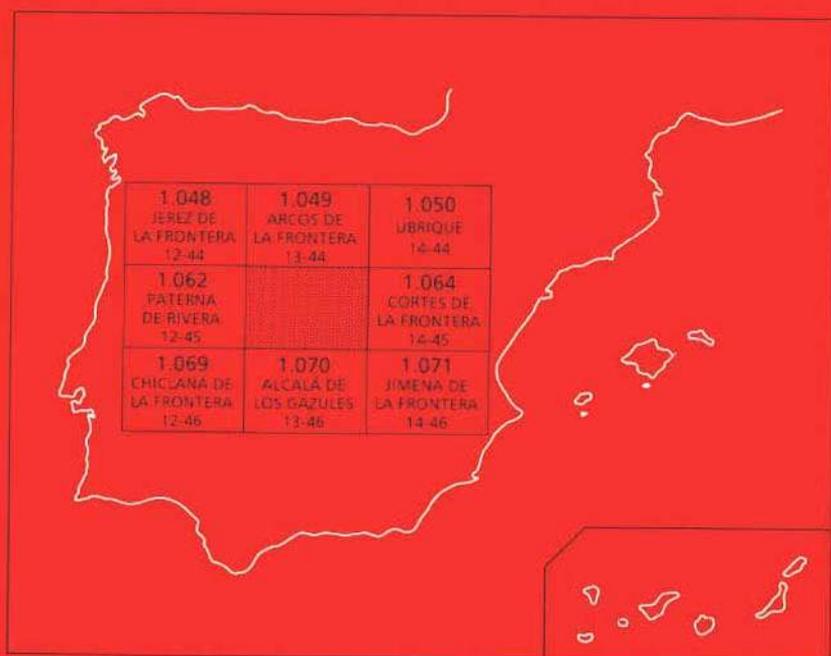




MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

Segunda serie - Primera edición



ALGAR

El Instituto Tecnológico GeoMinero de España, ITGE, que incluye, entre otras, las atribuciones esenciales de un "Geological Survey of Spain", es un Organismo autónomo de la Administración del Estado, adscrito al Ministerio de Industria y Energía, a través de la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales (R.D. 1270/1988, de 28 de octubre). Al mismo tiempo, la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica le reconoce como Organismo Público de Investigación. El ITGE fue creado en 1849.

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

ALGAR

Segunda serie - Primera edición

MADRID, 1990

Fotocomposición: GEOTEM, S.A.
Imprime: Gráficas Loureiro, S.L.
Depósito legal: M-10371-1991
NIPO: 232-91-001-4

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por INYPSA con normas, dirección y supervisión del ITGE.

AUTORES Y COLABORADORES

Cartografía y redacción de Memoria

A. García de Domingo

P.P. Hernaiz Huerta

J. González Lastra

C. Zazo Cardeña

J.L. Goy Goy

} Plioceno superior y Cuaternario

Tectónica y Neotectónica

F. Moreno Serrano

Sedimentología

J. González Lastra

A. Maymo Asses

J.C. García Ramos

Ichnofauna

J.C. García Ramos

ESTUDIO DE MUESTRAS

Micropaleontología

L. Granados Granados

Nannoplacton

P. Aguilar

Sedimentología

L. Granados Granados

M. Valenzuela

C. Suárez de Centi

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Tecnológico y Geominero de España existe para su consulta documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.

- Estudio sedimentológico y micropaleontológico de dichas muestras.
- Informes sedimentológicos de series.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información.

1. INTRODUCCION

1.1. SITUACION GEOGRAFICA

La Hoja 1.063 (13-45), Algar, se encuentra situada al Este de la provincia de Cádiz, limitando en parte con la provincia de Málaga.

Dentro de esta Hoja hay que destacar dos zonas topográficamente más elevadas: la primera, situada en el sector oriental, constituye la Sierra del Aljibe (1.091 m); la segunda está formada por las Sierras del Valle, de la Sal y de las Cabras con una cota máxima de 600 m.

La red fluvial está muy desarrollada siendo esta zona montañosa cabecera para numerosos sistemas fluviales entre ellos los de los ríos Barbate, Hozgarganta y Majaceite.

1.2. MARCO GEOLOGICO REGIONAL

Desde el punto de vista geológico, esta Hoja se encuentra enclavada en las Béticas occidentales. En ella se pueden diferenciar dos sectores:

- El occidental, incluido dentro del límite entre el Subbético medio y el Penibético, está caracterizado por poseer un Jurásico totalmente o casi totalmente calizo, con una notable reducción de potencia a nivel del Dogger-Malm. El Cretácico inferior, formado por margas y margocalizas blancas, culmina en el Albiense en un tramo de margas blancas con ammonites piritosos, que constituye un nivel de despegue regional. El Cretácico superior-Paleoceno se presenta en las típicas facies de "Capas rojas", mientras que el Eoceno está formado por margas y margocalizas blancas con intercalaciones turbidíticas. El Oligoceno está constituido por margas y margocalizas blancas y se sitúa discordante sobre el tramo del Eoceno anterior.
- El oriental está relacionado con las unidades turbidíticas del Campo de Gibraltar; en parte se sitúa tectónicamente sobre el Subbético comenzando en el Mioceno inferior por el emplazamiento de la Unidad de Almarchal (Cretácico superior-Paleoceno); posteriormente se produce la sedimentación de las Areniscas del Aljibe, culminando esta etapa con el depósito del Complejo tectosedimentario mioceno.

En general los materiales del Subbético medio y Penibético forman parte de una amplia estructura, con orientación N.NE. paralela a la Cadena, que se prolonga por el S.E., hasta la Hoja de Vejer de la Frontera (1.073); dicha estructura debió de actuar como un umbral diapírico con tendencia al levantamiento cuyos movimientos han condicionado en gran parte los rasgos paleogeográficos así como, en los momentos de mayor actividad tectónica, la dirección y extensión de los transportes tectónicos y los estilos estructurales de las diversas zonas.

Con posterioridad al paroxísimo tectónico, esta zona quedaría definida como una depresión en la que se sedimentarían los materiales margosos y biocalcareníicos del Mioceno superior.

1.3. ANTECEDENTES

El estudio de esta región comienza con los trabajos de GAVALA (1924), que confecciona un

mapa a escala 1:100.000, denominando al conjunto arenoso "Areniscas del Aljibe", y ROBAUX (1935), que data como Cretácico superior algunos flysch de esta región.

Una investigación más detallada se inicia con los trabajos de tesis doctorales de la Facultad de Ciencias de París, dirigidos por DURAND DELGA y realizados por CHAUVE, (1967) que estudia el norte de la Provincia de Cádiz y DIDON (1969) que estudia el Campo de Gibraltar.

Posteriormente hay que destacar los trabajos de PENDON (1977) que estudia la sedimentación turbidítica del Campo de Gibraltar y BOURGOIS (1978) que realiza la transversal de Ronda y aporta nuevos datos sobre la evolución del Arco de Gibraltar.

Asimismo hay que destacar la interpretación de los sondeos petrolíferos profundos realizada por PERCONING (1962).

El Mioceno superior de esta región ha sido estudiado por MARTINEZ (1973) que realiza el corte de Vejer de la Frontera y por RODRIGUEZ FERNANDEZ (1982).

Por último hay que mencionar los estudios del Plioceno superior-Cuaternario y Neotectónica, realizados por ZAZO (1980), BENKHELIL (1976) y BOUSQUET (1974).

2. ESTRATIGRAFIA

2.1. SUBBETICO

Atendiendo a la clasificación efectuada por J. BAENA et al (1982), los materiales que afloran en esta Hoja, y que corresponden al sector occidental de la misma, están comprendidos dentro del Dominio del Subbético medio.

2.1.1. Triásico

Aflora ampliamente en la mitad occidental de esta Hoja. Es importante destacar el carácter halocinético en estos materiales que constituyen un umbral de origen diapírico que, con dirección SO-NE, se extiende hasta la Hoja de Vejer de la Frontera.

Este umbral, cuya geometría final se ha definido en etapas post-tectónicas, ha representado un elemento de control paleogeográfico y tectónico a lo largo de toda la historia geológica de la región.

2.1.1.1. *Arcillas y yesos* (1); *Dolomías tableadas* (2); *Areniscas rojas* (3) y *Ofitas* (4) (Triásico superior)

El complejo triásico que aflora en esta Hoja está representado en facies de tipo germánico y, más concretamente, presenta características del tipo **Germano-Andaluz**".

Litológicamente está formado por un conjunto de arcillas varioladas, yesos rojos y blancos y depósitos de sal, observándose frecuentemente dentro de este conjunto abundantes cuarzos bipiramidales y pequeños nódulos de azufre (1).

Heterogéneamente dispuestos entre la masa arcillo yesífera se han observado afloramientos de dolomías tableadas (2) (dolomicritas e intramicritas) de color gris a negro, de aspecto brechoide, que presentan laminaciones de algas y porosidad debida a disolución de sulfatos.

En el Cerro Castilleja, al Este de la Sierra de las Cabras, afloran mezclados con este complejo arcilloso unos niveles de areniscas arcillosas micáceas de grano fino, color amarillo y excepcionalmente rojo, conteniendo restos de Equisetites (3).

Asimismo y diseminados en este conjunto, se encuentran numerosos bloques, de distinto tamaño, de rocas eruptivas básicas (ofitas) (4) compuestas esencialmente por plagioclasas y piroxenos de grano medio a fino y textura holocristalina.

La edad de todo este conjunto arcillo-yesífero es claramente Triásico superior, en base a las correlaciones establecidas con otras Hojas próximas en las que se han encontrado restos de *Equisetites aff. arenaceus*, *Avicula gansingensis*, *Myophoria vetista* y *Miophoriopsis keuperrina* (CHAUVE, 1968).

2.1.2. Jurásico

2.1.2.1. *Calizas y dolomías* (5) (Lías-Dogger inferior)

Afloran ampliamente en la Sierra de las Cabras, Sierra del Valle y Sierra de Dos Hermanas.

Se trata de una alternancia de calizas con frecuentes laminaciones de algas y dolomías blancas estratificadas, en bancos, que pueden llegar a alcanzar los 10 m, de espesor, predominando los tramos dolomíticos en el muro de esta unidad. En el techo de la misma se observa una costra ferruginosa y niveles calcáreos de condensación que constituyen el paso al tramo superior.

En el muro son muy abundantes los lamelibranquios, observándose en lámina delgada restos de *Ostrácodos*, *Ophthalmiidos*, *Pfenderinia*, *Lituosepta recoraensis*, *L. Compresa* y *Haurania deserta*.

La edad para todo este conjunto está comprendida entre el Lías y el Dogger inferior (Aale-niense). El espesor máximo observable, medido en la Sierra de las Cabras, llega a alcanzar los 100 m.

El medio de depósito de estos materiales parece corresponder en conjunto a un sistema de barras mareales.

2.1.2.2. *Calizas* (6) (Dogger)

Sobre el tramo dolomítico inferior se observa una serie calcárea de 80 m de potencia, estratificada en bancos de hasta 5 m de espesor y formada por calizas oolíticas y de filamentos y tramos laminados micríticos, nodulosos, con numerosos **hard ground**.

Los estudios de microfauna han determinado : **Protoconchas**, Equinodermos, Lamelibranquios, *Eothrix alpina* y *Globochaete alpina* que datan a esta unidad como Dogger.

Los mejores afloramientos se sitúan en la Sierra de las Cabras, del Valle y en la Sierra de Dos Hermanas, tratándose en conjunto de una serie de depósitos de plataforma restringida.

2.1.2.3. *Calizas tableadas* (7) (Malm-Cretácico inferior)

En continuidad con la unidad calcárea anteriormente descrita se desarrolla una serie de calizas tableadas nodulosas de color beige, estratificadas en bancos de 0,3 a 0,5 m o incluso de mayor magnitud, alternando con niveles de margas que presentan restos de Ammonites muy mal conservados.

En general son micritas y biomicritas que contienen *Aptychus*, *Radiolarios*, *Tintinoropoella carpathica*, *Calpionella alpina*, *C. elliptica*, *Globochaete alpina* y *Crassicollaria sp* que asignan a esta unidad una edad comprendida entre el Malm y los tramos basales del Cretácico inferior (Berriasiense).

Se han medido del orden de 100 m, correspondiendo a un medio de depósito típico de plataforma restringida.

2.1.3. Cretácico

2.1.3.1. *Calizas y margas blancas* (8) (Neocomiense-Aptiense inf.)

Los mejores afloramientos de este tramo se sitúan en la vertiente meridional de la Sierra de las Cabras, en contacto mecánico sobre las calizas jurásicas anteriormente descritas. Litológicamente está formado por una serie alternante de calizas y margas blancas con pequeños ammonites piritosos, algo nodulosas, en bancos plano paralelos de 20 cm de espesor. En general se trata de mudstones y wackestones de ostrácodos y foraminíferos planctónicos, alcanzando una potencia total de 100 m.

Los estudios en lámina delgada han proporcionado microfauna: *Dorothia hauteriviana*, *Hedbergella simplex*, *Tintinopsella carpathica*, *Calpionellites darderi*, *C. neocomiensis*, *Nanonculus colomi* y *N. steinmanmi* que datan a esta unidad como Neocomiense-Barremiense comprendiendo incluso los tramos basales del Aptiense.

El ambiente de depósito de estos materiales corresponde al de una plataforma parcialmente restringida.

2.1.3.2. *Margas grises* (9) (Aptiense-Cenomaniense)

Sus afloramientos principales se encuentran en la vertiente norte de la Loma de los Poyales, aunque es posible observar pequeños afloramientos de estos materiales incluidos tectónicamente dentro de otras unidades.

Es importante destacar que este conjunto margoso constituye un nivel de despegue interior de la serie subbética, que favorece el desplazamiento de los materiales calcáreos, más competentes, del Cretácico superior-Eoceno sobre los infrayacentes.

Esta unidad está formada fundamentalmente por margas grises con pequeños niveles calcáreos blancos hacia el techo. Su potencia es difícil de evaluar debido a su posición tectónica; no obstante en esta zona llega a alcanzar unos 50 m.

La fauna es muy abundante, encontrándose: *Ticinella roberti*, *T. primula*, *T. praeticinensis*, *Hedbergella planispira*, *H. simplex*, *H. delrioensis*; entre el nannoplacton calcáreo: *Prediscosphaera cretacea*, *Parhabdolithus angustus*, *Hayesites albiensis* fauna característica comprendida entre el Aptiense y el Cenomaniense basal. El ambiente de sedimentación corresponde al de plataforma restringida.

2.1.3.3. *Calizas y margas rojas* (10) (Cenomaniense-Eoceno)

Los mejores afloramientos de esta unidad se sitúan en la Loma de los Poyales, Loma de Carriles y Loma del Buho.

Su límite inferior se encuentra mecanizado debido a la poca competencia de los materiales infrayacentes, por lo que fácilmente es observable sobre materiales de distintas edades,

normalmente sobre las calizas y margas del Neocomiense e, incluso, directamente sobre el Triásico.

Litológicamente está formado por margas y margocalizas rojas, organizadas en bancos de 30 cm de espesor, de aspecto noduloso, que contienen abundantes restos de *Globotruncana arca*, *G. lapparenti*, *G. stuartiformis*, *G. fornicata*, *G. cretácea*, *G. coronata*, *G. linneiana* así como *Quadrum trifidum* y *Microrhabdulus decoratus*.

Se han medido del orden de 100 m y la edad es claramente Senoniense, llegando en algunas zonas hasta el Eoceno medio, correspondiendo a un medio de depósito típico de plataforma.

2.1.4. Terciario

2.1.4.1. **Margas y margocalizas con niveles turbidíticos** (11) (Paleoceno-Eoceno medio)

En continuidad con la formación anteriormente descrita, se desarrolla esta unidad constituida por margas y margocalizas blancas con niveles turbidíticos formando bancos de 20 a 50 cm o incluso de mayor magnitud.

Los mejores afloramientos se encuentran situados en la Loma de Poyales, Cerro de la Gloria y Cortijo del Buho.

La fauna es muy variable y numerosa, encontrándose *Globorotalia formosa*, *G. lensiformis*, *G. aequa*, *G. broedermanni*, *G. wilcoxensis*, *G. aragonensis*, *G. colomi*, *G. pentacamerata*, *Globigerina soldadoensis*, *G. senni*, *G. linaperta*, y una rica asociación de nanoflora: *Discoaster multiradiatus*, *D. binodosus*, *D. lodoensis* y *Marthasterites tribrachiatius* que asigna a esta unidad una edad comprendida entre el Paleoceno superior y el Eoceno medio (Luteciense).

La potencia total de esta unidad es del orden de 200 m correspondiendo a un ambiente de sedimentación de surco dentro de una plataforma.

2.1.4.2. **Margas y margocalizas blancas** (12) (Oligoceno)

Los mejores afloramientos se sitúan en los de los sinclinales que constituyen la Loma de los Poyales y Loma Carriles.

Este tramo discordante sobre la unidad anterior está formado por una serie monótona de margas y margocalizas blancas, en algunas zonas algo arenosas, que han librado abundantes restos de *Globigerina tripartita*, *Globigerina bortanii*, *Catapsidrax unicavus*, *Gladulina laeviata*, *Globoquadrina venezuelana*, así como abundante nannoplacton calcáreo, *Sphenolithus ciperoensis*, *Coccolithus pelagicus* y *Reticulofenestra* sp, que asignan a esta unidad una edad comprendida entre el Oligoceno medio-Oligoceno superior (NP-24/NP-25).

Las dificultades de observación y afloramiento de esta unidad impiden calcular su espesor con exactitud; no obstante, puede alcanzar más de 80 m. Sedimentológicamente esta unidad puede encuadrarse dentro de un ambiente de plataforma.

2.2. PENIBETICO

2.2.1. Terciario

2.2.1.1. *Calizas y margocalizas rojas* (13) (Paleoceno-Eoceno)

Afloran en las proximidades de la Sauceda, así como en el ángulo sureste de la Hoja, en las cercanías del río Hozgarganta.

Se trata de un conjunto de calizas y margocalizas rojas (biomicritas) que han librado abundantes restos de *Globorotalia bullbrooki*, *G. renzi*, *G. spinulosa* y *G. aff. bolivariana*. CHAUVE (1968), en este mismo lugar cita: *Globorotalia pseudobulloides*, *G. compressa*, *G. velascoensis*, *G. aequa* y *G. pseudomemardii*, que datan a este pequeño afloramiento, como comprendido entre el Paleoceno y el Eoceno.

2.3. UNIDAD DE ALMARCHAL

2.3.1. Cretácico superior-Paleoceno

2.3.1.1. *Calizas, margas y arcillas* (14) (Senoniense-Paleoceno)

Aflora esta unidad en el Puerto del Algarrobo, así como en La Sauceda, en la carretera del Puerto de Gáliz a Jimena de la Frontera, siempre sobre materiales que pertenecen al Subbético medio y Penibético, de edad comprendida entre el Triásico superior y el Oligoceno superior. Este tramo es equivalente a la Unidad del Algarrobo definida por CHAUVE (1968) en esta misma zona y a la Unidad del Almarchal, definida por DIDON (1969).

Litológicamente está formada por una alternancia de calizas bioclásticas y margas con niveles de microbrechas. Las calizas (pakstones bioclásticos e intraclásticas con pelets) se encuentran en capas centimétricas formando secuencias turbidíticas con laminación paralela y de ripples, intercaladas entre margas grises.

Su espesor es muy variable ya que su emplazamiento durante el Oligoceno superior-Mioceno inferior sobre la plataforma subbética ha podido modificar considerablemente su potencia; no obstante, en esta zona llega a alcanzar más de 80 m de espesor.

Los estudios micropaleontológicos han librado abundantes microfósiles, frecuentemente removilizados de: *Globotruncana lapparenti*, *G. fallostuarti*, *Pseudotextularia*, *Heterohelix*, *Inoceramus*, *Globorotalia trinidaensis*, *G. compressa*, nannoplacton calcáreo: *Micula decussata*, *Quadrum gothicum*, *Ceratolitoides*, *Eiffellithus turriseiffelli*, que asignan una edad comprendida entre el Senoniense (Campaniense-Maastrichtiense) y la base del Paleoceno.

El medio sedimentario corresponde a un ambiente de llanura submarina.

2.4. ALJIBE Y SERIES SOLIDARIAS

2.4.1. Oligoceno

2.4.1.1. *Calcarenitas y arcillas rojas* (15) (Oligoceno)

Aflora en el sector oriental de la Hoja y siempre solidariamente con las areniscas del Aljibe; no obstante, en Hojas próximas a ésta (Chiclana de la Frontera) se han observado restos de esta unidad, formando láminas, mezcladas en el Complejo Tectosedimentario Mioceno.

Tectónicamente esta unidad constituye el nivel principal de ruptura a favor del cual las Areniscas del Aljibe se han desolidarizado del resto de las series infrayacentes.

En general este tramo presenta características semejantes a la Formación Benaiza, estando constituido litológicamente por una serie de biocalcarenitas (biomicritas) estratificadas en bancos de 0,5 a 1 m de espesor, con granoclasificación positiva, laminación paralela, normalmente deformada (laminación convoluta), observándose en ciertas capas ripples a techo de las mismas, alternando con arcillas rojas y grises.

La microfauna es muy abundante con *Lamelibranchios*, *Equínidos*, *Cibicídes*, *Globigerina*, *Ostrácodos*, *Turborotalia nana*, que datan a esta unidad como Oligoceno.

El ambiente sedimentario de este conjunto corresponde a una llanura submarina, calculándose su potencia visible, en esta zona, en unos 50 m.

2.4.2. Mioceno inferior

2.4.2.1. *Areniscas del Aljibe* (16) (Aquitaniense-Burdigaliense inferior)

Afloran principalmente en el sector oriental de la Hoja, así como en numerosas zonas (Peña Arpada), formando bloques, incluidos dentro del Complejo Tectosedimentario Mioceno.

El emplazamiento de estos bloques (ver apartado de Tectónica) está relacionado con el proceso de imbricación en escamas que sufre esta misma unidad en sectores más al Sureste (Tahivilla, 1.074) y posteriores deslizamientos gravitacionales. Este fenómeno da lugar a observar en dichas arcillas bloques de estas areniscas, con diversidad de facies.

Se trata de una serie de aproximadamente 1.500-2.000 m de areniscas de color anaranjado-amarillento y aspecto masivo con delgadas intercalaciones pelíticas de color marrón claro. El contenido en cuarzo se estima en un 90 %. Los granos son de tamaño grueso, localmente conglomeráticos, bien redondeados, sin apenas matriz y con mala cementación.

Las Areniscas del Aljibe desarrollan una variedad de facies muy limitada, no siendo aplicable la secuencia del Bouma. Se han encontrado exclusivamente asociaciones de abanico medio que se organizan, por lo general, en ciclos de facies y ciclos de compensación, correspondientes a lóbulos deposicionales, aunque también se reconocen secuencias canalizadas

interpretadas como canales distributarios menores que pueden haberse extendido por toda la longitud del abanico.

Estos caracteres son propios de abanicos submarinos construídos por corrientes de turbidez densas, muy cargadas en arenas y bastante pobres en sedimentos finos, poco eficaces para transportar la arena a grandes distancias. La medida de paleocorrientes indica una procedencia desde el Sur.

Las Areniscas del Aljibe presentan además abundancia de estructuras (deslizamientos, diques de arenas, etc.) debidas a inestabilidad tectónica.

Respecto a la edad de las areniscas hay que decir en primer lugar que el hecho de que sean azoicas no permite su datación por medios paleontológicos. Sin embargo, en las Hojas de Tarifa y Tahivilla, situadas más al Sur, se ha encontrado microfauna y nannoplacton de edad Aquitaniense, en dos muestras recogidas en los tramos más superiores de una serie que se sitúa a base de las Areniscas del Aljibe.

Por otra parte, en las arcillas marrones con intercalaciones de areniscas cuarzo-micáceas que se sitúan en aparente serie normal a techo de las Areniscas del Aljibe, se ha encontrado nannoplacton de edad Aquitaniense superior-Burdigaliense.

Es decir, la sedimentación de las Areniscas del Aljibe comienza ya entrado el periodo Aquitaniense, sin que se pueda precisar su límite superior más que diciendo que existe un recubrimiento posterior de edad Aquitaniense superior-Burdigaliense.

2.5. COMPLEJO TECTOSEDIMENTARIO MIOCENO

2.5.1. Mioceno inferior

2.5.1.1. *Arcillas rojas y verdes con Tubotomaculum y bloques diversos* (17) (Mioceno inf)

Afloran en la mitad oriental de esta Hoja, situándose sus mejores afloramientos en las Casas de la Jarda, en los alrededores de la Sanceda y en la carretera del Embalse de los Hurones a S. José del Valle.

Se encuentran, en contacto mecánico, sobre las calizas, margas y arcillas de la Unidad de Almarchal, sobre los depósitos detríticos de la Unidad del Aljibe y en algunas zonas (Sierra Alta, Cerro Castillejo) sobre las arcillas versicolores y yesos del Triásico superior.

Se trata de un conjunto de arcillas rojas y verdes, satinadas, de aspecto esquistoso, con restos de trazas fósiles (*Tubotomaculum*), nódulos de azufre, yesos que pueden llegar a formar niveles (gipsiarenitas), con crecimientos diagenéticos y niveles de limolitas ferruginizadas. También se suelen encontrar fragmentos de niveles calcáreos turbidíticos.

Estas arcillas han sido denominadas de formas diferentes por anteriores autores; así DIDON (1967-1972) les asigna unas veces a la **Unidad de Facinas** y otras a la serie de base de la

Unidad del Aljibe; CHAUVE (1968), las incluye dentro de la **Unidad de Facinas** así como dentro de la serie de base de la **Unidad del Aljibe;** BOURGOIS (1978), las sitúa unas veces dentro de la **Formación de arcillas con bloques** y otras como constituyentes del Neonumídico e, incluso, como serie de base de las Areniscas del Aljibe.

Los estudios micropaleontológicos realizados en estas arcillas han puesto de manifiesto la existencia de removilizaciones de faunas, pertenecientes al Cretácico superior, Paleoceno, Eoceno y Oligoceno. Sin embargo sus microfósiles más frecuentes son: *Cibicides*, *Ammodiscus*, *Glomospira* y *Bathysiphon*, que no son característicos de un piso o subpiso concreto. No obstante, en alguna muestra se han observado *Globigerinoides*, característicos del Mioceno inferior.

Respecto al Nannoplacton calcáreo, al igual que con los foraminíferos, se han observado restos resedimentados del Cretácico, Eoceno y Oligoceno. No obstante, en varias muestras se ha detectado la presencia de *Discoaster cf. druggi*, característico del Mioceno inferior-medio.

En Hojas próximas a ésta, Vejer de la Frontera (1703), Chiclana de la Frontera (1069), se han tenido, en estas mismas arcillas, dataciones similares; por lo tanto este complejo se formó a expensas de materiales del Cretácico superior, Eoceno y Oligoceno, depositándose tectosedimentariamente en el Mioceno inferior.

La característica principal de estas arcillas es la de englobar abundantes bloques de las más diversas litologías y edades, siendo los más frecuentes y espectaculares en tamaño, los formados por las Areniscas del Aljibe, cuyo origen está relacionado con la fase de emplazamiento e imbricación en escamas de estas areniscas y de los materiales calcáreo-arcillosos que constituyen su serie basal.

La procedencia de estas arcillas está relacionada con materiales del Triásico superior, que darían lugar a las gipsiarenitas, aportando los nódulos de azufre y parte de las arcillas versicolores, junto con sedimentos arcillosos de una posible serie oligocena que se situaría en el talud de las Zonas Internas. Durante el Mioceno inferior, el desplazamiento de éstas hacia el Oeste mezcla todos estos depósitos, originando el Complejo Tectosedimentario.

2.5.1.2. *Calizas de Microcodium* (18) (Paleoceno)

Sus afloramientos presentan un desarrollo muy desigual ya que se encuentran empastadas entre las arcillas con *Tubotomaculum*; no obstante, las mejores zonas de observación se sitúan en el Puerto del Algarrobo y Casas de la Jarda.

Se trata de calizas arenosas recristalizadas (biomicritas), estratificadas en bancos con una potencia observable de 30 m en el Puerto del Algarrobo.

La microfauna es muy abundante, observándose piezas de *Microcodium*, *Cibicides*, *Ammobaculites*, *Globigerina*, *Globorotalia*, fauna de edad Paleocena.

El origen de estos bloques, está relacionado con el de las arcillas con *Tubotomaculum*,

descritas anteriormente; por lo tanto es posible que esta unidad tenga su origen en la zona predorsal o próxima a ella, en donde las calizas con *Microcodium* adquieren un gran desarrollo.

2.6. TERRENOS POSTOROGENICOS

2.6.1. Mioceno medio

2.6.1.1. *Margas silíceas blancás* (19)

Afloran al Norte del Embalse de Guadalcacín, siempre con escasa calidad de afloramiento.

Se trata de un conjunto de margas blancas con pequeños niveles detríticos y tramos de calizas organógenas con abundantes diatomeas, que regionalmente se conocen con el nombre de **albarizas** o **moronitas**. Debido a su reducido afloramiento no es posible calcular en esta zona su espesor total. En cualquier caso parece superior a 30 m.

Los estudios de microfauna han determinado restos de Radiolarios, *Globigerinoides tribolus*, *Globigerina venezuelana* y otros, asignando a esta unidad como Mioceno medio, con abundantes resedimentaciones del Oligoceno.

2.6.2. Mioceno superior

Se trata de un conjunto de materiales detríticos carbonatados que se depositan rellenando un paleorelieve, originado por las fases tectónicas miocenas en los que se observa una megasecuencia regresiva compleja (shallowing), evolucionando desde margas de plataforma hasta depósitos litorales costeros.

2.6.2.1. *Margas arenosas azules* (20) y *biocalcarenitás* (21) (Tortonense sup-Messiniense)

Se observan en el Cortijo de Miranda y en la Sierra Alta, apoyándose discordantemente sobre el Complejo Tectosedimentario y los depósitos arcillo-yesíferos del Triásico superior.

Consiste en una sucesión monótona de margas azules, localmente limosas o arenosas e intercalaciones de calizas bioclásticas arenosas con estratificación y laminación cruzada, formando niveles lentejonares en rápida acuñación lateral a las margas anteriormente descritas.

La estructura aparente de estas margas es masiva, probablemente debido a la intensa bioturbación a la que están sometidas, alcanzando una potencia de más de 100 m en la Sierra Alta.

En los estudios de microfauna se han observado abundantes restos de *Turborotalia acostansis*, *T. pachyderma*, *T. acrostoma*, *T. obesa*, *Globorotalia scitula* y *Globigerina bulloides* que asignan a esta unidad una edad Tortonense superior-Messiniense.

El ambiente deposicional de esta unidad, teniendo en cuenta su contenido faunístico así como sus relaciones laterales y verticales, permite suponer a este conjunto depositado en un ambiente de plataforma externa, correspondiendo las facies calcareníticas descritas a un sistema de barras de esta misma plataforma.

2.6.2.2. *Biocalcarenitas* (22) (Messiniense-Plioceno inferior)

Discordante sobre los tramos anteriormente descritos, como se puede observar en la Hoja de Vejer de la Frontera (12-47), e incluso sobre el sustrato, constituido generalmente por el Complejo Tectosedimentario (sector del Cerro de los Pájaros) y Triásico, se desarrolla un conjunto detrítico formado por calcarenitas bioclásticas de grano grueso a muy grueso con abundantes fragmentos de macrofauna y algún pequeño canto de caliza, alcanzando un espesor de 80 m en la Sierra Alta y en el Cerro de los Pájaros.

La fauna es relativamente abundante, con restos de Briozoos, Lamelibranchios, *Balanus*, *Globigerina*, *Globoquadrina*, así como *Globorotalia praemenardii*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides triloba*, *Globigerinoides bisphaerica* (CHAUVE 1968). Teniendo en cuenta la fauna y la similitud de facies con otros afloramientos de estas características en esta región, se asigna a esta unidad una edad comprendida entre el Messiniense y el Plioceno inferior.

Sedimentológicamente corresponde a un complejo de barras bioclásticas amalgamadas, sedimentadas en un ambiente de alta energía, esencialmente submareal.

2.6.2.3. *Biocalcarenitas y conglomerados* (23) (Tortonense-Plioceno inferior)

Aflora esta unidad en el sector septentrional de la Hoja, al Norte de la Sierra de las Cabras, en los alrededores de la Sierra de Dos Hermanas y de la Ermita del Mimbral.

Litológicamente está formada por un conjunto de biocalcarenitas, de grano grueso a muy grueso, con restos de macrofauna, alternando con niveles de conglomerados de cantos calcáreos, bien redondeados y de procedencia jurásica y cretácica, con un tamaño máximo de 60 cm y tamaño medio de 20 a 30 cm.

En los estudios micropaleontológicos sólo se han observado restos de Equínidos y Lamelibranchios. No obstante teniendo en cuenta la similitud de facies con materiales existentes en esta Hoja y la naturaleza postectónica del depósito, se asigna a este conjunto una edad comprendida entre el Tortonense y el Messiniense superior-Plioceno inferior.

La potencia de esta unidad es muy variable, oscilando de 20 a 50 m en los alrededores de la Ermita del Mimbral.

Básicamente este tramo está formado por cosets de estratificación cruzada planar y en surco de gran escala, observándose en algunas ocasiones la laminación deformada, posiblemente por carga o por fluidificación.

Sedimentológicamente estos materiales corresponden a una zona costera de alta energía, tratándose posiblemente de abanicos deltaicos.

2.6.3. Plioceno superior

2.6.3.1. Arenas amarillas (24)

Discordante sobre los tramos anteriores, se observan en el sector noroccidental de la Hoja pequeños afloramientos, alguno de ellos actualmente explotados como canteras de áridos, formados por arenas amarillas, generalmente de grano medio que incluyen esporádicamente niveles carbonatados con fragmentos de microfauna y cuya potencia visible no sobrepasa los 50 m.

No es posible observar un determinado tipo de estratificación y las únicas estructuras claramente reconocibles son superficies onduladas de gran escala y, a techo de esta unidad, laminación cruzada festoon de gran y muy gran escala.

Los estudios micropaleontológicos no han detectado ningún fósil característico, asignando a este tramo una edad Plioceno inferior-medio, por posición estratigráfica y correlación con Hojas próximas.

2.6.3.2. Arcillas verdes (25) (Plioceno superior)

El Plioceno superior representa el final de un ciclo sedimentario que no sólo se observa en el área atlántica sino también en la mediterránea, cuando es posible observar una secuencia completa. Es durante ésta época cuando se depositan en zonas lacustres muy someras las arcillas verdes, a veces ricas en carbonatos y con materia orgánica, que afloran en el ángulo noroccidental de la Hoja.

2.6.4. Cuaternario

Los materiales cuaternarios más extendidos en este área corresponden sin lugar a dudas a los ligados al sistema de gravedad y vertiente, de tal forma que al pie de los grandes relieves (Sierra de las Cabras, Sierra del Valle, Sierra del Aljibe, etc.) se desarrollan extensos coluviones, en los que a veces es posible distinguir más de un episodio, y materiales ligados a procesos de soliflucción y deslizamientos que en la mayor parte de los casos están ligados no sólo al clima sino fundamentalmente a la litología del sustrato.

Los depósitos de terrazas relacionados con los ríos que surcan la Hoja son en general poco extensos y potentes, aunque cabe resaltar el sistema de niveles escalonados que deja el río Majaceite próximo al Embalse de Guadalcaén donde llegan a alcanzar la cota de los 100 m.

Extensos y potentes mantos eólicos se desarrollan en el ángulo noroccidental de la Hoja, siempre en relación con los materiales arenosos del Plioceno.

Al comienzo del Cuaternario o bien en el límite Plio/Pleistoceno, se depositan las Arenas rojas (26), formación ésta muy generalizada en todo el litoral de Cádiz cuya génesis parece estar relacionada con ambientes estuarinos (fluvial, eólico, marino) próximos a la costa y hacia

el interior con ambientes más fluviales ya en relación con el incipiente drenaje que a lo largo del Cuaternario se desarrolla completamente.

Durante el Pleistoceno inferior se desarrolla un potente suelo rojo (28), que afecta principalmente a la formación de arenas rojas y al Plioceno superior-medio. Este suelo rojofersialítico, que tiñe el depósito citado, se caracteriza por presentar un significativo aumento de arcilla en el horizonte B que llega a tener espesores superiores a los 50 cm de potencia.

Afecta en esta Hoja solamente en el ángulo noroccidental y en una extensión relativamente pequeña; sin embargo este suelo está muy generalizado en todo el litoral de Cádiz y Huelva.

En esta misma época se originan las primeras terrazas del río Guadalete (27), con cotas de 100 m, que se extienden en la misma zona en retazos discontinuos parcialmente recubiertas por la llanura aluvial del Arroyo de la Molineta. También de esta época podemos considerar los primeros niveles del río Majaceite, desde los 70 a los 35 m (30, 31 y 32), incluyendo en el Pleistoceno medio los niveles de 45 a 25 m (36 y 37) y en el superior los que comprenden desde los 20 m a los 3 m que entrarían en el Holoceno (41 y 43). Esta secuencia cronológica está deducida por criterios morfológicos, edáficos y regionales principalmente, ya que no existen dataciones en este área.

Comprendiendo parte del Pleistoceno inferior y el medio, tenemos los depósitos de piedemonte (33) de la vertiente meridional de la Sierra de la Sal, serie potente, muy cementada (costra brechoidea) en donde se observa un conjunto de pequeñas fracturas que afectan a estos materiales. Con esta misma edad, prolongándose hasta el Pleistoceno superior, se ha desarrollado un sistema de coluviones (34) que se pueden observar al pie occidental de la Sierra del Valle y que cartográficamente no se han podido diferenciar debido a su superposición; los materiales más antiguos están representados por costras brechoideas, con matriz rosa, que cementa fuertemente los fragmentos de caliza y se podría considerar como **tipo mortadela**. Además de esta secuencia de coluviones, se han diferenciado los correspondientes al Pleistoceno superior (46) y al Holoceno (50), muy frecuentes en toda la Hoja, relacionados con los grandes relieves.

En el Pleistoceno medio y parte del superior, se producen materiales de alteración, caracterizados por arenitizaciones, cuando el sustrato es el Messiniense, con procesos hidromorfos en los perfiles edáficos que resultan y argiluvitaciones, en el caso de que el sustrato sea calizo, dando origen a las **terras rossas** (38), que representan un depósito kárstico de cierta importancia en algunas áreas, como en la mencionada Sierra del Valle.

En el Pleistoceno superior podemos destacar los sistemas de conos aluviales (42) y glacis de cobertera (40), que en algunos casos dan lugar a secuencias originadas en dos o tres fases diferentes pero que no hemos diferenciado por la pequeña extensión de estos depósitos. También de esta época hemos considerado el manto eólico (45), consecuencia del desmantelamiento del Plioceno marino y de la formación de arenas rojas. Aparece restringido al Nordeste de la Hoja.

Los depósitos más característicos de esta época corresponden a los originados por

movimientos de masas, solifluxiones (29), conos de derrubios (39) y deslizamientos (44), ya que ocupan grandes extensiones y se han producido en numerosos momentos, aunque se considera que el mayor desarrollo corresponde al Würm, como consecuencia de la mayor pluviosidad que, junto con la componente litológica, va a favorecer su formación. Estos depósitos aparecen abundantemente en toda la mitad oriental de la Hoja.

En el Holoceno hay que destacar como importantes por su extensión los depósitos de llanura aluvial (51) del Arroyo de la Molineta principalmente y depósitos aluviales (55) y aluviales-coluviales (53) relacionados con los ríos y arroyos principales.

3. TECTONICA

El área ocupada por esta Hoja geológica comprende dos sectores claramente diferenciados: uno, occidental, correspondiente a las series calizo margosas del Subbético Medio y otro, oriental, cubierto en su mayor parte por las Areniscas del Aljibe. Por otra parte los materiales triásicos afloran ampliamente en los dos tercios occidentales y, en forma de ventana tectónica, en el tercio oriental, bajo las turbiditas de Almarchal (Unidad del Algarrobo, CHAUVE 1968).

La estructuración del conjunto es el resultado de una compleja historia que abarca desde el Oligoceno superior al Mioceno medio.

- Durante el Aquitaniense inferior y a partir de las zonas NP 24-25, datadas mediante nannoflora en las margas y areniscas micáceas de Algeciras y en las series margosas del Oligoceno subbético (Hojas geológicas de Tarifa y Algar, respectivamente), se produjo un desplazamiento de Sur a Norte, o quizá del SSE al NNW, que afectó a las series del Subbético Medio así como a las facies turbidíticas tipo Almarchal. Dichos desplazamientos dieron lugar a su plagamiento e imbricación con vergencia Norte. Las estructuras resultantes han sido alteradas o cubiertas por desplazamientos posteriores.

Con anterioridad y simultáneamente a esta fase de acortamiento ya se estaban produciendo movimientos diapíricos y extrusiones de las arcillas y yesos triásicos con la formación de una zona de umbral situada probablemente en el dominio del Subbético Medio.

- La fase principal de deformación, responsable de la estructuración del arco de Gibraltar según un **trust belt** con vergencia al Oeste, se traduce sin embargo en la presente Hoja geológica en un emplazamiento gravitacional de las Areniscas del Aljibe, a partir del edificio y frente de la imbricación situado en las Hojas geológicas colindantes hacia el Este.

Durante esta fase el importante accidente cortical que denominamos en esta ocasión como Conil-Sierra de las Cabras, actuó como falla horizontal derecha, provocando el giro del anticlinal de la Sierra de las Cabras y la formación del arco con el mismo nombre, a la par que diversas fracturas menores, con la misma dirección y sentido de movimiento relativo, presentes en las Areniscas del Aljibe, ya emplazadas gravitacionalmente.

- Posteriormente se produjo una nueva fase de acortamiento con vergencia opuesta a la fase anterior, generándose así diversos retrocabalgamientos en el seno de los materiales subbéticos y en las Areniscas del Aljibe. Paralelamente se produjo el apretamiento del arco de la Sierra de las Cabras y el desplazamiento hacia el NE del bloque correspondiente a la Sierra de las Dos Hermanas.
- La última fase compresiva, con vergencia Norte, detectada en las Hojas geológicas más próximas al estrecho de Gibraltar, no aparece claramente reflejada en este caso. Podrían, no obstante, asimilarse a la misma algunas fracturas en dirección, poco importantes, así como el posible cabalgamiento hacia el Norte de las Areniscas del Aljibe en el embalse de los Hurones.

Resumiendo, las principales fases de deformación son las siguientes:

- Primera fase de cabalgamiento con vergencia Norte del Mioceno basal anterior al depósito de las Areniscas del Aljibe.
- Segunda fase de imbricación y deslizamientos gravitacionales, con vergencia al Oeste al final del Burdigaliense.
- Tercera fase de retrocabalgamientos con vergencia al Este, durante el Langhiense.
- Última fase de acortamiento con vergencia al Norte, mal representada en estos sectores.

Simultáneamente y en relación con la primera fase tuvieron lugar importantes movimientos diapíricos de los materiales triásicos, durante los cuales las series suprayacentes del Subbético debieron experimentar deslizamientos gravitacionales con despegue e independización de diversos tramos de sus series. Dichos movimientos configuraron un umbral situado probablemente en el límite oriental del Subbético Medio.

3.1. PRIMERA FASE. AQUITANIENSE BASAL

Esta fase de plegamiento y cabalgamientos con vergencia al Norte ha sido deducida tras el análisis de la posición tectónica de las calizas y margas de Almarchal, así como de diversas estructuras tectónicas existentes en las series subbéticas de esta Hoja geológica. Dichas estructuras han sido profundamente alteradas por las fases posteriores e incluso cubiertas hacia oriente por las Areniscas del Aljibe durante su imbricación y deslizamiento gravitacional hacia occidente.

Por ello y tras la realización de la Hoja de Algar, situada ya en el límite occidental de los afloramientos de las Areniscas del Aljibe, dicha fase resulta un hecho evidente, permitiendo reunir e interpretar diversos datos de observación con significado dudoso hasta este momento.

3.1.1. Situación tectónica de las calizas, margas y arcillas de Almarchal

En la porción suroriental del área estudiada las calizas, margas y arcillas de Almarchal (Unidad de Algarrobo), (CHAUVE 1968), aparecen cabalgando a los materiales triásicos, siendo cabalgadas a su vez por las Areniscas del Aljibe con su serie de base y el Complejo Tectosedimentario (Puerto de Galiz, Arroyo del Caballo, etc.). En las inmediaciones del Puerto del Algarrobo, entre las arcillas de Almarchal y el Triás, aparece una intercalación, con bastante continuidad lateral, de brechas sedimentarias originadas a expensas del propio Triás. Brechas análogas han sido citadas y estudiadas con profusión por BOURGOIS (1978) en diversos lugares de las provincias de Cádiz y Málaga. En este lugar pueden ser interpretadas como el resultado de la exposición y erosión subaérea de los materiales triásicos durante el Aquitaniense basal y previamente al desplazamiento sobre los mismos de las calizas, margas y arcillas de Almarchal (ver Fig. 1 C).

Por otra parte, y como consecuencia lógica de los deslizamientos gravitacionales asociados a la segunda fase, estas mismas turbiditas de Almarchal aparecen también como bloques en el seno del Complejo Tectosedimentario Mioceno (Cortijo de Halda).

3.1.2. Estructuras tectónicas en el Subbético

Son atribuibles a esta misma fase los grandes pliegues con amplitud kilométrica correspondientes al anticlinal de la Sierra de la Sal y Sierra de las Cabras, sinclinal del Palmetín, sinclinal de la Loma de Los Poyales y probablemente también, aunque esta atribución es más dudosa, los sinclinales de la Loma del Búho y de los Carriles. Todos ellos son pliegues muy abiertos y sin vergencia definida. El anticlinal de la Sierra de la Sal en la boca de Foz no presenta vergencia definida. Se trata de un pliegue concéntrico con un buzamiento máximo de 50° en su flanco norte y de 62° en su flanco sur. Este último flanco termina bruscamente, probablemente a través de una fractura sin afloramiento visible, contra una serie subhorizontal, todo ello a nivel de las calizas del Jurásico terminal. Dicho pliegue presenta además pequeñas fracturas y pliegues menores que atestiguan un proceso incipiente de expulsión del núcleo del mismo (ver Fig. 2).

El frente y base de esta estructura, en su flanco norte, corresponden a un pequeño cabalgamiento. Por otro lado el mayor buzamiento del flanco sur y su brusco final podría tener su explicación mediante la existencia de un **back thrust** de escasa importancia, con vergencia Sur, todo ello en el seno de una unidad tectónica con desplazamiento al Norte.

Durante esta misma fase las margas y calizas blancas del Neocomiense y las capas rojas del Cretácico experimentaron diversos despegues e imbricaciones, no siempre detectables sobre el terreno. Una de ellas ha podido ser confirmada gracias a la existencia de una escama de capas rojas entre la serie calizo-margosa del Neocomiense (carretera de Los Llanos). Asimismo, al Oeste de la Sierra de las Cabras, las capas rojas presentan una potencia considerable, lo cual puede ser el resultado de la existencia en su seno de una o varias superficies de imbricación. Estos accidentes cabalgantes sólo pueden ser atribuidos a esta fase, dado que su traza cartográfica gira paralelamente con los grandes pliegues ya mencionados. No obstante, en el sector oriental del arco de la Sierra de las Cabras, con dirección N-S, dichos cabalgamientos han podido ser reactivados durante la fase de retrocabalgamientos con vergencia al Este. (ver Fig. 3).

Como estructuras menores (mesoestructuras) atribuibles también a este episodio de acortamiento, cabe señalar la existencia en algunos niveles de las capas rojas, de una esquistosidad espaciada (diaclasas planas) aproximadamente perpendicular a la estratificación pero con su misma dirección. Dicha estructura planar confiere un aspecto tableado a alguno de los afloramientos de estos materiales. Dada la constancia de la relación espacial entre este diaclasado y la estratificación a lo largo del arco de la Sierra de las Cabras se deduce que su génesis es anterior a la formación de dicho arco y que posteriormente ha girado progresiva y conjuntamente con las capas. Su formación puede ser atribuida al aplastamiento ligado a esta fase de acortamiento, en cuyo caso tendría el significado de una esquistosidad. Por ello se han buscado insistentemente superficies estilolíticas que permitiesen verificar dicho origen; no obstante, la litología arcillo-margosa de dichos materiales no ha debido posibilitar la aparición de dicha estructura de disolución bajo presión.

En las inmediaciones de la carretera de Los Llanos, al Oeste de la Sierra de las Cabras y también en el seno de las capas rojas, aparecen pliegues de amplitud métrica con clara

asimetría. El eje de los mismos aparece con una inmersión de 60° al NW. Restituyendo dicho eje a la horizontal y girando además un ángulo equivalente al sufrido por la Sierra de las Cabras, los pliegues quedarían con una dirección aproximadamente WSW-ENE y con una clara vergencia al NNW, acorde por tanto con el resto de las estructuras hasta aquí descritas.

En base a todo lo anterior, así como a otros datos obtenidos en Hojas colindantes o próximas a la de Algar (Ubrique, Cortes de la Frontera, Tahivilla y Tarifa) pero que no detallaremos en esta ocasión, puede concluirse que durante el Aquitaniense inferior y con anterioridad, por tanto, a la sedimentación de las Areniscas del Aljibe, las arcillas, calizas y margas de Almarchal cabalgaron de Sur a Norte sobre la plataforma subbética. La dirección exacta de dicho transporte tectónico de momento no puede establecerse con claridad, lo cual se debe fundamentalmente a los giros producidos por las fases posteriores sobre las pocas estructuras detectadas y atribuibles a esta fase. Los pliegues y estructuras menores son escasos y sólo un número suficiente de medidas de los mismos, realizadas en diversos sectores y sobre los materiales involucrados en esta fase, podrían clarificarnos este punto.

Con este desplazamiento de Sur a Norte, el Almarchal cubrió parte del Subbético a la par que éste se estructuraba también en forma de pliegues y cabalgamientos con vergencia al Norte. Por otra parte ambos conjuntos experimentaron una mutua imbricación explicándose así la circunstancia de que la serie del Almarchal presente escamas o esquivas de los materiales subbéticos solamente en los afloramientos más externos en relación al conjunto de la cadena (zona de Vejer de la Frontera). (ver Fig. 1).

En la Hoja geológica de Algar, el límite noroccidental para el recubrimiento del Subbético por el Almarchal hay que situarlo coincidiendo con un importante accidente cortical que se sigue desde Conil hasta la Sierra de las Cabras, a lo largo de una banda discontinua de afloramientos diapíricos de los materiales triásicos. Al Noroeste de dicha línea no existe ya ningún afloramiento de Almarchal. Este accidente podría corresponder además al límite paleogeográfico y de imbricación tectónica posterior entre el Subbético Interno y el Subbético Medio, prolongándose hasta el corredor de Boyar. De hecho dicha prolongación, en base a la cartografía, parece bastante verosímil. Por otro lado, el corredor del Boyar separa el Subbético Interno del Subbético Medio, albergando en su seno unas series turbidíticas (los flysch cretácicos del corredor del Boyar, BOURGOIS 1978) que al parecer son o equivalen a las turbiditas de Almarchal. De esta manera y durante esta fase las calizas, margas y arcillas de Almarchal probablemente se emplazaran hasta alcanzar la zona correspondiente a dicho límite, la cual, durante la segunda y tercera fase de cabalgamiento, sufrió un importante acortamiento hasta alcanzar su estructura actual.

3.1.3. Movimientos diapíricos y deslizamientos gravitacionales

El análisis del diapirismo y, en concreto, su localización estructural reviste especial dificultad debido precisamente a la extrusión y derrame resultantes del mismo, con el consiguiente recubrimiento por los materiales triásicos de los dominios más externos del Subbético (Subbético Medio y Subbético Externo). Dicho proceso, con seguridad, simultáneo a las principales fases tectónicas, enmascara y dificulta la localización de los accidentes más importantes, o zonas de raíz, en relación con el diapirismo. No obstante y de forma tentativa puede

pensarse en una primera extrusión de dichos materiales, durante la primera fase tectónica, a partir de la zona del Subbético Medio, en su límite con el Subbético Interno, los cuales se extenderían lateralmente y montando ya en parte sobre su propia cobertera jurásico-cretácica, e incluso posiblemente sobre las mismas series del borde externo del Subbético Interno. Seguidamente el cabalgamiento del manto del Almarchal alcanzó este límite entre estos dos subbéticos que de forma también tentativa puede identificarse con lo que hoy constituye el accidente Conil-Sierra de las Cabras-Corredor de Boyar, el cual representaría el cierre durante las fases posteriores de una banda mucho más amplia (ver Fig. 1).

Ciñéndonos al ámbito comprendido dentro de la Hoja de Algar, puede suponerse la evolución de la zona del Subbético Medio como una zona anticlinoria resultante del acortamiento progresivo ligado a esta fase. La cobertera jurásico-cretácica tuvo que sufrir deslizamientos gravitacionales mediante la formación de fallas lístricas a favor de los niveles plásticos correspondientes a las series margosas del Neocomiense y del Eoceno, según un modelo análogo al propuesto por CHAUVE (1968, Fig. 86) (ver Fig. 4). Es imposible reconstruir con detalle los movimientos que llevarán a la estructuración actual del conjunto del arco de la Sierra de las Cabras, en el cual, además de las imbricaciones y plegamiento con vergencia Norte de la serie subbética, se observa un rebanamiento basal hacia el Sur del conjunto de dicha serie, de manera que los tramos del Cretácico y del Eoceno llegan a apoyarse directamente sobre el Trías, dándose el mismo fenómeno en otros bloques situados más al Sur y aislados sobre las arcillas del Trías, como el correspondiente a la Loma del Búho. En este caso las capas rojas del Cretácico aparecen sólo en el lado norte del bloque, en tanto que en su lado Sur es el tramo del Eoceno el que contacta con el Trías. Asimismo existen multitud de retazos aislados sobre el Trías, tanto en la presente Hoja como en las regiones limítrofes. Todo ello obliga a pensar en una acentuación de los movimientos diapíricos durante esta fase compresiva, los cuales llevarían a la extrusión y derrame de las arcillas y yesos del Trías así como a la formación de fallas lístricas y deslizamientos gravitacionales en sentido SSE-NNW en su mayoría, a partir de las zonas anticlinoriales, o con tendencia al levantamiento, de la cobertera subbética en vías ya de plegamiento o acortamiento.

La figura 4 trata de reproducir la secuencia de movimientos que habrían llevado a la estructuración actual del conjunto Loma del Búho y Loma de los Poyales-Sierra de la Sal, es decir del interior del arco de la Sierra de las Cabras. Inicialmente y a partir de un abombamiento o gran pliegue anticlinal situado al Sur del lugar hoy ocupado por esta estructura se generaría una falla lístrica con escalones o porciones horizontales a lo largo de los niveles menos competentes del Eoceno y del Neocomiense, la cual posibilitaría el deslizamiento del conjunto hacia el Norte y su cabalgamiento sobre el Trías extruído a partir del mismo en la parte frontal de dicho gran bloque. Según esta hipótesis hacia el Norte los materiales triásicos extruyeron y cubrieron grandes extensiones de la cobertera subbética. Durante este deslizamiento gravitacional otras fallas lístricas debieron fragmentar la lámina original individualizándose así el bloque correspondiente a la Loma del Búho y otros próximos situados al Este. Al proseguir la fase de acortamiento con dirección SSE-NNW, la lámina subbética del arco de la Sierra de las Cabras experimentó imbricación y plegamiento, de manera que a partir del relieve creado debieron producirse nuevos deslizamientos gravitacionales de las porciones más altas de dicha cobertera subbética (Cretácico y Eoceno), las cuales se colocarían ya sobre el Trías previamente extruído hacia el Norte, o en lo que hoy es la parte externa del

arco de la Sierra de las Cabras (Noroeste, Norte y Este). Dichas láminas serían las correspondientes al Cretácico-Eoceno de la Loma de la Espartosa, Cretácico de la Loma del Alcornocajejo, los Eocenos de las inmediaciones del río Majaceite, así como el Cretácico-Eoceno del Cerrillo del Viento. Estos últimos han sido volcados y comprimidos durante la fase de retrocabalgamientos con vergencia al Este.

3.2. FASE TECTONICA PRINCIPAL. ACTUACION DEL ACCIDENTE DE CONIL-SIERRA DE LAS CABRAS Y EMPLAZAMIENTO GRAVITACIONAL DE LAS ARENISCAS DEL ALJIBE

Durante el límite Burdigaliense-Langhiense, tuvo lugar la fase tectónica más importante a escala de la cadena y en la que el bloque de Alborán (Zonas Internas) se desplazó hacia occidente, (estrictamente hacia el WSW), dando lugar a una cierta imbricación en el Subbético español y a un auténtico **thrust belt** en el frente o extremo occidental de dicho bloque, con lo cual se configuró en gran medida el actual Arco de Gibraltar. El frente de dicha imbricación no llegó a alcanzar el accidente de Conil-Sierra de las Cabras y por tanto tampoco la zona de umbral del Subbético Medio, situada al NW del mismo, de manera que entre el frente de imbricación y el accidente mencionado pudo configurarse, una vez más, un surco que fue rellenándose con el Complejo Tectosedimentario Mioceno, el cual actuó como lubricante y base para el deslizamiento gravitacional de grandes escamas y bloques de Areniscas del Aljibe, desde el frente de su imbricación.

El accidente Conil-Sierra de las Cabras, con dirección aproximada NE-SW, debió de experimentar movimientos relativos con una importante componente horizontal derecha, compatible o acorde con la penetración del bloque de Alborán hacia el WSW. De esta manera las estructuras de la fase anterior próximas a dicho accidente y que hasta ahora debían presentar una dirección, aproximadamente E-W, experimentaron un giro también derecho, introduciéndose su extremo oriental en dicho accidente y generándose así el gran pliegue de arrastre que representa el arco de la Sierra de las Cabras. No obstante hay que tener en cuenta que a la curvatura actual ha debido colaborar también el aplastamiento y acortamiento ligados a la fase posterior de retrocabalgamientos. La importancia relativa o participación de cada una de las dos etapas en la génesis de este Arco es susceptible de diferentes interpretaciones, dado que se trata de dos fases o movimientos que han colaborado a la formación de una misma estructura.

Fracturas menores NE-SW como la de la Casa de los Bornajes y la de la Loma de los Poyales, que parecen presentar movimientos relativos en la horizontal, también derechos, podrían relacionarse con el movimiento del accidente mencionado. Sin embargo en las Areniscas del Aljibe, situadas en las inmediaciones del mismo, no se observan fracturas de este tipo, lo cual puede ser una prueba de la posterioridad de su emplazamiento en relación con dicho movimiento.

La arenisca del Aljibe se distribuye en tres grandes bloques o escamas correspondientes, de Oeste a Este, a la Sierra del Cortijo de Halda, Cerro del Charco-Sierra de la Gallina y la del Cerro del Cuervo-Loma de los Machos-Loma de la Novia-Peñón del Buitre. Esta última envuelve cartográficamente a las anteriores por el Norte, Este y Sur, presentando además en su seno imbricaciones generadas durante la fase posterior de retrocabalgamientos. El

conjunto presenta una estructura sinclinal generada también durante esta fase posterior y cuya terminación o cierre periclinal se sitúa en el embalse de los Hurones, y en el límite septentrional de la hoja.

Las tres escamas o conjuntos presentan una vergencia al Este, es decir, con un buzamiento general hacia el Oeste. Dicha disposición ha podido resultar del colapsamiento o deslizamiento de la porción frontal del edificio de la imbricación que habría sobrepasado el accidente cortical correspondiente al corredor de Arnao y que en estos momentos actuó como un importante cabalgamiento profundo que delimitó hacia occidente un bloque cortical hundido, donde se alojaron las escamas deslizadas (ver Memoria Hoja geológica de Alcalá de los Gazules). De esta manera, dichas escamas se colocarían de forma ya imbricada con buzamientos al Oeste, siendo posteriormente plegadas durante la fase de retrocabalgamientos, a la par que su imbricación y solape se verían acentuados. En todos los casos los despegues y desplazamientos se produjeron sobre la serie de base de las Areniscas del Aljibe y a favor del Complejo Tectosedimentario.

Este mecanismo resulta ser el más verosímil ya que en las Hojas geológicas situadas al Sur y Suroeste (Alcalá de los Gazules, Chiclana, Vejer de la Frontera y Tarifa), las Areniscas del Aljibe, solidarias en ocasiones de su serie de base, aparecen como bloques claramente individualizados en el seno del Complejo Tectosedimentario.

3.3. FASE DE RETROCABALGAMIENTOS

Probablemente durante el Langhiense se produjo un nuevo episodio de acortamiento con vergencia hacia el interior de la cadena. Durante el mismo se reactivaron diversas superficies preexistentes y se produjo además el apretamiento del arco de la Sierra de las Cabras.

Corresponden a esta fase los cabalgamientos de la ladera oriental de la Sierra del Valle así como la reactivación de las superficies de cabalgamiento de primera fase situadas al Oeste de la Sierra de las Cabras y la inversión de las series cretácicas y eocenas situadas en el extremo meridional de dicha sierra. Paralelamente tuvo lugar la reactivación de las superficies de deslizamiento gravitacional existentes entre las escamas de las Areniscas del Aljibe, tal como ya se ha señalado en el apartado anterior.

Durante esta misma fase se generaron diversos pliegues laxos existentes en diferentes formaciones, tales como el correspondiente a la Loma de la Espartosa donde afecta a las margas y calizas del Cretácico-Eoceno y los existentes en las Areniscas del Aljibe en el Cortijo de Halda, en el Picacho, en la Loma de Gami, etc.

3.4. ULTIMA FASE DE ACORTAMIENTO CON DIRECCION N-S

Dentro de esta Hoja no existen evidencias claras de la misma. Sin embargo, hacia el Sur presenta importantes manifestaciones en forma de cabalgamientos e inversiones de las series hacia el Norte (Hoja de Tarifa) y de importantes desgarres derechos con dirección NW-SE, tales como los correspondientes a los accidentes de Cotilla y de la Cruz Negra (Hojas geológicas de Tahivilla y Alcalá de los Gazules).

Para la presente Hoja podrían asignarse a esta fase algunas pequeñas fracturas, con dirección NNW-SSE a NW-SE (derechas) y otras con dirección NNE-SSW (izquierdas) que aparecen cortando diversas formaciones.

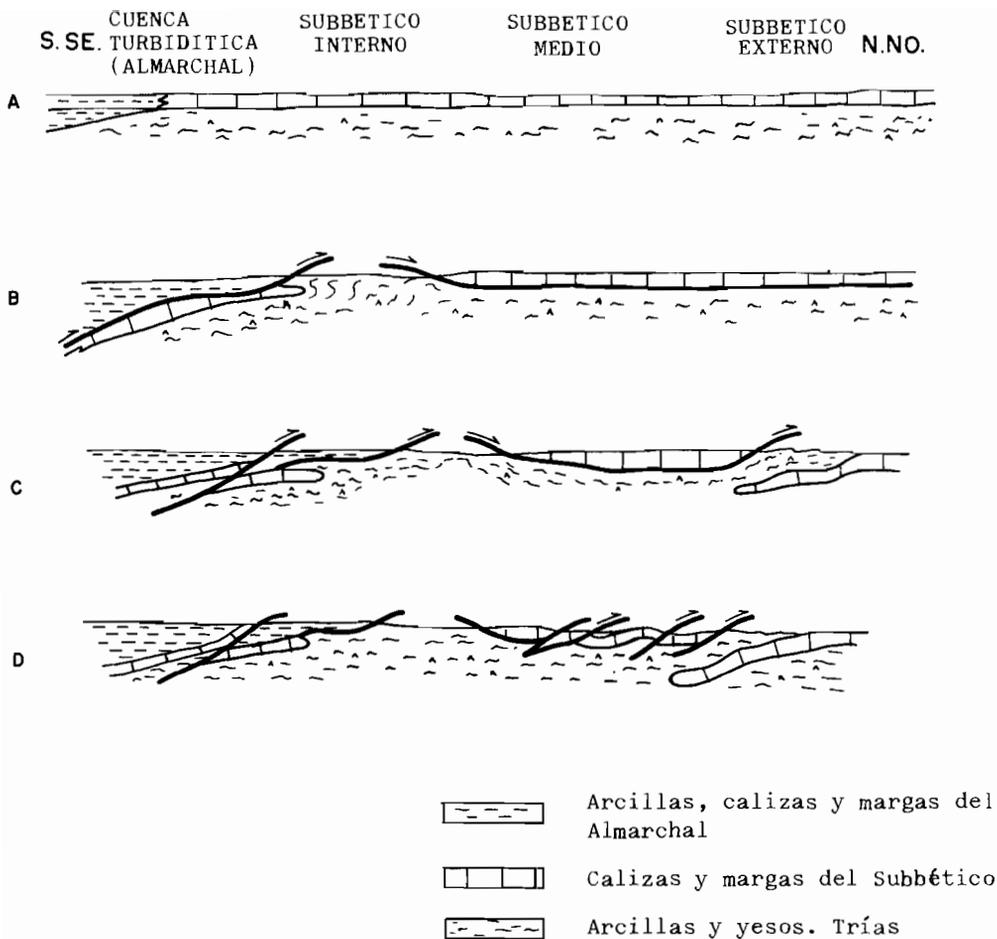


Fig. 1.- Cabalgamiento del manto del Almarchal, diapirismo del Trías e imbricación de las series del Subbético.

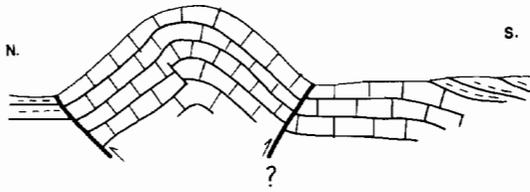


Fig. 2.- Anticlinal de la Sierra de las Cabras.

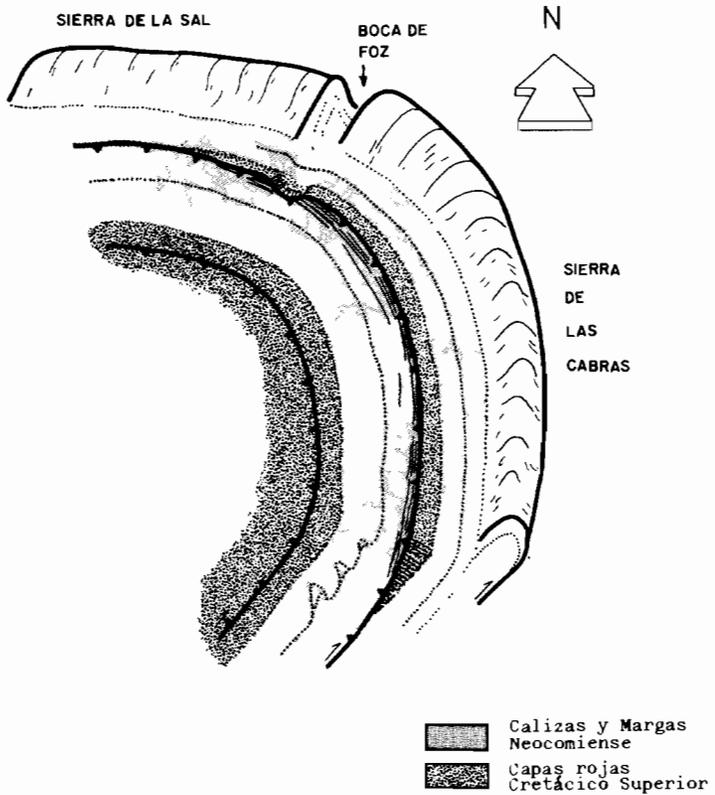


Fig. 3- Estructura del arco de la Sierra de las Cabras con imbricación de las series Cretácicas y desarrollo de una esquistosidad espaciada bajo una de las imbricaciones.

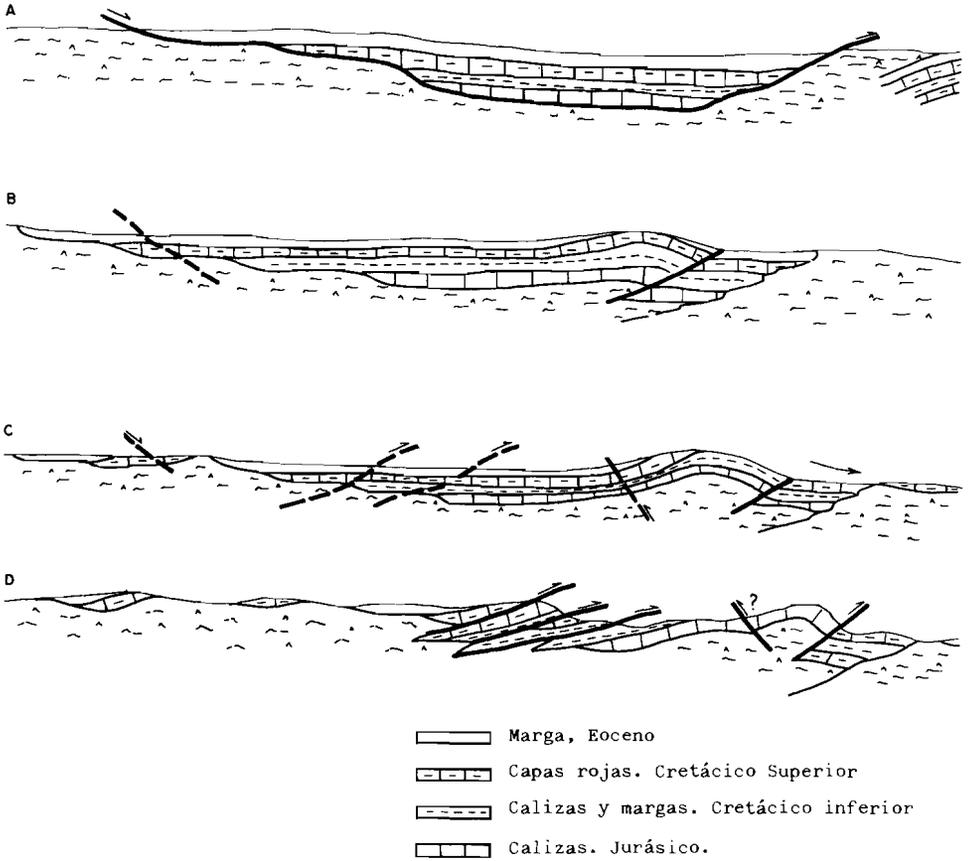


Fig. 4.- Desarrollo de la estructura del arco de la Sierra de las Cabras, mediante deslizamientos gravitacionales, a favor de fallas lústricas, simultáneos a la imbricación y plegamiento.

4. GEOMORFOLOGIA

Se analizan los rasgos geomorfológicos de esta Hoja, desde dos aspectos diferentes; uno lito-estructural y otro fenomenológico (formas derivadas de unos determinados procesos); en el primer caso los condicionantes litológicos y estructurales dominan el paisaje, tomado de forma global; en el segundo, se tiene en cuenta el resultado, sobre la superficie del terreno, de los distintos procesos que van a dar lugar a los distintos **sistemas morfogénicos**.

4.1. LITO-ESTRUCTURA

El ámbito estudiado, atendiendo a las características litológicas y estructurales que lo afectan y condicionan su morfología, se puede dividir en tres grandes dominios. El primero de ellos corresponde a la zona de materiales postorogénicos y comprende, sobre todo, el ángulo NW de la Hoja; el segundo lo componen los terrenos del Subbético que afectan a la zona centro (Sierra de las Cabras y Sierra del Valle) y el tercero está representado por el Manto del Aljibe que ocupa la franja Este.

En el primer caso, el relieve es escaso, con cotas no superiores a los 250 m, predominando las formas planas y está constituido por materiales fundamentalmente detríticos (arenas, calca- renitas, conglomerados, etc.) afectados por una tectónica no muy intensa, por lo que abundan los paquetes horizontales y subhorizontales que dan lugar a la formación de superficies aplanadas limitadas por paredes verticales; es frecuente, por lo tanto, la presencia de mesas constituidas por materiales del Plioceno o Mioceno terminal, como la Mesa de Asta, Mesa Alta, Mesa Baja, La Muela, etc., ya fuera de la zona.

El segundo caso está caracterizado por un relieve fuerte, con cotas que sobrepasan los 600 m y vertientes muy empinadas, como corresponden a los materiales calcáreos que lo constituyen; dominan las crestas agudas, las paredes abruptas con viseras y extraplanas, barrancos con paredes muy verticales (cañones, dolinas, etc.), quedando también en estas sierras restos de antiguas superficies de erosión como en la Sierra del Valle y al Este del Cerro de los Pesebres. La estructura en terminación periclinal le confiere un aspecto de cuenca semicerrada limitada por grandes paredes calcáreas y aflorando las margas triásicas en el valle. En el tercer caso, el relieve es más alto (hasta 1.091 m, Sierra del Aljibe) y está caracterizado litológicamente por la presencia de areniscas y arcillas alternantes como consecuencia del dispositivo estructural, lo que origina una morfología muy accidentada, en donde dominan formas muy acusadas (Areniscas del Aljibe) con paredes muy verticales y aspecto almenado con otros más suaves (arcillas) ocupados generalmente por los sistemas fluviales.

Un análisis más detallado de este contexto nos llevaría a comprobar su influencia, también notable a pequeña escala, como se aprecia en Peña Arpada, donde las calizas jurásicas dan fuertes cresterías con paredes verticales para originar un cerro testigo de singular aspecto.

La presencia de grandes fracturas se refleja en la morfología dando lugar a desplazamientos de las lomas y cresterías, presencia de escarpes y paredes muy rectilíneas, laderas con facetas triangulares, etc.

4.2. SISTEMAS MORFOGENETICOS

Los diferentes sistemas morfogénicos van a dar lugar a una serie de elementos que presentan

unos límites concretos como consecuencia de acciones también concretas; dichos elementos son los que han sido cartografiados en la Hoja.

Se puede considerar, a nivel geomorfológico, que todos los elementos cartografiables pertenecen al **dominio continental**, ya que los depósitos de las facies lacustre del Plioceno inferior no dan lugar a una morfología característica.

Dentro de este dominio continental se diferencian los siguientes **Sistema morfogénéticos**:

4.2.1. Sistema fluvial

Este sistema se puede dividir en dos grandes clases: **sistema fluvial ligado a cauces y sistema fluvial de arroyada**. Los elementos más representativos del primero de estos sistemas son las terrazas fluviales que, aunque no tienen gran extensión, a excepción de la del río Guadalete, sí presentan una secuencia bastante completa en el río Majaceite, que hemos agrupado en siete categorías de acuerdo con su altura relativa en relación al cauce: a +80 m., +65 - 70 m., +35 - 45 m., +25 - 30 m., +15 - 20 m., y +3 - 10 m.

La terraza del Guadalete, con cotas absolutas en la Hoja que van desde los 50 m hasta algo más de los 90 m, presenta una morfología no homogénea como corresponde a depósitos de este tipo, consecuencia de posibles fracturas que la afectan.

Otro elemento relevante dentro de esta clase corresponde al sistema de conos aluviales, muy frecuentes en las desembocaduras de los pequeños arroyos que van a desembocar en los ríos principales en algún caso se pueden apreciar dos o tres sistemas escalonados, como se puede observar en el Arroyo de los Palas.

Los otros elementos cartografiados que tienen significación geomorfológica dentro de este tipo, corresponden a los aluviales de los principales ríos (río Majaceite, arroyo de la Molineta, río del Alamo, río de Fraja, etc.) y a la llanura aluvial del arroyo de la Molineta que ocupa una extensión bastante considerable.

El sistema fluvial de arroyada está caracterizado por los glacis de cobertera que, aunque no muy abundantes, de relativo corto recorrido y de escasa potencia de sus depósitos, aparecen en varios puntos de la Hoja. (Citaremos como ejemplo el pie de la Sierra del Valle y la zona de los Llanos). También, como en el caso de los conos aluviales, se puede apreciar más de una secuencia.

4.2.2. Sistema eólico

Muy limitado en esta Hoja, está representado por el manto eólico que ocupa parte del ángulo Noroeste, cubriendo los depósitos del Plioceno, y los de arenas rojas, de los que procede por desmantelamiento de estas formaciones más antiguas. No presentan morfología dunar, recubriendo como una capa continua de arena estas áreas.

4.2.3. Sistema de gravedad-vertiente

Presenta un gran desarrollo como consecuencia de la orografía y la litología de los materiales que van a favorecer la formación de depósitos y formas características.

Tenemos que destacar la importancia de los sistemas de coluviones que bordean ambas vertientes de la Sierra de las Cabras y del Valle, así como el piedemonte situado al Sur de la Sierra de la Sal, constituidos por materiales calizos, en muchos casos cementados. También hay que destacar otras áreas como el pie de El Picacho o las laderas que bordean el valle originado por el Arroyo de las Palas.

Más importantes todavía dentro de este sistema, tenemos que destacar los sistemas de conos de derrubios, deslizamientos y sobre todo las solifluxiones que imprimen una morfología especial al presentar los depósitos un aspecto ondulado y dejar numerosas cicatrices en las vertientes. Como ejemplos a citar tenemos los materiales relacionados con la Garganta de Puerto Oscuro y el sistema relacionado con el Peñón del Buitre y el Cerro de Hermanillas.

4.2.4. Sistema edáfico

Aunque este sistema modifica poco las formas, sí afecta notablemente al paisaje, por lo que es interesante su referencia.

Este sistema está caracterizado por una serie de depósitos señalados con los términos de alteración, suelos rojos y de carácter vértico, terra rossa y aluvial. En general, tienen pequeña extensión y su distribución es muy irregular. Las alteraciones (arenizaciones) más significativas se encuentran en la Mesa del Esparragal y en los alrededores del Balneario de Gigonza; el suelo rojo se extiende al Noroeste de la Hoja, sobre las arenas rojas, el Plioceno y la terraza antigua de Guadalete; los suelos de carácter vértico se distribuyen en el Suroeste, en pequeñas manchas sobre los materiales del Subbético, ricos en arcillas expansivas, aumentando de potencia en las depresiones; las terras rossas están relacionadas con las karstificaciones de las rocas carbonatadas de la Sierra del Valle y de las Cabras y los aluviales ocupan pequeñas depresiones principalmente al S y SE de la Hoja, no teniendo mucha relevancia.

5. HISTORIA GEOLOGICA

En esta Hoja se pueden distinguir dos sectores, con una evolución geológica distinta, que durante el Mioceno inferior se han aproximado tectónicamente.

El sector occidental está ocupado por sedimentos incluidos dentro del Subbético Medio y Penibético (BAENA et al, 1982).

El sedimento más antiguo reconocido en este sector es el Triásico, que ocupa grandes extensiones. Se trata de una sucesión de arcillas y yesos con intercalaciones de dolomías tableadas y areniscas, resultando un conjunto de elevada plasticidad y fácilmente deformable, que se ha movido o se ha disuelto parcialmente, casi sin interrupción, desde el Jurásico a la actualidad. Sus movimientos han condicionado en gran medida los rasgos paleogeográficos y los límites de distribución de sedimentos durante los momentos de mayor actividad tectónica, la dirección y extensión de los transportes tectónicos y los estilos estructurales de esta zona.

Durante esta época tiene lugar la formación de estos potentes depósitos salinos, bajo unas condiciones climáticas cálidas y de aridez, quedando establecida una sedimentación carbonatada, ya en el Lías, en extensas plataformas someras con influencia de ola.

Durante el Dogger, esta plataforma, subsidiaria ligeramente, aunque siempre dentro del dominio de plataforma interna, generando los depósitos de calizas oolíticas y calizas de filamentos, características de esta época. Asimismo se han podido observar, en estos depósitos, varias costras ferruginosas (hard-ground) que implican momentos de no sedimentación.

Durante el Malm, y a principios del Cretácico inferior, esta plataforma se estabilizaría, dando lugar a los depósitos rítmicos de calizas y margas.

En resumen, durante el Jurásico se desarrolla una extensa plataforma, ligeramente subsidiada en el Dogger y ya estabilizada durante el Malm.

Durante el Neocomiense continúa este ambiente de plataforma, con características de parcialmente restringida, y una sedimentación de calizas y margocalizas blancas con abundantes ammonites poco desarrollados y piritosos.

En el Aptiense-Albiense y principios del Cenomaniense continúa este tipo de ambiente sedimentario, depositándose margas grises y verdes. Posteriormente este conjunto va a tener un gran interés tectónico, ya que constituye un importante nivel de despeque regional para todo el Subbético.

A finales del Cenomaniense, comienzan a depositarse en este sector margas y calizas en típicas facies de **capas rojas**, características de plataforma externa, continuando este tipo de depósitos hasta el Paleoceno. Es en este período cuando se agudiza el surco que caracteriza a los depósitos del Subbético Medio dando lugar, en el Eoceno inferior, a la sedimentación de margas y margocalizas blancas con niveles turbidíticos, continuando más al Sur, en el Penibético, el depósito de **capas rojas**.

En este sector no se han encontrado materiales de edad Eoceno superior, estando posiblemente relacionado este fenómeno con la fase tectónica que estructura las Zonas Internas.

En el Oligoceno, y ligeramente discordante sobre los tramos turbidíticos del Eoceno medio, se depositó en esta región un conjunto de margas y margocalizas blancas, con características de plataforma restringida, que culmina en las zonas NP-24/25 a finales del Oligoceno.

En resumen, desde el Jurásico al Oligoceno, en este sector, todos los materiales del Subbético Medio se corresponden con típicos sedimentos de plataforma, tanto restringida como externa.

En el tránsito del Oligoceno al Mioceno se desarrollaron intensos procesos de diapirismo que motivaron la rotura e inclusión, dentro de las arcillas y yesos del Trías, de toda la serie jurásica-oligocena, originando un umbral, actualmente delimitado por la falla de Conil-Sierra de las Cabras, que va a tener una gran influencia sobre los procesos tectónicos y sedimentarios que se desarrollan a continuación.

Es en esta época cuando se emplaza en esta zona el manto de la Unidad de Almarchal, cuyos depósitos turbidíticos de calizas, arcillas y margas presentan características de llanura submarina y una edad comprendida entre el Senoniense-Paleoceno y posiblemente parte del Eoceno. Estos sedimentos se depositarían más al Sur y constituirían la base de los flysch del Campo de Gibraltar, como se pone de manifiesto en Hojas próximas a ésta (Tarifa, 1077). Este Emplazamiento S-N es el responsable de estructuras que, en el apartado de Tectónica, se han denominado de 1ª fase, con dirección E-O y vergencia Norte, como la Sierra de las Cabras y posiblemente los sinclinales formados sobre materiales del Subbético que le acompañan.

Posteriormente, durante el Aquitaniense, y en zonas situadas al Este de esta Hoja, en el surco comprendido entre el manto de la Unidad de Almarchal y las Zonas Internas, se depositarán las Areniscas del Aljibe (ver Hoja de Tarifa, 1077) sobre series turbidíticas comprendidas desde el Cretácico superior al Oligoceno, estando sólo representadas en esta Hoja las calca-renitas y arcillas de la **Formación Benaiza** (Eoceno superior-Oligoceno).

Las Areniscas del Aljibe son un sistema de abanicos ricos en arena que se depositan rápidamente por procesos de actividad tectónica, procedentes del Sur en líneas generales. Presentan unas características peculiares, entre las que cabría destacar el tipo y tamaño del grano, su madurez textural y mineralógica, la abundancia de estructuras debidas a inestabilidad tectónica (tramos slumpizados de gran espesor, diques de arena, etc.), la ausencia de una distribución geográfica definida de las facies proximales y distales e, incluso, aparentes contradicciones en esta distribución.

Este conjunto de características especiales, junto con la extensión de las facies y el hecho de que, como se demuestra en el apartado de Tectónica, las Areniscas del Aljibe no constituyan un manto en el sentido que se dió al manto numídico, obliga a pensar en una serie de hipótesis sobre el mecanismo de su formación

Es posible que procedan de una zona de costa evolucionada bajo condiciones que llevan a una alta madurez textural y mineralógica. Los granos son en su mayor parte redondeados y mates y es frecuente encontrar cantos facetados de origen eólico, por lo que el mecanismo más probable para su **maduración** es una amplia orla costera sometida a la acción de las olas (lavado, clasificación, madurez mineralógica) y del viento (lavado, picoteado, ventifactos).

La acumulación en esta orla costera tuvo que ser bastante rápida, generando un enorme volumen de sedimentos, lo que hace que los mecanismos de deriva litoral resulten insuficientes para explicarla, si no es a partir de una o varias zonas de entrada de sedimentos desde el continente. Por estas razones no es aventurado pensar en la presencia de deltas destructivos de ola, el mecanismo más eficaz para introducir en una zona somera grandes cantidades de sedimento de tamaño de grano de arena.

La entrada de estos sedimentos en la zona de acumulación se debe producir por **vuelco** desde el **borderland** norteafricano. Esta entrada se originó por causas tectónicas, lo que explica la alta velocidad de acumulación y la presencia de diques de arena, zonas de **slumps** y **bloques**.

El **vuelco** probablemente fue acompañado de una **onda tectónica** que avanzó de Sur a Norte, produciendo resedimentación de los materiales en forma de nuevos lóbulos. Esto explicaría las aparentes contradicciones entre la relación proximidad-distalidad y la distribución geográfica, las variaciones bruscas de espesor en pequeñas distancias y la amplia extensión de unas facies que en condiciones normales tienen muy pequeña amplitud.

En esta Hoja los depósitos de edad Mioceno inferior corresponden al denominado Complejo Tectosedimentario, formado por arcillas rojas y verdes con *Tubotomaculum*, acompañados de una gran variedad, tanto en tamaño como en naturaleza, de bloques.

El origen de estas arcillas estaría posiblemente relacionado con series que comprenderían desde el Paleoceno hasta el Oligoceno situadas al Este de esta Hoja, en el borde de las Zonas Internas, con clara afinidad Predorsaliana y que en el Oligoceno formarían parte de un amplio talud.

Dentro de estas arcillas con *Tubotomaculum* se pueden observar capas turbidíticas, formadas fundamentalmente a expensas de materiales del Cretácico superior, que posiblemente están relacionadas con la erosión, al Oeste de esta Hoja, de la Unidad de Almarchal.

Durante el Burdigaliense superior-Langhiense, (fase tectónica principal), en esta Hoja continúan depositándose arcillas, con estas mismas características, junto con bloques de distinto tamaño y naturaleza, aunque principalmente de Areniscas del Aljibe, producidos más al Este y Sur-Este (ver Hojas de Tahivilla, 1074 y Tarifa, 1077) por el apilamiento de escamas imbricadas, según un mecanismo **piggy back**, del conjunto de estas areniscas.

A continuación se produce la fase de retrocabalgamiento, de sentido opuesto a la fase de imbricación anterior, continuando el arqueamiento y ruptura de la Sierra de las Cabras así como el desplazamiento de parte de las arcillas con *Tubotomaculum* hacia el Este.

Posteriormente se desarrolla un sistema de fracturas de dirección NW-SE producidas por un acortamiento en dirección N-S que presenta su máxima expresión en las inmediaciones del Estrecho de Gibraltar.

La sobrecarga tectónica, y el rejuego de varios sistemas de fallas de dirección NW-SE y NE-SW, originarían la formación de pequeñas cuencas donde se depositarían los materiales del Mioceno superior-Plioceno inferior, produciéndose secuencias regresivas interrumpidas por pequeñas oscilaciones positivas.

La regresión generalizada que desde el Plioceno medio se establece en la provincia de Cádiz lleva como consecuencia la retirada del mar de estas áreas, quedando tan sólo las zonas muy próximas a la Bahía, bajo un domino marino abierto. Hacia el interior, durante esta época, se desarrolla un sistema de lagos (Hojas de Jerez y Paterna) y zonas palustres (NO de San José del Valle), en donde se depositan margas con niveles de materia orgánica en un ambiente claramente continentalizado.

Al comienzo del Cuaternario, más concretamente en el paso Plioceno-Pleistoceno, deben comenzar a funcionar los grandes cursos fluviales, aunque con un trazado diferente al que conocemos en la actualidad y sin presentar prácticamente ningún tipo de encajamiento. Es en este periodo y bajo este régimen cuando se depositan las Arenas rojas que afloran en la Hoja.

A partir del Pleistoceno inferior se configura la red fundamental y comienza la jerarquización de la misma, siendo el resultado de estos procesos los diversos niveles de terraza que se observan asociadas al río Majaceite y el nivel más antiguo del Guadalete.

Por otra parte, al pie de los grandes relieves se desarrollan grandes sistemas de coluviones, en los cuales a veces es posible distinguir varias secuencias (vertiente occidental de la Sierra del Valle).

Los procesos de deslizamientos y solifluxiones, favorecidos en muchos casos por la naturaleza del sustrato, se han producido a lo largo de todo el Cuaternario continuando su actividad en nuestros días, como se demuestra en los desperfectos que ocasionan en las vías públicas.

6. GEOLOGIA ECONOMICA

6.1. MINERIA Y CANTERAS

No existen en la Hoja labores mineras importantes; sólo se han observado pequeñas explotaciones de yeso, la mayoría de ellas actualmente inactivas.

Respecto a los materiales canterables se han observado explotaciones activas, para áridos de trituración, que se surten a partir de las calizas del Jurásico que forman la Sierra del Valle, de la Sal y de las Cabras.

Para esta misma industria se han observado numerosas canteras en las dolomías tableadas del Muschelkalk así como en los materiales volcánicos (ofitas) que afloran como bloques dentro de las arcillas y yesos del Triásico superior.

Como áridos naturales, se han observado pequeñas explotaciones en las biocalcarenitas del Mioceno superior-Plioceno, utilizadas como relleno y subbase de carreteras.

6.2. HIDROGEOLOGIA

En la zona estudiada se pueden distinguir varios acuíferos de características muy diferentes, dada la diversidad de materiales que se encuentran en esta región.

Un acuífero importante lo constituyen las calizas del Jurásico que forman la Sierra del Valle, de la Sal y de las Cabras, intensamente carstificadas en algunas zonas.

Las Areniscas del Aljibe, que ocupan la mitad oriental de esta Hoja, constituyen un acuífero con posibilidades de explotación hidrogeológica. La circulación de aguas se produce fundamentalmente a través de la intensa fracturación a la que están sometidas; no obstante, hay que tener en cuenta la desigual intensidad en los procesos de cementación que sufren estas areniscas, dando lugar a que los caudales que se obtienen de ellas sean escasos.

Acuíferos colgados, de menor importancia, son los constituidos a partir de los depósitos biocalcareníicos del Mioceno superior-Plioceno que forman el Cerro de los Pájaros, Mesa del Esparragal y Sierra Alta.

7. BIBLIOGRAFIA

- ANDRIEUX, J.; FONTBOTE, J.M. y MATTAUER, M. (1971). "Sur un modèle explicatif de l'Arc de Gibraltar". *Earth Planet. Sci. Lett.* 12, pp 191-198.
- ANDRIEUX, J.; MATTAUER, M. (1973). "Précisions sur un modèle explicatif del l'Arc de Gibraltar". *Bull. Soc. Géol. France.* (1) 15, pp 115-118.
- ARAÑA, V. y VEGAS, R. (1974). "Plate tectonics and Volcanism in the Gibraltar Arc". *Tectonophysics*, 24, pp 197-212.
- BAEZA, J.; JEREZ, L. (1982). "Síntesis para un ensayo paleogeográfico entre la Meseta y la zona Bética" *I.G.M.E. Colección informe.*
- BENKHELIL, J.; GIRAUD, R. (1975). "Les déformations post-nappes de la région de Cadix". *3em R.An. des Sciences de la Terre.* pp 33.
- BENKHELIL, J. (1976). "Etude néotectonique de la terminaison occidentale dans les Cordillères Bétiques (Espagne)". *Thèse de 3em cycle.* Univ. Nice pp 180.
- BOUILLIN, J.P.; DURAND-DELGA, M.; GERALD, J.P.; LEIKINE, M.; RAOLT, J.F.; RAYMOND, D.; TEFIANI, M.; VILA, J.M. (1970). Définition d' un flysch Massylien et d' un flysch Mauritanien au sein des flysch alloctones de l' Algérie". *C.R. Acad. Sci. Paris.* 270, pp 2249-2252.
- BOURGOIS, J. (1977). D' une étape geodynamique majeur dans la genèse de l' arc de Gibraltar". *C.R. somm. S.G.F.*
- BOURGOIS, J. (1978). "La transversale de Ronda, Cordillères Bétiques, Espagne. Données géologiques pour un modèle d' evolution de l' arc de Gibraltar" *Annales Scient. de l' Univ. Geologie.* 3em série, fasci. 30, pp 445.
- BOURGOIS, J.; CHAUVE, P.; DIDON, J.; PEYRE, Y. (1970). "Le domaine des flysch dans l' Ouest des Cordillères Bétiques". *Ann. Soc. Geol. Nord.* t. XC, n° 4, pp 384-286.
- BOURGOIS, J.; CHAUVE, P.; PEYRE, Y. (1973). "Trame de l' histoire post. aquitaniennne des Cordillères Bétiques occidentales". *C.R. Acad. Sci. Paris* 276, pp 1393-1396.
- BOUSQUETS, J.C.; MONTENAT, C. (1974). "Présence de décrochements nord-est-sud-ouest plio-quadernaires dans les Cordillères Bétiques orientales (Espagne). Extension et signification generales". *C.R. Acad. Sc. Paris.* t. 278, Serie D, pp 2617-2620.
- CHAUVE, P (1960-1962). "Structure géologique de la région centrale de la province de Cadix (Espagne)". *Livre Mém. Prof. Fallot. Soc. Geol. France.* 1. pp 257-264.
- CHAUVE, P. (1962). "La unidad de Paterna en el Norte de la provincia de Cádiz". *Not y com. Inst. Geol. y Min. de España,* n° 67, pp 103-108.
- CHAUVE, P. (1964). "Sobre el significado de la unidad de Paterna (provincia de Cádiz)". *Not y com. Inst. Geol. y Min. de España,* n° 73, pp 201-203.
- CHAUVE, P. (1968). "Etude géologique du Nord de la province de Cadix (Espagne méridionale)". *Men. Inst. Geol. Min. España* n° 68, pp 337.
- DIDON, J. (1960). "Le flysch gaditan au Nord et au Nord-Est d' Algesiras (Province de Cadix Espagne)". *Bull. Soc. Géol. France* (7) 2, pp 352-261.
- DIDON, J. (1964). "Présence de Miogysinidés á la base des Grés de l' Aljibe (Espagne)". *C. R. Somm. Soc. Géol. France* 1, pp 32-33.

- DIDON, J. (1967). "L' unité parautochtone d' Almarchal dans la zone du flysch du Campo de Gibraltar (Espagne meridionale)". *C.R. Somm. Soc. Géol. France*. pp 201-202.
- DIDON, J. (1969). "Etude geologique du Campo de Gibraltar". *Thèse Doct. Univ. Paris*. pp. 539.
- DIDON, J. (1973). "Accidents transverses et coulissages longitudinaux dextres dans la partie Nord de l' Arc de Gibraltar". *Bull. Soc. Géol. France*. 15, p 121-127.
- DIDON, J.; DURAND-DELGA, M. (1959). "Existence d' un flysch margogréseux du Tithonique-Neocomien au Nord de Gibraltar (Espagne meridionale)". *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 248, pp. 2779-1781.
- DIDON, J.; DURAND-DELGA, M.; KORNPROBST, J. (1973). "Homologies geologiques entre les deux rives du Détroit de Gibraltar". *Bull. Soc. Géol. France* 15, pp 77-105.
- DIDON, J.; DURAND-DELGA, M. (1973). "Hypothèses sur le genese de la courbure de Gibraltar". *Bull. Soc. Géol. France* (15) pp 119-120.
- ESTEBAN SANTIESTEBAN, F. (1969). "Aportaciones geofísicas al conocimiento de los acuíferos existentes en las proximidades de Chiclana de la Frontera, Puerto Real y el Puerto de Sta. María (Cádiz)". *Bol. Geol. Min. España*, T. LXXX-111, pp. 252-261.
- FERNANDEZ-LUANCO, M.C. (1971). "Sedimentología de las unidades del sector meridional del Campo de Gibraltar (Provincia de Cádiz)". *I. Congr. Hisp. Luso-Amer. Geol. Econom.* Secc. 1 (Geol) 1, pp 171-182.
- GAVALA, L. (1924). "Mapa geológico de la provincia de Cádiz". 1 mapa E. 1:100.000, *Inst. Geol. Min. España. Madrid*.
- IGME:
- (En prensa) Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Hoja de la Línea (1078) Segunda serie.
- (En prensa) Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Hoja de S. Roque (1075) Segunda serie.
- (En prensa) Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Hoja de Jimena de la Frontera (1071) Segunda serie.
- (En prensa) Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Hoja de Cortes de la Frontera.
- LEBLANC, D. y FEINBERG, M. (1982). "Nouvelles données stratigraphiques et structurales sur le Numidien du Rif oriental (Maroc) Implications geodynamiques". *Bull. soc. Géol. France* t. 24. n° 4, pp. 861-865.
- MARTINEZ DIAZ, C. (1973). "Corte de Vejer de la Frontera" *XIII Coloquio Europeo Micropal. España, E.N.A.D.I.M.S.A.* pp. 271-273.
- MOYENS, J. (1973). "Les ostracodes de la coupe de Vejer de la Frontera". *XIII Coloquio Europeo Micropal. España* pp. 258-287.
- MULDER, C.J.; PARRY, G.R. (1977). "Late tertiary evolution of the Alboran Sea at the Eastern entrance of the straits Gibraltar". *Inter. Symp. Struct. Histo. Mediterranean Basins, Split (Yugoslavia)*. Edit. Technin. Paris, pp 401-410.
- PENDON, J.G. (1974). "Rasgos sedimentológicos de las areniscas en las unidades de Algeciras y del Aljibe (Campo de Gibraltar)". *Cuadernos Geol.* 5, pp 101-115.

- PENDON, J.G. (1976). "Diferentes tipos de trazas orgánicas existentes en las turbiditas del Campo de Gibraltar". *Estudios Geol.* 33.
- PENDON, J.G. (1978). "Sedimentación turbidítica en las Unidades del Campo de Gibraltar". *Secre, Publi. Univ. Granada.* pp 249.
- PENDON, J.G.; LOPEZ-GARRIDO, A.C.; POLO, M.D.; VERA, J.A. (1974). "Sobre el flysch de Punta Carnero (Unidad de Algeciras, Campo de Gibraltar)". *III^o Congr. Grupo Esp. Sédim.* Bellaterra tremp Sep. 1974, Resumen comunic. pp 79-80.
- PENDON, J.G.; POLO, M.D. (1975). "Estudio mineralógico de las areniscas de la serie de Punta Carnero (Unidad de Algeciras) y de las Areniscas de Aljibe, Campo de Gibraltar". *Arc. Geol. Hisp.* 10, pp. 146-149.
- PENDON, J.G.; VERA, J.A. (1975). "Turbiditas del Campo de Gibraltar. Facies y asociaciones de facies". *Cuadernos Geol.* 6, pp. 143-164.
- PERCONING, E. (1960/62). "Sur la constitution géologique de l' Andalousie occidentale en particulier du bassin du Guadalquivir." *Livre. Prof. P. Fallot Mem. h serie, S.G.F.*, t. 1 pp. 229-256.
- PERCONING, E. (1974). "Etat actual de nos connaissances sur l' etage andalousien". *V Congr. Neog. Mediterranéen Loin 1971, Mém. B.R.G.M.* 11, pp 659-662.
- PERCONING, E.; MARTINEZ DIAZ, C. (1977). "Perspectivas petrolíferas de Andalucía occidental". *Bol. Geol. y Minero.* t LXXXVIII, pp 61-77.
- RAFFI, S. (1973). "Macrofossili della sezione de Vejer de la Frontera". XIII Col. Eur. Micropal. España E.N.A.D.I.M.S.A. pp 288.
- SAAVEDRA, J.L. (1971). "Observaciones micropaleontológicas sobre las unidades de Algeciras y del Aljibe (Provincia de Cádiz)". *I. Congr. Hisp. Luso-Amer. Geol. Economico.* Secc. 1, pp 421-434.
- SECEGSA (1981). "Estudio monográfico sobre la geología del estrecho de Gibraltar". 261 p. 72 fig. Madrid
- SECEGSA (1982). "Coloquio Internacional sobre la factibilidad de una comunicación fija a través del Estrecho de Gibraltar". *Coloquio de Madrid.*
- ZAZO, C. (1980). "El Cuaternario marino continental y el límite Plio-Pleistoceno en el litoral de Cádiz". *Tesis Doctoral.* Universidad Complutense de Madrid.
- ZAZO, C.; OVEJERO, G. (1976). "Niveles marinos cuaternarios en el litoral de la provincia de Cádiz". *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario* 5, pp 141-145.
- ZAZO, C.; GOY, J.L. DABRIO, C. (1983). "Medios de transición en la Bahía de Cádiz durante el Pleistoceno". *Res. X Congr. Nac. de Sedimentología.* Menorca.



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España