



IGME

1021

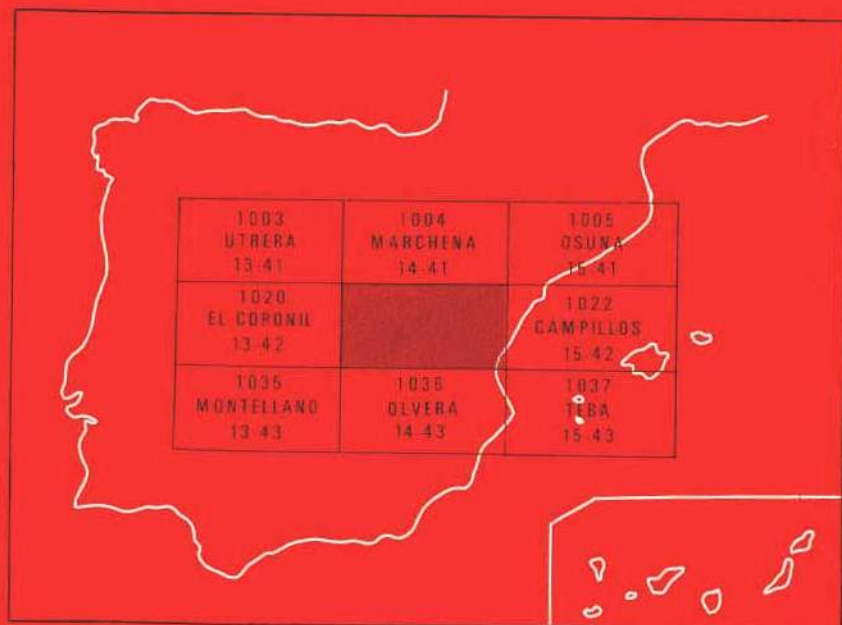
14-42

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

MORON DE LA FRONTERA

Segunda serie-Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

MORON DE LA FRONTERA

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por IBERGESA durante el año 1.981, bajo normas, dirección y supervisión del I.G.M.E., habiendo intervenido en la misma los siguientes técnicos superiores:

La cartografía y redacción de la memoria ha sido realizada por ANGEL MARTIN-SERRANO GARCIA, Licenciado en Ciencias Geológicas.

La sedimentología ha sido realizada de la siguiente forma:

- Sedimentología de rocas detríticas:
Levantamiento de columnas en campo e informe: EDUARDO REMACHA y ALBERTO MAYMO, Licenciados en Ciencias Geológicas.
Laboratorio: JOSE PEDRO CALVO, Dr. en Ciencias Geológicas.
- Sedimentología de rocas carbonatadas:
Levantamiento de columnas en campo, laboratorio e informe: JUAN GONZALEZ LASTRA, Licenciado en Ciencias Geológicas.

La micropaleontología ha sido realizada por el Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Málaga bajo la dirección de JOSE MARIA GONZALEZ DONOSO, Dr. en Ciencias Geológicas, por D. LINARES, F. SERRANO y M. REBOLLO.

La petrología de las rocas volcánicas triásicas ha sido realizada por ANTONIO PEREZ ROJAS, Licenciado en Ciencias Geológicas.

La supervisión ha sido realizada por PEDRO RUIZ REIG y JOSE BAEÑA, del I.G.M.E.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Album fotográfico.
- Mapa de situación de muestras.
- Informes petrológicos.
- Análisis químicos.
- Fichas bibliográficas.

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - 28036 Madrid -
--

Composición: RHEA Consultores, S.A. - Paseo de La Habana, 206 - 28036 Madrid
Tirada: Gráficas Mawijo, S.A. - Fuenlabrada (Madrid)

D.L.: M-43.277-1986
N.I.P.O.: 232-86-010-2

INDICE

	<u>Páginas</u>
0. INTRODUCCION	7
0.1. SITUACION Y ANTECEDENTES	7
0.2. ENCUADRE GEOLOGICO	8
1. ESTRATIGRAFIA Y PETROLOGIA	12
1.1. ZONA CIRCUMBETICA	13
1.1.1. Arcillas verdosas (1)	13
1.2. ZONA SUBBETICA	13
1.2.1. Subbético indiferenciado	13
1.2.1.1. Triásico	13
1.2.1.1.1. Arcillas, margas, areniscas y yesos (2)	14
1.2.1.1.2. Calizas, dolomías y carniolas (3)	14
1.2.1.1.3. Ofitas (4)	15
1.2.1.2. Jurásico	16
1.2.1.2.1. Dolomías, brechas dolomíticas y calizas (5)	16
1.2.1.2.2. Calizas (6)	17
1.2.1.3. Cretácico	17
1.2.1.3.1. Calizas y margocalizas blancas (7)	17
1.2.1.3.2. Calizas y margocalizas de color salmón (8)	18
1.2.1.4. Terciario	18
1.2.1.4.1. Calcarenitas, margas y areniscas (9)	18

1.2.2. Subbético Medio Meridional	19
1.2.2.1. Jurásico	19
1.2.2.1.1. Calizas con thuatoporella (10)	19
1.2.2.1.2. Alternancias de calizas y margas (11).	20
1.2.2.1.3. Margocalizas y margas (12)	21
1.2.2.1.4. Calizas con sílex y margas (13).	21
1.2.2.2. Cretácico	21
1.2.2.2.1. Margocalizas y margas blancas (14)	21
1.2.3. Subbético Medio Septentrional	22
1.2.3.1. Jurásico	22
1.2.3.1.1. Dolomías, calizas y calizas oolíticas (15)	22
1.3. FORMACIONES PARAUTOCTONAS	23
1.3.1. Terciario	23
1.3.1.1. Margas, margocalizas y arenas blancas, "moronitas" (16)	23
1.4. FORMACIONES POSTOROGENICAS	24
1.4.1. Terciario	24
1.4.1.1. Areniscas, arenas y margas arenosas amarillentas (17)	24
1.4.2. Cuaternario	24
1.4.2.1. Pleistoceno	24
1.4.2.1.1. Brechas (18)	24
1.4.2.1.2. Brechas, arenas y limos (glacis de acumulación) (19)	25
1.4.2.1.3. Conglomerados, arenas y limos (terrazas) (20)	25
1.4.2.2. Holoceno	26
1.4.2.2.1. Arenas, limos y cantos (glacis de acumulación) (21)	26
1.4.2.2.2. Limos, arenas y cantos (aluvial, depósitos de fondo de valle) (22)	26
1.4.2.2.3. Arcillas, limos, arenas y bloques (colada de solifluación) (23)	27
1.4.2.2.4. Limos, arenas y cantos (conos de deyección) (24)	27
1.4.2.2.5. Cantos, arenas y limos (depósitos de ladera) (25)	27
2. TECTONICA	27

3. GEOMORFOLOGIA	31
4. HISTORIA GEOLOGICA	34
5. GEOLOGIA ECONOMICA	36
5.1. MINERIA	36
5.2. CANTERAS.	36
5.3. HIDROGEOLOGIA.	37
6. BIBLIOGRAFIA	38

0. INTRODUCCION

0.1. SITUACION Y ANTECEDENTES

La Hoja de Morón de la Frontera está situada en el borde meridional de la Depresión del Guadalquivir. El territorio abarcado por la misma, a excepción hecha de un pequeño entrante ocupado por la provincia de Cádiz, pertenece en su totalidad a la provincia de Sevilla. Esta zona, cuya orografía empieza a accidentarse, constituye el tránsito entre las fértiles llanuras del valle del Guadalquivir y los abruptos parajes de la Serranía de Cádiz.

Geológicamente se sitúa en los primeros afloramientos mesozoicos y terciarios de la Zona Subbética que constituyen el límite meridional de la cuenca terciaria del Guadalquivir. Esta zona, la más externa de la aquí representada, está dominada por los afloramientos del Triásico en facies que se ha denominado germano-andaluz y que es parecida a la del Keuper. El paisaje queda así dominado por esta circunstancia; tan solo y aisladamente, imponentes masas calcáreas jurásicas rompen la monotonía del mismo, destacando sobre el resto de los materiales subbéticos, cuya naturaleza fundamentalmente margosa les impide sobresalir del Triásico, que como ya se ha señalado constituyen los afloramientos más abundantes.

La estructura de la zona es extraordinariamente compleja. Esta complejidad hay que achacarla fundamentalmente a dos hechos: a la naturaleza de los propios materiales triásicos y al hundimiento de la cuenca del Guadalquivir que ocasiona la caída de estos materiales hacia la misma, provocando su acumulación caótica. En su caída arrastran también una serie de materiales terciarios autóctonos (albarizas). Unos y otros materiales que mezclados afloran en el borde de la Depresión del Guadalquivir constituyen el frente del subbético y se les conoce por Olistostroma.

Los materiales tortonienses de la Depresión del Guadalquivir ocupan muy poca extensión superficial. Se localizan en el borde noroccidental de la Hoja donde comienza dicho dominio. Entre estos sedimentos y los propiamente subbéticos se establece una orla de transición donde se emplaza el Terciario paraautóctono (albarizas o moronitas) que aparecen ya íntimamente ligadas al Triásico.

Las referencias geológicas, concretas y recientes, al territorio que ocupa la Hoja son escasas. No ocurre lo mismo con las existentes en zonas colindantes. Estas son más numerosas y sobre todo más actualizadas. En el primer caso hay que limitarse casi exclusivamente al trabajo de PRIETO y ALASTRUE (1.952) referente a la memoria explicativa de esta Hoja en su primera serie.

En él se citan también trabajos más antiguos realizados en/o directamente con la comarca de Morón. Cabe destacar a CALDERON (1.886-1898), BLUMENTHAL (1.934), que describe ya la sierra del Tablón y Las Lebronas, e inmediatamente anteriores al trabajo citado en primer lugar, ALASTRUE (1.945), ALASTRUE y HERNANDEZ DE GARNICA (1.947) y ALASTRUE y PRIETO (1.948).

Entre los estudios recientes son fundamentales los trabajos de HOPPE (1.968), BOURGOIS (1.978) y CRUZ-SAN JULIAN (1.972, 1.974). Abordan zonas colindantes a la Hoja llegando en ocasiones a abarcar problemas concretos de la misma. HOPPE estudia la zona de Pozo Amargo en la esquina SW y BOURGOIS la sierra del Tablón y Las Lebronas en el límite suroriental.

0.2. ENCUADRE GEOLOGICO

Para la presente Hoja se ha elaborado el siguiente encuadre geológico que la enmarca dentro de las Cordilleras Béticas a las que pertenece, clasificándose a los materiales que encontramos en la Hoja como pertenecientes principalmente a la Zona Subbética, cuyo significado veremos a continuación.

Las Cordilleras Béticas representan el extremo más occidental del conjunto de cadenas alpinas europeas. Se trata, conjuntamente con la parte norte de la zona africana, de una región inestable afectada en parte del Mesozoico y durante gran parte del Terciario de fenómenos tectónicos mayores, y situados entre los grandes cratones europeo y africano.

Tradicionalmente se distinguen las "Zonas Internas" y las "Zonas Externas", en comparación con cordillera de desarrollo geosinclinal, o sea una parte externa con cobertura plegada y a veces con estructura de manto de corrimiento y una parte interna con deformaciones más profundas que afectan al zócalo y que están acompañadas de metamorfismo. Actualizando estos conceptos, podríamos decir que las "Zonas Externas" se sitúan en los bordes de los cratones o placas europea y africana, y presentan características propias en cada borde, mientras que las "Zonas Internas" son comunes a ambos lados del

mar de Alborán, situándose en la zona de separación entre ambas placas o zonas cratogénicas.

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

Las "Zonas Externas" están representadas aquí por:

- la Zona Prebética y
- la Zona Subbética, y

las "Zonas Internas" por:

- la Zona Circumbética y
- la Zona Bética.

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

Veamos ahora resumidamente las características de estas zonas.

La Zona Prebética

Es la más externa, y se deposita sobre una corteza continental, la de la Meseta. En ella los sedimentos son propios de medios marinos someros o costeros, con ciertos episodios de tipo continental.

Fue definido ya por BLUMENTHAL (1.927) y FALLOT (1.948), y en base a la potencia de los sedimentos y a las diferencias de facies en el Cretácico y Paleógeno, BAENA y JEREZ (1.982) la subdividen en dos dominios:

- Prebético externo, y
- Prebético interno.

La Zona Subbética

Se sitúa al sur de la anterior, y presenta facies pelágicas más profundas a partir del Domeriense, con margas, calizas nodulosas, radiolaritas y hasta facies turbidíticas a partir del Jurásico terminal. Igualmente en cierto sector existió vulcanismo submarino durante el Jurásico.

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

- Subbético externo,
- Subbético medio,
- Subbético interno.

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

El Subbético medio se caracteriza por facies profundas desde el Lías Superior, con abundancia de radiolaritas y con vulcanismo submarino. Representa la parte más profunda de la Zona Subbética.

El Subbético interno se caracteriza por facies calcáreas durante todo el Jurásico y representa un umbral, posiblemente el límite meridional de las Zonas Externas.

La Zona Subbética es probable que se depositara sobre una corteza continental adelgazada, relacionada con la placa europea. La primera alusión a esta zona corresponde a DOUVILLE.

La Zona Circumbética

Dentro de las Zonas Internas ha recibido este nombre porque sus materiales rodean con mayor o menor extensión a la Zona Bética. Dentro de esta zona estarían incluidas unidades, formaciones y complejos que han recibido diversas denominaciones según los autores, tales como Dorsal, Predorsales, Zona media, Unidades del Campo de Gibraltar, Substrato de los flysch cretácicos, Subbético ultrainterno. Ha sido definida por BAENA y JEREZ (1982).

Se trataría de una zona que en principio se situaría entre las Zonas Externas africanas, ocupando un amplio surco que se fue estructurando a partir del Pliensbachense. En su zona más profunda se depositaban radiolaritas, y a partir del Jurásico Superior formaciones turbidíticas que se fueron sucediendo hasta el Mioceno Inferior. El espacio ocupado por esta zona probablemente, y a partir del Eoceno Medio-Superior, fue invadido por la Zona Bética, que mediante fallas de dirección se desplazó desde regiones más orientales donde había evolucionado (subplaca de Alborán), con lo cual, lo que en principio era una sola zona se estructura en varias partes situada a un lado u otro de la Zona Bética, existiendo una posible Zona Circumbética Ibérica y otra africana, enlazadas por lo que hoy es el Arco de Gibraltar.

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

- Complejo de la Alta Cadena,
- Complejo Predorsaliano y
- Complejo Dorsaliano.

El Complejo de la Alta Cadena representaría el área cercana al Subbético interno. Este complejo tendría su correspondiente en el borde de las Zonas Externas africanas.

El Complejo Predorsaliano representaría las series típicas depositadas en la parte más distal de la cuenca, que ocuparía una amplia zona, posteriormente empujada y distorsionada (subducida, obducida o arrastrada) por el encajamiento de la Zona Bética.

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

Es muy probable que la Zona Circumbética se desarrollara sobre un fondo oceánico.

Por último, la Zona Bética, que probablemente ha evolucionado en sectores más orientales, presenta mantos de corrimiento y metamorfismo en la mayor parte de sus dominios. Tradicionalmente se distinguen tres unidades:

- Complejo Maláguide,
- Complejo Alpujárride y
- Complejo Nevado-Filábride.

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

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

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

En la Zona Subbética y debido a esta colisión se originan cizallas de vergencia norte que hacen cabalgar unos dominios sobre otros. En la base de estas unidades cabalgantes el Trías sufre una extrusión y se extiende en diversas láminas cubriendo amplias zonas, con retazos de su cobertera que han sufrido diversos procesos de despegue mecánico. Estos Trías y sus coberteras no identificadas podrían considerarse como *Subbético indiferenciado*.

Esta colisión pudo ser responsable también de que parte de la Zona Cir-

cumbética fuera expulsada hacia el lado ibérico donde montó diversos dominios de la Zona Subbética.

Con posterioridad al Burdigaliense parece que se produjo cierta elevación de la Zona Subbética, quizás como un ajuste isostático después de la colisión. Esta elevación pudo provocar un deslizamiento a un lado y otro de su eje de formaciones alóctonas desenraizadas, que se mezclaron, dando lugar a una masa de aspecto más o menos caótico (arcillas con bloques) que pueden considerarse *tectosedimentaria* e incluso tectónica. Este último evento pudo desdibujar las estructuras existentes y dar un aspecto aún más caótico del que ya existía.

1. ESTRATIGRAFIA Y PETROLOGIA

La complejidad estructural de la zona impide el levantamiento de una estratigrafía subbética completa. Aunque la identificación de las series aflorantes se realiza con relativa facilidad, tanto por criterios de campo como por estudios micropaleontológicos o de microfacies, este reconocimiento es parcial e incompleto. Incluso en ocasiones la trituration es tan intensa que hace imposible su descripción. Esta circunstancia ha motivado que el desglose estratigráfico de esta Hoja se haya realizado según las directrices generales de la estratigrafía subbética. En ella se han intentado encajar los distintos afloramientos representados en la Hoja.

Con los sedimentos para-autóctonos (albarizas) afectados por el frente del Olistostroma ocurre lo mismo. Incluso por sus características litológicas el conocimiento petrográfico detallado se hace poco menos que imposible.

En los sedimentos autóctonos del valle del Guadalquivir el problema es distinto. En este caso ha sido la falta de afloramientos frescos la circunstancia que ha impedido su mejor conocimiento.

A grandes rasgos se pueden separar cuatro grandes unidades:

- Zona Circumbética: de escasa representación junto a Villanueva de San Juan.
- Zona Subbética: ocupada por el Triásico y restos de cobertera mesozoica. En esta última, se han podido identificar dos tipos de Jurásico subbético: medio meridional y medio septentrional.
- Formaciones paraautóctonas.
- Formaciones postorogénicas.

1.1. ZONA CIRCUMBETICA

1.1.1. Arcillas verdosas (1)

El nombre de Arcillas con bloques corresponde al utilizado por BOURGOIS (1.978) para la "Formación de Guadálteba" definida por CRUZ-SAN JULIAN (1.974) en zonas próximas. Está constituida en su mayor parte por arcillas verdes oscuras en corte fresco, muy difíciles de reconocer pues presentan un cierto paralelismo con algunos tonos triásicos. También aparecen brechas olistostrómicas constituidas por cantos calcáreos o dolomíticos de edad jurásica. Se consideran además relacionadas con esta formación las areniscas numídicas y calcarenitas bioclásticas típicas de las series flyschoides basales de la Unidad de Aljibe.

Su representación en la Hoja es bastante dudosa; en cualquier caso las dimensiones de los afloramientos son muy reducidas. El reconocimiento del material arcilloso único presumiblemente aflorante es sumamente difícil pues no existen buenas condiciones de observación.

En la vecina Hoja de Campillos, y muy cerca del límite con ésta, el I.G.M.E. ha muestreado esta formación con idea de realizar la datación por medio del estudio de nonnoplanton, metodología que tan buenos resultados está proporcionando en formaciones semejantes del Campo de Gibraltar. Los resultados indican una edad Eoceno Superior-Mioceno Inferior, existiendo una muestra que afina más aún, Oligoceno Medio-Superior, de la zona NP23-NP25.

1.2. ZONA SUBBETICA

Se han hecho aquí tres tipos de subdivisiones:

- Subbético indiferenciado, que incluye por un lado a toda la masa triásica y por otro a aquellos afloramientos de cobertera incluidos en ella que no se han podido identificar como pertenecientes a algún dominio concreto.
- Subbético Medio Meridional.
- Subbético Medio Septentrional.

1.2.1. Subbético indiferenciado

1.2.1.1. *Triásico*

Aparece en casi todo el territorio ocupado por la Hoja, sobre todo en su sector central.

Como es obvio los materiales triásicos son los más afectados por las circunstancias estructurales que operan en la región. Por este motivo lo más frecuente es encontrar masas irreconocibles en donde se entremezclan margas y arcillas, yesos, areniscas y calizas, así como ofitas. Conforme con las posibilidades cartográficas se han realizado tres diferenciaciones: la gran masa triásica margo-yesífera, las calizas, carniolas y dolomías, y las ofitas.

1.2.1.1.1. Arcillas, margas, areniscas y yesos (2)

Estos afloramientos, que pueden considerarse como de Triásico indife-renciado y son los más numerosos de la Hoja, están constituidos esencialmente por margas rojizas y arcillas en general de tonos abigarrados, con frecuentes intercalaciones de yeso cristalino (sacaroideo o espático).

Estas facies fueron consideradas en un principio por MACPHERSON como terrenos eocenos epigenizados. Más tarde el estudio de calizas tableadas determinó su inclusión en el Triásico, asimilándose el resto del mismo a una facies keuper.

Se encuentra profundamente trastocado, caótico, y en ocasiones con elementos extraños al Trías. En este sentido la presencia de brechas poligénicas con cemento yesífero se ha interpretado generalmente como de origen tectónico. Para BOURGOIS (1.978) pueden ser resedimentaciones que atestiguan el carácter tecto-sedimentario del emplazamiento del frente subbético en el Guadalquivir. Esta idea es necesario contrastarla con la hipótesis de que alguna de estas zonas caóticas puedan corresponder con disoluciones internas de estos materiales. En cualquier caso tales circunstancias estructurales impiden el conocimiento detallado de su estratigrafía.

1.2.1.1.2. Calizas, dolomías y carniolas (3)

Estas facies triásicas están constituidas por paquetes a veces muy potentes (más de 50 metros de espesor) de calizas y dolomías tableadas que en cierto modo se pueden asemejar a la facies *Muschelkalk* de Trías germánico. Estas calizas, que a pesar de las dificultades estructurales parecen estar intercaladas en uno o más niveles dentro del resto del Trías, afloran más o menos dispersas en la Hoja. No obstante, adquieren verdadera importancia a lo largo de una amplia banda que con dirección NE-SW recorre toda la zona central de la Hoja.

Estas calizas, micritas su mayoría, oscuras y finamente tableadas aparecen frecuentemente dolomitizadas y brechificadas. No se las puede atribuir una edad concreta puesto que presentan un escaso potencial faunístico e incluso cuando estos aparecen, dicha fauna es indeterminable. No obstante, tanto por su aspecto en campo como por el estudio de sus características petroló-

gicas y de microfacies, es fácilmente reconocible, pues son muy características. Estas se detallan con mas precisión en el informe sedimentológico elaborado a partir de las dos series levantadas.

En conjunto corresponden a una sedimentación en medio salino, restringido y con sistema de marea microtidal. Ambas series se disponen fundamentalmente hacia la base, y de "mixed flat" a techo. Las principales subfacies observadas son: brechas de relleno de canal submareal, intrabiomicritas (también en acumulaciones de canal), wackestones de microbioclastos con ripples, micritas con laminación flaser, micritas bioturbadas con pellets, micritas con porosidad fenestral y micritas con brechas de desecación.

La determinación cronológica exacta no es posible. En muchas ocasiones debido a su naturaleza litológica (dolomías o carniolas) la fauna no existe; en otras donde aparece, suele estar representada por especies triviales, sin posibilidad alguna de datación. Son microfacies compatibles con una edad triásica s.l. o más concretamente con el Muschelkalk. Abundan los gasterópodos, equinodermos, ostrácodos, lamelibranquios, radiolarios, estructuras algares, espículas de espongiarios, filamentos, etc.

Conviene señalar la dificultad que existe para separar esos afloramientos carbonatados correlacionables con las facies Muschelkalk del Triás Germánico de aquellos otros del Lías Inferior. En este sentido hay que apuntar que en algunas series que han sido atribuidas al Triásico, las microfacies observadas son similares a las que se atribuyen a la parte inferior del Lías infradomerense.

1.2.1.1.3. Ofitas (4)

Aunque son muy abundantes, la escasa dimensión de sus afloramientos no permite con facilidad la localización de los mismos y en cualquier caso su representación cartográfica. Por otro lado muchos de ellos están profundamente trastocados llegando a constituir en ocasiones afloramientos totalmente brechificados.

Se emplazan en afloramientos aislados de contorno circular y morfología alomada. Aunque es difícil de apreciar no se han observado nunca con morfología estratiforme. Se encuentran sobre todo próximos a los afloramientos de calizas y dolomías del Muschelkalk, probablemente subyaciendo bajo ellos.

Se trata de diabasas augíticas generalmente afectadas por retrometamorfismo que hace desaparecer parcial o totalmente la paragénesis ígnea primaria. Presentan aquí todas ellas textura subofítica de grano medio y en contadas ocasiones porfídica hipidiomorfa y microcristalina. Están formadas por plagioclasas cálcicas y augita como principales componentes. Los minerales accesorios más comunes son ilmenita, pirita y esfena. Como minerales secundarios formados por retrometamorfismo aparecen anfíboles, epidota del tipo pistacita, cuarzo, albita, calcita y moscovita.

Las facies subofíticas están formadas por cristales tabulares de plagioclasas macladas débilmente zonadas entre las que se disponen granos o agregados de augita xenomorfa ocasionalmente maclada. Las plagioclasas están afectadas por intensa seritización o sausrutización. En algunas muestras han sido incluso reemplazadas por un crecimiento micrográfico de cuarzo y albita. Los piroxenos presentan un grado de uralitización moderado a intenso, formándose a espensas de ellos, bien hornblenda pardo verdosa o bien actinolita. En otras ocasiones los piroxenos están pseudomorfosados por serpentinas o cloritas.

Las facies microporfídicas suelen ser de borde y están constituidas por microcristales hipidiomorfos de plagioclasas y augita que están rodeados por una mesostasis de microcristales tabulares y entrecruzados de los dos minerales anteriores. Por lo demás no difieren mineralógicamente de las diabasas de grano medio anteriormente descrito.

1.2.1.2. *Jurásico*

Como en toda la zona subbética los afloramientos jurásicos emergen aislados y sin conexión aparente, destacando sus poderosos relieves del resto del paisaje. Su estratigrafía se conoce debido fundamentalmente a los trabajos de BLUMENTHAL (1.931, 1.933), KOCKEL (1.964), DÜRR (1.967), VERA (1.970) y PEYRE (1.974) y en especial por su proximidad a la zona los de CHAUVÉ (1.967), HOPPE (1.968), CRUZ-SAN JULIAN (1.974) y BOURGOIS (1.978).

Aunque en la Hoja no se encuentra representado en ningún caso el Jurásico completo y por el contrario los afloramientos sólo abarcan series bastante parciales del mismo, sí se han podido identificar claramente dos subdominios subbéticos: el Subbético Medio Septentrional y el Subbético Medio Meridional. Al primero corresponde la Sierra de Esparteros y otros afloramientos próximos a ella. Al segundo, la Sierra del Tablón. El resto del Jurásico, que se manifiesta bastante dolomitizado, ha tenido que incluirse aquí bajo una única denominación y a continuación se describe. También se incluye un afloramiento de calizas de edad Jurásico terminal.

1.2.1.2.1. Dolomías, brechas dolomíticas y calizas (5)

Corresponde al tramo basal del Jurásico más o menos dolomitizado y brechificado y se presenta en toda la zona subbética independientemente del subdominio considerado, apoyada directamente sobre el conjunto margo-yesífero triásico.

Los afloramientos que constituyen la Sierra de Peñagüa y la Sierra de Pozoamargo, son los más extensos y representativos de la Hoja.

1.2.1.2.2. Calizas

Estos afloramientos, que se sitúan en la Sierra de Pozoamargo, constituyen el paso Jurásico-Cretácico según HOPPE (1.968) que los considera Titónico Superior-Berriasiense. En este trabajo se ha encontrado una asociación compuesta por Saccocoma, Filamentos, Fragmentos de equinodermos, de ammonites, de Aptychus, de gasterópodos, ostrácodos, así como Nodosariidos, Spirillinidos y Globechaetes que determina una edad Kimmeridgiense-Tithónico Inferior.

Están constituidos por calizas (micríticas y biomicríticas) con presencia de ostrácodos, crinoides pelágicos y bentónicos, filamentos, ammonites y Aptychus. Se interpreta como medio submareal de energía muy baja y aportes pelágicos.

La potencia del afloramiento, tectonizado a muro y a techo, es de unos 200 metros.

1.2.1.3. Cretácico

Como el Jurásico, los afloramientos de esta edad aparecen diseminados por toda la Hoja. Aunque en ocasiones, por razones de proximidad se les podría asimilar a alguno de los subdominios subbéticos identificados. La realidad es que en la mayoría de los casos sus relaciones no son lo suficientemente claras como para suponerseles pertenecientes a la misma unidad. Por el contrario, la dispersión que presentan hace más aconsejable el incluirlos, al menos en su mayoría, en ese capítulo dedicado al Subbético s.l. Se pueden separar dos formaciones cronológicas y estratigráficamente diferenciadas: calizas y margocalizas blancas del Cretácico Inferior y calizas y margocalizas de color salmón del Cretácico Superior.

1.2.1.3.1. Calizas y margocalizas blancas (7)

Estos materiales constituidos por calizas (intrabioesparitas y biomicritas) y margocalizas de colores claros grisáceos que en algunos lugares, nunca en esta Hoja, contienen abundante fauna de ammonites. Sus afloramientos en esta Hoja son escasos y de pequeña dimensión, se encuentran dispersos en la misma y sin ninguna aparente relación cartográfica con ninguna otra formación. Aunque en ninguno de los casos de la Hoja la potencia de esta formación sobrepasa los 150 metros, se sabe que regionalmente estos niveles que representan al Cretácico Inferior pueden sobrepasar los 400 metros.

En lugares próximos HOPPE (1.968) y BOURGOIS (1.978) han podido determinar la existencia de Valanginiense, Hauteviriense y Barremiense. En la Hoja se ha datado desde el Berriasiense Superior hasta el Barremiense.

1.2.1.3.2. Calizas y margocalizas de color salmón (8)

Se trata de margocalizas y margas que alternan en lechos centimétricos o decimétricos de colores blancos rosáceos muy característicos semejantes a las capas rojas del Penibético.

Para BOURGOIS (1.978) la diferencia estriba en que éstas (las subbéticas) son de color más rosáceo y de litología más margosa, aunque la primera apreciación no es del todo cierta.

Estos afloramientos son bastante más abundantes que los del Cretácico Inferior y se sitúan casi siempre en relación cartográfica con el Flysch subbético. De hecho en estas capas con microfauna abundante han podido ser datados en lugares próximos como Senonense Inferior, Campaniense, Maestrichtiense, Paleoceno, Eoceno Medio y Eoceno Superior (BOURGOIS, 1.978) estas últimas en la Sierra de las Harinas, situada en la vecina Hoja de Olvera. Sin embargo, su continuidad con el Cretácico Inferior no ha sido nunca observada. Al parecer los términos Albense-Aptense y Cenomaniense no han sido reconocidos por BOURGOIS. Por el contrario en la Sierra de las Cabras y al norte de la Sierra de Gíbalbín CHAUVE (1.967) señala unas margas azules y margas grisáceas de esta edad. Estas margas, que se conocen en otros puntos de la zona subbética, son raramente visibles y constituyen un nivel de despeque en el seno de la serie subbética.

La edad de las capas rojas o salmón suele estar comprendida entre el Vracomiense (Albiense Superior) y el Maastrichtiense Superior. Sin embargo, una de las muestras estudiada (9.106) donde se determinó Norozovella, Acavinina y Globigerina s.l., da una edad comprendida entre el Paleoceno Medio y el Eoceno Medio.

1.2.1.4. Terciario

1.2.1.4.1. Calcarenitas, margas y areniscas (9)

Estos afloramientos, bastante abundantes en toda la Hoja, presentan grandes dificultades de observación, pues se trata de materiales blandos y poco resistentes que además presentan una fuerte trituration tectónica, llegando por estas circunstancias a poder ser confundidas con albarizas de aspecto muy semejante y también muy mala observación.

Litológicamente son margas y margocalizas que alternan con calcarenitas organógenas que presentan estructuras y disposición propias de una serie turbidítica. Esta circunstancia se observa muy bien en la Loma de Pinalejo situada al SE de Morón. No obstante, no se puede generalizar que todos los depósitos subbéticos de esta edad sean tipo Flysch.

Esta serie flyschoides se atribuye al Eoceno u Oligoceno. Por otra parte en esta Hoja existe una estrecha conexión cartográfica entre estos materiales y

las capas salmón. Estas parece ser que alcanzan hasta el Eoceno. Este hecho, que hace suponer una posible continuidad entre ambos, está en cierto modo ratificado por los resultados de los estudios micropaleontológicos, ya que abarcan edades comprendidas entre el Paleoceno Superior y el Mioceno Inferior. Claramente se solapan por un lado con las capas salmón, y por otro, con las moronitas que alcanzan también el Mioceno Inferior.

Los resultados micropaleontológicos determinan fundamentalmente tres grupos de edad: el más antiguo, cuyos afloramientos se sitúan preferentemente hacia la parte meridional de la Hoja, giran en torno al Paleoceno Superior-Eoceno Medio (Cuisiense-Luteciense); los otros dos grupos se sitúan alrededor del Oligoceno Medio (Latdorfense Superior-Chatienense Inferior) y del Mioceno Inferior. La mayoría de las dataciones correspondientes a estas dos últimas asociaciones corresponden al ángulo NE de la Hoja, en el afloramiento de la Loma de Pinalajo.

1.2.2. Subbético Medio Meridional

Este tipo de subbético está representado en la Sierra de San Juan y sobre todo en la Sierra del Tablón.

Esta última sierra ha sido considerada como Subbético desde el primer análisis detallado realizado por BLUMENTHAL (1.934). Sin embargo, recientemente BOURGOIS (1.978) sostiene la hipótesis de que no pertenece a la Zona Subbética, sino que, por el contrario, es un trozo del sustrato en que se apoyan las unidades flyschoides de la Zona Circumbética. Los argumentos de este autor se basan fundamentalmente en la presencia de la microbrecha de *Aptychus* del Cretácico Inferior.

Esquemáticamente el Subbético de la Sierra del Tablón está constituido por cuatro conjuntos cronoestratigráficos que, aunque con algunos errores de datación, ya fueron separados por BLUMENTHAL (1.934): dolomías y brechas dolomíticas del Lías Inferior, las calizas con sílex y margas del Lías Medio y Superior, el Dogger calcomargoso y el Cretácico Inferior. BOURGOIS (1.978) a partir de su disposición estructural divide esta sierra en tres subunidades fundamentales: unidad del Tablón (s.s.), unidad de Las Lebronas y unidad de las Cardeñosas. Todas presentes en la Hoja.

En este trabajo las formaciones separadas son las que se estudian a continuación.

1.2.2.1. Jurásico

1.2.2.1.1. Calizas con *thamatoporella* (10)

Se encuentran en la Sierra de San Juan donde están cartográficamente relacionadas con calizas, margocalizas y margas tipo serie del Tablón. También

se han identificado en la Sierra de Peñagua donde están ligadas a una formación dolomitizada (Subbético indiferenciado) y en la Sierra de Esparteros (Subbético Medio Septentrional). En ninguno de estos lugares se han separado.

Son facies que se interpreta en ambientes someros de energía media a alta en régimen de plataforma abierta. Están formados por intrabiomicritas, intrapelmicritas o intramicritas (packstones y grainstones) con pellets, foraminíferos bentónicos, bioturbación, algas dasicladáceas y en ocasiones porosidad fenestral.

En lámina delgada se han identificado *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri), *Aeolisauus*, *Solenoporaceas*, *Texturariidae*, *Pseudocyclamina*, *Ataxopharaquidiidae*, *Palaeodasycladus*, estructuras de algas y fragmentos de equinodermos, lamelibranquios, gasterópodos y ostrácodos que determinaron una microfacies del Lías Infradomeriense.

1.2.2.1.2. Alternancias de calizas y margas (11)

Afloran en la Sierra de San Juan y sobre todo en la esquina sureste de la Hoja, en el puerto del Zamorano. En dicho lugar constituyen parte de la unidad del Tablón (s.s.) que definió BOURGOIS (1.978).

Los afloramientos observables en esta Hoja corresponden al techo del término basal, de los dos definidos por el autor anterior. Estos son una alternancia de bancos de calizas oscuras con un espesor máximo de un metro, y margas calcáreas grises de espesores parecidos. Forman cuerpos sedimentarios que tienen una cierta continuidad y tendencia a las formas canalizadas. Aunque en algunos casos se reconocen laminaciones tipo "flaser" no es frecuente la aparición de estructuras sedimentarias. Petrológicamente son "packstones" de espículas y radiolarios acompañados también de otros fragmentos bioclásticos.

Hacia la base, es decir, hacia el núcleo de la Sierra del Tablón, la serie es más calcárea y abundan las silicificaciones.

En opinión de los autores que la han estudiado, la potencia total de esta formación puede alcanzar valores próximos a los 300 metros.

Atribuida en un principio al Toarciense por BLUMENTHAL (1.934) ha sido más recientemente datada con más detalle por CRUZ-SAN JULIAN (1.974) que ha identificado el Domeriense Superior, el Toarciense Inferior, el Toarciense Medio, el Toarciense Superior y la base del Aalenense. Estas dataciones se refieren a la totalidad de la unidad del Tablón (s.s.); engloba también la formación que describiremos a continuación. Las dataciones realizadas por nosotros hacia el techo del término basal dan probable, las microfacies no son muy determinantes, un Domerense-Toarciense.

1.2.2.1.3. Margocalizas y margas (12)

Constituyen el término superior de la subunidad del Tablón (s.s.) y toda la subunidad de Las Cardeñosas (junto a Las Lebronas), ambas definidas por BOURGOIS (1.978). Este término, que supera holgadamente el centenar de metros, está constituido por alternancias de margas y margocalizas de tonos claros y aspecto general semejante al de la formación anterior. Su diferenciación radica en su carácter margoso y en su mayor escasez de silicificaciones.

Su edad, que no se ha determinado con exactitud en este trabajo, se estima entre el Toarciense Inferior y la parte baja del Aalenense (CRUZ-SAN JUAN, 1.974; BOURGOIS, 1.978 y DEL OLMO et al., 1.981).

1.2.2.1.4. Calizas con sílex y margas (13)

Se sitúan al norte de la Sierra del Tablón constituyendo el afloramiento de Las Lebronas.

Esencialmente lo forman unas alternancias de margas y calizas de color blanco o verdoso. El sílex presente sobre todo en la segunda mitad de la formación constituye quizás el elemento más significativo de toda ella. Petrológicamente las calizas son muy finas, mudstones y wakestones, con filamentos, bioclastos, radiolarios calcitizados y foraminíferos planctónicos. En los términos más altos de la serie afloran bancos de radiolaritas en los que BOURGOIS (1.978) ha observado niveles turbidíticos constituidos por calizas oolíticas granoclasificadas.

En general se interpreta como de medio pelágico, con zonas de lavado de plataforma y energía bastante baja.

La potencia estimada para toda la formación es probablemente superior a los 500 metros.

Esta formación, atribuida inicialmente al Cretácico por BLUMENTHAL (1.934) ha sido determinada más recientemente por BOURGOIS (1.978) que la sitúa desde el Domeriense hasta el Dogger. Las dataciones realizadas para el presente trabajo, Lías Superior-Dogger, confirman las realizadas por el autor anterior.

1.2.2.2. *Cretácico*

1.2.2.2.1. Margocalizas y margas blancas (14)

Corresponden a un par de afloramientos situados sobre el arroyo Brozquez. El más importante de ellos se sitúa inmediatamente, al menos cartográficamente, sobre la formación de calizas con sílex del Dogger ocupando gran parte de la ladera meridional de la Sierra de Las Lebronas. Aunque no aparece

en buenas condiciones de observación parece que es un material margoso de color blanco, de aspecto semejante al Neocomiense que aflora en otros lugares.

La presencia de microbrechas del complejo de Aptychus señalada por BOURGOIS (1.978) apenas si ha podido ser comprobada, pues, como ya señalamos, las condiciones de afloramiento son muy malas.

En la otra orilla del arroyo se ha podido determinar una edad Valangiense-Barremiense mediante la siguiente asociación: *Radiolarios*, *Nannococcus colomi* (de Lapp.), *Nannococcus steinmanni* (Kampther), *Nannococcus globulus* (Bronn), *Nannococcus bermudezi* (Bronn), *Nannococcus kamptneri* (Bronn), *Nannococcus circularis* (Deres y Acher) y *Nannococcus elongatus* (Bronn).

1.2.3. Subbético Medio Septentrional

1.2.3.1. Jurásico

1.2.3.1.1. Dolomías, calizas y calizas oolíticas (15)

De este primer conjunto se abarca prácticamente todo el Lías y hasta es posible que algo de los tramos inferiores del Dogger. Aunque el análisis sedimentológico ha definido varias facies, no ha sido posible diferenciarlas cartográficamente. Aparecen en la Sierra de Esparteros y en algunos otros afloramientos aislados próximos a ella.

Su tramo basal se encuentra parcialmente brechificado y dolomitizado. Inmediatamente sobre el tramo anterior se sitúan unas calizas con *Thaumatoporella* también representadas en otros subdominios subbéticos tal como corresponde a las Sierras de Peñagua y la Sierra de San Juan.

Y sobre ellas la serie siempre calcárea masiva de colores claros rosáceos, se hace oolítica (oobioesparitas, intrabioesparitas, intraoosparitas, intrapelesparitas) en la que los restos bioclásticos corresponden en general a fauna bentónica. Ha sido muy bien definida en la Sierra de Esparteros. En este mismo lugar existe un nivel superior de caliza bioclástica con algunas alternancias margosas cuyos componentes bioclásticos más característicos son placas de equínidos y ostrácodos. Por su carácter transgresivo es posible situarla ya en el Aalenense y el Bajociense. Sin embargo, las dataciones realizadas para este trabajo no han podido determinar nada más que el Carixiense-Domeriense Inferior.

1.3. FORMACIONES PARA AUTOCTONAS

1.3.1. Terciario

1.3.1.1. *Margas, margocalizas y arenas blancas, "moronitas" (16)*

Estos sedimentos, que afloran en el norte y noroeste de la Hoja, parece que están suprayacentes y discordantes sobre los depósitos subbéticos del Olistostroma.

En general esto es difícil de apreciar pues todos estos contactos se han mecanizado como consecuencia del avance del Olistostroma. La serie, que presenta enormes dificultades de observación, está esencialmente compuesta por margas, margocalizas (biomicrita y micritas) y arenas de color blanco que se denominan localmente "albarizas" y que fue llamada "moronita" por CALDERON y PAUL (1.886) a finales del siglo pasado. La "moronita" propiamente dicha, tal y como se definió entonces, es decir, una marga blanco-amarrillenta o gris, áspera al tacto, ligera, silíceas y con abundantes restos de radiolarios y diatomeas, es muy frecuente, pero no está presente en todos los afloramientos de albarizas. Aunque esta formación es esencialmente margosa, existen también intercalaciones de niveles detríticos, arenosos y de calizas organógenas. Algunos autores creen ver en esta circunstancia transiciones graduales al Oligoceno subbético. De hecho en la Hoja es en ocasiones difícil diferenciar unas y otras formaciones. Además de radiolarios y diatomeas contienen espículas y restos de otros organismos. Suele presentar silicificaciones abundantes e irregulares. Las hemos encontrado sobre todo al sur de la Hoja, un kilómetro al norte del Cortijo de Gaena.

Como en otros lugares del Valle del Guadalquivir, se han determinado dos edades muy bien definidas: Aquitaniense Superior-Langhiense y Tortoniense. Los más antiguos corresponden a afloramientos más meridionales, todos ubicados al sur del gran afloramiento de moronitas de dirección NE-SW al sureste de la Sierra de Esparteros, o de alguna manera claramente implicados en la estructura del Olistostroma. Las moronitas más modernas, las que se sitúan en esa extensa franja de aflorantes a la que ya nos referimos anteriormente, que va desde la Loma de las Alcábalas hasta Cortijo Morcillo, y en el NE de la Hoja. Unas y otras corresponden claramente a dos épocas de sedimentación bien definidas.

No es posible estimar ningún valor, ni siquiera aproximado, de potencia de sedimentación.

1.4. FORMACIONES POSTOROGENICAS

1.4.1. Terciario

1.4.1.1. Areniscas, arenas y margas arenosas amarillentas (17)

Reposan discordantes sobre el resto de los materiales aflorantes fosilizando un paleorelieve preexistente. Aunque se localizan sobre todo en el ángulo NO de la Hoja, al norte de Morón, hay algunos afloramientos más desperdigados por la misma, tales como los del arroyo del Salado y Villanueva de San Juan, al norte de la Sierra del Tablón.

La serie generalizada de las formaciones postorogénicas del valle del Guadalquivir está constituida por dos niveles fundamentales: uno basal de margas azuladas algo arenosas y otro superior, más detrítico, formado esencialmente por arenas y areniscas; en menor grado conglomerados poligénicos, limolitas y calizas. Esta última formación provista, en ocasiones, de abundante fauna (constituyen verdaderas lumaquelas) es la única que aflora en la Hoja.

Las arenas son subarkosas y sublitarenitas en las que el cuarzo tiene siempre porcentajes superiores al 50%. En proporciones menores al 10% se encuentran feldespatos potásicos, plagioclasas y fragmentos de roca que en la mayoría de los casos son de naturaleza calcárea. Lo más frecuente es que presenten buenas cementaciones constituidas esencialmente por carbonatos (esparita) y por óxidos de hierro, este último puede que postdiagenético.

La potencia de esta formación, que se cree marque la regresión andalu-ciense en el valle del Guadalquivir, es bastante variable; no obstante, se estima del orden de los 60 metros.

Las características generales de estos depósitos la definen como una formación molásica relacionada con movimientos orogénicos póstumos. Constituyen facies marinas, generalmente litorales.

1.4.2. Cuaternario

1.4.2.1. Pleistoceno

1.4.2.1.1. Brechas (18)

Se sitúan en las laderas de la Sierra de Esparteros, fundamentalmente en su vertiente septentrional. Se apoyan sobre el sustrato jurásico que forma dicha sierra alcanzando unos buzamientos exagerados para un depósito de ladera, en algunos casos próximos a la vertical o incluso contra pendiente. El hecho, que tiene una explicación tectónica por el reajuego reciente de la falla que limita la sierra por el norte, será tratado en el apartado correspondiente.

Litológicamente es una brecha de cantos y bloques angulosos de naturaleza calcárea procedente de dicha sierra. Posee una matriz arcillo-arenosa de color rojizo y cemento carbonatado.

1.4.2.1.2. Brechas, arenas y limos (glacis de acumulación) (19)

Están localizados al pie de algunas de las elevaciones más importantes, allí donde la disección fluvial no ha sido demasiado intensa y ha permitido su conservación, pues corresponden a procesos cuaternarios fósiles. Se han reconocido en la vertiente septentrional de la Loma de Pinalejo en la esquina NE de la Hoja, al pie de la Sierra de Esparteros, al norte de Morón y en la ladera noroccidental de la Loma de las Alcabalas.

En la mayoría de los casos son depósitos de muy poco espesor (algunos metros), que tienen un encostramiento laminar débil. Los constituyen sedimentos detríticos no demasiado groseros, tales como brechas, arenas y limos, procedentes de las vertientes y de los barrancos de las elevaciones topográficas. Se forman pequeños conos coalescentes que constituyen glacis acumulativos nunca demasiado potentes. En la actualidad se encuentran en proceso de desmantelamiento colgados varios metros sobre el nivel de los talwegs.

1.4.2.1.3. Conglomerados, arenas y limos (terrazas) (20)

Existen pequeños retazos de terrazas en casi todos los principales cauces de la Hoja. Por orden decreciente de importancia, se han observado en los ríos Guadaira, Corbones, Guadalmanil y de la Peña, así como en el arroyo del término donde se conectan con los glacis desarrollados al pie de la Loma de Pinalejo.

Donde están mejor representadas es en el río Guadaira. El nivel más importante se sitúa a unos 20 metros sobre el cauce actual. Por debajo, aunque existen algunos aterrazamientos, apenas si destacan de la llanura de inundación. Por encima, tan solo se ha observado un nivel importante a unos 50-60 metros de cota; no obstante, es posible que existan otros bastante degradados. En el río Corbones tienen un desarrollo semejante. Aquí los más importantes están a +10, +25 y +70 metros de altura. Ligadas al río Guadalmanil se han cartografiado varias terrazas a +25, +50, +65 y +110 metros que están situadas prácticamente sobre un mismo perfil transversal. Apenas si tienen representación en el río de la Peña donde existe un solo nivel a unos 65-75 metros.

Litológicamente presentan una constitución bastante semejante a base de conglomerados, arenas y gravas con mayor o menor proporción de fracción limosa. La naturaleza de los cantos rodados y calizas del subbético y ofitas denuncia un origen muy próximo. Se presentan generalmente encostrados al menos los niveles más gruesos.

En ningún caso el espesor de estas terrazas sobrepasa los 10 metros.

1.4.2.2. *Holoceno*

1.4.2.2.1. Arenas, limos y cantos (glacis de acumulación) (21)

Estos depósitos, que se sitúan en el ángulo NE de la Hoja, son unos glacis de acumulación subactuales que se encajan en otros más antiguos y medio degradados y de los que hemos hecho ya referencia. Como en aquel caso son una serie de abanicos coalescentes que esparcen el material derrubiado por las laderas y los barrancos de la Loma de Pinalejo. El material fundamentalmente arenoso no está en este caso encostrado.

Aunque se encuentran muy por encima de la cota de algunos de los arroyos próximos son en la actualidad funcionales.

1.4.2.2.2. Limos, arenas y cantos (aluvial, depósitos de fondo de valle) (22)

En este apartado se incluyen los sedimentos aluvionales y todos aquellos, cualquiera que sea, de procedencia más dudosa, que por una u otra razón tapizan el fondo de los valles; en cualquier caso estos últimos tienen un mínimo retoque fluvial. Corresponden a los aluviales de los cuatro cursos fluviales principales, es decir, Guadaira, Corbones, Guadalmanil y de la Peña. Tienen también importancia los depósitos de los fondos de los valles, muy amplios, situados al norte de Morón y que drenan al Guadaira. Los materiales que componen estos sedimentos son semejantes a los que constituyen las terrazas, pues es obvio que se nutren del entorno subbético. Los aluviones son por lo general limoarenosos con niveles de gravas y cantos medianamente rodados de calizas y ofitas. La composición de algunos depósitos de los valles que drenan las "albarizas" y los materiales del Flysch subbético es ligeramente diferente. Son casi exclusivamente arenosos o limoarenosos de color gris oscuro a negro, con abundante materia orgánica, procedentes de la desmantelación de dichas formaciones y de la de unos importantes suelos oscuros desarrollados sobre ellas.

Especial significación tienen algunos fondos de valles que se ubican hacia el centro de la Hoja sobre el Triásico y en estrecha relación con los afloramientos del Muschelkalk, apenas si pueden ser considerados aluvionales, pues muchas de esas áreas planas que se sitúan preferentemente en las zonas de cruce de líneas de fracturación están constituidas por materiales procedentes de la decalcificación del entorno próximo.

1.4.2.2.3. Arcillas, limos, arenas y bloques (colada de solifluxión) (23)

Si bien, debido esencialmente al relieve, menos enérgico, en esta región los deslizamientos, y en general los movimientos por solifluxión, no tienen la proliferación que en otros lugares de las cordilleras béticas, sí son frecuentes. No presentan grandes dimensiones y suelen estar ligados casi exclusivamente a los afloramientos cretácicos y del Flysch subbético.

Es muy posible que en los mecanismos desencadenantes de estos procesos de solifluxión juegue un papel muy importante, excluido el relieve, claro está, la naturaleza margosa de dichas formaciones, y más que ella, la notable proporción de montmorillonita en las arcillas que las constituyen.

1.4.2.2.4. Limos, arenas y cantos (conos de deyección) (24)

Este tipo de depósitos cuaternarios no es demasiado numeroso en la Hoja. Se localizan sobre todo en el límite norte de la misma y en la salida a los cursos principales de ramblas y barrancos. Su naturaleza depende, claro está, de su ubicación. Por lo general su composición es limoarenosa con cantos de caliza dispersa.

1.4.2.2.5. Cantos, arenas y limos (depósitos de ladera) (25)

El relieve no es lo suficientemente accidentado para que tales depósitos proliferen. Se sitúan al pie de las principales elevaciones calcáreas y en las vertientes de las formaciones más deleznales como las "albarizas" donde no se han diferenciado. El resto, ubicadas sobre los fondos de los valles, tienen escasa importancia.

2. TECTONICA

Estructuralmente la Hoja de Morón de la Frontera se encuentra en las zonas externas de las cordilleras béticas (Zona subbética) y más concretamente dentro del dominio tectónico denominado por BOURGOIS (1.978) Complejo del Guadalquivir y que para este autor está constituido por todos aquellos materiales situados en posición nord-penibética, es decir, en esta región en el Subbético Medio.

La estructura del subbético es bastante compleja. Se puede decir que su norma general es su falta de orden y la discontinuidad. Casi todos los contactos están mecanizados, bien como simples despegues o bien como superficies de corrimiento. La discontinuidad es la regla general entre el Trías y el resto

de los terrenos situados en él, e incluso entre estos últimos también. Esta circunstancia ha dependido en gran parte de la naturaleza litológica de la serie subbética. CHAUVE (1.968) la ha subdividido en tres paquetes de competencia diferente: el Trías, el Jurásico y el conjunto margoso calcáreo de edad Cretácico Superior-Oligoceno Inferior. De aquí se deducen dos niveles de despegue fundamentales, el propio Trías y el paso Cretácico Inferior y Superior, aunque también existen otros despegues tales como los observados entre el Cretácico Superior y el Flysch Oligoceno.

Las hipótesis vigentes coinciden en señalar que se trata de una estructura en manto probablemente desencadenada por mecanismos gravitacionales. Tanto la vergencia general de las estructuras hacia el antepaís como el carácter alóctono de los materiales que constituyen la Zona Subbética parecen comprobados. Más difícil resulta precisar si la estructura del subbético está o no compuesta de más de un corrimiento superpuesto en el tiempo.

La tectónica fundamental sería intratortoniense tal y como demuestran los trabajos de PERCONIG (1.960-1.962), CHAUVE (1.967) y MONTENAT (1.973) que han mostrado que el complejo del Guadalquivir reposa frontalmente sobre el Tortoniense Inferior, mientras que está recubierto por el Tortoniense Superior.

Los materiales aflorantes en la Hoja de Morón constituyen el mismo límite del frente subbético y de los sedimentos autóctonos, estos últimos sin apenas representación. La disposición estructural de la Hoja está determinada fundamentalmente por las enormes masas triásicas en ella representadas. En esa masa caótica sin estructura aparente se dispersan aislados toda una serie de materiales de la cobertera mesozoico-terciaria subbética. No obstante, las observaciones realizadas reflejan que existe una mínima ordenación estructural. En primer lugar existe una clara vergencia hacia el NW; aunque no siempre ocurre así, la disposición de los paquetes más importantes es siempre volcada hacia el sur. Los jurásicos de Esparteros, Peñagua, Pozoamargo, Las Lebronas y San Juan, esta última de estructura algo más compleja, son series monoclinales con buzamientos a veces próximos a la vertical dirigidos hacia el sur.

En el paquete estructural superior del subbético, es decir, las margo-calizas del Cretácico Superior y el Flysch Oligoceno, esta disposición también se manifiesta aunque es siempre más difícil de apreciar debido a que internamente está profundamente trastocado. A veces parece que dibujan complejas y apretadas estructuras volcadas y a veces laxos pliegues sinclinales que en parte pueden ser interpretados por halocinesis reciente.

La distribución de los aislados bloques jurásicos en la masa triásica tiene una cierta ordenación puesto que se mantienen más o menos alineados y siguiendo una cierta orientación que por otra parte parece que coincide con unas originarias líneas paleogeográficas jurásicas deducidas por estudios sedimentológicos.

Por otra parte, la masa triásica en principio caótica y desordenada también refleja un cierto orden. Cartográficamente los afloramientos de Muschelkalk se sitúan con más o menos igual orientación. Sin embargo los afloramientos del Cretácico Superior y del Flysch subbético se sitúan sin ordenación aparente, asociados o no, a los otros materiales de la cobertera subbética. Entre ellos sí parece que mantienen una estrecha relación, hasta tal punto que en muchas ocasiones se ha supuesto contacto normal. Criterios cronológicos han apoyado también esta suposición. Por lo demás el resto de los contactos entre los materiales subbéticos deben ser anormales a excepción del Muschelkalk con el resto del Trías, que si bien tiene despegues, en muchos lugares está concordante. El Jurásico se presenta siempre incompleto. Incluso en los afloramientos de la serie del Tablón en ésta y en las Hojas colindantes a ella, donde es más completa, los despegues son más que frecuentes y se han interpretado como escamas con vergencia hacia el Guadalquivir.

Este tipo de disposición estructural con superficies de despegue progresando unas sobre otras hacia el noroeste se ha observado a escala de afloramiento en varios puntos de la Hoja, relacionando todo tipo de materiales subbéticos, desde materiales exclusivamente triásicos a "albarizas".

La aparición del grueso de los afloramientos de albarizas está cartográficamente muy definida en la Hoja y si no fuera porque en algunos lugares se entremezcla e intercala con el Trías no habría por qué dudar en no incluirla en el Olistostroma. Se aprecia claramente un grado de implicación menor. Estos hechos concuerdan con las hipótesis generalizadas que la suponen sedimentos parautoctonos, es decir, depositadas inicialmente sobre el frente del Olistostroma y arrastradas con posterioridad por el avance del mismo.

Otra de las características estructurales de la Hoja es su intensa fracturación que hasta ahora no ha sido convenientemente destacada. Afecta a todos los materiales aflorantes alcanzando incluso a afectar a alguna formación cuaternaria. Es especialmente destacable entre los afloramientos calcáreos del Muschelkalk. En el resto del Trías y sobre todo en las albarizas es, por su naturaleza litológica, muy difícil de detectar.

No existe mucha continuidad entre las líneas de fracturas observadas debido probablemente a la naturaleza extremadamente plástica de los materiales que componen el Olistostroma. No obstante de la maraña cartográfica resultante se entresacan algunas lineaciones importantes y dos direcciones fundamentales que se ajustan a las directrices N 30 y N 70; con menor desarrollo se pueden encontrar también las direcciones N 90 y N 110.

Aunque difusas, las lineaciones más importantes de la Hoja corresponden a la familia de fracturas N 70 que es sensiblemente paralela con las directrices subbéticas. La más meridional de ellas delimita los afloramientos de albarizas de la Loma de las Alcabalas y se prolonga por el Triásico hacia el este. Más al sur, aunque no constituyen una alineación concreta, la serie jurásica de San

Juan y los afloramientos terciarios del Mojón Gordo están limitados en su flanco septentrional por fallas con la dirección citada. Sin embargo, el accidente más señalado se sitúa más al norte, delimitando las series jurásicas de Esparteros y de Peñagua y se prolonga hacia la esquina nororiental de la Hoja. Al norte de Morón los límites meridionales de las albarizas que se sumergen bajo el Tortonense postorogénico tienen también esa dirección.

La familia de fracturas con dirección N 30 presenta tanta continuidad como la anterior, aunque si cabe más numerosa, y es la responsable de las distorsiones que experimentan los demás afloramientos con dirección general subbética. Es sobre todo espectacular la que experimenta la banda más interna de los afloramientos de albarizas. Esta distorsión puede fácilmente descomponerse según las direcciones antes citadas.

Por otra parte el rejuego de estas fracturas es en algunos casos bastante reciente. El caso más claro es la Sierra de Esparteros cuyo contacto septentrional es una fractura que pone en contacto las calizas jurásicas con una brecha cuaternaria. Retazos de afloramientos de la molasa tortonense se encuentran levantados más de un centenar de metros por encima de los niveles que ocupan habitualmente. El Cuaternario se encuentra también levantado en posición subvertical e incluso en algún caso buzando contra pendiente. Gran parte de estos movimientos póstumos parece que tan sólo han originado movimientos verticales en lugares muy concretos y casi siempre directamente relacionados con las grandes masas jurásicas. Entre las posibles interpretaciones de estos fenómenos diferenciales podíamos enumerar en primer lugar a los procesos halocinéticos. En este sentido conviene recalcar la presencia de estructuras circulares entre las que destaca el arco de Peñagua situado en posición centro-septentrional en la Hoja. Esta halocinesis se manifiesta también en los bordes de muchos contactos de Triásico con las formaciones margosas calcáreas subbéticas (Cretácico Superior y Flysch Oligoceno). El primitivo plano de corrimiento o escama con presumible vergencia al NO se ha cambiado convirtiendo las primitivas imbricaciones en estructuras sinclinales por levantamiento de sus bordes.

La otra interpretación de estos movimientos póstumos que viene apoyada por la alta sismicidad de la zona y tiene que referirse a esfuerzos en profundidad. El reflejo de estos movimientos de zócalo quedarían en corta forma plasmada en superficie en esa fracturación. Aparte de la problemática de la neotectónica hay que pensar definitivamente que la disposición estructural de la Hoja, con sus mezclas, fracturas, directrices e imbricaciones, encaja en la hipótesis de un desplazamiento hacia el NO. No obstante, el problema estructural se plantea ahora al intentar deducir una tectónica subbética pre-Olistotrómica ya que muchos de los accidentes observados no se sabe cuáles son heredados de aquella época o cuáles son consecuencia del avance del Olistotroma.

3. GEOMORFOLOGIA

Las dos grandes unidades geológicas definidas en la Hoja, es decir, la Depresión del Guadalquivir y la Zona subbética, definen así mismo dos regiones morfológicas bien diferenciadas. De las suaves y alomadas tierras del Guadalquivir se comienza a subir progresivamente de cota hacia el SW a partir de Morón de la Frontera. A partir de este lugar el relieve, que no se hace mucho más elevado, se accidenta, se vuelve más quebrado. Conforme nos adentramos hacia el sureste la orografía no sólo se complica sino que sobre el horizonte empiezan a emerger, cada vez con más frecuencia, aislados e imponentes macizos calcáreos tan frecuentes en todo el paisaje subbético. La primera de las dos grandes unidades morfoestructurales que se definen no ocupa mucha extensión. La segunda constituye el resto de la Hoja.

El nivel general de la topografía, aunque no presenta cotas muy dispares, varía según nos encontremos en uno u otro extremo de la Hoja. La máxima altitud de la misma se establece en Las Lebronas con 833 metros perteneciente a la Sierra del Tablón (1.129) cuyo núcleo principal se sitúa en las Hojas colindantes. En el extremo opuesto, es decir, en el ángulo NW, se sitúan las cotas más bajas próximas a los 100 metros, en el valle del río Guadaira, situado al pie mismo de la Sierra de Esparteros (598 metros).

El modelado en la esquina NW de la Hoja, morfoestructuralmente en el valle del Guadalquivir apenas si ofrece contrastes pronunciados. No obstante, tampoco destacan las extensas llanadas cuaternarias tan características hacia el norte. El paisaje es alomado y con pocos valles. El Subbético no es morfológicamente homogéneo. El relieve ofrece ligeras variantes como respuesta a la naturaleza del sustrato aflorante. Los afloramientos del Triás que altimétricamente son sin duda los más rebajados, imprimen, por su gran extensión superficial, el carácter morfológico a toda la Hoja. Presentan un relieve accidentado y confuso, en gran parte controlado por la intensa fracturación existente. Mantiene una superficie de cumbres bastante nivelada pues apenas si destacan en ella algunas aristas de capas más duras tales como yesos o calizas. Aunque estas últimas presentan mayor importancia morfológica, tampoco llegan a sobresalir demasiado. Como excepción hay que citar el Cerro de la Encarnación (661 metros) formado exclusivamente por calizas del Muschelkalk. Sobresale unos cien metros sobre las elevaciones más próximas y llega a constituirse en la segunda cota topográfica de la Hoja.

Los demás constituyentes del Subbético, menos extensos en afloramientos, presentan un modelado diferente al del Triás. Por un lado las cumbres alomadas y suaves de las albarizas terciarias y los Cretácicos margocalcáreos contrastan con el paisaje quebrado del Triásico. Los materiales flyschoides del Oligeno subbético presentan relieves también alomados, pero bastante más agudos. Sin embargo, las más importantes elevaciones de la Hoja, como de

todo el dominio subbético, las constituyen las sierras jurásicas. Entre ellas destacan la de Esparteros (589 metros), la más septentrional, que sobresale unos 300 metros sobre los niveles de cumbres circundantes; y Las Lebronas, la más meridional, que pertenece a la Sierra del Tablón. Sin embargo, las sierras de Peñagua, Pozo Amargo y San Juan apenas si destacan del resto del relieve.

Sobre la superficie delimitada por las cumbres de los afloramientos triásicos se aprecia un descenso general del relieve hacia el NW, con inclinación perpendicular a la orientación estructural del Subbético. Entre la orla triásica, que aflora en el ángulo SE de la Hoja al pie de la Sierra del Tablón, la superficie de cumbres se sitúa sobre los 500 metros. El descenso, desde aquí a la esquina opuesta, es progresivo. Allí en su límite septentrional se sitúa bajo los 300 metros. Más allá de la línea que separa el Subbético del dominio de la Depresión del Guadalquivir este descenso es ya manifiesto. Sobre las cumbres de las albarizas, unos kilómetros al norte de esta línea, las cotas topográficas apenas si superan los 150 metros. A excepción hecha de algunos isleos montañosos tales como Esparteros o el cerro de la Encarnación, los niveles de cumbres se presentan según una superficie bastante plana y basculante hacia el NW, con una pendiente aproximada de unos grados. En esta "penillanura" donde emergen a modo de relieves residuales algunas de las sierras ya señaladas es donde se produce el verdadero relieve de la Hoja. La disección de esa superficie culminante se hace cada vez más profunda conforme nos desplazamos hacia el sur.

La proximidad de los eventos orogénicos de las béticas elimina cualquier correlación forma-depósito anterior al Terciario postorogénico del valle del Guadalquivir. Resulta evidente que estos sedimentos que hoy cubren en gran parte no sólo a los depósitos paraautóctonos terciarios de los alrededores de Morón, sino también del frente subbético, fosilizaron un relieve. Desde estos parajes hasta la otra esquina aún se pueden reconocer retazos aislados de estos sedimentos del Mioceno Superior. Alcanzan la Sierra del Tablón en el ángulo SE de la Hoja y allí un gran afloramiento de esta edad contornea la misma. Muy próximos, en la vecina Hoja de Olvera, se encuentran ya los de la cuenca de Ronda. Con estos retazos dispersos no se puede llegar a reconstruir ningún tipo de paleorelieve determinado. Son escasos, y a estos hay que añadir su aparente integración, valga la expresión, en gran parte de las complejidades estructurales subbéticas ya que en la mayoría de los casos aparecen fallados, basculados o hundidos entre los sedimentos de este dominio. Aunque poco se puede decir de la naturaleza del paleorelieve fosilizado hay a nuestro juicio dos circunstancias que nos pueden dar alguna luz sobre ello. Estas son la naturaleza sedimentológica de los depósitos encontrados; muy somera, en la mayoría de los casos litorales y en conexión con áreas emergidas; otra, de la extensión de las mismas hasta la cuenca de Ronda. Estos hechos nos sugieren una posible nivelación inicial labrada durante todo este ciclo por procesos

morfológicos litorales en la que emergían con toda seguridad las sierras del Tablón y Esparteros. Parece también probable que, finalizado este ciclo sedimentario con la regresión Andaluciense en el valle del Guadalquivir, estas últimas hubieran quedado reducidas a pequeños isleos montañosos. No obstante, es preciso señalar que en zonas más meridionales se han detectado paleorelieves netamente montañosos y abruptos, cubiertos por este tipo de depósitos.

A pesar de los pocos datos de que disponemos es también muy probable que antes de la entrada del Cuaternario, una vez retornado al mar, se acabara esa aparente penillanura señalada en páginas anteriores. Con el ciclo morfogénico cuaternario controlado por el Guadalquivir se empieza a destruir dicha superficie. En este sentido se debe precisar que los glaciares y terrazas observados en la Hoja se sitúan morfológicamente muy por debajo de este inicial nivel de cumbres.

En este esquema morfogénico tan simple es preciso incluir los procesos de neotectónica detectados en casos muy concretos, sobre los cuales nos hemos referido ya en el capítulo correspondiente. No obstante, es necesario muy brevemente volver a referirse a ellos. En primer lugar hay que destacar el probable umbral morfológico definido entre Morón y Olvera que separaría la depresión de Ronda de la del Guadalquivir. Es muy posible que las iniciales consecuencias del mismo dieran lugar a la emersión durante el Mioceno Superior. No obstante, su fisonomía actual parece bastante más reciente. El eje de dicho abombamiento podría haber estado situado en la Hoja de Olvera, muy próximo a su límite septentrional, en la línea que forman las sierras del Tablón y Las Harinas, y determinaría inicialmente la divisoria de aguas de los sistemas hidrográficos primitivos. En la actualidad esta zona, que sigue ofreciendo las máximas alturas topográficas, no sirve de línea divisoria. Esta ha progresado hacia el Guadalquivir situándose unos kilómetros más al norte, ya en esta Hoja. Hacia el sur de la misma, las aguas vierten al Guadalete; hacia el norte lo hacen hacia el Guadalquivir.

El otro fenómeno tectónico con particular incidencia morfológica se refiere a movimientos diferenciales producidos esencialmente en los macizos jurásicos por fenómenos de reajuste, diapirismo, o incluso rejuegos de fracturas en superficie consecuencia de esfuerzos profundos. En cualquier caso no tienen una incidencia fundamental en la configuración morfológica anterior.

En la actualidad la casi totalidad de la Hoja se encuentra afectada por una fuerte incisión. Los "thalwegs" son numerosos y profundos, con vertientes encajadas y sujetas a una intensa erosión. El relieve de la zona se encuentra en la actualidad en una fase de rejuvenecimiento bastante activa. La incisión originada es cada vez más profunda conforme progresamos hacia el límite meridional de la Hoja; allí todos los cursos vierten ya sus aguas hacia el río Guadalete. Si a estas circunstancias les añadimos las características climatológicas y sobre todo las litológicas del territorio dominado por los afloramientos triá-

sicos, no es de extrañar que los procesos que modelan los interfluvios sean sobre todo el lavado y la arroyada. La circulación de aguas superficiales, después de cada lluvia, a lo largo de las vertientes en general bastante descarnadas, arrastra materiales triásicos hasta el fondo de los valles. La naturaleza de estos afloramientos, blandos y no muy consolidados, favorece la incisión y como consecuencia la formación de cárcavas y abarrancamientos. Sobre las laderas de los afloramientos margocalcáreos cretácicos o del Flysch Oligoceno son muy frecuentes los fenómenos de solifluxión. En estos casos el modelado de sus vertientes, donde apenas si existen abarrancamientos, está controlado por estos procesos cuyo desencadenamiento probablemente depende en gran parte de especiales características de las arcillas contenidas en esos materiales.

Los desprendimientos, coladas de bloques y de barro, y algún deslizamiento son los procesos erosivos más frecuentes en las sierras calcáreas jurásicas cuya ladera puede llegar ocasionalmente a quedar medio sepultada por estos.

El modelado de las albarizas y Mioceno Superior, ambos próximos al valle del Guadalquivir, se caracteriza fundamentalmente por su suavidad a la incisión y por la proliferación de "thalwegs" que es mínima. Las vertientes están afectadas fundamentalmente por fenómenos de lavado y arroyada que arrastran con facilidad el material arenoso abundante y causan no pocos problemas en la agricultura.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Las especiales características estructurales de los materiales aflorantes en la Hoja no permiten una reconstrucción histórica fácil. En este territorio se superponen dos importantes dominios geológicos del gran cuadro geológico estructural de las Cordilleras Béticas. Uno de ellos, el Dominio subbético, que en la actualidad se cree no ocupe su posición original, se ha precipitado sobre el otro. Este último está constituido por la Depresión del Guadalquivir cuya historia va ligada a la etapa orogénica, y sobre todo postorogénica, bética. En este sentido la historia preorogénica estará fundamentalmente referida al Subbético. Sin embargo, el estado actual de los conocimientos no permite una reconstrucción paleogeográfica fácil. La creencia general es que la sedimentación subbética se realizó en una posición más al SE de la que ocupa en la actualidad. Esta sedimentación se realiza durante gran parte del Mesozoico, en ambientes costeros y al principio, durante el Triásico, con frecuentes paréntesis continentales. Estas condiciones se prolongan hasta el Lías Superior donde parece que se establecen algunas subsidencias diferenciales, aunque sin formarse surcos demasiado profundos. Para la mayoría de los autores en este mo-

mento el ámbito subbético adquiere las características de geosinclinal. Indudablemente los materiales depositados con posterioridad al Lías Medio son facies de mayor profundidad; ésta se hace ya más acusada en el Cretácico Inferior y Cretácico Superior, donde es ya claramente pelágica. Desde el Cretácico Superior al Oligoceno la sedimentación parece tener un cierto carácter transgresivo y culmina con los depósitos a veces turbidíticos del Flysch subbético.

Aunque la descripción histórica de las distintas formaciones subbéticas se ha hecho con continuidad, es muy posible que ésta se haya interrumpido en más de una ocasión. No obstante, esta circunstancia es siempre difícil de determinar a causa de los abundantes despegues tectónicos que presenta el Subbético. En este sentido se admite en algunos lugares del Subbético una etapa de deformación intercretácica. También se atribuyen al Eoceno y Oligoceno importantes deformaciones tectónicas. Sin embargo, es durante el Mioceno Superior cuando se desarrolla la gran etapa orogénica bética con el emplazamiento de las distintas unidades, entre ellas el Subbético, como consecuencia de una tectónica en mantos de corrimiento. En esa época los sedimentos subbéticos habrían iniciado un desplazamiento hacia el NE e irían progresivamente deslizando y cayendo en el surco del Guadalquivir. Sobre esta masa olistostrómica subbética se emplazan los primeros depósitos de "albarizas" que han sido datadas como Burdigaliense Superior a Serravaliense. Como la edad del segundo grupo de "albarizas" es ya Andaluciense hay que suponer la existencia de un hiato en la sedimentación durante gran parte del Tortonienense. La falta de depósito en esta época se intenta explicar mediante la entrada en subsidencia de la cuenca del Guadalquivir cuyo desarrollo se inicia entonces con la gran transgresión del Tortonienense Superior. En esa época se originan nuevos deslizamientos gravitacionales que hunden más a la masa olistostrómica subbética arrastrando consigo los depósitos de "albarizas" depositados con anterioridad. En este sentido hay que señalar que en sondeos realizados en Ecija y Carmona, al norte de la Hoja, el Olistostroma se sitúa ya sobre las margas azules del Tortonienense Superior; a su vez, en otros puntos, estos sedimentos del Olistostroma están bajo y sobre otros paquetes de margas azules, que han sido datadas como andalucienenses (LEIVA, 1.972). Durante el Andaluciense alternan los depósitos de margas y azules y "albarizas". En el Andaluciense Superior se ha detectado otra fase tectónica que origina unos deslizamientos en la masa olistostrómica. Aunque continúa la sedimentación en la Depresión del Guadalquivir, enseguida se inicia una gran regresión que se ha situado al final del Andaluciense. Es muy posible que el área ocupada por la Hoja estuviera ya emergida durante gran parte del Plioceno. El levantamiento continúa durante este piso y todo el Cuaternario. El relieve se rejuvenece, aún está en proceso de rejuvenecimiento, y adquiere el carácter montañoso que hoy caracteriza a gran parte de la Hoja.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. MINERIA

Ni hoy día existe actividad minera en la Hoja ni tampoco grandes posibilidades de que la haya. Los únicos indicios que se conocen se refieren a unos posibles yacimientos de hierro, explotados en el pasado, y que quedan situados fundamentalmente en torno al cerro de la Encarnación. Según ALASTRUE y PRIETO (1.952) estos indicios forman parte de un conjunto más amplio que se prolonga desde dicho lugar hasta El Saucejo, población ubicada ya en la vecina Hoja de Campillos.

Se sitúan en el contacto entre las calizas del Muschelkalk y casi siempre en proximidad a afloramientos de ofitas. Esta última circunstancia, unida a la presencia de magnetita en dicha mineralización, induce a pensar en la estrecha relación entre ésta y el vulcanismo triásico. Por otra parte este tipo de mineralización es relativamente frecuente en otros lugares del Subbético. También hay mineralizaciones con fuerte presencia de hematites a las que se puede atribuir un origen secundario, probablemente relacionado con procesos kársticos.

Según los datos proporcionados por los autores antes citados, hay que señalar que los distintos indicios se sitúan en un franja con orientación aproximada NE-SW y con buzamientos que en ocasiones se aproximan a la vertical.

Los minerales de hierro más frecuentes son la magnetita y oligisto. También es muy frecuente la presencia de hematites. Las mineralizaciones suelen ser de baja ley pues en la mayoría de los casos se difuminan en la caliza. Se citan los siguientes análisis:

	Boca de los Leones (%)	La Encarnación (%)	Los Garridos (%)
Hierro	52,590	49,900	50,840
Sílice	1,600	1,860	10,440
Azufre	0,035	0,063	0,022
Fósforo	0,020	0,040	0,024

Al parecer, la actividad minera de la región, subordinada a estos yacimientos y en relación con la industria Altos Hornos de Málaga, tuvo importancia en el primer cuarto de este siglo.

5.2. CANTERAS

La explotación de canteras, uno de los principales recursos económicos de la Hoja, está ligada fundamentalmente a carbonatos y sulfatos empleados

sobre todo en fabricación de cales y yesos. Menos importancia tiene la industria cerámica y el aprovechamiento de calizas y ofitas para material de construcción.

Aunque los yesos son muy abundantes en todo el territorio, por razones obvias, la mayoría de las explotaciones radican en las proximidades de Morón. Los yesos, que pueden presentarse desde sacaroideos hasta en gruesos cristales, suelen presentar problemas de explotación como consecuencia de su irregularidad de afloramiento, consecuencia de la tectónica y de su especial movilidad. Toda la explotación de yesos, que presentan porcentajes de $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ siempre superiores al 80%, se trata en fábricas locales para yeso o como aditivo para la fabricación de cemento.

La totalidad de las canteras se explotan a cielo abierto y en régimen intermitente. En la actualidad gran número de ellas se encuentran abandonadas.

Las calizas y dolomías, que tienen gran importancia industrial, se aplican sobre todo para áridos, cales y cementos.

Para la fabricación de áridos se utilizan fundamentalmente las calizas y dolomías del Jurásico y sobre todo las calizas y dolomías del Muschelkalk.

En la industria de la cal se utilizan esencialmente las del Jurásico y en ocasiones las margocalizas cretácicas. Revisten especial importancia las explotaciones de la Sierra de Esparteros.

Las margas y arcillas se utilizan poco, en ocasiones para la fabricación de cementos. No obstante, en las "albarizas" existen importantes explotaciones destinadas a la industria cerámica. Aunque existen también explotaciones con este fin en el Triásico, éstas son mucho menos numerosas dada la baja calidad del material arcilloso que contienen.

En las ofitas, la mayoría de las canteras están inactivas. Su aplicación industrial está destinada casi exclusivamente para áridos pues su posible utilización como roca ornamental choca con dos dificultades importantes: su grado de alteración y la dimensión y discontinuidad de sus afloramientos.

La explotación de arenas y gravas con destino a la construcción y a las obras públicas es prácticamente inexistente en la Hoja pues se ubican más al norte, en el Neógeno del Valle del Guadalquivir y en los aluviales y terrazas de dicho río. En ambos casos la representación de tales depósitos en esta Hoja es muy escasa.

5.3. HIDROGEOLOGIA

Los materiales que componen la Hoja no presentan grandes posibilidades hidrogeológicas. Cuando no son las características litológicas de muchos de estos terrenos que no permiten ya de por sí grandes acumulaciones, es su disposición estructural compleja y caótica con poca o ninguna continuidad la que impide la formación de mantos acuíferos de consideración.

La gran masa de afloramientos constituida por el Trías es prácticamente impermeable. La poca agua que se encuentra es de gran dureza y frecuentemente salobre. Dentro de estos afloramientos triásicos, los constituidos por el Muschelkalk tampoco pueden originar ni acuíferos ni fuentes de importancia pues sus dimensiones son muy reducidas.

En estos afloramientos triásicos tiene cierta importancia la abundancia de fuentes salinas y sulfurosas, casi todas comprendidas en una banda con dirección SO-NE, según la directriz estructural principal. La más importante de ellas es la de Pozo Amargo, situada al pie de la sierra que lleva el mismo nombre y en cuyo lugar existió un antiguo balneario. Los principales caracteres y composición de estas aguas son los siguientes (ALASTRUE y PRIETO, 1.952):

- Caracteres organolépticos: sabor salado y amargo; olor marcado a gas sulfhídrico y temperatura 17,5° C.
- Composición química: gases, gas sulfhídrico libre 9,90 cc.
Sulfuro cálcico: 1,1405 gr.
Hiposulfito sódico: 0,0210 gr.
Sulfato cálcico: 1,1600 gr.
Sulfato magnésico: 1,3900 gr.
Carbonato cálcico: 0,0707 gr.
Cloruro potásico: 0,0437 gr.
Cloruro sódico: 0,4040 gr.
Cloruro magnésico: 1,3900 gr.
Sílice: 0,0600 gr.
Materia orgánica: 0,1500 gr.
Azufre en sulfuros indeterminados.
Indicios de arsénico, hierro, aluminio y ácido fosfórico.

Aunque de mayor tamaño, los afloramientos jurásicos se presentan también en unidades aisladas enclavadas en el Triásico margoyesífero, como las calizas del Muschelkalk. Aunque reúnen ciertas condiciones de almacenamiento los acuíferos no son nunca, debido a sus dimensiones, de gran importancia. Como consecuencia de su posición estructural, la descarga de las aguas almacenadas que da lugar a las más importantes fuentes de la Hoja, se realiza en todos los afloramientos en su flanco noroeste.

Las formaciones margosas del Cretácico y del Terciario Inferior nunca constituyen acuíferos de importancia. Lo mismo ocurre con las "albarizas" que aunque presenten zonas con permeabilidad aceptable, la complejidad de su estructura tectónica impide la formación de acuíferos de consideración.

El Neógeno postorogénico, el más interesante desde el punto de vista hidrogeológico, tiene poca representación en la Hoja. No obstante, su posi-

ción topográfica origina un fuerte drenaje a las vaguadas que modelan dichos afloramientos. Es, sin embargo, la formación más favorable.

El Cuaternario, aunque escaso, es también de gran interés pues además que es obvio que a él van las aguas de esorrentía, se suele apoyar en la mayoría de los casos sobre el sustrato impermeable triásico.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALASTRUE, E. (1.945).— Nota sobre la Sierra de Algámitas (Sevilla). *Bul. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XLIII, pp. 403-404.
- ALASTRUE, E. y HERNANDEZ DE GARNICA, J.M. (1.947).— La estructura de la Sierra del Tablón (provincia de Sevilla). *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, número 17, pp. 1-17.
- ALASTRUE, E. y PRIETO, I. (1.948).— Estratigrafía tectónica de la Sierra de Esparteros (Morón de la Frontera, Sevilla). *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, número 18, pp. 1-20.
- ALASTRUE, E. y PRIETO, I. (1.952).— Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Explicación de la Hoja 1.021, Morón de la Frontera (Sevilla). *I.G.M.E.*
- BLUMENTHAL, M. (1.933-a).— Geologie der Berge um Ronda (Andalusien). *Ecl. Geol. Helv.*, vol. 26, pp. 43-92.
- BLUMENTHAL, M. (1.933-b).— Sur les relations tectoniques entre les zones bétiques, penibétiques et subbétiques du Sud-Ouest de l'Andalousie. *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 197, pp. 1.138-1.139.
- BLUMENTHAL, M. (1.934).— Die Grenzverhältnisse zwischen sub und penibetischer zone in Grenzgebiet der Provinzen Málaga, Sevilla und Cádiz. *Ecl. Geol. Helvetiae*, vol. 27 número 1, pp. 147-180.
- BOURGOIS, J. (1.978).— La transversale de Ronda, Cordillères Bétiques, Espagne. Données géologiques pour un modèle d'évolution de l'arc de Gibraltar. *Estrait des Annales Scientifiques de l'Université de Bensacon Geologie*. 3ª serie. F. 30.
- CALDERON y PAUL (1.886).— La moronita y los yacimientos diatomáceos de Morón. *Anales Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XV, pp. 477-493.
- CRUZ-SAN JULIAN, I. (1972).— Posición tectónica del Trías de Antequera en la transversal de Ronda (cordilleras Béticas región occidental). *Cuad. Geol.*, 1-2 y 3, pp. 165-180.
- CRUZ-SAN JULIAN, J. (1.974).— Estudio geológico del sector Cañete la Real-Teba-Osuna. *Tesis Universidad de Granada*, 431 pp.
- CHAUVE, P. (1.968).— Etude géologique du Nord de la province de Cádiz. *Mem. Inst. Geol. y Min. España*, t. LXIX, 377 pp.

- DÜRR, S. (1.967).— Geologie der Serranía de Ronda und ihrer südwestlichen Ausläufer (Andalusien). *Geol. Romana*, vol. VI, pp. 1-73.
- GARCIA-DUEÑAS, V. (1.967).— Unidades paleogeográficas en el sector central de la zona subbética. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, números 101-102, pp. 73-100.
- HOPPE, P. (1.968).— Stratigraphie und tektonik der Berge um Grazalema (SW Spanien). *Geol. J. b.*, t. 86, pp. 267-338.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1.972).— Mapa geológico de España, escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja número 82, Morón de la Frontera. *I.G.M.E.*
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1.973).— Mapa de rocas industriales a escala 1:200.000. Memoria de la Hoja número 82, Morón de la Frontera.
- KOCKEL, F. (1.963).— Die Geologie des Gebietes zwischen dem Rio Guadalhorce und dem Palteau von Ronda (Sudspanien). *Geol. Ib.*, t. 81, pp. 413-480.
- LEYVA, F. (1.976).— Memoria explicativa de la Hoja Geológica 1:50.000 número 987, El Rubio. *I.G.M.E.* Madrid.
- MONTENAT, C.— Le miocene terminal des chaines betiques (Espagne meridionale). Esquisse paleogeographique.
- PERCONIG, E. (1.960-1.962).— Sur la constitution geologique de l'Andalousie occidentale en particulier du bassin du Guadalquivir (Espagne Meridional). Men 4.5. Soc. Geol. France. *Livre á la Mem. du Prof. Paul Fallot*, t. 1, pp. 229-256.
- PEYRE, Y. (1.974).— Geologie d'Antequera et de sa region (cordillères bétiques, Espagne). *These. Paris*.
- PIGNATELI, R. y CRESPO, A. (1.975).— Memoria explicativa de la Hoja Geológica 1:50.000, número 1.004, Marchena. *I.G.M.E.* Madrid.
- SERRANO, F. (1.979).— Los Foraminíferos planctónicos del Mioceno Superior de la cuenca de Ronda y su comparación con las otras áreas de las Cordilleras Béticas. *Tesis Universidad de Málaga*.
- VERA, J.A. (1.966).— Estudio geológico de la Zona Subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes. Tesis Doctoral. *Mem. Inst. Geol. y Min. de España*. 191 pp.
- VIGUIER, C. (1.974).— La Neógene de L'Andalousie Nord Occidental. *These d'Etat, Université de Bordeaux*.
- VIGUIER, C. (1.977).— Les grands traits de la tectonique du Bassin neogene du Bas-Guadalquivir. *Bol. Geol. y Min. de España*, t. 88-I, pp. 39-44.



INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

RIOS ROSAS, 23 - 28003 MADRID



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA