IGME

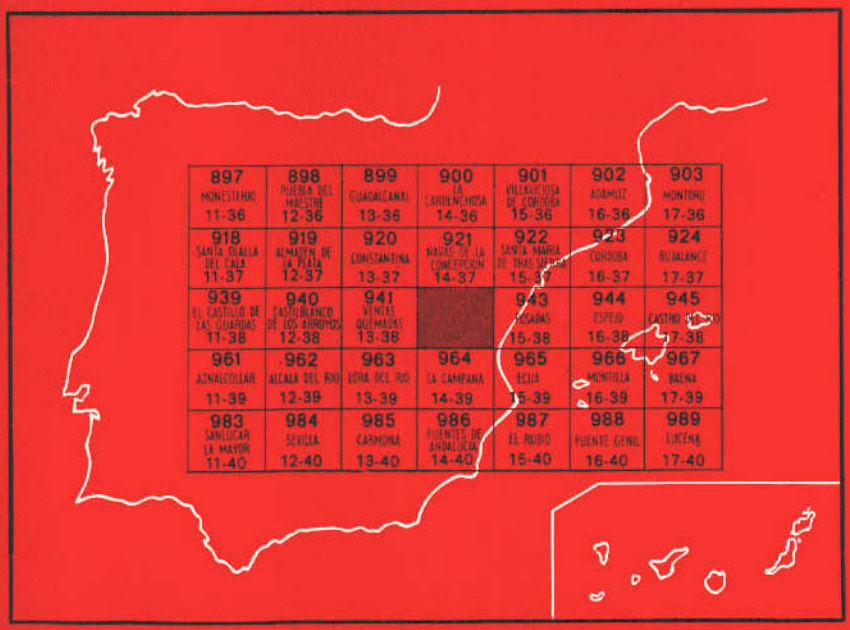
942
14-38

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PALMA DEL RIO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PALMA DEL RIO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por ENADIMSA, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas:

Memoria y Cartografía: Humberto Pérez Domínguez, Geólogo, y Pedro Hernán Reguera, Geólogo.
Micropaleontología: Carlos Martínez Díaz, Doctor Ingeniero de Minas.
Petrología: Aurora Argüelles Alvarez, Ingeniero Geólogo, y Amparo de las Heras, Licenciada en Ciencias Geológicas.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

— muestra y sus correspondientes preparaciones,
— informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
— columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos,
— fichas bbiliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 10.716 - 1975

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

1 ESTRATIGRAFIA

Los materiales cartografiados en la zona en estudio responden a las siguientes edades:

Cámbrico Inferior.
Silúrico.
Devónico.
Trías.
Mioceno.
Cuaternario.

1.1 CAMBRICO INFERIOR (CA_1^{Cg}, CA^s_1, CA_1^p, ξA^1, V^1, CA_1^c, CA_1)

La mayoría de los terrenos paleozoicos existentes en la zona corresponden a esta edad.

Ha sido posible distinguir tres unidades entre los materiales, a los que atribuimos esta edad:

Cámbrico basal.
Cámbrico carbonatado.
Serie pizarroso-detrítica superior.

1.1.1 **Cámbrico basal** (CA_1^{cg} CA_1^{s}, CA_1^{p}, ξA^1, V^1)

De esta serie, en la que no hemos encontrado fauna alguna, sabemos que es inferior al Georgiense Inferior alto, edad correspondiente a la facies carbonatada situada inmediatamente encima y en contacto normal (ver Hoja de Navas de la Concepción), aunque en esta zona los contactos hayan sido mecanizados.

Desde el punto de vista litoestratigráfico se han diferenciado los siguientes tramos:

a) Uno inferior, caracterizado por una cierta abundancia en rocas volcánicas, que se intercalan entre los materiales metamórficos (ver apartado de petrología de rocas ígneas y metamórficas), representado en el mapa por una banda de dirección ONO.-ESE. que desde la esquina noroccidental atraviesa gran parte de aquél, quedando cubierta en la zona oriental por recubrimientos modernos e interrumpida por algunos asomos ígneos intrusivos.

b) Un tramo medio, el más potente, constituido por esquistos de composición variable y con un aumento considerable del gradiente metamórfico hacia el Sur.

c) Hacia el techo de la serie se sitúa un nivel guía detrítico más grosero.

A continuación hacemos una descripción un poco más detallada de estos tres tramos.

a) Es ésta una formación compleja, por la variedad de materiales que concurren en ella. Se trata de rocas metamórficas tipo anfibolitas, microneises y esquistos albíticos, entre los que se intercalan porfiroides y keratófidos cuarzosos, todo ello intruido en varios lugares por rocas graníticas.

Las anfibolitas aparecen como rocas verdes masivas, y son las más abundantes, aunque sólo se han cartografiado dos niveles guía plegados en la esquina occidental. Se trata de anfibolitas formadas por hornblenda verde prismática y plagioclasa xenomorfo granoblástico pobremente maclado. Los componentes subordinados son: magnetita, cuarzo, feldespato potásico, clinozoisita y clorita.

La textura predominante es la nematoblástica de grano grueso, medio y fino, observándose en estos últimos una mayor tendencia del anfíbol a la disposición subparalela, así como la presencia de bandas de segregación con dominio de hornblenda o plagioclasa alternativamente.

Los microneises aparecen próximos a los dos niveles guía de anfibolitas, al E. de aquéllos y casi en el límite de la Hoja, al norte de la apófisis granítica existente en aquella zona. No se han observado en otros lugares de la banda. Su composición es a base de porfiroblastos de albita (oligo-

clasa) pobremente maclada, alterada a sericita, con preferencia en el núcleo y rodeados de una matriz irregularmente esquistosa, de grano medio, compuesta en orden de importancia por: cuarzo, biotita y feldespato potásico.

Como elementos menores hay turmalina (chorlo), apatito y mineral metálico.

El resto de los materiales existentes en esta unidad son esquistos albíticos con biotita similares a los existentes en todo el cámbrico basal y rocas volcánicas (porfiroides y keratófidos), cuya descripción se hará en el apartado de petrología de rocas ígneas.

b) El tramo medio es el de mayor extensión en la zona. Aflora en tres franjas principales, una situada en el límite N. de la Hoja, otra que, partiendo del límite occidental de la zona, al O. de Puebla de los Infantes, queda cubierta por el Mioceno antes de llegar al citado término municipal, y una tercera constituida por los afloramientos situados en una latitud inferior a la de Puebla de los Infantes.

Esta última presenta al Oeste una mayor extensión, a lo largo de la pista que conecta la finca de «La Franca» con la carretera Puebla-Lora del Río; sin embargo, hacia el Este queda cubierta por los terrenos modernos, quedando sólo retazos aislados.

Litológicamente este tramo medio está constituido por un conjunto de rocas más o menos metamórficas, derivadas de sedimentos detríticos, cuyo rasgo común más significativo es su mal calibrado, y entre los que se intercalan paquetes volcánicos poco potentes y esporádicos.

Las franjas central y norte descritas en primer lugar presentan una cierta homogeneidad en cuanto al contenido litológico, ya que casi siempre son esquistos albíticos donde el cuarzo no suele ser abundante. Estos esquistos están compuestos de granos de albita, cuarzo y fragmentos microcristalinos de vulcanitas keratofídicas, frecuentemente vienen englobados en una matriz filítica de microcuarzo y muscovita fina.

Existen varios tipos de estos esquistos en función del tamaño de grano, pero en general suele ser de medio a fino.

La textura esquistosa de la matriz es irregular, a veces sufre interrupciones, debido a la presencia de fragmentos mayores más resistentes a la presión dinámica, adoptando carácter esquistoso de forma lenticular.

Esto es más frecuente en muestras tomadas en la franja situada al N. en el límite de la Hoja, ya que la central presenta rasgos metamórficos más débiles, donde a veces no se puede aplicar la denominación de esquistos y sí la de litoarcosas albíticas, donde sólo existe una esquistosidad de fractura.

Otro tipo de materiales que aparecen con relativa frecuencia son intercalaciones más finas ligeramente verdosas de filitas cuarzo-albíticas, a veces con bandas detríticas finas. Esto aparece con cierta frecuencia a lo

largo de la carretera de Puebla de los Infantes a Constantina, y constituyen tramos verdosos relativamente potentes.

Como hemos dicho en un principio, hacia el Sur se produce un aumento notable en el metamorfismo, llegando a adquirir en algunos puntos un grado medio. Esta es la razón por la que estudiamos aparte los materiales de esta serie, situados en la franja septentrional, incluidos los afloramientos aislados dentro del Mioceno.

Aquí, el tipo de roca más común es el micaesquisto, y por regla general suele ser bandeado, con franjas claras y oscuras alternantes. Son micaesquistos cuarzo-albíticos, donde por un lado se concentran las micas (biotita y muscovita) que constituyen las bandas oscuras, y por otro, cuarzo y albita que forman las claras alternantes con las primeras.

Entre las bandas micáceas se han encontrado ya minerales índice de un cierto metamorfismo, éstos son: epidota, granates y silimanita, que a pesar de las interferencias producidas por el plegamiento parecen indicar un aumento gradual de metamorfismo hacia el S.

Esquistos cuarzo-albíticos silimaníticos sólo se han encontrado en dos lugares, uno de ellos es sobre el arroyo Guadalvacara, unos 500 m. aguas arriba del puente por el que pasa la carretera que va de Puebla de los Infantes a Lora del Río, y el otro es la diminuta mancha cartografiada dentro del Mioceno, próxima a la carretera anteriormente citada y prácticamente pegada al borde occidental del mismo.

Otra característica especial de estos micaesquistos es que con relativa frecuencia presentan muscovita tardía, que debió formarse por neumatolisis de masas ígneas intrusivas próximas.

Junto con estos micaesquistos, y en calidad de minoritarios, aparecen intercaladas anfibolitas, también con bandas características, más oscuras, de anfíboles masivos, y otras más claras formadas por cuarzo, albita y cuarzo subordinado; un buen ejemplo de estas anfibolitas lo tenemos en el tramo de la carretera Córdoba-Sevilla que va desde el cruce de esta carretera con la desviación a Palma del Río hasta el arroyo Retortillo.

c) Finalmente, a techo del Cámbrico que hemos denominado basal se ha diferenciado un tramo arenoso, que en campo resalta por su gran resistencia a la erosión. En el mapa viene representado por una banda de dirección ONO.-ESE., que está en contacto con el Silúrico a lo largo de un tramo considerable. Estas areniscas masivas, que además tienen en su base un lentejón conglomerático, petrográficamente se las puede denominar litoarcosas, y contienen cierta cantidad de fragmentos volcánicos.

El conglomerado es a base de cantos de cuarcita y pizarra en menor proporción, de tamaños muy variables y con una cierta elongación. La matriz es detrítica, de composición similar a las litoarcosas.

El metamorfismo de estos materiales es muy bajo.

1.1.2 **Cámbrico carbonatado (CA_{12})**

Es éste el tramo de referencia utilizado en la serie cámbrica para establecer la cronología relativa de los diferentes tramos.

Aunque no se encontraron fósiles en la zona de estudio, no existe problema respecto a su edad, ya que esta unidad tiene unos rasgos litológicos muy característicos y ha sido datada en función de su fauna de arqueociátidos en las Hojas de Córdoba y Constantina como perteneciente al Georgiense Inferior alto.

Los materiales que comprende son fundamentalmente calizas dolomíticas y dolomías, que se disponen en bandas bastante fracturadas y en contacto mecánico con el resto de los materiales.

Las bandas mediante las cuales se disponen estos materiales son varias y en general conservan las directrices Hercínicas, excepto las dos situadas al SO. de Puebla de los Infantes y que insinúan una estructura sinclinal muy deformada por la intensa tectónica, a favor de la cual aflora el Cámbrico detrítico pizarroso. Estas últimas bandas carbonatadas tienen interés, pues en relación con ellas existen numerosos afloramientos de rocas ígneas de tipo diabasa, de tal forma que la cartografía en algunos casos ha venido condicionada por la predominancia de unas u otras. Tras esto queremos aclarar que no existe una contemporaneidad entre ambos tipos de materiales y sí una coincidencia geográfica y estructural, pues pensamos que debe existir relación entre la intensa tectónica de fracturación que origina esos contactos mecánicos claros y pérdida de directrices predominantes, con la emisión a favor de esas discontinuidades de elementos subvolcánicos de composición y textura diabásica. Esto puede considerarse una aclaración de algo que será descrito con más detalle en el apartado de Petrografía.

A continuación hacemos una breve descripción litológica de los diferentes tipos de materiales que aparecen dentro de la serie.

a) *Calizas.*—Son en general de tipo micrita, presentan un grano muy fino y se encuentran muy recristalizadas.

En zonas donde el dinamometamorfismo ha sido intenso, adoptan los granos cierta orientación o presentan texturas en mortero.

Existe un tipo especial de calizas, constituido por la intercalación de finos niveles oscuros, cuya composición es de limolita calcárea con materia orgánica.

b) *Dolomías.*—Existe una intensa dolomitización en los sedimentos calcáreos, debido probablemente a metasomatismo.

Las dolomías más comunes son muy cristalinas, de grano medio a grueso. Las texturas son preferentemente granoblásticas, observándose en oca-

siones texturas en mortero formadas por porfiroblastos de granos gruesos de dolomita rodeados de una matriz granulada fina.

Calizas y dolomías son los elementos principales, a expensas de los cuales se edifica el Cámbrico carbonatado. Los elementos que a continuación se describen aparecen como intercalaciones minoritarias en aquéllos.

c) *Material detrítico.* — Lo constituyen areniscas cuarzo-feldespáticas, con granos angulosos de esos elementos, siendo más frecuentes los granos de feldespato potásico que los de albita. En menor proporción contiene micas (muscovita y biotita cloritizada) y fragmentos líticos escasos.

d) *Pizarras.*—Análogas a las anteriores en composición, con feldespato, abundante frecuencia de material micáceo y con cemento arcilloso, con material carbonatado.

En algunas pizarras, en contacto con diabasas, se forman adinolas por neumatolisis sódica.

1.1.3 **Serie pizarroso-detrítica superior** (CA_{13})

Aflora a favor de una estructura sinclinal existente en las calizas cámbricas y constituye una banda al SO. de Puebla de los Infantes, aproximadamente paralela a la carretera Puebla-Lora del Río, en sus primeros kilómetros.

Su datación precisa no ha sido posible al no haber encontrado fauna en la zona de estudio, pero el hecho de estar directamente encima de la facies calcárea cámbrica permite dar una edad aproximada comprendida entre el Georgiense Medio y Superior.

Los materiales que integran esta unidad son cuarcitas claras, de ligero tono azulado, a veces bien estratificadas en bancos que pueden, en algunos casos, adquirir potencias de hasta 2 m., entre los que se intercalan tramos de pizarras de tonos vinosos.

Las cuarcitas son albíticas y suelen presentar una esquistosidad de fractura normal a la estratificación.

Las pizarras acompañantes son filitas cuarzo-albíticas, con abundante sericita. Algunas de estas pizarras situadas en los afloramientos que atraviesa la carretera vieja de Peñaflor a Puebla de los Infantes presenta un mosqueado muy tenue que no se aprecia fácilmente a simple vista, pero que al microscopio lo constituyen nódulos de segregación de agregados de sericita, caolín, cuarzo y biotita. Este mosqueado no puede atribuirse sino a un metamorfismo de contacto producido por una masa ígnea infrayacente que no ha llegado a aflorar. Asimismo se han observado fenómenos de biotitización en las pizarras, producidos por esa misma causa.

1.2 SILURICO (S)

Los afloramientos a los que atribuimos esta edad se concentran en una franja que desde la esquina noroccidental del mapa se adentra en el mismo con una dirección ONO.-ESE. hasta quedar cubierta por el Mioceno calcáreo al O. de la carretera que va de Puebla de los Infantes a Navas de la Concepción, aflorando de nuevo al E. de la misma en una extensión muy pequeña.

Estos materiales silúricos están en contacto por el Sur con un nivel detrítico del Cámbrico basal; este contacto aparentemente normal representa una discordancia probablemente erosiva, conformada por la tectónica Hercínica.

El límite norte lo constituye el cámbrico calcáreo, cuyo contacto supone un cabalgamiento sobre las pizarras de la edad que nos ocupa.

La datación de este Silúrico se ha efectuado en función de una comunicación verbal de D. FERNANDO VAZQUEZ (I.G.M.E.), en la cual afirma haber encontrado en el Km. 13,100 de la carretera Puebla-Constantina los siguientes graptolites: Monograptus dextrorsus, Monograptus priodón y Monoclimacis griestoniensis, a los que se atribuye la edad de Taranón. (Estudio realizado por INDALECIO QUINTERO.)

Las rocas base son pizarras negras que a veces pierden este tono, adoptando otro verdoso, y entre las que se intercalan frecuentemente lechos cuarcíticos cuyo espesor oscila desde 2 a 10 cm.

Las pizarras están constituidas generalmente por cuarzo, feldespato y micas, fundamentalmente muscovita. En cuanto a los tramos detríticos intercalados, denominados en campo cuarcitas por su gran cristalinidad y dureza, contienen prácticamente los mismos componentes que sus acompañantes pelíticos, esto es: cuarzo, feldespato y moscovita en proporciones variables, pero por término medio se las puede denominar subarcosas, con cemento muy escaso. Los fragmentos de cuarzo suelen estar soldados entre sí y los feldespatos presentan cierta caolinización.

No se ha observado en ninguno de estos tipos de rocas aquí existentes rasgo metamórfico alguno.

Finalmente se puede dar para este tramo una potencia mínima de 200 m., potencia que debe ser superior, teniendo en cuenta el cabalgamiento existente.

1.3 DEVONICO (D, D_c)

Aflora en la esquina noroccidental del mapa a favor de un sinclinal existente en materiales silúricos y cuyo borde oriental está volcado al Sur.

Los afloramientos son de conglomerados a base de cantos de cuarcita

y en bastante menor proporción pizarras y esquistos, todos ellos englobados en una matriz arenoso-micácea de tono ligeramente rojizo.

Los cantos presentan gran heterometría, llegando a alcanzar tamaños de hasta 40 cm.

En el borde oriental de esta unidad se han encontrado intercalados con aquéllos unos paquetes calizos de escasa potencia, con abundantes tallos de crinoides.

Estas calizas en principio constituían el único medio de averiguar la edad de estos materiales, pero los crinoides en ellos contenidos resultaron inclasificables, por lo que se atribuyó esta edad devónica indeterminada, ya que estos sedimentos yacen concordantes directamente encima del Taranón.

La potencia estimada para este nivel es aproximadamente de 150 m.

1.4 TRIAS (BUNTSANDSTEIN) (T_{G1})

Estos sedimentos se encuentran muy localizados en la región en estudio, alcanzando un espesor máximo no superior a los 60 m.

Está formado por una facies detrítica grosera de conglomerados, con algunos lechos de areniscas intercalados. Se sitúan en dos manchas próximas entre sí y que se encuentran cercanas a la esquina nordeste de la Hoja. Apoyándose discordantes sobre los sedimentos detríticos del Cámbrico basal y sobre la banda de volcánicas de la misma edad.

Son sedimentos de facies continental, depositados en un ambiente climático de aridez.

1.5 MIOCENO (T_{11}^{Bc3}, T_{12}^{Bc})

Los materiales depositados en este período son, con los del Cuaternario del río Guadalquivir, los que ocupan una mayor extensión entre todos los cartografiados en la región que fue objeto de estudio.

En la mitad norte de la zona aparecen retazos miocenos alineados siempre según una dirección tendente a NE.-SO. y que están recubriendo las estructuras paleozoicas; estos afloramientos tienen un espesor variable, condicionado por la morfología del Paleozoico infrayacente.

En algunas zonas el espesor es ínfimo y los materiales miocenos no son sino una delgada costra, que alternativamente esconde o deja al descubierto los materiales del Paleozoico.

La mitad sur de la Hoja es prácticamente un dominio íntegramente constituido por materiales terciarios y cuaternarios, que en ocasiones, no muy numerosas, dejan aflorar relieves bien negativos o positivos, que están constituidos por materiales paleozoicos.

Se producen en el Mioceno algunas fallas de gravedad, paralelas o sub-

paralelas a la antigua línea de costa, que suponen saltos de más de 10 m. Al hablar de la línea de costa es necesario ampliar la escala; quiere esto decir que a la escala de nuestra cartografía existen numerosas heterogeneidades que desdibujan la línea, pero si se considera a una escala regional mayor, estas heterogeneidades se palian.

Litológicamente se han diferenciado dos tramos, uno inferior calcáreo, de edad Tortoniense Superior, y otro margoso, de edad Andaluciense.

Respecto de la composición de los materiales, existe una característica común en todos los afloramientos que se apoyan directamente sobre el Paleozoico, e incluso sobre el Trías, esto es, que el nivel inferior está integrado por un conglomerado de matriz calcárea, con cantos heterométricos de la misma naturaleza que la de los materiales sobre los cuales se apoya. Son materiales poco elaborados, con un transporte muy corto, lo que viene en apoyo de que estos materiales sean de facies costera.

El espesor de ese nivel oscila de 1 a 2 m.; se ha establecido una columna estratigráfica, situada en el mapa, en un punto próximo a Hornachuelos, separándose en ella los siguientes tramos de muro a techo:

18 m.—Calizas y calizas arenosas, con un conglomerado de 1 m. de espesor en la base. Las calizas se clasifican como Intrabiomicritas, con fauna de Lithotamnium y Textuláridos.

25 m.—Calizas arenosas y calizas margosas, con un lecho de 1 m. de espesor, de conglomerado de matriz calcárea. Las primeras se clasifican como Intrabiomicrita arenosa, con fauna de Lithotamnium, Briozoos, Heterosteginas, Textuláridos, etc.

22 m.—Calizas margosas, con ostreas y microfauna clasificada como Biosparita. Tonos blancos a amarillentos, con fauna de Lithotamnium, Briozoos, Operculinas, Heterosteginas, etc.

30 m.—Margas arcillosas, azuladas y amarillentas, a veces con aspecto de arcillas margosas.

Esto representa una potencia total aproximada de 80 m.

Encima de los materiales calcáreos anteriormente descritos aparece una serie de margas azuladas, y otras amarillentas encima de ellas, que a veces parecen ser arcillas margosas.

La potencia de este tramo se estableció para Córdoba en un intervalo de 100 a 110 m.; aquí, sin embargo, su desarrollo no es completo y su espesor no llega a suponer en ningún punto los 180 m.

Estos materiales son los únicos miocenos situados al sur del Guadalquivir, pues en ningún punto de esta zona aparece el Calcáreo, aunque también se encuentran al Norte, si bien en afloramientos de menor extensión.

Se trata de una serie continua, en la que no es posible distinguir una estratificación, debido en gran parte a la homogeneidad del material, en

función de la estabilidad de la cuenca durante su deposición. Con mucha frecuencia tienen recubrimientos, tanto de ladera como edafológicos. Esto ha dificultado en parte el aprovechamiento de algunas de las muestras tomadas, que presentan en el residuo de levigación elementos litológicos alóctonos; no obstante, han podido servir para una datación precisa de Andaluciense en algunas de ellas, habiéndose clasificado otras en un intervalo de Tortoniense Superior-Andaluciense, lo cual no está en contradicción con lo que se ha establecido en otros trabajos, respecto a la estratigrafía de estos materiales. El cambio de litología de calcáreo a margoso no se corresponde con un límite de edad entre el Tortoniense Superior y el Andaluciense, sino que este cambio se incluye en el Tortoniense. Consecuentemente el tránsito del Tortoniense Superior al Andaluciense no está marcado por un cambio litológico, lo que dificulta su cartografía.

En los residuos de levigación de las muestras analizadas por el equipo de estratigrafía de ENADIMSA se han determinado diversas especies, tales como *Ammonia beccarii, Bulimina fusiformis, Noniom boueanum, Orthomorphina tenuicostata, Bolivinoides miocenicus, Alobigerinoides obliquus extremus*, etc., que dan una edad precisa de Andaluciense.

1.6 CUATERNARIO (QT_1, QT_2, QT_3, QT_4-QAl, QC)

Dentro de la zona en estudio el Cuaternario adquiere un gran desarrollo, constituyendo una ancha franja paralela a la línea de curso del Guadalquivir.

Son, por tanto, sedimentos fluviales de naturaleza de gravas, más o menos sueltas o empastadas en función sobre todo de su edad, y que se disponen a distinta cota, habiéndose separado en la cartografía cuatro niveles de terrazas.

QT_4-QAl — 40- 60 m.
QT_3 — 60- 80 m.
QT_2 — 80-100 m.
QT_1 — 100-120 m.

Existe una diferencia, entre la margen derecha e izquierda, que se aprecia igualmente en la Hoja de Córdoba; esto es, que en la primera existen en algunas zonas escalones más acusados por el escaso desarrollo de algunos de los niveles medios, y los cambios que se operan como efecto de la proximidad de la sierra, que provocan aportes de ladera, que enmascaran y engrosan los depósitos del río.

La primera terraza (QT_1) tiene también en esta margen un desarrollo mucho menor.

Con respecto a Córdoba, el Guadalquivir corre aquí en un curso de cota inferior, lo que hace que las alturas de los niveles de terraza sean menores.

La más moderna (QT_4) incluye el actual lecho del río, y parte de sus materiales son los que el río arrastra actualmente.

Se aprecian otros desniveles que no han sido considerados, pues su aparición es casi puntual.

Los materiales que componen estas terrazas son, como ya se ha señalado, conglomerados, gravas, arenas y arcillas-limos. Apenas hay variación en la composición de unos y otros niveles. Hacia arriba, hablando en un sentido topográfico, aumenta el material limoso-arcilloso, operándose procesos de rubefacción que provocan la aparición de suelos rojizos.

De manera esquemática, y aunque algunas nociones vuelvan a repetirse, la composición para los diferentes niveles es la siguiente:

QT_1.—Gravas de cantos medios a gruesos, bastante redondeados, totalmente sueltos y composición variada, arenas sueltas y limos.

QT_2.—Gravas poco cementadas de cantos de tamaño medio, con areniscas y lodos que hacen de armazón; suele tener de 1-4 m. de potencia.

QT_3.—Conglomerado y gravas sueltas, de tamaño medio y pequeño (20-25 milímetros y 6-8 mm.), con arena y algo de arcilla arenosa o limosa. Por alteración dan unas costras rojizas que sustentan un suelo rojo-oscuro poco fértil.

QT_4-QAl.—Este nivel de terraza se sitúa siempre encima del tramo margoso del Mioceno, a modo de mesa recortada por los barrancos y con un espesor muy reducido; se trata de un conglomerado de matriz granítica, que da grandes costras rojo-oscuras.

Los niveles de la terraza marcan de una forma clara el antiguo discurrir del río, sin que se aprecien diferencias netas respecto del actual.

Otros sedimentos cuaternarios cartografiados, no relacionados con estos niveles de terrazas, se encuentran muy localizados y son de carácter aluvial, si bien existen sedimentos con este carácter, provenientes de derrubios de ladera, que se mezclan con los sedimentos fluviales de las terrazas.

2 TECTONICA

La zona en estudio se caracteriza por una tectónica de fractura muy intensa.

En principio, *a grosso modo,* es conveniente separar dos dominios dentro de la totalidad de los materiales que componen el mapa.

Si trazamos una línea imaginaria de rumbo E.-O. que pase por Puebla de los Infantes, la zona situada al N. de la misma se caracteriza por no haber perdido la dirección hercínica dominante, a pesar de acusar efectos tectónicos enérgicos. Por otro lado, se observa en este dominio una ver-

gencia acusada hacia el Sur, cuyo efecto mecánico más extremo viene definido por el cabalgamiento del Cámbrico calcáreo sobre el Silúrico, cabalgamiento que responde a empujes provenientes del N., responsables del estilo general.

El dominio situado al sur de la línea de referencia tiene como rasgo más característico que los materiales que incluye, fundamentalmente cámbricos, pierden la dirección hercínica típica y la fracturación es muy intensa, sobre todo en la zona central del mapa.

En lo referente a la edad del plegamiento, creemos que es de edad astúrica, afectando a todos los materiales paleozoicos existentes en la Hoja desde el Cámbrico hasta el Devónico, y a escala regional lo hace también al Carbonífero de la provincia de Córdoba, excepto el Estefaniense de las cuencas carboníferas más meridionales de Peñarroya.

Esta fase pliega los materiales paleozoicos, aunque en la zona de estudio no queda siempre patente este plegamiento, sobre todo en los materiales pertenecientes al Cámbrico basal, por ser difícil encontrar planos de estratificación. No obstante, los cortes que acompañan al mapa muestran un plegamiento general acusado, incluso en zonas donde sólo es posible medir planos de esquistosidad. Esto se basa en consideraciones de tipo regional (ver Hojas de Navas de la Concepción y Santa María de Trassierra), en la existencia de mesopliegues, que aunque escasos, pensamos son el reflejo del macroplegamiento, y que el metamorfismo regional, sobre todo en zonas donde alcanza una cierta intensidad, ha borrado las estructuras primarias, dejando sólo patente una esquistosidad de plano axial.

La red de fracturación responde generalmente a dos tipos: fallas longitudinales paralelas a los contactos y otras transversales rumbo-deslizantes que desplazan a aquéllas.

La intensa fracturación existente en la zona no ha permitido realizar un análisis estructural, como hemos tenido por costumbre en los últimos trabajos realizados en la provincia de Córdoba. Por otro lado, la poca abundancia de mesopliegues nos ha impedido encontrar evidencias en el campo sobre la existencia de otra fase tectónica superpuesta a la principal, cuya existencia quedó patente en la Hoja de Navas de la Concepción, y que no dudamos haya actuado aquí por la proximidad geográfica existente. Sin embargo, sí se han observado algunos micropliegues en V o «Kink folds» que pliegan la esquistosidad y representan una deformación menor, hercínica tardía, coaxial con la principal, debido a que en general sus ejes son subparalelos a las directrices que marca aquélla.

3 HISTORIA GEOLOGICA

Los sedimentos más antiguos datados que aparecen en la zona de estudio son del Cámbrico Inferior.

El comienzo del Cámbrico se caracteriza por una sedimentación detrítica interrumpida por algunas emisiones volcánicas, que al principio de este período alcanzan una actividad más intensa; esto queda reflejado en una banda septentrional, en la que coexisten rocas volcánicas (porfiroides y keratófidos), anfibolitas, microneises e intrusiones graníticas posteriores.

Después de esta fase de mayor actividad volcánica la sedimentación detrítica continúa, observándose un aumento en el tamaño de grano de los sedimentos que es correlativo de un avance en el tiempo, y que queda representado por una banda de materiales arenosos masivos diferenciada, a techo de la serie, en contacto con el Silúrico. En contacto con ella, al Sur, llegan incluso a depositarse conglomerados. La sedimentación de estos materiales precede a un período de deposición carbonatado. La variación en el tipo de sedimentos que a partir de ahora tiene lugar refleja no sólo cambios en los materiales, a expensas de los cuales se forman, sino que tiene también un significado tectónico, pulsaciones de la cuenca sedimentaria, fenómeno ya repetido en la etapa anterior de sedimentación detrítica, pues a pesar de la tendencia general hacia un aumento de tamaño de grano es también cierto que se producen interrupciones con variaciones más o menos bruscas, muy próximas en el tiempo y en el espacio.

La deposición de materiales calcáreos continúa hasta que el comienzo de una sedimentación detrítica señala el principio de una fase regresiva que cesa antes de que el Cámbrico Inferior concluya.

Durante el resto del Cámbrico y durante el Ordovícico, una vez que la regresión completase sus últimas fases, es muy posible que la región en estudio permaneciese emergida. No así en el Silúrico, en el que tiene lugar una nueva transgresión, cuyos primeros vestigios están constituidos por unos sedimentos pelíticos que se clasifican dentro del tipo de pizarras ampelíticas.

Durante el Devónico, los materiales son de facies litoral, o al menos de aguas someras, como indican los sedimentos y las calizas de tipo arrecifal.

Después de la sedimentación de estos materiales comienzan las primeras fases de la orogenia Hercínica, que imprimen tres efectos fundamentales: de índole tectónica, intrusivos y de metamorfismo.

La tectónica produce numerosas mecanizaciones, sobre todo en la zona central, que es la de mayor heterogeneidad litológica.

Como fenómenos posteriores y relacionados de alguna manera con la orogenia tienen lugar dos fenómenos intrusivos separados genéticamente y posiblemente de distinta edad.

Uno es de carácter ácido y el otro básico. El primero de ellos se sitúa al Norte, preferentemente intruyen en la zona de rocas volcánicas, las más antiguas del Cámbrico basal. El segundo es de tipo gabroide y sufre una

diferenciación que da lugar a la emersión de diabasas en la zona de mayor fracturación ya mencionada antes.

Por los efectos del metamorfismo que han quedado impresos en los materiales de esta región deducimos que existe en la cuenca donde se depositaban un aumento de profundidad en dos direcciones, de N.-S. y de E. a O.

A partir del Devónico se interrumpe la sedimentación, y todos los datos llevan a la hipótesis de que la región permaneciese emergida hasta el Carbonífero, puesto que en zonas próximas existen sedimentos de esta edad; a partir de aquí volvería a emerger hasta la transgresión del Mioceno. No obstante, existe una sedimentación de carácter continental al comienzo del Mesozoico, conglomerados y areniscas del Buntsandstein. Durante este período se producen en la región una serie de pequeñas cuencas aisladas. La transgresión del Mesozoico, responsable de los materiales del Subético, no llegó a alcanzar a la región en estudio, que sólo vuelve a ser inundada parcialmente durante el Tortoniense Superior, en el que tiene lugar una transgresión que deja unos materiales calizos que dibujan una línea de costa de dirección aproximada N.-130° E. Antes de que termine el Tortoniense Superior comienza una sedimentación de carácter regresivo, con deposición de margas que continúa durante el Andaluciense; dentro de esta época la región quedaría descubierta, interrumpiéndose la sedimentación.

Los sedimentos posteriores son continentales, de carácter fluvial, y están constituidos por las terrazas del río Guadalquivir. A lo largo del Cuaternario el río discurre por cuatro cauces diferentes, situados a distinta cota, según se ha explicado en el apartado de Estratigrafía.

4 GEOLOGIA ECONOMICA

4.1 MINERIA

En la región en estudio la minería no ha alcanzado gran desarrollo, no existiendo en la actualidad ninguna explotación.

No obstante, aunque sin excesiva profusión, han existido labores en épocas pasadas.

Las sustancias que preferentemente fueron objeto de explotación son las siguientes: sulfuros de cobre, plomo, cinc y plata, generalmente todos ellos en paragénesis común, uniéndose a veces el oro.

Existe también una serie de indicios, cuya relevancia es mínima, y la información sobre ellos muy escasa, preferentemente de oro nativo y de fosforita de naturaleza estratiforme, rellenando oquedades en las calizas.

Los yacimientos e indicios minerales son en su mayoría de génesis hidrotermal en relación con un plutonismo ácido infrayacente, que en algunas zonas deja asomar algunas apófisis. No obstante, la misma paragénesis se

presenta en un ejemplo descrito como de tipo estratiforme, lo que invita a pensar en una génesis diferente para este yacimiento.

Otro tipo de mineralizaciones son los óxidos de hierro, generalmente relacionados con las calizas cámbricas, y más concretamente con zonas dentro de ellas, en las que la tectónica ha producido fallas y fracturas.

Pudiendo decir que ambos factores conjugados, litológico y tectónico, llegan a constituir un metalotecto para tal tipo de mineralización.

Existe otro tipo de mineralización de sulfuros de cobre, níquel y oro, de génesis similar a los primeros, pero a expensas de magmas de composición básica.

Las minas que a lo largo del tiempo han alcanzado un mayor desarrollo, acerca de las cuales tenemos conocimiento directo, son las de Sorpresa y Sorpresa II, junto con la Preciosa II. Todas ellas muy cerca de Peñaflor; la situación para las dos primeras es: longitud 1° 39' 20" y latitud 37° 42' 50". Se trata de una mineralización de pirita cobriza, que encaja en esquistos arenosos albíticos y micaesquistos bandeados; el yacimiento es estratiforme, con una dirección N.-70° E.

La Preciosa II se sitúa en un punto de longitud 1° 40' y latitud 37° 43'. La sustancia por la cual se explotó era también el cobre, aunque después de efectuados una serie de análisis químicos se han determinado los siguientes elementos: Cu, P, As, Pb, S, Fe, Si, Mn, Al, Ca, Mg, Zn. La masa mineral tiene unas dimensiones de 170 × 60 m. y morfología filoniana, de rumbo y buzamiento N. 170° E./80° N.

Las rocas donde encajan son las mismas: esquistos, albíticos, arenosos y micaesquistos bandeados del Cámbrico basal.

En 1902 la explotó la Sociedad Minera de Peñaflor, y se realizaron trabajos de investigación, con un sondeo vertical de 143,5 m. a partir del pozo 5.°.

4.2 HIDROGEOLOGIA

Es obligado dejar constancia, antes de desarrollar este capítulo, del doble carácter geológico que la región en estudio posee. Las denominaciones morfológicas de sierra y campiña encierran unas diferencias de índole litológico-estratigráfico-tectónico, que hacen a las dos zonas perfectamente distinguibles en cuanto a su enfoque hidrogeológico.

Existen unas consideraciones previas de índole climático que intervienen de forma primaria y definitiva en la hidrogeología de la región.

El régimen de pluviosidad no es correlativo del clima semiárido que generalmente se conoce para esta región. Un total próximo a los 700 mm. anuales, valor medio para esta región, supera la media pluviométrica del país. Si bien las temperaturas extremadamente altas durante los meses de verano, junto a una casi total ausencia de lluvia, completan un alto coefi-

ciente de evapotranspiración que contrarresta ampliamente el valor relativamente alto de pluviometría.

Consideramos ahora los factores fisiográficos y de hidrografía. El agua que escapa a la evapotranspiración en sus dos posibilidades de filtración o de escurrentía opera de manera diferente en las dos zonas distinguidas anteriormente.

En la sierra la escurrentía es mayor que en la campiña, aunque sólo sea por su orografía; arroyos transversales al río Guadalquivir recogen las aguas del norte de la cuenca de este río y depositan su caudal en él.

En la campiña es menor la escurrentía, y además en un porcentaje alto procede de la sierra; consecuentemente las posibilidades de aguas subterráneas son mayores, y de hecho, algunos de los sedimentos terciarios margosos y los depósitos fluviales del Cuaternario pueden constituir mantos relativamente importantes. No obstante, no se ha llevado a cabo ninguna explotación de aguas subterráneas, y las necesidades que el regadío exige se satisfacen a expensas de las obras públicas de canalización y embalses que en los últimos veinte años se han venido desarrollando.

Las necesidades de agua que puedan presentarse en la sierra deben intentar resolverse con la búsqueda de aguas subterráneas, cuya explotación puede ayudar a la solución de cada problema concreto.

Se presentan unas someras indicaciones deducidas de la naturaleza litológica y tectónicas de los materiales que componen la unidad geológica de la sierra.

Los niveles calcáreos del Mioceno Superior que bordean a la sierra pueden constituir acuíferos, si bien de extensión reducida.

Igualmente pueden aprovecharse en este sentido las rocas de naturaleza masiva, volcánicas y anfibolitas, que con frecuencia se encuentran en la región en estudio, siempre que su grado de fracturación sea intenso.

Por la misma causa, pero siempre, tanto en este ejemplo como en los anteriores, recurriendo a un estudio geológico de mayor detalle allí donde las intrusiones de rocas plutónicas tienen lugar, pueden ser zonas de posible aprovechamiento de aguas subterráneas, considerando, por ejemplo, la fracturación del granito, así como la extensión y espesor de la zona de alteración.

El resto de los materiales, cuya naturaleza de sedimentos detríticos metamorfizados es suficientemente válida para definirlos como refractarios al almacenamiento de aguas subterráneas, deben ser rechazados como posibles contenedores de acuíferos importantes.

4.3 ROCAS INDUSTRIALES

En esta región hemos podido observar lo mismo que observamos al realizar la Hoja de Las Navas de la Concepción: es que dada una litología co-

mún para ambas, salvo en el aspecto de las rocas intrusivas, las únicas explotaciones que se llevan a cabo son las de calizas y dolomías en las series correspondientes al Cámbrico calcáreo. Su utilización es fundamentalmente para firmes en obras públicas próximas que necesiten de él.

El aspecto de las calizas, su dureza y sus tonos, que le prestan una gran vistosidad, hacen pensar en su posible utilización como rocas para ornamentación, pero es muy posible que esto sólo fuera factible en casos muy concretos y determinados de masas continuas y con resistencia suficiente.

Se han localizado dos explotaciones en canteras, situadas ambas a la altura de Puebla de los Infantes, la primera dentro de la mancha calcárea, al sur de esta localidad, muy próxima a la pequeña mancha redondeada de Mioceno calcáreo.

La segunda, situada más al Este, en la estrecha banda de dirección N. 110° E., situada en el contacto con el Mioceno calcáreo, en un punto intermedio entre el barranco del Retortillo y en el extremo oriental de la banda.

5 PETROLOGIA DE ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS

5.1 ROCAS IGNEAS

Rocas ígneas intrusivas: Rocas graníticas, Gabros, Diabasas.
Rocas volcánicas: Queratófidos cuarcíferos y Porfiroides.

5.1.1 **Rocas ígneas intrusivas**

Existen en la zona objeto de este estudio dos tipos fundamentales de rocas graníticas y que han sido diferenciados en la cartografía:

a) Granitos cataclásticos o tectonizados.
b) Dioritas y cuarzodioritas.

a) *Granitos cataclásticos.*—Están distribuidos irregularmente en cuatro manchas a lo largo de la extensión del mapa.

Las características generales de estos granitos son una textura hipidiomórfica de grano medio a fino, y que todas estas rocas han sido afectadas por unas presiones tectónicas que dan lugar a: una marcada extinción ondulosa, granulación del cuarzo, curvatura de las líneas de macla de las plagioclasas y fracturas muy numerosas en ambos minerales (cuarzo y plagioclasa), las cuales se encuentran a menudo rellenas de mineral de hierro.

Su composición mineralógica es a base de cuarzo, plagioclasa (albita)

y feldespato potásico como minerales principales, siendo la biotita algo cloritizada, de la que se desprenden esfena y epidota, el apatito y mineral metálico (ilmenita y magnetita) y los minerales accesorios. No obstante estos rasgos comunes, la composición mineralógica ha servido para separar tres grupos distintos: *granitos* alcalinos albíticos, con cuarzo y albita; *granitos* alcalinos sólo con feldespato potásico; *granitos*, con cuarzo y albita y abundante calcio, epidota y clorita.

b) *Dioritas y cuarzodioritas.*—Están constituidas mineralógicamente por plagioclasa y hornblenda como minerales principales.

El término cuarzo-diorita viene justificado en casos donde aparece cuarzo como mineral principal, pero siempre en proporción inferior a la plagioclasa, ya que en las dioritas normales ese mineral es prácticamente inexistente.

Los minerales accesorios suelen ser: clorita, epidota, esfena, feldespato potásico, mineral metálico, moscovita, sericita, apatito y circón.

Presenta grandes cristales idiomorfos de plagioclasa sausuritizada y sericitizada de hornblenda verde-verde azulada pleocroica. Clorita, epidota y esfena proceden de la transformación de biotita.

El feldespato potásico es anhedral y se sitúa intersticialmente o impregnando los cristales de plagioclasa en forma de pequeñas manchas.

La escasa moscovita existente se presenta sustituyendo a la biotita y a las plagioclasas, y su origen se debe considerar neumatolítico.

La sericita aparece únicamente en las dioritas, en forma de pequeñas vetas.

La edad de estos materiales no es fácil de determinar, pero sí podemos hacer algunas consideraciones al respecto.

El hecho más importante es que estos granitos se ven afectados por la tectónica principal hercínica, que en la mayoría de los casos produce efectos de deformación tales como flexión de líneas de macla de los feldespatos, extinción ondulosa de las mismas, granulación muy frecuente en el cuarzo y parcial en los feldespatos y efectos de fracturación y fragmentación. Por otro lado, a escala megascópica se puede observar en general una cierta orientación paralela a la tectónica principal, por lo que queda descartado su origen postectónico.

El problema de si son pre o sintectónicos no es fácil de resolver, y en todo caso podríamos argüir la hipótesis de que son posteriores al Cámbrico Inferior en función de una serie de efectos producidos en las rocas de aquella edad próximas a estos granitos y que pudieran denunciar una cierta granitización en las mismas.

Estos efectos son los siguientes:

a) Existencia de porfiroblastos de albita y cuarzo en los esquistos albí-

ticos que engloban parte de la matriz y cuya formación parece posterior a ésta y que pudieran ser originados por granitización.

b) Formación de biotitas en laminillas al azar disconformes con la esquistosidad general.

c) Presencia de vetas de cuarzo englobando a la matriz de los esquistos del Cámbrico Inferior.

d) Vetas rellenas de feldespato potásico que cruzan transversalmente las estructuras metamórficas.

Estos hechos no permiten convertir categóricamente en tesis lo que en principio no es más que una hipótesis, aunque también es necesario considerar que no son fácil de apreciar los efectos térmicos originados por un metamorfismo de contacto cuando éste va precedido por otro regional.

Finalmente hay que añadir que los sedimentos pelíticos del Silúrico en contacto con las manchas graníticas no presentan ningún síntoma de metamorfismo de contacto, hecho que puede indicar el anterior emplazamiento de aquéllos o que debido a su escasa extensión no pudiera desarrollar efecto térmico alguno sobre los mencionados sedimentos.

Gabros.

Afloran en el centro de la Hoja, constituyendo dos pequeñas manchas que intruyen en el Cámbrico calcáreo.

Microscópicamente existen dos tipos de gabros, unos diabásicos con olivino y otros denominados microgabros diabásicos. Los primeros, más abundantes, tienen textura hipidiomórfica de grano fino a medio y los segundos presentan textura porfídica con matriz microgranular que varía desde ofítica a intergranular, pasando por subofítica y que muestra un bandeado a expensas de clinopiroxeno y plagioclasa en proporción variable.

Los gabros diabásicos tienen como minerales principales augita, plagioclasa básico, hornblenda (no siempre) y olivino parcialmente sericitizado, mientras que en los microgabros no se observa hornblenda y el clinopiroxeno varía entre titanoaugita (sobre todo en contacto con mineral metálico) y augita, siendo los fenocristales muy escasos y siempre de plagioclasa.

La plagioclasa en los gabros diabásicos se presenta en cristales idiomorfos tubulares, generalmente poco alterados y que a veces quedan incluidos dentro de otros de piroxeno, evidenciando la posterior cristalización de estos últimos, mientras que en otras ocasiones ocurre lo contrario.

El piroxeno es augita verde clara, generalmente no pleocroica o también incolora.

El olivino está parcialmente serpentinizado.

Estas rocas, como ya indicamos en un principio, intruyen el Cámbrico calcáreo, y casi todas las muestras estudiadas no tienen síntoma alguno de deformación, por lo que pensamos se trate de intrusiones postectónicas.

Diabasas.

Se trata de intrusiones de pequeña escala, casi siempre en relación con el Cámbrico calcáreo y que llegan a constituir una banda de relativa importancia que se interpone entre el Cámbrico basal y el calcáreo en la mitad occidental de la Hoja.

Se han observado en este tipo de rocas texturas ofíticas, subofíticas y porfídicas con matriz subofítica.

La composición mineralógica principal es a base de plagioclasa y augita.

La accesoria está constituida por clorita, mineral metálico (magnetita, ilmenita), feldespato potásico (no siempre), epidota, actinolita y biotita.

En las muestras de textura subofítica presentan mayor tamaño los cristales idiomorfos de plagioclasa albitizada que el componente máfico, el cual se sitúa entre los huecos de los cristales de plagioclasa; por el contrario, en la textura ofítica, los cristales de piroxeno son mayores y engloban parcialmente a los de plagioclasa.

El componente máfico pasa a actinolita y hornblenda, conservándose parte del piroxeno en algunos casos, y en otros a sus expensas se originan minerales secundarios, tales como epidota, actinolita y biotita.

Existe bastante analogía entre estas rocas y los gabros en cuanto a su composición mineralógica; su textura, cuya única diferencia es un mayor tamaño de grano en los últimos y la característica común de ausencia de deformaciones dinámicas, así como la ausencia de una foliación.

La mayor abundancia de afloramientos aquí nos permite establecer para estas intrusiones un cierto carácter de «sills», hecho que, unido a que son de grano bastante grueso, pudiera indicar un origen sulvolcánico para las mismas.

5.1.2 **Rocas volcánicas**

El segundo grupo de rocas individualizado dentro de este apartado es el de las rocas volcánicas, constituidas por dos tipos fundamentales: Queratófidos cuarcíferos y Porfiroides.

En comparación con las rocas ígneas plutónicas y las rocas metamórficas, son las volcánicas las menos abundantes dentro de la extensión estudiada.

a) *Queratófidos cuarcíferos.*

Todos los representantes de esta clase se incluyen en la banda del Cámbrico basal, caracterizada por la presencia de intrusiones graníticas.

En esta misma zona se encuentran los porfiroides.

A grandes rasgos podemos decir que la textura de los queratófidos es porfídica, con una matriz traquítica, presentando en general una tendencia a la textura fluidal.

Su composición mineral es la siguiente:

Componentes principales: albita, cuarzo y clorita.
Componentes accesorios: moscovita, apatito, mineral metálico y esfena.

Los fenocristales son generalmente de albita y menos frecuentemente de cuarzo. Ambos tipos presentan una fuerte extinción ondulosa y señales de granulación.

La matriz está formada por listoncillos subparalelos, predominantemente de albita, con cuarzo intergranular como su subordinado; clorita aún más escasa y moscovita rara. A veces, el cuarzo y la albita constituyen intercrecimientos micrográficos, entre la matriz o en forma de pequeñas aureolas en torno a los fenocristales de cuarzo.

El grado de recristalización y deformación es muy ligero en comparación con el que presentan los porfiroides, rocas que podrían agruparse junto a las primeras como del mismo origen, pero que se diferencian de ellas en el grado de deformación, habiéndose estudiado, sin embargo, ejemplos claramente transicionales. En los porfiroides, el grado de metamorfismo es suficiente para considerarlas como rocas metamórficas, pero su naturaleza primaria volcánica nos lleva a incluirlas en este grupo.

b) *Porfiroides.*

En las rocas estudiadas se ha podido establecer un carácter volcánico primario; no obstante se da también el nombre de micaesquistos feldespáticos (albíticos) para aquellos ejemplos en los que no existen fenocristales.

La textura es porfirogranolepidoblástica de grano fino, ligeramente bandeada.

La composición mineral es la siguiente:

Componentes principales: cuarzo, albita, micas.
Accesorios: epidota, clorita, k-feldespato, circón, turmalina, mineral de hierro, apatito, esfena.

En general estas rocas están formadas por frecuentes porfiroblastos de cuarzo y albita maclada, con marcado efecto de deformación, que se interpretan como restos de fenocristales de rocas volcánicas.

La matriz está constituida por cuarzo, albita y abundante material micáceo.

Lo más frecuente de las micas es la moscovita, aunque en algunas muestras está acompañada por biotita y clorita. Las micas se segregan en finos lechos subparalelos, con marcada orientación preferencial, que se

adaptan a los contornos de los porfiroblastos, alternando con otros predominantemente de cuarzo, albita y micas esporádicas.

Sólo se ha observado epidota en una muestra.

El grado de recristalización de la matriz es total en casi todas las muestras, aunque en alguna de ellas se haya podido observar que esté formada por listoncillos de albita, orientados al azar. Se observan igualmente pequeñas reliquias lenticulares de intercrecimientos micrográficos de cuarzo y albita.

Estos ejemplos constituyen un tránsito en la sucesión metamórfica entre todos estos porfiroides y los queratófidos cuarcíferos, que aunque algo metamorfizados (recristalización parcial y tendencia a la orientación preferencial) conservan aún su carácter primario en lo textural y en lo mineralógico.

Como ya se ha indicado, los porfiroides se encuentran situados en la misma serie del Cámbrico basal, si bien parece apreciarse que la mayoría de ellos se muestran agrupados hacia el límite norte de esta serie.

5.2 ROCAS METAMORFICAS

Dentro de la zona en estudio, son las rocas metamórficas las que se presentan con una abundancia mayor. El metamorfismo ha afectado prácticamente a todos los materiales, dando así lugar, según su intensidad y la naturaleza del material originario, a diversos tipos de rocas.

En general, todos los materiales afectados presentan un metamorfismo epizonal, facies de los esquistos verdes, si bien esta homogeneidad se interrumpe ligeramente en el tramo inferior del Cámbrico basal y de forma más clara hacia el Sur, en la zona que denominamos de micaesquistos, donde algunas rocas muestran minerales índices de un tramo alto de esta misma facies e incluso de la de anfibolitas. Más al Sur (y dificultado el estudio de su variación por la presencia de los sedimentos terciarios), aparecen algunos afloramientos, en los que se han estudiado gneises silimaníticos, con paragénesis típicas de un metamorfismo máximo, al menos en lo que a temperatura se refiere.

Por las características de la región, las rocas metamórficas han sido agrupadas para su estudio en tres zonas separadas, tanto en lo geográfico como en la escala de tiempos.

La primera de ellas está integrada por las rocas metamórficas del tramo inferior del Cámbrico basal (banda norte, en la que se dan intrusiones graníticas con mayor profusión). Las rocas que aquí se estudian son las siguientes: porfiroides, microneises, anfibolitas, filitas feldespáticas y cuarcitas micáceas.

La segunda está constituida por una serie de micaesquistos, y en menor proporción, anfibolitas y gneises silimaníticos. Corresponde a la franja sur

del tramo medio del Cámbrico basal y su principal característica reside en el grado de metamorfismo de sus materiales, mayor aquí que en el resto de la región en estudio.

La tercera está constituida por una serie de materiales detríticos afectados de un metamorfismo diferencial, según los diferentes caracteres primarios de los sedimentos, dando lugar así a: semiesquistos, esquistos verdes, metagrauvacas, metaconglomerados y filitas.

Terminado el estudio de estas tres zonas se describen las Albititas y Calcoesquistos, no pertenecientes de manera exclusiva a ninguno de los tres grupos que se explican, sino que con mayor frecuencia se encuentran dentro del Cámbrico calcáreo.

1. Se encuentran en esta zona antiguas rocas volcánicas y subvolcánicas ácidas, transformadas normalmente en porfiroides, y más localmente en microneises, y rocas básicas transformadas en anfibolitas y epidotitas anfibólicas, con intercalaciones de micaesquistos feldespáticos y cuarcitas micáceas de escasa cristalinidad.

Los porfiroides ya se han descrito en otra parte; no obstante podemos decir que están formados por restos de fenocristales de cuarzo y albita, con efectos de tectonización y tendencia a la disposición subparalela preferencial, rodeados por una matriz granolepidoblástica fina, con frecuencia bandeada, debido a la alternancia de lechos micáceos y cuarzo-albíticos, compuesta en orden de abundancia por albita, mica blanca, biotita y cuarzo.

Los microneises presentan una textura porfiroblástica (presencia de pequeñas glándulas de plagioclasa zonada —2 mm.— y otras más escasas de microclino en una matriz foliada formada por plagioclasa y cuarzo como más importantes).

Las Anfibolitas: Son rocas compuestas fundamentalmente por anfíboles (actinolita y hornblenda), en menor proporción plagioclasa (albita-oligoclasa).

Su textura es porfirogranonematoblástica, con tendencia a una textura bandeada, representada por una fina alternancia de lechos con predominio de anfíbol o de plagioclasa.

El origen ígneo o sedimentario de estas anfibolitas no siempre es claro, aunque en la mayoría de los casos aparecen algunas evidencias del primero como reliquias de fenocristales zonados de plagioclasa básica.

Estas muestras tienen un carácter textural importante aparte de lo ya dicho, que es el efecto de deformación, fracturación, fraccionamiento y granulación.

La intensidad del metamorfismo está caracterizada por el alto grado de orientación de los minerales y el desarrollo de paragénesis (clinozoisita, actinolita, albita, oligoclasa), que corresponden al estadio bajo de facies anfibolita epidótica, y ocasionalmente llega a ser afectado por procesos

mesozonales, a juzgar por la presencia, aunque escasa, de hornblenda y plagioclasa intermedia (oligoclasa-andesina).

Las Filitas feldespáticas: Su composición es fundamentalmente albítica, y el segundo mineral en abundancia es el cuarzo; se trata de rocas con un grado de cristalinidad escaso, si bien resulta superior al de la matriz de los semiesquistos de la zona 3.

En estas rocas son frecuentes las segregaciones micáceas en finos lechos subparalelos, adaptándose a veces a algunos cristales de albita y cuarzo de mayor tamaño.

Estos materiales se incluyen, junto a las otras rocas, dentro del tramo inferior del Cámbrico basal.

Las Cuarcitas micáceas: Presentan textura granoblástica poligonal de grano fino, con una escasa presencia de mica blanca.

Texturalmente, y a escala microscópica, todas las rocas estudiadas en esta zona presentan los efectos de al menos dos tectónicas. Un primer crucero de esquistosidad de flujo y foliación neta, acompañando a la paragénesis inicial, y un segundo crucero casi transversal, cuyos efectos más señalados son de tipo mecánico (fracturación, fragmentación y granulación), esta última local, según líneas de fractura.

2. Esta zona presenta la peculiaridad ya expresada antes del alto metamorfismo que muestran los materiales que en ella se integran.

Siendo ésta la causa de que la consideremos aparte. Está limitada esta zona al Norte por la aparición de los sedimentos del Cámbrico calcáreo junto con las distintas zonas de diabasas, y al Sur por el límite de los materiales miocénicos.

Como ya se ha indicado, los materiales más típicos y predominantes de esta serie son los micasquistos; estas rocas, aun presentando características que las hacen tender a la homogeneidad, mantienen, sin embargo, ciertas diferencias en cuanto a composición mineralógica, estableciéndose así distintos grupos:

Esquistos de albita, cuarzo y moscovita.
Micasquistos feldespáticos con granate.
Micasquistos feldespáticos con epidota.
Micasquistos (s. s.).

Las características comunes a todos ellos son: en cuanto a la mineralogía, el que todos sean feldespáticos (albita) y casi siempre de dos micas (moscovita y biotita), distinguiéndose las variedades en razón de la mayor o menor abundancia de especies, tales como biotita, epidota, moscovita y granate.

Son frecuentes las segregaciones en finas bandas subparalelas de los

minerales micáceos (moscovita y biotita), alternando con otras de cuarzo-albita; se dé o no este bandeado y con una tendencia más o menos clara a la orientación, la textura es en todos ellos granolepidoblástica.

Gneises silimaníticos.

Algunos de los ejemplos estudiados están formados también por granate y cordierita, aunque en menos proporción que la silimanita.

Su textura es porfirogranolepidoblástica, orientada de grano medio.

Su composición mineral es la siguiente:

Componentes principales: cuarzo, albita, microclino, moscovita, biotita, silimanita.

Componentes accesorios: granate y cordierita, apatito, circón, turmalina, mineral metálico y clorita.

En razón de lo expuesto se deduce que son estos materiales los que presentan un metamorfismo más alto en cuanto a temperatura se refiere, dentro de la región estudiada.

Anfibolitas.

Los representantes de este tipo de rocas no son muy numerosos dentro de esta zona; se trata de rocas compuestas fundamentalmente por hornblenda y actinolita, junto con plagioclasas (oligoclasa-andesina); su textura es granonematoblástica.

Los ejemplos estudiados presentan entre sí alguna diferencia de tipo textural. En algunas se aprecia un bandeado fino alternativo por diferencia de proporción del anfíbol con respecto a la plagioclasa; en otras se observan dos cruceros de esquistosidad que se cortan aproximadamente en 60° y que son perfectamente distinguibles a escala microscópica.

En relación con las anfibolitas, incluidas en la zona 1, podemos señalar algunas diferencias, como son: en lo textural, el que las primeras sean algo porfídicas, mientras que éstas no lo son, y en lo mineralógico, el que las plagioclasas que acabamos de estudiar sean algo más cálcicas, y también que la actinolitización sea en estos ejemplos menos importante que en los primeros, donde la hornblenda es más accesorio y la actinolita el mineral predominante.

3. Esta zona comprende las dos bandas central y norte del tramo medio del Cámbrico basal y el tramo detrítico que hemos separado como superior.

Las rocas aquí incluidas tienen un metamorfismo menos acusado; el material pelítico está recristalizado y presenta una orientación preferencial marcada principalmente por el material laminar, segregado a veces en finas bandas subparalelas continuas y replegado a escala microscópica. En los semiesquistos, la fracción detrítica se conserva, aunque ha experimentado algunas transformaciones, corrosiones y granulaciones marginales.

Las variaciones de unas rocas a otras son más cuantitativas que cualitativas; las primeras, establecidas por las proporciones relativas de la unidad fragmentaria respecto a la matriz pelítica, así como diferencias en el tamaño de los elementos detríticos.

Se han diferenciado los siguientes tipos: semiesquistos, filitas, metagrauvacas y esquistos verdes.

Semiesquistos cuarzo-albíticos.

Tienen una textura clástica, con matriz lepidoblástica, y su composición mineral está fundamentalmente integrada por cuarzo, albita y sericita, y como accesorios, clorita, mineral metálico, feldespato potásico, microclino, biotita, carbonato, circón, apatito, esfena y turmalina.

Presentan fragmentos angulosos y subangulosos de cuarzo con extinción ondulosa y de plagioclasa, ligeramente sericitizados, fracturados y rodeados por una matriz orientada, formada por sericita, cuarzo, albita de tamaño muy fino y clorita en menor cantidad.

Filitas.

Estas rocas presentan textura lepidoblástica y granolepidoblástica, y están compuestas fundamentalmente por mica blanca, cuarzo, albita y clorita. Están formadas por pequeñas láminas de mica blanca y de clorita, entre las que se encuentran intercalados el cuarzo y la albita, también en cristales de pequeño tamaño.

Metagrauvacas.

Algunos de los ejemplos estudiados se clasifican como metaconglomerados, atendiendo únicamente a su tamaño de grano, mayor de 2 mm.

Tienen una textura clástica, heterométrica, con una matriz lepidoblástica y están compuestas por cuarzo, mica blanca y albita.

Formadas por fragmentos angulosos y heterométricos de cuarzo, albita, ortosa y fragmentos de pizarras y rocas volcánicas rodeados por material micáceo.

Estas rocas son las que integran la formación del Cámbrico basal tramo alto, situadas al techo de la banda central del tramo medio.

Esquistos verdes de clorita-albita carbonatados.

Tienen textura lepidoblástica y su composición general es la siguiente: como minerales principales: cuarzo, clorita, albita y calcita, y como accesorios: moscovita, magnetita, esfena, apatito y turmalina.

En algunos de los ejemplos estudiados se han observado bandas alter-

nantes, de poco espesor e irregulares, unas carbonatadas y otras compuestas por cuarzo, clorita y albita.

Al margen de estos tres grupos que acabamos de describir se estudian ahora dos tipos de rocas: calcoesquistos y albititas. Las primeras ubicadas en la serie del Cámbrico calcáreo y en íntima relación con las calizas y dolomías, rocas predominantes de esta serie. Las segundas guardan relación con la emisión de gabros y diabasas, que de alguna forma intervinieron para dar lugar al metasomatismo sódico sufrido por las albititas.

Calcoesquistos.

Los componentes principales en este tipo de rocas son por este orden: calcita, cuarzo, mica blanca y albita. El más abundante, la calcita, se presenta en cristales xenomorfos, con frecuentes maclas polisintéticas y bordes indentados. Se advierte la influencia de algún proceso de tipo metasomático por la presencia de minerales tales como epidota, albita y actinolita, que consecuentemente constituyen paragénesis secundaria.

Albititas.

Denominadas así por la general superioridad cuantitativa de la albita, que suele presentarse en cristales xenomórficos de diversos tamaños, le siguen en abundancia cuarzo subordinado, clorita y calcita como escasos.

Se originan por albitización (metasomatismo sódico) de una roca preexistente, con preferencia de composición pelítica (pizarras, filitas, micasquistos). En estos procesos la mayor parte de los minerales de la roca original, comenzando por la mica, son atacados por las soluciones hidrotermales y transformados a albita.

6 BIBLIOGRAFIA

CABANAS, R. (1964).—«Notas estratigráficas de la provincia de Córdoba». *Not. y Com. IGME,* núm. 74.

— (1971).—«Observaciones sobre el Cámbrico de la provincia de Córdoba». *Bol. Geol. y Min.,* t. 82.

CAPDEVILA, R.; MATTE, P., y PAREDES, J. (1971).—«La nature du Precambrien et ses relations avec le Paleozoique dans la Sierra Morena Central. (Sud de l'Espagne)». *C. R. Acad. Sc.,* París, 237.

CARBONELL TRILLO DE FIGUEROA, A. (sin fecha).—«Criaderos de Cu en la provincia de Córdoba».

FABRIES, J. (1963).—«Les formations cristallines et metamorphiques du Nord. Est de la province de Seville (Espagne)». *Tesis Fac. Ciencias de Nancy Sc. de la Terre,* 4.262 págs.

FEBREL, T., y SAENZ DE SANTAMARIA, J. (1964).—«El Devoniano del sur del Batolito de los Pedroches, en las provincias de Córdoba y Badajoz». *Not. y Com. IGME,* núm. 73.

HENNINGSMDEN, G. (1957).—«Los trilobites de las capas de «saukianda», Cámbrico Inferior, en Andalucía». *Est. Geol.,* vol. 14, núms. 35-36, pp. 251-271.

HERNANDO DE LUNA, R. (1970).—«Bibliografía Geológico-Minera de la provincia de Córdoba». *Mem. del IGME,* t. 74.

LOTZE, F. (1958).—«Sur stratigraphie des spanischen Kambriums». *Geologie,* Bd. 7, pp. 727-750.

— (1961).—«El Cámbrico de España». *Mem. del IGME,* t. 75, 1970.

PARGA, J. R., y VEGAS, R. (1972).—«Precisiones sobre el Precámbrico y sus relaciones con el Paleozoico en la Sierra Morena Central». *Est. Geol.,* vol. 28, pp. 167-172.

PARGA, J. R. (1971).—«Sobre el límite inferior del Cámbrico y la existencia de Eocámbrico en el Macizo Hespérico». *Bol. Geol. y Min.,* 82, pp. 234-238.

PERCONIG, E. (1971).—«Sobre la edad de la transgresión del Terciario marino en el borde meridional de la meseta». *Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología,* Madrid.

SIMON, W. (1953).—«Lithogenesis kambrischer kalde des Sierra Morena (Spanien)». *Senckenbergiane,* t. XXI, núms. 5 y 6, Frankfurt.

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

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA