoceno

Los deslizamientos tienen una extraordinaria proliferación en todo el Campo de Gibraltar. La climatología regional, el relieve, y las especiales características litológicas del flysch son extraordinariamente favorables para el desarrollo de tales mecanismos que modelan, en mayor o menor grado, muchas de las vertientes del paisaje.

En la Unidad de Algeciras a pesar de la suavidad de su orografía, las masas calcáreo arcillosas de su miembro inferior presentan en sus vertientes signos de deslizamientos. Sin embargo su término superior, el flysch margo-areniscoso micáceo de edad Oligoceno, parece tener mayor estabilidad.

Donde son extraordinariamente espectaculares es al pie de las sierras formadas por las Areniscas del Aljibe, pues la especial disposición estructural de la Unidad del Aljibe favorece el desencadenamiento de estos mecanismos. Grandes formaciones de areniscas reposan sobre un sustrato arcilloso muy plástico que en época de lluvia, está totalmente saturado de agua. Cualquier pequeño desequilibrio produce el deslizamiento de imponentes bloques de areniscas a favor de las fuertes pendientes, y junto a grandes masas arcillosas del sustrato inferior avanzan hasta el fondo de los valles. Sobre los rellenos de la Unidad del Aljibe se pueden reconocer por fotogeología grandes nichos o cicatrices erosivas a partir de las cuales progresan espectaculares y caóticas coladas de solifluxión.

2.2.2.9. Limos, arenas y cantos (33). Conos de deyección. Holoceno.

Los que tienen representación cartográfica no son demasiado numerosos. Se localizan sobre todo a la salida a los cursos colectores principales, de ramblas y valles laterales.

Su naturaleza es esencialmente arcillosa o arenosa, cuando se instalan a partir o sobre las formaciones pliocenas. Tienen también dispersos cantos, bloques o lechos conglomeráticos allí donde se nutren de relieves areniscosos o calcáreos.

2.2.2.10. Arcillas, arenas y cantos (34). Derrubios de ladera. Holoceno.

En contra de lo que cabría esperar dado lo accidentado del relieve, los derrubios de ladera ocupan un plano secundario entre las formaciones superficiales de la Hoja. Esta circunstancia se debe a que los procesos fundamentales de degradación y modelado del relieve se realizan mediante mecanismos de solifluxión. Proliferan sobre todo en torno a los crestones rocosos de las Areniscas del Aljibe, dando sobre todo coluviones acordes con su área de emplazamiento, es decir, clastos de areniscas y escasa matriz arcillo-arenosa. Sobre la Unidad de Algeciras, los derrubios de ladera representados, son sobre todo arcillosos.

3. TECTÓNICA

3.1. INTRODUCCIÓN

Toda la región queda comprendida en el sector occidental de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas que abarcan al Penibético, al Subbético, y a Las Unidades alóctonas del Campo de Gibraltar. De ellas tan solo el último de estos dominios aflora en esta Hoja.

Como el concepto Unidad lleva implícita a la vez que unas razones de índole litoestratigráfico, otras de orden estructural, la sistematización de este capítulo es bastante parecida a la del anterior. Primeramente se estudiarán las estructuras internas de cada una de las distintas unidades que se agrupan bajo el dominio del Flysch del Campo de Gibraltar. En segundo lugar, se procederá al análisis de sus mutuas relaciones.

Además es necesario considerar un último capítulo dedicado a las deformaciones de los sedimentos recientes, es decir, referente a los depósitos Mio-Pliocenos y a las formaciones superficiales cuaternarias. No obstante su edad, posterior a las grandes etapas paroxismales de las Béticas, a partir de ellos se pueden deducir algunas importantes manifestaciones posteriores.

3.2. DEFORMACIONES PAROXISMALES

3.2.1. Unidad de Algeciras

Salvo en la parte occidental de la Hoja, ocupada por la Unidad del Aljibe, los afloramientos de la Unidad de Algeciras aparecen por toda ella.

En su límite septentrional se observan sobre todo los materiales margo-areniscosos del Oligoceno. Su estructura compleja y sin continuidad general no demasiado representativa será convenientemente descrita en la Hoja de Jimena de la Frontera donde se extienden estos afloramientos. En el sector comprendido aquí destacan como rasgos más destacables las series monoclinales invertidas, probablemente pertenecientes a estructuras margosas, y la compartimentación en escama.

En la región oriental, entre La Línea y Punta Chullera, la aparición de esta unidad se reduce a esporádicos afloramientos pinzados entre importantes masas areniscosas o carbonatadas del conjunto de facies "tipo Aljibe" que se han agrupado bajo la denominación de Unidades Intermedias.

La mejor representación de la Unidad en la Hoja, la ofrece el cuadrante suroccidental en la comarca comprendida entre San Roque, la Sierra de Montecoche, Los Barrios y la Bahía de Algeciras. Aquí la estructura es algo más fácil de observar. En la parte más próxima al mar el dominio corresponde al flysch arenisco-margoso micáceo cuyas capas, a menudo perceptibles por fotogeología, dibujan amplios pliegues. Entre ellos destaca el de Guadarranque que es una estructura en antiformal de plano axial de dirección meridiana y plano axial algo asimétrico y con ligera vergencia hacia el este.

Entre la Sierra de Montecoche y Los Barrios, las aristas que dibujan los afloramientos calcáreos, casi siempre representados por niveles conglomeráticos del Eoceno, definen la estructura. Las series isoclinales y con buzamientos oscilando entre los 40 y los 60 grados, dibujan un ligero arco con la concavidad dirigida hacia el SE. Aunque pueden aparecer alternativamente series normales e invertidas, aparecen con mucha más frecuencia estas últimas. Ante este

hecho la pregunta de DIDON (1969) es la siguiente: ¿plegamiento isoclinal o sucesión de escamas?. Aún considerando los dos casos, en la mayoría de las veces se ha adoptado la segunda solución.

Tanto en ésta, como en otra de las zonas cartografiadas, se detecta la aparición de una densa red de fracturas que disloca las estructuras descritas. Las direcciones más frecuentes son: N 135, N 155, N 110, N, N 90 y N 65 por orden de importancia.

3.2.2. Unidad del Aljibe

Esta Unidad se caracteriza por tener dos términos de litología muy diferentes:

- A techo, un paquete arenoso muy competente.
- A muro, una serie plástica margo-arcillosa con calizas.

De esta disposición va a depender en gran parte el estilo estructural de la Unidad, en donde los contactos entre ambos términos se realizan con frecuencia mecánicamente.

El dominio tectónico de esta Unidad está localizado en el cuadrante nordoccidental de la Hoja. A grandes rasgos los afloramientos de la Unidad del Aljibe describen una estructura plegada muy peculiar con plano axial más o menos ortogonal a la superficie del terreno. Se compone de dos flancos, en los que alternan alineaciones montañosas correspondientes a las Areniscas de Aljibe y depresiones instaladas sobre la Formación Benaiza. Tienen direcciones casi perpendiculares entre sí que se articulan mediante el pliegue sigmoide del Puerto de la Cotilla, en su día descrito por DIDON (1969).

La más importante de las alineaciones montañosas del flanco septentrional está constituida por una masa de areniscas de disposición monoclinale e invertidas que tiene a la Formación Benaiza apoyada sobre ella en contacto normal. Sin embargo este flanco en parte se caracteriza por ser una estructura compuesta de pliegues que se transforman en escamas, repitiendo la serie varias veces. Desde el vértice de la Playa de la Cotilla arrancan varios y apretados pliegues que progresivamente conforme avanzan al Norte se transforman en fallas inversas a la vez que las series (areniscosas a techo, margo calcáreas a muro) monoclinales hacia el Este, o subverticales en su comienzo, se inflexionan para invertirse con buzamiento claro hacia el oeste unos kilómetros más adelante. Desde el vértice de La Cotilla las estructuras toman una dirección E-O, dispuestas en series monoclinales normales con buzamiento hacia el Sur. La estructura interna de esta alineación que constituye la serie de Montecoche contiene varios pliegues agudos con vergencia general al Norte y alguna escama también con vergencia en el mismo sentido. Estructura monoclinale con repeticiones por escamas con idéntica vergencia presenta también la pequeña terminación de la alineación paralela que constituye el Cerro del Majadal de España al Sur de la Sierra anterior.

El interior de la estructura al N de la Sierra de Montecoche, está constituida por un gran bloque arenoso muy fracturado y con disposición general en estructura sinclinal. Al NO se suceden varios pliegues apretados con vergencia hacia esa misma dirección. Las estructuras sinclinales correspondientes a estos repliegues son tan apretadas que se resuelven mediante sendas escamas que son en definitiva las que separan las formas anticlinales. Las formaciones más blandas de esta Unidad, en general las facies Benaiza, afloran en estrechos corredores con su límite nordoccidental fallado, formando estructuras anticlinales más o menos abortados.

Cabe destacar la estructura anticlinal un poco volcada en cuyo núcleo se encuentra enclavado el embalse del Guadarranque.

Una intensa red de fracturación cuyas direcciones principales son N 135, N 155, N 110 y N 65, afecta a toda la Unidad. Es interesante destacar la profusión con que aparecen en el vértice de La Cotilla. En este y otros lugares se aprecian claros síntomas de que muchos de ellos hayan funcionado como fallas de desgarre.

Un caso especial es el constituido por la masa areniscosa de la Sierra del Arca. Ésta constituye una cúpula antiforme con estructuras en cofre que se interpretan truncadas en la base. Se apoya sobre un dominio estructural que corresponde a la Unidad del Aljibe y es afectada lateralmente por varios juegos de fallas posiblemente de desgarre. Ésta, que es la hipótesis aceptada, no está apoyada por pruebas concluyentes. En este sentido hay que remarcar que la posibilidad de que esta estructura se encuentre inmersa dentro del dominio tectónico a que pertenece geográficamente es en nuestra consideración igualmente válida. Esta última suposición por un lado eliminaría su aislamiento tectónico y por otro supondría un elemento más de continuidad estructural de los afloramientos areniscosos que se suceden sin interrupción apreciable por todo el litoral mediterráneo desde La Línea hasta Punta Chullera.

3.2.3. Relaciones entre las unidades y fases de deformación

Es generalizada la idea de que la Unidad del Aljibe se superpone a la Unidad de Algeciras. La primera de ellas reposa sobre la segunda, según una superficie general que se supone plana. Aunque a escala regional este hecho parece evidente, en detalle las relaciones entre ambas unidades son siempre complejas y difíciles de determinar. A las complicaciones surgidas de la propia arquitectura estructural, tanto por su emplazamiento como por las deformaciones posteriores, hay que unir aquellas otras derivadas de su litoestratigrafía. Estas vienen motivadas por la dificultad de identificación y separación de algunas facies que presentan características muy comunes. Esta circunstancia se da sobre todo en la formación Benaiza y los tramos calcáreos del miembro inferior de la Unidad de Algeciras.

Los diferentes retazos atribuidos por DIDON (1969) a las unidades de Los Nogales, Aljibe y Cerro de La Novia se encuentran totalmente integrados en el modelo estructural interpretado para el dominio tectónico que definen los afloramientos de la Unidad de Algeciras.

En nuestra opinión el conjunto estructural de los flyschs de esta Hoja se subdividen en dos dominios estructurales bien diferenciados, correspondientes uno, a la Unidad del Aljibe y otro, a la Unidad de Algeciras.

En uno y otro dominio se reconocen rasgos estructurales que pueden ser identificados como propios de su emplazamiento.

En el primero de ellos, constituyen rasgos acusados, su disposición en sucesivas escamas o pliegues falla con vergencia general al NO y la mecanización de los contactos entre el término superior e inferior. En el segundo cabe destacar la compartimentación en bloques, la existencia de un plegamiento apretado, a veces con tendencia a ser isoclinal, y la inversión de las series, con buzamiento general al O. En general este dominio presenta, a pesar de la dificultad de observación, una estructura organizada.

También existen otros rasgos estructurales que necesariamente deben ser interpretados como consecuencia de deformaciones posteriores. En la Unidad del Aljibe destaca sobre todo el

trazado curvilíneo de las escamas y de los pliegues asociados a ellas. Otro rasgo notable lo constituye la densa red de fracturas transversales íntimamente ligadas a la deformación anterior. DIDON (1973) interpreta estos hechos como consecuencia de una etapa de compresión N-S que va acompañada por una accidentación transversal con desgarres dextros profundos.

En la Unidad de Algeciras esta etapa de compresión es también muy clara. Curvaturas sigmoides semejantes a las del Puerto de la Cotilla, y fracturas transversas asociadas, son muy frecuentes en esta Unidad. Este esfuerzo compresivo póstumo origina la curvatura de los contactos iniciales, mecanizados o no, y el rejuego como fallas inversas de antiguas líneas de despegue mecánico. En el dominio de la Unidad del Aljibe ocasiona, en unos casos la reactivación del juego de escamas, y en otros el retorcimiento de estos accidentes que elevan hasta la vertical e invierten los planos de los mismos.

1.- Emplazamiento por tectónica gravitacional de las Unidades alóctonas de Flysch.

- Emplazamiento de la Unidad de Algeciras.

- Emplazamiento de la Unidad del Aljibe. Esta sobrepasa a la anterior y se instala en zonas más periféricas.

2.- Etapa de compresión. Como consecuencia se producen importantes desgarres dextrales que deforman la disposición estructural del emplazamiento.

3.3. DEFORMACIONES POSTOROGÉNICAS

Con posterioridad al emplazamiento y deformación de las grandes unidades alóctonas del Campo de Gibraltar existe actividad tectónica esencialmente epirogénica, que queda detectada en los sedimentos recientes, fundamentalmente a través de las deformaciones que los afectan.

Esta actividad se traduce fundamentalmente en deformaciones de gran radio de curvatura que elevan muchos de los sedimentos Miocenos o Pliocenos depositados hace muy pocos millones de años en el litoral mediterráneo a cotas notables. El afloramiento Plioceno más elevado de la Hoja se localiza a 150 m de cota, al Sur de la Sierra de Montecoche, en el paraje llamado Las Majadillas, a pocos kilómetros de la costa. La propia extensión longitudinal de los afloramientos Pliocenos que penetran varios kilómetros a lo largo del río Guadarranque, y el basculamiento generalizado de los mismos hacia el sur son pruebas inequívocas de estos movimientos. La Bahía de Algeciras ha retrocedido desde el Plioceno hasta la posición actual como consecuencia del relleno sedimentario y de la progresiva elevación de la comarca.

Ligado, con toda probabilidad a estos movimientos epirogénicos se han producido importantes dislocaciones que han afectado a los afloramientos Pliocenos. Sobre ellos se aprecia una densa red de fracturas, antiguas muchas de ellas, cuyo rejuego ha producido en ocasiones basculamientos de bloques y dislocaciones a veces importantes que pueden originar buzamientos en el Plioceno superiores a los 30°.

Estos procesos tienen su continuidad durante el Cuaternario. Terrazas, rasas litorales, playas y otros depósitos recientes, elevados varios metros sobre su nivel original son testigos y pruebas convincentes de este hecho. En este sentido el río Guadiaro, que ha sustituido en los tramos finales de su recorrido, antiguos cauces divagantes por otros trenzados más directos y funcionales, puede ser un buen ejemplo de la actividad epirogénica de la zona.

4. HISTORIA GEOLÓGICA

En un principio los grandes rasgos de la evolución geológica de la zona deben considerarse en función de tres grandes etapas:

- Etapa de sedimentación preparoximal. En ella tiene lugar la instauración del dominio sedimentario del Flysch que componen las distintas unidades del Campo de Gibraltar. Estas, se establecen en un lugar incierto probablemente en lo que hoy constituye el mediterráneo occidental durante el Cretácico Superior y el Paleoceno.
- Etapa paroximal. Supone el emplazamiento de las distintas unidades diferenciadas, durante el paso Oligoceno-Mioceno, y algunas otras manifestaciones tectónicas posteriores.
- Etapa postparoximal o subactual con procesos sedimentarios y tectónicos de poca consideración.

4.1. ETAPA DE SEDIMENTACIÓN PREPAROXIMAL

El carácter alóctono de las distintas unidades aflorantes impide el establecimiento riguroso de cualquier historia evolutiva. No obstante, aunque dentro del dominio del Flysch aún dista mucho para poder establecer cualquier esquema de reconstrucción paleogeográfica sólido, las distintas unidades que lo componen, tienen muchos rasgos comunes que son susceptibles de comparar y correlacionar, intentando tratarlas desde una perspectiva común. Así por un lado se planteará sucesivamente y por separado la historia geológica de cada una de las dos unidades fundamentales de la Hoja, intentando a continuación la misma empresa pero en conjunto.

4.1.1. Unidad de Algeciras

En esta Hoja la sedimentación turbidítica se conoce ya en el Cretácico Superior. Ésta, está caracterizada por facies muy distales, localizadas en la llanura abisal. Estas condiciones perduran hasta entrado el Eoceno, en que se depositan algunas facies conglomeráticas, que en alguna forma son indicativas, por un lado de mayor proximalidad en el aparato turbidítico, y por otro de una cierta inestabilidad tectónica. Sin embargo durante el Bartonense se dan otra vez facies distales. Esta característica se acentúa durante el tránsito Eoceno-Oligoceno. Durante este último piso es cuando se producen las mayores acumulaciones de sedimentos de toda la etapa turbidítica, probablemente consecuencia del acentuamiento de la inestabilidad. Por lo general corresponden a facies algo más proximales que las anteriores.

4.1.2. Unidad del Aljibe

Como en la Unidad anterior parece que las primeras turbiditas identificadas son de edad Cretácica Superior (DIDON, 1969). Estas condiciones que corresponde a facies muy distales pueden prolongarse hasta el Oligoceno. Sin embargo en otras zonas alternan con otras facies turbidíticas menos distales (parte externa del abanico).

Ya durante el Oligoceno se produce un gran cambio en la sedimentación, pues desaparecen los aportes calcáreos. Se mantienen las características turbidíticas aunque estas sean de naturaleza areniscosa y con ubicación más proximal, en la zona media o interna del abanico (PENDON, 1978). Como ocurría con sus equivalentes litológicos y cronológicos de la Unidad de Algeciras esta etapa es un claro síntoma del aumento de la inestabilidad.

4.1.3. Aspectos de conjunto. Evolución sedimentaria del Flysch

A priori es deducible que cada una de las distintas unidades se componen de dos términos fundamentales: uno inferior arcilloso-calcáreo y otro superior arenoso. Uno y otro son isocronos y probablemente correlacionables con los respectivos términos de las otras unidades. Uno y otro se suceden en el tiempo y tienen distinta área de aporte, calcárea el inferior, y plutónica o metamórfica el superior. Entra dentro de lo posible que la compleja sistematización cartográfica del Flysch del Campo de Gibraltar puede reducirse en su origen a un esquema paleogeográfico en el que tendrán cabida dos únicos abanicos turbidíticos fundamentales, superpuestos en el espacio y en el tiempo. El primero abarcaría la sedimentación de la etapa comprendida entre el Cretácico Superior y el Oligoceno, y el segundo gran parte del Oligoceno.

Sin embargo no todo es tan simple. Mientras que DIDON (1969) es partidario de la existencia de una única cuenca durante todo el proceso turbidítico, PENDON (1978) opina que el problema es más complejo. Las diferencias paleogeográficas que este autor encuentra entre las areniscas del Aljibe y el resto de los flyschs Oligocenos le llevan a considerar en esta época dos ambientes sedimentarios diferentes. En este sentido es de interés señalar la insistencia de este autor en la problemática del origen del cuarzo de los sedimentos numídicos (Areniscas del Aljibe).

La evolución del dominio sedimentario del Flysch se podría sintetizar así:

- Aunque en la Hoja los sedimentos tipo flysch más antiguos se atribuyen al Cretácico Superior, DIDON (1969) estima que este dominio se individualizaría en el Berriasiense o quizás en el Titónico Superior.
- Desde el Cretácico Superior hasta el Eoceno Inferior predominan las facies turbidíticas calcáreas muy distales. En el Paleoceno son características las calizas con microcodium presentes en la Hoja de JIMENA DE LA FRONTERA (nº 1071)
- Durante el Eoceno Inferior y Medio la presencia de facies conglomeráticas son indicativas de la presencia de fenómenos orogénicos próximos. No obstante son apariciones muy localizadas y continúa el predominio de una sedimentación turbidítica distal (abanico externo).
- Durante el Eoceno Superior (Bartoniense) las condiciones señaladas en el último párrafo se generalizan. Los depósitos son más finos.
- El tránsito Eoceno-Oligoceno es de sedimentación muy fina. La coloración rojo violácea de estos hace pensar en una herencia permo-triásica (DIDON, 1969) una vez que el tramo calcáreo del resto del Mesozoico hubiera desaparecido. Son facies de llanura submarina.
- El Oligoceno marca el comienzo de una nueva etapa. Se producen grandes acumulaciones de sedimentos depositados como facies turbidíticas más proximales que en opinión de algunos (PENDON, 1978) se realizan en ambientes con procedencias distintas. El área de aporte es ahora cratónica y la estabilidad tectónica va en aumento.

4.2. ETAPA PAROXISMAL

En el Aquitaniense Inferior-Mioceno Medio se desarrolla una gran periodo paroxismal. Las placas africana e ibérica colisionan y en consecuencia se produce la expulsión de los materiales alóctonos que forman mantos sucesivos por deslizamientos de gravedad. Se instala primero todo el dominio de la Unidad de Algeciras y a continuación sobreviene el emplazamiento de las unidades numídicas del Aljibe que cubren y sobrepasan a gran parte de la unidad anterior hasta su localización periférica definitiva.

BOURGOIS (1977) establece la gran etapa geodinámica de génesis del Arco de Gibraltar según dos tiempos. El primero, que llama de hispanización de los flyschs rifeños lo sitúa durante el Burdigaliense y es el momento de emplazamiento de las unidades alóctonas. El segundo, durante el Helveciense y Tortoniense corresponde a la compresión del conjunto anteriormente formado como consecuencia del empuje del bloque de las Zonas Internas que derivan hacia el Sudoeste a lo largo del accidente de transformación Nekor-Chella bank. En este sentido, hay que achacar muchas de las modificaciones de la estructura original del emplazamiento de los flysch a esta fase. Por una parte se cree que el emplazamiento definitivo, por simple deslizamiento de la Unidad del Aljibe es posible que se prologara aún durante bastante tiempo (CHAUVE, 1967). Por otro lado ciertos rasgos estructurales, arqueamiento de estructuras y fracturación asociada, hay que ligarlos a esta etapa. DIDON (1973) los interpreta como consecuencia de una accidentación transversal con desgarres dextros más o menos profundos que acompaña a unos esfuerzos de compresión de dirección N-S.

4.3. ETAPA POSTPAROXISMAL

La última etapa se caracteriza tectónicamente por deformaciones poco importantes que se producen con posterioridad al importante periodo de sedimentación litoral que caracteriza al Plioceno. Durante este periodo de tiempo la configuración paleogeográfica de la zona era muy semejante a la actual. Deformaciones de gran radio de curvatura elevan la región paulatinamente. Emergidos gran parte de los sedimentos Mio-Pliocenos se produce un intenso arrasamiento que decapita los mismos, y origina su karstificación. Esta superficie es nuevamente cubierta por nuevos sedimentos de ambiente fluvio-marino.

A continuación de estos procesos se reinstauran los movimientos epirogénicos que levantan la comarca progresivamente, hasta los niveles actuales.

5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

5.1. RECURSOS MINERALES

5.1.1. Rocas Industriales

La actividad de explotación de rocas industriales de la Hoja esta limitada a la extracción de arcilla, arena, areniscas y calizas.

Las canteras de arcillas son utilizadas exclusivamente para la industria cerámica (ladrillería). La principal explotación, que utiliza los materiales margo-areniscosos del flysch oligoceno de la Unidad de Algeciras, se localiza al Sur de San Roque.

La explotación de arenas se localiza fundamentalmente en las formaciones dunares de la costa y en los depósitos arenosos del Plioceno.

Todas las explotaciones de calizas que proporcionan materia prima para industrias de la construcción, áridos, rocas ornamentales y aglomerantes (cales) principalmente, están inactivas. Se localizan sobre el flysch margo-calcáreo y sobre todo en las calizas conglomeráticas de la Unidad de Algeciras.

5.1.2. Minería

En el dominio del flysch del Campo de Gibraltar, al que pertenecen los afloramientos de esta Hoja, las mineralizaciones son inexistentes. En consecuencia la actividad minera es nula.

5.2. HIDROGEOLOGÍA

A pesar de la elevada pluviometría, la Hoja en su conjunto no presenta características demasiado favorables para albergar importantes acuíferos. Desde una perspectiva hidrogeológica esta puede dividirse en tres unidades fundamentales.

La primera de ellas corresponde a un conjunto basal constituido por la Unidad de Algeciras y el término inferior arcillo-calcáreo de la Unidad del Aljibe. De una manera global puede considerarse como impermeable y sin grandes posibilidades de contener acuíferos de consideración. Localmente el flysch arenoso oligoceno de la Unidad de Algeciras constituye zonas de permeabilidad relativamente buenas aunque sin grandes posibilidades en cuanto a acuífero se refiere.

Otra unidad hidrogeológica queda constituida por la Arenisca del Aljibe, el término superior de dicha Unidad. Estas tienen una permeabilidad relativamente buena por percolación y fracturación. Su enérgico relieve así como su posición estructural sobre el término basal impermeable, condicionan su drenaje que es excelente. En este sentido hay que señalar que la mayor proliferación de fuentes de la Hoja se sitúan precisamente en la base de esta formación areniscosa. Por las circunstancias anteriores y por las especiales características lito-estratigráficas (tipo flysch) que motivan la alternante aparición de cuerpos permeables e impermeables no son de esperar acuíferos importantes.

La tercera unidad hidrogeológica la constituyen los sedimentos arenosos del Plioceno. En general se presentan una alta permeabilidad por percolación y buena escorrentía lo que hace que su drenaje sea bueno y profundo. Por ello y aunque pueden existir acuíferos locales de poca importancia, las posibilidades de volúmenes considerables de recursos acuíferos son prácticamente nulas.

En síntesis cabe destacar tres unidades hidrogeológicas, una basal impermeable y dos superiores permeables. Esta disposición estructural, dadas las condiciones de relieve de la Hoja, es idónea para que se den condiciones de drenaje excelentes disminuyendo así la probabilidad de existencia de buenos acuíferos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BOURGOIS, J. (1971). "Etude geologique du Corridor de Boyar et de ses abords (Andalousie, Espagne)". *Thèse 3e cycle. Fac. Sc. Paris.* 205 p.
- BOURGOIS, J. (1977). "D'une étape geodynamique majeure dans la genèse de l'arc de Gibraltar: L'hispanisation des flyschs rifains au Miocene inférieur". *Bull. Soc. Geol. France. (7), t. XIX,* nº 5, p. 1117-1119.
- CANO, F. Y TORRES, R. (1981). "Hoja Geológica 1:50.000, núm. (1071) (Jimena de la Frontera)". *IGME.*
- CHAUVE, P. (1976). "Etude geologique du Nord de la provinc. de Cádiz (Espagne meridionale)". *Mem. Inst. Geol. y Min. Esp., t. LXIX,* 377 p.
- DIDON, J. (1966). "Styles tectoniques de l'Unite de l'Algibe au Nord du Detroit de Gibraltar (Espagne meridionale)". *B.S.G.F., (7), t. VIII,* p. 521-526.
- DIDON, J. (1969). "Etude geologique du Campo de Gibraltar (Espagne meridionale)". *Thése. Fac. Sc. Paris.,* 539 p.
- DIDON, J.. (1973). "Accidents transverses et conlissages longitudnaux dextres dnas la partie N de l'arc de Gibraltar (Cordillères betiques occidentales. Espagne)". *B.S.G.F. (7) XV, nº 2,* p. 121-127.
- GAVALA, J. (1961). "Regiones petrolíferas de Andalucía". *Bol. Inst. Geol. Min. España.* 51, p. 3-35.
- GAVALA, J.. (1924). "Mapa geológico de la provincia de Cádiz". *Inst. Geol. Y Min. España.*
- GENTIL, L. (1918). "Sur l'existence de grandes nappes de recouvrement dans la pronvice de Cadix (Espagne meridionale)". *C.R. Acad. Sc. Paris.* 166, p. 1003-1005.
- IGME (1969). "Estudio geológico del Campo de Gibraltar". *Dto. Estudios Geológicos. IGME.*
- MARTÍN-SERRANO, A. Y PILES, E. (1.981). "Hoja geológica 1:50.000 núm. 1078 (Algeciras)". *IGME.*
- MUTTI, E. (1979). "Turbidites et cones sousmarins profunds". *Inst. De Geol. De l'université de Fribourg/Suisse.* p. 353-419.
- PENDÓN, J.G. (1978). "Sedimentación turbidítica en las Unidades del Campo de Gibraltar". *Tesis Fac. Cienc. Univ. Granada.* 261 p.