



IGME

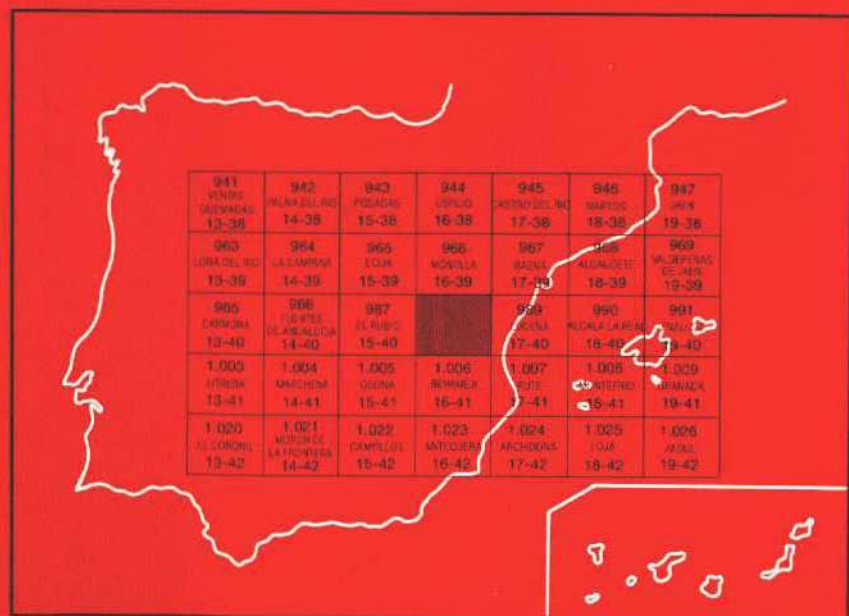
988

16-40

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PUENTE GENIL



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

PUENTE GENIL

**SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA**

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por Investigaciones Geológicas y Mineras, S.A. (INGEMISA) bajo normas, dirección y supervisión del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), habiendo intervenido en la misma los siguientes técnicos superiores:

CARTOGRAFIA Y MEMORIA:

Divar Rodríguez, J. Licenciado en Ciencias Geológicas.

Roldán García, F.J. Licenciado en Ciencias Geológicas.

Para el Jurásico y Cretácico:

Molina Cámara, J.M. Licenciado en Ciencias Geológicas.

SEDIMENTOLOGIA

Carbonatos: Ruiz Ortiz, P. Doctor en Ciencias Geológicas

Detríticos: Rodríguez Fernández, J. Doctor en Ciencias Geológicas

Roldán García, F.J. Licenciado en Ciencias Geológicas

MICROPALENTOLOGIA

Levigados y láminas: González Donoso, J.M. Doctor en Ciencias Geológicas

Linares Rodríguez, D. Doctora en Ciencias Geológicas

Serrano Lozano, F. Doctor en Ciencias Geológicas

Martínez Gallego, J. Doctor en Ciencias Geológicas

Nannoplancton: Aguilar Ortiz, P. Licenciada en Ciencias Geológicas

GEOMORFOLOGIA

Ruiz López, J.L. Licenciado en Ciencias Geológicas

ASESORIA EN CUATERNARIO Y GEOMORFOLOGIA

Zazo Cardeña, C. Doctora en Ciencias Geológicas

Goy Goy, J.L. Doctor en Ciencias Geológicas

ASESORIA EN UNIDADES TECTO - SEDIMENTARIAS

Garrido Megias, A. Doctor en Ciencias Geológicas

ASESORIA TECNICA

Baena Pérez, J. Licenciado en Ciencias Geológicas.

SUPERVISOR DEL IGME

García Cortés, A. Doctor Ingeniero de Minas

INDICE

	Páginas
0. INTRODUCCION	7
0.1 SITUACION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS	7
0.2 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	8
0.3 ENCUADRE GEOLOGICO GENERAL	9
 1. ESTRATIGRAFIA	 12
1.1. ZONA SUBBETICA	13
1.1.1. Triásico	13
1.1.1.1. Calizas y dolomías (1)	14
1.1.1.2. Arcillas abigarradas, areniscas y yesos (2)	14
1.1.1.3. Ofitas. Rocas volcánicas (3)	14
1.1.2. Jurásico	15
1.1.2.1. Calizas oolíticas. Dogger (4)	15
1.1.2.2. Calizas nodulosas y calizas brechoides "Facies Ammonítico Rosso". Oxfordiense - Berriasiense (5)	16
1.1.3. Cretácico	17
1.1.3.1. Calizas margosas y margas. Cretácico Inferior (6)	17
1.1.3.2. Margas y calizas - margosas. Cretácico Superior (7)	17
1.1.4. Margas y margo - calizas blancas con arcillas verde-amarillentas a techo y con niveles de areniscas	

calcareas. Paleoceno - Eoceno (8)	18
1.1.5. Margas y margo - calizas blancas crema con calizas bioclásticas intercaladas. Oligoceno (9)	19
1.1.6. Mioceno	19
1.1.6.1. Margas blancas arenosas ("albarizas y/o "moronitas"). Aquitaniense - Tortoniense (10)	19
1.1.6.2. Calizas y margo - calizas bioclásticas (11)	22
1.2. SEDIMENTOS ALOCTONOS. ZONA CIRCUMBETICA	22
1.3. FORMACIONES AUTOCTONAS	23
1.3.1. Mioceno Superior	23
1.3.1.1. Margas gris - azuladas, a techo arenosas (13)	23
1.3.1.2. Conglomerados y arenas. Facies de "Fan-delta" (14)	24
1.3.1.3. Arenas, limos y margas amarillas, con intercalaciones de calcarenitas. Messiniense ¿Plioceno Basal? (15)	25
1.3.1.4. Calcarenitas. Messiniense ¿Plioceno Basal? (16)	25
1.3.2. Margas y calizas laminadas. Plioceno (17)	26
1.3.3. Cuaternario	27
1.3.3.1. Pleistoceno	27
1.3.3.1.1. Conglomerados de cantos de calizas y cuarzo. Matriz arenosa. Terrazas fluviales (18,21,24,26)	27
1.3.3.1.2. Limos calcáreos con cantos de caliza. Abanicos aluviales (19,22,27)	28
1.3.3.1.3. Costras pulverulentas hojosas y masivas "dalle". Arcillas rojas (superficie) (20,25)	28
1.3.3.1.4. Arcillas arenosas con cantos. Glacis (23,28)	28
1.3.3.1.5. Arcillas arenosas. Suelos negros y pardos (29)	28
1.3.3.1.6. Suelos de arenas rojas. Suelos rojos (30)	29
1.3.3.2. Holoceno	29
1.3.3.2.1. Arcillas arenosas con cantos de caliza. Conos de deyección (31)	29
1.3.3.2.2. Arenas arcillosas con cantos de caliza. Coluvión (32)	29
1.3.3.2.3. Conglomerado de cantos de caliza y cuarzo, con matriz areno - arcillosa. Terraza fluvial (33)	29

	Páginas
1.3.3.2.4. Limos y fangos con evaporitas. Lagunas (34)	30
1.3.3.2.5. Arcillas oscuras. Relleno de depresio- nes (35)	30
1.3.3.2.6. Arenas, arcillas y cantos. Aluvial, fondos de valle y canal principal (36)	30
2. TECTONICA	30
2.1. TECTONICA EN EL SUBBETICO	31
2.2. TECTONICA EN LAS FORMACIONES ALOCTONAS	33
2.3. TECTONICA POST - BURDIGALIENSE. NEOTECTONICA	34
3. GEOMORFOLOGIA	35
3.1. DESCRIPCION FISIOGRAFICA	35
3.2. SISTEMAS MORFOGENETICOS	36
3.2.1. Sistema fluvial	37
3.2.1.1. Terrazas	37
3.2.1.2. Abanicos aluviales	37
3.2.1.3. Glacis	37
3.2.1.4. Aluviales - Coluviales	38
3.2.3. Sistema de Vertientes	38
3.2.2.1. Coluviones	38
3.2.2.2. Deslizamientos	38
3.2.3. Sistema Kárstico	39
3.2.4. Procesos Edáficos	39
3.3. DINAMICA ACTUAL	40
4. HISTORIA GEOLOGICA	41
5. GEOLOGIA ECONOMICA	43
5.1. MINERIA	43
5.2. CANTERAS	44
5.3. HIDROGEOLOGIA	44
6. BIBLIOGRAFIA	46

Depósito Legal: M-30.455 - 1988

Imprime Ferreira, S.A. Marqués de Monteagudo, 17. 28028-MADRID

0. INTRODUCCION

0.1. SITUACION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS

La Hoja a escala 1:50.000 nº 988 "Puente Genil" del Mapa Topográfico Nacional, se extiende entre las coordenadas Greenwich siguientes:

37º 20' 04,8" - 37º 30' 04,8" Latitud Norte.

4º 31' 10,9" - 4º 51' 10,8" Longitud Oeste.

Esta área pertenece en su mayor parte a la provincia de Córdoba, menos el ángulo suroeste en el que entran terrenos pertenecientes a varios municipios de la provincia de Sevilla.

El drenaje superficial se realiza hacia el curso (SE-NO) de los ríos Genil y Cabra que atraviesan la Hoja, siendo El Cabra afluente del Genil y éste a su vez del Guadalquivir.

Si se exceptúan los modestos relieves subbéticos de las sierras del Castillo (511 m en el vértice Tajo de Peñarubia), Gorda (363 m) y del Niño (390 m), y el borde S y SE un poco más quebrado en función del sustrato Triásico, el resto de la Hoja está representado por formas suaves monótonas, donde, además, los depósitos aluviales cobran notable extensión. Ello se traduce en una cierta dificultad cartográfica de amplios sectores, modelados en rocas blandas sobre las que se han originado potentes suelos, frecuentemente cubiertos de cultivos. Al mismo tiempo, son muy escasos los cortes en los que poder realizar muestreos detallados o análisis exhaustivos de las superficies de contacto.

0.2. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Lo expuesto anteriormente justifica que esta región no haya atraído el interés de los primeros investigadores de las Cordilleras Béticas, que dirigieron sus esfuerzos primordialmente hacia otros sectores más orientales o bien a la región gaditana. Es obligado señalar, no obstante, los trabajos pioneros de CALDERON y ARANA (1890, 1893 y 1896), que aunque no se refieren al área de la Hoja, tratan temas relacionados con ella, como las diatomitas de Morón y los materiales terciarios del Guadalquivir. Estos temas son posteriormente tratados por COLOM y GANUDI (1951), COLOM (1952), PERCONIG et al (1960-62, 1971, 1973), etc.

En esta área o zonas próximas son pocos los trabajos de consideración, se podrían citar, con mayor o menor conexión, los siguientes:

BLUMENTHAL, M.M. (1930,1949).- sobre las sierras de Estepa y Los Caballos.

FELGUEROSO y COMA (1964).- Geología regional con un mapa a escala 1:100.000, de la parte meridional de la provincia de Córdoba.

DUPLAND, L., GUIGNARD, J. y FORTIN, L. (1965).- realizan un estudio fotogeológico y estratigráfico para ENPASA, en los permisos para investigación petrolífera de la provincia de Córdoba.

PEYRE, Y (1974).- Geología de la región de Antequera.

LHENAF, R. (1981).- Tesis doctoral sobre geomorfología de las Cordilleras Béticas centro-occidentales.

MOLINA, F. (1979).- Tesis doctoral sobre micropaleontología del Oligoceno-Mioceno Inferior.

RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (1982).- Tesis doctoral sobre estratigrafía del Mioceno de la parte Central de las Cordilleras Béticas.

Por proximidad geográfica hay que citar también los trabajos de los siguientes autores: VERA, J.A. (1966), GONZALEZ DONOSO, J.M. Y VERA J.A. (1969), CRUZ SAN JULIAN, J. (1974), BOURGOIS, J. (1975, 1978), etc. De índole general: PEYRE, Y. (1962), GARCIA DUEÑAS, V. (1967), GONZALEZ DONOSO, et al (1971), DURAND DELGA (1980), JEREZ MIR, F. (1979, 1981).

Trabajos recientes referidos a esta área son: MOLINA, J.M.; RUIZ ORTIZ, P. y VERA, J.A. (1984, 1985) y RUIZ ORTIZ, P.; MOLINA, J.M. y VERA, J.A. (1985) que describen e interpretan distintos aspectos sedimentológicos de este sector.

Se ha contado también con los datos de las vecinas hojas del plan MAGNA (2a Serie):

965 Ecija, PIGNATELLI, R. y CRESPO, A. (1975)

987 El Rubio, LEYVA CABELLO, F. (1977).

1005 Osuna, CRUZ SAN JULIAN, J. y DIVAR RODRIGUEZ, J. (1981).

1006 Benamejí, MARTIN SERRANO, A. (1983).

Para el encuadre geológico general se ha consultado la "Síntesis para un ensayo paleogeográfico entre la meseta y la Zona Bética (s.str)" de BAENA, J. y JEREZ MIR, L. (1982).

0.3. ENCUADRE GEOLOGICO GENERAL

La Hoja de Puente Genil (988) se encuentra en el borde SE de la Depresión del Guadalquivir, en la zona de contacto de dicha depresión con la zona nor-occidental de las Cordilleras Béticas.

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

Tradicionalmente se distinguen las "Zonas Internas" y las "Zonas Externas", en comparación con Cordilleras de desarrollo geosinclinal, o sea una parte externa con cobertera 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 existente 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 de las zonas africana y europea, que rodean 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 muy resumidamente las características de ambas 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 definida ya por BLUMENTHAL (1927) y FALLOT (1948), y en base a la potencia de sedimentos, y a las diferencias de facies en el Jurásico Superior y Cretácico Inferior. Algunos autores la subdividen en tres dominios:

Prebético Externo.

Prebético Interno.

Prebético Meridional.

BAENA, J. y JEREZ, L. 1982, diferencian los dos primeros dominios, teniendo en cuenta las diferentes facies en el Cretácico y en el Paleógeno.

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 volcanismo submarino durante el Jurásico.

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

Subbético Externo.

Subbético Medio.

Subbético Interno.

El Subbético Externo incluiría parte del talud que enlaza con el Prebético, un pequeño surco con depósitos turbidíticos (Unidades Intermedias en el sentido de RUIZ-ORTIZ, P.A. 1980) 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 Lias Superior, con abundancia de radiolaritas y con volcanismo submarino, representa la parte más profunda de la Zona Subbética.

El Subbético Interno se caracteriza por facies calcáreas durante todo el Jurásico y que representaría en umbral sedimentario y probablemente marcaría 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 1906, siendo posteriormente definida también por BLUMENTHAL y FALLOT.

La Zona Circumbética: ya dentro de las Zonas Internas, ha recibido este nombre porque sus materiales rodean con mayor o menor extensión a la Zona Bética, (BAENA, J. y JEREZ, L. 1982). 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, etc.

Se trataría de una zona que en principio se situaría entre las Zonas Externas Ibéricas y las Zonas Externas Africanas, ocupando un amplio surco que se fue estructurando a partir del Pliensbachiense. En su zona más profunda se depositaron radiolaritas, y a partir del Jurásico Superior potentes 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 en 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 situadas a uno u otro lado 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 se pueden distinguir en base a las características de sedimentación, tanto jurásicas como cretácicas y terciarias varios dominios:

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

El Complejo de 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 ocuparían 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 le arrastró y dibujó la orla que actualmente constituye alrededor de dicha zona.

Es muy probable que la Zona Circumbética se desarrollase sobre una corteza prácticamente oceánica.

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:

- Complejo Maláguide
- Complejo Alpujárride
- Complejo Nevado-Filábride

Se trata de tres unidades tectónicas mayores, cuya posición de techo a muro 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 paleozoicos y triásicos.

Con posterioridad a la ubicación de la Zona Bética, en el Mioceno Inferior 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 europea y africana, mediante el juego de una miniplaca, la Zona Bética.

Esta colisión que tuvo su mayor reflejo en el límite entre Zonas Internas y Zonas Externas, afectó profundamente a la Zona Circumbética: gran parte de la cual fué 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 Trias 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 Trias y sus coberteras no identificadas, podrían considerarse como Subbético Indiferenciado.

Posteriormente se depositan, en el sector occidental, sobre las partes deprimidas, las silexitas y las “albarizas” o “moronitas”, bien sobre el Triás y/o Cretácico superior subbéticos, o bien sobre algunas unidades de la Zona Circumbética ya desplazadas.

Probablemente a partir del Burdigaliense superior parece que se produce una cierta elevación en 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 autóctonas desenraizadas, que se mezclaron, dando lugar a una masa de aspecto más o menos caótico (arcillas con bloques) y en la que ya están implicadas las “moronitas”, que puede considerarse tecto-sedimentaria e incluso tectónica. Este último evento pudo desdibujar las estructuras existentes y dar un aspecto aún más caótico del que ya existía.

En todo este resumen, la Hoja de Puente Genil está situada en el Centro y al norte del conjunto de la Cordillera, incluye materiales de la Zona Subbética corridos en dirección E-O ó SE-NO, y se ubica en plena Zona Subbética Media-Externa (U. Intermedias). Están en ella presentes también abundantes depósitos de “moronitas” o “albarizas”, así como materiales autóctonos de edades Mioceno hasta Cuaternario reciente.

Durante el proceso postectónico (Mioceno Superior) la zona pasa por un periodo de distensión que da origen a la cuenca del Guadalquivir, donde van a parar muchas de las unidades autóctonas descritas y que arrastran a las “albarizas”, dando lugar a grandes masas olistostrómicas.

Durante el Plioceno (sobre todo Medio-Superior) el mar ya no ocupa esta cuenca, en la que se van a desarrollar lagos someros sin comunicación con el mar, con una sedimentación básica con precipitación de calizas.

En los comienzos del Cuaternario se dibuja la red de drenaje, que hoy se conoce; el Guadalquivir, río fundamental en esta área, recorría distintos cauces por la región que sucesivamente abandona y deja diferentes niveles de terrazas; lo mismo sucede en esta zona con el Genil, uno de sus afluentes principales.

Las Sierras del Niño y del Castillo, así como las vecinas de Cabra por el NE y de Estepa por el SO, son recorridas por multitud de arroyos que dan origen a lo largo del Cuaternario al desarrollo de varias secuencias de abanicos aluviales. Se desarrollan así mismo en época reciente frecuentes suelos negros y rojos característicos de esta región.

1. ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Puente Genil la estratigrafía se divide en tres grupos de materiales:

- Sedimentos de la Zona Subbética Externa (y/o Unidades Intermedias), que han sufrido desplazamientos horizontales después de su depósito.
- Sedimentos autóctonos, que también han sufrido desplazamientos horizontales pero no pertenecen al Subbético Externo; quizás puedan ser similares o asimilables a una parte de alguna de las series del Campo de Gibraltar.

- Sedimentos autóctonos; no han sufrido desplazamiento, pero pueden estar suavemente plegados como consecuencia de reajustes tectónicos (neotectónica, procesos halocinéticos del Triás, etc.).

Al tratar cada uno de los diferentes materiales se hará constar su número de identificación en la leyenda que acompaña a la cartografía.

En general, al enumerar la microfauna clasificada, se ha omitido, en la memoria, gran parte de las especies encontradas, citando aquellas que tienen mayor interés, desde el punto de vista bioestratigráfico. En la información complementaria, se presentan las fichas de informe paleontológico de todas las muestras recolectadas, con las relaciones completas de fauna.

1.1. ZONA SUBBÉTICA

A continuación se describen los materiales adscritos desde un punto de vista paleogeográfico a esta zona; constituyen dos grandes conjuntos: un sustrato triásico, sobre el que se asienta el resto de los materiales de la Hoja y una cobertera mesozoico-terciaria que en un único afloramiento (Sierra Gorda y terrenos colindantes) es Jurásico-Cretácico y en el resto se reduce a Cretácico y/o Terciario. Los materiales del Jurásico y Cretácico son atribuibles al Subbético Externo, en función de sus series estratigráficas y por correlación con áreas muy próximas como la Sierra de Estepa al SO y la Sierra de Cabra al E.

1.1.1. Triásico

Las diferentes interpretaciones, dadas por los diversos autores que han estudiado los materiales Triásicos en este sector de las Cordilleras Béticas, complican su terminología, no llegando a un total acuerdo. En la Hoja de Antequera, y basándose en criterios tectónicos, fue dividido en dos unidades diferentes, el Subbético sensu stricto, al que pertenecía el de esta Hoja, y un Triás meridional denominado Triás de Antequera. Esta subdivisión fue ratificada por PEYRE (1974) aunque reconoce la similitud de facies y el límite entre ambos incierto, en las dos unidades los materiales se presentan de forma caótica, impidiendo el establecimiento de su estratigrafía, complicándose además por fenómenos de disolución-precipitación y cambios anhidrita-yeso.

En diversos puntos de la Hoja aparecen materiales constituidos por arcillas y margas multicolores, yesos y areniscas, con calizas y dolomías intercalados, que corresponden al Triásico en facies germano-andaluz. Nunca se ha observado el muro de dichos materiales, ni el contacto con el zócalo paleozoico. Aparentemente constituyen la base de los jurásicos subbéticos.

1.1.1.1. *Calizas y dolomías (1)*

Englobadas en la masa de arcillas, areniscas y yesos, afloran calizas y dolomías de varios tipos: dolomías gris oscuras, carníolas, calizas gris claras algo brechoides. Su edad dentro del Triásico es difícil de diferenciar, las muestras o resultan azoicas o tienen poca fauna: Equinodermos, Halobia, Gervilleia, moldes de Lamelibranquios, etc, atribuible al Muschelkalk.

En otras zonas próximas también se han atribuido estas calizas al Triásico Medio (Ladiniense). La potencia de estos afloramientos de calizas y dolomías en ningún caso sobrepasan los 40 metros; constituyen junto con los yesos la mayor parte de los materiales canterables.

Afloran en bloques aislados, unas veces englobados en los materiales detríticos y yesíferos y otras en aparente concordancia estratigráfica con ellos.

1.1.1.2. *Arcillas abigarradas, areniscas y yesos (2)*

La gran mayoría de los depósitos triásicos están constituidos por una mezcla, generalmente caótica, de arcillas, a veces margosas, de colores que varían desde el rojo intenso al amarillo o violáceo, con areniscas micáceas de grano medio o fino de color verde-rojizo, y yesos blancos, traslúcidos o rojos, a veces sacaroideos, con abundantes "Jacintos de Compostela". También con depósitos de sal, que se manifiestan en la concentración de las aguas de algunos arroyos.

Existen pequeñas brechas de cemento yesífero, para BOURGOIS (1978) resedimentaciones que avalarían el carácter tecto-sedimentario del Subbético. BAENA, J. (1983) en otro sector de la cadena les da origen tectónico y las sitúa en las cicatrices de grandes cabalgamientos o de rupturas y repeticiones en la serie Triásica.

Estos materiales son atribuibles al Keuper, aunque no se puede afirmar por criterios paleontológicos. Su potencia no es posible medirla, dado la no existencia de muro, su aloctonía, el carácter caótico y posibles repeticiones de la serie, pero se puede estimar un mínimo de 300 m.

1.1.1.3. *Ofitas. Rocas volcánicas (3)*

Unicamente se ha cartografiado un afloramiento puntual de ofitas en la Hoja de Puente Genil, por lo que se ha considerado oportuno introducir este epigrafe en Estratigrafía. Se sitúa en el Cortijo de Naranjales (cercano al Río Anzur) y ha sido antiguamente explotado en una cantera para mineral de hierro.

Estas rocas, de tonalidades azul-verdosas oscuras, están muy alteradas en superficie, donde se aprecian vetas blanquecinas (probablemente sean rellenos de calcita procedente de la alteración de las plagioclasas) y óxidos de hierro (procedentes de ferromagnesianos y sulfuros diseminados). La alteración superficial de dichas rocas ofrece una disyunción en bolos.

Al microscopio presentan generalmente una textura ofítica a subofítica y ocasionalmente porfídica hipidiomórfica. Esto indica unas condiciones de enfriamiento de la roca de suaves a relativamente rápidas, según se esté en posiciones centrales o marginales respectivamente de la colada subintrusiva. Como minerales principales: plagioclasas cálcicas, piroxenos, biotita y cuarzo. Como minerales accesorios: esfena, ilmenita, pirita y opacos.

En la Hoja de Benamejil las describen como diabasas augíticas afectadas de retro-metamorfismo, que hace aparecer como minerales secundarios: anfíboles, epidota del tipo pistacita, albita, calcita y moscovita.

1.1.2. Jurásico

Materiales de esta edad afloran al SE de Puente Genil, son pequeños afloramientos rodeados por materiales del Cretácico Inferior.

1.1.2.1. Calizas oolíticas. Dogger (4)

Se trata de calizas de color gris claro por alteración y muy blancas en corte fresco, que han sido explotadas en canteras. El mejor afloramiento se encuentra al E del km. 2,7 de la carretera de Puente Genil al Pantano del Cordobilla. Aquí la formación de calizas oolíticas tiene un espesor mínimo de 60 m. (no es observable su muro) y presentan un aspecto masivo de modo que normalmente es difícil reconocer la estratificación. Son generalmente “*grainstones*” oolíticas y oncolíticas, aunque en los afloramientos al E del Cortijo de Maldonado aparecen también “*packstones*” de peloides y filamentos. En los afloramientos de Sierra Gorda destaca la gran abundancia de corales, generalmente de tecas cilíndricas, distribuidos en colonias en las que se han medido tamaños de hasta 2 m. de longitud y 50 cm. de altura, algunos de ellos se encuentran en posición de vida. Las colonias de corales se concentran en bandas dispuestas paralelas a los planos de estratificación, y se asientan sobre superficies o zonas que muestran claras evidencias de haberse comportado como un sustrato duro. Estas facies coralinas se encuentran asociadas con calizas oncolíticas muy llamativas, con oncolitos de gran tamaño como aloquímicos predominantes; además hay oolitos, peloides, agregados y algunos bioclastos. Localmente se observa estratificación cruzada de gran escala. En la parte alta de esta formación aparecen facies de “*mudstone*” con textura fenestral y foraminíferos. Este mismo tipo de facies también aparecen como intercalaciones finas y esporádicas en las facies de corales, siendo uno de los tipos de sustrato sobre los que crecen dichos corales. MOLINA, RUIZ ORTIZ y VERA (1984, 1985) y RUIZ ORTIZ, MOLINA Y VERA (1985). El techo de las calizas oolíticas constituye una discontinuidad de extensión regional, de morfología irregular con bolsadas, diques neptúnicos y brechas asociadas, originadas en una etapa de karstificación.

Las facies anteriormente descritas son propias de medios sedimentarios muy someros. Así la presencia de textura fenestral y de oncolitos es típica de ambientes de llanura de mareas. Por otro lado la existencia de colonias de corales en posición de vida es también indicativa de un medio somero. La disposición de los corales en bandas, vendría dada por las variaciones en las condiciones de depósito, variaciones generadas en relación con pequeñas fluctuaciones del nivel de mar. Así, a episodios poco energéticos, en los que se desarrollarían las colonias de corales, le seguirían otros más energéticos, en los que se formarían los ooides, todo ello, sin embargo dentro de una tendencia general hacia una somerización de la cuenca, como lo atestiguan las facies claramente intermareales con que termina la secuencia.

De interés paleontológico cabe citar la existencia de algunos foraminíferos: *Protopeneroplis striata* WEYNSCHENK y *Trocholina* sp. Debido a la recristalización que afecta a los corales hasta ahora no se han podido clasificar con precisión. Estos materiales se atribuyen al Dogger en función de sus facies y de la edad de las calizas suprayacentes.

1.1.2.2. Calizas nodulosas y calizas brechoides "Facies Ammonítico Rosso". Oxfordiense-Berriasiense. (5).

El mejor afloramiento de estos materiales se encuentra en las proximidades de la cota 363 de la Sierra Gorda de Puente Genil. Se pueden distinguir desde un punto de vista litológico tres tramos:

a) Calizas nodulosas rojas ligeramente margosas, con unos 2,5 m de potencia. Se trata de "wackestones" con protoglobigerinas, radiolarios, algunas secciones de ammonites, fragmentos de crinoides y pequeños gasterópodos. Son frecuentes los estilolitos y presentan un aspecto noduloso bien desarrollado.

b) Calizas brechoides muy compactas de color rojo, con unos 11 m de potencia. Son "mudstones" y "wackestones" con algunos "filamentos", sacco-coma, radiolarios y pequeños gasterópodos.

c) Calizas micríticas de color beige claro y blancas. Presenta unos 6 m de potencia mínima dado que el techo de este tramo no es observable. Son "wackestones" de Saccocoma, Radiolarios y algunas secciones de Ammonites. En la parte más alta aparecen Calpionellas [*Calpionella alpina* Lorenz, *C. elliptica* Cadisch, *Tintinnopsella carpathica* (MURGEANU et FILIPESCU)].

Estos materiales corresponden a depósitos típicos de umbral submarino, relativamente poco profundos, con secuencias muy condensadas de escasa velocidad de sedimentación, en parte debida a la acción de las corrientes.

Sue edad es problemática, al menos en estos afloramientos, ya que a pesar de haberse recolectado algunos ammonites estos son de escasa calidad o bien no presentan gran valor bioestratigráfico, por lo que se tiene en cuenta los datos de la Sierra de Estepa (CRUZ-SAN JULIAN, 1974), que indican la existencia en la base de la formación del Oxfordiense medio. Localmente puede faltar también el Oxfordiense, apoyándose sobre las calizas oolíticas directamente el

Kimmeridgiense. En el techo de la formación las Calpionellas anteriormente citadas, indican la presencia del Berriasiense (Cretácico Inferior).

1.1.3. Cretácico

1.1.3.1. Calizas margosas y margas. Cretácico Inferior (6)

En general se trata de afloramientos en los que las condiciones de observación son muy difíciles, por el desarrollo de suelos y el intenso laboreo agrícola, lo que dificulta además el precisar la situación de los contactos con los materiales circundantes. Litológicamente se componen de calizas margosas y margas con ammonites, aunque sólo se ha llegado a encontrar una huella de estos últimos. Al microscopio, se observa una estructura de micrita ("mudstone") con radiolarios y calcisferas.

La microfauna estudiada, en los tramos margosos, ha caracterizado el Albiense superior, parte baja, por la presencia de *Biticinella breggiensis* (GANDOLFI), *Ticinella roberti* (GANDOLFI), *Rotalipora subticinensis* (GANDOLFI), etc., y a veces ausencia de *R. ticinensis* (GANDOLFI) u otras especies más recientes; una intercalación a techo de margo-calizas en lámina delgada se ha podido datar como Vraconiense por la presencia de secciones típicas de *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI).

La escasez y dificultad de afloramientos no permite precisar su potencia, en cualquier caso superior a los 70 m.

Estos materiales pueden corresponderse con la formación Carretero, definida formalmente por COMAS, RUIZ ORTIZ y VERA (1982), aunque no reúne las características de ruditas intraformacionales y "slumps" de la sección tipo "Puerto Carretero, al sur de Jaén), de acuerdo con los citados autores esta formación se depositó en un medio marino pelágico, y por analogía con formaciones equivalentes en litología y edad, en una batimetría de varios centenares de metros, sin alcanzar el millar.

1.1.3.2. Margas y calizas-margosas. Cretácico superior (7)

El único afloramiento que ha podido ser datado como de esta edad, se encuentra situado al E de la Sierra del Castillo en las proximidades del Cortijo de la Yegüeriza. Se trata de margas de color blanco ("wackestones") con abundantes foraminíferos planctónicos y radiolarios y con algunas manchas pequeñas de óxidos de hierro. Estas margas pelágicas son asimilables probablemente a la formación Quípar-Jorquera (COMAS, RUIZ ORTIZ y VERA, 1.982).

No se ha podido establecer su potencia por no conocer el techo de la serie Cretácico Superior, y por estar en contacto mecánico con las calizas del Mioceno Inferior (Aquitano-Burdigaliense). En cualquier caso la potencia de esta serie

en este afloramiento único de la Hoja de Puente Genil apenas sobrepasa los 25 m, que quedan muy lejos de los 200-250 m, que se mencionan en las memorias de las hojas situadas más al sur.

También es destacable el hecho de que no presentan la característica facies de “capas rojas salmón”, tan frecuente en todas las Béticas, aunque la formación Quipar-Jorquera es el equivalente lateral de la Formación Capas Rojas, con la que presenta gran analogía, tanto en litología como en facies y microfacies, diferenciándose únicamente en el color. El medio de depósito es marino pelágico, poco energético, en un momento en el que se tiende a la homogeneización en toda la Cordillera.

1.1.4. Margas y margo-calizas blancas con arcillas verde-amarillentas a techo y con niveles de areniscas calcáreas. Paleoceno-Eoceno (8)

Materiales de los diferentes pisos que componen el Paleoceno y el Eoceno se encuentran en pequeños afloramientos, discordantes o en contacto mecánico, sobre el Cretácico Inferior o alrededor de las calizas bioclásticas del Aquitano-Burdigaliense. El único afloramiento importante está situado al sur del pantano de Cordobilla, en contacto mecánico sobre los materiales triásicos, sin observarse por tanto su muro sobre el Cretácico Superior, y en pseudo-concordancia a techo con la serie Oligocena. No se puede precisar su estratigrafía ni determinar su potencia, que en el cualquier caso es superior a los 45 m.

El estudio micropaleontológico de las muestras tomadas en estos materiales dan edades del Paleoceno y Eoceno. Concretamente, se ha podido datar el Paleoceno Medio con *Acarinina praeangulata* (BLOW), *A. praeaequa* (BLOW), etc. y ausencia de *Morozovella* y de *Globorotalia pseudomenardii* BOLLI; el Eoceno Inferior, con *Morozovella formosa* (BOLLI), *M. aragonensis* (NUTTALL), *M. subbotinae* (MOROZOVA), etc.; el Eoceno Medio (Luteciense), con *Globigerinatheka subconglobata* (SHUTSKAYA), *Morozovella aragonensis* (NUTTALL), *M. spinulosa* (CUSHMAN), etc., y a veces con *Truncorotaloides topilensis* (CUSHMAN) que indicaría la parte alta del intervalo. Una muestra presenta una asociación característica del Luteciense terminal, con *Truncorotaloides topilensis*, *M. spinulosa*, *Globorotalia cerroazulensis* (COLE), *Globigerina eocaena* GUMBEL, etc. En fin, también se ha podido datar el Eoceno Superior, con *Cribohantkenina inflata* (HOWE), *Globorotalia cocoaensis* CUSHMAN, *G. cerroazulensis* (COLE), *Hantkenina Alabamensis* CUSHMAN, etc. y a veces, además con *Globorotalia cunialensis* TOURMAKINE y BOLLI y *Cribohantkenina lazari* (PERICOLI) que indicarían la parte más alta del Eoceno Superior.

El estudio de microfacies, de las intercalaciones calcáreas, ha permitido determinar caliza micrítica (“packstone”) con globigerinidos y otros foraminíferos y con algunos fragmentos de cuarzo, en un medio de sedimentación pelágico.

1.1.5. Margas y margo-calizas blancas-crema con calizas bioclásticas intercaladas. Oligoceno (9)

Unicamente existen dos afloramientos de materiales atribuibles a esta edad dentro de la Hoja de Puente Genil, el primero de los cuales constituye un cerro aislado, Camorra de Puerto Rubio, que aparece rodeado de margas miocenas (margas azules). La fauna en él estudiada ha sido: *Globorotalia opima opima* BOLLI, *G. opima nana* BOLLI, *Globigerina gortanii gortanii* BORSETTI, *G. tripartita* KOCH, *G. galavisi* BERMUDEZ, *Globigerinita dissimilis ciproensis* BLOW et BANNER. etc.

El otro afloramiento al sur del Cortijo de Cordobilla, aparece encima, pseudo-concordante, de los materiales paleoceno-eocenos, y a techo, discordantes, las margas y calizas detríticas del Mioceno Inferior. Las muestras recogidas en estos materiales dan diferentes edades dentro del Oligoceno. Las asociaciones más antiguas de foraminíferos planctónicos contienen *Turborotalia increbescens* (BANDY), *Globigerina ampliapertura* BOLLI, *G. galavisi* BERMUDEZ, etc. y está ausente *Turborotalia opima* (BOLLI) lo que podría indicar un Oligoceno Inferior; en otras está presente, además, la última especie mencionada, asociación indicativa del Oligoceno Medio. Finalmente también se han encontrado conjuntos característicos del Oligoceno Superior, con *Turborotalia obesa* (BOLLI), a veces *T. opima* (BOLLI), (lo que limitaría a la parte inferior del intervalo) y están ausentes tanto *T. increbescens* (BANDY) y *Globigerina ampliapertura* BOLLI, como *Globigerinoides*.

La potencia de esta serie de margas y margo-calizas con calizas bioclásticas intercaladas es aproximadamente de 32 m.

La microfacies de las calizas bioclásticas, de tonos blancos amarillentos, y en ocasiones con abundante cuarzo, presenta nummulites, lepidociclinas, miogypsinas, algas rojas, etc. Lo que indica un medio arrecifal o para-arrecifal.

1.1.6. Mioceno

1.1.6.1. Margas blancas arenosas ("albarizas" y/o "moronitas"). Aquitaniense-Tortonense (10)

A techo de los distintos materiales subbéticos, suprayacente en contacto discordante o mecánico, según los puntos, aparece una potente serie de margas arenosas de color blanco; son las llamadas "albarizas" o "moronitas".

Las "moronitas", denominación local dada a las margas con diatomeas encontradas cerca de Morón de la Frontera (Sevilla) por CALDERON y PAUL en 1886, tienen una amplia distribución por toda la cuenca del Guadalquivir, desde Jaén hasta Sanlúcar de Barrameda en Cádiz. De la revisión bibliográfica, se deduce que existe una gran controversia para la asignación cronológica de la microfauna encontrada, así como sobre su origen y condiciones paleoambienta-

les de depósito, y sobre el carácter autóctono, para autóctono, o alóctono de estas margas blancas.

GAVALA (1959), les atribuye una edad Oligoceno, COLOM (1957) las cita como Aquitano-Burdigaliense, pero con la presencia de *Orbulina universa* D'ORB. Conocimientos micropaleontológicos más actualizados permitieron a PERCONIG (1964) diferenciar dos tipos distintos: Sin *Orbulina* de edad Aquitano-Burdigaliense, y con ella de edad Tortoniense-Andaluciense. Las distintas muestras y estudios posteriores, incluidos los realizados durante el XIII COLOQUIO EUROPEO DE MICROPALAEONTOLOGIA (1973), hicieron pensar que existían "moronitas" y/o "albarizas" desde el Aquitaniense medio hasta el Tortoniense-Andaluciense, pero distribuidas en dos grupos, las "antiguas" de edad Aquitaniense medio-Langhiense inferior, y las "modernas" que irían desde el Serravaliense hasta el Tortoniense superior-Andaluciense, con mayor incidencia en el Tortoniense superior-Andaluciense.

BAENA, J. (1983) en la Hoja de Paterna encuentra ambas, a veces conjuntamente o, a veces sólo las más "antiguas" y cita que las "antiguas" están cabalgadas o son para-autóctonas en todos los puntos de las Béticas Occidentales, mientras que las "modernas" pueden ser para-autóctonas, caso del Valle del Guadalquivir, o bien autóctonas, caso de la región gaditana.

En el área del presente trabajo esta formación tiene un carácter más "albarizoide" que "moronítico", sobre todo por la presencia de calizas bioclásticas intercaladas, que son muy infrecuentes en las moronitas típicas.

En la Hoja de Puente Genil, las albarizas constituyen un grupo litológico y por tanto cartográfico muy homogéneo y extendido. No obstante, por criterios regionales y datos de micropaleontología, se puede hacer una diferenciación de tramos en base a la sucesión de ciclos tectosedimentarios que controlan estos materiales. De acuerdo con estos datos se pueden distinguir los siguientes:

Tramo inferior, de edad Aquitaniense-Burdigaliense inferior, constituido por margas blancas con calizas bioclásticas intercaladas (material nº 11 en la cartografía). Las zonas mayoritariamente ocupadas por este tramo, se han cubierto en el mapa con una trama (a).

Tramo medio, de edad Burdigaliense superior hasta Serravaliense, pueden tener también calizas o margo-calizas bioclásticas (11).

Tramo superior, de edad Tortoniense, compuesto por una sucesión de muro a techo de: margas blancas albarizoides, margas grises con niveles arenosos y margas blancas. Las zonas en las que aflora se han tramado en la cartografía (b).

El tramo inferior de la serie encontrada en Puente Genil quizás pueda corresponder con las "moronitas antiguas" mientras que los dos tramos siguientes lo harían con las "modernas".

El estudio micropaleontológico de los materiales incluidos en el tramo inferior corresponden a edades del Aquitaniense y del Burdigaliense inferior. Los levigados realizados han permitido distinguir diferentes intervalos, por las apariciones sucesivas de *Globigerinoides primordius* BLOW y BANNER (Aquitaniense inferior); *Turborotalia semivera* (HORNIBROOK) y *Globoquadrina dehis-*

cens (CHAPMAN, PARR y COLLINS), parte media del Aquitaniense; *Globigerinoides gr. trilobus* (REUSS), y *Globigerina brazieri* JENKINS, parte alta del Aquitaniense; *Globigerinoides altiapertura* BOLLI (Burdigaliense inferior); y *G. subquadratus* BRONNIMANN y *Globigerina euapertura* JENKINS con persistencia de *Catapsydrax gr. dissimilis* (CUSHMAN y BERMUDEZ) que indicaría la parte alta del Burdigaliense inferior.

Los materiales del tramo medio corresponden a edades Burdigaliense superior hasta Serravaliense superior, se han distinguido: Burdigaliense superior con *Globigerinoides sicanus* ESTEFANI, *Globorotalia praescitula* BLOW, *G. acrostoma* WEZEL, etc. Langhiense con *Praeorbulina glomerosa* BLOW, *Globigerinoides sicanus* ESTEFANI, *G. bulloides* CRESCENTI, *Praeorbulina transitoria* BLOW, *Globorotalia praemanardii* CUSHMAN y STAINFORTH, *Orbulina universa* D'ORBIGNY, etc. y está ausente *Globorotalia menardii* (PARKER, JONES Y BRANDY), lo que caracteriza el Serravaliense inferior. La aparición de la última especie mencionada junto con la persistencia de *Globigerinoides subquadratus* BRONNIMANN en algunas muestras, permite asignarlas al Serravaliense medio. Asociaciones similares a las anteriores en las que generalmente está presente de una manera abundante *Turborotalia siakensis* (LE ROY), pero en las que falta *Globigerinoides subquadratus* parecen indicar la presencia del Serravaliense superior. Otras muestras que presentan una microfauna común al Serravaliense superior y al Tortoniense inferior, pero en las que no están presentes ni *T. siakensis* (LE ROY) ni *T. acostaensis* (BLOW), han sido datadas como Serravaliense terminal-Tortoniense basal.

Los materiales del tramo superior corresponden al Tortoniense. La aparición en diversas muestras de *T. acostaensis* junto con otros componentes del grupo, con enrollamiento dextrorso, pero sin la presencia de *T. humerosa* (TAKAYANAGI y SAITO), permite asignarlas al Tortoniense inferior. Muestras en las que persiste el grupo de *T. acostaensis-T. pachyderma* con enrollamiento dextrorso, pero en el que ya se encuentran ejemplares atribuibles a *T. humerosa*, han permitido reconocer el Tortoniense superior, parte baja. Finalmente, hay que mencionar que algunas muestras recogidas en materiales de facies albarizas, contienen elementos del grupo de *T. acostaensis-T. pachyderma* (entre ellos *T. humerosa*) con enrollamiento sinistrorso, junto con *Globorotalia plesiotumida* BLOW y BANNER, *G. dalii* PERCONIG, etc. lo que permite suponer que la parte más alta de las albarizas corresponde, al menos en la región de Puente Genil, al Tortoniense superior parte alta.

Del estudio micropaleontológico se deduce que no hay una gran variabilidad en cuanto al medio de depósito y a su ubicación, tratándose de depósitos carbonatados marinos de plataforma externa o incluso más profunda, con cierta componente bentónica. Las condiciones térmicas se mantendrían bastante estables y uniformes, oscilando en el rango de las isoterms cálidas a templadas frías, en aguas limpias, oxigenadas y tranquilas.

La potencia de esta serie de margas blancas en la Hoja de Puente Genil sobrepasa los 200 m.

1.1.6.2. Calizas y margo-calizas bioclásticas (11)

Intercaladas en las margas blancas aparecen depósitos carbonatados en el tramo inferior (Aquitano-Burdigaliense), y en el tramo medio (Serravaliense principalmente), en el tramo inferior pueden llegar a los 25 m de potencia mientras que en el medio no sobrepasan los 12 m, se trata de calizas y margo-calizas bioclásticas, color blanco o crema, con gran contenido en fósiles que puede llegar al 60%, la silicificación es variable, llegando a ser importante. Principalmente se trata de biomicrocristas arenosas, apareciendo microfacies tipo "wackestone" y "packstone".

Aparentemente en ambos casos estas intercalaciones carbonatadas son concordantes con el resto de la serie de margas blancas en cuyo seno se encuentran; aparecen en forma de capas masivas o tableadas, y generalmente dan lugar a los relieves que se producen dentro de esta serie (Sierras del Niño y del Castillo).

1.2. SEDIMENTOS ALOCTONOS. ZONA CIRCUMBETICA

Se han incluido en este apartado, un conjunto de afloramientos situados en el borde oeste de la Hoja, constituidos, por un conjunto de arcillas verdes o rojizas, con niveles de areniscas amarillas de carácter turbidítico intercaladas (12), en ocasiones se trata de margas marrones o verdes.

Dadas la poca extensión y la calidad de los afloramientos no es posible establecer ningún corte tipo dentro de la Hoja, están muy tectonizados dando la impresión de finas láminas deslizadas dentro de los materiales triásicos sobre los que se encuentran; por ello en la cartografía se ha puesto un contacto mecánico (probable) en su muro con el Triás y discordante (supuesto) con la serie de margas blancas, con la que puede ser que su emplazamiento sea más o menos sincrónico.

Este tipo de materiales se encuentra también en las vecinas Hojas de El Rubio (987), Ecija (965) y Montilla (966) y presenta grandes analogías con otras formaciones que han sido estudiadas en diversos puntos de la Cordillera Bética; quizás las mayores analogías en cuanto a litología, estratigrafía, y edades las tenga con las unidades de afinidad al Campo de Gibraltar.

Las muestras tomadas en estos materiales en muchos casos han sido azoicas, o bien han dado una fauna poco determinativa, la única muestra que ha permitido una datación precisa, da edad del Eoceno Medio-Superior concretamente Luteciense superior terminal con la siguiente fauna: *Truncorotaloides topilensis* (CUSHMAN), *Globorotalia pomeroli* (TOURM. y BOLLI), *Globorotalia cerroazulensis* (COLE), *Morozovella spinulosa* (CUSHMAN), *Hantkenina longispina* CUSHMAN, etc. por la similitud con las referidas unidades del Campo de Gibraltar en la leyenda del mapa se les ha adjudicado una edad Paleoceno-Oligoceno.

En la Hoja de El Rubio LEYVA CABELLO, F. (1977) habla de estos materiales en la presa de S. Calixto, dándoles una potencia visible de 80 m y les adjudica

una edad Eoceno-Mioceno Inferior sin criterios paleontológicos concretos, indica también sus características flyschoides.

En la cercana Hoja de Campillos (1022) BAENA, CRUZ SAN JULIAN y DEL OLMO (1981), encuentran materiales parecidos e indican que: en cortes más o menos frescos, se asemejan a las "Arcillas de Jimena" descritas por DIDON (1969) en el Campo de Gibraltar, y que él introduce en la "serie de base" de las areniscas del Aljibe. Igualmente presentan cierto parecido, con las arcillas que acompañan a las turbiditas carbonatadas de la "Formación Benaiza" (DIDON 1969). Presentan gran semejanza asimismo con la "Formación Paterna" de CHAUVE (1968). Anteriormente CRUZ SAN JULIAN (1974) los denominó "Formación de Guadateba" y BOURGOIS (1978) "Arcillas con Bloques".

De todo este resumen bibliográfico se deduce una gran controversia en cuanto a estos materiales, que presentan dos problemas: su origen y su edad. Su pequeña presencia en la Hoja de Puente Genil no permite resolver, con seguridad, ninguno de ambos. Por ello se han puesto los contactos supuestos en el mapa, y se les ha asignado esta edad. No se excluye la posibilidad de que se trate de cualquiera de las formaciones citadas o de otra distinta.

1.3. FORMACIONES AUTOCTONAS

1.3.1. Mioceno Superior

Directamente encima de las margas blancas (albarizas) se disponen los materiales que rellenan la Depresión del Guadalquivir; éstos, junto al resto de los depósitos autóctonos Plioceno-Cuaternario ocupan alrededor del 50% de la superficie de la Hoja.

En la zona que nos ocupa, los materiales del Mioceno Superior presentan gran variabilidad de facies, controlados en gran medida por su posición paleogeográfica. A continuación se describen los distintos materiales cartografiados.

1.3.1.1. *Margas gris-azuladas, a techo arenosas (13)*

En diversas partes de la Hoja se pasa, sin aparente discordancia, de las margas blancas "albarizas" a otras margas y margas arenosas de color gris-azulado en fresco y ocre anaranjado-amarillento en alteración; hacia el techo de esta serie, que en determinados puntos de la Hoja alcanza potencias del orden de los 40 metros, se observan intercalados en ellos, pequeños niveles de limos arenosos y arenas silíceas. En la cercana Hoja de Ecija (965) se les asigna una potencia superior a los 700 m, basándose en datos de sondeos petrolíferos. En el mapa se ha considerado el contacto como concordante supuesto en aquellas partes en que se colocan encima del tramo superior

(Tortonense) de las margas blancas, y como discordante cuando lo hacen sobre el resto de la serie (Aquitaniense-Serravaliense).

Las diferentes muestras recogidas en estos materiales contienen microfau- nas indicativas del Tortonense superior, parte alta, y del Messiniense. La presencia de *Turborotalia humerosa* (TAK. y SAITO) y de otros componentes del grupo de *T. acostaensis*-*T. pachyderma*, con enrollamiento sinistrorso, junto con *Globorotalia plesiotumida* BLOW y BANNER, *G. dalii* PERCONIG, *Globigeri- noides extremus* BOLLI y BERMUDEZ, etc., es característica del intervalo señalado. En algunas muestras está presente también *Globorotalia mediterranea* CATALANO y SPROVIERI, lo que permite restringirlas al Messiniense; la aparición de ejemplares asimilables a *Globigerinoides elongatus* (d'ORBIGNY) en asocia- ciones similares a las anteriores es propia del Messiniense superior.

1.3.1.2. Conglomerados y arenas. Facies de "Fan-delta" (14)

Estas facies se localizan en el borde sur de los relieves mesozoicos de Sierra Gorda, en las inmediaciones de Puente Genil.

Constituyen un cuerpo sedimentario de naturaleza lentejonar, cuya potencia disminuye de SE a NO, en donde da paso lateralmente a otro tipo de facies. Las observaciones puntuales del mismo, ofrecen una secuencia grano-creciente ("coarsening upwards"), en la cual los elementos más finos: arenas y limos con intercalaciones delgadas de arcillas y conglomerados, ocupan las partes basales de la serie. A medida que se asciende en ella, comienzan a aparecer lentes conglomeráticas y de areniscas (canales) introducidas en arenas gruesas. A techo de la misma hay un dominio claro de conglomerados con formas canalizadas. La máxima potencia observada (Presa del Embalse de Cordobilla), supera fácilmente los 120 m en su zona apical.

La dirección de paleocorrientes presenta una apreciable dispersión, en el sentido de que en la Presa del Embalse de Cordobilla, son hacia el SE y en las inmediaciones del Cerro de las Quebradas, son hacia el SO. Al mismo tiempo se aprecia que este cuerpo sedimentario es progradante hacia el sur.

Dadas las características estratigráficas y sedimentológicas de este paquete, se ha interpretado su facies asimilable a depósitos de "fan-delta".

La naturaleza de los cantos está intimamente ligada a los relieves que bordea, tanto pertenecientes al Jurásico y Cretácico como al Terciario (calizas, mergocalizas, sílex y calizas bioclásticas, localmente cantos blandos de margas).

Las arenas son de componente cuarzosa, excepcionalmente se advierten clastos de materiales pertenecientes a las Zonas Internas (micaesquistos). En ellas se encuentran conchas de lamelibranquios, ostreidos, pectínidos, chlamys, etc., que denotan unas características marinas. Además, también hay restos de conchas de otros bivalvos, cantos perforados por esponjas y tubos huecos dejados por litófagos (serpúlidos).

Muestras recogidas de los niveles arcillosos-margosos, contienen fauna resedimentada y especies de naturaleza somera, del Mioceno Superior terminal.

La falta y, al mismo tiempo, mala calidad de afloramientos en la zona, impide elaborar un esquema paleogeográfico fiable para estos materiales.

1.3.1.3. Arenas, limos y margas amarillas, con intercalaciones de calcarenitas. *Messiniense ¿Plioceno Basal?*(15)

Ocupan gran extensión y están representados preferencialmente en la mitad occidental de la Hoja. Por regla general los afloramientos son malos, puesto que sobre estos materiales tienen un gran desarrollo los cultivos agrícolas.

La disposición estratigráfica que ocupan, con respecto al tramo anterior (1.3.1.2) es en cambio lateral de facies. Existe un punto de observación excepcional donde se puede ver este hecho y es en las inmediaciones de Puente Genil, donde las facies de "fan-delta" llegan totalmente laminadas e interdigitan con niveles de areniscas (algo calcáreas), limos y margas.

La relación estratigráfica de este tramo con las margas gris-azuladas parece ser transicional por su similitud de facies, aunque no se descarta la posibilidad de que exista entre ambos, una discontinuidad estratigráfica determinada por una ruptura en la sedimentación. Esta ruptura, en posiciones de cuenca (facies distales), pasa desapercibida, puesto que se comporta como una paraconformidad. En cambio, en zonas marginales se manifiesta por cambios litológicos bruscos.

Litológicamente este tramo lo forma una alternancia de arenas, bastante homométricas, con niveles margosos y limosos, que a veces tienen pequeños paquetes decimétricos de areniscas cementadas (calcarenitas) intercaladas.

Las muestras correspondientes a estos materiales suelen presentar un escaso contenido en foraminíferos planctónicos; no obstante, algunas veces la asociación presenta organismos tales como *Globigerinoides conglobatus* (BRADY), *G. elongatus* (d'ORBIGNY) y formas ancestrales de *Globorotalia gr. crassaformis* GALLOWAY y WISSLER que podrían indicar una edad Messiniense terminal-Plioceno basal. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos, en las que son predominantes *Ammonia*, *Florilus* y/o *Elphidium* son propias de medios someros.

Alguna muestra contiene abundante yeso, lo que en otras partes sucede en las facies someras del Mioceno terminal.

Esta serie presenta malas condiciones de observación, porque se encuentra en las planicies más altas de la Hoja (antiguas superficies de erosión), afectadas por enconstramientos y karstificaciones, y recubiertas por suelos rojos y otras formaciones superficiales; todo ello dificulta su definición estratigráfica y sedimentológica. La potencia que alcanza llega a los 45 m.

1.3.1.4. Calcarenitas. *Messiniense ¿Plioceno Basal?* (16)

Intercaladas en el conjunto litológico anterior (1.3.1.3), aparecen paquetes de areniscas calcáreas bioclásticas ("Calcarenitas") que en ocasiones superan los 25 m de potencia.

Cartográficamente se detectan al oeste de Puente Genil, pero están representadas igualmente en otros puntos, aunque no queden significadas en el plano por tener dimensiones reducidas.

Generalmente las calcarenitas presentan un aspecto masivo, donde la estratificación es bastante difusa. El sedimento es muy grosero y está poco o nada clasificado, con más del 80% de lamelibranchios de concha fina, mientras que el resto corresponde a elementos siliciclásticos (principalmente cuarzo).

Las estructuras de ordenamiento interno no se aprecian con claridad, debido a que estos depósitos están intensamente bioturbados (burrows). Las dimensiones de los "burrows", a veces superan los 30 cm., se desarrollan horizontal y verticalmente lo que indica una tasa de sedimentación muy elevada. Cuando la bioturbación no está presente aparecen estratificaciones cruzadas de gran tamaño, lo que indica un medio energético importante (no existe hábitat faunístico).

No se han podido hacer más precisiones desde el punto de vista sedimentológico, porque el material es muy grosero y la calidad de afloramientos deja mucho que desear. No obstante, los caracteres identificados y la correlación con otros puntos de litología similar, permiten ubicar estos sedimentos en un medio marino de plataforma somera, donde los procesos dinámicos juegan un papel muy importante, al menos en este sector de cuenca.

Por su posición estratigráfica se les asigna una edad Messiniense superior ¿Plioceno Basal?

1.3.2. Margas y calizas laminadas. Plioceno (17)

Normalmente encima de la serie de las calcarenitas, menos en un afloramiento en la esquina NE en que lo hacen sobre el Triás aparecen pequeños depósitos de margas y calizas laminadas.

Estos depósitos están mal representados, pues su potencia no sobrepasa los 17 m (Cortijo de Valdecañas, inmediaciones del arroyo de Jogina) y los afloramientos están mal conservados por desarrollarse suelos sobre ellos.

En cualquier caso el aspecto de visu, en campo, y la fauna de ostrácodos y gasterópodos dulceacuícolas encontrada, hace pensar en una *facies* de características *lacustres*.

Por otra parte, varios levigados efectuados sobre estos materiales ponen de manifiesto la presencia de foraminíferos bentónicos generalmente resedimentados, en los que predominan *Ammonia cf. inflata* (SEG.), *Elphidium cf. macellae* (FICHT. e MOLL), *Noniun*, *Florius*, *Cancris*, etc. característicos de medios marinos someros; los foraminíferos planctónicos "autóctonos" están casi ausentes; entre los escasos ejemplares que han podido identificarse están *Sphaeroidinellopsis seminulina* (SCHWAGER), *Turborotalia Pachyderma* (EREMBER) y *Globigerina* sp (Asociación que no permite precisar una edad concreta).

Aunque no hay evidencias claras en cuanto a la adscripción a un medio concreto (marino o continental), lo más lógico con los datos manejados, es interpretar estos depósitos como de ambiente continental.

En todo caso, estos depósitos marcarían presumiblemente la retirada definitiva de las aguas, que ocupaban el “Estrecho Nordbético”, hacia posiciones más meridionales. La edad de estos materiales sería más antigua, que depósitos similares ubicados en las proximidades al Golfo de Cádiz (v.g. Hoja de Jerez de la Frontera).

1.3.3. Cuaternario

Son muy abundantes y variados los depósitos continentales, que recubren de forma discordante a todos los materiales anteriores. Dicho conjunto, se ha subdividido por sus características litológicas y geomorfológicas, asignándoles edad por las relaciones internas entre ellos y por similitud con otros depósitos de igual naturaleza.

1.3.3.1. *Pleistoceno*

1.3.3.1.1. Conglomerados de cantos de calizas y cuarzo. Matriz arenosa. Terrazas fluviales (18, 21, 24, 26).

El río Genil, a su paso por la Hoja, deja, en el ángulo-suroccidental de la misma, una serie de terrazas distribuidas a distintas cotas: +65-70 m (material nº 18) dentro del Pleistoceno Inferior, +35-40 m (nº 21) y +20-25 m (nº 24) dentro del Pleistoceno Medio y +12-15 m (nº 26) dentro del Pleistoceno Superior.

El hecho de haber distribuido de esta forma cronológica los niveles de terrazas está basado en criterios regionales de funcionamiento del Genil, y en correlación con otros depósitos similares.

En general, estas terrazas están constituidas por conglomerados de cantos de caliza y cuarcita en una matriz areno-arcillosa; la mineralogía de los cantos es de procedencia principalmente subbética y sólo en las terrazas más altas aparecen algunos cantos de origen metamórfico, esquistos y cuarcitas.

La potencia de las terrazas no suele sobrepasar los 3 metros, salvo en el caso de las más bajas (materiales nº 24 y 26), que en algunos puntos llegan a los 10 metros constituyendo buenas graveras que son explotadas en la actualidad.

Los ríos Cabra y Yeguas, tienen asimismo un sistema de 2 terrazas escalonadas, que se han asociado a los niveles más bajos de las terrazas del Genil (es decir a los materiales nº 26, Pleistoceno Superior y 33, Holoceno, que se describirá más adelante, las de Cabra, y a los nos. 24 y 26 las del Yeguas).

1.3.3.1.2. Limos calcáreos con cantos de caliza. Abanicos aluviales (19, 22, 27)

Al pie de la Sierra de los Leones, en las vecinas Hojas de Montilla y Baena, se extiende un conjunto de abanicos aluviales que ocupan gran parte de la esquina nor-oriental de la Hoja. Su litología es bastante semejante, diferenciándose únicamente en la cantidad de cantos de calizas subbéticas, que contienen, y en que los más antiguos están más carbonatados, llegando a producirse encostramientos.

1.3.3.1.3. Costras pulverulentas hojosas y masivas "dalle". Arcillas rojas (superficie) (20, 25)

Estos niveles se implantan en la esquina sur-occidental de la Hoja. Si bien morfológicamente se observan cuatro niveles distintos, cartográficamente sólo se han separado dos, considerando el más bajo topográficamente, como un sistema que englobaría los 3 más modernos. Pueden constituir restos de antiguas superficies; se apoyan principalmente sobre las areniscas bioclásticas del Mioceno Superior. Llegan a tener potencias superiores a los 3 metros, enmascarando completamente a los materiales infrayacentes, presentan facies laminares típicas, a veces también facies pisolíticas, llegan a ser "perlíticas", sobre todo las más antiguas, siendo frecuentes también las facies masivas "dalle" (baldosa). En algunos puntos tienen niveles calcáreos de tipo micrita de apariencia lacustre, parecidas a las que cita MARTIN SERRANO, A. (1982) en la Hoja de Antequera.

1.3.3.1.4. Arcillas arenosas con cantos. Glacis (23, 28)

Pueden distinguirse dos sistemas de Glacis de cobertera, superpuestos entre sí (en la parte central de la Hoja), constituidos por depósitos de 1 a 2 metros de potencia de arcillas arenosas con cantos angulosos a subangulosos de calizas. La naturaleza de los cantos, su tamaño y cantidad varían en función del sustrato del relieve a cuyo pie se instala. Los más importantes bordean las Sierras del Niño y del Castillo, el cauce del arroyo Lucena (O de los Cerros del Entredicho y del Aulladero) y la laguna del Rincón (al N de Moriles).

1.3.3.1.5. Arcillas arenosas. Suelos negros y pardos (29)

Suelos negros y pardos de carácter vértico se desarrollan principalmente sobre las margas blancas "albarizas" y sobre la serie areno-limosa de las calcarenitas, se caracterizan por su color oscuro y ser ricos en arcillas hinchables (principalmente montmorillonita), lo que les da estructura columnar y frecuentes grietas de desecación, alcanzan poco espesor, no sobrepasando 1,5 m.

1.3.3.1.6. Suelos de arenas rojas. Suelos rojos (30)

Sobre las calcarenitas se desarrolla una serie de microdepresiones (poches) debidas a procesos de disolución-karstificación, que alcanzan pequeña profundidad pero pueden tener considerable extensión. Estas depresiones se rellenan de arenas finas a medias de color rojo, a veces con cantos provenientes de las mismas calcarenitas o de las costras carbonatadas que también se generan sobre ellas; sobre las arenas a veces se desarrollan suelos rojos.

1.3.3.2. *Holoceno*

1.3.3.2.1. Arcillas arenosas con cantos de caliza. Conos de deyección (31)

Son pequeños los conos aluviales que dejan algunos arroyos en su zona de desembocadura, (afluentes del Cabra, Arroyo del Horcajo, Arroyo del Rigüelo, etc.). La litología de estos depósitos es variada, dependiendo de los materiales que atraviesan los pequeños cauces; en general, suele tratarse de arcillas arenosas con cantos dispersos redondeados a subredondeados.

1.3.3.2.2. Arenas arcillosas con cantos de caliza. Coluvión (32)

Coluviones, bastante desarrollados en la zona, se extienden al pie de la mayoría de los relieves de la Hoja, formando estrechas orlas alrededor de las sierras y colinas. Los materiales que los constituyen son fundamentalmente arenas-arcillosas con cantos angulosos de caliza. En cualquier caso, dada su génesis, la litología de estos depósitos es heredada directamente del relieve a cuyo pie se instalan.

1.3.3.2.3. Conglomerado de cantos de caliza y cuarzo, con matriz areno-arcillosa. Terraza fluvial (33)

Durante esta época el Genil construye la terraza más baja, 5-7 metros por encima del actual cauce; se descompone frecuentemente en más de un replano; constituye en realidad una llanura de inundación, pero este nivel de inundación ha sido muy poco funcional en virtud al fuerte encajamiento que afecta recientemente al río; tiene "sets" arenosos y limosos con lentejones de cantos, de color gris oscuro a negro, sin encostramientos y coronados frecuentemente por suelos pardos y rendsinas.

1.3.3.2.4. Limos y fangos con evaporitas. Lagunas (34)

Existen varias zonas endorreicas y de encharcamiento temporal en la Hoja de Puente Genil, de ellas las más importantes son las lagunas de Zoñar, El Rincón y Tiscar. En ellas las fluctuaciones estacionales dan lugar a la acumulación de sedimentos de escasa importancia. Su morfología y situación hacen sospechar un origen kárstico.

Los depósitos están constituidos por arcillas, fangos y evaporitas que raramente alcanzan los 80 cm de espesor.

1.3.3.2.5. Arcillas oscuras. Relleno de depresiones (35)

Están asociadas a zonas con mal drenaje, donde se dan encharcamientos temporales, con aportes esporádicos, que con las tormentas pueden llegar a ser importantes. Suelen constituir suelos hidromorfos de escasa potencia. La mayoría de las veces aparecen asociadas a las depresiones, que por disolución se crean en las calcarenitas; por su escasa importancia la mayoría de ellos no se han reflejado en la cartografía.

1.3.3.2.6. Arenas, arcillas y cantos. Aluvial, fondos de valle y canal principal (36)

Corresponden a los aluviales principales de los ríos Genil y Cabra y sus afluentes, y también a los sedimentos aluvionares que tapizan los fondos de los valles. Su litología es arenas y arcillas con cantos de pequeño tamaño de caiza, subangulosos a subredondeados. En raras ocasiones sobrepasan el metro y medio de potencia.

2. TECTONICA

La Hoja de Puente Genil se sitúa en las zonas externas de las Cordilleras Béticas, en el Dominio Subbético; en ella afloran materiales que pertenecen a cuatro dominios sedimentarios distintos:

- Materiales preorogénicos pertenecientes al Subbético (Externo y / o Unidades Intermedias), desplazadas hacia el N o NO.
- Materiales preorogénicos probablemente de la zona Circumbética, desplazados en dirección SE-NO, y con un origen, de pertenecer a esta zona, más lejano.
- Materiales propios de la región, moronitas o albarizas, parcialmente afectados por la tectónica de corrimiento.
- Materiales más modernos, autóctonos, afectados por la Neotectónica.

2.1. TECTONICA EN EL SUBBETICO

Los materiales subbéticos afloran en el 25% de la superficie de la Hoja, aproximadamente; están constituidos principalmente por sedimentos triásicos con restos de cobertera plegada encima; de éstos el afloramiento más importante es la Sierra Gorda (SE de Puente Genil), en la que aparecen materiales jurásicos y cretácicos que podrían pertenecer al Subbético Externo, (SUBEX-C según la nomenclatura de BAENA y JEREZ (1983) por similitud con la Sierra de Cabra), los demás afloramientos de cobertera son muy pequeños y están diseminados por el resto de la Hoja.

La tectónica del Subbético en general es muy compleja: existiendo varias discontinuidades, contactos mecánicos, discordancias, etc, lo que ha dado lugar a numerosas hipótesis, que tratan principalmente de explicar la relación existente entre el Trias y su cobertera. Un resumen de estas hipótesis sería:

Los contactos entre ambas formaciones son normales, y es el diapirismo el causante de los despegues y contactos mecánicos observados. Entre otros HOEPPENER et al (1964); FOUCAULT (1966); SANZ DE GALDEANO (1973).

El Trias tiene un origen alóctono más al sur de su posición actual, y las series jurásicas en cambio están enraizadas, y aparecen como ventanas tectónicas, dentro de la masa del Trias alóctono, CRUZ SAN JULIAN (1974) defiende esta hipótesis y para ello habla de una nueva unidad tectónica el "Manto de Antequera-Osuna", formado por el Trias que se habría emplazado durante el Aptiense-Albiense.

Los materiales triásicos forman parte de un olistostroma, PERCONIG (1960-1962); DUPUY DE LOME (1965), CHAPOND y RUIZ CELAA (1969); de forma parecida BOURGOIS (1978) indica que todos los materiales triásicos de la parte occidental de la Cordillera, constituyen en realidad una "brecha poligénica de cemento yesífero" de edad post-Neocomiense, y que a su vez forma parte de un conjunto tecto-sedimentario, el olistostromas del Guadalquivir.

Otros autores como FALLOT (1948); PEYRE (1974), etc, opinan que los restos de cobertera se sitúan encima del Trias con un contacto mecánico más o menos subhorizontal, a modo de "isles" que flotan sobre la masa triásica, hablando de un "rabotage basal" (cepillamiento basal), que explicaría que cualquier término de la secuencia pueda situarse directamente encima de los materiales triásicos.

Teniendo en cuenta esta última hipótesis CHAUVE (1968), indica además la existencia de zonas de despegue mecánico dentro de la cobertera que explicarían la presencia de Cretácico y Terciario emplazados directamente sobre el Triásico. Un resumen de lo expuesto por CHAUVE sería:

La serie subbética empieza en el Trias y se puede seguir de forma más o menos continua hasta el Mioceno Inferior.

En la zona oeste y noroeste de las Cordilleras Béticas, el Subbético no forma un manto continuo, sino que se presenta en forma de pequeñas placas separadas y despegadas sobre el Triásico.

La disposición desordenada de estas placas sobre el Triás se debe a fenómenos tectónicos, habiendo jugado los bloques independientemente.

Los contactos de los demás materiales con el Triásico son disarmónicos, pudiendo estar cualquier nivel de la serie subbética en contacto con él.

Es muy infrecuente encontrar series continuas desde el Triás hasta el Terciario, lo más normal es encontrar paquetes con Jurásico y Cretácico Inferior, y otros afloramientos con el resto de la serie (Cretácico Superior-Terciario).

Existiría por tanto una independencia tectónica entre ambas partes de la serie, que vendría marcada por la existencia de niveles de despegue, entre los terminos competente e incompetentes.

De los dos niveles de despegue principales, las margas yesíferas del Triás constituyen el más importante; existe otro nivel de despegue en el Aptiense superior-Cenomaniense inferior, corresponde a margas arcillosas.

En la región que nos ocupa la Sierra de Estepa (Hoja de Osuna) constituye una excepción, ya que en ella, la serie subbética, sí es más o menos continua desde el Lias hasta el Mioceno Inferior.

Recientemente estas últimas hipótesis son las más aceptadas. BAENA, J. y JEREZ, L. (1982) indican la existencia de un tercer nivel de despegue, en las arcillas verdes oscuras del Luteciense (Eoceno Medio), lo que explicaría la separación de los afloramientos de "capas rojas" por un lado y por otro de margas blancas y calcarenitas del Eoceno Superior-Oligoceno-Aquitaniense. Asimismo estos autores consideran que:

La expulsión del Triás, no se ha realizado por diapirismo, sino por una tectónica tangencial en general de edad fini-Aquitaniense coetánea con la colisión entre las "Zonas Internas" y las "Zonas Externas". Esta tectónica tangencial provocó cizallas y cabalgamientos dentro de la Zona Subbética, de dirección norte.

El Triásico se despegue de su basamento (1er nivel de despegue) y se desplaza en dirección NO, junto con su cobertera, a la vez se producen despegues dentro de la misma cobertera, debidos a las diferencias de competencia entre los materiales y a la morfología existente que favorecía los desplazamientos gravitacionales. Estos despegues se producen al nivel del Aptiense Superior-Cenomaniense (2º nivel de despegue) y del Luteciense (3er nivel de despegue). El resultado final es una gran mancha triásica sobre la que se apoyan "plaquetas" de materiales de edades comprendidas entre las de los niveles de despegue existentes.

En la Hoja de Puente Genil, la disposición de los materiales subbéticos está, a grandes rasgos, de acuerdo con este esquema. En la Sierra de Puente Genil

(Sierra Gorda) se presenta una serie de afloramientos de edad mesozoica, individualizados tectónicamente y rodeados por materiales cenozoicos. Los materiales mesozoicos muestran, como se ha expuesto anteriormente, una serie incompleta pero correlacionable, al menos en los términos aflorantes, con las series típicas del Subbético Externo, por otro lado geográficamente próximas (Sierra de Cabra al este a unos 30 km y Sierra de Estepa al oeste a unos 15 km). Sin duda se trata de una unidad alóctona, pero de la que prácticamente no se puede precisar nada más a partir de la observación de sus afloramientos. Así, cuestiones como: edad del emplazamiento, relación tectónica con el resto de las unidades subbéticas, existencia o no de enraizamiento en estos afloramientos, etc., constituyen serios interrogantes. Para PEYRE (1974, pag. 474) se trata de "algunos bloques calizos que flotan sobre las margas triásicas o cretácicas", es decir, que los interpreta como isleos tectónicos o klip es sedimentarios. Así, p.ej. en algunos sectores se observa al Cretácico margoso dispuesto concordantemente sobre el Jurásico calizo, a pesar del distinto comportamiento tectónico que habría que esperar de estos materiales; por otro lado, la estratificación en los distintos afloramientos jurásicos, o posibles "bloques" individualizados, se mantiene bastante homogénea en dirección y buzamiento (N150°-160° / 20°-50°NE) de unos a otros. Por tanto las hipótesis posibles serían que se tratase bien de un isleo o conjunto de isleos tectónicos, bien que estuvieran enraizados con unidades subbéticas no aflorantes, o bien que se trate de una única "plaqueta" dispuesta encima del Triás (1er. nivel de despegue).

Por otra parte, no se ha encontrado en ninguno de los puntos estudiados fauna que permita datar ni Cenomaniense ni Turoniense inferior, lo que estaría de acuerdo con el 2º nivel de despegue. En los afloramientos directamente ligados a la Sierra no se encuentran tampoco materiales del Eoceno Superior ni más modernos, que sí aparecen (Oligoceno) en otros puntos de la Hoja, lo que podría indicar la existencia del 3er. nivel de despegue. En cualquier caso la pequeña extensión y la pobreza de los afloramientos no permiten precisar todos estos extremos.

2.2. TECTONICA EN LAS FORMACIONES ALOCTONAS

Esta masa arcillosa con algunos bloques sueltos de areniscas turbidíticas, presentan unas condiciones de observación muy malas, su contacto sobre el Triásico se deduce cartográficamente como mecanizado; como ya se ha comentado sus analogías con la matriz de las "Arcillas con bloques" de BOURGOIS (1978), y con "Las Arcillas de Jimena" de DIDON (1969, 1977), hace pensar que se trate de una formación flysch de la Zona Circumbética. También tienen similitudes con otras formaciones descritas como Flysch por PEYRE (1974) a las que este autor les atribuye un origen interno.

Los materiales alóctonos, que representarían una parte muy limitada de la Zona Circumbética, con posterioridad al Aquitaniense, y después del desplazamiento del Subbético, se deslizaron sobre éste, procedentes de un dominio situado más al suroeste que él.

2.3. TECTONICA POST-BURDIGALIENSE. NEOTECTONICA

La masa de margas blancas, "moronitas o albarizas" que se estaba depositando durante el Mioceno Inferior, se ve afectada por los desplazamientos, probablemente de edad Burdigaliense superior-Langhiense inferior. Con posterioridad a este periodo ya en el Mioceno Medio, se produjo una importante elevación de la zona axial del Subbético, produciendo nuevos deslizamientos, que al norte de la zona axial son hacia el norte (nuevamente) y en la zona sur retrocabalgamientos, esto influye claramente en las coberteras deslizadas y despegadas, dando lugar a una mayor complejidad que enmascara la fase tectónica tangencial fini-Aquitaniense (y fases anteriores si las hubiere); así mismo provoca que los materiales triásicos y alóctonos puedan, localmente, montar sobre las moronitas o albarizas anteriores a este movimiento.

Con posterioridad se origina el surco neógeno del Guadalquivir, en cuyo borde sur se sitúa la Hoja de Puente Genil. Por esta depresión penetró la transgresión marina de edad Tortoniense, y en ella cayeron las masas deslizadas (olistostromas) del Subbético, arrastrando retazos de Moronitas o Albarizas; sobre estas formaciones vuelven a depositarse nuevas margas blancas del Mioceno Superior, haciendo muy difícil el distinguir unas de otras; las más modernas deben de haber quedado en posición autóctona y estar menos afectadas tectónicamente. Durante la transgresión tortoniense, rasgos sedimentarios regionales permiten deducir la existencia de un relieve activo relacionado con procesos tectónicos, y una discordancia intra- Tortoniense denota en algunos lugares esta actividad.

La mayoría de las formaciones que se detectan en la región son posteriores a la etapa paroxismal bética de apilamiento y superposición de mantos que termina en el Burdigaliense.

En la parte central de la Hoja al sur de Moriles, aunque no se aprecian estructuras claras, los materiales margosos de edad Tortoniense y Messiniense aparecen plegados en suaves sinclinales y anticlinales con ejes de dirección sensiblemente E-O. Las estructuras de aspecto diapírico de algunos afloramientos subbéticos también es posible que pertenezcan a esta época tardía, lo mismo que la fracturación, ya que afectan a materiales mesozóicos y terciarios (hasta el Messiniense terminal). La halocinética en el Triás podría incluso llegar hasta bien entrado el Cuaternario.

En la cartografía el rasgo estructural más acusado son las tres familias de fracturas, que con gran reflejo morfológico se detectan dentro de la Hoja. De más antigua a más moderna, por las relaciones entre ellas, estas familias serían:

Sensiblemente N-S, variando desde 10° oeste a 20° E. Puede estar reflejada en el actual cauce del Río Yeguas y en algunos arroyos como el Navaluenga.

N 135° E, principalmente se pone de manifiesto por el trazado del cauce del Río Genil.

N 55-75° E, esta muy señalada principalmente en el borde sur de la Hoja en la gran fractura que pone en contacto los materiales triásicos con Eoceno, Oligoceno y Mioceno Inferior sucesivamente.

Dentro de la Neotécnica hay otros elementos de menor significación que también denotan actividad tectónica reciente; aparte de lo que se trate en el capítulo de Geomorfología conviene señalar: basculamiento de terrazas, desnivelación de las sucesivas superficies cuaternarias, sistemas de abanicos aluviales al pie de las sierras subbéticas, fenómenos de captura y antedecencias en el Genil y sus afluentes, y algunas pequeñas fracturas en los depósitos cuaternarios.

Los estudios de la tectónica reciente de BENKHELIL, J. (1976), VIGUIER, Cl. (1980), llegan a la conclusión de que en las Béticas occidentales, al igual que en las orientales, desde el Mioceno Superior hasta el Cuaternario reina un régimen distensivo en toda la zona; al comienzo del Cuaternario se produce un cambio de régimen tectónico, pasándose a una fase compresiva que se continúa hasta la actualidad.

Es en este último período cuando se produce el acercamiento entre la placa Europea y la Africana a nivel del Arco de Gibraltar en relación con una tectónica de colisión, BOUSQUET, J. Cl. (1977).

3. GEOMORFOLOGIA

3.1. DESCRIPCION FISIOGRAFICA

Dentro de la Hoja de Puente Genil pueden diferenciarse, a grandes rasgos, tres tipos de relieve que están condicionados estrechamente por la naturaleza de los materiales que constituyen el sustrato.

Un primer tipo integra los relieves más pronunciados, que corresponden a las áreas ocupadas por sustrato, cuya litología está formada fundamentalmente por margocalizas margas y calizas. Este relieve se caracteriza por ser el más abrupto en conjunto y estar formado por lomas escarpadas, que alcanzan las cotas más altas de la Hoja llegando a valores de 511 m para los materiales mesozoicos al este de Puente Genil y valores de 540 m en los materiales terciarios en la esquina suroriental de la Hoja.

Un segundo tipo de relieve, está representado por áreas de meseta, más o menos regulares, que generalmente coinciden con un sustrato formado por las calcarenitas de edad Messiniense, constituyendo superficies estructurales, y las arenas y conglomerados superiores. Ocasionalmente se edifica sobre antiguos glaciares o bien sobre costras calcáreas que se desarrollan a su vez sobre el sustrato también calcarenítico.

Un tercer tipo de relieve, lo constituye un conjunto de formas suaves, formado por lomas individualizadas, generalmente, y pequeñas alineaciones simétricas o no que constituyen cuestas y cuerdas de diferentes magnitudes.

Coincide con las áreas cuyo sustrato está formado por materiales fundamentalmente margosos de edad Terciaria.

Hay que hacer notar por otro lado, la existencia de áreas residuales que denotan un relieve preexistente al actual. Estas áreas están representadas en la Hoja de Montilla, situada al norte, y con restos en la Hoja de Baena, situada al noreste. En la Hoja de Puente Genil, está claramente representada en un pequeño sector al sur entre el río Genil y el río Yeguas ocupado por el arroyo de Pintamonas, situada a una cota aproximada de 300 m. Sobre este paleorelieve se ha instalado la actual morfología de la zona. Es posible asociar el segundo tipo de relieve a que nos referimos al principio de este capítulo, con estas antiguas superficies, si bien, el avanzado estado de degradación que estas últimas presentan, marca la imprecisión lógica de correlación. No se observan depósitos asociados a estas superficies, si bien, sí han sido detectados en la Hoja de Baena. Por otro lado es de notar el desarrollo de procesos kársticos asociados a estas superficies cuando se instalan sobre calcarenitas. La edad de este paleorelieve es difícil de establecer, por falta de dataciones, pero dada su disposición topográfica, puede asegurarse que se trata de un relieve anterior al encajamiento y desarrollo de la red actual.

La red hidrográfica, de igual manera que el tipo de relieve, está condicionada por un lado, por la naturaleza del sustrato sobre el que se asienta y por otro por factores tectónicos, fundamentalmente fracturas.

El primer condicionamiento marca la densidad de cauces y tipo de encajamiento de la red. El primer y último tipo de relieve ya mencionados, presentan mayor difusión de cauces, mientras que en el segundo, la red es escasa y origina barrancos amplios y poco desarrollados.

El factor tectónico no está explícitamente marcado en cuanto a la influencia del trazado de la red. No obstante, se aprecia una tendencia en la región más oriental de la Hoja hacia una orientación de los arroyos con cierto paralelismo, siguiendo una dirección N45°E, mientras que en la región occidental predomina la dirección EW. Por otra parte es de notar la influencia en el trazado del río Genil de una fractura de dirección aproximada N135°E que controla la dirección general del cauce actual.

3.2. SISTEMAS MORFOGENETICOS

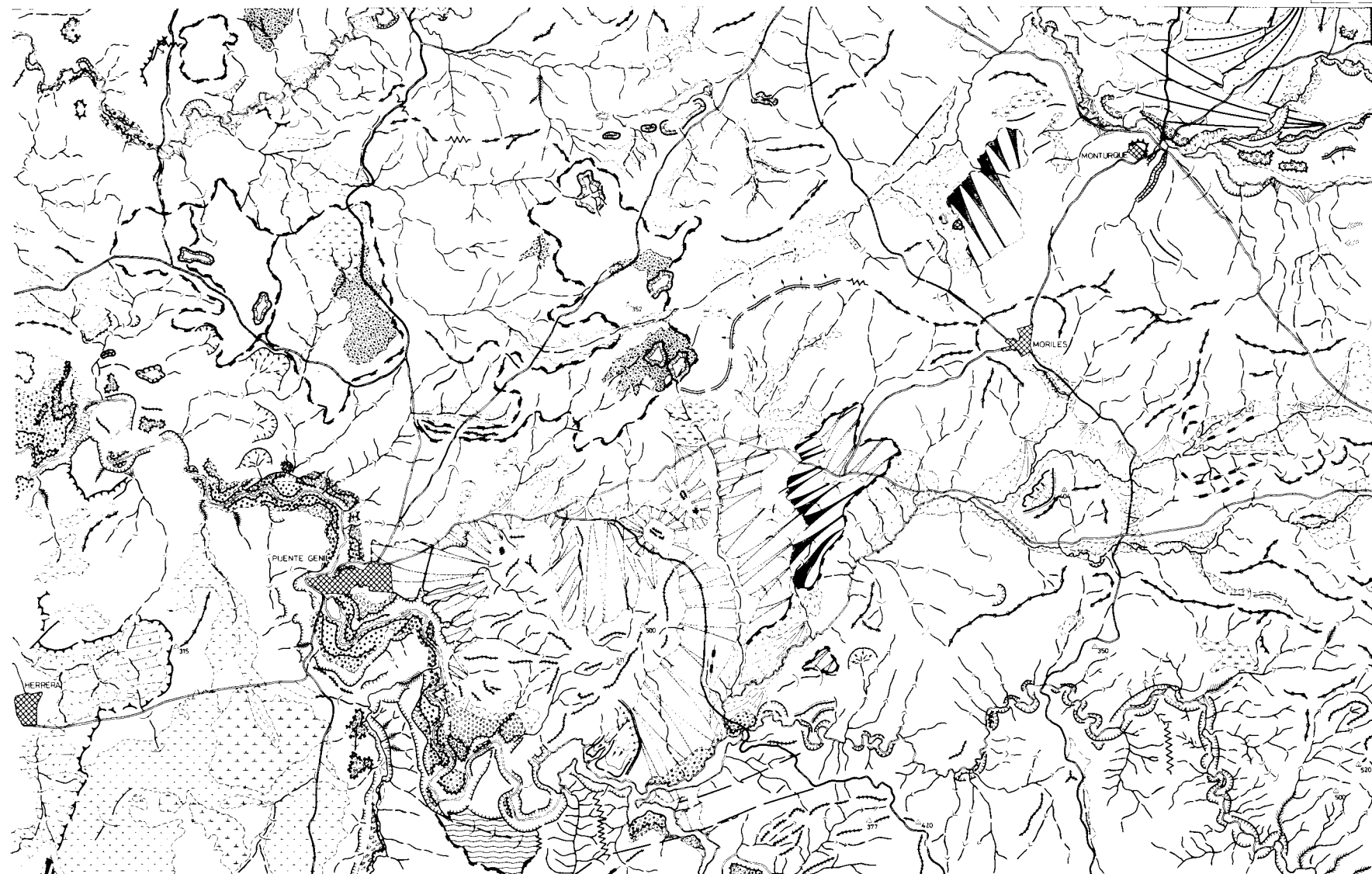
Se han distinguido en la Hoja, cuatro sistemas morfogénéticos, entendiendo como tales al conjunto de acciones que configuran un proceso determinado, y dentro de ellos las diferentes unidades morfogénéticas como áreas con entidad cartográfica, en las que el proceso y la forma están relacionadas genéticamente.

Hay que resaltar con especial relevancia los sistemas fluvial y de vertientes, con respecto a los sistemas kárstico y de procesos edafológicos, que tienen una menor influencia en la morfología actual del área comprendida dentro de la Hoja.

MAPA GEOMORFOLOGICO

PUENTE GENIL

988
1640



LEYENDA

TOPOGRAFIA E HIDROGRAFIA

- | | | |
|------------------|---------------------|-----------------|
| Vertice, cota | Laguna o embalse | Nucleos urbanos |
| Curso permanente | Curso no permanente | |

FORMAS ESTRUCTURALES

Superficies estructurales y pseudoestructurales

- | | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| No degradadas | Degradadas |
| Escarpe estructural | Fractura con incidencia morfológica |
| Capa con resalte morfológico | |

MODELADO FLUVIAL

- | | |
|---------------------------------|---|
| Escarpe erosivo | Borde de terrazas |
| Terrazas | |
| Rio Genil I | Rio Anzur |
| Rio Genil II | Rio Yeguas I |
| Rio Genil III | Rio Yeguas II |
| Rio Genil IV | Rio Caba I |
| Rio Genil V | Rio Caba II |
| Abanicos aluviales encajados | Glacis antiguos (locales) no diferenciados |
| Abanicos aluviales superpuestos | Glacis recientes (locales) no diferenciados |
| Canos de deyección | |

MODELADO DE VERTIENTES

- | | |
|------------|----------------|
| Coluviones | Deslizamientos |
|------------|----------------|

PROCESOS EDAFICOS

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| Suelos con carácter vértico | Castros antiguos/modernos |
|-----------------------------|---------------------------|

MODELADO KARSTICO

- | |
|---------|
| Dolinas |
|---------|

MORFOGRAFIA

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Lomas redondeadas, escarpadas | Lomas simétricas y asimétricas |
| Valles en fondo plano, en cono, en V | |

DINAMICA ACTUAL

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Carcavas | Lechos de inundación |
| Desprendimientos o deslizamientos | Cursos con incisión nec. |
| Cabezeras con avance erosivo | Capturas |
| Socavamientos y formación de barras | |

AREAS DE RELIEVES RESIDUALES

- | | |
|------------------------------|--------|
| Áreas de relieves residuales | Valles |
|------------------------------|--------|

ESCALA GRAFICA

1:500 m 0 1 2 3 4 5 km

Autor INGENISA Ruiz López J.L.

3.2.1. Sistema fluvial

Dentro de este sistema hay que prestar especial atención a la existencia de terrazas, abanicos aluviales y glacis, pasando a un segundo plano el sistema de conos de deyección.

3.2.1.1. Terrazas

El sistema de terrazas asociado a los cauces actuales está notablemente desarrollado; si bien su extensión cartográfica no es muy considerable, sí lo es el nº de unidades distinguibles fundamentalmente para el río Genil.

En el río Genil se han podido diferenciar sólo cinco terrazas escalonadas dispuestas topográficamente con respecto al nivel de base del río a las siguientes alturas, 5-8 m, 12-15 m, 20-25 m, 35-40 m, 65-70 m. Este número de unidades de terraza parece ser pequeño comparativamente a otros ríos de similar rango. No obstante en la Hoja de Benamejí, situada al sur, se han detectado terrazas hasta una cota de 140 m, con respecto al nivel de base actual.

Hay que hacer notar en el extremo occidental de la Hoja, a la salida ya de este río, la existencia de terrazas antiguas, separadas considerablemente del lecho actual, lo que indica un trazado distinto y ya abandonado de éste.

Para los ríos Cabra y Yegua, existe igualmente un sistema de terrazas escalonadas constituidas por dos unidades en cada uno de ellos que deben ser asociadas a las dos terrazas más modernas del río Genil.

3.2.1.2. Abanicos Aluviales

Están representados en la esquina nororiental de la Hoja y pasan a las Hojas contiguas de Montilla y Baena.

Ocupan las estribaciones occidentales de la Sierra de los Leones.

Pueden distinguirse tres abanicos aluviales superpuestos, ocupando los lugares topográficamente más altos los más modernos. Se diferencian entre sí, tanto por el estado de degradación de sus formas primitivas (más desgastados a medida que son más antiguos), así como por su litología y por la existencia o no de encostramientos en los más antiguos.

3.2.1.3. Glacis

Dentro de la Hoja de Puente Genil los glacis existentes pueden clasificarse como glacis de cobertera, cuyos depósitos alcanzan espesores próximos a los dos metros.

Pueden distinguirse tres sistemas de glacis, dos de ellos superpuestos, representados al oeste del Cerro del Entredicho. El superior puede corresponder

a restos del paleorrelieve a que nos referimos al principio de este capítulo. El que constituye el nivel más bajo sería coetáneo al ampliamente desarrollado en los bordes de la Sierra del Castillo, en el centro-sur de la Hoja. Al norte de Moriles se observa la existencia de un glacis asociable al último sistema que nos referimos.

Un tercer sistema de glacis lo constituye un gran número de pequeños glacis, que regulan las vertientes de las pequeñas lomas, formados por los materiales procedentes de las partes más altas de las laderas, removidos por fenómenos de solifluxión, asistido por arroyada difusa. Este fenómeno puede considerarse como un proceso mixto entre sistema fluvial y sistema de vertientes.

3.2.1.4. *Aluviales-Coluviales*

Se han considerado como tales los materiales que ocupan los actuales valles y vaguadas y cuyo transporte fluvial ha sido escaso o nulo; pueden observarse al sur de la loma de la Atalaya, en el lugar de Nuestra Señora del Valle y entre el Cerro del Gato y Cerro del Alférez, todos ellos en la región norte central de la Hoja.

3.2.2. Sistema de Vertientes

Dentro del sistema de vertientes se han distinguido dos unidades morfogenéticas diferentes, por un lado, los coluviones y por otro los deslizamientos de ladera, aunque en ocasiones puedan asociarse y constituir unidades mixtas.

3.2.2.1. *Coluviones*

Están constituidos por los materiales que ocupan las áreas más bajas de los diferentes relieves, cuyo sustrato está elaborado esencialmente por materiales margosos. Su génesis viene condicionada por procesos de solifluxión y tienden a regular las vertientes, dando una morfología cóncava con una horizontalización próxima a los cauces de los arroyos y constituyen en ocasiones pequeños glacis. Están representados en toda la Hoja en general.

3.2.2.2. *Deslizamientos*

Los fenómenos de deslizamiento dentro de la Hoja de Puente Genil, pueden clasificarse en dos grandes grupos; por un lado las coladas de barro y por otro los desprendimientos en bloque.

Las coladas de barro están ligadas a todos los materiales margosos y arcillosos y su génesis es debida a fenómenos de solifluxión. Están representadas al este del Cerro del Puntal y sur de la Sierra del Castillo. Tanto sus lobulos como sus cicatrices presentan un avanzado estado de degradación, por lo que su observación se hace en ocasiones dificultosa.

Los deslizamientos de grandes bloques o grandes masas pueden observarse: los primeros al sur de Herrera y en el borde sur de la Sierra del Castillo, y los segundos en los márgenes del río Anzur, allí donde el río excava gargantas en terrenos margosos y arcillosos, pertenecientes al Trias con facies Keuper.

3.2.3. Sistema kárstico

El desarrollo de procesos kársticos tiene lugar en los depósitos de materiales susceptibles de disolución, como son los yesos pertenecientes al Trias, facies Keuper, y las calcarenitas del Mioceno Superior.

En los materiales yesíferos hay que destacar los buenos ejemplos que constituyen las lagunas saladas al norte del Cortijo de Tiscar, al norte de la carretera de Puente Genil a Ecija; así como, la posibilidad de relación genética con la laguna de Zoñar, ligada a procesos de adaptación a fenómenos de esta índole, producidos en el sustrato igualmente Triásico.

En los materiales calcareníticos estos procesos se manifiestan de dos formas claramente diferenciables. La primera, dando lugar a auténticas dolinas, como es el caso de las situadas en las proximidades de Cerro del Gato, entre los Cortijos de Fuente Alcaide y Cortijo del Menor, en los Llanos de los Panaderos.

Una segunda forma de presentarse muy extendida es en las áreas con sustrato calcarenítico coincidente con superficies pseudo-estructurales; consiste en el desarrollo de microdepresiones (poches) que alcanzan profundidades inferiores a 3 m.

Estas manifestaciones kársticas están rellenas por arenas rojas con más o menos cantidades de arcilla, como producto de alteración del sustrato.

3.2.4. Procesos Edáficos

Dentro de los procesos edáficos podemos distinguir, en cuanto a reflejo morfológico, la existencia de costras calcáreas y los suelos de carácter vértico.

Las primeras están ampliamente representadas en la esquina sur-occidental de la Hoja. Donde se observan morfológicamente cuatro niveles distintos que forman replanos a diferentes cotas. Son difíciles de separar cartográficamente ya que los escarpes presentan una fuerte degradación. Presentan una evolución desde los niveles más bajos en los que se observan costras hojosas o láminas a techo hasta las "dalles" de los niveles superiores.

Cartográficamente se han distinguido dos niveles, de los que el nivel más bajo integraría los tres más modernos.

Los suelos de carácter vértico se presentan siempre relacionados con zonas deprimidas de escaso o mal drenaje y con un sustrato margoso. Se caracterizan por su color gris oscuro a negro, con estructura columnar y presentan frecuentemente grietas de desecación, por tratarse de suelos ricos en arcillas hinchables. Es frecuente la existencia de "Sliken Sides".

Están esparcidos por toda la Hoja y son especialmente representativos los situados en el Cortijo Valdecañas en la Carretera de Montalbán a Puente Genil.

3.3. DINAMICA ACTUAL

En el momento actual, la dinámica que se desarrolla es fundamentalmente de carácter erosivo y se manifiesta tanto en la red de drenaje, como en la evolución de las vertientes.

En el caso del drenaje se observa que existe una gran profusión de cauces en la red secundaria, fundamentalmente cuando se encajan sobre un sustrato de carácter margoso.

Examinando los diferentes tramos de los cauces, se observa cómo en el tramo de cabecera puede producirse un doble efecto. En primer lugar, al alcanzar ésta los materiales calcareníticos, la existencia de "circos" muy representados en todo el borde de los afloramientos de estos materiales.

Un segundo efecto está marcado por la existencia de capturas entre cabeceras de vertientes opuestas, cuando éstas se desarrollan en materiales margosos.

Del mismo modo cuando la pendiente es pronunciada y estos cauces se desarrollan sobre materiales impermeables, se observa la creación de cárcavas y bad - lands, extensamente representados en la Hoja.

En los tramos del cauce en que la topografía es más suave, se aprecia una fuerte incisión lineal prácticamente con ausencia de depósito, a la vez que se producen socavamientos laterales del sustrato en los cuaces de mayor entidad, que atestiguan una vez más la dinámica erosiva que predomina en la actualidad.

De igual modo, esta dinámica queda reflejada en el modelo actual de vertientes. En ellas se desarrollan dos procesos muy marcados que traen como consecuencia la fisonomía que presentan.

Por un lado, en los relieves formados por materiales margosos, los fenómenos de solifluxión producen un sistema de pequeños glaciares simétricos, a un lado y otro de los arroyos, horizontalizando los fondos; lo que incide sobremanera en la sección de los cauces, que, si son de poca magnitud, pueden presentarse en forma de artesa de sección prácticamente cuadrada, con dimensiones próximas al metro.

Por otro lado, estos efectos de solifluxión originan en este mismo tipo de materiales fenómenos de deslizamiento en forma de coladas de barro muy superficiales, con lóbulos y cicatrices de escasa representación que fácilmente son degradados.

Cuando la incisión de los cauces origina abarrancamientos profundos, se dan también fenómenos de desprendimientos en grandes masas, que tienen como génesis la inestabilidad de dichos taludes. Este fenómeno tiene especial importancia en el extremo occidental de la Hoja, donde el sustrato está formado por materiales triásicos.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Como ya se ha comentado en el capítulo de tectónica, la mayor parte de la Hoja aparece recubierta de sedimentos autóctonos que pertenecen al Mioceno Superior, Plioceno y Cuaternario. De los materiales comprendidos entre el Triás y el Mioceno Basal, los afloramientos son escasos y presentan dificultades de observación, no existiendo series completas y continuas, con el agravante de proceder de otros dominios, que debían estar situados cuando se depositaran dichos materiales más hacia el S y SE.

Hasta llegar a los materiales autóctonos, se hablará de forma general de la Historia Geológica regional, basándonos en los datos de otros autores ya citados.

En el Triásico, como en todo el Subbético, la sedimentación continental predomina, con formaciones detríticas fluviales y de un lagoon evaporítico, clima árido, seco y caluroso, con episodios marinos de sedimentación carbonatada (Muschelkalk) poco profunda, e intrusión de materiales volcánicos básicos (ofitas), que aseguran la existencia de fracturas fruto de una tectónica distensiva.

La transgresión Liásica condiciona la implantación de un régimen marino generalizado en toda la Zona Subbética. La presencia de materiales jurásicos en la Hoja de Puente Genil, permite asignarla al Subbético Externo.

Los materiales del Dogger se formaron en una plataforma carbonatada marina somera, donde se desarrollaron colonias de corales y facies oncolíticas (MOLINA, RUIZ-ORTIZ y VERA, 1984, 1985; RUIZ-ORTIZ, MOLINA y VERA, 1985) con una tendencia general a la somerización ("Shallowing-upward"), como lo atestigua la presencia de facies claramente intermareales al final de la secuencia del Jurásico Medio. En el Bathoniense superior tendría lugar la fracturación de esta plataforma, originando bloques basculados cuyas partes más elevadas pudieron quedar emergidas. En ellos se produce karstificación y se forman cavidades en las calizas oolíticas. Posteriormente, tras una subida relativa del nivel del mar, se reanuda la sedimentación de carácter pelágico, quedando fosilizada la superficie por las calizas nodulosas de facies "ammonítico rosso". La sedimentación de estas calizas del Malm, tuvo lugar en un umbral poco subsidente dentro de la cuenca sedimentaria. Por último, en el Berriasiense, hay una profundización y homogeneización de la cuenca, iniciándose el depósito de calizas margosas y margas pelágicas, estas condiciones marinas se acentúan durante el Cretácico Inferior.

Algunos autores sitúan una etapa orogénica relativamente importante al final del Cretácico Inferior, tanto en la Cordillera Bética como en el Norte de

África; no se puede asegurar que la existencia de tal etapa este reflejada en la Hoja de Puente Genil, donde sólo hay un afloramiento de Cretácico Superior. En general en este periodo y hasta el Eoceno Inferior la sedimentación es pelágica bastante homogénea, y desde el Eoceno Medio al Aquitaniense se producen alternancias de sedimentación pelágica, con episodios de corrientes de turbidez, especialmente en el Eoceno Medio, pasando progresivamente a un medio de sedimentación en plataforma externa más o menos profunda.

La fase tangencial más importante, que se presenta en los materiales de la Hoja de Puente Genil, se produjo al final del Aquitaniense o en el Burdigaliense inferior, aunque, además existen otras fases de deformación importantes anteriores (en el Eoceno Medio y al final del Oligoceno); esta fase tangencial desplaza los materiales existentes, hacia el N y NO, produciéndose el despegue del Triás (1er. nivel de despegue). Este abandona la series paleozoicas infrayacentes, y junto con su cobertera se acerca a las posiciones que actualmente ocupa. Al mismo tiempo dentro de la cobertera, y aprovechando el 2º y 3er. niveles de despegue (Albiense-Cenomaniense y Luteciense respectivamente), se producen otros despegues, favorecidos también por la morfología que acentúa los deslizamientos gravitatorios.

Algunos autores creen que con posterioridad o durante el Burdigaliense inferior, se produjo un estrechamiento compresivo NNO-SSE del Subbético que produjo retrocabalgamientos, o nuevos cabalgamientos en la misma dirección que los anteriores.

El resultado es una gran mancha triásica, cubierta por retazos de su cobertera despegada, las edades de estos trozos de cobertera se encuadran entre las de los diferentes niveles de despegue. A esto se añade la posible extrusión del Triás, fundamentalmente hacia el norte, motivada problememente por el apilamiento de las Zonas Internas de la Cordillera.

A continuación tiene lugar el emplazamiento de los materiales de la Zona Circumbética, en posiciones mucho más al norte de su entorno habitual, aunque es posible que hasta su posición actual llegaran en sucesivas etapas posteriores.

A partir del Burdigaliense superior, en un ambiente de sedimentación marina, tranquilo y poco profundo se siguen depositando las "moronitas" y/o "albarizas", ricas en sílice y episódicamente en radiolarios y diatomeas. En el Mioceno Medio se produjo una elevación de la Zona Subbética (quizás por diapirismo debido al Triás) que produce retrocabalgamiento (puede ser la misma fase que otros autores sitúan en el Burdigaliense inferior) hacia el S y SE, que pueden hacer que el Subbético cabalque a las moronitas que se estaban depositando sobre él. A continuación prosiguen las mismas condiciones de sedimentación anteriores, depositándose "albarizas" y/o "moronitas" hasta el Mioceno Superior, unas veces directamente sobre el Subbético y otras sobre los anteriores depósitos de su mismo tipo, pero más antiguos.

Durante el Tortonense superior se desarrolla una gran transgresión marina, que da lugar a la cuenca del Guadalquivir en sentido estricto, que llega a cubrir parte de la Zona Subbética, la subsidencia diferencial es la causante del avance por deslizamiento gravitatorio de masas-olistotrómicas que caen en la cuenca, mientras se sigue produciendo sedimentación en la misma. Datos de los sondeos

petrolíferos realizados en Carmona y Ecija, indican que los olistostromas se sitúan, ya sobre los sedimentos de la transgresión, ya sobre margas azules, y en otros puntos los sondeos cortan margas azules encima y debajo, por lo que debieron existir varias pulsaciones, no produciéndose todas las entradas a la cuenca de forma simultánea.

Hacia el Mioceno terminal la Cuenca del Guadalquivir comienza a levantarse, producto de una tectónica diferencial. De este modo, cuando la posición paleogeográfica de los sedimentos ocupa posiciones más meridionales, caso de los depósitos de la Hoja, las emersiones de zócalo (en este caso constituido por materiales ante-Tortonense), controlan en gran medida la sedimentación.

Estos fenómenos aludidos, son los causantes de la variabilidad de facies en el Messiniense terminal, de manera que las emersiones parciales de sustrato ocasionan subambientes. Estos dispositivos cuencales originan, caso de la Hoja, facies de carácter deltáico y facies de plataforma en las que el rango de batimétrico es variable.

Hacia el Plioceno gran parte del área queda emergida o bajo una débil lámina de agua. En cualquier caso no se sabe con seguridad para la Hoja de Puente Genil, si el ambiente de depósito reinante, sería claramente continental (facies lacustres) o por el contrario tenía conexión con las aguas del mar (lagoon), ya en su fase totalmente regresiva hasta las posiciones, que actualmente ocupan, en el Golfo de Cádiz.

Empieza a continuación a instalarse la red fluvial, produciéndose distintos cambios del nivel de base, lo cual se traduce en un complejo sistema de terrazas.

Durante la parte baja del Cuaternario (Pleistoceno Inferior) se produce una etapa morfogenética que se traduce en varios niveles de superficies erosivas marcadas por los niveles de costras carbonatadas, coincidentes en algunos casos con las superficies estructurales; la degradación de este paisaje, por sucesivas etapas erosivas (abanicos aluviales y glaciares) y por efecto de la neotectónica continúa hasta la actualidad.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. MINERIA

En el trabajo de campo efectuado para la realización de la cartografía y la memoria de la Hoja de Puente Genil, no se ha encontrado ninguna explotación minera en activo en esta zona.

En la Hoja nº 76 del Mapa metalogenético de España a escala 1:200.000 se menciona en esta Hoja un pequeño indicio improductivo (Nº 212 de la citada Hoja) de óxidos de hierro, en la zona de la cola del pantano de Cordobilla, término municipal de Puente Genil. Dicho indicio lo describe el mapa metalogenético como de: morfología estratiforme, proceso genético sedimentario; quimismo de

la mena; óxidos e hidróxidos, y sin que se conozcan más datos de su importancia económica ni de su edad. También en la zona del Cortijo de los Naranjales (cerca del río Anzur, término municipal de Lucena), existe un indicio de mineral de hierro, antiguamente explotado de forma artesanal, ligado al afloramiento de rocas volcánicas básicas (ofitas) existentes en dicha zona. Regionalmente, a las mineralizaciones del hierro del Triás Subbético, se les ha asignado un origen volcano-sedimentario, en relación con las ofitas, GARCIA ROSELL et al. (1979). Un argumento adicional, sobre el carácter ferrogenético de las ofitas es, para algunos autores, la presencia de magnetita dentro de estas rocas subvolcánicas básicas.

Existe también, actualmente en explotación, una salina en el río Cabra (carretera de Puente Genil a Montalbán), aguas abajo de la confluencia con el arroyo de las Salinas, por el que tiene la salida natural la laguna de Zoñar; las sales que extrae de las aguas provienen sin duda de los materiales triásicos que atraviesan dichos cauces; así mismo existen pequeñas canteras abandonadas que explotaban los yesos de la misma edad.

5.2. CANTERAS

Existen bastantes canteras en el ámbito geológico de la Hoja, algunas abandonadas, otras en activo y algunas, por último, de funcionamiento estacional, principalmente explotan dos tipos de rocas industriales: las facies carbonatadas para áridos de construcción principalmente, y los materiales arcillosos y margosos para cerámica industrial, refractarios, etc.

Del primer tipo existen canteras actualmente en explotación en las calizas oolíticas y nodulosas jurásicas, existiendo también canteras abandonadas en las calizas y dolomías del Muschelkalk y en las calizas bioclásticas del Aquitano-Burdigaliense.

Del segundo tipo existen varias canteras de considerable tamaño en el mismo Puente Genil, al sur del cauce del Río Genil, y otra en Herrera, explotando principalmente las margas blancas de edad Serravaliense y Tortoniense.

Por otra parte existen también varias graveras en las terrazas del Río Genil, utilizándose sus materiales para áridos de construcción.

Es de destacar la importancia potencial de las grandes masas de margas blancas "albarizas" y de margas azules para la posible explotación de arcillas especiales, Kieselgur, etc.

5.3. HIDROGEOLOGIA

Los materiales que conforman el subsuelo de la Hoja de Puente Genil, se comportan de muy distinta manera, desde el punto de vista hidrogeológico, según sea su naturaleza. En líneas generales este comportamiento sería:

A) Dentro del Subbético:

El Triásico de arcillas, margas y yesos tiene escasa permeabilidad y baja transmisividad y además puede contaminar de sulfatos y sales las aguas que por él discurren. Las intercalaciones de calizas y dolomías podrían constituir acuíferos, pero en cualquier caso tienen escasa entidad y podrían ser contaminados por los otros materiales que las engloban.

Dentro de las coberteras, los tramos, margosos tienen escasa permeabilidad y no darían lugar a acuíferos importantes; los tramos calcáreos en cambio sí podrían constituir acuíferos, que no han sido estudiados ni explotados hasta ahora, especialmente los jurásicos de Sierra Gorda; aunque su extensión y potencia no son grandes, sus posibilidades de explotación parecen interesantes.

B) Las grandes masas de margas miocenas, tanto "albarizas" como margas azules, son prácticamente impermeables, constituyendo un acuitardo de pocas posibilidades. La única excepción, con alguna posibilidad de tipo local, son las intercalaciones arenosas que presenta el tramo superior (Tortonense) de la serie de margas blancas, que incluso en profundidad podrían funcionar como acuíferos confinados, siempre de pequeña importancia; lo mismo que las intercalaciones de calizas bioclásticas.

C) Las areniscas calcáreas, y calcarenitas del Mioceno Superior, pueden constituir buenos acuíferos, aunque su potencia no es grande, las calcarenitas más las series arenosas, raramente sobrepasarían los 50 metros; sí es considerable su extensión de afloramiento y, al estar suprayacentes sobre las series margosas, éstas las sirven de base impermeable, y pueden funcionar como acuíferos libres. Junto con los materiales cuaternarios, son los que reúnen las mayores posibilidades, y es hacia las que convendría dirigir la prospección.

D) La mayor parte de los materiales cuaternarios pueden constituir acuíferos superficiales, de escaso espesor pero altas porosidad y permeabilidad. Los más interesantes serían las terrazas del Genil y del Cabra, y los aluviales y coluviones con ellos conectados, del resto de los arroyos de la zona. En cualquier caso son acuíferos superficiales de poca extensión cuya explotación se vería muy afectada por las épocas de estiaje tan largas en esta región.

6. BIBLIOGRAFIA

- BAENA, J. (1983).- "Memoria y Hoja geológica 1:50.000 de Paterna de Ribera (Cádiz) nº1062". 2a. Serie Plan Magna. IGME. Madrid.
- BAENA, J. Y PEREZ, L. (1982).- "Síntesis para un ensayo paleogeográfico entre la Meseta y la Zona Bética (s.str.)". Col. Informes. IGME.
- BENKHELIL, J. (1976).- "Etude néotectonique de la terminaison occidentale des Cordillères Bétiques (Espagne)". Thèse de 3^{ème} cycle. Univ. Nice, 180 pp.
- BLUMENTHAL, M.M. (1927).- "Versuch einer tektonischen Gliederung der betischen Cordilleren von Central - und Sudwest - Andalusien".- *Eclog. Geol. Helv.*, XX, 4 pp. 487 - 532.
- BLUMENTHAL, M.M. (1930).- "Beitrage zur Geologie der Betischen Cordilleren beiderseits des Rio Guadalhorce". *Eclogae Geol. Helvaticae*, XXIII, p. 41 -293.
- BLUMENTHAL, M.M. (1931).- "Géologie des chaines penibétiques et subbétiques entre Antequera et Loja et des zones limitrophes (Andalousie)". *Bull. Soc. Géol. France*, (5), I, p. 23 - 94.
- BLUMENTHAL, M.M. (1949).- "Estudio geológico de las cadenas costeras al Oeste de Málaga entre el río Guadalhorce y el río Verde".- *Bol. Inst. Geol. Min.*, LXII, pp. 11 - 203.
- BOURGOIS, J. (1975).- "Présence de brèches d' origine sédimentaire à éléments de Cretacé au sein du Trias germano - andalou. Hypothèse sur la signification de cette formation (Andalousie, Espagne)". *Bull. Soc. Géol. France*, (7), XVII, p. 1095 - 1100.
- BOURGOIS, J. (1978).- "La transversale de Ronda (Cordilleres Bétiques, Espagne). Données géologiques pour un modèle d' évolution de l' arc de Gibraltar". *Annales Scientifiques de l' Univ. de Besançon*, Géologie, 3^o série, fasc. 30, 455 pp.
- BOURGOIS, J.; CHAUVE, P. Y PEYRE, Y. (1972).- "Essai de chronologie des événements tectono - sédimentaires dans l' Ouest des Cordillères Bétiques". *C.R. somm. S.G.F.*, 8, pp. 428 - 431.
- BOUSQUET, J.Cl. (1977).- "Contribution à l' étude de la tectonique récente en Méditerranée: les données de la néotectonique dans l' arc de Gibraltar et dans l' arc Tyrrhénien". *Int. Symp. Strct. Hist. Mediterranean Basins*. Split (Yugoslavia). 1976.
- CALDERON Y ARANA, S. (1890).- "Edad geológica de los terrenos de Morón de la Frontera". *Bol. IGME*. XVII, pp. 235 -239.
- CALDERON Y ARANA, S. (1893a).- "Movimientos pliocénicos y postpliocénicos en el Valle del Guadalquivir". *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXII? pp. 5 - 18.
- CALDERON Y ARANA, S. (1893b).- "Estructura del terreno terciario del Guadalquivir en la provincia de Sevilla".- *Bol. Com. Mapa Geol. España*, XX, pp. 313.
- CALDERON Y ARANA, S. (1895).- "Algunas observaciones sobre las arcillas del Valle del Guadalquivir".- *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, XV, pp. 477 - 493.

- CALDERON Y ARANA, S. (1896).- "La diatomita y los yacimientos diatomáceos de Morón". *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, XV, pp. 477 - 493.
- CALVO SORANDO, J.P. (1981).- "Los yacimientos de diatomitas en España". *Bol. IGME*. 92, 274 - 284.
- COLOM, G. Y GAMUNDI, J. (1951).- "Sobre la extensión e importancia de las "moronitas" a lo largo de las formaciones aquitanoburdigalienses del Estrecho Nord - Bético".- *Est. Geol.*, VII, 14, pp. 331 - 335.
- COLOM, G. (1952).- "Aquitianian - Burdigalian deposits of the North Betic strait, Spain". *Journ. Pal.* XXVI, p. 867 - 885.
- CRUZ - SAN JULIAN, J. (1974).- "Estudio geológico del sector Cañete La Real -Teba - Osuna (Cordillera bética, región occidental)". Tes. Doctoral Univ. de Granada, nº 71, Secret. de Pub. Univ. Granada. 431 pags.
- CRUZ - SAN JULIAN, J.; DIVAR RODRIGUEZ, J. (1981).- "Memoria y Hoja geológica 1:50.000 de Osuna (Sevilla) nº 1005". 2a. Serie. *Plan MAGNA*. IGME. Madrid.
- CHAUVE, P. (1968).- "Etude géologique du Nord de la province de Cádiz (Espagne méridionale)". *Mem. IGME*. LXIX, 377 pg.
- BAENA, J. CRUZ SAN JULIAN, J. DEL OLMO, J. (1981, in litt).- "Mapa y Memoria explicativa de la Hoja nº 15 - 42 (1022), Campillos" Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000. IGME.
- DIDON, S. (1969).- "Etude Géologique du Campo de Gibraltar (Espagne Meridionale)". *Thèse Fac. Sc. Paris*. 539 pp.
- DIDON, J. (1977).- "Note des phénomènes de glissement et d'écoulement par gravité dans la mise en place du material flysch a la périphérie de l'arc de Gibraltar. Conséquences". *Bull.Soc.Géol.France* (7). t XIX, nº 4, p. 765 - 771.
- DIDON, J.; DURAND - DELGA, M.; KORNPROBST, J. (1973).- "Homologies géologiques entre les deux rives du détroit de Gibraltar". *B.S.G.F.* XV nº 2.
- DUPLAND, L. GUIGNARD, J. FORTIN, L. (1965).- "Etudé géologique des permis de la région de Cordoue (La Rambla - montilla - Castro del Río -Lucena)". *SNPA para ENPASA*. 27 pp. IGME. Madrid.
- DUPUY DE LOME, E. (1965).- "El concepto de olistostroma y su aplicación a la geología del Subbético". *Bol. IGME*. LXXXVI, pp. 23 - 74.
- DURR, S.H.; HOEPFNER, R.; HOPPE, P. Y KOCKEL, F. (1960 - 62).- "Géologie des montagnes entre le río Guadalhorce et le Campo de Gibraltar (Espagne méridionale)". Livre Mem.prof.P.Fallot. *Soc.Géol.France*, t.I, pp 209 - 227.
- FALLOT, P. (1984).- "Les Cordillères Bétiques". *Est.Geol.*, IV pp. 82 - 172.
- FELGUEROSO, C. Y COMA, J.E. (1964).- "Estudio geológico de la zona sur de la provincia de Córdoba". *Bol.Inst.Geol. y Minero* t. LXXV: 111 - 209.
- FELGUEROSO, C. Y COMA, J.E. (1967).- "Estudio hidrogeológico de la parte más meridional de la provincia de Córdoba. Area situada en las Hojas de Lucena, Puente Genil, Baena y Montilla. *Bol.Inst.Geol. y Minero*, t. LXXVII: 49 - 91.
- FOUCAULT, A. (1966).- "Le diapirisme des terrains triassiques au Secondaire et au tertiaire dans le Subbétique du NE de la province de Grenade (Espagne méridionale)". *Bull.Soc.Géol.France* (7), VIII, pp. 527 - 536.

- GARCIA - DUEÑAS, V. (1967).- "Unidades paleogeográficas en el sector central de la Zona Subbética".- *Notas y Com. IGME*, nº 101 - 102, pp. 73 - 100.
- GARCIA - DUEÑAS, V. (1969).- "Les unités allochtones de la Zone Subbétique dans la transversale de Grenade (Cordillères Bétiques, Espagne)". *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.*, (2), XI, 2, pp. 211 - 222.
- GARCIA ROSELL, L.; TORRES RUIZ, J. Y FENOLL HACH - ALI, P. (1979).- "Mineralizaciones de hierro tipo "ocres rojos" en las cercanías de Baena (Córdoba). I Reunión de mineralogía y metalogenia del hierro". Temas geológico - mineros (Tema 3), pp. 71 - 85 IGME.
- GARRIDO MEGIAS, A. (1973).- "Estudio geológico y relación entre tectónica y sedimentación del Secundario de la vertiente meridional pirenaica en su zona central (prov. de Huesca y Lérida)". Tesis Doctoral. Univ. Granada. *Inédita*.
- GARRIDO MEGIAS, A. (1981).- "Cuencas sedimentarias: Análisis Tectosedimentario. Madrid. Curso de Exploración y Explotación de Hidrocarburos (SIGUE). Panel A/Sedimentación y Generación. conf. A - 2. *Inédito*.
- GARRIDO MEGIAS, A.; LERET, G.; MARTINEZ DEL OLMO, W Y SOLER, R. (1980).- "La sedimentación neógena en las Béticas: Análisis tectosedimentario. IX. Congreso Nacional de Sedimentología. Salamanca". Resúmenes p. 110 - 111.
- GONZALEZ DONOSO, J.M. Y VERA, J.A. (1969).- "Mapa y memoria explicativa de la Hoja 1025 (Loja) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000". *IGME*.
- GONZALEZ DONOSO, J.M.; LINARES, A.; LOPEZ GARRIDO, A.C Y VERA, J.A. (1971).- "Bosquejo estratigráfico del Jurásico de las Cordilleras Béticas". *Cuad. Geol. Iber.* Vol. 2, pp. 55 - 90.
- HOEPPENER, R.; HOPE, P.; DURR, S. Y MOLLAT, H. (1964).- "Ein guerschnitt durch die Betischen Kordilleren dei Ronda (SW Spanien)". *Geol. Mijnb.* t. 43 pp. 282 -298.
- JEREZ, F. (1979).- "Contribución a una nueva síntesis de las Cordilleras Béticas". *Bol. Geol y Min.* t. 90, Fasc. 6.
- JEREZ, F. (1981).- "Propuesta de un nuevo modelo tectónico general para las Cordilleras Béticas". *Bol. Geol. y Min.* t. XCII - I, pp. 1 - 18.
- LEYVA CABELLO, F. (1977).- "Hoja geológica 1:50.000 "El Rubio nº 987". *MAGNA 2a. Serie. IGME*. Madrid.
- LHENAF, R. (1981).- "Recherches Géomorphologiques sur les Cordillères Bétiques Centro - occidentales (Espagne)". Thèse, *Univ. de Lille III*, 2 t, 713 pp.
- MARTIN - SERRANO, A. (1983).- "Hoja geológica 1:50.000 número 1006 (Benamejí) *Magna 2a. Serie. IGME*. Madrid.
- MOLINA, F. (1979).- "El tránsito Oligoceno - Mioceno Inferior por medio de foraminíferos plantónicos en el sector central de las Cordilleras Béticas (España)". *Pub. Dptos. Paleontología Univ. Granada y Zaragoza*, 342 pg. 37 lam.

- MOLINA, J.M.; RUIZ - ORTIZ, P.A. Y VERA, J.A. (1984).- "Colonias de corales y facies oncolíticas en el Dogger de las Sierras de Cabra y Puente Genil (Subbético Externo, provincia de Córdoba). *Estudios Geol.* t. 40: 455 - 461.
- MOLINA, J.M.; RUIZ - ORTIZ, P.A. Y VERA, J.A. (1985).- "Sedimentación marina somera entre sedimentos pelágicos en el Dogger del Subbético Externo (Sierras de Cabra y Puente Genil, provincia de Córdoba). *Trabajos de Geología*, t. 15.
- PERCONIG, E. (1960 - 1962).- "Sur la constitution géologique de l' Andalousie occidentale, en particulier du Bassin du Guadalquivir (Espagne meridionale)". Livre Mém. Prof. P. Fallot, *Soc. Géol. France*, t. 1. pp. 229 - 256.
- PERCONIG, E. (1969).- "Bioestratigrafía del Neógeno mediterráneo basado en los Foraminíferos planctónicos". *Rev. Esp. Micropal.*, 1 p 103 - 111.
- PERCONIG, E. Y GRANADOS, L. (1973).- "El estratotipo andalucense". XII *Col. Europ. de Microp. España. ENADIMSA*, pp. 202 - 225.
- PERCONIG, E. Y GRANADOS, L. (1973).- "Contacto "caliza tosca - margas verdes" en el Km. 17 de la autopista Sevilla - Cadiz". XIII. *Col. Europ. de Microp. España. ENADIMSA*, pp. 225 - 247.
- PERCONIG, E. Y GRANADOS, L. (1973).- "Facies de "albarizas" o "moronitas". XIII. *Col. Europ. de Microp. España. ENADIMSA*, pp. 247 - 253.
- PEYRE, Y. (1962).- "El Subbético con Jurásico margoso o subético meridional como unidad paleogeográfica y tectónica de las Cordilleras Béticas". *Not. y Com. IGME*, 67, pp. 133 - 144.
- PEYRE, Y. (1974).- "Géologie d' Antequera et de la région (Cordillères bétiques, Espagne)". Thèse, Univ. Paris, 528 pp. *Publ. Inst. Agronomique. Paris*.
- PIGNATELLI, R.; CRESPO, A. (1975).- "Memoria y Hoja geológica a escala 1:50.000 de Ecija nº 965". *Plan Magna 2a. Serie. IGME*. Madrid.
- RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (1982).- "El Mioceno del sector central de las Cordilleras Béticas". *Tesis doctorales de la Universidad de Granada*. 224 pp.
- RUIZ ORTIZ, P.A. (1980).- "Análisis de facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias (entre Castril y Jaén)". Tesis Univ. Granada. (*Publ. Seacr. Publ. Granada*).
- RUIZ ORTIZ, P.A.; MOLINA, J.M. Y VERA, J.A. (1985).- Coral - oncoid facies in a shallowing - upward sequence of the Middle - Jurassic (External Subbetic, Southern Spain). 6 *th European Regional Meeting Inter. Assoc. Sediment.* Lleida Abstracts, p. 403 - 406.
- SAAVEDRA, J.L. (1963).- "Datos sobre la micropaleontología de las hojas de Lucena, Baena, Puente Genil y Montilla". *Not. y Com. Inst. Geol. y Minero*, t. 72: 81 - 104.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1973).- "Geología de la transversal Jaén - Frailes (Provincia de Jaén)". Tesis, *Univ. Granada*, 275 pp.
- SERRANO, F. (1979).- "Los Foraminíferos planctónicos del Mioceno superior de la Cuenca de Ronda, y su comparación con las otras áreas de las Cordilleras Béticas". Tesis *Univ. de Málaga*, pp.
- VERA, J.A. (1966).- "Estudio geológico de la zona subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes". *Mem. IGME*. 191 pp.

- VERA, J.A.; MOLINA, J.M. Y RUIZ ORTIZ, P.A. (1984).- "Discontinuidades estratigráficas, diques neptúnicos y brechas sinsedimentarias en la Sierra de Cabra (Mesozoico, Subbético Externo)". Libro homenaje a Luis Sanchez de la Torre. *Publ. de Geología*, t. 20: 141 - 162.
- VIGUIER, C. (1974).- "Le Néogène de l' Andalousie Nord - occidentale (Espagne). Histoire géologique du bassin du Bas - Guadalquivir". *Thèse d' Etat*. Université Bordeaux. 450 pp.
- ZAZO, C. (1980).- "El cuaternario marino - continental y el límite Plio-Pleistoceno en el litoral de Cádiz". *Tesis Doctoral*. Universidad Complutense, Madrid. 2 Tomos.



INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

RIOS ROSAS, 23 - 28003 MADRID