

**ESTUDIO GEOLOGICO A ESCALA 1:50.000  
(MAGNA), DE LAS HOJAS NUMEROS 919,  
920, 921, 922, 923, 940, 941, 942, 962 Y 963  
(SEVILLA-CORDOBA).**

**MEMORIA DE LA HOJA DE LAS NAVAS DE  
LA CONCEPCION N° 921 (14-37)**

La presente Hoja ha sido realizada por INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y MINERAS, S.A. (INGEMISA) con Normas, Dirección y Supervisión del INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (ITGE), habiendo intervenido:

Cartografía y Memoria:

APALATEGUI ISASA, O. Lic. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)  
CONTRERAS VAZQUEZ, F. Lic. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)  
ROLDAN GARCIA, F.J. Dr. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)

Sedimentología:

ROLDAN GARCIA, F.J. Dr. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)

Petrología Sedimentaria:

MARTIN PENELA, A. Dr. en Ciencias Geológicas (Autónomo)

Petrología Ignea y Metamórfica:

SANCHEZ CARRETERO, R. Lic. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)

Micropaleontología:

SERRANO LOZANO, F. Dr. en Ciencias Geológicas (Univ. Málaga)

Hidrogeología:

ROLDAN GARCIA, F.J. Dr. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)

Recursos Minerales:

CONTRERAS VAZQUEZ, F. Lic. en Ciencias Geológicas (INGEMISA)

Dirección y Supervisión del I.T.G.E.:

GABALDON LOPEZ, V. Dr. en Ciencias Geológicas (ITGE)

### INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Tecnológico GeoMinero de España, existe para su consulta, una documentación complementaria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Album fotográfico.
- Mapa de situación de muestras, columnas y fotografías.
- Columnas estratigráficas.

## INDICE

	<u>Pág.</u>
<b>0.- INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
0.1.- SITUACION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS .....	2
0.2.- ANTECEDENTES .....	3
<b>1.- ESTRATIGRAFIA</b> .....	<b>6</b>
1.1.- PRECAMBRICO .....	9
1.1.1.- Esquistos biotíticos y neises con intercalaciones de anfitolitas (4) (5) .....	9
1.1.2.- Pizarras, esquistos y grauvacas (Serie Negra) (6) .....	11
1.1.3.- Pizarras y areniscas con intercalaciones de conglomerados (Serie Negra) (27) (28) .....	12
1.1.4.- Serie volcanosedimentaria andesítica con intercalaciones de volcanitas ácidas y areniscas (F. Malcocinado) (7) (8) (9) .....	14
1.1.5.- Pizarras y togas, con intercalaciones de metasedimentos conglomerados, epiclásticos y metavolcanitas básicas (F. Malcocinado) (29) (30) (31) (32) (33) .....	16
1.2.- CAMBRICO .....	19
1.2.1.- Arcosas y pizarras, arcosas con niveles de conglomerados, pizarras y arcosas con niveles de volcanitas (F. Torreár- boles) (10) (11) (12) (13) (14) .....	19
1.2.2.- Pizarras, areniscas y calizas, pizarras y areniscas, calizas (Formación detrítico-carbonatada) (15) (16) (17) .....	23
1.2.3.- Pizarras y arenitas con niveles de volcanitas, calizas, are- niscas, tobas, y volcanitas ácidas (18) (19) (20) (21) (22) y (23) .....	27
1.2.4.- Pizarras y filitas con intercalaciones de areniscas (F. Azuaga) (24) (25) .....	30
1.2.5.- Micaesquistos (26) .....	31
1.3.- DEVONICO .....	31
1.3.1.- Calizas con crinoides (35) .....	31
1.4.- NEOGENO (MIOCENO) .....	32
1.4.1.- Gravas, arenas y limos rojos (35) .....	32
1.4.2.- Calcarenitas, arenas y conglomerados (49) .....	33
1.5.- CUATERNARIO .....	34
1.5.1.- Gravas, arenas y limos .....	34

	<b><u>Pág.</u></b>
<b>2.- TECTONICA</b> .....	35
2.1.- OROGENIA PRECAMBRICA .....	36
2.2.- OROGENIA HERCINICA .....	38
2.3.- OROGENIA ALPINA .....	42
<b>3.- PETROLOGIA</b> .....	44
3.1.- ORTONEIS .....	45
3.2.- DIQUES DE DIABASAS .....	46
3.3.- DIQUES DE CUARZO .....	47
<b>4.- HISTORIA GEOLOGICA</b> .....	48
4.1.- CICLO PRECAMBRICO .....	50
4.2.- CICLO HERCINICO .....	52
4.2.1.- Paleozoico Inferior y Medio .....	53
4.2.2.- Materiales del Grupo de Sierra Albarrana .....	54
4.2.3.- Materiales carboníferos pérmicos .....	56
4.3.- CICLO ALPINO .....	59
<b>5.- GEOLOGIA ECONOMICA</b> .....	62
5.1.- HIDROGEOLOGIA .....	62
5.1.1.- Climatología .....	62
5.1.2.- Hidrología Superficial .....	63
5.1.3.- Características Hidrogeológicas .....	63
5.1.3.1.- Unidad detrítico-carbonatada del Cámbrico .....	64
5.1.3.2.- Unidad del Mioceno .....	65
5.1.3.3.- Unidad detrítica del Cuaternario .....	65
5.2.- RECURSOS MINERALES .....	66
5.2.1.- Minerales metálicos .....	66
5.2.2.- Rocas Industriales .....	67
<b>6.- BIBLIOGRAFIA</b> .....	68

**0.- INTRODUCCION**

## **0.- INTRODUCCION**

### **0.1.- SITUACION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS**

La Hoja de Las Navas de la Concepción se ubica en el borde meridional de Sierra Morena, en su zona de unión o entronque con la Depresión del Guadalquivir.

Administrativamente, pertenece a las provincias de Córdoba y Sevilla; los núcleos de población más importantes son Las Navas de la Concepción y Hornachuelos.

El relieve es muy quebrado, si bien la diferencia de cotas entre los puntos extremos no sobrepasa los 600 m. La orografía está controlada fundamentalmente por la litología de los materiales, dando lugar a la formación de pequeñas sierras paralelas a las directrices o rumbo de las capas, como son la Sierra del Lorito, La Loma del Tabaco, Las Cumbres de las Escobas, etc.

La red fluvial, está muy desarrollada debido a la impermeabilidad de los materiales; el encajamiento que se observa en la red actual, está provocado por el descenso del nivel de base de los ríos.

Todos los ríos de la zona, drenan sus aguas al Guadalquivir, siendo los más importantes el Bembézar y el Retortillo; existen dos embalses en estos dos ríos dentro de la Hoja, uno en el primero (Embalse del Bembézar) y otro en el segundo (Embalse de El Retortillo).

Las vías de comunicación son escasas y deficientes; entre ellas están la carretera de Peñaflor–Puebla de los Infantes–Las Navas de la Concepción y la de Hornachuelos–San Calixto–Las Navas de la Concepción. Debido al mallado de las fincas, se han perdido la casi totalidad de las vías pecuarias, así como las reredas de carne, siendo difícil transitar fuera de las carreteras antes mencionadas.

## **0.2.- ANTECEDENTES**

Son escasos los trabajos geológicos realizados en el área que cubre el Proyecto, y no hay ninguno que incida de forma general sobre él, a excepción de la Hoja geológica realizadas por la Junta de Andalucía.

En lo referente al zócalo Paleozoico y Precámbrico, hay algunos trabajos que indiquen en su problemática geológica; en 1971 CAPDEVILLA, R. et al., plantean un esquema geológico global sobre la ZOM (Zona de Ossa–Morena), seguido posteriormente por PARGA, R. y VEGAS, R. (1972) en el que a grandes rasgos se siguen los esquemas apuntados por LOTZE, E. (1945) para el conjunto de la Península Ibérica.

También en el año 1971 DELGADO QUESADA, M. plantea un esquema global para la ZOM, en el que se aportan argumentos sobre la existencia de una orogenia finiprecámbrica, resucitando así las ideas originales de MACPHERSON (1879).

En la década de los 70 se realizan diversos trabajos de licenciatura y doctorado en la ZOM en los que por regla general se tiende a magnificar los efectos de la orogenia u orogenias precámbricas. Algunos de los trabajos de esta época inciden de forma directa en el área de estudio, como son los de LIÑAN, E. (1976) que ponen en evidencia la originalidad de las faunas paleozoicas de la ZOM.

En el año 1977 DELGADO QUESADA, M. et al. plantean un esquema de división en dominios de la ZOM, cuyos resultados más relevantes son: a) Se evidencia la existencia de una orogenia finiprecámbrica, a la cual se asocia una serie de procesos ígneos metamórficos y deformacionales, y, b) Evidencia de una Orogenia Hercínica en la que se relacionan procesos similares a la anterior.

Estas conclusiones han quedado plasmadas en las distintas hojas del Plan MAGNA y en algunos trabajos, entre los que caben destacar, la división en grupos de rocas propuestas para la ZOM por APALATEGUI, O. et al. (1983), el Mapa Geológico-Minero de Extremadura QUESADA, C. et al. (1987) y la tesis doctoral de EGUILUZ, L. (1988).

Otros trabajos realizados en esta época y que inciden en el área de trabajo son los de ROBARDET, M. (1986), ROCHEBOEUF, et al. (1986), sobre las sucesiones paleozoicas de la ZOM y en concreto del sinclinal del Cerrón del Hornillo.

En cuanto a trabajos bibliográficos previos existentes sobre el Neógeno y Cuaternario de la Hoja, sólo se dispone del Plano y Memoria de la antigua Hoja geológica editada por el IGME. Los nuevos datos existentes en el marco de la Depresión del Guadalquivir, determinan una remodelada y actualizada geología de las formaciones



aflorantes, determinada en base a la toma de datos de campo, y a la recopilación y reinterpretación de datos sobre columnas de sondeos para la captación de agua subterránea y de la sísmica existente en áreas limítrofes.

**1.- ESTRATIGRAFIA**

## **1.- ESTRATIGRAFIA**

Los materiales aflorantes en el área de estudio, son por una parte rocas metamórficas e ígneas de edad Precámbrico–Paleozoico y por otra rocas sedimentarias de edad Neógeno; además existen amplios depósitos de materiales cuaternarios en relación con la red fluvial actual.

Las rocas ígneas y metamórficas se integran en la Zona de Ossa Morena (ZOM) denominada por LOTZE, F. (1945) y más concretamente en los Dominios de Sierra Albarrana y Zafra–Alanís–Córdoba (DELGADO QUESADA, M. et al. 1976).

La revisión de la idea de los dominios geológicos en la ZOM fue acometida por APALATEGUI, O. et al., al comprobar que idénticos materiales o grupos de materiales estaban representados en distintos dominios, si bien la evolución dinamo térmica que presentan puede ser diferente.

Dichos autores sugirieron que todos los materiales de la ZOM se pueden integrar en dos grandes grupos o supergrupos de rocas, caracterizadas por la asociación de formaciones litológicas, que siempre aparecen relacionados en el campo y entre los cuales se suelen dar tránsitos graduales, y denominaron:

Grupo de Córdoba – Fuente Obejuna

Grupo de Sierra Albarrana

Las formaciones que integran el primer grupo son, de techo a muro, las siguientes:

Formación detrítica

Formaciones carbonatadas y detríticas

Formación detrítica (Torreárboles)

Formación volcánica (Malcocinado)

Serie Negra

Neises de Azuaga

El segundo grupo (grupo de Sierra Albarrana) queda perfectamente definido en Sierra Albarrana, y está formado por:

– Cuarzitas de Sierra Albarrana

– Micaesquistos de la Albariza

– Filitas con pasadas arenosas (Formación de Azuaga).

Según dichos autores los materiales del segundo grupo son posiblemente de edad Cámbrico medio–Ordovícico inferior, y se situarían sobre los del anterior grupo.

Paralelamente a este trabajo, y debido al mejor conocimiento estructural de la ZOM, empezó a ponerse de manifiesto una estructura tangencial de gran

envergadura con el desarrollo de pliegues tumbados, mantos y cabalgamientos de gran amplitud. Debido a ello, se planteó una división en Unidades tectónicas, entendiendo como tal una porción de la corteza con una estratigrafía y estructura determinada que presentaba problemas de conxión con las rocas de su entorno. Sin lugar a dudas se ha abusado de este criterio, y el resultado es una proliferación de unidades que no tienen razón de ser.

Una vez finalizados los trabajos de cartografía a escala 1:50.000 en la ZOM, y acometidos ciertos trabajos de síntesis, se puede plantear una secuencia estratigráfica única muy próxima a la anteriormente referida, si bien conviene diferenciar entre las secuencias que afloran a uno y otro flanco del anticlinorio Olivenza-Monesterio, el cual se bislumbra como un límite paleogeográfico de entidad dentro de la ZOM, en el tránsito precámbrico-cámbrico.

En el presente trabajo se mantiene además el término de Unidad Loma del Aire, caracterizada por una secuencia de materiales más propios del flanco sur del anticlinorio Olivenza-Monesterio, que aflora sin embargo en el flanco norte.

Las descripciones estratigráficas, se harán en orden cronológico de más antiguo a más moderno, y se prestará atención especial a las diferencias observables para una misma formación de las distintas unidades mencionadas.

## **1.1.- PRECAMBRICO**

### **1.1.1.- Esquistos biotíticos y neises con intercalaciones de anfibolitas (4) y (5)**

Se incluyen en este apartado a un conjunto de materiales metamórficos que afloran en una banda de unos 2 km de anchura, que se extiende por la esquina suroeste de la Hoja.

El término más común es el de esquisto y/o cuarzoesquisto biotítico; se trata de una roca esquistosa, oscura, en ocasiones laminada de grano fino formada por cuarzo, plagioclasa y biotita como componentes principales; la moscovita, tremolita, grafito, circón, opacos, etc.; son los accesorios más comunes. Los filosilicatos son sinmetamórficos y se debe de destacar el carácter de la biotita, cuya blastesis y pleocroísmo aumenta paralelamente con el metamorfismo.

Los afloramientos neísicos están formados principalmente por neises plagioclásico-biotíticos que evolucionan a paraneises biotíticos, a veces con gran cantidad de grafito y con lentejones o finos niveles de cuarcitas negras y jaspilitas. Estas rocas proceden, en su mayor parte, de una serie volcanosedimentaria ácida. Algunas muestras conservan aún texturas originales de rocas volcánicas, siendo clasificadas como metavolcanitas ácidas de composición riolítico-dacítica. Al microscopio, están compuestas principalmente por cuarzo, feldespatos (sobre todo plagioclasa, pero también feldespato potásico) y biotita; según las muestras, también pueden ser componentes principales grafito, clorita, moscovita y opacos. Entre los minerales accesorios destacan apatito, opacos, epidota, esfena, circón y en ocasiones feldespato potásico. Se observan dos fases de deformación: una primera que produce una esquistosidad sinmetamórfica de grado medio a bajo, y otra esquistosidad posterior de crenulación que a veces da lugar a la formación y recristalización de minerales micáceos, cuarzo y óxidos.

Las anfibolitas muestran texturas granonematoblásticas a veces con tendencia blastoporfídica o blastogranular. En el estudio al microscopio, presentan como minerales principales: plagioclasa, anfíbol verde (hornblenda-actinolita), y en ocasiones diópsido, opacos, epidota, clorita, actinolita. Como accesorios destacan apatito, epidota, biotita y a veces diópsido; y como secundarios calcita, óxidos, sericita y prehnita, clorita, epidota y feldespato potásico.

Las muestras son clasificadas como anfibolitas con hornblenda y diópsido, metagabros anfibólicos, y a veces epidotitas con anfíbol.

Estos materiales podrían representar a la parte baja de la Hoja de la Serie Negra, o a los neises de Azuaga.

### **1.1.2.- Pizarras, esquistos y grauvacas (Serie Negra) (6)**

En la Unidad del Flanco Norte, los materiales precámbricos imputables a la Serie Negra afloran en las proximidades del Embalse del Retortillo, a favor de una estructura anticlinal que se sigue desde el cerro de la Presidenta por el oeste, hasta el Puente de Algeciras al este.

La estructura que cierra perianticlinalmente hacia el ONO, muestra los términos inferiores de esta sucesión hacia el ESE, hacia la cerrada del Embalse del Retortillo.

Los términos más bajos reconocidos en este afloramiento, son esquistos y cuarzoesquistos grafitosos de grano fino o muy fino; los términos superiores son una alternancia de pizarras y grauvacas en bancos centimétricos o decimétricos con estructuras sedimentarias de ordenamiento interno, como estratificación cruzada y granoselección; en el muro de algunas capas se observan estructuras de impacto o arrastre como "groove cast" o "chevron cast".

Al microscopio los niveles esquistosos inferiores, presentan textura lepidoblástica y/o granolepidoblástica, y están formados por cuarzo, moscovita, clorita, grafito y accesorios; la roca está formada en un 80-90% por micas de grano muy fino, apenas perceptibles al microscopio, y el color oscuro de la misma se debe a la abundancia de grafito.

Los términos pizarrosos y grauváquicos superiores son, al microscopio, similares al conjunto de rocas imputables a esta sucesión. Los términos grauváquicos presentan texturas clásticas esquistosas y están formados por clastos monominerálicos

de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico, y fragmentos de rocas fundamentalmente de naturaleza ígnea y volcánica.

Las pizarras presentan texturas clásticas esquistas con abundantes micas, que proceden de un sedimento detrítico de grano fino arcilloso o limo-arcilloso.

**1.1.3.- Pizarras y areniscas con intercalaciones de conglomerados (Serie Negra) (27) (28)**

En la Unidad de Loma del Aire, los materiales imputables a la Serie Negra están representados por una sucesión de pizarras y grauvacas, con abundantes intercalaciones de conglomerados, y otras esporádicas de material volcánico.

Esta sucesión aflora en la mitad oriental de la Hoja, donde describe una serie de repliegues, observables en el corte del río Bembézar, aguas abajo de la presa del mismo nombre.

La sucesión, muy monótona, la compone una alternancia métrica-decamétrica de pizarras marrones con grauvacas (en ocasiones microconglomeráticas), que intercala, en diversas posiciones de la serie, niveles de conglomerados, en ocasiones muy potentes.

Las pizarras, son de color marrón o crema, satinadas, a veces algo arenosas, laminadas, con textura clástica, compuestas por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, minerales micáceos (clorita y sericita) y accesorios (circón, turmalina, opacos, etc.).

En los niveles laminados, se observan en los lechos arenosos estructuras de ordenamiento interno, como laminación cruzada de bajo ángulo y granoselección.



Los conglomerados, aparecen como masas irregulares de bastante continuidad, intercalados entre el resto de los materiales clásticos de la sucesión; se disponen en bancos métricos (1 a 5 m) y son especialmente abundantes a techo de la misma. Muy espectaculares son los afloramientos próximos a la Casa del Rincón, donde los conglomerados adquieren gran extensión, al describir un cierre sinclinal que cabecea al ONO.

Los cantos son en ocasiones monominerálicos (cuarzo y feldespatos), y otras veces fragmentos de rocas de diversa composición, entre los que destacan los procedentes de rocas granudas (granodioritas-tonalitas) de rocas volcánicas (andesitas), de metavolcanitas ácidas, pizarras y posibles cuarcitas.

La matriz es de naturaleza pizarrosa grauváquica, similar a la descrita en los apartados anteriores.

El material volcánico reconocido en esta sucesión es fundamentalmente de naturaleza andesítica o cuarzoandesítica, y se trata de posibles coladas de pequeño espesor y escasa continuidad lateral, como la reconocida al sur de las Casas del Rincón, a lo largo del Arroyo de Guazulema.

Por su posición, inmediatamente debajo de una serie volcanoclástica, estos materiales habría que correlacionarlos con la parte más alta de la Serie Negra (Sucesión Tentudía), si bien aquí la sucesión es más grosera y más abundantes los niveles conglomeráticos, que en el sitio donde fue definida. Materiales parecidos en la ZOM, que ocupan una posición similar, aparecen al norte de Llerena donde estos niveles conglomeráticos fueron denominados por CHACON, J. (1979) "Conglomerados de Cordiales".

El espesor de los materiales aflorantes de esta sucesión es de unos 500 m, si bien su espesor debe ser mayor, ya que no aflora el muro de la misma.

**1.1.4.- Serie volcanosedimentaria andesítica con intercalaciones de volcanitas ácidas y areniscas (F. Malcocinado) (7) (8) (9)**

Se incluye en este apartado un conjunto de materiales volcánicos y/o volcanoclásticos, junto a otros metasedimentarios, que reposan sobre los materiales anteriormente descritos, y que afloran en varias bandas según las directrices regionales.

En la banda septentrional esta formación volcanoderivada está representada fundamentalmente por volcanitas básicas con algunas intercalaciones de volcanitas ácidas, así como tobas y conglomerados volcanoclásticos, que configura un afloramiento de 1 a 1,5 km de anchura que se sigue desde la Loma del Gitano hacia el Embalse del Bembézar. El afloramiento está limitado al norte por una falla paralela al rumbo de las capas; el límite meridional está también mecanizado.

La sucesión se compone fundamentalmente de material volcánico y/o volcanoclástico básico y/o intermedio, si bien se reconocen algunas pasadas de volcanitas ácidas de cierta importancia, muy bien representadas en las proximidades del Embalse del Bembézar. También se han reconocido algunas intercalaciones de tobas gruesas así como de material detrítico poco evolucionado (epiclásticas).

Las rocas volcánicas son rocas más o menos masivas, de color verde oscuro ceniza, o incluso morado, en las que destacan a simple vista algunos microfenocristales de plagioclasa de color claro. Al microscopio presentan texturas porfídicas, con matriz microlítica, en ocasiones algo fluidal; están compuestas por fenocristales de plagioclasa en individuos aislados o en agregados de varios cristales, y por posibles anfíboles totalmente alterados a clorita y/o actinolita, inmersos en una matriz microlítica reorientada.

Las rocas tobáceas presentan en el campo un aspecto similar a las anteriores, si bien muestran mejor los efectos de la deformación penetrativa; al

microscopio la roca la forma porfidoclastos de feldespato (plagioclasa), cuarzo, fragmentos volcánicos muy finos (criptocristalinos) y material sericítico también de grano muy fino.

Las rocas detríticas epiclásticas, aparecen en la mitad occidental del afloramiento, entre el Cerro del Medrano y el borde de la Hoja; se trata de intercalaciones decamétricas de una roca rosácea de grano fino, masiva, de aspecto compacto, muy oxidada y gossanizada en ocasiones. Al microscopio se observa una roca detrítica formada por clastos de plagioclasa y fragmentos líticos de rocas andesíticas.

Un afloramiento independiente de metavolcanitas básicas y brechas volcánicas que afloran al SE del Cortijo de Santa María, en el núcleo de una estructura anticlinal por debajo de la F. Torreárboles.

Al sur de Las Navas de la Concepción, esta formación está representada por una monótona sucesión volcánica y/o volcanoclástica, que aflora a favor de una amplia estructura anticlinal localizada en el borde suroccidental de la Hoja.

Los materiales que la componen son muy homogéneos, no presentan estructuras primarias claras, y es difícil establecer la geometría interna de la masa de metavolcanitas; su expresión cartográfica indica un aumento de espesor de esta formación hacia el oeste, que se justificaría en base a la discordancia asintica.

Los términos volcánicos de esta sucesión son de naturaleza andesítica o traquiandesítica formada por microlitos de plagioclasa según una textura fluidal de tipo traquítico.

Los términos volcanoclásticos (cineríticos) son de grano fino (tamaño limo), formados por clastos de cuarzo, feldespatos y mica, en una matriz abundante (>70% de la roca) fundamentalmente micácea y débilmente recrystalizada.

En la banda más meridional, estos materiales están representados en un afloramiento con forma de cuña, limitado por fracturas, formado por metavolcanitas (tobas), de grano medio a grueso, con algunas intercalaciones de niveles más finos (sericíticos).

Al microscopio las tobas presentan textura clástica o porfiroclástica esquistosa, y están formadas por fragmentos de rocas volcánicas y clastos de feldespatos en una matriz de la misma naturaleza.

**1.1.5.- Pizarras y tobas, con intercalaciones de metasedimentos conglomerados, epiclásticos y metavolcanitas básicas (F. Malcocinado) (29) (30) (31) (32) (33)**

En la Unidad Loma del Aire, la Formación Malcocinado está representada por una sucesión de tobas y metasedimentos con algunas intercalaciones subordinadas de material lávico ácido y básico.

Estos materiales afloran en una amplia banda de unos 4 km de anchura, que se extiende desde el borde noroccidental de la Hoja hasta las proximidades del Embalse del Bembézar. Todo el afloramiento está surcado por fallas subparalelas al rumbo de las capas que impiden determinar con precisión la estratigrafía y espesor de esta formación.

Los tramos basales de esta formación son un conjunto de 0-100 m de espesor, en el que alternan pizarras y metarenitas, no siempre presentes, que sirven de límite con la formación inferior de metagrauvascas, pizarras y conglomerados.

El grueso de la formación lo constituye un conjunto volcano-sedimentario, en el que se han diferenciado los niveles más significativos de pizarras y/o metacineritas, así como los niveles volcánicos y conglomeráticos; el resto lo integran

indistintamente tobas y metarenitas así como algunas intercalaciones de poco espesor y continuidad de pizarras y/o metacineritas.

Como ya se ha indicado, los términos basales de esta Formación son metadetríticos procedentes de sedimentos de grano fino a medio (limos y arenas), compuestos fundamentalmente por cuarzo y feldespato (plagioclasa fundamentalmente), en una matriz cuarzomicaécea (clorita + moscovita) recristalizada y orientada.

Los términos volcánicos de esta sucesión, están representados en la mayoría por metavolcanitas básicas-intermedias (andesitas) y en mucha menor proporción por metavolcanitas ácidas (dacitas).

Las andesitas presentan texturas porfídicas y están formadas por fenocristales de plagioclasa, epidota, cuarzo, clorita y opacos. En general todas las muestras presentan una notable alteración, que dificulta el reconocimiento de los minerales primarios.

Las volcanitas ácidas son muy poco abundantes, y sólo se ha reconocido un lentejón, al oeste del Cortijo de la Umbría de la Virgen, de escaso espesor (10–15 m) y continuidad lateral (aproximadamente 100 m). En afloramiento es una roca masiva, esquistosa, de color claro, muy fracturada y tectonizada; al microscopio presenta textura porfiroblástica esquistosa, y está formada por porfirocristales de cuarzo (con golfos de corrosión) y plagioclasa, en una matriz cuarzo–micácea (moscovita–clorita).

La gran mayoría de los materiales de la formación Loma del Aire son de naturaleza grauváquica, o grauváquica–arcósica y en algunas de las muestras se reconoce su carácter epiclástico. Al microscopio son rocas de textura porfiroclástica esquistosa, formadas por cuarzo y plagiocla en una matriz micácea recristalizada. Los tramos más finos de esta Formación son clasificados como esquistos micáceos o esquistos filíticos porfiroclásticos.

Dentro de esta sucesión, se han diferenciado en cartografía unos niveles conglomeráticos formados por clastos de rocas volcánicas granudas, angulosos y de distribución irregular, que proceden de la denudación de las rocas volcánicas adyacentes.

Los tramos tobáceos proceden de rocas volcanoclásticas, formados por fragmentos monominerales de cuarzo, plagioclasa y fragmentos de rocas volcánicas de composición y textura variada, todo ello en una matriz micácea recristalizada y orientada.

Los materiales del techo de esta sucesión son de carácter volcánico, fundamentalmente andesítico que, como ya indicamos, afloran en un núcleo de un anticlinal, por debajo de las arcosas de la F. Torreárboles, actualmente desconectados del resto de los materiales descritos.

La asignación de esta sucesión al Precámbrico Superior, y su correlación con la Formación Malcocinado, ha sido mantenida en base al carácter volcanosedimentario de ambas (APALATEGUI, O. et al. 1983); el trabajo realizado aporta nuevos argumentos que confirman esta suposición, al situarse dicha formación sobre una sucesión de pizarras y grauvacas con niveles de conglomerados, similar a la parte alta de la F. Tentudía.

A escala regional, este volcanismo se interpreta como de tipo sinorogénico, ligado a un margen activo de tipo andino o de arco isla de edad Precámbrico Superior; el carácter calcoalcalino de la Formación (SANCHEZ CARRETERO, et al. 1988) y sus relaciones espacio-temporales con los materiales precámbricos y paleozoicos así lo sugiere.

La edad de la Formación Malcocinado, por criterios estratigráficos, estaría comprendida entre el Rifeense superior (edad de la Serie Negra infrayacente) y el Vendiense (edad de la F. Torreárboles que la recubre discordantemente). La única

evidencia paleontológica se debe a LIÑAN, et al. (1981), que citan estromatolitos, oncolitos, algas cianofíceas y problemática, cerca de Córdoba (Hoja de Villaviciosa de Córdoba), de posible edad Rifeense superior.

## **1.2.- CAMBRICO**

### **1.2.1.- Arcosas y pizarras, arcosas con niveles de conglomerados, pizarras y arcosas con niveles de volcanitas (F. Torreárboles) (10) (11) (12) (13) (14)**

El ciclo hercínico se inicia en la ZOM con una transgresión generalizada de edad Vendense–Ovetense, materializada por los depósitos arenosos, limosos y conglomeráticos de la Formación Torreárboles.

En el área de estudio estos materiales tienen representación muy desigual, y muestran también distintas relaciones con su substrato precámbrico. Al sur de Las Navas de la Concepción esta Formación se presenta muy desarrollada, pudiéndose diferenciar dos miembros dentro de ella, en otros puntos dentro de la Hoja, esta diferenciación no se puede mantener.

En el borde oriental de la Hoja al oeste del Embalse del Bembézar, la secuencia que se observa es la de una alternancia de arcosas blancas y moradas en bancos de escaso espesor, con intercalaciones algo menos potentes de pizarras arcillosas y limosas de color violáceo.

Se ha levantado una columna de detalle de esta formación a lo largo de la carretera que une Posadas con el Embalse del Bembézar; la secuencia con varios ciclos grandecrecientes lo constituye, en conjunto, una alternancia decimétrica–métrica de niveles de arcosas blanca o rojiza y pizarras limosas moscovíticas de color violáceo.

Los niveles arcócos (en ocasiones grauváquicos) de espesor métrico, aparecen en distintos niveles dentro de la serie, preferentemente en la base y marcan el inicio de ciclos menores. Los niveles pizarrosos afloran también en toda la formación, sin embargo son más abundantes y potentes a techo de la misma.

Sólo se han muestreado para su estudio microscópico los niveles arcócos, los cuales proceden de un sedimento arenoso formado por cuarzo y feldespato (plagioclasa) y escasa matriz micácea.

Al sureste del Cortijo de Santa María, los materiales de la Formación Torreárboles, están representados por una débil sucesión arcósica, que describen una estructura perianticlinal que cierra hacia el oeste.

La sucesión está muy mal expuesta en todo el afloramiento, salvo los términos más altos de la misma, que son cortados en la carretera de Hornachuelos a San Calixto a la altura de la Casa del Rincón. Los términos basales, son arcosas masivas blancas, en bancos de potencia métrica o decimétrica, que intercalan niveles pizarrosos subordinados. Al parecer, de forma bastante brusca se pasa a los términos más altos de la sucesión, compuesta por una alternancia de pizarras limosas y arenas finas en bancos de potencia decimétrica; en estos últimos bancos arenosos se reconocen estratificaciones cruzadas de bajo ángulo.

La potencia de la Formación Torreárboles en este punto, es escasa, de 30 a 60 m.

Al sur de Las Navas de la Concepción, es donde mejor está representada la Formación Torreárboles; se distinguen dos miembros, uno inferior de arcosas y pizarras y otro superior de pizarras y metarenitas.



El miembro inferior aflora, en el área del Cerro del Aguila-Cerro de la Víbora; está representado por paquetes de arcosas blancas en bancos decimétricos-métricos masivos hacia la base, que intercalan niveles pizarrosos subordinados. En la base aparece en ocasiones un tramo conglomerático en el que se reconocen cantos de rocas metamórficas e ígneas (granudas y porfídicas) del zócalo prehercínico.

Los bancos de arcosas, muestran ripples con estratificaciones cruzadas la dirección de las crestas es siempre próxima a E-O; también hay granoclasificación.

El espesor de los bancos arcósicos, y el tamaño de los granos, disminuye hacia el techo de este miembro; por el contrario, los niveles pizarrosos aumentan en el mismo sentido, propiciando todo ello un paso gradual al miembro superior.

El miembro superior es también detrítico y lo componen pizarras y metareniscas, La base es una laternacia de pizarras y metarenitas en bancos centimétricos-decimétricos, con alguna intercalación esporádica de arcosas masivas blancas de espesor métrico. Hacia la mitad predominan los niveles pizarrosos sobre los arenosos; el techo es predominantemente pizarroso.

A techo de este miembro, se localizan cerca del Arroyo de Galleguillos, unos 4 km al sureste de Las Navas de la Concepción, unos niveles de rocas básicas porfídicas, que se disponen paralelas a la  $S_0$  que interpretamos como coladas de rocas volcánicas.

El límite superior de esta formación se ha situado en unos niveles de pizarras rizadas con nódulos de carbonatos.

Al microcopio, los niveles conglomeráticos basales aparecen formados por fragmentos de rocas fundamentalmente volcánicas (pórfidos, traquíuticos, etc.), otras

granudas (tonalitas), y metamórficas (cuarcitas y pizarras moscovíticas), junto a clastos de cuarzo, todos ellos inmersos en una matriz sericítica recrystalizada.

Los términos arcóscicos del miembro inferior, presentan texturas clásticas, y están formados por cuarzo, feldespato (básicamente plagioclasa), fragmentos de roca (fundamentalmente volcánica) en una matriz muy escasa, irregular de mica blanca. Los clastos son angulosos y heterométricos, la matriz aparece débilmente recrystalizada.

Los términos arenosos del miembro superior, presentan igual textura y composición que los anteriores, si bien el tamaño de grano es algo inferior.

Los términos pizarrosos del miembro superior, presentan textura clástica, y están formados mayoritariamente por productos micáceos sericíticos, y en menor medida por clastos angulosos de cuarzo y plagioclasa que se concentran en bandas definiendo una  $S_0$ .

Las rocas volcánicas localizadas al techo de este miembro, presentan textura porfídica, y están formadas por fenocristales de plagioclasa idiomorfa y de clinopiroxeno en una matriz formada por plagioclasa (subidiomorfa) y minerales micáceos. El clinopiroxeno en origen augítico, está casi totalmente alterado a tremolita y clorita.

El espesor de la formación Torreárboles al sur de Las Navas de la Concepción es de unos 800–900 m, de los cuales 350 corresponden al primer miembro, y el resto al segundo.

En el borde SO de la Hoja, aflora de nuevo la Formación Torreárboles, y está representada por una monótona sucesión de arcosas de grano fino con intercalaciones de pizarras que ocupan varias bandas limitadas por fracturas, que se acuñan hacia el este. Los tramos inferiores son meta-arcosas de grano fino a medio, que

progresivamente van intercalando pasadas pizarrosas, que se convierten en paquetes pizarrosos a techo. No existen paquetes de conglomerados en este afloramiento, en el que es imposible precisar la potencia de la serie por estar comprendida entre fracturas; pero debe ser superior a 300 m.

**1.2.2.- Pizarras, areniscas y calizas, pizarras y areniscas, calizas (Formación detrítico-carbonatada) (15) (16) (17)**

En el área de estudio existen diversas alineaciones de materiales detrítico-carbonatadas del Cámbrico Inferior, como son la Loma de Los Peñones-Loma del Tabaco, la Cumbre de las Escobas, la alineación Cerro Colorado, la Loma de Sancha, etc.

Existen diferencias muy significativas entre los distintos afloramientos, y aunque en este trabajo se plantean las diferencias más acusadas entre ellos, resta por realizar estudios estratigráficos y bioestratigráficos de detalle en estas formaciones.

En el afloramiento más septentrional, la Formación detrítico carbonatada aparece en una secuencia monoclinial vergente al S, con algún repliegue menor (como el sinclinal del norte de San Calixto), en contacto generalmente mecánico con las formaciones adyacentes.

Se trata de una sucesión de pizarras limolíticas de color amarillento, en ocasiones violáceas, ricas en moscovita, y con esporádicos niveles arenosos intercalados. Entre el material detrítico se intercalan niveles de mármoles, en ocasiones dolomíticos, de color gris o crema, por lo general masivos.

La parte inferior de esta formación la constituyen calizas, en ocasiones oolíticas, que alternan con niveles detríticos de areniscas y lutitas con ripples marks, laminaciones paralelas, pistas y niveles de remoción. Hacia la mitad de este tramo

inferior los niveles detríticos contienen abundantes óxidos de hierro que le confieren un típico color rojo.

La parte superior de esta formación consiste en una alternancia de calizas y/o dolomías con lutitas y areniscas de color violáceo y amarillento. Se caracteriza este tramo por la presencia de nódulos de sílex y por el carácter detrítico de los carbonatos, en los que se reconocen estructuras de tipo laminación cruzada y ripples.

La potencia de la Formación detrítico-carbonatada en este afloramiento no se puede precisar, dado que el techo de la misma está laminado; la potencia de los materiales aflorantes es de unos 500 m.

Otro afloramiento de la Formación detrítico-carbonatada está representado por una serie de alineaciones que se ensanchan hacia el sureste de la Hoja, en las proximidades de Hornachuelos, donde describen una serie de pliegues que provocan la amplitud de su afloramiento.

Es difícil establecer una columna estratigráfica con precisión, la cual sólo es posible reconstruir de forma parcial. Los términos basales se reconocen al este del Cortijo de Santa María: se trata de unas pizarras con nódulos carbonatados (pizarras rizadas), que se superponen en concordancia con la formación inferior de pizarras y areniscas.

Sobre este tramo de unos 20 m aparece una alternancia de pizarras y areniscas de color crema, con intercalaciones carbonatadas que van siendo progresivamente más abundantes y potentes hacia el techo. Este tramo, de unos 300 m de espesor, culmina con unos niveles dolomíticos, en bancos métricos de aspecto masivo de 150-200 m de espesor.

El techo está integrado por una alternancia de pizarras y mármoles con intercalaciones de material volcanoclástico, muy bien representado en el cierre perisinclinal del Cortijo Torralba.

Al norte de Hornachuelos, en la carretera de dicha localidad a S. Calixto, hemos encontrado en esta formación dos yacimientos de arqueociátidos, uno junto al puente de dicha carretera sobre el Arroyo Ribilarga, y el otro un kilómetro al norte de él.

Petrográficamente, los términos más interesantes son los niveles de tobas localizados a techo de la formación, los cuales presentan textura porfiroclástica esquistosa, formada por clastos de plagioclasa mono a policristalinos, inmersos en una matriz abundante rica en productos micáceos muy finos.

Al sur de Las Navas de la Concepción, la Formación detrítico-carbonatada está muy bien representada en las proximidades de dicho pueblo, donde configura un afloramiento amplio y con forma de cuña que se abre hacia el oeste. Los materiales se disponen en el flanco normal de un gran anticlinal roto por una serie de fallas subparalelas al rumbo de las capas; estos mismos materiales se localizan más al sur en una estrecha banda que representa el flanco meridional de dicha estructura anticlinal.

En la mitad del afloramiento, aparece una pequeña cuña de materiales arcósicos de la F. Torreárboles, que lo compartimenta y divide en dos. Se han llevado columnas de detalle a uno y otro lado de dicha cuña arcósica, y se aprecian diferencias, sin que se pueda precisar por el momento si se trata de dos tramos distintos de la misma formación.

La secuencia más completa se reconoce en la Ribera de la Ciudadela, al sur de Las Navas de la Concepción. La formación se inicia por unas pizarras rizadas

muy características (10–20 m de espesor) a las que les sucede una alternancia de pizarras limosas moscovíticas y calizas marmóreas laminadas en bancos métricos (150–180 m). El techo de la sucesión reconocida es una alternancia similar a la anterior en la que los bancos de carbonatos adquieren espesor decamétrico; las calizas son unas veces calizas laminadas grises y otras calizas arenosas con laminaciones cruzadas, otras presentan estructuras de slumping, y otras son calizas brechoides en ocasiones con sulfuros.

El techo de la formación no se conoce, aunque pudiera estar parcialmente representado, al norte de la cuña arcósica a la que se ha hecho mención, por una alternancia de calizas, y pizarras similar a la anteriormente descrita, cuya característica fundamental es que las calizas son muy impuras (margosas o arenosas), y se reconocen facies oolíticas y estromatolíticas.

El estudio petrográfico, tanto de los materiales detríticos como de los carbonatados, muestra una roca muy poco evolucionada, con una recristalización incipiente.

En la base de esta Formación aparecen niveles de rocas volcánicas al sureste de Las Navas de la Concepción, similares en todo a las descritas para el miembro superior de la F. Torreárboles.

No se conoce el techo de la Formación, motivo este por el que es imposible determinar su potencia; el espesor de los materiales aflorantes es de unos 1.200 m.

En el afloramiento más meridional, la Formación detrítico–carbonatada del Cámbrico Inferior está representada por varias alineaciones delgadas de materiales, que afloran en pequeñas bandas limitadas por fracturas.

**1.2.3.- Pizarras y arenitas con niveles de volcanitas, calizas, areniscas, tobas, y volcanitas ácidas (18) (19) (20) (21) (22) y (23)**

Sobre las formaciones detrítico-carbonatadas del Cámbrico Inferior se reconoce a escala regional una formación detrítica que se inicia en ocasiones por unos tramos arenosos más o menos groseros, que dan paso a una monótona sucesión pelítico-arenosa.

Se incluye en este apartado el afloramiento pizarroso del norte de San Calixto (flanqueado por materiales detrítico-carbonatadas del Cámbrico Inferior) y las series pizarrosas del sinclinal del Cortijo de Torralba y otras similares que afloran al norte de la alineación calcárea de la Cumbre de las Escobas.

En el sinclinal del norte de San Calixto, en la base de la formación detrítica se ha reconocido, un nivel arenoso, individualizado en la cartografía, al que llamamos miembro inferior cuarcítico. Lo constituye un conjunto de bancos cuarcíticos de espesor métrico con juntas pizarrosas, en los que se observa un bandeado primario definido por la mayor concentración de melanocratos (turmalina).

Al microscopio presentan textura clástica y están formados por granos de cuarzo, feldespato potásico (abundante) y plagioclasa y escasa matriz; los calastos muestran un manifiesto grado de madurez textural, están en contacto mutuo, y con muy escasos síntomas de deformación. Es difícil establecer ninguna precisión aquí sobre aspectos sedimentológicos de estos materiales, debido a la mala calidad de los afloramientos; a escala regional, se relacionan con el inicio de un periodo transgresivo cuya importancia se discute.

La potencia de este miembro es de unos 6-80 m, y presenta caracteres en todo similares a los de la Sierra de Córdoba, donde fue definido por DELGADO QUESADA, M. (1971) como cuarcitas de Castro y Picón.

La edad del miembro no se puede precisar de forma directa, ya que no contiene restos fósiles; por su posición estratigráfica se le asigna una edad Cámbrico Inferior (Bilbiliense).

Sobre los materiales anteriores reposan unas filitas y metarenitas oscuras moscovíticas que afloran en el sinclinal situado al norte de San Calixto.

En el primero de los afloramientos se observan las relaciones de este miembro con el inferior, en el otro el contacto es mecánico, con las formaciones detrítico-carbonatadas del Cámbrico.

El primer afloramiento tiene una extensión reducida, inferior a 3 km<sup>2</sup>; el segundo, de mayor amplitud, ocupa el borde oriental de la Hoja, tiene una extensión de unos 7 km<sup>2</sup>, y se sigue ampliamente por las Hojas de Santa M<sup>a</sup> de Trassierra y Córdoba.

Es difícil establecer una columna sintética de este miembro, el muro de esta sucesión está formado por pizarras arenosas grises moscovíticas, con intercalaciones arenosas de color claro y de espesor milimétrico a centimétrico; existen algunos niveles arenosos más potentes cuyo espesor alcanza el medio metro.

Al microscopio se trata de una roca clástica pizarrosa, formada por cuarzo, moscovita, clorita, plagioclasa y feldespato potásico, en la que se observa una alternancia composicional determinada por la mayor abundancia de material cuarzo-feldespático en niveles preferentes (S<sub>0</sub>).

En el afloramiento del sinclinal de Casa Torralba, y al norte de la alineación calcárea de la Cumbre de las Escobas, esta sucesión está muy bien expuesta a lo largo del Arroyo Guadalora, donde se ha levantado una columna parcial de la misma. La sucesión es bastante monótona, en la base se reconoce un tramo de unos 60-70 m de pizarras limosas moscovíticas, con intercalaciones arenosas centimétricas. Le



sucede un tramo fundamentalmente pizarroso de 120–130 m de espesor, con intercalaciones muy esporádicas de tobas, volcanitas y metarenitas. Sobre los anteriores, aparece un tramo fundamentalmente arenoso de unos 60–80 m de espesor que ha sido diferenciado en cartografía. La formación culmina con pizarras limosas y areniscas con intercalaciones de tobas y metavolcanitas.

Al microscopio, los niveles pizarrosos presentan texturas clásticas pizarrosas y están compuestos por cuarzo, plagioclasa, minerales micáceos (clorita, moscovita, sericita), y accesorios; en algunas muestras se observa un bandeo composicional marcado por la mayor o menor abundancia de minerales micáceos respecto al cuarzo y la plagioclasa; la recristalización de los filosilicatos es poco acusada.

Los niveles arenosos presentan una composición similar, pero aumenta la proporción del cuarzo y los feldespatos respecto a los minerales micáceos que configuran la matriz, por lo general poco abundante (10–20%). En algunas muestras se observan clastos de rocas volcánicas.

Los niveles de tobas se han localizado en las proximidades de los cortijos de Las Cortinas, La Fuente de la Virgen, y en el de Navaloscorchos; se trata de rocas con texturas porfídicas formadas por fragmentos monominerálicos (plagioclasa) y de rocas volcánicas y/o microgranudas, en una matriz sericítica de grano muy fino débilmente recristalizada.

El único término volcánico reconocido se localiza en el noroeste de Las Navas de la Concepción y se trata de un pequeño lentejón de una roca volcánica andesítica con textura blastoporfídica, formada por cristales idiomorfos de plagioclasa en una matriz micácea recristalizada.

No se conoce el techo de esta formación, el espesor de los materiales aflorantes supera los 850 m.

#### **1.2.4.- Pizarras y filitas con intercalaciones de areniscas (F. Azuaga) (24) (25)**

Se incluye en este apartado, el amplio afloramiento pizarroso del borde norte de la Hoja, definido por DELGADO QUESADA, M. (1971) como pizarras de Azuaga, y atribuido por dicho autor al precámbrico superior.

Estos materiales se han atribuido recientemente por varios autores al paleozoico inferior, APALATEGUI, O. et al. 1983, AZOR (1991), si bien en el presente trabajo se le asigna una edad Precámbrico Superior-Ordovícico debido a que no hay unanimidad entre los autores del trabajo respecto a su edad.

Los materiales aflorantes están constituidos fundamentalmente por pizarras grises moscovíticas con intercalaciones arenosas milimétricas o centimétricas, en las que se reconocen estructuras de ordenamiento interno, como son laminación cruzada, granoselección, ripples y bioturbaciones.

Sobre los anteriores materiales aparece un tramo de pizarras y areniscas, estas últimas de color claro; en él que se reconocen estructuras flaser, granoselección y ripples de oscilación; este tramo respecto al anterior se distingue fundamentalmente por un aumento de los aportes arenosos.

Por encima se reconoce un tramo similar al primero de los descritos, con la salvedad de que contiene una pequeña intercalación de metavolcanitas básicas.

### **1.2.5.- Micaesquistos (26)**

En el afloramiento del borde noreste de la Hoja de Las Navas de la Concepción se han distinguido unos niveles de esquistos moscovíticos que han sido diferenciados en cartografía, y que a nuestro juicio representan una formación independiente a la anterior, correlacionable con los micaesquistos de la Albariza.

Se localiza en el borde norte de la Hoja, en un afloramiento en forma de cuña, laminada por el este, y al parecer en secuencia normal sobre los materiales anteriormente descritos.

Al microscopio, la roca presenta textura lepidoblástica, y está formada por cuarzo, moscovita y feldspatos como componentes principales; las muestras se caracterizan por la ausencia del laminado composicional y por la mayor blastesis de los feldspatos; conviene destacar la abundancia de minerales metamórficos (moscovita, biotita y granate) en estos materiales.

## **1.3.- DEVONICO**

### **1.3.1.- Calizas con crinoides (35)**

Se incluye en este apartado, a un pequeño afloramiento de calizas masivas con crinoides, que aparecen alojadas en una falla de dirección NO-SE en el extremo noroccidental de la Hoja.

Se trata de un afloramiento de reducidas dimensiones, en el que se localizan unas calizas grises masivas, algo fétidas, tectonizadas, y con abundantes segregaciones de calcita; son frecuentes los tallos de crinoides.

#### **1.4.- NEOGENO (MIOCENO)**

La Hoja de Las Navas de la Concepción comprende materiales pertenecientes al Mioceno superior, periodo durante el cual la Cuenca del Guadalquivir se ha comportado como una cuenca de antepaís y ha tenido una evolución diferente durante la Orogenia Alpina.

La descripción estratigráfica de este segmento de cuenca se hará de acuerdo con la distribución en orden de edad de sus depósitos (de más antiguo a más moderno), indicando ordenadamente: distribución de afloramientos, disposición, espesor, litología y edad de los mismos.

Los sedimentos a describir se agrupan en facies litológicas diferentes y se explica brevemente su significado paleoambiental.

##### **1.4.1.- Gravas, arenas y limos rojos (35)**

Afloran ampliamente en las inmediaciones del embalse del Retortillo. Se disponen discordantemente sobre el zócalo de la Meseta.

El espesor es difícil de saber dada la mala calidad de afloramientos, pero se puede indicar que es muy variable porque estos depósitos rellenan relieves preexistentes. En líneas generales puede estar comprendido entre varios metros y varias decenas de ellos.

Litológicamente están formados por un conjunto de gravas, arenas y limos rojizos. Las gravas las forman por lo general cantos extremadamente redondeados de cuarcitas, en ocasiones se observan clastos de rocas ígneas, metamórficas y calizas cámbricas. Los niveles de arenas y limos rojos se hacen dominantes hacia la Cuenca del

Guadalquivir, mientras que en las zonas de la Meseta, representan la matriz que soporta los cantos.

La edad de estos materiales no se sabe con precisión puesto que no contienen elementos micropaleontológicos de datación fiable, pero por correlación y posición estratigráfica con sedimentos similares, puede decirse que deben de corresponder al Messiniense.

Estos depósitos representan las facies continentales o mixtas del borde norte de la Cuenca del Guadalquivir. Aunque la secuencia no se observa con detalle en los afloramientos de la Hoja, en la vecina Hoja de Santa M<sup>a</sup> de Trassierra, se han interpretado como sedimentos pertenecientes a un sistema fluvial dentro de un ambiente deltaico. Dada la morfología de los afloramientos dentro de esta Hoja, habría que pensar en un sistema de abanicos aluviales adosados al borde norte de la cuenca.

#### **1.4.2.- Calcarenitas, arenas y conglomerados (49)**

Sus afloramientos más representativos están situados al N y NO de Hornachuelos. También hay afloramientos aislados cote los conglomerados, anteriormente mencionados, en las inmediaciones del embalse del Retortillo.

Se disponen discordantemente sobre zócalo Paleozoico y/o Precámbrico. Hacia la base presentan un conglomerado poligénico de características similares a las reseñadas en el epígrafe anterior, con la diferencia que la matriz del mismo es de arenas y limos amarillos con fauna de lamelibranquios.

La morfología de estos materiales a escala de afloramientos es tabular, con ligera tendencia cuneiforme a mayor escala. Las estructuras de ordenamiento interno son difíciles de apreciar, pero se suelen identificar estratificaciones cruzadas en artesa de gran escala, algunas de ellas deformadas por una tectónica sinsedimentaria asociada.

El espesor es variable, pasa de ser de métrico a decamétrico en la vecina Hoja de Palma del Río.

Litológicamente de visu estos materiales están constituidos por calcarenitas y conglomerados. Desde el punto de vista de la petrología sedimentaria, las calcarenitas tienen más del 25–30% de terrígenos (cuarzo más fragmentos de rocas), clastos de glauconita en proporción inferior al 2% y el resto bioclastos de briozoos, equínidos, lamelibranquios, algas rojas, etc., así como abundantes foraminíferos bentónicos y escasos planctónicos.

La edad de estos depósitos se ha determinado por la posición estratigráfica que ocupan, puesto que los elementos faunísticos que los componen, no permiten precisiones cronológicas. Así pues, en la Hoja de Palma del Río se ha podido datar el Messiniense en las margas que se sitúan inmediatamente encima de las calcarenitas.

## **1.5.- CUATERNARIO**

### **1.5.1.- Gravas, arenas y limos**

Se incluye en este apartado, al conjunto de depósitos ligados al funcionamiento de la red fluvial actual. Los mayores depósitos se encuentran en el cauce actual del río Bembézar, donde se reconocen depósitos de gravas, arenas y limos.

2.- TECTONICA

## **2.- TECTONICA**

La zona en cuestión ha sufrido los efectos de una o varias etapas orogénicas, una de edad precámbrica, que afecta exclusivamente a los materiales de dicha edad, otra hercínica que afecta a los materiales precámbricos y paleozoicos, y la última en relación con la Orogenia Alpina, que afecta fundamentalmente a los materiales neógenos.

### **2.1.- OROGENIA PRECAMBRICA**

A escala regional la orogenia finiprecámbrica queda definida por una serie de procesos ígneos-metamórficos y deformacionales. Estos procesos están patentes en el Anticlinorio Olivenza-Monesterio, y en el borde sur de la Zona Centro-Ibérica (ZCI) Dominio Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina.



Desde el punto de vista deformacional, la orogenia finiprecámbrica queda contrastada en la zona que nos ocupa por la existencia de un conglomerado con cantos estructurados de materiales precámbricos en la base de la Formación Torreárboles.

Otro argumento en favor de una orogenia finiprecámbrica, es la existencia de un volcanismo calcoalcalino de tipo andino de edad Precámbrico Superior (F. Malcocinado), que se supone relacionado con un margen activo o arco isla de dicha edad.

La presencia de niveles de grauvacas y, conglomerados de edad Rifeense-Vendiense en la Unidad Loma del Aire, muy bien pudiera representar un depósito sinorogénico asintico de tipo flysch, similar a lo que representan los depósitos del Culm respecto a la Orogenia Hercínica.

La casi totalidad de las superficies penetrativas más patentes reconocidas en los materiales precámbricos se supone que son de edad Hercínica. Esta edad es congruente con la observada en los materiales paleozoicos suprayacentes, y afecta tanto a unos como a otros materiales. Sólo en el caso de las sucesiones neísicas del borde sur de la Hoja, cabe la posibilidad de plantearse que la esquistosidad y el metamorfismo asociado sean de edad precámbrica; y ello debido al contraste en el grado de evolución tectonometamórfica con los materiales adyacentes. No obstante este tema es indemostrable en base a los datos petrográficos y cartográficos, ya que el contacto que se observa es de tipo mecánico.

En definitiva, existen argumentos de tipo petrológico, estructural, sedimentológico, químicos, etc., que abogan por la existencia de una orogenia finiprecámbrica; sin embargo la estructuración asociada a dicha cadena, no parece muy acusada, y sus directrices deberían ser más o menos paralelas a las hercínicas.

## **2.2.- OROGENIA HERCINICA**

La estructuración que se observa actualmente en los materiales paleozoicos y precámbricos es fundamentalmente hercínica. Se caracteriza por una serie de procesos tectonometamórficos, que se analizarán a continuación, de acuerdo con varias fases de deformación.

### **Fase I**

La primera fase de deformación, crea pliegues de dirección N 120°-140°E, de geometría variable (predominan los tipos 1c de Ramsay), de ejes próximos generalmente a la horizontal, y a los que se asocia la esquistosidad más patente visible en el campo.

La disposición de la primera esquistosidad es por lo general subvertical o vergente al sur; no obstante, en la Unidad de Loma del Aire esta esquistosidad adopta en numerosas ocasiones disposiciones contrarias debido al efecto de otras fases posteriores.

Al microscopio, se manifiesta por la disposición lepidoblástica o granolepidoblástica de los componentes minerales, fundamentalmente de los filosilicatos.

La mayoría de las estructuras cartográficas de plegamiento son imputables a esta fase, siendo las más importantes las siguientes: a) Sinclinal norte de San Calixto, b) Sinclinorio de la formación volcanosedimentaria al sur del Embalse del Bembézar, c) Sinclinal Cámbrico del Cortijo de Torralba (Unidad Loma del Aire), d) Anticlinal al sur de Las Navas de la Concepción.

## **Fase II**

La segunda fase de deformación crea pliegues cilíndricos de amplio radio y plano axial subvertical de dirección subparalela a la anterior.

Esta fase sólo se ha reconocido al oeste de Las Navas de la Concepción, donde se observan pliegues de la esquistosidad y de las estructuras de la fase I en la formación detrítico-carbonatada cámbrica.

Al microscopio, esta fase se manifiesta por el microplegado de la estratificación y estructuras penetrativas previas ( $S^1$ ). En ocasiones se desarrolla una segunda superficie penetrativa (esquistosidad de fractura), que crenula a la anterior, y que se desarrolla con posterioridad a la blastesis de los minerales metamórficos.

## **Fase III**

La última fase de plegamiento observada da lugar a pliegues de geometría kink, de plano axial próximo siempre a la horizontal y de dirección subparalela a las anteriores.

Esta fase creemos que es la responsable en muchas ocasiones del basculamiento de la primera esquistosidad, la cual, como ya hemos indicado, se dispone de forma muy vertical y en algunos casos buzando incluso al sur.

Esta fase se formaría como consecuencia de un acortamiento horizontal, cuando las superficies de referencia ( $S^0$ ,  $S^1$ , etc.) adoptaran ya una posición muy vertical, y bajo carga litostática. Es muy patente en la Unidad de Loma del Aire y es especialmente visible, en la sucesión de pizarras y metarenistas.

### **Fracturación**

Los distintos sistemas de fracturas que actualmente se observan en esta zona del orógeno, responden a un comportamiento rígido del mismo durante los últimos momentos de la evolución hercínica. Los sistemas de fracturas más importantes son los siguientes:

#### **Fracturas N 110–130°E**

Dentro del área de estudio se pueden distinguir una serie de fracturas pertenecientes a esta familia como aquéllas que sirven de límite septentrional de la Unidad Loma del Aire, y delimitan muchos de los afloramientos del área.

Normalmente se acepta que estas fracturas han jugado como desgarres sinestrosos, aunque el movimiento debe ser más complejo, con una cierta componente horizontal como desgarre sinestroso y otra vertical que sobremonta los bloques más septentrionales sobre los meridionales; es posible que estos accidentes jueguen como fallas normales en los últimos momentos del ciclo hercínico.

#### **Fallas N 70–85°E**

La zona en cuestión está surcada por fracturas cuya dirección es próxima a N 80°E. Estas fracturas hay que interpretarlas según la cartografía como desgarres sinestrosos. Parecen que son singenéticas con las anteriormente estudiadas, posiblemente representen uno de los pares de desgarre dentro de una banda de cizalla, definida entre las grandes fallas longitudinales. El movimiento debe ser complejo, con una componente horizontal sinestrosa, puesta en evidencia por la cartografía, y una vertical que sobremonta también los bloques más septentrionales sobre los meridionales (ver MAGNA Hoja de Peñarroya–Pueblonuevo). Algunas de estas fracturas están

mineralizadas, como sucede con la que pasa por las proximidades de las Casas del Rincón, donde se reconocen antiguas minas de plomo y plata.

#### **Fallas N 45–55°E**

Otro sistema de fracturas importante es aquel de dirección N 45–55°E; este sistema forma aproximadamente unos 30° con el sistema anterior, y la cartografía nos indica que han jugado como fracturas con una cierta componente horizontal senextra. La interpretación de este sistema parece clara, y es posible que representen las líneas de tensión dentro de la banda de cizalla definida por las grandes fracturas longitudinales.

#### **Fracturas N 150°E**

Dentro de Ossa–Morena, son frecuentes las fallas de dirección N 150°E, como las reconocidas al sur de Las Navas de la Concepción, juegan como desgarres dextrosos y su relación con el esquema de deformación rígida de la zona, es bastante clara, pudiendo representar la familia de desgarres menos desarrollada, que aparece en el caso de que exista una deformación rotacional.

En definitiva, el esquema de evolución rígida del orógeno puede interpretarse como resultado de una etapa compresiva, de dirección N 30–50°E en la cual las grandes fracturas longitudinales delimitan trozos rígidos de la corteza; dentro de estas bandas la distribución y el movimiento de la mayoría de las fracturas invitan a interpretarlas como fallas distensivas o de desgarre dentro de una banda de cizalla con movimiento sinestroso.

### 2.3.- OROGENIA ALPINA

Tradicionalmente se había considerado a los materiales que rellenan la Depresión del Guadalquivir como sedimentos postorogénicos.

Los estudios realizados en la última década ponen de manifiesto que dicha Depresión se ha comportado como una cuenca de antepaís durante el Neógeno y ha tenido una evolución diferente durante la Orogenia Alpina.

Esta cuenca está situada, entre el frente de una cadena montañosa al sur (Cordilleras Béticas) y el cratón adyacente al norte (Meseta Ibérica). Esta cadena montañosa ha sufrido a lo largo del Neógeno un emplazamiento tectónico desde posiciones orientales hacia partes más occidentales, es decir desde el este (Mar Mediterráneo), al oeste (Océano Atlántico). Este proceso tectónico ha originado una colisión entre continentes, al existir un acercamiento diferencial (convergencia oblicua), de este a oeste de la Cordillera Bética respecto a la Meseta.

Dicho proceso ha ocasionado que en el Neógeno exista una relación íntima entre tectónica y sedimentación. Los materiales de edad Neógeno que afloran en la Hoja se corresponden con las unidades autóctonas, definidas en otros sectores de la cuenca. Dichas unidades completan el registro de subsidencia y deformación generado por el desplazamiento de la Cordillera Bética hacia el norte y oeste respectivamente.

De una manera convencional, no rigurosa, dentro de este capítulo de tectónica, se puede distinguir lo que es propiamente tectónica alpina, que es la responsable del inicio de la sedimentación neógena.

En la Hoja de Las Navas de la Concepción, la relación existente entre tectónica/sedimentación sucede en el Mioceno Superior (Tortonense Superior - Messiniense). También se puede diferenciar lo que es tectónica reciente o neotectónica,

que está relacionada con la Orogenia Alpina, sólo que en etapas más tardías producto de las deformaciones anteriores inscritas en el cuadro geodinámico actual.

La tectónica reciente se ha puesto de manifiesto utilizando varios métodos. Métodos que son útiles al conjugarlos entre sí y de difícil aplicación individualmente. Así pues, se han conjugado rasgos geomorfológicos de especial relevancia, como son las fracturas con incidencia morfológica clara, rasgos de microtectónica observables en cantos de conglomerados (afloramientos junto al Embalse del Retortillo), como son huellas de presión-disolución; también se ha llevado a cabo la interpretación de las imágenes satélite.

En base a los aspectos reseñados, se puede poner de manifiesto una tectónica de fractura condicionada en gran medida por la Orogenia Alpina.

En este sentido caben destacar tres grupos o familias de fracturas.

– *Fracturas de dirección N 70–90°E*, son coincidentes con las directrices béticas. Suelen producir saltos en dirección de orden métrico y en la vertical de hasta varias decenas de metros. Estas fracturas son congruentes con los reajustes isostáticos que produce la cadena montañosa activa (en este caso la Cordillera Bética).

– *Fracturas de dirección N 20–40°E, y N 20–40°O*, son conjugadas de las anteriores, con fenómenos comprensionales de acuerdo con el elipsoide de deformación. Los efectos se traducen y son observables en los cantos cuarcíticos con huellas abundantes de presión/disolución y la evidencia de algunos cantos estriados.

Las imágenes de satélite corroboran estas alineaciones, si bien es difícil en campo observarlas y por lo tanto representarlas en el plano.

**3.- PETROLOGIA**



### **3.- PETROLOGIA**

En este apartado, se incluyen los estudios de las rocas ígneas intrusivas y de los diques.

Las rocas ígneas que afloran en la Hoja son diques de diabasas. También afloran diques de cuarzo.

#### **3.1.- ORTONEIS**

Asociado a los términos más bajos de la Serie Negra, afloran unos cuerpos ortoneísicos, muy restringidos, visibles sólo en el borde suroccidental de la Hoja.

Los ortoneises tienen textura esquistosa neísica a blastoporfídica. Como minerales principales constan de cuarzo, plagioclasa y feldespatos potásico, acompañados en ocasiones de biotita, clorita, epidota y a veces de esfena. Entre los accesorios

destacan opacos, apatito, circón, esfena; entre los secundarios calcita, óxidos, sericita, clorita y moscovita y epidota.

Generalmente estas rocas son clasificadas al microscopio como ortoneises granítico-tonalíticos, a veces biotíticos o anfibólicos. Las rocas de procedencia parecen ser granitos, pórfidos dacíticos, o incluso rocas volcánicas de esta composición.

La íntima relación espacial entre los neises y ortoneises, así como el carácter volcánico y/o subvolcánico de algunas de las muestras estudiadas, nos induce a pensar que este conjunto de rocas representa un antiguo complejo efusivo-subvolcánico relacionado bien con la Orogenia Cadomiense o con un proceso extensivo más antiguo.

La posibilidad de que se tratara de un antiguo complejo anatético, ha sido descartada ya que no se han reconocido paragénesis metamórficas de alto grado, ni en los neises, ni en las anfibolitas.

### **3.2.- DIQUES DE DIABASAS**

Estos materiales afloran en todo el área estudiada como pequeños afloramientos que cicatrizan fracturas hercínicas de dirección variable.

En el campo se presentan en forma de afloramientos discontinuos, arrosariados, muy característicos por el color rojizo de alteración de la roca y por la disyunción esférica de la misma.

Al microscopio, se observa una roca masiva, compacta, de color oscuro, con textura intergranular (dolerítica) microgranuda, compuesta por plagioclasa, clinopiroxeno, y en menor proporción biotita, apatito, esfena, opacos, etc.; como

minerales secundarios se forma anfíbol verde fibroso (actinolita), clorita y biotita por transformación del piroxeno.

### **3.3.- DIQUES DE CUARZO**

Se han reconocido diversos filones de cuarzo de aspecto por lo general lechoso, alojados en fracturas hercínicas de diversas direcciones, a los que acompañan mineralizaciones diversas.

No se han muestreado estos materiales que se suponen relacionados con una actividad hidrotermal, ligada a la etapa de fracturación tardihercínica.

#### 4.- HISTORIA GEOLOGICA

#### **4.- HISTORIA GEOLOGICA (EVOLUCION GEODINAMICA)**

Como se ha indicado en el capítulo de estratigrafía, una parte de la Hoja de Las Navas de la Concepción presenta una yuxtaposición de materiales pertenecientes al Precámbrico y al Paleozoico. Las secuencias estratigráficas descritas no aparecen expuestas en su totalidad por los efectos tectónicos aludidos.

En la ZOM no se han estudiado ni definido todavía el conjunto de las formaciones que la integran, motivo éste por el que resulta por el momento imposible reconstruir la paleogeografía del área de estudio en los distintos periodos geológicos; tampoco existe acuerdo en cuanto a la asignación cronoestratigráfica de algunas de ellas.

El esquema de evolución que se propone, adolece de las limitaciones aludidas; por lo tanto, y ante la amplitud del tema a tratar, se tomará como ámbito de referencia la totalidad de la ZOM, pues sólo de esta manera puede abordarse este capítulo en su verdadera dimensión.

Los sedimentos, terciarios y cuaternarios, representan el Ciclo Alpino compatible con el esquema de evolución de la Depresión del Guadalquivir.

#### **4.1.- CICLO PRECAMBRICO**

Los materiales de la ZOM pueden integrarse en dos grandes ciclos bien diferenciados, uno de edad precámbrica y otro de edad hercínica. A su vez, los materiales precámbricos de la ZOM pueden agruparse en dos grandes grupos de rocas, uno preorogénico y otro sinorogénico.

El grupo preorogénico lo integrarían los neises de Azuaga (no aflorantes dentro de la Hoja) y la parte más baja de la Sierra Negra (S. Montemolín).

Los neises de Azuaga se interpretan como una sucesión volcanoderivada bimodal, con acopio de materiales volcánicos, volcanoclásticos y sedimentarios; el carácter de las rocas volcanoderivadas de esta formación es del tipo toleitas continentales y se relacionan con un proceso rifting de edad Precámbrico (GARCIA CASQUERO en prensa).

El depósito de los materiales de la Serie Negra es discutido, si bien la homogeneidad y amplia distribución de esta formación parece indicar una cuenca marina amplia con depósito uniforme de sedimentos. Las metavolcanitas (anfíbolitas y neises) intercaladas en esta formación, presentan un quimismo similar al de los Neises de Azuaga, y se suponen relacionadas con el mismo proceso extensivo que da lugar a éstos.

El grupo sinorogénico estaría representado por la parte alta de la Serie Negra (Sucesión Tentudía) y por la formación volcano-sedimentaria (F. Malcocinado).

La sucesión Tentudía, está compuesta por pizarras y grauvacas con intercalaciones conglomeráticas. Estos sedimentos pueden representar el relleno de tipo flysh de una cuenca sinorogénica.

La Formación Malcocinado, se caracteriza por el acopio de depósitos piroclásticos y lávicos de naturaleza ácida-intermedia (riolita-andesita), junto a otros sedimentos terrígenos y en menor proporción carbonatados. Todos ellos tienen características propias de un medio somero, donde se reconocen depósitos relacionados con fenómenos de debris-flow a los que se asocian capas turbidíticas (QUESADA, C. et al., 1987).

El carácter calcoalcalino de los productos volcánicos de esta formación y sus relaciones espacio-temporales con el resto de las formaciones aflorantes, permiten interpretarla como un volcanismo orogénico ligado a un margen activo de tipo andino (APALATEGUI, O. et al., 1986).

El ciclo precámbrico finaliza con la Orogenia Cadomiense, y los procesos ígneos y tectonometamórficos a ella asociados.

La existencia de un evento orogénico finiprecámbrico ha sido un tema de debate en todo el Macizo Ibérico Español durante los últimos años; la primera referencia de su existencia en la ZOM se debe a MACPHERSON (1879), posteriormente DELGADO QUESADA, M. (1971) retoma el tema, aporta nuevos argumentos sobre ello y abre toda una línea de trabajo sobre estas nuevas ideas, que son seguidas por la mayoría de los autores.

Actualmente son numerosas las evidencias sobre la existencia de una orogenia finiprecámbrica tanto en la ZOM como en el borde meridional de la ZCI, si bien los caracteres de la misma y su alcance son todavía temas en controversia.

El magmatismo finiprecámbrico está representado por las sucesiones volcánicas calcoalcalinas del Precámbrico terminal y por la presencia de diversos cuerpos intrusivos de igual o parecido quimismo.

El metamorfismo asociado a la orogenia finiprecámbrica afecta a los materiales precámbricos preorogénicos y, en menor medida, a los sinorogénicos; se pone en evidencia con claridad allí donde la intensidad de los procesos hercínicos ha sido menor.

Existen evidencias claras de un metamorfismo precámbrico en todo el anticlinorio Olivenza–Monesterio, donde los tramos basales del Cámbrico se superponen casi transversalmente a las isogradas del metamorfismo en las series precámbricas infrayacentes. Esta gran estructura proporciona algunas otras evidencias, como es el hecho de que la blastesis helicítica asociada a la intrusión de la grandorita de Pallarés (de  $572 \pm 74$  m.a., según CUETO, A. et al., 1982), englobe la esquistosidad más manifiesta desarrollada en el encajante precámbrico (S. Tentudía).

Dispositivos similares, pero en otras estructuras anticlinales, se observan en los anticlinales de Alange–Oliva de Mérida, de Peraleda, etc.

#### **4.2.- EL CICLO HERCINICO**

Con posterioridad al Ciclo Precámbrico se inicia un nuevo episodio de sedimentación en la ZOM, transgresivo y en régimen extensivo.

Este período se inicia cuando no se había logrado el arrasamiento total de la cadena finiprecámbrica y se superpone a un proceso extensivo que provoca una compartimentación de la corteza en bloques.



Todos estos hechos se reflejan en una compleja paleogeografía de los materiales del Paleozoico Inferior, que se caracteriza por su acusada diferenciación y por sus distintas relaciones con el substrato Precámbrico.

Antes de entrar en una descripción de los materiales paleozoicos de la ZOM, conviene aclarar que incluimos entre ellos los pertenecientes al Grupo de Sierra Albarrana. Todos ellos se describirán independientemente, habida cuenta la problemática específica que encierran.

#### **4.2.1.- Paleozoico Inferior y Medio**

En la ZOM, el inicio de la transgresión paleozoica viene marcado por el depósito de las arenas y conglomerados de la Formación Torreárboles, el cual se produce en un ambiente marino muy somero o incluso fluvial.

De forma gradual progresa la transgresión y se instala una plataforma carbonatada que dá lugar al depósito de las formaciones detrítico-carbonatadas durante parte del Cámbrico Inferior (Ovetiense-Marianiense).

Como consecuencia de un cambio brusco en la sedimentación, posiblemente relacionada con otra etapa transgresiva, se produce el depósito de las formaciones detríticas del Cámbrico Inferior (Bibliense), las cuales presentan en su base un tramo arenoso más o menos desarrollado y posiblemente erosivo.

A techo de estas formaciones detríticas, fuera ya del ámbito de la Hoja de Las Navas de la Concepción, aparecen las primeras manifestaciones volcánicas importantes, bien desarrolladas durante el Cámbrico Medio.

El volcanismo, muy abundante en el borde meridional de la ZOM, consiste en una serie bimodal de alcalina-hiperalcalina a toleítica en la que predominan

los términos básicos (espilitas de la Umbría-Pipeta, de BARD, J.P., 1969). Además de las rocas efusivas, aparecen cuerpos intrusivos subvolcánicos en relación espacial con ellas.

Sobre la formación volcánica del Cámbrico Medio se depositan materiales detríticos de diversa índole que presentan hacia la base algunas intercalaciones esporádicas de rocas volcánicas básicas.

Los primeros materiales son fundamentalmente arenosos (Formación Fatuquedo); sobre ellos reposa una potente sucesión metapelítica (pizarras de Barrancos), que en la zona de Santa Olalla del Cala presenta potentes intercalaciones de rocas volcánicas básicas, similares a las últimamente referidas (metabasitas de la Ribera de Huelva de BARD, J.P., 1969).

En tránsito gradual, y sobre los materiales anteriores, se dispone una sucesión arenoso-grauváquica de pocos metros de espesor (Grauvacas de Sierra Colorada).

En discordancia sobre los materiales anteriores aflora una formación poco potente (0-100 m) de pizarras ampelíticas, con intercalaciones de cuarcitas grafitosas (liditas), que contienen fauna del Silúrico. Sobre ella se dispone una formación de pizarras oscuras con intercalaciones arenosas milimétricas ("Xistos Raies" de los geólogos portugueses). Hacia la base presentan niveles carbonatados impuros, con abundantes restos de braquiópodos, crinoides, etc. de edad Devónico Inferior (capas de Russiana).

#### **4.2.2.- Materiales del Grupo de Sierra Albarrana**

Estos materiales afloran en el borde septentrional de la ZOM, en los dominios de Sierra Albarrana y Valencia de las Torres-Cerro Muriano; se trata de

materiales fundamentalmente metadetríticos, con intercalaciones muy esporádicas de mármoles y rocas volcánicas (ácidas y básicas). Dentro del área de estudio estos materiales están representados en el borde noreste de la Hoja de Las Navas de la Concepción.

Estos materiales han sido interpretados de diversa forma. DELGADO QUESADA, M. (1971) supone que se trata de un núcleo Precámbrico que cabalga sobre las series cámbricas que afloran inmediatamente al sur. APALATEGUI, O. et al. (1983) los atribuyen al Paleozoico Inferior (Cámbrico-Ordovícico Inferior) y los sitúan en relación con una estructura sinclinal vergente al sur en continuidad con las series cámbricas antes aludidas. Por último, QUESADA, et al. (1987) los consideran de edad Precámbrica, y los suponen como restos de un terreno de dicha edad amalgamado con el resto de las series precámbricas preorogénicas de la ZOM con anterioridad a la Orogenia Cadomiense.

En este grupo se incluyen tres formaciones, la Formación de Azuaga, una formación de micaesquistos con intercalaciones de neises y anfibolitas (Micaesquistos de la Albariza, Formación Atalaya, Micaesquistos de El Hoyo, etc.) y una formación cuarcítica (cuarcitas de Sierra Albarrana, cuarcitas de El Hoyo, etc.).

No existe acuerdo respecto a la posición relativa de estas formaciones; las secuencias que se proponen son inversas según los autores, pues mientras que unos sitúan las cuarcitas a muro de la secuencia (DELGADO QUESADA, 1971, GARROTE, A. et al. 1979, QUESADA et al., 1987), otros las sitúan a techo de la misma (CAPDEVILLA, R. et al., 1971, PARGA, J.R. et al., 1971, APALATEGUI, O. et al., 1983).

En el contexto de esta discusión, la Formación de Azuaga ha sido interpretada bien como un flysch sinorogénico finiprecámbrico, QUESADA, C. et al. (1987), bien como un depósito de plataforma ligado al proceso extensivo del Paleozoico

Inferior, APALATEGUI, O. et al., (1983). Esta última hipótesis concuerda con el carácter alcalino (basaltos alcalinos) de las volcanitas intercaladas en esta Formación.

#### **4.2.3.- Materiales carboníferos pérmicos**

La distribución de los materiales carboníferos en la ZOM, sigue pautas diferentes del resto de los materiales paleozoicos. En estos momentos no se mantiene la diferenciación entre las ZOM, ZCI y ZSP (Zona Sur Portuguesa), reflejo ello, sin duda, de una nueva situación paleogeográfica inducida por los procesos orogénicos hercínicos.

Durante el Carbonífero Inferior se desarrolla una amplia cuenca marina, que se extiende por el norte más allá del batolito de los Pedroches, y por el sur hasta la ZSP.

El relleno de la cuenca corresponde mayoritariamente a series terrígenas con esporádicos niveles carbonatados en la base, depositados en una plataforma dominada por tormentas; en las partes más profundas se reconocen capas turbidíticas (GABALDON, et al. 1985). Las facies proximales se adscriben al borde septentrional de la cuenca y alguno de los altos fondos de la misma.

El elemento más característico es la presencia de diversas alineaciones volcánicas que proporcionan a la cuenca importantes acopios de materiales volcánicos y/o volcanoclásticos, muy bien representados en la ZSP y las Cuencas de Benajárfate, Matachel y Guadalbargo.

En el Dominio de Sierra Albarrana la sedimentación de los materiales de esta edad se produce en cuencas continentales intramontañosas. Algunas de estas cuencas, como la de Valdeinfierno, están genéticamente ligadas a fallas de desgarre

(ROLDAN et al., 1987). En esta cuenca se reconoce flora muy rica del Tournaisiense Superior (WAGNER, 1978).

Los materiales de edad Carbonífero Superior y/o Autuniense son depósitos continentales de cuencas intramontañosas, en facies lacustre, fluvio-lacustre o fluvial.

La sedimentación de los materiales paleozoicos de la ZOM se relaciona, primero con una etapa de rifting que se supone abarca todo el Cámbrico y Ordovícico, y segundo con una etapa de margen pasivo, de edad Silúrico-Devónico. Los sedimentos de edad Carbonífero y Pérmico son ya depósitos orogénicos o tardiorogénicos.

En relación con la etapa rifting se localiza un magmatismo alcalino representado por las rocas volcánicas del Cámbrico y Ordovícico Inferior (espilitas de la Umbría-Pipeta y metabasitas de la Ribera de Huelva respectivamente), y por diversos cuerpos plutónicos de Barcarrota ( $510 \pm 10$  m.a.) y del Castillo (EGUILUZ, L. 1987). Dentro de este apartado se incluyen también los granitos neisificados de Ribera del Fresno, Acebuchal, Las Minilla, Portalegre, etc., de edades comprendidas entre 460 y 430 m.a. (PRIEM, et al., 1970, GARCIA CASQUERO, et al., 1985), que si bien no están caracterizados químicamente, si presentan una mineralogía congruente con una afinidad alcalina de los mismos (presencia de riebecquita).

El final del ciclo hercínico viene determinado por la Orogenia Hercínica y los procesos ígneos y tecto-metamórficos a ella asociadas. Todo ello se desarrolla en un periodo de tiempo amplio compendido entre el Devónico Medio y Pérmico Inferior.

En la ZOM podemos distinguir una zona externa (Dominio de Zafrá-Alanís-Córdoba), caracterizada por una tectónica de pliegues y mantos en condiciones, por lo general, de bajo grado de metamorfismo. Otra zona más interna (Dominios de Sierra Albarrana y Valencia de las Torres-Cerro Muriano), caracterizada por procesos

deformacionales más antiguos y complejos y con un metamorfismo de medio a alto grado.

La Orogenia Hercínica se acompaña de una serie de manifestaciones ígneas, caracterizadas por un amplio y heterogéneo espectro de tipos litológicos (gabros a granitos) y formas de emplazamiento (volcánicos, subvolcánicos y plutónicos).

La disposición alargada en alineaciones NO-SE pone de manifiesto un marcado control tectónico sobre la génesis y emplazamiento de estos plutones, y de la actividad volcánica con la que algunos se asocian.

Una característica general del magmatismo hercínico de la ZOM es la estrecha relación espacial entre rocas ácidas y básicas. Esto constituye un rasgo diferenciador con el magmatismo de la ZCI, donde hay un predominio amplio de términos ácidos. Otra característica a destacar es la presencia de manifestaciones volcánicas asociadas a los cuerpos intrusivos y cuya relación genética con estos parece asumible con los datos actualmente disponibles.

Desde el punto de vista geoquímico, las rocas básicas muestran afinidades poco definidas entre las series calcoalcalinas y toleíticas (predominio toleítico para el Complejo Ojuelos, SANCHEZ CARRETERO, et al., 1989); naturaleza toleítica con evolución calcoalcalina para Burguillos del Cerro (PONS, 1982); naturaleza toleítica con evolución calcoalcalina para Burguillos del Cerro (PONS, 1982). Por el contrario las rocas graníticas suelen presentar afinidades claras de tipo alcalino, llegando en ocasiones a un estrecho parentesco, al menos químico, con granitos anarogénicos tipo-A, como es el caso de los granitos asociados a la Alineación Magmática de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada, que presumiblemente se pueden extrapolar a otras manifestaciones ácidas, como es el caso del Macizo de Beja, dada la similitud entre ambos conjuntos ígneos, especialmente a nivel de los términos ácidos (pórfidos de Belaiaçao).

Los procesos deposicionales, tectonometamórficos e ígneos, durante la Orogénesis Hercínica, han sido integrados en modelos de tectónica de placas, por varios autores. La opinión más extendida, se debe a BARD, J.P. (1971), que propone una subducción hacia el norte de una placa oceánica situada inmediatamente al sur de la ZSP; un esquema similar ha sido planteado por CARVALLO, D. (1972).

#### **4.3.- CICLO ALPINO**

Los materiales neógenos que afloran en la Hoja están enmarcados en la Depresión del Guadalquivir, por lo tanto estos sedimentos están implicados en la evolución de este dominio paleogeográfico.

Durante el Mioceno Superior este Dominio se configuró como una cuenca con subsidencia diferencial, con un borde activo de levantamiento (Cordilleras Béticas) y un borde pasivo de antepaís (Meseta Ibérica).

La subsidencia, ocasionada como consecuencia de un reajuste isostático o tendente a equilibrar el apilamiento de los mantos béticos, genera un surco donde quedan registradas las secuencias o unidades deposicionales pertenecientes al Tortoniense superior-Messiniense.

Hacia el Mesiniense basal, el levantamiento y progradación del borde sur de la Cuenca, produce una generalizada transgresión marina en todo el borde norte de la misma. El registro sedimentario de los materiales de base determina unas facies de plataforma carbonatada somera con aportes terrígenos.

En el área que cubre la Hoja no quedan registrados sedimentos que puedan asociarse a depósitos litorales, presumiblemente erosionados por etapas posteriores de arrasamiento.

En el Cuaternario, y hasta la actualidad se produce la erosión y el relleno de la red fluvial, en su curso serpenteante, por la parte septentrional de la Depresión del Guadalquivir.



5.- GEOLOGIA ECONOMICA

## **5.- GEOLOGIA ECONOMICA**

En este capítulo se reseñan los aspectos más notables en relación con la hidrogeología y los recursos minerales de la Hoja de Las Navas de la Concepción.

### **5.1.- HIDROGEOLOGIA**

#### **5.1.1.- Climatología**

La Hoja de Las Navas de la Concepción se encuentra situada en Sierra Morena, aunque tiene algunos relieves residuales en los que se localizan materiales asignables a la Cuenca del Guadalquivir.

No se disponen de datos termopluviométricos en el ámbito de la Hoja, puesto que no hay en la actualidad estación consorciada en el Centro Meteorológico Territorial de Andalucía Occidental. Sin embargo, se pueden indicar algunos datos procedentes de la vecina Hoja de Santa María de Trassierra en el sector de la sierra, ya

que tiene un relieve equivalente al de esta Hoja y las temperaturas y precipitaciones no deben ser muy diferentes.

Por tanto, la temperatura media anual puede considerarse que es del orden de 15°C, siendo la media de las máximas y mínimas 22 y 8°C respectivamente. Estos datos están referidos a los últimos 20 años.

Por otro lado, los valores de las precipitaciones en el ámbito de la Hoja están alrededor de los 750 mm.

#### **5.1.2.- Hidrología Superficial**

En esta Hoja hay dos embalses que son el Bembézar y Retortillo. El primero tiene un volumen de almacenamiento de 347 Hm<sup>3</sup> y el segundo de 73 Hm<sup>3</sup>. El uso de ambos está destinado para abastecimiento a núcleos de población, riego y energía eléctrica. El embalse del Bembézar, es el segundo de mayor capacidad de toda la provincia de Córdoba, después del de Iznájar con 981 Hm<sup>3</sup>.

El embalse del Retortillo se abastece de numerosos arroyos, destacando los dos mayores que son el arroyo del Quejigo y Galleguillos, que discurren por las inmediaciones de Las Navas de la Concepción.

El embalse del Bembézar se recarga por los ríos Bembézar y Névalo, y por los arroyos Cagauchas y Pajarón, estos últimos por su parte nororiental.

#### **5.1.3.- Características Hidrogeológicas**

De acuerdo con la capacidad de almacenar y transmitir agua, los materiales de interés hidrogeológico de la Hoja de Las Navas de la Concepción, pertenecen a los materiales carbonatados del Cámbrico, a los materiales detrítico-

carbonatados del Mioceno y a algunos materiales cuaternarios distribuidos por dicha Hoja.

Los materiales carbonatados del Cámbrico deben su permeabilidad a la fracturación y localmente a procesos de carstificación, mientras que los materiales detríticos del Mioceno y Cuaternario, es su porosidad intergranular la que determina el mayor almacenamiento de agua.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, los afloramientos permeables principales, se han agrupado en tres unidades hidrogeológicas. Estas unidades son las siguientes: Unidad Hidrogeológica detrítico-carbonatada del Cámbrico, Unidad Hidrogeológica del Mioceno y Unidad detrítico del Cuaternario.

#### 5.1.3.1.- Unidad detrítico-carbonatada del Cámbrico

Se extiende a lo largo de dos granjas largas y estrechas por la parte central de la Hoja. Aunque hay otros materiales detríticos carbonatados de edad Cámbrico, no se han considerado por poseer en sus series mucho más dominio de terrígenos (lutitas y areniscas), que de carbonatos, con lo cual las características hidráulicas son muy inferiores a estos. La extensión aproximada de los afloramientos pertenecientes a esta Unidad es de unos 67 km para la banda meridional y de unos 24 km<sup>2</sup> para la banda septentrional.

Desde el punto de vista hidrogeológico esta Unidad presenta una sucesión muy variada de calizas, pizarras y areniscas. El mayor dominio de calizas se encuentra en la banda meridional y 6 km al este de Las Navas de la Concepción. Es precisamente en este sector donde se encuentra uno de los manantiales de relevancia en esta unidad, denominado Fuente de la Virgen, y que está no sólo en relación con las calizas, sino también con una gran fractura de dirección NO-SE.

En el resto de zonas esta unidad no ofrece surgencias significativas, probablemente porque la presencia de materiales de carácter terrígeno es muy superior a la de carbonatados, y naturalmente impide tener una buena permeabilidad todo el conjunto.

#### 5.1.3.2.- Unidad del Mioceno

Se sitúa exclusivamente en la parte meridional de la Hoja. Los mayores afloramientos están ubicados, uno en los alrededores del embalse del Retortillo y el otro en las inmediaciones de Hornachuelos.

Los materiales están constituidos básicamente por dos litologías, conglomerados y calcarenitas. Los primeros afloran en el embalse del Retortillo, con una extensión de 10 km<sup>2</sup>, no aparecen surgencias de consideración, probablemente porque la descarga se produzca directamente al pantano.

Las calcarenitas del entorno de Hornachuelos, con unos 5 km<sup>2</sup> de extensión, están prácticamente jalonadas por dos fracturas de dirección NO-SE, sobre las cuales se sitúa el manantial del Desmonte; en estos materiales, que ocupan un relieve morfológico tabular, es común la presencia de numerosas surgencias a muro de estos sedimentos y en contacto con el Paleozoico.

#### 5.1.3.3.- Unidad detrítica del Cuaternario

Tiene poca representación en esta Hoja y se reduce a dos afloramientos. Uno situado en las inmediaciones de Las Navas de la Concepción con una extensión del orden de 1 km<sup>2</sup>. El otro se sitúa 2 km al NO de Hornachuelos y tiene un área de aproximadamente 1,5 km<sup>2</sup>.

La litología dominante es de gravas, arenas y limos, el espesor de estos materiales no debe superar los 5-8 m de potencia.

## **5.2.- RECURSOS MINERALES**

### **5.2.1.- Minerales metálicos**

En la Hoja de Las Navas de la Concepción ha habido bastante actividad minera hasta la década de los años setenta. A partir de ese tiempo la caída en los precios de los elementos metálicos y las dificultades de extracción de estos productos hicieron abandonar por completo esta actividad.

De los 61 indicios mineros que hay inventariados en esta Hoja (C.E.H., 1992), las explotaciones más importantes han sido las siguientes: en Cu San Enrique (1), en pb Santa Rosa-Prodigiosa (2), en Fe Oriol (3), en Pb La Poderosa (4), en Ba La Sevillana (5), en Pb San José, en Cu La Iberia (7), en Cu El Romano (8), en Pb-Zn y Ag El Rincón Alto (9), en Pb y Zn El Rincón Bajo (10), en Fe Los Polvos (11), en Pb Nuestra Señora del Carmen (12) y en Cu Esperanza (13).

De las explotaciones antes mencionadas las más importantes a su vez han sido: El Rincón, La Iberia, El Romano y San Enrique, esta última estuvo en explotación hasta 1976.

En todos los casos la minería practicada ha sido filoniana fundamentalmente, con paragénesis de Pb-Zn, de Cu y de Fe. En algunos casos hay Au y Ag asociados a alguna de estas paragénesis como son las minas de El Rincón y El Romano.

### **5.2.2.- Rocas Industriales**

En la actualidad no existe ninguna explotación de estas rocas. Las únicas canteras que están hoy día abandonadas se asientan en calizas cámbricas, su uso ha sido como áridos de machaqueo.

**6.- BIBLIOGRAFIA**



## 6.- BIBLIOGRAFIA

APALATEGUI, O.; BORRERO, J.D. e HIGUERAS, P. (1983). División en grupos de rocas en Ossa Morena Orienta. *V Reunión del Grupo de Ossa Morena*.

APALATEGUI, O. y SANCHEZ CARRETERO, R. (1986). Informe complementario de geoquímica al Proyecto. *"Estudio geológico a escala 1:50.000 de las Hojas números 878, 879, 880, 899, 901 y 902"*.

ARRIOLA, A. y GARROTE, A. (1979). Nuevos datos sobre la Geología del Núcleo Metamórfico de Lora del Río. *Temas Geológicos y Mineros. Volúmen monográfico sobre la 1ª Reunión del GOM*, pp. 45-55.

BARD, J.P. (1969). Le metamorfisme regional progresif des sierras d'Aracena en Andalousie occidental. *Tesis Universidad de Montpellier*.

BARD, J.P. (1971). Sur l'alternance des zones metamorphiques et granitiques dans le segment hercynien sud-iberique comparaison de la variabilite des caracteres geotectoniques de ces zones avec lers orogenos orthotectoniques, *Boletín Geológico y Minero. T. LXXXII-III-IV*.

CAPDEVILA, R.; MATTE, P. y PAREDES, J. (1971). La nature du precambrien et ses relations avec la paleozoique en sierra Morena. *C.R. Acad. Scienc. París. T. 273 pp. 1359-1362*.

CARVALHOSA, A. (1965). Contribução para o conhecimento Geológico de regioao Portel y Ficalho. *Servicio Geol. Portugal. Mem. 11*

CARVALLO, D. (1972). The metalogenic consequences of plate tectonics and the upper paleozoic evolution of southern Portugal. *Estudios. Notas e trabalhos do Servicio de Fomento Mineiro*, vol. XX, fascs. 3-4.

CUETO, L.; EGUILUZ, L.; LLAMAS, F.L. y QUESADA, C. (1982): La granodiorita de Pallarés un intrusivo precámbrico en la alineación Olivenza-Monesterio. *IV Reunión GOM. Com. Serv. Geol. Porgugal*, t. 69.

CHACON, J.; FERNANDEZ, J.; MITROFANOV, F. y TIMOTEEV, B.V. (1984). Primeras dataciones Microfitopaleontológicas en el sector de Valverde de Burguillos-Jefez de los Caballeros. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe num. 8*, pp. 211-220.

DELGADO QUESADA, M.; LIÑAN, E.; PASCUAL, E. y PEREZ LORENTE, F. (1977). Criterios para la diferenciación de dominios en Sierra Morena Central. *IV Reunión Oeste Peninsular*.

EGUILUZ, L. (1987). Petrogénesis de rocas ígneas y metamórficas en el antiforme Burguillos-Monesterio. *Tesis Doctoral Universidad del País Vasco*.

FRICKE, N. (1941). Die Geologie des Grenz-Gebietes Inschen Nodostucher Sierra Morena una Extremadura. *Tesis Universidad Berlín*, pp. 1-88.

GABALDON, V.; GARROTE, A. y QUESADA, D. (1985): El Carbonífero Inferior del Norte de la zona de Ossa Morena *Temas Geológicos y Mineros, 5ª Reunión GOM*.

GARCIA CASQUERO, J.; In press. Continental trochjemitites in displaced terranes of the Oporto-Portalegre-Badajoz-Córdoba. Belt (Hesperian Massif). *Geologische Rundschau*.

GARCIA CASQUERO, J.; BOELRIJK, M.; CHACON, J. y PRIEM, H. (1985). Rb-Sr evidence for the presence of Ordovician granites in the deformed basement of the Badajoz-Córdoba Belt. *Geol. Rundschau V. 74* núm. 2 pp. 379-384.

GARROTE, A.; ORTEGA, M. y ROMERO, J. (1979): Los yacimientos de pegmatitas de Sierra Albarrana (provincia de Córdoba). Sierra Morena. *Temas Geológicos y Mineros "1ª Reunión sobre la geología de Ossa Morena"*.

I.T.G.E. (1975). Investigación en la Reserva de Alanís-Cerro Muriano. *Fondo documental del ITGE*.

I.T.G.E. (1976). Geología en Indicios Mineros entre Peñafior y Las Navas de la Concepción. *Fondo documental del I.T.G.E.*

I.T.G.E. (1977). Investigación en la Reserva Adamuz-Puebla de los Infantes. *Fondo documental del I.T.G.E.*

I.T.G.E. (1982). Cartografía de detalle en Mezquitillas (Reserva Estatal Cerro Miriano-FASE II. *Fondeo documental del I.T.G.E.*

I.T.G.E. (1986). Exploración por sondeos mecánicos de las mineralizaciones del Sector de Mezquitillas (Reserva Cerro Muriano-FASE II). *Fondeo documental del I.T.G.E.*

LIÑAN, E. (1976). Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba. *Tesis Doctoral Universidad de Granada.*

LIÑAN, E. y SHMITT (1981). Microfósiles de las calizas precámbricas de Córdoba. *Temas geológicos y mineros. V Reunión del GOM.*

LOTZE, F. (1945). Zur gliederung des varisziden des Iberischen Meseta. *Geol. For: 4, 6, 78-92.*

MACPHERSON (1879): Estudio Geológico y petrográfico del N de la provincia de Sevilla. *BCMG, 10, 97-269.*

PARGA, J.R. y VEGAS, R. (1972). Precisiones sobre el Precámbrico y sus relaciones con el Paleozoico en Sierra Morena Central. *Estudios geológicos, Vol. XXVIII pp. 167-172.*

PRIEM, H.; BOLRIJK, N.; VERSCHURE, R.; HEBERDA, E. y VERDURMEN, E. (1970): Dating Events of Acid Plutonism Thought the Paleozoic of the Western Iberian Peninsula. *Eclogae Geol. Helv. Vol. 6311.*

PONS, J. (1982): Un modelo d'evolution de complexes plutoniques Gabros y granodioritas de Sierra Morena Occidental. *Tesis Doctoral Universidad Paul-Savatier: Toulouse.*

QUESADA, G. y LARREA, P. (1987): Mapa Geológico-Minero de Extremadura. *Consejería de Industria y Energía. Comunidad de Extremadura.*

ROBARDET, M.; WEYANT, M.; LAVEINE, J.P. y RACHEBOEUF, P. (1986): Le Carbonifere Inferieur du Sinclinal du cerron del Hornillo. Seville (Spagne). *Revue de Paleobiologie*. Vol. 5, núm. 1 pp. 71-90.

ROCHEBOEUF, P. y ROBARDET, M. (1986). Le pridoli et le devonien inferieur de la zone D'Ossa Morena. *Geologica et Paleontologica* 20. S. 11-37, pp. 11-20.

ROLDAN GARCIA, F.J. y RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (1987). La Cuenca Carbonífera de Valdeinfierno (Dominio de Sierra Albarrana, Zona de Ossa Morena). Un ejemplo de sedimentación relacionada con accidentes de desgarre. *Acta Geológica Hispánica*, t. 21-22, pp. 321-327.

SANCHEZ CARRETERO, R.; CARRECEDO, M.; EGUILUZ, L.; GARROTE, A. y APALATEGUI, O. (1989): El Magmatismo calcoalcalino del Precámbrico terminal en la Zona de Ossa Morena. *Rev. Soc. Geol. España* 2 (1-2).

SANCHEZ CARRETERO, R.; CARRACEDO, M.; GIL-IBARGUCHI y ORTEGA, L.A. (1989): Unidades y datos geoquímicos del magmatismo hercínico de la alineación de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada. *Studia Geológica Salmanticensia*. Volumen especial 4. X Reunión de Geología del Oeste peninsular.

VIGUIER, C. (1974): Le Neógene de L'Andalousie Nord-Occidentale (Espagne). Histoire géologique du basin du bas Guadalquivir. *Thése*. Bourdeaux. 449 p.

WAGNER, R.H. (1978). The Valdeinfierno sequence: its tectonic, sedimentary and floral significance. *Am. Soc. Geol. Nord.*, vol. 98 pp. 59-66.

Handwritten text in a vertical column on the left side of the page, possibly bleed-through from the reverse side. The characters are difficult to decipher but appear to be a sequence of letters and symbols.