



IGME

854

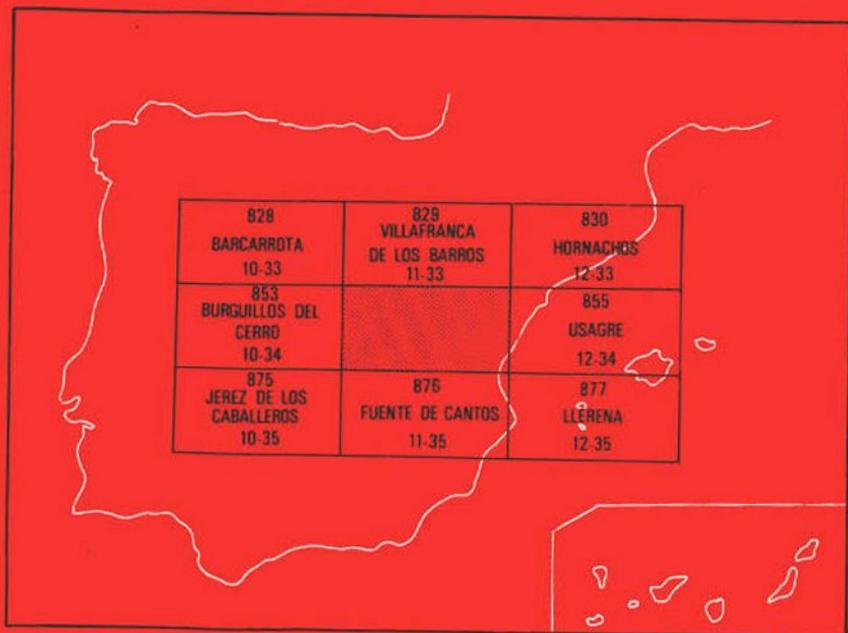
II-34

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1 : 50.000

ZAFRA

Segunda serie-Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

ZAFRA

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja ha sido realizada por IMINSA, bajo normas y dirección y supervisión del IGME.

Ha intervenido en la ejecución de la Hoja el siguiente equipo:

Cartografía geológica: IMINSA:

José María Odriozola Fdz.-Miranda.
Alberto Peón Peláez.
Ignacio Vargas Alonso.

Petrología:

Antón Arriola Garrido.
Angel Garrote Ruiz.
Alberto Peón Peláez.

Memoria:

Angel Garrote Ruiz.
Eladio Liñán Guijarro (Universidad de Zaragoza).
Antonio Perejón Rincón (C.S.I.C. Madrid).
Alberto Peón Peláez.
Ignacio Vargas Alonso.

Supervisión, coordinación y dirección del IGME: Cecilio Quesada Ochoa.
Lucas A. Cueto Pascual.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

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

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M-35.070-1.983

Tirada: Gráficas  Humanes (Madrid)

INDICE

	<u>Páginas</u>
0. INTRODUCCION	7
1. ESTRATIGRAFIA	8
1.1. PRECAMBRICO	8
1.1.1. Dominio de Valencia de las Torres	8
1.1.2. Dominio de Sierra Albarrana	9
1.1.3. Dominio de Zafra-Monesterio	10
1.1.3.1. Formación Tentudía	10
1.1.3.2. Formación Malcocinado	11
1.1.4. Dominio de Alconera-Arroyomolinos	12
1.2. CAMBRICO	12
1.2.1. Unidad de Usagre	13
1.2.1.1. Formación Torreárboles	13
1.2.1.2. Sucesión Carbonatada	13
1.2.2. Unidad de Zafra	13
1.2.2.1. Formación Torreárboles	14
1.2.2.2. Sucesión Detrítico Carbonatada (Capas de Zafra)	14

1.2.2.3. Capas de los Santos	15
1.2.3. Unidad de Alconera	16
1.2.3.1. Formación Torreárboles	16
1.2.3.2. Formación Alconera	17
1.2.3.2.1. Miembro Sierra Gorda	18
1.2.3.2.2. Miembro de La Hoya	19
1.2.3.3. Formación La Lapa	21
1.2.3.3.1. Miembro Las Vegas	22
1.2.3.3.2. Miembro Vallehondo	22
1.2.3.3.3. Miembro Castellar (Cuarcita del Castellar)	23
1.2.3.4. Formación Vulcano-Sedimentaria del Cámbrico Medio (Capas del Playón)	23
1.2.4. Correlaciones	25
1.2.4.1. Unidad de Usagre	25
1.2.4.2. Unidad de Zafra	25
1.2.4.3. Unidad de Alconera	26
1.3. DEVONICO	26
1.4. CARBONIFERO	27
1.4.1. Cuenca de Los Santos de Maimona	27
1.4.2. Cuenca del Cortijo de la Albuera	31
1.5. TERCARIO	33
1.6. PLIOCUATERNARIO Y CUATERNARIO	34
1.6.1. Pliocuaternario	34
1.6.2. Cuaternario	36
2. TECTONICA	38
2.1. DOMINIO DE VALENCIA DE LAS TORRES	38
2.2. DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA	38
2.3. DOMINIO DE ZAFRA-MONESTERIO	39
2.4. DOMINIO DE ALCONERA-ARROYOMOLINOS	40
2.5. FRACTURAS	40
3. PETROGRAFIA	41
3.1. ROCAS VOLCANICAS SINSEDIMENTARIAS	41
3.2. STOCKS Y DIQUES ASOCIADOS	42
3.2.1. Stock de Burguillos	42
3.2.2. Stock de Valencia del Ventoso	42
3.3. ROCAS IGNEAS EN RELACION CON ZONAS DE FRACTURA	43

3.3.1. Rocas entre los dominios de Sierra Albarrana y Zafra-Monesterio	43
3.3.2. Rocas ígneas en los límites de la Cuenca de Los Santos de Maimona	43
3.4. ROCAS METAMORFICAS	44
3.4.1. Metamorfismo regional	44
3.4.1.1. Dominio de Valencia de las Torres	44
3.4.1.2. Dominio de Sierra Albarrana	45
3.4.1.3. Dominio de Zafra-Monesterio	45
3.4.1.4. Dominio de Alconera-Arroyomolinos	46
3.4.2. Metamorfismo de contacto	46
3.4.3. Metamorfismo dinámico	47
3.4.4. Edad del metamorfismo	48
4. HISTORIA GEOLOGICA	48
5. GEOLOGIA ECONOMICA	53
5.1. MINERIA	53
5.2. HIDROGEOLOGIA	56
6. BIBLIOGRAFIA	56

0. INTRODUCCION

Geológicamente la Hoja de Zafra, se sitúa dentro de la zona de Ossa Morena, según LOTZE (1.945) y comprende parte del denominado Sinclinatorio Zafra-Llerena. Afloran en ella materiales del Precámbrico (Proterozoico), Cámbrico inferior, Devónico, Carbonífero, Terciario y Cuaternario. La mayoría de los materiales precámbricos son de naturaleza detrítica fina y vulcano detrítica. Los materiales Cámbricos son en su mayor parte arenosos y pizarrosos, con episodios carbonatados. Los materiales devónicos y carboníferos ocupan áreas limitadas por fallas. La representación terciaria es escasa, no así la cuaternaria que ocupa una buena parte de la Hoja.

Existen evidencias dentro de la Hoja, de deformaciones precámbricas (probablemente Cadomiense) que no afectan a materiales del Vendicense-Ovetiense y sí a los de una probable edad pre-Vendicense (Rifeense). Además, los materiales paleozoicos se encuentran afectados por la orogenia hercínica. En cuanto al metamorfismo regional existe un claro contraste que lleva a admitir dos etapas, una precámbrica con un metamorfismo más intenso y otra hercínica.

Las rocas ígneas intrusivas más importantes están ligadas a la orogenia hercínica. Originan metamorfismo de contacto en los materiales encajantes.

Entre la información geológica previa que toca problemas de la Hoja o hace referencia a ellos, podemos citar a: FRICKE, 1.941; FRICKE, 1.951; BARD, 1.964-1.969; VEGAS, 1.968; Programa Sectorial de Investigación de minerales de hierro (IGME, 1.971); GUTIERREZ ELORZA et al., 1.971; PARGA y VEGAS, 1.972; PEREJON, 1.973; VAZQUEZ GUZMAN y FERNANDEZ POMPA, 1.976, etc.

1. ESTRATIGRAFIA

Dentro de la Hoja afloran materiales precámbricos, paleozoicos y terciarios-cuaternarios, siendo los materiales cámbricos los que ocupan mayor extensión.

Con los datos de la Hoja, y el conocimiento regional, se pueden considerar los materiales precámbricos y paleozoicos como pertenecientes a diversos dominios y unidades.

De NE a SW se han reconocido los dominios de:

- Valencia de las Torres.
- Sierra Albarrana.
- Zafra-Monesterio.
- Alconera-Arroyomolinos.

El límite entre los dominios de Valencia de las Torres y Sierra Albarrana lo constituye la falla Azuaga.

Entre el Dominio de Sierra Albarrana y el de Zafra-Monesterio se sitúa una zona de fractura con rocas ígneas cataclastizadas y la cuenca carbonífera del Cortijo de la Albuera.

Por último el límite entre los dominios de Zafra-Monesterio y Alconera-Arroyomolinos corresponde a un cabalgamiento del primero sobre el segundo desplazado al N por las fallas que limitan la cuenca de los Santos de Maimona.

Dentro del Dominio de Zafra-Monesterio se pueden individualizar dos unidades, con diferencias estratigráficas y sedimentológicas, situadas al NE y SW de la cuenca de los Santos de Maimona y de su prolongación hacia el SE, representada por una zona de fractura con materiales devónicos. A la Unidad Septentrional se le denomina provisionalmente Unidad de Usagre y a la Meridional Unidad de Zafra.

1.1. PRECAMBRICO

Afloran materiales precámbricos de diferente edad, litología y grado metamórfico en los cuatro dominios individualizados.

1.1.1. Dominio de Valencia de las Torres

Los afloramientos de materiales de este dominio están restringidos al vértice NE de la Hoja, al N de la Falla de Azuaga.

La edad de estos materiales, según las atribuciones regionales, es Proterozoico inferior.

En el sector cartografiado afloran esencialmente anfibolitas con intercalaciones gneísicas. Las anfibolitas son bandeadas con textura nematoblástica o granonematoblástica con tendencia poligonal. Se observan diferenciados leucocráticos plagioclásicos y con frecuencia porfiroblastos milimétricos de granates. La mineralogía la componen plagioclasa cálcica, hornblenda con pleocroismo marrón, granate y con bastante frecuencia piroxeno monoclinico diopsídico. En algunas muestras, se han observado cuatro fases de deformación dos de ellas con blástesis sintectónica. Las asociaciones minerales encontradas indican un metamorfismo de grado alto.

Las intercalaciones de gneises son métricas a decamétricas con bastante continuidad lateral. Su textura es gneísica con porfiroblastos de feldespatos en una mesostasis granolepidoblástica. Los minerales más frecuentes son cuarzo, plagioclasa (oligoclasa), feldespato potásico, biotita y granate.

Con frecuencia los gneises presentan texturas cataclásticas y son gneises miloníticos. También se han observado gneises muy leucocráticos y de grano grueso que pueden ser interpretados como antiguos diferenciados pegmatoides.

En las proximidades de la Falla de Azuaga, parte de los materiales del Dominio de Valencia de las Torres, han sufrido una cataclasis a baja temperatura con microbrechificación de gneises y anfibolitas. En cartografía se han individualizado algunas de estas rocas.

En cuanto a su grado metamórfico, las asociaciones minerales de los gneises son poco indicativas pero cabe suponer que han sido afectados por metamorfismo en grado alto.

La secuencia original que ha dado lugar a estos materiales del Dominio de Valencia de las Torres debió ser un acúmulo de materiales volcánicos básicos con episodios, muy escasos en este sector, y más frecuentes en áreas limítrofes, de rocas piroclásticas ácidas y básicas.

1.1.2. Dominio de Sierra Albarrana

Los materiales de este dominio están limitados al NE por la Falla de Azuaga y al SW por una zona de fractura compleja con rocas ígneas cataclastizadas, alojadas precisamente a favor de la fractura, y la cuenca carbonífera del Cortijo de la Albuera cuya ubicación y desarrollo estuvieron condicionados por la situación tectónica. Esta zona de fractura puede representar la prolongación de la falla de Malcocinado que al SE separa de forma constante el Dominio de Sierra Albarrana de un dominio más meridional.

Se han reconocido y cartografiado dos sucesiones de materiales, en contacto mecánico, con diferente litología y grado metamórfico. Los materiales más antiguos son una sucesión de gneises micáceos de grano fino con esquistos y cuarcitas plagioclásicas, atribuibles al Proterozoico medio, y con un me-

tamorfismo de grado bajo-medio. La sucesión menos metamórfica es un conjunto monótono de pizarras y metagrauvas de grano fino, con frecuencia en alternancias milimétricas. A escala regional se consideran Proterozoico Superior (Rifeense) y su metamorfismo es de grado muy bajo-bajo.

Los gneises de grano fino y las cuarcitas plagioclásicas tienen texturas granoblásticas-granolepidoblásticas con cuarzo, plagioclasa, moscovita, biotita y granate como minerales más abundantes.

Se han reconocido tres fases de deformación y diferenciados a veces cartografiados de pegmatitas y/o cuarzo.

Las asociaciones minerales son compatibles con condiciones metamórficas de grado bajo y medio y por datos de áreas próximas se puede considerar que al menos parte de estos materiales han alcanzado condiciones del grado medio.

En la sucesión de pizarras y metagrauvas las texturas son esquistosas en las pizarras y blastopsamíticas en las metagrauvas. Los minerales más frecuentes son cuarzo, plagioclasa, moscovita detrítica, sericita, biotita-clorita. Las asociaciones minerales encontradas indican un metamorfismo de grado muy bajo en el tránsito al grado bajo. En estos materiales sólo se han observado dos fases de deformación, poco penetrativas, que transponen a los niveles arenosos.

1.1.3. Dominio de Zafra-Monesterio

Limita al NE con el Dominio de Sierra Albarrana y al W con el de Alconera-Arroyomolinos mediante un cabalgamiento.

Los diversos afloramientos incluidos en este dominio presentan, en el Cámbrico y parte del Precámbrico, diferencias estratigráficas, sedimentológicas y paleontológicas que han llevado a la individualización de varias unidades. Así en la Hoja de Fuente de Cantos se han distinguido las Unidades de Zafra y Cabeza Gorda y en esta Hoja los de Zafra y Usagre, sin que existan criterios para el reconocimiento de la Unidad de Cabeza Gorda.

Los materiales precámbricos del Dominio de Zafra-Monesterio aflorantes en la Hoja de Zafra pertenecen a las formaciones: Formación Tentudía y Formación Malcocinado. No se describen aquí los niveles inferiores de la Formación Torreárboles de edad Proterozoico superior probable.

1.1.3.1. Formación Tentudía

Aflora exclusivamente al N de la Cuenca de Los Santos de Maimona en contacto mecánico con los materiales carboníferos. Al NE contacta con materiales de la Formación Malcocinado, Formación Torreárboles y Calizas, de la Unidad de Usagre.

Esta formación está compuesta por una sucesión monótona de metagrauvascas-metatobas y niveles esquistosos. Toda la formación presenta un color grisáceo y claras evidencias de su naturaleza vulcanosedimentaria.

Los paquetes areníticos corresponden a metagrauvascas y metatobas retrabajadas con texturas esquistosas-blastopsamíticas con cuarzo, plagioclasa, sericita y cantidades menores de biotita verdosa. Los niveles esquistosos corresponden a esquistos sericíticos, con porfiroblastos de cuarzo y plagioclasa, con texturas lepidoblásticas originadas también por erosión de material volcánico, algunos de estos niveles pueden corresponder a cineritas retrabajadas.

Por correlación, con la Hoja de Fuente de Cantos, se puede admitir una edad Rifeense medio-superior para esta formación.

1.1.3.2. *Formación Malcocinado*

Aflora en las unidades de Zafra y Usagre con caracteres semejantes. (En la Unidad de Zafra sus afloramientos son de reducidas dimensiones, bajo la Formación Torreárboles o en contacto mecánico con ésta). Las litologías reconocidas son: metaandesitas, metaconglomerados y metaarcosas cloríticas.

Las metaandesitas son de color verdoso y textura blastoporfídica-esquistosa con plagioclasas descalcificadas, calcita y clorita como componentes esenciales.

Las metaarcosas tienen textura blastopsamítica con cuarzo, plagioclasa y clorita como principales componentes y derivan verosímilmente de tobas y lavas.

Los metaconglomerados son semejantes a las metaarcosas en cuanto a mineralogía y origen.

Este conjunto vulcanosedimentario ha sido afectado por un metamorfismo de grado muy bajo con una esquistosidad sinmetamórfica poco penetrativa.

En la Unidad de Usagre los afloramientos de Formación Malcocinado son bastante extensos, parcialmente recubiertos por materiales recientes en contacto con frecuencia mecánico, con la Formación Torreárboles o con calizas. Al igual que en la Unidad de Zafra a esta formación se le asigna una edad Proterozoico superior (Rifeense Superior-Vendiense).

Los estudios petrográficos denotan la presencia de las siguientes litologías: metaandesitas, brechas andesíticas y rocas tobáceo-cineríticas de diversas composiciones.

Las metaandesitas son rocas esquistosas, blastoporfídicas, con plagioclasa, clorita y calcita como principales minerales, afectados por un metamorfismo de grado muy bajo (zona de clorita).

Las brechas andesíticas tienen una mineralogía semejante a las metaande-

sitas y denotan también los efectos del metamorfismo de grado muy bajo, a veces en el inicio del grado bajo.

Las rocas tobáceas y cineríticas son materiales piroclásticos finos o materiales sedimentarios con aportes piroclásticos o procedentes de la erosión de éstos. Tienen una mayor cantidad de filosilicatos, (sericita y/o clorita) y una textura esquistosa, lepidoblástica, con porfiroblastos. Su composición varía de unas muestras a otras con diversas proporciones de cuarzo, plagioclasa, clorita y sericita como principales componentes. El metamorfismo es de grado muy bajo.

Al igual que en la Unidad de Zafra la Formación Malcocinado es vulcanosedimentaria con metamorfismo de grado muy bajo esencialmente sintectónico con una esquistosidad desigualmente penetrativa y otra fase con micropliegues y a veces esquistosidad espaciada.

1.1.4. Dominio de Alconera-Arroyomolinos

Los afloramientos precámbricos en este dominio, con la excepción ya apuntada de los niveles inferiores de la Formación Torreárboles, se limitan al vértice SW de la Hoja y no superan unos centenares de metros cuadrados. Por su litología y posición son atribuibles a la Formación Tentudía de la Unidad de Alconera. Afloran en discordancia bajo la Formación Torreárboles y están afectados por el metamorfismo de contacto originado por el stock de Burguillos.

La litología más frecuente son metagrauvas vulcanoclásticas con porfiroclastos de cuarzo y plagioclasa menores de 2 milímetros en una mesotaxis granolepidoblástica. La mineralogía común es de cuarzo, plagioclasa, mica incolora, clorita y biotita. Al metamorfismo regional de grado muy bajo-bajo al que se han sobreimpuesto los blastos del metamorfismo de contacto.

1.2. CAMBRICO

La estratigrafía cámbrica queda igualmente condicionada por la existencia de dominios, aunque en este caso sí es posible una clara diferenciación dentro de la Hoja de Zafra, situándose en ella el corte bioestratigráfico tipo de la unidad cámbrica de Alconera así como gran parte del límite entre las unidades cámbricas de Alconera y Zafra.

En el Cámbrico de este área pueden llegar a separarse tres unidades (Alconera, Zafra y Usagre), la primera dentro del Dominio Alconera-Arroyomolinos y las otras dos dentro del Dominio Zafra-Monesterio.

1.2.1. Unidad de Usagre

En la Unidad de Usagre la Formación Torreárboles es arcóscico-grauváquica con algunos niveles conglomeráticos y finas láminas lutíticas. No se ha realizado la separación entre dos miembros dadas las malas condiciones de afloramiento y la práctica desaparición de los niveles más finos del miembro superior.

Los bancos carbonatados se sitúan sobre un pequeño paquete pizarroso que marca el tránsito a la Formación Torreárboles.

1.2.1.1. Formación Torreárboles

Está formada esencialmente por arcosas, subarcosas y grauvacas con matriz sericítica, en bancos decimétricos. A diversas alturas en la serie se intercalan niveles de conglomerados y otros de pizarras.

Las estructuras sedimentarias más comunes son laminaciones paralelas, oblicuas y granoselección.

El conjunto ha sido afectado por metamorfismo regional de grado muy bajo.

La Formación Torreárboles en esta unidad no ha sido datada pero por su posición estratigráfica se le puede atribuir la edad asignada en las otras unidades.

1.2.1.2. Sucesión Carbonatada

Las rocas carbonatadas son calizas marmóreas en bancos decimétricos con texturas granoblásticas y localmente granoblástica esquistosa con cuarzo, moscovita detrítica, opacos y sericita como principales impurezas.

Las intercalaciones pizarrosas son de colores verdosos o violáceos con diversas cantidades de carbonatos. Sus principales componentes son cuarzo, sericita, moscovita detrítica y calcita. Las texturas varían de esquistosas a granolepidoblásticas microplegadas.

En casi todas las muestras se observan diferenciados y fracturas rellenas de carbonatos o carbonatos y óxidos.

La edad de esta sucesión es Cámbrico inferior, aunque no se han encontrado fósiles en esta Hoja, inmediatamente al SE existen arqueociátidos.

1.2.2. Unidad de Zafra

El Cámbrico de la "Unidad de Zafra" se inicia con un conjunto de materiales detríticos, sobre los que se deposita una alternancia rítmica de bancos

calcáreos, frecuentemente laminados, con otros terrígenos de espesores deci y centimétricos, que constituyen un paquete muy monótono.

Los bancos de carbonatos suelen presentar en la base abundante materia orgánica, frecuentes estructuras estromatolíticas y, en ocasiones, niveles de calizas nodulosas. Hacia el techo, estos bancos calcáreos se hacen arenosos y ferruginosos, pero se mantiene su carácter rítmico.

Los bancos terrígenos son de color verde-amarillento en la base y contienen típicas microconcentraciones de materia orgánica, cantos blandos y, a veces, estructuras de bioturbación en forma de U. Hacia el techo aparecen niveles de lutitas violáceas intercalados en bancos carbonatados más arenosos y ferruginosos.

1.2.2.1. *Formación Torreárboles*

La serie tipo de la formación consta de un miembro inferior (I) con arcosas y lentejones de conglomerados entre los que pueden encontrarse, excepcionalmente, niveles de lutitas de potencia decimétrica. Las estructuras sedimentarias más frecuentes son las estratificaciones cruzadas y las granuloclasificaciones. El miembro superior (II) se sitúa en concordancia con el inferior y está constituido por una alternancia rítmica de bancos de arcosas con bancos de lutitas violáceas, cuyas secuencias son granodecrescientes hacia el techo, de modo que las arcosas llegan casi a desaparecer. En el miembro superior son muy frecuentes y típicos los estratos profundamente bioturbados; además presentan laminaciones replegadas, granuloclasificación y niveles erosivos a pequeña escala. En la Sierra de Córdoba, el límite Precámbrico-Cámbrico se ha situado en esta formación.

En el Tramo inferior (I) de la Formación Torreárboles no se han hallado restos de actividad orgánica, pero el Tramo superior (II) contiene numerosas huellas de vida, pistas unilobadas, *Planolites* sp., y bilobados "tipo Cruziana", *Teichichnus* sp., *Diplocraterium* sp., etc., un posible resto de bivalvo y muy numerosos niveles bioturbados. Como se indicó anteriormente, en esta formación se encuentra, el límite Precámbrico-Cámbrico.

1.2.2.2. *Sucesión Detrítico Carbonatada (Capas de Zafra)*

Constituyen un conjunto terrígeno-carbonatado caracterizado por bancos calcáreos que suelen presentar en la base abundante materia orgánica, frecuentes estructuras estromatolíticas, y en ocasiones, niveles de calizas nodulosas. Hacia el techo, estos bancos calcáreos se hacen arenosos y ferruginosos, pero se mantiene su carácter rítmico.

Dentro de esta unidad estratigráfica que tiene rango de formación, se pueden diferenciar dos tramos cuyo límite no es muy neto.

El tramo inferior está constituido mayoritariamente por pizarras (lutitas y areniscas) de color amarillo y verde, entre las que se intercalan niveles centimétricos de calizas gris-azuladas o blancas, dispuestas en lentejones.

El tramo superior contiene una mayor abundancia de niveles carbonatados que alcanzan espesores mayores del metro, existiendo todos los tramos intermedios entre carbonatos y terrígenos.

Sobre estos materiales se asienta la población de Zafra. En una zanja abierta, paralela a la carretera, y que arrancaba del pilar que se encuentra a la salida de la población con dirección a Jerez de los Caballeros, pudimos observar una interesante secuencia estratigráfica de estos materiales, que se inicia con calizas y pizarras trituradas; a continuación se encuentran calizas tableadas con intercalaciones de lutitas en la base, calizas nodulosas centimétricas, calizas tableadas nodulosas y calizas en bancos de unos 30 cm. con nódulos escasos. Sobre ellas yacen lutitas verdosas laminares con fragmentos de lutitas, y con huellas de origen orgánico.

Las "Capas de Zafra" contienen Estromatolitos y *Rhizocorallium* sp. que son huellas de origen orgánico en forma de tubos paralelos a la estratificación, con particiones transversales y rellenos de material carbonatado. Estas huellas tienen una distribución amplia (Cámbrico-Terciario) y tampoco dan precisiones cronoestratigráficas. Por lo tanto, la edad de esta formación no puede ser fijada en este trabajo por su contenido paleontológico y se ha recurrido a criterios paleogeográficos y estratigráficos para discutirla.

Las "Capas de Zafra" se encuentran en concordancia aparente sobre la Formación Torreárboles en la cual se sitúa el límite Precámbrico-Cámbrico, en otras áreas de Sierra Morena. En el área que nos ocupa, la Formación Torreárboles presenta también una fauna muy parecida a la de las otras regiones y parece deducirse que ésta debe ser también su edad.

Según esto, las "Capas de Zafra" pertenecerían al Cámbrico inferior y su base incluiría muy posiblemente el Ovetiense. Esta edad, deducida por su posición estratigráfica, viene corroborada por los datos paleogeográficos que se tienen del Cámbrico de Ossa Morena, donde no se conocen niveles carbonatados significativos fuera del Cámbrico inferior.

1.2.2.3. *Capas de los Santos*

Están constituidas por una alternancia rítmica de bancos calcáreos frecuentemente laminados, con otros terrígenos de espesores deci y centimétricos, que constituyen un paquete muy monótono. Se diferencian, fundamentalmente, de las "Capas de Zafra" porque los bancos calcáreos son más arenosos y ferruginosos, porque aparecen niveles de lutitas violáceas intercalados y porque no se han encontrado brechas intraformacionales ni niveles estromato-

líticos. Además, se acusa un descenso importante en el contenido de materia orgánica, en las calizas.

Las "Capas de los Santos" quedan, provisionalmente, como azoicas. Están encima y en concordancia sobre las "Capas de Zafra", luego por su posición estratigráfica pertenecerían al Cámbrico inferior, y con bastante probabilidad comprenderían la mitad superior del Marianiense y el Bilbiniense.

1.2.3. Unidad de Alconera

Esta unidad comienza con el depósito de materiales detríticos en los que se encuentra el tránsito Precámbrico-Cámbrico. Sobre ellos se disponen capas detrítico-carbonatadas y materiales terrígenos que culminan con cuarcitas y microconglomerados. Termina la secuencia con materiales vulcano-sedimentarios del Cámbrico medio.

1.2.3.1. Formación Torreárboles

Esta formación fue definida en la Sierra de Córdoba y se ha podido constatar su continuidad hacia el oeste, a lo largo de todo el flanco norte del "Anticlinorio" Olivenza-Monesterio.

La serie tipo de la formación consta de un miembro inferior (I) con arcosas y lentejones de conglomerados entre los que pueden encontrarse, excepcionalmente, niveles de lutitas de potencia decimétrica. Las estructuras sedimentarias más frecuentes son las estratificaciones cruzadas y las granuloclasificaciones. El miembro superior (II) se sitúa en concordancia con el inferior y está constituido por una alternancia rítmica de bancos de arcosas con bancos de lutitas violáceas cuyas secuencias son granodecrecientes hacia el techo, de modo que las arcosas llegan casi a desaparecer. En el miembro superior son muy frecuentes y típicos los estratos profundamente bioturbados; además presentan laminaciones replegadas, granuloclasificación y niveles erosivos a pequeña escala. En la Sierra de Córdoba, el límite Precámbrico-Cámbrico se ha situado en esta formación.

El tramo inferior (I) de la Formación Torreárboles aflora en la carretera de Atalaya a Valverde de Burguillos, justamente al sur de la Hoja de Zafra, y presenta en la base lutitas negras metamórficas y arcosas metamorizadas por la proximidad del stock de Burguillos.

Sobre ellos yacen conglomerados poligénicos muy triturados de colores amarillos y ocreos. Sobre éstos aparecen areniscas de colores claros con gradaciones de tamaño directas e inversas, laminaciones cruzadas y niveles de materiales volcánicos. La serie continúa con cuarcitas de colores oscuros en fractura fresca, con niveles erosivos, paleocanales con cantos blandos (pizarras) y duros (cuarcitas) de tamaño variable, desde microconglomerado, has-

ta de 7 cm. de diámetro, cantos volcánicos y, en general, mucho aporte volcánico.

El tramo superior (II), se inicia con areniscas duras con niveles detríticos y abundante material volcánico, en los que se observan niveles erosivos y *ripples*. Sobre ellas se encuentran areniscas con *ripples* y nivelillos de lutitas muy bioturbadas y niveles erosivos con gradaciones de tamaño. En ellos aparecen *Planolites* sp., *Diplocraterium* sp., pistas bilobadas "tipo cruziana" y unilobuladas, otras pistas indeterminadas y un posible molde de bivalvo. Concluye la serie con areniscas y pizarras con *ripples* de interferencia.

En la transversal Alconera-Zafra, sólo aflora una parte del miembro superior de la Formación Torreárboles en contacto con el stock de Burguillos del Cerro. La potencia observada del miembro superior en esta serie es de unos 150 m., y está formado por lutitas grises o verdosas, cuarcitas y arcosas oscuras y a veces niveles centimétricos de areniscas. Algunas lutitas son carbonosas y otras presentan carbonatos de alteración. Las estructuras sedimentarias son por orden de abundancia, laminaciones replegadas, bioturbaciones, niveles erosivos, granoclasificaciones, estructuras lenticulares de areniscas, estratificaciones cruzadas y rizaduras de corrientes. También se han encontrado niveles de sulfuros de hierro.

Los restos fósiles más antiguos de esta formación fueron hallados por debajo de Trilobites del Cámbrico inferior en el Tramo superior (II) de la Formación Torreárboles y comprenden, fundamentalmente, los icnofósiles *Planolites* sp. y *Teichichnus* sp. que, a grandes rasgos, son asimilables al Tommotiense de la URSS, lo cual concuerda con la supuesta edad de la Formación Torreárboles en el área tipo.

1.2.3.2. Formación Alconera

Se dispone en concordancia aparente sobre la formación infrayacente y está constituida por materiales en el que predominan los carbonatos con intercalaciones de pizarras de espesor variable cuyo tamaño de grano corresponde a lutitas y areniscas finas, por orden de abundancia.

Los componentes carbonatados son los siguientes:

- 1) Calizas finamente laminadas por mallas de Algas, con estructuras estromatolíticas escasas y dispersas;
- 2) Calizas con Algas, de aspecto masivo, de tonos que varían entre gris oscuro y azulado, muy raramente se encuentran de colores cremas;
- 3) Calizas tableadas blancas con nódulos de sílex;
- 4) Calizas nodulosas oscuras;
- 5) Calizas margosas bioclásticas con niveles carbonosos;

6) Calizas biohermales de Algas y Archeociatos, y

7) Calizas en facies "rizada".

El conjunto de todos estos materiales puede separarse en dos megasecuencias con características estratigráficas, sedimentológicas y paleontológicas muy distintas, de tal manera que en función de ellas se podrían definir dos formaciones. Aunque de acuerdo con los autores que desde el siglo pasado han trabajado en este área, y considerando que desde el punto de vista litológico constituyen un conjunto homogéneo de materiales (alternancia de carbonatos y detríticos), que no vuelve a repetirse en el Cámbrico de esta "Unidad", consideramos que estas dos megasecuencias constituyen los dos miembros de una sola formación, que denominamos Sierra Gorda, al inferior, y La Hoya al superior y que quedan diferenciados en cartografía.

La potencia de la Formación Alconera es de 900 m. aproximadamente.

1.2.3.2.1. Miembro Sierra Gorda

Está constituido fundamentalmente por carbonatos con algunos niveles detríticos finos y se ha dividido, para su estudio, en tres Capas de abajo-arriba.

La Capa I está formada por calizas finamente laminadas por la acción de las Algas que depositaron el carbonato cálcico, y entre las que se intercalan niveles de areniscas finas y lutitas, por orden de abundancia. Entre estos bancos calcáreos se encuentran otros de areniscas y lutitas de color verde. En el techo de la Capa existen Estromatolitos y se observa que sobre ellos se encuentran niveles con clastos procedentes de su destrucción. También pueden aparecer niveles de pequeño desarrollo formados sólo por Algas. La potencia de esta Capa es de aproximadamente 40 m.

Por su textura microscópica se trata de una microesparita homogénea, con pequeños cristales de carbonatos y abundantes peletoides.

La Capa II la forman calizas de Algas en bancos más masivos, entre los que se intercalan niveles de areniscas finas y algunas lutitas de color verde amarillento; éstas suelen ser menos potentes que los bancos calcáreos. Son típicas en ellas estructuras orgánicas de crecimiento y laminaciones en las areniscas. Su potencia es de unos 330 m.

Al microscopio las calizas corresponden a microesparitas y biomicroesparitas. Las primeras pueden presentar laminaciones de disposición irregular. Con grandes aumentos se observan restos de células que constituyen masas filamentosas de Algas, en general muy recrystalizadas. A veces tienen zonas esparíticas con grandes cristales ocupando áreas aisladas y dispersas dentro de las láminas microesparíticas.

La Capa III son calizas laminadas en la base y masivas en el techo, de colores blanco-rosáceo y blanco-azulado. Su potencia es de 130 m. aproximadamente.

Las calizas laminadas se caracterizan por la aparición de un banco de 5 m. de espesor con nódulos de sílex y abundante materia orgánica de origen algal. Estos materiales al microscopio presentan textura microesparítica homogénea y tienen abundantes romboedros de dolomita dispersos en ella, aunque fundamentalmente se concentran en los bordes de los huecos rellenos por grandes cristales de calcita.

Las calizas masivas del techo están formadas por Algas y contienen Arqueociatos aislados. Vistas al microscopio son biomicroesparitas con textura nodulosa. Se observan filamentos de Algas sin particiones internas, oncolitos y estructuras esferoidales que serían probables oolitos deformados.

1.2.3.2.2. Miembro La Hoya

Este miembro de acuerdo con los conjuntos litológicos que lo constituyen, se ha dividido en tres Capas de abajo-arriba.

La Capa I comienza con un neto cambio de facies, representado por 1 m. de calizas nodulosas grises que pueden constituir a veces, auténticas brechas intraformacionales, seguidas por una alternancia de 2 m. de calizas tableadas bioclásticas con margas gris-oscuras, cuya característica fundamental es el alto contenido en materia orgánica, típico de un medio reductor de energía media o alta. Contiene Hyolites y Braquiópodos.

Las calizas tableadas observadas al microscopio son microesparitas homogéneas que presentan, ocasionalmente, microconcentraciones nodulosas.

Le siguen calizas blancas biohermales de Algas, con secciones de Arqueociatos en el techo. Hacia arriba, los Arqueociatos se hacen más abundantes en los biohermos y presentan los típicos colores blancos, rosas y violáceos que dan en conjunto un aspecto jaspeado. Termina la Capa con calizas en facies "rizada", de aspecto similar a las anteriores y de colores que varían desde el rosáceo al verdoso, pasando por el violáceo. Hacia el techo se empobrecen paulatinamente en carbonatos, lo que determina la aparición de niveles de calizas margosas y margas en donde se encuentran Trilobites, Braquiópodos, Hyolites y Problemáticas. La potencia es de 30 m.

Las calizas de Algas presentan al microscopio textura microesparítica homogénea con peletoides, cristales euhédricos de pirita y de dolomita, así como abundantes granos de cuarzo de pequeño tamaño. Se observan laminaciones algales y estructuras micríticas de origen orgánico en forma de "sombbrero" y "bastón", que podrían corresponder a secciones de "Problemática".

La textura microscópica de las calizas que forman los biohermos de Algas-Arqueociatos pueden ser biomicroesparita y microesparita, nodulosa, con

matriz homogénea, granos de cuarzo abundantes dentro de la microesparita y zonas intensamente teñidas por óxidos de hierro. Contienen laminaciones algales, Algas ramificadas, Chancellorias, Arqueociatos, Hyolites y Problemáticas.

Las calizas margosas rizadas tienen textura microesparítica con granos de cuarzo y óxidos de hierro. Se encuentran microconcentraciones carbonosas, Hyolites y Chancellorias.

En estos niveles se observan estructuras orgánicas de crecimiento y láminas replegadas.

La Capa II está constituida por calizas y margas en facies "rizada" que se van alternando con pizarras (al microscopio lutitas y areniscas finas por orden de abundancia) en cuyo interior se encuentran nódulos calcáreos. Excepcionalmente se reconocen a simple vista bancos de areniscas. Los niveles calizos y margosos tienen colores claros, verdes o violáceos; las pizarras, verdes, violáceas, grises o amarillentas y las areniscas suelen presentar un color gris blanquecino. La potencia es de 125 m. aproximadamente.

Las calizas rizadas de los términos superiores presentan al microscopio textura microesparítica y biomicroesparítica, granos de cuarzo muy abundantes y laminaciones algales. El contenido faunístico es de gran riqueza en Braquiópodos, Hyolites, Chancellorias, Problemáticas y Trilobites.

Las estructuras observadas son láminas replegadas, gradaciones de tamaño de grano y estratificaciones cruzadas en los bancos de arenisca. En los niveles detríticos son abundantes los Trilobites, Braquiópodos e Hyolites.

La Capa III se caracteriza por la desaparición de los niveles de facies "rizada", que son reemplazados por pizarras con nódulos calcáreos que alternan con niveles de pizarras violáceas, amarillentas o verdosas. Se observan débiles laminaciones originadas por el distinto tamaño de grano de las pizarras, y más raramente algunos niveles erosivos de pequeña escala. La potencia de esta Capa es aproximadamente de unos 250 m. aunque parte de ella está cubierta. Existen frecuentes Trilobites de pequeña talla y Braquiópodos.

En el Miembro Sierra Gorda se han encontrado restos de Braquiópodos, Hyolites, Problemáticas, Algas, Estromatolitos y Arqueociatos. Estos últimos han suministrado ejemplares de los géneros *Coscinocyathus*, *Aldanocyathus* y *Taylorcyathus*.

En el Miembro La Hoya se han citado los siguientes fósiles:

Trilobites: *Delgadella souzai* (DELGADO, 1.904); *Serrodiscus cf., speciosus* (FORD, 1.877); *Strenuaeva sampelayoi*; SDZUY, 1.968; *Realaspis strenoides* SDZUY, 1.961; *Saukianda andalusiae* R. & E. RICHTER, 1.940; *Hicksia hispánica* R. & E. RICHTER, 1.941; y una especie de Protolenide, probablemente muy próxima a *Aldonaia (Protaldonaia) morenica* (SDZUY) por los autores LOTZE &

SDZUY, 1.961; LAUS, 1.968 y GIL CID, 1.973.

Arqueociatos: *Dictyocyathus sampelayanus* H. PACH., 1.918; *Archaeocyathellus cordobae* SIMON, 1.939; *Archaeocyathus pachecoi* MEL., 1.941; *Coscinocyathus* sp.; *Aldanocyathus anabarensis* (VOL., 1.937); *Urcyathus aff. asteroides* (VOL., 1.940); *Robustocyathus castellarensis* PER., 1.973; *Rassetticyathus alconeri* PER., 1.973; *Alconeracyathus melendezi* PER., 1.973; *Coscinocyathus albuereensis* PER., 1.973; *Erismacoscinus zafrensis* PER., 1.973; *E. hispánicus* PER., 1.973; *E. badajocensis* PER., 1.973; *E. marocanus* DEBR., 1.958; *E.m. amagurensis* DBR., 1.964; *E. m. amuslekensis* DBR., 1.964; *E. aff. dianthus* (BORN., 1.887); *E. diouri* DBR., 1.964; *Dictocyathus calurosus* PER., 1.973; *D. cf. circulus* DBR., 1.964; *Inessocyathus aff. ijizkii* (TOLL, 1.889); *Afiacyathus debrenni* PER., 1.975; *Taylorcyathus zhuravlevi* PER., 1.975; *Mennericyathus hoyensis* PER., 1.976; *Chouberticyathus extremaduriensis* PER., 1.976; *Andalusicyathus andalusicus* (SIMON, 1.939).

por los autores MELENDEZ, 1.941; DEBRENDE & LOTZE, 1.963; PEREJON, 1.973, 1.975a,c y 1.976a, y además espículas de Esponjas, *Chancelloria*, Algas, *Epiphyton* y *Renalcis*, Braquiópodos, Hyolites y Problemáticas.

Por otra parte, los autores han recogido nuevo material que ha suministrado ejemplares de Trilobites de los géneros y especies siguientes:

Saukianda, *Pagetiellus*, *Gigantopygus*, *Delgadella*, *Hicksia?*, *Ellipsostrœna*, *Serrodiscus*, *Triangulaspis*, *Strenuaeva*, *Termierella* y otros Prololénidos.

La edad del Miembro Sierra Gorda debe ser Ovetiense, por encontrarse estratigráficamente debajo de materiales datados con Trilobites del Marianiense inferior, y porque la Formación Torreárboles, que se sitúa debajo de él, contiene el Límite Precámbrico-Cámbrico.

Los Trilobites encontrados en los materiales del Miembro La Hoya caracterizan el piso Marianiense en toda su extensión.

Las especies de Arqueociatos citadas, se encuentran en los metros basales de este miembro y por debajo de los Trilobites de la base del Marianiense.

1.2.3.3. Formación La Lapa

Es una formación predominantemente detrítica, de color amarillo-verdoso-ocre, que en la base tiene pequeñas zonas con carbonatos que pueden for-

mar lentejones de areniscas calcáreas. Una característica importante de esta formación es el aumento del tamaño de grano, de modo que en la parte inferior predominan las areniscas finas y lutitas, por orden de abundancia, que dan un paisaje con pequeñas lomas redondeadas. Hacia su mitad aparecen areniscas de grano medio y areniscas finas con niveles de lutitas intercalados. En la parte superior predominan las areniscas de grano grueso, que dan un paisaje con relieve agreste y característico, sin dejar de aparecer otras de menor tamaño de grano. Incidentalmente pueden encontrarse algunos niveles de vulcanitas de espesor y extensión pequeños.

Es también muy típica la ritmicidad del tramo medio en el que alternan los materiales detríticos de diferente tamaño de grano, formando secuencias que se repiten muchas veces en el tiempo. Esta alternancia está menos acusada en los otros dos tramos. Son también importantes las frecuentes bioturbaciones de los niveles de la parte inferior y medio de la formación.

La potencia de la formación es de aproximadamente 1.140 m. quedando cartográficamente representada por otros miembros.

1.2.3.3.1. Miembro Las Vegas

Está formado por una alternancia de arenisca fina y lutita, cuyos colores predominantes son amarillo y verde, aunque también existen niveles gris-azulados y violáceos. En la base, el tamaño de grano es menor y mayor la proporción de carbonatos que determinan la aparición de lentejones de areniscas calcáreas gris-azuladas, que en la serie no suelen tener más de un metro de potencia y extensión. Algunos de estos lentejones contienen placas de Equinodermos. Hacia el techo inician su desaparición estos lentejones carbonatados, lo que coincide con la aparición de los primeros niveles violáceos, que tienen huellas endógenas de origen orgánico, entre las que se han podido reconocer *Planolites* sp. Es típico de este tramo unas microlaminaciones discontinuas difíciles de observar a simple vista y una abundancia relativa de limonita. Su potencia es de 350 m. aproximadamente.

1.2.3.3.2. Miembro Vallehondo

Es una alternancia de areniscas de grano fino con areniscas de grano medio que da un mayor resalte topográfico. A veces se intercalan niveles de lutitas. Los materiales suelen ser micáceos y poco limoníticos, de colores gris-verdoso y a veces amarillos. Presentan niveles con una marcada laminación y otros con estratificación cruzada, granoclasificación y "burrows".

Se observa un aumento de energía hacia el techo, que da lugar al depósito de areniscas cuarzosas de grano grueso en bancos de espesor decimétrico e incluso a escala métrica. Son frecuentes los cambios laterales de granulome-

tría. En la parte superior de este miembro aparecen, a veces, algunos niveles de rocas volcánicas de poca relevancia o intercalados en la serie.

Los únicos restos de actividad orgánica que han aparecido son los niveles de bioturbación.

El espesor de este miembro es aproximadamente 750 m.

1.2.3.3.3. Miembro Castellar (Cuarcita del Castellar)

Está formado por areniscas groseras dispuestas en bancos de escala decimétrica a métrica, con aspecto tableado, que dan un paisaje agreste que forma una Sierra con fuertes desniveles topográficos en su vertiente Este. En la base, las areniscas tienen abundante hierro lo que da lugar a que en ocasiones se concentre en forma de nódulos. La estructura más frecuente es la estratificación cruzada y son escasas las laminaciones. En este miembro también se observa el aumento general del tamaño de grano con el tiempo, que caracteriza a toda la serie, y además se depositan ocasionalmente niveles de microconglomerados.

Observadas al microscopio, su composición corresponde a una cuarcita con granos de una esfericidad media-grande y un redondeamiento bajo.

En este miembro no hemos encontrado restos fósiles.

La potencia media en la sección tipo de 40 m.

La Formación La Lapa ha suministrado fósiles sólo en el Miembro Las Vegas, consistente en *Planolites* sp. y placas de Equinodermos. En el Miembro Vallehondo sólo se han detectado bioturbaciones y el Miembro Castellar queda, provisionalmente, como azoico.

Los restos fósiles hallados no nos permiten conocer la edad de la formación, por lo que ésta se apoyará en su posición estratigráfica. La Formación La Lapa se sitúa debajo de una fauna de Trilobites del Cámbrico Medio que ha sido encontrado (BARD, 1.964) en la base de las "Capas del Playón" y por encima de una fauna de Trilobites del Marianiense que aparece en el techo de la Formación Alconera. Su edad, por consiguiente, debe ser Cámbrico inferior (Bilbiliense) como lo demuestra el hallazgo realizado por los autores de *Paradoxides* (*Eccaparadoxides* cf. *sdzuyus*) LIÑAN, 1.979, en la base de las "Capas del Playón", y que caracteriza uno de los niveles más antiguos de Trilobites encontrados en el Cámbrico medio de Sierra Morena.

1.2.3.4. *Formación Vulcano-Sedimentaria del Cámbrico Medio (Capas del Playón)*

Es una unidad vulcano-sedimentaria en la que se van intercalando sucesivamente niveles de rocas volcánicas ácidas y básicas, aglomerados y pizarras. Estas últimas tienen colores amarillo-verdosos y por su tamaño de grano co-

responden a lutitas y areniscas finas, y son poco frecuentes los niveles de areniscas con colores claros.

Los materiales volcánicos que constituyen este complejo son principalmente aglomerados poligénicos, tobas volcánicas con niveles lenticulares de jaspes y lavas melanócratas espilíticas (BARD, 1.964 y 1.969; DUPONT, 1.979).

La potencia de esta unidad es difícil de establecer por las numerosas fallas que la afectan. Los autores han estimado para ella un espesor de más de 300 m.

En estos materiales se han encontrado Trilobites, Braquiópodos e Hyolites.

En las "Capas del Playón" han sido citados los Trilobites siguientes:

Acadoparadoxides sp.

Paradoxides sp.

Parabailiella cf. *languedocensis* (THORAL, 1.946)

Parailhania cf. *hispida* THORAL, 1.935

Couloumania cf. *heberti* (MUNIER-CHALMAS & BERGERON, 1.889)

Parabailiella sp.

Condylopyge sp.

Solenopleurina aff. *tyrovicensis* RUZICKA, 1.938

Sao *hirsuta* BARRANDE, 1.846

Sao sp.

Conocoryphe (*Parabailiella*) cf. *schmidti* SDZUY, 1.957.

Ctenocephalus (*Ctenocephalus*) sp.

Pardailhania sp.

Paradoxides aff. *pusillus* BARRANDE, 1.846.

Jincella sp.

Bailiella sp.

Conocoryphe heberti MUNIER-CHALMAS & BERGERON, 1.889.

por los autores BARD (1.964), LAUS (1.968) y GIL CID (1.973).

De las muestras recogidas en los recorridos de campo, se ha obtenido el siguiente resultado:

Km. 6 de la Carretera Zafra-La Lapa:

Paradoxides (*Eccaparadoxides*) cf. *sdzuyus* LIÑAN, 1.979.

Hyolites sp.

Camino hacia la presa de la Albuera:

Conocoryphe (*Parabailiella*) sp.

La especie *sdzuyus* fue definida en la Sierra de Córdoba y caracteriza el piso de *Acadoparadoxides*, que es el primero del Cámbrico medio de España. Dentro de éste, estas especies se encuentran en el subpiso de *Conocoryphe ovata* y probablemente en la base del subpiso de *Acadolenus*. Se trata, por lo tanto, de un Cámbrico medio muy bajo, que se situaría por debajo de la banda 21 de LOTZE.

Este hallazgo permite correlacionar la base de las "Capas del Playón" con la base del Miembro II de la Formación Los Villares de la Sierra de Córdoba.

1.2.4. Correlaciones

En este capítulo nos referiremos en general, a las formaciones que tienen sus características estratigráficas suficientemente definidas y que presentan una nomenclatura inequívoca.

1.2.4.1. Unidad de Usagre

La Formación Torreárboles es correlacionable con la misma formación de las Unidades de Zafra.

La sucesión carbonatada es correlacionable con la Formación Alconera y con la Formación Pedroche de Córdoba.

Su correlación con las capas detrítico-carbonatadas de la "Unidad de Zafra", es problemática pues no existen, por el momento, criterios suficientes para ello. Como hipótesis de trabajo se puede pensar que se correlacionaría con la parte superior de las calizas detríticas. Se correlacionaría también con la serie detrítica que se encuentra sobre las Margas de Herrerías en Cala (SCHNEIDER, 1.939).

Respecto a la Cordillera Ibérica, se correlacionaría con las Pizarras de Huérmeda, con la arenisca de Daroca y probablemente con parte de las Margas de Murero, en el sentido de LOTZE (1.929).

Las "Capas del Playón", han suministrado fauna que caracteriza el piso de *Acadoparadoxides* que es el primero del Cámbrico medio de España; la presencia de la especie *sdzuyus* permite correlacionar la base de las "Capas del Playón" con la base del Miembro II de la Formación Los Villares de la Sierra de Córdoba.

1.2.4.2. "Unidad de Zafra"

Las correlaciones de la Formación Torreárboles ya han sido explicitadas en el apartado anterior.

Las "Capas de Zafra" por su posición estratigráfica sobre la Formación Torreárboles, deben correlacionarse con la Formación Alconera. Aunque los escasos restos fósiles encontrados en ellas no permiten precisar más sus relaciones, y apoyándonos en los criterios discutidos en el apartado anterior, podemos suponer que su edad, no siendo idéntica, tampoco debe ser demasiado diferente de la de otras formaciones carbonatadas basales del Cámbrico de Sierra Morena.

Las "Capas de Los Santos" no han facilitado ningún tipo de restos fósiles, pero sí consideramos que yacen sobre las "Capas de Zafra" y deben corresponder al Cámbrico inferior alto; es probable que se correlacionen con la Formación La Lapa, aunque esto es, por el momento, sólo una hipótesis de trabajo.

1.2.4.3. "Unidad de Alconera"

Los materiales detríticos asignados a la Formación Torreárboles y cuya continuación se ha podido constatar a lo largo de todo el flanco norte del "Anticlinorio" Olivenza-Monesterio, se correlacionan con dicha formación en la Sierra de Córdoba, donde se ha definido su área y sección tipo.

Dentro de Ossa Morena, la Formación Alconera se correlaciona con la Formación Pedroche y la parte inferior de la Formación Santo Domingo de la Sierra de Córdoba. También debe correlacionarse con la parte inferior de la serie carbonatada-terrágena que integra la "Unidad de Zafra". También lo es con el tramo carbonatado de la Sierra del Bujo más las Margas de Herrerías, de los alrededores de Cala (Huelva) y con la Sucesión Carbonatada de la Unidad de Usagre.

Respecto a la Cordillera Ibérica, se correlaciona con las Capas de Embid y la Dolomía de Ribota.

La Formación La Lapa, en Sierra Morena, se correlaciona con la parte superior de la Formación Santo Domingo, incluyendo probablemente también el tramo inferior de la Formación Los Villares de la Sierra de Córdoba.

1.3. DEVONICO

En la zona central de la Hoja existe un afloramiento, de dirección NW-SE y relativa amplitud, de calizas masivas, recristalizadas, que localmente tienen un gran contenido en fósiles. A pesar de ello su datación resulta incierta y su facies de difícil atribución a alguna del resto de materiales presentes en la Hoja. Su desconexión cartográfica (contactos por falla), con disposición estructural, análoga en parte a los terrenos carboníferos de Los Santos de Maimona, así como su contenido biológico llevan a situarlas en el Devónico.

1.4. CARBONIFERO

Los afloramientos de materiales de esta edad se ubican en los cuadrantes NW y SE de la Hoja en las proximidades de Los Santos de Maimona y del Cortijo de la Albuera (Hinojosa del Valle, en el borde E).

El primero es el más importante con unos 38 km² habiendo sido objeto de explotación hasta el año 1.964 y en distintas ocasiones, a partir ya de la Primera Guerra Mundial (1.914-18). El segundo tiene extensión reducida (8 km²) y es improductivo, sólo se cita en la bibliografía más moderna y de forma marginal.

1.4.1. Cuenca de Los Santos de Maimona

La cuenca de Los Santos de Maimona es la más interesante desde el punto de vista estratigráfico y sedimentológico ya que existe una evolución clara y de fácil observación de muro a techo de medios continentales a marinos.

GONZALO Y TARIN (1.879) describe la cuenca en líneas generales y la sitúa en la parte inferior del Carbonífero superior por comparación de las calizas de la Sierra Cabrera con la Caliza de Montaña de otras áreas.

En zonas próximas se han descrito asimismo materiales con esta edad por MACPHERSON (1.879) y MALLADA (1.927).

HARTUNG (1.941), JONGMANS y MELENDEZ (1.950) y JONGMANS (1.956) determinan en este área o en cuencas próximas diversas especies (citadas más adelante) que sitúan la cuenca en el Carbonífero inferior hasta el Namuriense A.

La sucesión comienza con una brecha poligénica de cantos angulosos a subangulosos con tamaño medio, variable según las localidades, entre 8 y 4 cms. y tamaño máximo de unos 25 cms.; bastante heterométrica generalmente.

La composición litológica de los clastos es asimismo variable. En la base consiste en areniscas, limolitas calcáreas, calizas y materiales ígneos y hacia arriba, cerca de la carretera de Los Santos de Maimona a Badajoz, contiene mayor proporción de limolitas con participación efusiva y calizas.

Aunque las condiciones de afloramiento permiten cartografiarla con comodidad no existen cortes que permitan ver con claridad las relaciones deposicionales de los paquetes, que tienen potencias inferiores a 1 m. En general la disposición de los clastos es caótica presentando cierta orientación en el techo favorecida por el mayor aplanamiento de los fragmentos. La potencia es del orden de 200 m.

Por encima se disponen materiales diversos estando la serie más desarrollada en las proximidades de Los Santos de Maimona si bien las condiciones de afloramiento son extremadamente pobres. El conjunto comprende desde

el techo de la brecha hasta la aparición de los primeros niveles de calizas arrecifales al N de la Rivera Robledillo. Un tramo de unos 700-750 m. al menos, ya que aunque el espesor aparente es mayor deben suponerse algunas repeticiones en la serie debidas a la intensa tectónica.

Consta principalmente de limolitas y pizarras duras beigeas a grises o blanquecinas con intercalaciones muy numerosas de areniscas y rocas volcánicas interestratificadas de tipo dacita y andesita-basalto que aumentan en importancia hacia la parte media del tramo. Las areniscas son gruesas, a veces microconglomeráticas, pasando lateralmente hacia el W y hacia el techo a sedimentos más finos.

Cartográficamente destacan dos paquetes de lavas, interestratificadas hacia la parte media, observables en las proximidades del Santuario de Nuestra Señora de La Estrella y el cruce de carreteras de Zafra-Badajoz y Los Santos de Maimona-Badajoz. Se trata de coladas de dacitas con textura porfídica y enclaves de andesita-basalto, de unos 10-12 m. de potencia cada una.

Sobre él encontramos una serie areniscosa gruesa, localmente microconglomerática, difícilmente observable que contiene niveles limosos o arcillas y capas de carbón. Estas son cinco, según se observa en los Planes de Labores de las concesiones San Agustín I y San Agustín II, si bien ROSSO DE LUNA y HERNANDEZ PACHECO (1.955) citan siete capas de las cuales se ha explotado principalmente la capa basal. El carbón es de tipo antracita de calidad baja a media, y está intensamente afectado por procesos térmicos.

En materiales procedentes de las antiguas explotaciones se han encontrado recientemente restos de plantas que permiten atribuir una edad Namuriense A (J. TALENS, com. pers.).

Anteriormente MALLADA (1.927) citaba en estos niveles flora del Carbonífero inferior:

Lepidodendron lycopoides
Calamites cannaeformis
Stigmaria ficoides
Sphenophyllum emarginatum

y JONGMANS y MELENDEZ (1.950) en Huerta de Estrada y en la bocamina de El Fogón describen:

Lepidodendron losseni WEISS
Stigmaria ficoides BGT
Asterocalamites scrobiculatus SCHL
Ciclostigma zafrensis JONGM

del Carbonífero inferior-Namuriense A.

Por encima del tramo con carbón continúan materiales similares a los descritos con predominio de pizarras o limolitas beige que se desmenuzan en fragmentos con facilidad y con intercalaciones poco potentes de areniscas algo calcáreas.

En el sector occidental, a la altura de la carretera local de Fte. del Maestre desde la carretera nacional de Zafra-Badajoz se puede observar este predominio de las limolitas sobre los detríticos arenosos, en los 200 m. inferiores al primer banco de calizas. Aquí los niveles areniscosos son arcósicos de grano medio, medianamente redondeados y tienen escala centi o decimétrica. Las limolitas son abundantes y son de grano grueso; predomina el cuarzo como componente esencial.

Inmediatamente por debajo de las calizas existe una intercalación constituida por brechas volcánicas gris-azuladas muy duras con fragmentos de rocas de distinta composición: riolitas, pórfidos con microfenocristales de plagioclasa, microcristales de plagioclasa, pizarras, etc. La potencia es de 26 m. y el tamaño es variable de grueso a muy fino. Lateralmente desaparecen hacia el E.

Sobre las brechas hay limolitas cuarzo-feldespáticas que hacia el techo se enriquecen en carbonatos y anuncian el cambio de ambiente que tiene lugar ya que sobre el tramo descrito encontramos un banco calcáreo de 1,90 m. el primero en esta sección de la carretera de Fte. del Maestre, muy rico en fauna de braquiópodos y tetracoralarios, encontrándose colonias en posición de vida. Hay asimismo corales transportados. En conjunto se trata de una intraesparita de grano grueso. Tiene escasa continuidad lateral, aunque hacia el E existen diversas capas similares a ésta que proporcionan fauna abundante. Al N de la Casa de Navafra se han clasificado:

Clisiophyllum Sp.

Koninckophyllum Sp.

Lithostrionella Sp.

Gigantoproductidae indeterminados

que dan una edad Namuriense probable.

También en el pequeño sinclinal aislado de caliza al N de la Rivera Robledillo al E de Peña Cabrera se encuentran:

Gigantoproductus Sp.

Lithostrotion (Siphonodendron) martino (en posición de vida)

Restos indeterminados de corales y braquiópodos

que permiten asegurar una edad Viseense Superior.

Siguen a continuación 55 m. de limolitas con pequeñas intercalaciones centimétricas de areniscas de grano fino con base erosiva y dos capas interes-

traticadas de vulcanitas similares a las anteriores de potencia inferior a 1 m. Estos depósitos inician un nuevo tramo con predominio de aportes volcánicos de 47 m. Se trata de tobas volcánicas ácidas con algunos porfiroblastos de cuarzo y feldespatos. Hacia la parte media y al techo existen niveles de pizarras muy duras, fragmentadas de tonos verdosos.

Hay 20 m. de serie no visible de tipo pizarroso predominante y se inicia de manera franca la sedimentación carbonatada que constituye el paquete de calizas más importantes de la cuenca. En este punto tiene 80 m. si bien lateralmente hacia el W y S llega prácticamente a desaparecer. En la base predominan las capas de limos arcillosos y margosos grises de 20-30 cms. alternando con calizas grises de 5-10 cms. de tipo intraesparita con porcentajes elevados de oolitos. Hacia el techo se pasa progresivamente a capas más potentes, hasta 50 cms., de caliza con intercalaciones menores de margas arcillosas. Petrográficamente son biointramicruditas.

A lo largo de todo el tramo existen fragmentos de restos fósiles de braquiópodos, lamelibranquios, equinodermos y briozoos así como microfauna principalmente ostrácodos. Se han determinado:

- Archaediscus krestovnikovi*
- Archaediscus krestovnikovi*, var. *kokjubensis*
- Koninkpora* sp.
- Eostaffella parastruvei*
- Eostaffella* gr. *pseudostruvei*
- Eostaffella* aff. *parastruvei*
- Climacammina*
- Endothyranopsis*
- Calcisphaera pachysphaerica*.

Un poco más al N, en el Cerro de la Armena, los bancos calcáreos son más potentes reduciéndose al mínimo los niveles de calcilutitas. Son ricos en restos fragmentados de fósiles generalmente indeterminables. Como anteriormente se trata de intraesparitas más o menos fosilíferas recristalizadas, de grano medio.

Por encima de los bancos de calizas se encuentra un conjunto de unos 300 m. de lutitas con intercalaciones de capas calcáreas de pequeño espesor (en general menos de 1 m. y muy frecuentemente de orden centi y decimétrico) grises, de grano medio a grueso y con restos fósiles triturados. Desaparecen lateralmente y se sustituyen unos a otros en sentido vertical.

En las proximidades de la confluencia de las Riveras de Robledillo y Playón y del A^o Molano se localiza un paquete de capas calcáreas de hasta 30 cms. alternando con limolitas y argilitas margosas que alcanza una potencia máxima de unos 20 cms. y se pierde lateralmente en poco más de 1 km.

En niveles similares MUELAS et al. (1.977) citan:

Schizophoria resupinata MARTIN

Cardiocarpus Sp.

Rennsaelania Sp.

Rhipidomella Sp.

Pustula cf. *pustulosa* PHILLIPS

por lo cual se atribuyen al Namuriense.

A partir de aquí las condiciones del medio parecen volver rápidamente a las existentes en las zonas media e inferior de la serie con depósitos de areniscas gruesas (litarenitas poco o nada feldespáticas) con fragmentos de rocas metamórficas, volcánicas y chert) y pizarras limosas o arcillosas, con algunos restos fósiles indeterminables. Aparecen asimismo horizontes con tobos o brechas volcánicas de composición similar a las anteriormente descritas con potencias reducidas del orden de algunos metros. El conjunto tiene una potencia mayor de 200-250 m. pues no llega a alcanzar el techo de la serie.

En resumen, se puede decir que la parte baja de la serie, esto es los primeros 200-300 m., está formada por depósitos de tipo continental. La brecha basal, de composición fuertemente ligada al sustrato sobre el que se deposita, con clastos apenas transportados, elevada heterometría, pequeña continuidad lateral, las condiciones sedimentológicas apuntan a sedimentos de tipo torrencial con fracciones incluso de depósitos de ladera en las proximidades de las sierras que formaban el borde de cuenca por el Sur.

El tramo siguiente es de más incierta definición por la escasez de afloramientos, si bien todos los autores coinciden en darle un carácter lacustre-palustre con importantes aportes de productos de la actividad volcánica (emisiones fluidas y cenizas) con formación de pocas y estrechas capas de carbón, resultado de la inestabilidad de la cuenca.

De forma relativamente rápida se acusa un predominio de la influencia marina con formación de no muy importantes edificios arrecifales que de manera más gradual dan paso nuevamente en la parte superior de la serie a depósitos con cierta influencia litoral o continental.

Respecto a la edad se puede, a la vista de todos los datos, concluir en una edad Viseense Superior-Namuriense, concordante con la mayor parte de las atribuciones modernas ya citadas en el comienzo del capítulo.

1.4.2. Cuenca del Cortijo de la Albuera

Como se ha indicado anteriormente se trata de un conjunto de materiales predominantemente conglomeráticos cuya potencia aflorante se estima en unos 600-800 m. Se ubica al S del Cortijo de la Albuera en una zona bastante

tectonizada por lo cual el espesor indicado debe considerarse como estimativo dado el carácter mecánico de los bordes.

Se encuentran en ella sedimentos preferentemente conglomeráticos, en bancos gruesos de espesor inferior a 1 m. En la base el color general del conglomerado es beige, grisáceo de alteración. Un espectro litológico al N del Cortijo del Hornillo da:

Litología	%	T. Máx.	T. más frec.	Redond.
Piz. metam.	3	12 cm.	—	SR-R
Areniscas beige y vulcanitas	70	23 cm.	5 cm.	SA-R
Cuarcita-Cuarzo	24	7 cm.	4 cm.	SA-R
Otros	3			

Los clastos de areniscas son algo aplanados y existe cierta orientación en los cantos no representativa. El porcentaje de matriz es inferior al 25-30 % aunque en otros puntos es predominante. Es un fango arenoso.

Un poco más al S, cerca del contacto por falla, hay niveles subhorizontales con base suavemente erosiva sobre areniscas finas en horizontes de hasta 25-30 cms., que desaparecen lateralmente por erosión. Los estratos comienzan con una capa de clastos de 2-3 cms. que engrosan rápidamente hacia arriba. Lateralmente se observan horizontes con moda de 2-3 cms. y cantos más grandes aislados.

Hacia arriba se pasa a un conglomerado de color rojo oscuro claramente diferenciable en afloramiento, constituido por elementos clásticos de composición litológica diferente al anterior. Un espectro litológico efectuado en la carretera de Los Santos de Maimona a Hinojosa del Valle, km. 10, es como sigue:

Litología	%	T. Máx.	T. más frec.	Redond.
Arenisca rosada	50	8 cm.	4,5 cm.	SA-SR
Arenisca beige	30	16 cm.	4,5 cm.	SR-R
Cuarcita-cuarzo	5	6 cm.	2 cm.	SR
Esquistos limo-arenosos y otros	15	21 cm.	5,5 cm.	SR

La matriz en proporción del 20-25 % es una litarenita gruesa medianamente clasificada con fuerte proporción de granos de rocas metamórficas de bajo grado con cemento arcilloso y ferruginoso (6 %). Los granos y clastos tienen pátina gris-negruzca a rojiza de óxidos de Fe, brillante. En el conjunto

del afloramiento hay un 40 % de intercalaciones de arenas finas y limos rojizos con características similares a las de la matriz.

Por encima del conglomerado rojizo se encuentra una serie constituida por areniscas gruesas a medias grises o gris-verdosas predominantemente cuarzosas con horizontes conglomeráticos beige y limolíticos. Estos materiales forman secuencias de espesor menor de 1,50 m. con granuloclasificación positiva y base generalmente erosiva bastante plana. De los tres términos que constituyen la secuencia es frecuente la desaparición del más grueso a medida que se asciende en la serie. Estructuralmente se observan algunas estratificaciones cruzadas curvas, suaves. Lateralmente es posible encontrar algunas barras de hasta 4,5 m. de potencia poco continuas.

En los niveles arenosos y limosos hay restos vegetales inclasificables. Se trata probablemente de fragmentos de tallos o raíces dispersos, poco carbonizados.

El conjunto constituye un depósito de alta energía medianamente evolucionado y con características fluviales (probablemente de ríos con cauces anastomosados), con aumento de la organización interna del sedimento hacia el techo.

Desde el punto de vista cronológico la falta de datos paleontológicos plantea un problema de difícil solución.

Por su litología, medio de sedimentación y grado de estructuración esta cuenca guarda cierta similitud con cuencas como Berlanga, Azuaga, Valdeinfierno o Benajárfate. Por otra parte su posición tectónica en el Dominio de Sierra Albarrana es semejante a la de dichas cuencas que se sitúan en el borde o en la Zona Central de dicho dominio. La edad de las cuencas del Valdeinfierno y Benajárfate ha sido revisada recientemente por WAGNER (1.976), GARROTE et BROUTIN (1.979) y fijada en el Carbonífero inferior.

Provisionalmente se ha asignado dicha edad a la Cuenca del Cortijo de La Albuera.

1.5. Terciario

Los sedimentos terciarios ocupan un área restringida al SE de la Hoja en el Cerro de los Moriscos y la cota 571 contigua. Es probable la existencia de algún retazo aislado en los alrededores de la Estación de Matanegra pero no ha podido ser definido con precisión por lo que no se ubica cartográficamente.

Está constituido por arenas finas y limosas y limos arcillosos gris-verdosos con granos de cuarzo y feldespato de 1 mm. con una potencia de unos 30 m. con disposición subhorizontal ligeramente inclinada al W, y discordante sobre el sustrato paleozoico. El conjunto parece bastante homogéneo si bien existen hacia el techo uno o dos horizontes delgados, que se pierden lateralmente, con concentraciones importantes de carbonatos formando costras extremada-

mente duras. Dispersas en la masa de limos y sobre todo en las partes altas de la topografía son frecuentes rellenos secundarios de grietas por carbonatos fibrosos de tipo radial o paralelo, en ocasiones con grosor notable. En la base, aflorando en puntos dispersos del fondo del A^o de las Cañadas, hay un nivel de caliza de grano fino, blanco-verdosa, dura.

La fracción arcillosa poco importante, está constituida por Illita como mineral principal y Caolinita como secundario.

El ambiente de depósito es continental, en áreas alejadas de los bordes de la cuenca con medios lagunares no muy estables ni extensos.

El tramo se corresponde con el citado por VAZQUEZ y FERNANDEZ (1.976) al que dan edad Vindoboniense, al tiempo que indican la dificultad de correlaciones con otras áreas terciarias de las Cuencas del Guadiana o Guadalquivir, en especial con la formación de los "Barros" descrita más al N (HERRANZ, et al., 1.973) datada por HERNANDEZ PACHECO, y CRUSAFONT (1.960) como Vindoboniense inferior. Anteriormente HERNANDEZ PACHECO (1.952) cita los niveles descritos como Sarmatiense (Mioceno medio-superior). Puede pensarse, por comparación con otras cuencas, en que estos depósitos alcancen incluso el Plioceno inferior.

1.6. PLIOCUATERNARIO Y CUATERNARIO

Los materiales más recientes ocupan amplias extensiones en las zonas central y oriental de la Hoja al E del eje de Los Santos de Maimona-Puebla de Sancho Pérez-Medina de las Torres.

Se pueden distinguir dos conjuntos principales:

1.6.1. Pliocuaternario

El primero y más antiguo está constituido por depósitos principalmente carbonatados en relación con extensas superficies erosivas desarrolladas preferentemente en los cuadrantes sudoriental y nordoriental aunque con caracteres actuales diferentes en ambos sectores.

En la zona S y SE se han desarrollado dos superficies y quedan restos de otra. Esta última se presenta bastante degradada en el ámbito de esta Hoja y adquiere mayor desarrollo hacia el S en la de Fuente de Cantos. Ocupa cotas entre 570-600 m. por encima de los materiales terciarios y paleozoicos del Cerro de los Moriscos. No tiene depósito sino sólo sustrato muy alterado con costras poco desarrolladas de carbonato cálcico.

De las otras dos la primera se localiza a 565-545 m. y enraíza en las laderas de la Sierra de los Santos, estando la inferior encajada en ella unos 10-15 m. alcanzando a su vez cotas próximas a los 30 m., en el borde S sobre la red hidrográfica actual, en su tramo de cabecera.

En la parte NE hay una sola superficie desmantelada en su mayor parte, quedando retazos en las partes altas del relieve. Enraza asimismo en la Sierra de los Santos en cotas similares a la anterior, sobre los 560 m. pero posee una pendiente mayor hacia el N con lo cual en el borde septentrional de la Hoja ocupa alturas inferiores a 500 m.

En amplias áreas de todas ellas aflora el sustrato muy alterado y carbonatado con una débil cobertera de suelos preferentemente arcillosos, pardo-rojizos de alteración de la roca infrayacente si bien las costras carbonatadas constituyen el depósito generalizado, con mayor importancia hacia el E y NE que en zonas próximas a Puebla de Sancho Pérez y Medina de las Torres. No se han observado potencias superiores a 2,5 m., siendo más frecuentes de 0,50-1,00 m. Tienen aspecto bandeado por la presencia de láminas más duras de 2-5 cm. de grueso, discontinuas, formadas por recristalización de carbonatos posiblemente micríticos (la recristalización es total). Estos niveles se encuentran en una masa más o menos pulverulenta con elevado contenido en carbonato cálcico (superior al 80 %).

Hacia abajo la costra en sentido estricto, pierde progresivamente contenido en carbonatos y pasa insensiblemente a los materiales, generalmente pizarrosos, sobre los que se origina. El grado de alteración en éstos es muy elevado y a la vez selectivo, en función de la pizarrosidad y fracturación y menos, de la granulometría, con enrejado de carbonatos pulverulentos.

Respecto a su génesis se cree que se ha originado en un clima árido estacional con un nivel piezométrico muy próximo a la superficie formando incluso pequeñas charcas, como lo indica la existencia de actividad biológica importante con presencia de restos fósiles indeterminables (charáceas, raíces?) en una de las muestras estudiadas. A ello coadyuvan procesos pedogenéticos que alteran profundamente el sustrato.

Se han observado a nivel microscópico procesos de humedecimiento-secado de un fango micrítico contemporáneos a la actividad biológica que originaron nodulización y cuarteamiento del sedimento. Hay una recristalización posterior del conjunto con paso de fango micrítico a microsparita y a pseudosparita con aporte posterior de cemento calizo espático que sella huecos y grietas. El origen de los carbonatos habría que buscarlo en las formaciones calcáreas cámbricas y en la alteración de minerales de rocas efusivas e ígneas muy abundantes en la zona, con transporte por las aguas subterráneas profundas o por lavado lateral.

En las proximidades de Los Santos de Maimona la costra ocupa no sólo la parte alta sino también parcialmente la ladera hacia la Rivera de Robledillo y es probablemente el punto donde se observa la mayor potencia de unos 3 m. Esta suave curvatura puede explicarse por afloramiento de aguas subterráneas en dicha posición con adaptación a la paleotopografía.

Con posterioridad se produce un proceso de alteración y disolución con

formación de materiales arcillo-limosos similares a la *terra-rossa* (fotografía 11.34-IM-VA-0543) más o menos movilizados ya que incluyen cantos, subangulosos con bajo porcentaje de subredondeados generalmente de cuarzo y cuarcita, así como detríticos arenosos. Estos materiales pueden encontrarse incluso en zonas donde no se ha producido el encostramiento o bien éste ha sido erosionado.

En la intersección de la N-630 hacia el S con el A^o de Las Cañadas, en una pequeña cantera, es posible ver un canal de 10-12 m. de ancho con fondo claramente erosivo sobre sustrato pizarroso-cuarcítico con relleno de clastos de arenisca, cuarcita, pizarras y rocas ígneas, angulosos a subangulosos en una matriz arcillo-arenosa predominantemente (50-70 %) y con heterometría muy elevada. El tamaño máximo es de 38 cms. y el más frecuente de 8-10 cms.

El afloramiento es puntual y tiene carácter residual. Representa una zona canalizada probablemente de un abanico aluvial, responsable de la deposición de detríticos gruesos sobre la costra carbonatada en relación con un nivel de "raña", citada en áreas próximas formando pequeños manchones.

Por lo que respecta a la edad, los encostramientos han sido considerados del Plioceno (MUELAS, et al., 1.977). HERNANDEZ PACHECO (1.952) los considera en su mayoría como del Cuaternario o Terciario según su posición. Para los materiales clásticos hay, sin embargo bastante unanimidad en su adscripción al Plioceno o Pliocuaternario.

En nuestro caso concreto dada su ubicación en relación con superficies erosivas y su origen en clima árido pueden considerarse tanto las superficies como los depósitos asociados como de edad Plioceno superior a Pleistoceno inferior, por comparación con las cuencas del Duero y Tajo. Probablemente la superficie más alta (600 m.) sea Plioceno superior y las dos más bajas (565 y 550 m.) Plio-pleistoceno o Pleistoceno inferior equivalente a los depósitos de "rañas" y "rañizo" de las cuencas citadas.

1.6.2. Cuaternario

Un segundo grupo de sedimentos es el formado por los depósitos fluviales, los derrubios de ladera o coluviones y los suelos representados como Cuaternario indiferenciado.

Los depósitos aluviales tienen pequeña representación y son de poca importancia ya que nos encontramos en zonas de cabecera de ríos tributarios del Guadiana. Están formados por cantos subangulosos de las formaciones próximas junto con arenas y limos y arcillas de alteración de las pizarras. Son sedimentos poco evolucionados.

Por lo que se refiere a los derrubios de ladera se han diferenciado sólo en aquellos casos en que tienen cierta extensión aunque siempre poseen poca po-

**DISTRIBUCION DE LAS SUPERFICIES
EROSIVAS EN EL AREA DE LA HOJA
DE ZAFRA**

-LEYENDA-

CUENCAS DE LOS RIOS ARDILA Y GUADAJIRA

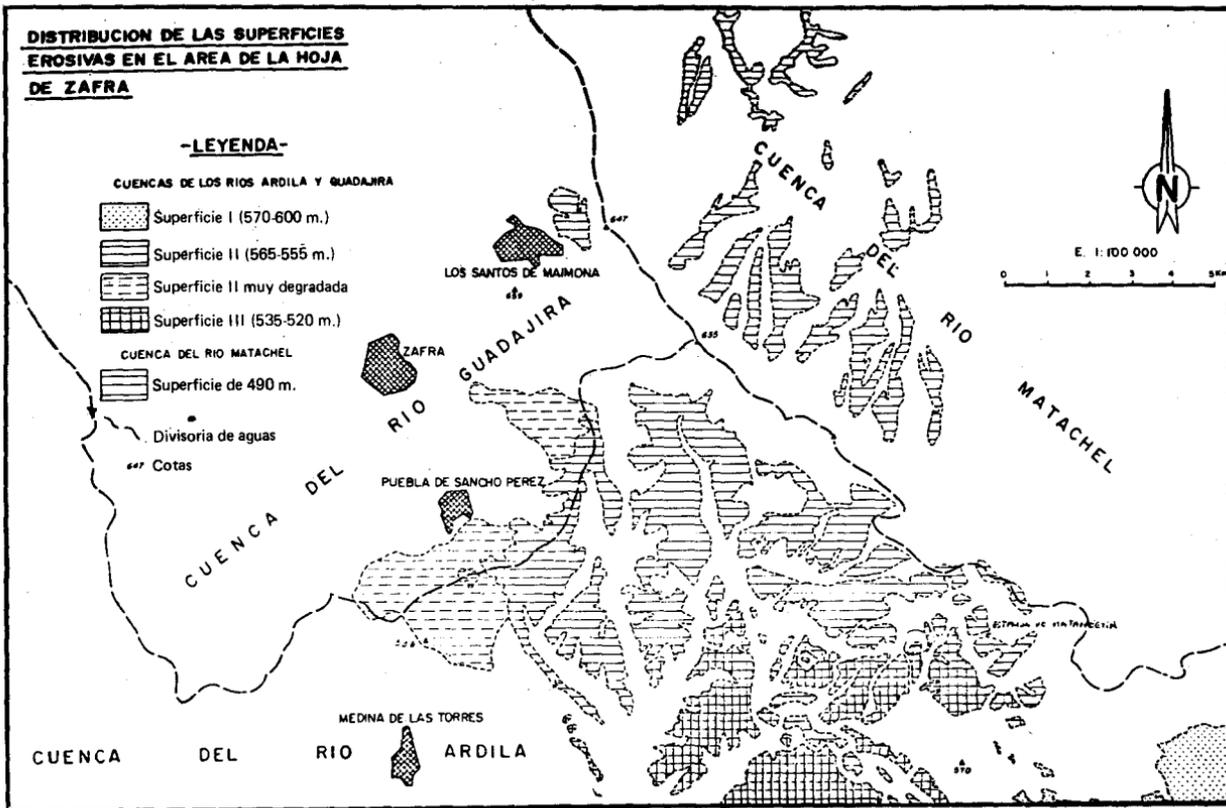
-  Superficie I (570-600 m.)
-  Superficie II (565-555 m.)
-  Superficie II muy degradada
-  Superficie III (535-520 m.)

CUENCA DEL RIO MATACHEL

-  Superficie de 490 m.

Divisoria de aguas

• Cotas



tencia. Son más frecuentes al pie de crestones de cuarcitas, calizas o intercalaciones de rocas ígneas.

Los menos importantes así como los originados por procesos edáficos y de alteración se han agrupado en los denominados depósitos indiferenciados cuaternarios. Tienen especial interés por su calidad desde el punto de vista agrícola, los suelos formados sobre las costras y zonas muy alteradas de pizarras, sobre laderas con materiales procedentes de las anteriores y los situados en áreas con calizas degradadas. En estos casos se produce una descarbonatación, con lavado de arcillas y rubefacción que les da un tono pardo-rojizo muy pronunciado.

2. TECTONICA

Dadas las dificultades de correlación de las fases de deformación en los diferentes dominios se plantean las deformaciones que afectan a cada dominio.

2.1. DOMINIO DE VALENCIA DE LAS TORRES

Se han reconocido cuatro fases de deformación las dos primeras materializadas por blastesis sintectónica nematoblástica de hornblenda. El piroxeno y la plagioclasa también definen esas esquistosidades pero de forma menos neta. Algunos granates tienen texturas en "bola de nieve" en relación con la segunda fase.

La tercera fase produce micropliegues con esquistosidad espaciada y la última superficies espaciadas.

En los gneises la estructuración más manifiesta es de tipo cataclástico con una esquistosidad marcada por cuarzo recristalizado, feldespatos granulados, granates triturados, etc.

La edad de estas deformaciones sólo se puede establecer con los datos aportados por otras áreas y aunque todavía se mantiene una viva polémica al respecto se puede proponer una edad precámbrica para las dos primeras fases y una edad hercínica para las otras, incluida la fase cataclástica.

2.2. DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA

En la sucesión de gneises de grano fino se han reconocido tres fases de deformación las dos primeras generan pliegues sinésquistos con fuertes transposiciones y blástesis sintectónica. La segunda esquistosidad oblitera en mayor o menor grado a la primera.

La tercera fase produce micropliegues apretados con esquistosidad espaciada sin blástesis. Como deformación tardía existen fracturas irregulares.

La edad de estas deformaciones no se puede establecer en los límites de la Hoja y por datos regionales se puede apuntar que las dos primeras fases, al menos, pueden ser precámbricas y la tercera precámbrica o hercínica.

En la sucesión de pizarras y metagrauvas sólo se han observado dos fases de deformación. De la primera sólo se observan algunos restos, de blástesis sintectónica, transpuestos por la esquistosidad más manifiesta que es oblicua a So, produce transposición de ésta y genera una esquistosidad poco penetrativa con blástesis sintectónica.

Al igual que en la sucesión de gneises no hay criterios para asignar edad a estas deformaciones. A escala regional se han considerado precámbricas o hercínicas según los autores.

2.3. DOMINIO DE ZAFRA-MONESTERIO

Tanto en la Unidad de Zafra como en la de Usagre se observan las mismas deformaciones.

La primera fase se ha reconocido en la Formación Tentudía. Está materializada por una esquistosidad sinmetamórfica, con diferenciados granoblásticos de cuarzo y transposiciones.

La segunda fase afecta a todos los materiales Precámbricos y Paleozoicos pero con desarrollo desigual.

En la Formación Tentudía produce micropliegues con esquistosidad espaciada, sin blástesis y sólo localmente con reorientación mineral. En la Formación Malcocinado se desarrolla la primera esquistosidad que es irregular, poco penetrativa y con blástesis de cuarzo y/o clorita y/o mica incolora. Esta esquistosidad engloba a los porfiroclastos y fragmentos de roca con desarrollo de sombras de presión con blástesis sintectónica.

En la Formación Torreárboles y el resto de materiales cámbricos esta fase desarrolla pliegues de gran cuerda ligeramente vergentes al SW. La esquistosidad se detecta por la recristalización de sericita en arenitas y pizarras, y calcita en las calizas.

Esta fase es la responsable de las estructuras cartográficas mayores.

La fase tercera produce micropliegues de la esquistosidad de fase 2 con una esquistosidad muy espaciada sin blástesis.

Se observan efectos cartográficos de otra fase que produce ondulaciones y curvatura en la dirección de los pliegues de las fases previas.

Un caso especial de deformación lo constituye la Cuenca de Los Santos de Maimona. El estilo de los pliegues y la orientación de sus ejes no coincide con los observados en el Cámbrico. La explicación a tal hecho puede residir en el emplazamiento tectónico de la cuenca limitada por dos fracturas con

salto en dirección. La actuación de estas fracturas ha generado una situación de cizalla que afecta únicamente a los materiales carboníferos y cuya respuesta ha sido el plegamiento ahora observado.

Este efecto de cizalla ha reorientado los ejes hasta direcciones predominantes en torno a N90-100° en el centro de la cuenca. En los bordes por adaptación a los mismos mantienen la dirección general de N120-130°. En ambos casos los ejes se inclinan hacia el W o NW lo que condiciona el afloramiento de los niveles basales hacia el E. A esto contribuye asimismo la influencia del accidente cabalgante que separa el Dominio de Alconera-Arroyomolinos de la Unidad de Zafra que ha debido jugar en fases posteriores acentuando el hundimiento de la cuenca en su sector occidental.

La fase 1 sería de edad Precámbrico terminal y las fases 2, 3 y 4 de edad Hercínico. Los pliegues de la Cuenca de Los Santos podrían ser recientes incluso del Carbonífero superior y en todo caso Postnamurienses.

2.4. DOMINIO DE ALCONERA-ARROYOMOLINOS

En este dominio se reconocen las mismas deformaciones descritas en el de Zafra-Monesterio. La fase que afectaría solamente a la Formación Tentudría no ha sido claramente reconocida dada la blástesis térmica que afecta a estos materiales.

En cuanto a la Formación Torreárboles y las demás formaciones cámbricas su estructuración es bastante sencilla con buzamientos generalizados al NE entre 35 y 60°. A nivel de la Cuarcita del Castellar y de las calizas azudadas se reconoce el inicio de un cierre perisinclinal que queda cortado por el cabalgamiento del Dominio de Zafra-Monesterio. Las "Capas del Playón" presentan una estructura sinclinal asimétrica con diversas fracturas longitudinales.

2.5. FRACTURAS

De la observación de la cartografía se deduce que la distribución actual de los diferentes dominios, unidades y conjuntos litológicos está condicionada, en gran parte, por el funcionamiento de un gran número de fallas de distinta edad, dirección y salto.

La separación de los diferentes dominios corresponde a dos tipos de accidentes: fallas N120-140 y al cabalgamiento N-S que separa las unidades de Zafra y Alconera.

Fallas N120-140 son la Falla de Azuaga, la zona de Falla considerada como prolongación de la Falla de Malcocinado que separa el Dominio de Sierra Albarrana y de Zafra-Monesterio y que delimita las rocas ígneas cataclásticas y la cuenca del Coritjo de Albuera, las fallas que delimitan la Cuenca de Los

Santos de Maimona y separan las unidades de Zafra y Usagre, así como de menor importancia regional.

Estas fracturas han tenido una historia compleja y dilatada en el tiempo. Por una parte han condicionado la paleogeografía desde el Precámbrico y por otra han actuado en diversos momentos con importantes saltos, que han contribuido al acercamiento de dominios en principio necesariamente separados por sus diferencias estratigráficas, sedimentológicas, paleontológicas, metamórficas y tectónicas.

Las últimas actuaciones de estas fallas han debido ser con saltos en dirección o en la vertical.

El cabalgamiento que pone en contacto la Unidad de Zafra y Alconera es un accidente regional que ha acercado dos dominios diferentes. Su continuidad se ha establecido en las Hojas de Monesterio y Fuente de Cantos y los datos paleontológicos han destacado su importancia a nivel del Cámbrico.

Otras fallas reflejadas en la cartografía tienen direcciones entre N-40 y N-80 E, son de escaso salto y retocan los contactos cartográficos.

3. PETROGRAFIA

3.1. ROCAS VOLCANICAS SINSEDIMENTARIAS

Las rocas ígneas más antiguas dentro de la Hoja corresponden a los materiales volcánicos que han originado las anfibolitas del Dominio de Valencia de las Torres.

En el Proterozoico medio y superior del Dominio de Sierra Albarrana no hay evidencias de actividad volcánica.

El Rifeense medio-superior del Dominio de Zafra-Monesterio muestra aportes vulcanoclásticos y lo mismo ocurre en la Unidad de Alconera del Dominio Alconera-Arroyomolinos.

La Formación Malcocinado es esencialmente volcánica con episodios lávicos, piroclásticos y vulcanosedimentarios. Dominan los aportes andesíticos pero también se encuentran litologías más ácidas.

La Formación Torreárboles no muestra episodios volcánicos destacables aunque se ha nutrido en gran parte de la erosión de material ígneo.

El resto de las sucesiones (cámbricas) de las diversas unidades no muestran actividad ígnea en el Cámbrico superior, salvo pequeños niveles en la Unidad de Alconera que preludian la importante actividad volcánica con coladas de rocas espilíticas y niveles piroclásticos durante el Cámbrico medio.

Nueva actividad volcánica sinsedimentaria se localiza en el Carbonífero

en la Cuenca de Los Santos de Maimona, cuyas características se han descrito en el apartado de Estratigrafía.

3.2. STOCKS Y DIQUES ASOCIADOS

En el cuadrante SW afloran los bordes de dos stocks que se extienden en las contiguas Hojas de Fuente de Cantos y Burguillos del Cerro. El stock de Valencia del Ventoso cicatriza un accidente N40 que desplaza el límite entre los dominios de Zafra-Monesterio y Alconera-Arroyomolinos. El stock de Burguillos es de forma subcircular y de edad más reciente.

3.2.1. Stock de Burguillos

De este stock sólo aflora en la Hoja de Zafra una parte de su borde Occidental. La facies petrográfica común corresponde a una diorita de grano medio y color verdoso. Su textura es holocristalina, homogranular, hipidiomorfa con plagioclasa (oligoclasa-andesina), piroxeno monoclinico (augita), hornblenda verde y biotita como principales componentes. Entre los minerales accesorios están cuarzo, circón, apatito, opacos y esfena. El grado de alteración es variable con neoformación de sericita, epidota, clorita, calcita y óxidos en diversas proporciones.

Otras facies petrográficas reconocidas son rocas gábricas en un reducido afloramiento, diferenciado en cartografía, en el límite W de la Hoja y facies más ácidas y cataclásticas hacia el borde, pero estas últimas son muy escasas y no se han reflejado en cartografía.

En la Unidad de Alconera se han cartografiado algunos diques de composición variable entre riolítica y diabásica que, al menos en el caso de los diques ácidos pueden estar en relación con el stock de Burguillos.

Se observan efectos de metamorfismo de contacto en los dos miembros de la Formación Torreárboles y en la Formación Alconera de la Unidad de Alconera.

3.2.2. Stock de Valencia del Ventoso

Unicamente afloran tres pequeñas terminaciones del stock, en el borde sur de la Hoja y algunos diques de composición cuarzodiorítica.

La roca plutónica es de grano medio con textura granular hipidiomorfa. Las muestras estudiadas responden a la composición de cuarzo-gabros y monzo-dioritas. Los principales componentes minerales son piroxeno monoclinico, plagioclasa (oligoclasa-labradorita), feldespato potásico, cuarzo y hornblenda con cantidades menores de biotita, opacos, esfena y apatito. La altera-

ración está desigualmente repartida y conlleva la aparición de clorita, anfíbol actinolítico, clorita, epidota y óxidos.

Los diques muestreados son de composición microcuarzomonzodiorítica o microcuarzogábrica con texturas microgranudas subofíticas de matriz microgranuda.

El stock de Valencia del Ventoso es de edad Carbonífero inferior y produce metamorfismo de contacto en las "Capas de Zafra".

3.3. ROCAS IGNEAS EN RELACION CON ZONAS DE FRACTURA

En este apartado se incluyen rocas, de edad incierta, en relación con fracturas de importancia regional. Los afloramientos más importantes son los relacionados con el límite entre los dominios de Sierra Albarrana y Zafra-Monesterio y con los dos bordes de la Cuenca de Los Santos de Maimona.

3.3.1. Rocas entre los dominios de Sierra Albarrana y Zafra-Monesterio

Son rocas granudas de grano medio con importante cataclasis que llega a conferirles una textura gneásica. Composicionalmente corresponden a tonalitas, granodioritas y cuarzodioritas. Las texturas oscilan entre granular deformada, a gneásica o brechoide. La trituración favorece el desarrollo de minerales secundarios y el relleno de fracturas esencialmente de calcita.

El cuarzo se ha granulado, deformado y en muchos casos ha recristalizado totalmente, con orientación preferente. Las plagioclasas (oligoclasa-andesina) muestran efectos de deformación cristalina y marcada sausrización. Los melanocratos biotita, hornblenda y algunos restos de piroxeno están cloritizados y deformados. Entre los minerales accesorios se encuentran opacos, apatito, circón, feldespato potásico y esfena. Los minerales secundarios que pueden ser abundantes son: sericita, clorita, epidota, calcita, óxidos, leucoxe-no, etc.

Se puede deducir que la cataclasis sufrida por estas rocas se ha desarrollado en dos fases, la primera a más elevada temperatura produjo las texturas de tipo gneásico y la segunda en condiciones más superficiales la brechificación.

La edad de estas rocas no es conocida pero el hecho de haber sido afectadas por varios movimientos de la zona de falla apuntan a una edad relativamente antigua al menos antecarbonífera.

3.3.2. Rocas ígneas en los límites de la Cuenca de Los Santos de Maimona

La Cuenca de Los Santos de Maimona está limitada por dos accidentes N 100-120. Parte de estos accidentes están jalonados por rocas ígneas volcánicas y plutónicas.

En el accidente S las rocas son volcánicas con texturas porfídicas y de composición dacítica y más básica.

En el accidente N se han reconocido dos pequeños afloramientos de granito y rocas basálticas. El granito es una roca granuda de grano fino a medio con biotita. Su textura es granular ligeramente heterométrica con cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y perfitico como minerales principales. Biotita, moscovita, circón y apatito son minoritarios y calcita, sericita, óxidos y clorita secundarios. La roca está parcialmente alterada pero no muestra deformación destacable.

Los basaltos son de color oscuro con pequeños fenocristales de piroxeno y plagioclasa en una matriz de grano muy fino. Su textura es porfídica-fluidal con matriz vítrea en algunos casos y vacuolas. Los fenocristales son de plagioclasa cálcica y piroxeno monoclinico. La alteración es importante con calcita, clorita, sericita y óxidos. Algunas muestras contienen cuarzo intersticial.

La edad de estas rocas no es conocida pero al menos son postnamurienses ya que en relación con las fracturas en que se alojaron se produjeron verosímilmente los pliegues que afectan a los materiales sedimentarios y volcánicos de la cuenca carbonífera y cuya edad es Viseense-Namuriense.

3.4. ROCAS METAMORFICAS

En la Hoja de Zafra hay rocas afectadas por metamorfismo regional, de contacto y dinámico. Parte de ellas son polimetamórficas porque han sufrido metamorfismo regional + de contacto o metamorfismo regional + dinámico.

3.4.1. Metamorfismo regional

Por las diferencias en el grado metamórfico y en la edad de los procesos de blástesis se describen por separado las características metamórficas en los diferentes dominios.

3.4.1.1. *Dominio de Valencia de las Torres*

Las anfibolitas presentan asociaciones minerales indicativas de grado alto de metamorfismo con:

plagioclasa cálcica-hornblenda marrón-granate
plagioclasa cálcica-hornblenda marrón-granate-piroxeno monoclinico;

posteriormente se desarrollan asociaciones retromórficas con hornblenda verde, epidota, actinolita, biotita, calcita, etc.

Los gneises tienen asociaciones con:

cuarzo-feldespato potásico-plagioclasa-fibrolita
cuarzo-plagioclasa-biotita-granate

que son también compatibles con condiciones de grado alto.

3.4.1.2. *Dominio de Sierra Albarrana*

La sucesión más antigua aflorante con gneises de grano fino y escasos esquistos y cuarcitas feldespáticas denota metamorfismo de grado bajo o medio. Las principales asociaciones minerales son:

cuarzo-plagioclasa-moscovita-biotita-granate
cuarzo-plagioclasa-moscovita
cuarzo-plagioclasa-moscovita-biotita.

En otras áreas estos materiales presentan silicatos de aluminio que permiten reconocer el grado medio de metamorfismo. Con los datos disponibles se puede indicar que al menos se alcanzó la parte de más alta temperatura del grado bajo (zona de granate) aunque todas las asociaciones citadas son compatibles con el grado medio.

La sucesión de pizarras y metagrauvas muestra un metamorfismo mucho más débil, un grado de cristalinidad menor y una estructuración menos compleja.

Las asociaciones minerales reconocidas son:

cuarzo-sericita
cuarzo + sericita + biotita verdosa-clorita
cuarzo + sericita + biotita marrón-pálido

que indican metamorfismo de grado muy bajo en tránsito al grado bajo.

3.4.1.3. *Dominio de Zafra-Monesterio*

La Formación Tentudía, al norte de la Cuenca de Los Santos de Maimona está afectada por metamorfismo regional de grado muy bajo-inicio del grado bajo.

Las asociaciones minerales observadas son:

cuarzo + plagioclasa + mica incolora + biotita verdosa
cuarzo + mica incolora + biotita-clorita

cuarzo-plagioclasa-mica incolora-clorita.

La Formación Malcocinado de la Unidad de Zafra y Usagre presenta asociaciones minerales indicativas de grado muy bajo de metamorfismo. Las asociaciones minerales más indicativas son:

cuarzo-clorita
cuarzo-plagioclasa-clorita
plagioclasa-calcita-clorita
cuarzo-plagioclasa-mica incolora-clorita
plagioclasa-calcita-clorita-epidota
cuarzo-plagioclasa-mica incolora.

En la Formación Torreárboles, las Capas de Zafra y los Santos y las Calistas de la Unidad de Usagre el metamorfismo fue muy débil y únicamente es destacable la recristalización orientada de sericita en los niveles detríticos y carbonatados en los calizos-dolomíticos.

3.4.1.4. *Dominio de Alconera-Arroyomolinos*

La Formación Tentudía está afectada por metamorfismo regional de grado muy bajo pero éste está enmascarado por el metamorfismo de contacto. Las rocas son en este caso polimetamórficas.

La Formación Torreárboles está también afectada en la mayor parte por el metamorfismo de contacto. Su metamorfismo regional es muy débil cuando no muestra efectos térmicos con recristalización-neoformación de sericita y clorita sinmetamórficas.

El resto de las formaciones cámbricas de la Unidad de Alconera son anquimetamórficas.

3.4.2. **Metamorfismo de contacto**

Se asocia a los stocks de Burguillos y Valencia del Ventoso, y afecta a materiales de las Unidades de Alconera y Zafra. Los efectos térmicos se superponen a rocas afectadas por un metamorfismo regional de grado muy bajo, excepcionalmente de grado bajo en la Formación Tentudía de la Unidad de Alconera. Las corneanas se han desarrollado a partir de la F. Tentudía, F. Torreárboles, F. Alconera y Capas de Zafra.

Las asociaciones minerales observadas en los estudios petrológicos son:

cuarzo-plagioclasa-moscovita-biotita-cordierita (pinnita)
cuarzo-moscovita-biotita

calcita-cuarzo-epidota-tremolita
cuarzo-moscovita-epidota-biotita-clorita
calcita-tremolita-talco
cuarzo-clorita-plagioclasa-biotita-moscovita
cuarzo-plagioclasa-biotita-andalucita
cuarzo-calcita-epidota-granate-tremolita
cuarzo-plagioclasa-diópsido-biotita-escapolita
calcita-tremolita
cuarzo-feldespato potásico-plagioclasa-diópsido-actinolita.

Estas asociaciones indican condiciones metamórficas de grado bajo y medio (corneanas hornbléndicas y de albita-epidota). La diversidad de asociaciones es consecuencia de la heterogeneidad de las rocas afectadas entre las que se encuentran: metagrauvascas, pizarras, calizas, pizarras calcáreas, etc.

En la cartografía se ha delimitado la aureola de ambos stocks con los datos aportados por los estudios petrográficos y los datos de campo.

No se han observado diferencias del grado metamórfico entre ambos stocks y más al sur, en la Hoja de Fuente de Cantos, las dos aureolas contactan y las rocas han sufrido los efectos en las dos intrusiones.

3.4.3. Metamorfismo dinámico

Sin olvidar los efectos de brechificación asociados a diversas fallas los efectos cataclásticos más importantes se localizan en el Dominio de Valencia de las Torres y en las rocas ígneas que jalonan la probable Falla de Malcocinado.

En las rocas ígneas ya se ha comentado que se aprecian dos fases cataclásticas la primera con gneisificación de parte de las rocas y la segunda con una brechificación a baja temperatura. Ambas fases se relacionan con dos etapas diferentes del funcionamiento de la Falla de Malcocinado.

En el Dominio de Valencia de las Torres, los procesos cataclásticos tienen una mayor amplitud y afectan a gran parte de las rocas de ese dominio. Las anfibolitas reflejan peor los efectos cataclásticos mientras que en los gneises son muy patentes. El metamorfismo dinámico actúa sobre rocas de metamorfismo regional polifásico y en consecuencia las rocas cataclásticas son polimetamórficas. Los tipos petrográficos observados son esencialmente gneises miloníticos con porfiroclastos de feldespatos en una mesostasis granolepidoblástica, y gneises miloníticos brechificados. En estos últimos, reflejados en cartografía, se observan dos fases dinámicas la primera a temperatura moderada y la segunda en condiciones superficiales.

3.4.4. Edad del metamorfismo

El metamorfismo regional del Dominio de Valencia de las Torres se considera por datos regionales Precámbrico (Proterozoico medio?).

El metamorfismo del Dominio de Sierra Albarrana es Precámbrico para ambas sucesiones pero más antiguo (Proterozoico medio) en la inferior y Proterozoico superior en la sucesión de pizarras y metagrauvas.

En el Dominio de Zafrá-Monesterio el metamorfismo de la Formación Tentudía por datos regionales parece ser Precámbrico (Rifeense superior). El de la Formación Malcocinado, Formación Torreárboles y el resto de materiales también debe ser Hercínico.

En el Dominio de Alconera la Formación Tentudía tiene metamorfismo regional anterior a la Formación Torreárboles y en consecuencia Precámbrico. En el resto de la Unidad de Alconera el metamorfismo es Hercínico.

El metamorfismo de contacto del Stock de Valencia del Ventoso es Carbonífero inferior y el del Stock de Burguillos probablemente Carbonífero superior.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Como ya se ha expuesto anteriormente, el hecho más destacable de la Hoja de Zafrá es la individualización a lo largo del tiempo de diferentes dominios y unidades que se encuentran posteriormente acercados, limitados por contactos mecánicos.

Los materiales más antiguos afloran en el Dominio de Valencia de las Torres, se han atribuido al Proterozoico inferior y constituyen una sucesión polimetamórfica de anfibolitas y gneises derivados de materiales volcánicos lávicos y piroclásticos de carácter básico dominante. No afloran en los límites de la Hoja, dentro de este dominio, materiales más recientes pero en otras áreas la sucesión Precámbrica incluye términos más altos, probablemente hasta el Rifeense. Las anfibolitas y gneises muestran dos fases sinésquistosas y sinmetamórficas de edad Precámbrica probable y una fase cataclástica Paleozoica.

En el Dominio de Sierra Albarrana, la sucesión de gneises de grano fino y esquistos es probablemente del Proterozoico medio, procedente de una sucesión de lutitas y grauvas arcóicas. El metamorfismo es de grado medio con dos fases sinésquistosas y sinmetamórficas de edad Precámbrica, no correlacionables con claridad con las observadas en los materiales del Dominio de Valencia de las Torres.

La sucesión de pizarras y metagrauvas del Dominio de Sierra Albarrana es posiblemente del Proterozoico superior, y aunque no se observan sus rela-

ciones, sedimentada en discordancia sobre la sucesión de gneises y esquistos. Los niveles pizarrosos y grauváquicos muestran una alternancia rítmica y en áreas fuera de la Hoja estructuras sedimentarias diversas características de sedimentos turbidíticos. Su deformación y metamorfismo de grado muy bajo-bajo es menor que en los materiales del Proterozoico inferior y medio. Su estructuración parece estar esencialmente ligada a la orogenia Asíntica.

En los dominios de Alconera-Arroyomolinos y Zafra-Monesterio, la Sucesión de Tentudía, de edad probable Rifeense medio-superior, se depositó en un medio con abundantes manifestaciones volcánicas ácidas. El grado de deformación es mayor en esta sucesión que en las formaciones de Torreárboles y Malcocinado que descansan sobre ella en las unidades de Alconera y Usagre respectivamente. La deformación prehercínica de la Sucesión de Tentudía es atribuible a la orogenia Asíntica con pliegues sinquistosos y metamorfismo de grado muy bajo-bajo. En la Unidad de Zafra también aflora la Sucesión de Tentudía pero fuera de los límites de la Hoja.

Sobre la Sucesión de Tentudía se sedimentan, en la Unidad de Alconera los materiales detríticos de la Formación Torreárboles, donde se localiza el límite Precámbrico-Cámbrico.

En las unidades de Zafra y Usagre, entre la Sucesión de Tentudía y la Formación Torreárboles, se sedimentó la Formación Malcocinado en discordancia. Esta formación es esencialmente volcánica con materiales lávicos y piroclásticos de carácter intermedio fundamentalmente. Su edad probable es Rifeense superior-Vendiense.

Tras el depósito de la Formación Malcocinado se produjo un período erosivo y la sedimentación de la Formación Torreárboles en las unidades de Zafra y Usagre con caracteres semejantes a los de la Unidad de Alconera.

Durante el Cámbrico, se distinguen dentro del área, tres unidades paleogeográficas diferentes, "Unidad de Zafra", "Unidad de Alconera" y "Unidad de Usagre" que están separadas por límites tectónicos. Estos accidentes debieron de actuar en el pasado de modo que se acercaron y pusieron en contacto dominios cuyas características paleontológicas, estratigráficas y sedimentológicas son tan diferentes que debieron estar en un principio más distantes y ser totalmente independientes.

Podemos deducir que a finales del Precámbrico e inicios del Cámbrico, comienzan a depositarse materiales detríticos en el área, procedentes de relieves próximos que se están erosionando, debido fundamentalmente a la acción de ríos que formarán numerosos paleocanales, al tiempo que se inicia la transgresión Cámbrica. Esta transgresión se va a encontrar con una serie de paleorelieves existentes que van a dar lugar a la formación de diferentes cuencas marinas con unas condiciones peculiares. En este momento es cuando tiene lugar una separación neta entre las cuencas que representan las diversas unidades.

En el área que representa la Unidad de Zafra, después del depósito de materiales continentales, de naturaleza conglomerática y arenosa, comienza el depósito de arenas de playa en la cuenca, que produce una cierta suavización de la topografía y la formación de una cuenca marina restringida y somera, muy próxima al continente. Estas condiciones favorecerían al desarrollo de comunidades de Algas, lo que daría el depósito alternante de detríticos procedentes del continente y de calizas, gran parte de las cuales estarían producidas por la acción de estas mallas de Algas, que serían responsables de la creación del microambiente adecuado, y de la formación de estructuras estromatolíticas.

El depósito de materiales detríticos finos y calizas sobre un sustrato con un basamento original, daría lugar a la formación de numerosos fenómenos de "slumping" y en ocasiones a brechas intraformacionales que caracterizan las "Capas de Zafra", y a esta cuenca.

La intensa erosión sufrida por el Macizo Ibérico en este área ha desmantelado el resto de las formaciones, lo cual impide conocer la posterior evolución de la cuenca.

La "Unidad de Alconera" comienza también con el depósito de materiales detríticos en los que se encuentra el tránsito Precámbrico-Cámbrico. Sobre ellos se disponen capas detrítico-carbonatadas y materiales terrígenos que culminan con cuarcitas y microconglomerados. Termina la secuencia con materiales vulcano-sedimentarios del Cámbrico medio.

En las capas detrítico-carbonatadas, los primeros bancos calcáreos tienen características parecidas a las de la "Unidad de Zafra", pero a continuación se depositan bancos masivos de calizas de Algas, con algún episodio noduloso, y calizas biohermales de Algas-Arqueociatos con un claro predominio de los bancos carbonatados sobre los terrígenos. Después de esta megasecuencia se depositan las típicas facies "rizadas" constituidas por calizas margosas, margo-calizas y lutitas margosas, en las que alternan niveles carbonatados de pequeño espesor con niveles detríticos finamente laminados.

En el Ovetiense, la "Unidad de Alconera" constituye una cuenca marina somera en la que florecerían comunidades de Algas que formarían un ecosistema que tendería a modificar las condiciones ambientales de la interfase agua-tierra y serían las responsables de la génesis de las mallas de Algas y de los Estromatolitos. Estas estructuras serían parcialmente destruidas en épocas de tormentas, formando depósitos brechoides locales y produciendo marcados niveles erosivos. Junto a estos materiales carbonatados se depositarían lutitas y areniscas en las áreas alejadas de la influencia de las Algas.

Las mallas de Algas ocuparían posteriormente mucho mayor volumen debido a un lento hundimiento de la cuenca, formándose auténticos biohermos de Algas al principio y de Algas-Arqueociatos después, al abrigo de los cuales

se desarrollarían numerosas comunidades de Esponjas, Trilobites, Braquiópodos e Hyolites.

Los biohermos de Algas-Arqueociatos están contruidos en su masa fundamental por colonias de Algas muy recristalizadas que se desarrollan en formas ramificadas masivas y discontinuas de color blanco, elipsoidales u ovoidales de tamaños variables. Los Arqueociatos pueden encontrarse dentro de las masas de Algas y colonizados por ellas, o fuera en las calizas detríticas violáceas, donde se encuentra también una fauna asociada abundante.

Al principio del Marianiense los biohermos de Algas-Arqueociatos alcanzan su máximo apogeo. Posteriormente la cuenca inicia su hundimiento con oscilaciones intermitentes de la línea de costa, lo que originaría la formación de carbonatos y terrigenos en facies "rizada" y una mejor comunicación de la cuenca con el mar abierto, como nos lo indican los espectros faunísticos de Trilobites en donde predomina una fauna de Miómeros cosmopolita, típica de mares más abiertos junto con otra fauna de Polímeros más restringida y local. En estas condiciones predominarían las comunidades de Trilobites, Braquiópodos, Esponjas e Hyolites sobre las Algas.

La inestabilidad de la línea de costa se mantiene a lo largo del Marianiense y está acompañada de un enfriamiento progresivo del agua que, probablemente, sería la causa del empobrecimiento gradual de los depósitos de caliza micrítica, hasta llegar a su total desaparición.

Durante el Bilbiliense se produce una regresión general y un aumento importante de los sedimentos detríticos procedentes del área continental que se estaba erosionando, de modo que se irán depositando paulatinamente materiales más gruesos hasta llegar al depósito de una barra cuarcítica y de microconglomerados hacia el final de este piso.

En el Cámbrico medio se produce una inestabilidad del zócalo que determina la subsidencia de la cuenca, acompañada de importantes emisiones de materiales volcánicos, en un medio marino de plataforma abierta y aguas templadas, en donde viven unas comunidades de Trilobites e Hyolites típicos de la zona nerítica.

En la "Unidad de Usagre", la sedimentación detrítica marca igualmente el paso Precámbrico-Cámbrico. El tránsito a materiales detríticos-carbonatados es rápido, con finos episodios pizarrosos entre las calizas. Durante la sedimentación carbonatada, la "Unidad de Usagre" formaría una cuenca marina somera con comunidades de Algas. Las mallas de Algas y localmente de Algas y Arqueociatos, ocuparían progresivamente mayor volumen formándose auténticos biohermos.

La intensa fracturación de esta unidad y los procesos erosivos impiden establecer la evolución posterior.

No existe constancia de la presencia de materiales de edad Ordovícica o

Silúrica dentro de la Hoja. Según los datos regionales cabe suponer que durante este tiempo no hubo sedimentación.

La sedimentación Devónica está restringida a los afloramientos que jalonan el límite de las unidades de Zafra y Usagre. Los materiales Devónicos se debieron depositar en cuencas restringidas, en discordancia erosiva sobre el Cámbrico. La ubicación de estas cuencas estuvo condicionada por la acción de fallas longitudinales que individualizaron fosas.

En el Carbonífero, la fuerte compartimentación del área continúa y las cuencas carboníferas se sitúan en áreas deprimidas individualizadas por sistemas de fallas. La Cuenca del Cortijo de la Albuera, de posible edad Carbonífero inferior, se sitúa en relación con el funcionamiento de la Falla de Malcocinado.

La Cuenca de Los Santos de Maimona se localiza también en una zona de fracturación que coincide con la que propició la sedimentación Devónica.

La orogenia Hercínica afecta de modo muy diferente a los materiales del Rifeense superior-Vendiense y Cámbrico que a los del Carbonífero.

En la Formación Malcocinado se observa una fase sinquistosa con pliegues vergentes al SW y otras deformaciones más suaves.

En la Formación Torreárboles y el resto de materiales Cámbricos, la tectónica es de escaso acortamiento con pliegues de tipo *flexural-slip* y esquistosidad de plano axial, poco penetrativa.

La deformación de los materiales Devónicos y Carboníferos estuvo condicionada por su emplazamiento tectónico y en el caso de la Cuenca de Los Santos de Maimona se observan pliegues de geometría y orientación diferentes que en el Cámbrico. Como ya se expuso en el capítulo de Tectónica, la deformación de esta cuenca se considera relacionada con un sistema de cizallas originadas por el funcionamiento, incluso tardihercínico, de las fallas que la limitan.

La compartimentación paleogeográfica y la delimitación de los dominios y unidades se inició verosímilmente en el Precámbrico inferior y continuó durante todo el Precámbrico y el Paleozoico.

La separación entre estos dominios y unidades debió ser desigual, pero pudo superar varios kilómetros a decenas de kilómetros. El acercamiento de los diferentes dominios y unidades se efectuó asimismo en varias etapas probablemente desde el Precámbrico hasta la orogenia Hercínica. Los contactos actuales corresponden a fallas longitudinales, de dirección NW-SE, subverticales y con efectos cataclásticos. El contacto entre las Unidades de Zafra y Alconera tiene un trazado diferente con una orientación N-S y un buzamiento al E.

La actividad ígnea de carácter sinsedimentario está representada, aunque de forma discontinua, desde el Proterozoico inferior al Carbonífero de la Cuenca de Los Santos de Maimona.

Las rocas ígneas intrusivas pertenecen a los stocks de Valencia del Ventoso y Burguillos y a rocas alejadas en zonas de fractura.

El stock de Valencia del Ventoso es de edad Famenienne-Tournaisienne sella el contacto de las unidades de Alconera y Zafra en la Hoja de Fuente de Cantos.

Más tardío parece el stock de Burguillos, que al igual que el de Valencia tiene diques asociados.

Las rocas en zona de fractura son de edad incierta. Las relaciones con el límite entre los dominios de Sierra Albarrana y Zafra-Monesterio están cataclastizadas y su edad puede ser precarbonífera. Las rocas intruídas en las fallas de la Cuenca de Los Santos de Maimona son más modernas, incluso del Carbonífero superior.

Con posterioridad a las fases de plegamiento Hercínico se producen fallas de diversas orientaciones y se inicia la erosión generalizada de la región que se continúa hasta el Terciario.

Durante el Mioceno medio-superior se depositan los limos arenosos y margas del Cerro de los Moriscos, en medio continental, en una cuenca de extensión y características no definidas a escala regional.

La región es sometida nuevamente a finales del Plioceno superior y el Pleistoceno inferior a procesos erosivos y de alteración, en clima árido estacional, con formación de varias superficies, encajadas sucesivamente, con encostamientos carbonatados de cierta importancia y extensión. Se produce a continuación el encajamiento de la red fluvial durante el resto del Cuaternario.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. MINERIA

La Cuenca Carbonífera de Los Santos de Maimona constituye la única actividad minera de cierta entidad en la Hoja. Las explotaciones se ubican al NW de Los Santos de Maimona en la parte basal de la serie carbonífera, estando inactivas en la actualidad.

Las primeras labores datan de la época de la Primera Guerra Mundial entre 1.915 y 1.920 pasando por diversas vicisitudes que finalizaron en 1.964 último año en producción.

Se conocen cinco capas, tal como figura en los planes de labores si bien las que realmente se han explotado, con escaso rendimiento en general, son cuatro de las cuales sólo una sobrepasa 1 m. de potencia. Tienen una dirección media N-292°E con buzamiento al NNE de 45-60°. Encajan en areniscas

grises y beige con fragmentos de rocas volcánicas y tobas retrabajadas muy duras.

La explotación se efectuó mediante pozos con galerías en dirección y desde ellos rampas hacia la superficie. La capa basal es la más importante. Tiene una potencia media de 1,5 m. con variaciones entre 1 y 2 m. y máxima de 3 m. Tiene intercalaciones de pizarra y carbonosa, arcillosas. Una muestra de carbón formada en escombrera y por tanto alterada, (no es posible en la actualidad el acceso a las labores) da los siguientes resultados de análisis:

Humedad	1,8°/o
Cenizas	23,6°/o
M. Volátiles	5,3°/o
Reflectividad máxima media	2,8°/o

El análisis medio del carbón extraído proporciona unos valores del orden de:

Humedad	4-10°/o
Cenizas	45°/o
M. Volátiles	7-11°/o
C. Fijo	50°/o
P. Calorífico	4.500 Kcal

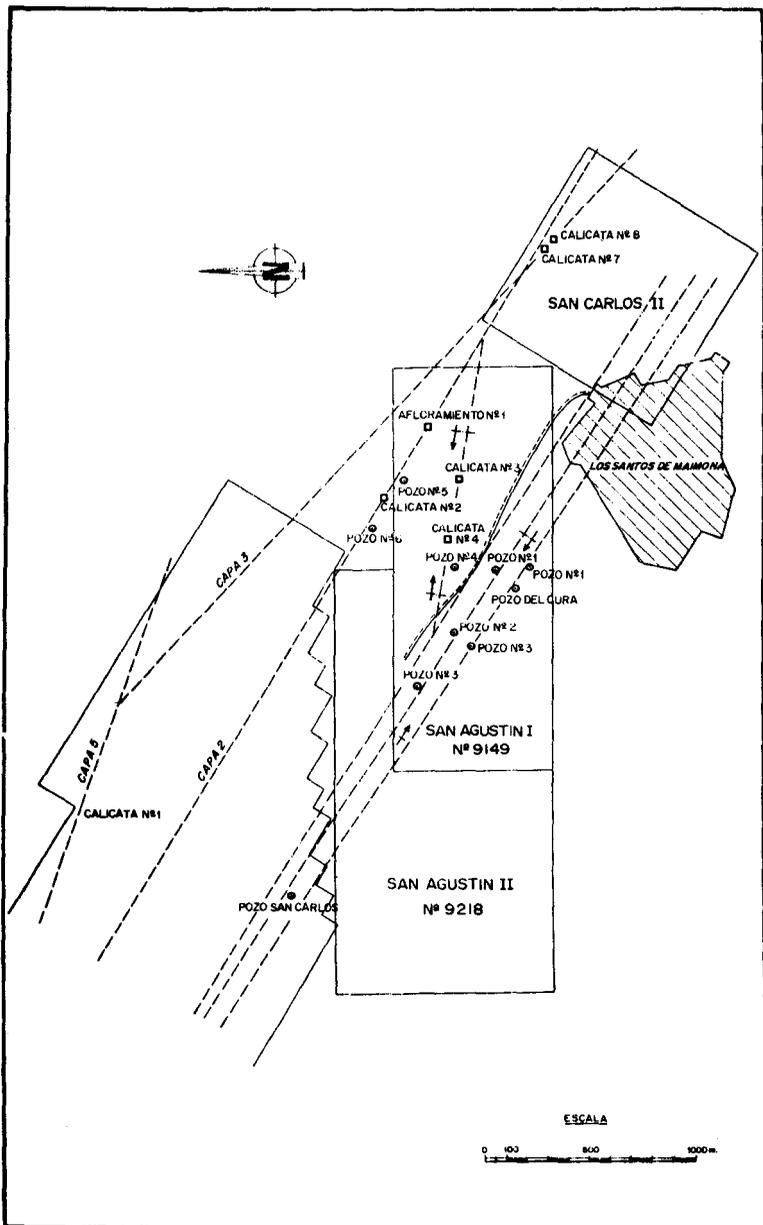
Estos datos junto con la observación microscópica permiten deducir en conclusión que se trata de una antracita de anisotropía media que posee algunas exinitas muy anisótropas y es rica en inertinita.

Esta capa basal proporcionó desde 1.953 a 1.964, 110.000 Tm. de carbón que se utilizaba en los hornos de la cercana fábrica de Cementos Asland, en las proximidades de Los Santos de Maimona sobre la carretera a Zafrá y Fregenal de la Sierra, actualmente desmantelada.

Las necesidades energéticas han revitalizado la minería de este tipo de sustancias habiéndose efectuado diversas calicatas y zanjas de prospección así como estudios diversos de investigación de pizarras bituminosas.

La minería metálica no ha sido objeto de interés y sólo se pueden citar algunas calicatas y pequeñas labores para Cu principalmente y sin resultados positivos.

Por el contrario son importantes las explotaciones de rocas industriales, siempre en relación con los niveles de calizas del Cámbrico. Citemos dos canteras en las proximidades de Los Santos de Maimona una de ellas (al SE) en actividad con extracción de materiales para áridos. La otra (al S) actualmente abandonada es propiedad de Cementos Asland que utilizaba la caliza para la fabricación de cemento.



Al S de Alconera, próximo al Puerto de Valverde, hay varias canteras de las que se extrae caliza en este caso con finos ornamentos ubicándose las instalaciones de tratamiento en la carretera de Zafra a Fregenal de la Sierra.

Indiquemos finalmente que, para utilización local o familiar, hay extracción de pizarras y de carbonatos en diversos puntos repartidos por toda la Hoja.

5.2. HIDROGEOLOGIA

Desde el punto de vista hidrogeológico podíamos establecer tres conjuntos litológicos con características diferentes. De una parte aquellos materiales fundamentalmente precámbricos y cámbricos de carácter detrítico con cierto grado metamórfico que junto con las rocas ígneas no hacen previsible la existencia de acuíferos generalizados y solamente la circulación se establece favorecida por las fracturas con caudales pequeños locales.

De otra parte los tramos carbonatados en los que no se han observado un desarrollo cárstico importante, limitándose a formas superficiales bastante locales. No obstante en su contacto con los materiales infrayacentes se localizan algunas surgencias.

Por último los materiales más recientes (Terciario y Cuaternario) que por su naturaleza arcillosa tampoco favorecen los aprovechamientos subterráneos.

En resumen, todos los afloramientos subterráneos bien en surgencias naturales como en pozos responden a situaciones hidrogeológicas locales.

6. BIBLIOGRAFIA

- BARD, J. P. (1.964).— "Observaciones sobre la estratigrafía del Paleozoico de la región de Zafra (Provincia de Badajoz), España". *Not. y Com. del IGME*, vol. 76, pp. 175-180.
- GONZALO Y TARIN, J. (1.897).— "Reseña físico-geológica de la Provincia de Badajoz". *Bol. Com. Mapa Geol. de Esp.*, Tomo VI, pp. 389-412. Madrid.
- HARTUNG, W. (1.941).— "Pflanzestereste aus den Sudspanischen Karbon". (Nordre Provinz Sevilla). *Jb. Reichsstelle Bodenforsch*; t. 61, 1 fig. pp. 267-277. Re. Boden.
- HERRANZ, P.; SAN JOSE, M. A.; PELAEZ, J. R.; VILAS, L. (1.973).— "Características geológicas, hidrogeológicas e hidroquímicas de los alrededores de Villanueva de la Serena y Don Benito (Badajoz)". *C.S.I.C. Inst. Est. Extrem., Dep. Geol. Econ.* 93 pp. Madrid.

- JONGMANS, W. J. (1.956).— “Contribución al conocimiento de la flora carbonífera del SO de España”. *Est. Geol.*, t. 22, nº 20-30, pp. 19-58. Madrid.
- , y MELENDEZ MELENDEZ, B. (1.950).— “El hullero inferior de Valdeinfierno”. *Est. Geol.*, t. 6, 11; pp. 191-210. Madrid.
- LAUS, L. (1.968).— “Stratigraphie und Tektonik im Südlichen Teil der Provinz Badajoz (Spanien)”. *Disc. Math, Naturwiss. Fak. Univ. Münster* 131 S, Münster.
- MACPHERSON, J. (1.879).— “Estudio geológico y petrográfico del norte de la provincia de Sevilla”. *Bol. Map. Geol. Esp.*, t. 6. Madrid.
- MALLADA, L. (1.895-1.898).— “Explicación del Mapa Geológico de España”. *vol. I, II y III. Mem. Com. Map. Geol. Esp.* Madrid.
- MUELAS, A. y SOUBRIER, J. (1.977).— “Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Barcarrota”. *I.G.M.E., 2ª Ed.* Madrid.
- NAVARRO, E. y LACAZETTE, F. (1.922).— “Estudio de la cuenca carbonífera de Los Santos de Maimona (Badajoz)”. *Bol. Of. Min. y Met.*, año VI, núm. 63. Madrid.
- ROSSO DE LUNA, I. y HERNANDEZ PACHECO, F. (1.955).— “Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Hoja nº 854 (Zafra)”. *I.G.M.E.*
- , (1.955).— “Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Hoja nº 853 (Burguillos del Cerro)”. *I.G.M.E.*
- , (1.956).— “Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Hoja nº 876 (Fuente de Cantos)”. *I.G.M.E.*
- SUHR, O. (1.966).— “Stratigraphie, Magmatismus und Tektonik un Suden der Provinz Badajoz (Spanien)”. *Discert. Math. Natuswissensch Fak. Wilhelms Univ. Münster*, pp. 46-47.
- VAZQUEZ, F. y FERNANDEZ, F. (1.976).— “Contribución al conocimiento geológico del SW de España en relación con la prospección de depósitos de magnetitas”. *Mem. Inst. Geol. y Min. Esp.*, t. 89. Madrid.
- VEGAS, R. (1.971).— “Geología de la región comprendida entre la Sierra Morena occidental y las Sierras al N de la Provincia de Cáceres (Extremadura española)”. *Bol. Geol. y Min.*, t. 82, pp. 351-358. Madrid.



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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA