



IGME

901

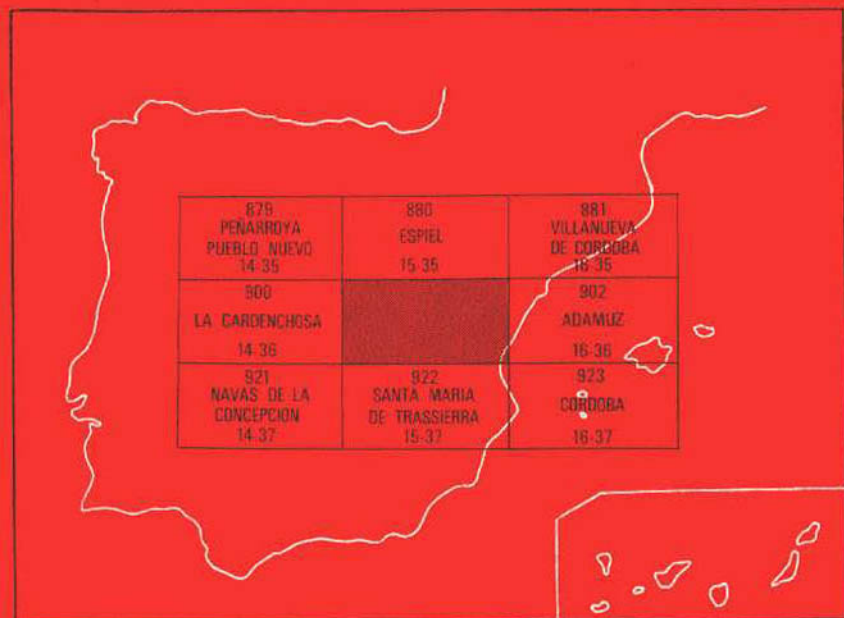
15-36

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

VILLAVICIOSA DE CORDOBA

Segunda serie-Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

VILLAVICIOSA DE CORDOBA

Segunda serie-Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja de Villaviciosa de Córdoba ha sido realizada por INGE-MISA, durante el año 1.983, siguiendo las normas que para estos trabajos marca el I.G.M.E., y bajo la dirección y supervisión de sus técnicos.

Las personas que han intervenido en su realización han sido:

CARTOGRAFIA GEOLOGICA

Octavio Apalategui Isasa (INGEMISA)
José Borrero Domínguez (INGEMISA)
Miguel Delgado Quesada (INGEMISA)
Francisco Javier Roldán García (INGEMISA)
Rafael Sánchez Carretero (UNIV. PAIS VASCO)

PETROLOGIA

Angel Garrote Ruiz (UNIV. PAIS VASCO)
Pablo Higuera Higuera (INGEMISA)
Rafael Sánchez Carretero

MEMORIA

Octavio Apalategui Isasa
José Borrero Domínguez
Pablo Higuera Higuera
Francisco Javier Roldán García
Rafael Sánchez Carretero

PALEONTOLOGIA

Eladio Liñán
Teodoro Palacios Medrano

SUPERVISION, COORDINACION Y DIRECCION DEL I.G.M.E.

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

INDICE

	<u>Páginas</u>
0. INTRODUCCION	7
1. ESTRATIGRAFIA	8
1.1. DOMINIO DE OBEJO-VALSEQUILLO-PUEBLA DE LA REINA (ZONA CENTRO-IBERICA)	11
1.1.a. Unidad autóctona	11
1.1.a.1. Pizarras y grauvacas con intercalaciones de cuarcitas feldespáticas y calizas (45) ... (47) .	11
1.1.b. Unidad alóctona (Obejo-Espiel)	12
1.1.b.1. Esquistos y cuarzoesquistos con pasadas de neises y anfibolitas (48) ... (50)	12
1.1.b.2. Granitoide de El Escribano y volcanitas (For- mación Malcocinado) (51)-(52)	13
1.1.b.3. Arcosas claras (Formación Torreárboles?) (53)	14
1.1.b.4. Formación filítico-arenosa con intercalaciones cuarcíticas (Formación de Azuaga ?) (54, 55)	14
1.2. DOMINIOS DE VALENCIA DE LAS TORRES-CE- RROMURIANO Y DE SIERRA ALBARRANA (ZO- NA DE OSSA-MORENA)	15

	<u>Páginas</u>
1.2.a. Grupo de Córdoba-Fuenteobejuna	15
1.2.a.1. Sucesión neísica (Neises de Azuaga) (35), (36), (37), (38), (40), (41), (42)	16
1.2.a.1.a. Neises, neises leucocráticos, alcalinos y anfíbolitas (38), (40), (41), (42)	16
1.2.a.1.b. Cuarzoesquistos (milonitas) con granates (35), pasadas de neises anfibólicos (36) y anfíbolitas (37)	17
1.2.a.2. Esquistos y cuarzoesquistos con intercalacio- nes de cuarcitas negras (43), (44)	18
1.2.b. Grupo de Sierra Albarrana.	19
1.2.b.1. Filitas con pasadas arenosas milimétricas (For- mación de Azuaga) (27)	19
1.2.b.2. Micaesquistos y cuarzoesquistos (29) ... (32).	20
1.2.b.3. Cuarzoesquistos, micaesquistos y cuarcitas (28)	21
1.2.b.4. Cuarcitas feldespáticas (34)	21
1.3. DOMINIO DE ZAFRA-ALANIS-CORDOBA (CUÑA DE VILLAVICIOSA)	22
1.3.1. Tobas, cuarcitas y pizarras con intercalaciones de volcanitas, mármoles y arcosas (Formación Mal- cocinado (16) ... (22)	23
1.3.2. Andesitas moradas (Andesitas de Córdoba) (23)	24
1.3.3. Arcosas moradas y pizarras (Formación Torreár- boles) (24)	25
1.3.4. Pizarras, grauvacas y niveles de carbonatos (Forma- ción Pedroche) (25, 26)	26
1.4. MATERIALES CARBONIFEROS	26
1.4.a. Culm del Guadalbarbo (56, 57)	27
1.4.b. Cuenca del Guadiato (58) ... (63)	27
1.4.b.1. Unidad detrítica en facies Culm (58, 59)	28
1.4.b.2. Unidad detrítico-carbonatada (60) ... (62)	29
1.4.b.3. Unidad detrítica en facies continental (63)	31
1.4.c. Eje Magmático de Villaviciosa de Córdoba-La Co- ronada (64) ... (70)	32
1.4.c.1. Materiales detríticos (64)	33
1.4.c.2. Complejo volcánico de La Campana (65) ... (68)	33
1.4.c.3. Complejo volcano-sedimentario de Erillas-El Paredón (69, 70)	36

	<u>Páginas</u>
2. TECTONICA	38
2.1. DOMINIO DE OBEJO-VALSEQUILLO-PUEBLA DE LA REINA.	38
2.2. DOMINIO DE VALENCIA DE LAS TORRES-CERRO MURIANO.	40
2.2.a. Grupo de Córdoba-Fuenteovejuna	40
2.2.b. Grupo de Sierra Albarrana.	41
2.3. DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA	41
2.4. DOMINIO DE ZAFRA-ALANIS-CORDOBA	42
2.5. CARBONIFERO.	42
2.6. DEFORMACION RIGIDA: FRACTURAS.	43
 3. PETROLOGIA	 44
3.1. ROCAS IGNEAS.	44
3.1.a. Magmatismo básico	45
3.1.a.1. Complejo de Los Ojuelos-La Coronada	45
3.1.a.2. Diques básicos (8,9)	47
3.1.b. Magmatismo ácido.	47
3.1.b.1. Granito tipo El Alamo (10)	47
3.1.b.2. Granodiorita biotítico-hornbléndica de la Buenagua (11, 12)	48
3.1.b.3. Granito de Peñas Pardas (13, 14)	49
3.1.b.4. Diques ácidos riolíticos dacíticos (15)	50
3.2. ROCAS METAMORFICAS	50
3.2.a. Metamorfismo regional.	50
3.2.a.1. Dominio de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina	51
3.2.a.1.1. Unidad alóctona	51
3.2.a.1.2. Unidad autóctona	52
3.2.a.2. Dominios de Valencia de las Torres-Cerro Muriano y de Sierra Albarrana (Zona de Ossa-Morena)	52
3.2.a.2.1. Grupo de Córdoba-Fuenteovejuna	52
3.2.a.2.2. Grupo de Sierra Albarrana.	53
3.2.b. Metamorfismo de contacto	54
 4. HISTORIA GEOLOGICA	 56
4.1. DOMINIO DE OBEJO-VALSEQUILLO-PUEBLA DE LA REINA (ZONA CENTRO-IBERICA)	56

	<u>Páginas</u>
4.1.a. Unidad alóctona	56
4.1.b. Unidad autóctona	57
4.2. DOMINIOS DE VALENCIA DE LAS TORRES-CE- RRO MURIANO Y DE SIERRA ALBARRANA (ZONA DE OSSA-MORENA)	57
4.2.a. Grupo de Córdoba-Fuenteobejuna	57
4.2.b. Grupo de Sierra Albarrana.	58
4.3. CUÑA DE VILLAVICIOSA	58
4.4. CARBONIFERO	59
4.4.1. Culm del Guadalbarbo	59
4.4.2. Cuenca del Guadiato	59
4.4.3. Cuenca del Eje Magmático de Villaviciosa de Cór- doba-La Coronada	60
4.5. DEFORMACION Y METAMORFISMO.	60
4.6. METAMORFISMO	61
5. GEOLOGIA ECONOMICA	62
5.1. MINERIA	62
5.2. CANTERAS.	63
5.3. HIDROGEOLOGIA.	64
6. BIBLIOGRAFIA.	64

0. INTRODUCCION

La Hoja de Villaviciosa de Córdoba, número 901 del M.T.N. a escala 1:50.000, se sitúa hacia la zona centro-nororiental de la provincia de Córdoba, comprendiendo en parte el Valle del Río Guadiato.

Orográficamente, la Hoja presenta un relieve bastante abrupto en su mayor parte, con la única excepción del Valle del Río Guadalmellato, y una zona poco extensa relativamente llana al SO de Villaviciosa de Córdoba, NNO de la Sierra de las Tonadas. Especialmente abrupta es la alineación montañosa que cruza en diagonal la Hoja, con cotas superiores a 850 m.: Cerro de Malpasillo (878 m.), Cerro del Castillejo de los Robles (875 m.); Cerro de la Señora (887 m.) y Cerro de Cruces (888 m.).

En cuanto a medios de comunicación, la C.N. 432 (Granada-Badajoz) cruza la esquina NE de la Hoja y la carretera comarcal 411 (Almadén-Posadas) cruza la Hoja por la parte central, pasando por Villaviciosa de Córdoba. Carreteras de menor entidad parten de esta localidad hacia Córdoba, Villanueva del Rey, y de la C.N. 432 hacia Pozoblanco, pasando por Villaharta.

Hidrográficamente, la referida alineación montañosa hace la divisoria entre las cuencas de los ríos Guadiato por un lado (que drena la parte NE de la Hoja) y Névalo y su afluente Manzano por otro, que recoge las aguas de la parte SO. Ríos menos importantes, que drenan la zona sur-central, son el de la Cabrilla y el Guadiatillo.

El único núcleo de población importante es Villaviciosa de Córdoba, que se sitúa próximo al centro geométrico de la Hoja. Menos entidad tienen las localidades de Villaharta y El Vacar situadas ambas próximas a la C.N. 432 (Granada-Badajoz).

Desde el punto de vista geológico, los materiales representados en la Hoja pertenecerían a la zona de Ossa-Morena según las divisiones propuestas por LOTZE (1.945) y JULIVERT et al. (1.974) para el Macizo Ibérico. Sin embargo, dentro de esta Hoja, se localiza el Dominio de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina, que ha sido ubicado últimamente en la zona Centro-Ibérica, la cual queda separada de Ossa-Morena por la Cuenca Carbonífera del Guadiato (APALATEGUI, O. y PEREZ LORENTE, 1.983).

Entre los trabajos anteriores que de una manera más o menos directa se refieren a esta zona, cabe citar los siguientes: DELGADO QUESADA, M. (1.971); ALMARZA, J. (1.974); PASCUAL, E. y PEREZ LORENTE, F. (1.975); PEREZ LORENTE, F. (1.979); PASCUAL, E. (1.981); y DELGADO QUESADA, M. et al. (1.985).

Durante la realización de esta Hoja, se han llevado a cabo una serie de trabajos específicos, que se salen fuera de los habitualmente realizados y que constan como documentación complementaria.

Los trabajos antes referidos son los siguientes:

- Estudio del quimismo del magmatismo prehercínico y hercínico.
- Estudio sedimentológico y estratigráfico de las cuencas carboníferas.
- Informes especiales de Tectónica, Metamorfismo, Magmatismo, Bioestratigrafía y Metalogenia y Yacimientos de toda el área comprendida por el proyecto.

1. ESTRATIGRAFIA

La presente Hoja está constituida por diversos materiales que cabe agrupar en una serie de conjuntos tectónicos y/o estratigráficos, que serían los siguientes:

— Materiales del Dominio de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina, que consideramos pertenecientes a la Zona Centro-Ibérica (las rocas de afinidad Ossa-Morena que aquí aparecen se superponen a rocas paleozoicas de afinidad Centro-Ibérica).

– Materiales metamórficos precámbricos y/o del Paleozoico Inferior de los dominios de Valencia de las Torres-Cerro Muriano, Sierra Albarrana y Alanis-Córdoba. Son atribuibles en su totalidad a la zona de Ossa-Morena.

También aparecen materiales de edad Carbonífero, que se depositan sobre una cuenca bastante homogeneizada; estos materiales serán tratados aparte, y dentro de la Hoja se distinguen varias cuencas de esta edad que se conocen con los nombres de:

- Cuenca del Valle de Los Pedroches
- Cuenca del Guadiato
- Cuenca de Benajarafe.

Los límites entre estos conjuntos son por lo general mecánicos, reflejando la compartimentación por fracturas longitudinales que es propia de Ossa-Morena.

A su vez, dentro de esta zona de Ossa-Morena, es clásica ya, desde la publicación de DELGADO QUESADA et al. (1.977), la división en una serie de dominios, estando aquí representados los de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina, Valencia de las Torres-Cerro Muriano, Sierra Albarrana y Alanis-Córdoba. Estudios posteriores, fundamentalmente de MAGNA (Hoja de Usagre, Peñarroya-Pueblonuevo, Espiel, Adamuz) han permitido poner de manifiesto que en estos dominios aparecen materiales idénticos, con evolución dinamo-térmica que puede ser diferente. Estos materiales son susceptibles de reunirse en dos grandes grupos de rocas, caracterizados por la asociación de formaciones litológicas que siempre aparecen relacionadas en el campo, y entre las cuales se dan a veces tránsitos graduales. Estos grupos se han denominado:

- Grupo de Córdoba-Fuenteobejuna
- Grupo de Sierra Albarrana.

El primer grupo no aparece completo en ninguno de los dominios definidos en Ossa-Morena, pero se puede reconstruir entre los materiales del Dominio de Córdoba-Alanis y los de Valencia de las Torres-Cerro Muriano; está integrado por las siguientes formaciones de techo a muro:

- Formaciones detríticas del Cámbrico Inferior
- Formaciones carbonatadas del Cámbrico Inferior
- Formación Torreárboles
- Formación Malcocinado
- Sucesión Tentudía
- Sucesión Montemolín
- Formación neísica (Neises de Azuaga).

Si bien pueden existir diferencias en cuanto a relaciones entre series, esta sucesión está aceptada generalmente en el área.

El Grupo de Sierra Albarrana está perfectamente definido en el Dominio de Sierra Albarrana donde DELGADO QUESADA, M. (1.971) estableció la siguiente secuencia, de techo a muro:

- Filitas con pasadas arenosas
- Micaesquistos de la Albariza
- Cuarcitas de Sierra Albarrana.

Sin embargo, cuando aparecen estos materiales en el Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano de una manera más o menos completa (Hoja de Usagre, Hoja de Peñarroya-Pueblonuevo) la relación que se observa es la inversa, es decir, que la Formación de Azuaga es el término más bajo, que pasa de una manera gradual a los micaesquistos de la Albariza, y estos igualmente a las cuarcitas, que constituyen el techo de la sucesión.

La relación entre estos dos grupos es un problema irresuelto, y que suscita una cierta controversia, especialmente en lo referente a la edad de las rocas del Grupo de Sierra Albarrana, precámbricas para unos autores (DELGADO QUESADA, 1.971; DELGADO QUESADA et al., 1.977; PEREZ LORENTE, F., 1.971; GARROTE et al., en prensa) y posible paleozoicas para otros (APALATEGUI, O. et al., 1.984).

La distribución espacial de los diversos dominios, en la Hoja de Villaviciosa de Córdoba, sería la siguiente:

- La esquina NE estaría ocupada por los materiales del Dominio de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina.

- Los materiales del Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano ocupan una banda que cruza diagonalmente la Hoja coincidiendo en gran parte con la zona de orografía más elevada.

- Los materiales del Dominio de Alanis-Córdoba ocupan una cuña que parte de la esquina SE de la Hoja, extendiéndose hasta las inmediaciones de Villaviciosa de Córdoba (Cuña de Villaviciosa). La originalidad de este afloramiento es que se localiza al norte del Dominio de Sierra Albarrana, entre éste y el de Valencia de las Torres-Cerro Muriano.

El Dominio de Sierra Albarrana está representado por la Formación de Azuaga en la esquina SO de la Hoja.

- Materiales carboníferos ocupan sendas bandas que limitan los dominios de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina y de Valencia de las Torres-Cerro Muriano (Carbonífero del Guadiato) y de Valencia de las Torres-Cerro Muriano (en parte también el de Alanis-Córdoba) y el de Sierra Albarrana (Eje Magmático de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada).

1.1. DOMINIO DE OBEJO-VALSEQUILLO-PUEBLA DE LA REINA (ZONA CENTRO-IBERICA)

Los materiales de este dominio constituyen según observaciones recientes (Hojas MAGNA de Peñarroya-Pueblonuevo, Espiel y Adamuz), dos unidades tectónicas superpuestas: una de afinidad Centro-Ibérica, constituida por series detríticas paleozoicas (Unidad autóctona) y otra constituida por materiales metamórficos en su mayor parte volcano-sedimentarios (Unidad alóctona o de Obejo-Espiel).

1.1.a. Unidad autóctona

1.1.a.1. *Pizarras y grauvas con intercalaciones de cuarcitas feldespáticas y calizas (45) ... (47)*

En el borde norte de la Cuenca del Guadiato, y justo al sur de Villaharta, afloran unos materiales detríticos inmaduros, con intercalaciones de calizas, que han sido datadas como silúricas. Estos materiales los encuadramos provisionalmente dentro de la secuencia paleozoica de esta unidad, al menos hasta que se realice un estudio más completo de todo este dominio, cuya necesidad se hace cada día más imperiosa.

Afloran estos materiales en una cuña de poca extensión (unos 4 km. de largo por uno de ancho), que aparece limitada al sur por sedimentos carboníferos de la Cuenca del Guadiato, y al norte por rocas metamórficas de la Unidad Obejo-Espiel.

Los límites son de tipo mecánico, salvo en el borde occidental, donde estos materiales aparecen cubiertos en discordancia por los depósitos westfalienses.

El afloramiento lo componen rocas detríticas inmaduras de color oscuro y con abundante moscovita detrítica, que han sido clasificadas como meta-subgrauvas.

Estos materiales proceden de rocas detríticas arenosas de grano fino, cuarzo-feldespáticas, con una componente lutítica actualmente recrystalizada con formación lepidoblástica de moscovita y biotita de notable cristalinidad (muestra AI-3001).

En el campo estos materiales afloran en lechos centimétricos donde varía la proporción de la componente arenosa respecto a la lutítica. Las rocas aparecen intensamente bioturbadas y a veces son ferruginosas.

Entre los niveles grauváquicos afloran otros más arenosos, de color claro, que dan resalte en el terreno y que han sido clasificados como metaarcosas.

Se trata de una roca arenosa, grosera, de tamaño de grano medio a grueso, muy feldespática con algún fragmento rocoso volcánico y/o microcristalino, que aflora en bancos de potencia variable (métrica y decimétrica).

También interestratificados entre los niveles grauváquicos, aparecen unos lentejones calizos, de poco desarrollo, aspecto masivo, de color gris, formados por fragmentos de equinodermos, braquiópodos y lamelibranquios.

La fauna encontrada en estas calizas ha sido estudiada por el profesor GARCIA ALCALDE y ha proporcionado la siguiente fauna:

Cardiola interrupta (SOWERBY)

Vlasta cf. bohémica (BARRANDE)

Antipleura (DUALINA) sp.

Michelinoceros aff. michelini (BARRANDE)

Además de estos bivalvos y cefalópodos, se reconocen ostracodos y gasterópodos no determinados.

La edad de estos materiales es Wenlockiense Superior-Ludloviense Inferior (ver muestra RG-316) y al parecer esta fauna caracteriza una facies poco profunda y alejada de la costa, posiblemente correspondiente con un antiguo alto fondo al que llegaban escasos aportes detríticos.

1.1.b. Unidad alóctona (Obejo-Espiel)

Constituye esta unidad una serie de conjuntos litológicos bien diferenciados que de muro a techo serían los siguientes:

- Esquistos y cuarzoesquistos con pasadas de neises y anfíbolitas
- Granitoide de El Escribano (Formación Malcocinado)
- Formación Torreárboles
- Formación de filitas y arenitas asimilables a la Formación de Azuaga.

1.1.b.1. *Esquistos y cuarzoesquistos con pasadas de neises y anfíbolitas (48) ... (50)*

Afloran constituyendo dos bandas entre las que se observan algunas diferencias en cuanto a grado de evolución tectonometamórfica: una banda septentrional, más evolucionada, que aparece próxima a la esquina NE de la Hoja, y otra banda más meridional, que pasa por la localidad de Villaharta.

Se trata de una serie constituida fundamentalmente por micaesquistos y cuarzoesquistos con intercalaciones ortoderivadas de neises y anfíbolitas, que procedería, por tanto, de una secuencia detrítica con frecuentes episodios volcánicos y volcanoclásticos ácidos y básicos irregularmente distribuidos.

Los términos petrográficos más comunes son los metapelíticos: esquistos, cuarzoesquistos, micaesquistos, cuarcitas, paraneises, etc.; son rocas derivadas de sedimentos lutítico-arenosos, finos, con fracción arena cuarcítica con una

proporción variable de feldespatos, y con fracción lutita recrystalizada en sericita, moscovita y clorita-biotita subordinada. Las intercalaciones areniscosas, por lo general más feldespáticas, comportan una cierta componente volcano-clástica.

Las texturas son lepidó- a granolepidoblásticas en los tramos más pelíticos, y blastosamíticas, granolepido- a granoblásticas en los más cuarcíticos.

Intercalados en estos materiales aparecen rocas metavolcánicas ácidas y básicas.

Las metabasitas corresponden en origen a andesitas, de textura original variable, desde prácticamente vítreas en su totalidad hasta variedades porfídicas con tamaño de fenocristales y grado de cristalinidad de la matriz muy variables. Los fenocristales más frecuentes corresponden a hornblenda y plagioclasa (oligoclasa-andesina).

Las metavolcanitas ácidas varían en composición original desde riolita a dacita, y corresponden a lavas porfídicas con fenocristales de plagioclasa (oligoclasa), feldespato y cuarzo (los dos últimos menos frecuentes) en matriz de grado de cristalinidad variable, constituida por la misma mineralogía que los fenocristales. Como ferromagnesiano se describe por lo general biotita y/o clorita, en la matriz, que puede tener origen metamórfico.

1.1.b.2. *Granitoide de El Escribano y volcanitas (Formación Malcocinado) (51)-(52)*

Incluimos en este capítulo de Estratigrafía a esta roca ígnea ácida, granuda, por ser el único representante de la Formación Malcocinado, en la que se viene incluyendo (ver Hoja MAGNA de Espiel).

En este sentido, se ha incluido en la leyenda dentro de la Unidad alóctona, atribuyéndole una edad Proterozoico Superior, y se considera como un miembro más en la columna estratigráfica.

Aflora en proximidad de la esquina NE de la Hoja, como una banda de 1-2 km. de anchura que cruza en dirección ONO-ESE.

Se trata de una roca ígnea granuda, de grano medio, con cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita (menos abundantes y frecuentes los dos últimos) como componentes fundamentales, a los que acompañan como accidentales moscovita y hornblenda, y como accesorios, apatito, circón, opacos, turmalina y esfena.

Las texturas son holocristalinas, hipidiomorfas, ligeramente heterogranulares, y de grano medio; generalmente acusan además, deformación milonítica, o incluso neisificación, y posterior recrystalización en la mayor parte de los casos.

El significado de este cuerpo ígneo no es claro, dada su forma de aparecer, intercalado entre secuencias volcánicas-volcano-clásticas. Hay que referir

que PÉREZ LORENTE, F. (1.979) propone para el mismo un origen anatóctico, opinión que no parece sustentada por los hechos de observación en el campo.

1.1.b.3. *Arcosas claras (Formación Torreárboles ?) (53)*

Incluimos aquí una serie eminentemente arcósica correlacionable por su litología y aspecto de campo con la Formación Torreárboles de LINÁN, E. (1.978). Aflora inmediatamente encima del Granitoide de El Escribano, y hacia la base se localiza un conglomerado poligénico en el que se observan rocas granudas idénticas a la de dicho granitoide.

El término petrográfico más común es el arcósico, o las grauvacas, o sub-grauvacas feldespáticas, constituidas por fracción arena media de cuarzo, feldespatos y fragmentos líticos (en su mayor parte volcánicos) embalados en una matriz sericítica recrystalizada.

La textura de estas rocas es por lo general blastosamítica o granoblástica, acusando en algunos casos una cierta deformación.

Los conglomerados aparecen de una manera discontinua en la base de la secuencia, son de colores cremas, y están constituidos por cantos de hasta varios centímetros de rocas ígneas, volcanosedimentarias, y pizarrosas, embalados en una matriz arcósica semejante a los términos generales de la sucesión.

La edad de esta sucesión, supuesta su correlación con la Formación Torreárboles definida en las inmediaciones de Córdoba, sería Vendense-Ovetense.

La potencia observable es variable, desde unos 50-100 m. hasta unos 250 m.

1.1.b.4. *Formación filítico-arenosa con intercalaciones cuarcíticas (Formación de Azuaga ?) (54, 55)*

Suprayacente a la anterior se reconoce una sucesión monótona de filitas con pasadas y nivelillos arenosos que intercalan pasadas cuarcíticas de bastante espesor y continuidad lateral. Los tramos filíticos de esta formación son idénticos a los de la Formación de Azuaga, motivo por el cual se han correlacionado habitualmente ambos afloramientos.

Los niveles filíticos de este afloramiento derivan de sedimentos lutítico-arenosos ocasionalmente rítmicos; están constituidos por una fracción arenosa, fina a muy fina, algo feldespática, en proporción muy variable, siendo muy predominante en los niveles arenosos, y relativamente escasa en los lutíticos. La fracción lutita aparece recrystalizada, por lo general en sericita-moscovita y clorita-biotita de grano muy fino.

Las texturas varían desde lepidoblásticas en los niveles filíticos a granolepidoblásticas en los niveles arenosos.

Hacia el techo de esta formación, y de forma transitoria, empiezan a aparecer niveles de cuarcitas claras, en bancos de potencia variable, por lo general métrica, que se hacen más frecuentes y abundantes hacia el techo.

Afloran estos niveles cuarcíticos en bandas continuas y alargadas, que se siguen a lo largo de todo el afloramiento, hasta quedar laminadas al este de Villaharta por una fractura de dirección submeridiana.

Los niveles cuarcíticos son de color claro, de grano fino, textura granoblástica y presentan cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa como componentes fundamentales de la roca.

En algunos bancos hemos visto laminaciones cruzadas y granoselección.

En la presente Hoja no se observa el techo de esta formación, la cual tiene, según datos regionales, más de 1.000 m. de potencia. Conviene recordar que en la Hoja de Peñarroya se ha estimado para estos tramos más arenosos una potencia mínima de 800 m.

En cuanto a su edad, hay que señalar que el único dato de que disponemos procede de MAAS, R. (1.958) el cual cita fauna del Ordovícico (Hoja de Adamuz) en una posición por la cual hacemos pasar nosotros esta formación. Otro dato es que esta formación se sitúa a techo de la Formación Torreárboles; no es descabellado pensar que se trate de una formación del Paleozoico Inferior. Sin embargo, en el presente trabajo le atribuiremos una edad Precámbrico-Ordovícico, ya que la opinión más generalizada es que es una formación precámbrica.

1.2. DOMINIOS DE VALENCIA DE LAS TORRES-CERRO MURIANO Y DE SIERRA ALBARRANA (ZONA DE OSSA-MORENA)

Tal como ya hemos referido, todos los materiales aflorantes en esta zona de Ossa-Morena, se pueden integrar en dos grupos de rocas, cuya asociación permite establecer los distintos dominios diferenciados.

A continuación describimos las distintas sucesiones englobadas dentro de cada grupo, indicando en cada caso en cual o cuales dominios de los representados en la Hoja está presente.

1.2.a. Grupo de Córdoba-Fuenteobejuna

Los materiales pertenecientes a este grupo aparecen representados en el Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano, y se incluyen los siguientes materiales:

- Sucesión neísica (Neises de Azuaga)
- Sucesión Montemolín.

A continuación se describen en detalle las diversas sucesiones y los términos litológicos diferenciados dentro de las mismas.

1.2.a.1. *Sucesión neísica (Neises de Azuaga) (35), (36), (37), (38), (40), (41), (42)*

Incluimos aquí una serie de materiales eminentemente neísicos, orto y paraderivados con una considerable diversidad petrográfica y con abundantes intercalaciones de anfibolitas y neises anfibólicos.

Afloran en una amplia banda que cruza la Hoja diagonalmente de NNO-SSE, limitados hacia al norte, por contacto tectónico, con materiales atribuidos al Grupo de Sierra Albarrana y, hacia el sur, también tectónicamente, por rocas ígneas del Eje Magmático Villaviciosa-La Coronada y por materiales metamórficos y/o anquimetamórficos de la Cuña de Villaviciosa.

En cartografía hemos diferenciado dos conjuntos de materiales, que se ponen en contacto entre sí por falla, y que son correlacionables uno con otro pero con diversidad petrográfica apreciable. Unos son los neises y neises leucocráticos (38), neises alcalinos (40), paquetes de anfibolitas (41) y niveles de micaesquistos (42) hacia la base; el otro lo componen cuarzoesquistos con granates (milonitas ?) (35), neises miloníticos (36) y anfibolitas (37).

A continuación se describen los dos conjuntos de materiales y los términos litológicos diferenciados dentro de los mismos.

1.2.a.1.a. *Neises, neises leucocráticos, alcalinos y anfibolitas (38), (40), (41), (42)*

El término petrográfico más común son los neises biotíticos, probablemente procedentes de material volcanoclástico de composición intermedia, cuarzo-feldespático, con una cierta componente ferromagnesiana, recrystalizada fundamentalmente en biotita, granate, moscovita y clorita (retrometamórfica).

La textura es neísica, con porfiroclastos de feldespatos y ocasionalmente de moscovita y granate, en una matriz-mesostasis de cuarzo granulado y minerales micáceos de subfábrica lepidoblástica.

Los neises leucocráticos miloníticos proceden de material cuarzo-feldespático de origen incierto dado su grado de evolución textural; podrían proceder tanto de rocas porfídicas volcánicas como de granudas intrusivas.

Estos neises están constituidos casi exclusivamente por plagioclasa (en porfirocristales), feldespato potásico y cuarzo (granulados ambos en grado variable), faltando casi totalmente fases ferromagnesianas. Únicamente se reconoce en ocasiones la presencia de biotita, por lo general reemplazada por clorita.

La textura de estas rocas es neílica, adquirida por lo general por procesos miloníticos, que producen granulación de cuarzo y feldespato potásico, dejando porfiroclastos deformados de plagioclasa, fundamentalmente.

Las anfibolitas son bandeadas, procedentes, por metamorfismo regional en condiciones de grado medio, de una roca básica de composición diorítica o gabroídica. El origen no está muy claro, podría tratarse de una roca de grano fino a medio, a veces porfídica, de tipo volcánico (lava o toba) o subvolcánica intrusiva.

La textura es nematoblástica, procedente de la transformación metamórfica de los ferromagnesianos componentes de la roca originaria.

La potencia de la serie no se conoce, dado que no se reconoce el muro de la misma. En cualquier caso, dada la superficie de afloramiento, puede superar los 750 m.

1.2.a.1.b. Cuarzoesquistos (milonitas) con granates (35), pasadas de neises anfibólicos (36) y anfibolitas (37)

Los esquistos miloníticos, son rocas esquistosas de color oscuro y grano fino, que afloran con amplitud en el Sector de Cantarranas.

Estos materiales se piensa que son de origen milonítico (auténticas filonitas), formados a partir de rocas neílicas similares a las anteriormente descritas.

En cuanto a su mineralogía, están constituidos por cuarzo, feldespatos, minerales micáceos granulados: moscovita y biotita fundamentalmente y granate.

En cuanto a rocas melanocratas, se diferencian dos términos petrográficos: anfibolitas y neises anfibólicos.

Las primeras son rocas de textura nematoblástica, de grano medio, constituidas por plagioclasa (oligoclasa-andesina) y anfíbol (hornblenda marrón y verde retrometamórfica) como minerales fundamentales, acompañados por clorita, biotita y epidota retrometamórficas que no aparecen en todas las muestras; como accesorios se describen cuarzo, feldespato potásico, opacos, apatito y esfena.

Los neises anfibólicos se caracterizan por una mayor proporción de plagioclasa y cuarzo, y presentar textura grano-netamoblástica, en parte milonítica; su mineralogía es muy similar a la de las anfibolitas.

La edad de la serie no se ha podido establecer, puesto que no se han localizado fósiles en ningún caso. Sin embargo, dada su posición, infrayacente a una sucesión datada mediante acritarcos como Rifeense Inferior, cabe establecer como edad más probable para la misma el Proterozoico Inferior y/o Medio.

La potencia tampoco se conoce, dado que no se reconoce el muro de la serie. En cualquier caso, dada la amplitud de afloramientos, cabe suponerla superior a 200 m.

1.2.a.2. *Esquistos y cuarzoesquistos con intercalaciones de cuarcitas negras (43), (44)*

Dentro de la presente Hoja, y como sucedía con los Neises de Azuaga, estos materiales afloran únicamente en el Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano, concretamente cerca del borde NO de la Hoja, en una banda cortada por la carretera de Villaviciosa de Córdoba a Villanueva del Rey. Estos materiales están limitados al sur por la sucesión neísica y al norte por rocas gabroídicas del Complejo Ojuelos-La Coronada y que hacia el SE se estrecha contra el mismo complejo.

Esta serie vuelve a aflorar más al NE, y en el límite de la Hoja con la de Espiel, dentro del gran afloramiento de los Neises de Azuaga.

Se trata de rocas metapelíticas, tipo cuarzoesquistos de colores grises, esquistosas, que intercalan niveles de neises y anfíbolitas ortoderivadas (de origen volcánico) y de cuarcitas negras (litas) (44).

Los términos petrográficos más comunes en la serie son los esquistos y cuarzoesquistos (43) procedentes de sedimentos lutítico-arenosos, finos, con fracción arena cuarcítica algo feldespática, y fracción lutita recrystalizada, siendo los minerales metamórficos más frecuentes moscovita, biotita y granate.

Las texturas son por lo general granolepidoblásticas esquistosas, bandeadas, con niveles arenosos granoblásticos y lutíticos lepidoblásticos.

Los neises corresponden a antiguas volcanitas ácidas que aparecen como intercalaciones en la serie de potencia y corrida variable; son rocas leucocratas, muy compactas, constituidas fundamentalmente por porfiroclastos de plagioclasa (tal vez relictos heredados de la volcanita porfídica original), feldespato potásico y cuarzo por lo general granulados, y micas (moscovita y/o biotita) en proporción variable, por lo general baja.

La textura es neísica, en parte adquirida por procesos de tipo dinámico.

Las anfíbolitas tendrían un origen semejante a los neises, es decir, volcánico, pero serían en origen de composición básica-intermedia. Están constituidas por plagioclasa (oligoclasa por lo general) y anfíbol (hornblenda) de grano fino, acompañados en proporción variable por feldespato potásico, cuarzo y minerales retrometamórficos (biotita, clorita, epidota, sericita-moscovita).

Las cuarcitas negras (44) son rocas muy características, con un bandeo claro-oscuro, muy compactas, de textura granoblástica y grano muy fino, y constituidas fundamentalmente por cuarzo, al que acompañan en proporcio-

nes variables, grafito, feldespatos, moscovita, biotita, circón, esfena, sulfuros metálicos, etc. En cuanto a su origen probablemente deriven de material químico volcanogénico: se trataría de sedimentos tipo *chert*, bioquímicos.

Dentro de la presente Hoja no se reconocen ni el techo ni el muro de la sucesión, por lo que la potencia de la misma hay que estimarla en base a datos de otras hojas: en la de Peñarroya-Pueblonuevo, en que aparece bien expuesta, es del orden de los 800 m., potencia inferior a la reconocida en otras zonas de Ossa-Morena.

Con respecto a su edad, los datos conocidos proceden también de otras Hojas, en las que se observa cómo esta sucesión se sitúa a muro de la de Tentudía, datada mediante acritarcos como Rifeense Superior; la edad de ésta sería, por tanto, Rifeense Medio-Superior.

1.2.b. Grupo de Sierra Albarrana

Los materiales integrantes de este grupo aparecen en los Dominios de Valencia de las Torres-Cerro Muriano y de Sierra Albarrana, en parte constituyendo el sustrato de los materiales carboníferos del Eje Magmático de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada.

Constituyen este grupo tres conjuntos litológicos cuya secuencia sería, de acuerdo con las observaciones recientes, tal como ya hemos referido, y de muro a techo las siguientes:

- Formación de Azuaga
- Micaesquistos
- Cuarcitas feldespáticas tableadas.

Dentro de la presente Hoja, las observaciones son muy fragmentarias, no reconociéndose más que las relaciones entre los micaesquistos y las cuarcitas, que confirman esta disposición.

A continuación se describen estos conjuntos litológicos en detalle.

1.2.b.1. *Filitas con pasadas arenosas milimétricas (Formación de Azuaga) (27)*

Los materiales aquí incluidos, son filitas, con pasadas areníticas milimétricas que se conocen como Formación de Azuaga (DELGADO QUESADA, M., 1.971).

Dentro del Dominio de Sierra Albarrana es la única formación representada, y aflora en la esquina SO de la Hoja, y entre materiales del Eje Magmático Villaviciosa-La Coronada.

Se trata de una sucesión metapelítica, procedente de una secuencia sedimentaria lutítico-arenosa, de grano fino, finamente laminada, constituida en proporciones variables por una fracción arena fina a muy fina, cuarcítica con una cierta componente feldespática y una fracción lutita sericítica con una cierta componente clorítica, recristalizada por lo general en sericita-moscovita y clorita-biotita, ambas de grano muy fino.

Las texturas son en general esquistosas y varían de granoblásticas en muestras muy arenosas a lepidoblásticas en niveles muy pelíticos, predominando la textura granolepidoblástica.

La edad de esta formación es una incógnita que ha dado origen a una gran controversia situándola unos autores en el Precámbrico, siguiendo a DELGADO QUESADA, M. (1.971), y otros en el Paleozoico; en la presente Hoja no se ha encontrado criterio alguno que permita definirse en favor de una u otra posibilidad.

En cuanto a su potencia, al no reconocerse en la Hoja ni el techo ni el muro de la serie, hay que referirse a datos de otras Hojas, en las que se alcanzan potencias estimativas de hasta 2.000 m. (MAGNA Guadalcanal, Azuaga, Usagre, La Cardenchoa, etc.).

1.2.b.2. *Micaesquistos y cuarzoesquistos (29) ... (32)*

Incluimos aquí un conjunto de materiales esquistosos muy satinados que, por su litología y posición en este dominio, son correlacionables con otros que CHACON, J. (1.979) llamó esquistos de la Atalaya, y fueron correlacionados por APALATEGUI, O. et al. (1.984) con los esquistos de la Albariza definidos por DELGADO QUESADA, M. (1.971) en el Dominio de Sierra Albarrana.

Una banda aflora dentro del Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano extendiéndose diagonalmente por el centro de la Hoja en dirección NNO-SSE. Entra por el borde norte de la Hoja, en las inmediaciones de la estación de Espiel, pasa por la presa del Embalse de Puente Nuevo y llega a Campo Alto.

Dentro de esta sucesión, en cartografía hemos distinguido: micaesquistos y cuarzoesquistos (29) con niveles de neises (30), anfibolitas (31), y mármoles (32). El término petrográfico más abundante es el de micaesquistos y/o paraneises, que proceden del metamorfismo de sedimentos lutítico-arenosos con influencia volcanoclástica, formados por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, opacos, circón, esfena, etc. También aparecen minerales de metamorfismo como moscovita, biotita, granate, andalucita y sillimanita.

Intercalados dentro de los micaesquistos, hemos diferenciado niveles de anfibolitas (31) procedentes del metamorfismo de rocas volcánicas intermedio-básicas. Buenos afloramientos de estos materiales se pueden observar en

el Sector del Alamo, borde SE de la Hoja, y en la Sierra de Don Domingo; son lentejones que en ningún caso sobrepasan los 10-15 m. de potencia. Se trata de una roca oscura con tonalidades verdosas y tamaño de grano fino, constituida por plagioclasa, hornblenda, cuarzo, biotita, clorita, epidota, etc.

En las proximidades del Cortijo del Alamo, interestratificado entre los micaesquistos y próximo a las cuarcitas, aparece un pequeño nivel de calizas marmóreas (32) con textura granoblástica formada por calcita, tremolita, talco, clorita, cuarzo, opacos, etc.

Hacia el techo de los micaesquistos y en tránsito con las cuarcitas, se aprecia un paquete de unos 50-100 m de estas rocas que se hacen más ricas en cuarzo y feldespatos detríticos; en el estudio de lámina se clasifican como cuarzoesquistos.

En conjunto toda esta formación procede de metamorfismo de sedimentos lutítico-arenosos. La fracción arena está constituida en su mayor parte por cuarzo con una cierta proporción de plagioclasa, que no se reconoce por presentar fuerte sericitización. La composición es de moscovita, cuarzo, feldespatos, granates, estauroilita, andalucita y/o distena, etc.

La potencia de la sucesión no se puede establecer con exactitud, pero por su extensión de afloramiento puede superar los 1.000 m.

1.2.b.3. *Cuarzoesquistos, micaesquistos y cuarcitas (28)*

Los materiales aquí considerados afloran en el Sector del Retamalejo y la constituyen cuarzoesquistos, micaesquistos y cuarcitas tableadas (28). Según la subdivisión en dominios de Sierra Morena Oriental (DELGADO QUESADA, M. et al., 1977) estos materiales ocuparían parte del Dominio de Villafraña de Córdoba-El Vacar, el cual hemos creído conveniente eliminar, al considerar aparte los materiales carboníferos.

El término litológico más frecuente es de cuarzoesquisto; se trata de una roca esquistosa de color verde oscuro con textura granolepidoblástica, con numerosos porfiroblastos de granate, que procedían de un sedimento lutítico-arenoso grosero; la fracción arena está constituida en su mayor parte por cuarzo.

Su mineralogía la forman cuarzo, feldespato, moscovita, biotita y granate. Turmalina, opacos, circón, apatito y esfena como accesorios.

Su potencia no se puede saber con precisión debido a que no aflora el muro de la serie, pero se puede decir que no supera los 300 m.

1.2.b.4. *Cuarcitas feldespáticas (34)*

Sobre los materiales anteriores y en tránsito gradual, aflora una serie principalmente detrítica grosera, formada por cuarcitas feldespáticas y/o metaarcosas en las que se intercalan nivelillos de esquistos.

Presentan un buen afloramiento en la zona de la presa del Embalse de Puente Nuevo, limitadas hacia el norte, en contacto tectónico, con la Cuenca Carbonífera del Guadiato y hacia el sur pasan gradualmente a la serie anterior.

Estos materiales forman resaltes positivos en la morfología del terreno, distinguiéndose por su topografía la Sierra de Don Domingo y el Alamo.

Como ya hemos referido el contacto de esta serie con los micaesquistos es gradual y lo hacemos coincidir con la aparición de los primeros niveles cuarcíticos, debido a que este punto coincide con un cambio muy claro en la topografía.

Esta formación está constituida por cuarcitas y metaarcosas en bancos de espesores variables entre 5 y 50 cm., intercalan niveles filíticos de varios centímetros de potencia.

Los bancos arenosos son compactos, de color claro, con orientaciones (textura granolepidoblástica), con cuarzo, plagioclasa, sericita, moscovita, clorita, biotita, etc., y proceden de un sedimento cuarzoarenítico con escasas plagioclasas y matriz lutítica.

Los niveles esquistosos se encuentran intercalados entre las cuarcitas y son de potencias muy reducidas, y lateralmente pueden llegar a desaparecer. Proceden de sedimentos lutítico-arenosos con fracción arena cuarzo-feldespatita y con textura granolepidoblástica; contienen cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita, biotita, etc.

No se conoce el techo de esta formación por estar laminado por la falla del borde sur de la Cuenca del Guadiato, pero su potencia se puede estimar por encima de los 700 m.

1.3. DOMINIO DE ZAFRA-ALANIS-CORDOBA (CUÑA DE VILLAVICIOSA)

Entre los materiales del Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano, y los de Sierra Albarriana, aparecen rocas detríticas, volcánicas y carbonatadas, idénticas a otras que aparecen al sur de la Falla de Malcocinado, dentro ya del Dominio de Zafra-Alanis-Córdoba.

Como ya hemos indicado, la originalidad de estos materiales estriba en la posición que ocupan, y nosotros lo conocemos como Cuña de Villaviciosa.

Dentro de este afloramiento y de muro a techo se distinguen los siguientes materiales:

- Tobas, cuarcitas y pizarras con intercalaciones de volcanitas, mármoles y arcosas (Formación Malcocinado)
- Andesitas moradas (Andesitas de Córdoba)
- Arcosas y pizarras (Formación Torreárboles)
- Pizarras, grauvacas y niveles carbonatados (Formación Pedroche).

1.3.1. Tobas, cuarcitas y pizarras con intercalaciones de volcanitas, mármoles y arcosas (Formación Malcocinado) (16) ... (22)

Los materiales de esta formación afloran a lo largo de una estrecha banda que ocupa la parte central de la Hoja, desde la esquina SE de la misma, hasta las inmediaciones del Cortijo del Palabrero, al NO de Villaviciosa de Córdoba.

Constituyen esta formación cuatro términos litológicos bien diferenciados: cineritas y/o filitas (16), metavolcanitas básicas (17), metavolcanitas ácidas (18) y niveles calcáreos ocasionales (21, 22).

Las cineritas y/o filitas son materiales derivados de sedimentos lutítico-arenosos con una cierta componente volcanoclástica. Son rocas metapelíticas, de grano fino, de colores pardo-grisáceos, que muestran por lo general una laminación claro-oscuro debida a la alternancia de nivelillos lutíticos (oscuros) y arenosos (claros), con un aspecto general que recuerda a la Formación de Azuaga.

Petrográficamente, son rocas de textura grano- a lepidoblástica, en función del variable contenido relativo en fracciones lutita y arena, de grano fino, con cuarzo y feldespatos como principales constituyentes de la fracción arena, y lutita recrystalizada en serícita-moscovita y clorita (escasa), de grano muy fino; en algunos casos se reconocen feno- y/o lito-clastos de tamaño superior a la media, que constituyen la fracción volcanoclástica de la roca.

Las metavolcanitas básicas son rocas de colores verdosos, y aspecto porfídico, con fenocristales de feldespatos y ferromagnesianos.

Aparecen como intercalaciones en el tramo metapelítico, de potencia y corrida variable hasta 50 y 80 m. de potencia y 2-3 km. de corrida.

Desde el punto de vista petrográfico, se trata por lo general de metaandesitas porfídicas, con fenocristales de plagioclasa (oligoclasa-andesina) y/o ferromagnesianos (hornblenda y/o clinopiroxeno ocasional), de hasta 2-3 mm., inmersos en una matriz de grado de cristalinidad y tamaño de grano variable, constituida por plagioclasa, ferromagnesianos, y productos de recrystalización metamórfica en condiciones de grado muy bajo: clorita, epidota, carbonatos, etc. Las texturas son por lo general blastoporfídicas.

Las metavolcanitas ácidas, al igual que las básicas, constituyen intercalaciones de dimensiones muy variables, que adquieren su máximo desarrollo al NE de Villaviciosa de Córdoba, y en el Sector del Cerro de Las Piletas-Cortijo de Sepúlveda.

Se trata de metarriolitas, lávicas en origen, de textura blastoporfídica a porfiroblástica, o esquistosa, en función de que deriven de lavas, tobas o material afanítico desvitrificado.

En cuanto a composición, varía de riolítica a dacítica, con un predominio neto de la primera; están constituidos por fenocristales o clastos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa (que pueden llegar a faltar) en matriz

desvitrificada y/o recrystalizada que incluye además moscovita-sericita y clorita ocasional, ambas de grano muy fino.

También se reconocen lentejones aglomeráticos, constituidos por clastos semejantes a las lavas porfídicas, y embalados en una matriz tobácea con fenoclastos de cuarzo y feldespatos.

Estos tramos ácidos, cuando adquieren su máximo desarrollo (NE de Villaviciosa) llegan a comportar intercalaciones cineríticas y básicas semejantes a las anteriormente descritas.

En cartografía se han diferenciado varios lentejones calcáreos de 2-3 m. de potencia y de 10-15 m. de corrida (20), que en ocasiones se encuentran marmorizados debido al metamorfismo de contacto producido por las intrusiones ígneas del Eje Magmático. Se trata de una caliza de color crema y textura micrítica, con abundantes vetas de calcita recrystalizada de grano muy fino. Afloramientos de estas rocas se pueden observar en la carretera Córdoba-Villaviciosa a la altura del km. 28 y en la carretera Villaviciosa-Villanueva del Rey km. 4.

No se puede establecer con un mínimo de fiabilidad la potencia de estos materiales dentro de la presente Hoja, puesto que no se reconoce el muro de los mismos, y presentan una estructura interna complicada por fracturas. En cualquier caso, la potencia de materiales aflorantes se puede estimar superior a 500 m.

En cuanto a su edad, indicar que se han tomado dos muestras en los afloramientos calizos del sur de Villaviciosa, se han encontrado microfósiles de pared orgánica (Granofíceas) que indican un medio marino somero; los microfósiles no permiten precisiones bioestratigráficas; sin embargo, la microbiofacies es típica del Proterozoico Superior de la Sierra de Córdoba (LIÑAN, E., 1.979 y LIÑAN, E. y SCHMITT, 1.981).

1.3.2. Andesitas moradas (Andesitas de Córdoba) (23)

Estas rocas forman parte de lo que E. LIÑAN (1.974) definió como Formación San Jerónimo. Se trata de una serie de andesitas moradas alternando con niveles detríticos variados; se sitúan sobre la Formación volcanosedimentaria de Malcocinado y discordante bajo la Formación Pedroche (Cámbrico Inferior, E. LIÑAN, 1.974). En otras ocasiones aparece debajo y en cambio lateral con la Formación Torreárboles.

Las andesitas afloran exclusivamente en la esquina SE de la Hoja y presentan un color fuertemente morado debido a la disseminación de hematites que contienen. Son rocas de composición básica de carácter tobáceo y aglomerático, constituidas por clastos bastante semejantes en cuanto a su composición (andesítica a cuarzo-andesítica). Los clastos presentan un aspecto porfídico con matriz de cristalinidad variable.

La potencia de estos materiales no es continua a lo largo del afloramiento pudiendo incluso desaparecer y pasar lateralmente a la Formación Torreárboles, pero en todos los casos de los afloramientos cartografiados no supera los 500 m.

Debido a la ausencia de fósiles no se ha podido datar con precisión esta serie, pero por su posición estratigráfica se sitúa en el límite Cámbrico-Precámbrico.

1.3.3. Arcosas moradas y pizarras (Formación Torreárboles) (24)

Se trata de una serie eminentemente detrítica, areniscosa, con pasadas conglomeráticas, muy feldespática, que aflora en las proximidades de la esquina SE de la Hoja, claramente interestratificada entre la Formación Malcociñado y la Formación Carbonatada del Cámbrico Inferior (Formación Pedroche).

La estratigrafía de estos materiales ha sido establecida con gran detalle en la Hoja de Córdoba, por LIÑAN, E. (1.974) que diferencia dos miembros, y establece importantes variaciones laterales de potencia del conjunto de la serie.

Dentro del contexto de la presente Hoja, no se ha podido establecer la diferenciación en dos tramos debido a la homogeneidad de los materiales, que presentan escasa potencia.

El término litológico más común y más característico de esta serie son las arcosas masivas. Son rocas de colores blanquecinos, grisáceos y violáceos, deleznales que originan importantes derrubios en laderas.

Petrográficamente corresponden a arcosas y grauvacas o subgrauvacas feldespáticas, masivas, constituidas por fracción arena tamaño medio, cuarzo-feldespática, con algunos fragmentos líticos, de origen volcánico en su mayor parte; la fracción lutita, por su parte, aparece en proporción muy variable de unas muestras a otras, es de naturaleza sericitica, con escasa componente clorítica, y está recrystalizada.

La textura es blastosamítica, en ocasiones con una esquistosidad incipiente marcada por textura lepidoblástica de las micas de neoformación metamórfica.

Con respecto a la edad de esta serie, indicar que ha sido datada en repetidas ocasiones, y presenta una edad Precámbrico Terminal-Cámbrico, Basal (Vendense-Ovetiense), situándose en la misma el límite Precámbrico-Cámbrico.

Con respecto a su potencia, hay que decir que es muy variable, siendo del orden de los 200-300 m. como máximo, y del orden de 25-50 m. como mínimo.

1.3.4. Pizarras, grauvacas y niveles de carbonatos (Formación Pedroche) (25, 26)

Constituye, junto con los materiales de la Formación Torreárboles, un amplio afloramiento, muy complicado por fracturas, en las inmediaciones de la esquina SE de la Hoja (Loma de la Calera, NO del Cerro de la Casquera, etc.).

Esta formación está definida por LIÑAN, E. (1.974) en las inmediaciones de Córdoba, diferenciando dos tramos que aquí no se han reconocido.

Se trata de una serie detrítico-carbonatada, constituida por una alternancia de pizarras y grauvacas que comporta hacia la base niveles de calizas rizadas.

Las pizarras y grauvacas son rocas de grano fino y colores verdosos claros, constituidas por proporciones variables de fracción arena, cuarcítica, y fracción lutita sericítica, ligeramente recrystalizada; su textura varía desde blastosamítica, o granoblástica, a blastopelítica o lepidoblástica, en función de su contenido en cada fracción, y de su grado de evolución tectónica.

Las calizas tienen un aspecto rizado, colores grises claros, y están constituidas por calcita microesparítica o esparítica, producto de recrystalización metamórfica de la calcita original. Las texturas son, por tanto, granoblásticas.

Estas rocas están afectadas por metamorfismo térmico en las proximidades del granito de Peñas Pardas, metamorfismo que produce un considerable aumento del tamaño de grano de la roca, e incluso rocas de silicatos cálcicos.

La edad de esta formación, de acuerdo con las dataciones efectuadas por LIÑAN, E. (1.974), sería Cámbrico Inferior.

Su potencia estimada es del orden de los 450 m.

1.4. MATERIALES CARBONIFEROS

Los materiales carboníferos representados en esta Hoja, se localizan en tres afloramientos distintos que se conocen como:

- Culm del Guadalbarbo
- Cuenca del Guadiato
- Eje Magmático de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada (Vv-LC).

El Culm del Guadalbarbo constituye el autóctono sobre el que se sitúa en la presente Hoja la Unidad alóctona del Dominio de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina.

La Cuenca del Guadiato constituye, *grosso-modo*, el límite entre los dominios de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina, y de Valencia de las Torres-

Cerro Muriano, y está constituida en su práctica totalidad por materiales sedimentarios, detríticos.

Los materiales carboníferos del Eje Magmático Villaviciosa-La Coronada son metasedimentos y rocas ígneas de diversa naturaleza que se sitúan sobre una antigua sutura reactivada durante el Carbonífero.

1.4.a. Culm del Guadalbarbo (56, 57)

Constituye un pequeño afloramiento en la esquina NE de la Hoja, formado por materiales volcánicos básicos y detríticos.

Los materiales detríticos corresponden a lutitas y areniscas, de grano muy fino, constituidas en proporción variable por una fracción arenosa algo feldespática, y una fracción lutita fundamentalmente sericítica. Aparecen en la presente Hoja como intercalaciones de escasa potencia entre las rocas básicas.

Las volcanitas básicas constituyen la mayor parte del afloramiento; parecen existir varias coladas, que se dan simultáneamente con la sedimentación detrítica, lo que explica que rocas que constituyen *pillow-lavas* presenten pequeñas cantidades de aportes detríticos.

1.4.b. Cuenca del Guadiato (58) ... (63)

Los materiales de la Cuenca del Guadiato cruzan la Hoja por su sector NE, con dirección ONO-ESE, y con una anchura media de unos 4,5 km. Está integrada por materiales carboníferos, que descansan sobre un sustrato metamórfico que aflora en forma de cuñas de gran entidad (Loma del Parralejo), o como pequeños lentejones (Sur de la Casa de Pedrigue).

Los límites de la cuenca son por lo general tectónicos, si bien a veces corresponden a una discordancia. El borde S corresponde a una falla inversa, que en ocasiones se traduce en cabalgamiento, que oculta parte del Carbonífero (zona de Cerro del Alamo-El Vacar).

La cuenca está constituida por tres bandas de materiales carboníferos, separados por cabalgamientos (PEREZ LORENTE, 1.979); a cada una de estas bandas se le asigna el rango de unidad, y son de sur a norte las siguientes:

- Unidad detrítica en facies Culm
- Unidad detrítico-carbonatada
- Unidad detrítica en facies continental.

Las dos primeras se atribuyen a ambientes claramente marinos, con una sucesión cronoestratigráfica simultánea (Tournaisiense-Viseiense), si bien la

Unidad detrítico-carbonatada presenta facies deltáicas a techo que han sido interpretadas como parte basal del Namuriense.

La tercera unidad es más moderna que las anteriores, Westfaliense B, y es claramente continental.

1.4.b.1. *Unidad detrítica en facies Culm (58, 59)*

Ocupa la banda más meridional de la Cuenca del Guadiato, extendiéndose a lo largo de unos 20 km., por 2-2,5 km. de ancho, que se reduce considerablemente hacia el NO (Sierra del Castillo) y hacia el SE (El Vacar). Parte de los afloramientos de la zona central de esta banda, están sumergidos bajo las aguas del Embalse de Puente Nuevo. Los contactos son, mecánico (falla inversa o cabalgamiento) al SO, y mecánico y en parte discordante al NE.

En esta unidad, se diferencian a *grosso modo* tres tramos, que son de muro a techo los siguientes:

- Tramo conglomerático
- Tramo lutítico-carbonatado
- Tramo lutítico-arenoso.

La delimitación cartográfica a escala 1:50.000 de estos tramos (especialmente el segundo y el tercero), no ha sido posible, diferenciándose únicamente los términos litológicos: conglomerados, calizas y lutitas y areniscas, que en diferentes proporciones constituyen los tramos indicados.

Los conglomerados constituyen casi exclusivamente el tramo basal de la unidad. Son conglomerados poligénicos, constituidos por cantos muy redondeados cuarcíticos, ígneos y metamórficos. La matriz es arenosa, y en ocasiones aparece cementada por recristalización del cuarzo detrítico.

La potencia total del tramo basal conglomerático puede superar los 100 m. en el borde oriental de la Hoja.

Las calizas (59) presentan facies relativamente variadas: desde micríticas, o oolíticas, intraclásticas, bioclásticas e incluso calizas detríticas, con un grado de fragmentación muy elevado. El predominio corresponde a las calizas intraclásticas y bioclásticas, constituidas por fragmentos ricos en fósiles, y con algunos oolitos; hay que señalar que la variedad de organismos reunidos en estas muestras (dasycladáceas, crinoides, equinodermos, briozoos, foraminíferos bentónicos, lamelibranquios, braquiópodos, etc.) procedentes de medios ambientales muy diversos (plataforma abierta, medios restringidos, barras arrecifales) sugieren que el depósito de este tipo de calizas se habría producido por desplomes masivos, tipo *debris flow*, por destrucción de una amplia zona de plataforma carbonatada. Los sedimentos de la plataforma estarían representados por las calizas micríticas y oolíticas fundamentalmente.

Las lutitas y areniscas constituyen en parte el tramo lutítico-carbonatado, y la totalidad del tramo lutítico-arenoso. Se trata de una alternancia rítmica de lutitas y areniscas grises y verdes, con niveles arenosos en que se reconocen estructuras de ordenamiento interno: estratificación cruzada y paralela, granoclasificación, etc. En las proximidades de las superficies de estratificación que separan los niveles lutíticos de los arenosos se observa normalmente abundante bioturbación. También se reconocen, en la base de los niveles arenosos, estructuras de corriente, fundamentalmente de tipo *flute cast* y *tool marks*.

Petrográficamente, estas rocas están constituidas por proporciones variables de fracciones lutita, limo y arena, siendo clasificables como lutitas limosas y grauvacas, fundamentalmente; la fracción arena es cuarcítica, y algo feldespática en general. La fracción lutita es sericítica.

En cuanto al medio de depósito, toda la presente unidad se habría depositado en un medio marino, en virtud de la fauna encontrada. No obstante, existen dificultades en cuanto a la adscripción de los tramos de uno y otro subambiente, en función de sus características sedimentológicas. ALMARZ et al. (1.973) y PEREZ LORENTE (1.979) consideran estos mismos materiales en la estación de la Alhondiguilla, como turbiditas de distalidad y proximalidad variable. La presencia de *ripples* de oscilación (producidos por el oleaje), abundante bioturbación y variaciones en la ciclicidad de la secuencia con litologías variadas (detríticos y carbonatados), hace pensar más en depósitos de tipo plataforma somera con influencia, al menos en el tramo basal, del continente.

En cuanto a la edad, las dataciones disponibles no permiten precisar más que Carbonífero Inferior, probablemente Viseense. No obstante, en áreas próximas, y para los mismos materiales, la edad queda comprendida entre el Tournaisiense posiblemente Superior y el Viseense Superior.

La potencia total de la unidad sería de unos 550 m., estimación aproximada, dado que el techo de la misma no se reconoce con seguridad en ningún punto.

1.4.b.2. *Unidad detrítico-carbonatada (60) ... (62)*

Constituye la banda central de la Cuenca del Guadiato, extendiéndose en una longitud de unos 15 km., de 1-2 km. de anchura. El límite NE es un cabalgamiento que monta estos materiales sobre los westfalienses en parte y sobre los precámbricos, al SE de La Ballesta. El límite SE es igualmente un cabalgamiento, que monta materiales metamórficos (Loma del Parralejo) y de la Unidad detrítica en facies Culm, sobre estos materiales. Hay que destacar la aparición de un afloramiento de estos materiales al NE de los westfalienses y en parte cabalgados por estos, al NO de La Ballesta.

En esta unidad se reconocen diversos tramos, variables de NO a SE, al existir cambios importantes de facies en este sentido. Concretamente, se reconocen los siguientes tramos, que no siempre se han podido reflejar como tales en la cartografía ya que los límites son graduales e imprecisos:

- Tramo detrítico: aparece fundamentalmente hacia la parte central (SO de La Ballesta). Está constituido por areniscas, areniscas calcáreas y cuarcitas.

- Tramo detrítico-carbonatado: es el que comporta mayor variación lateral en cuanto a facies, puesto que varía desde estar constituido mayoritariamente por calizas, con conglomerados subordinados, en la zona NO, hasta estarlo por calizas minoritarias, como pequeñas barras, en una secuencia lutítico-arenosa, en la zona SE.

- Tramo detrítico en facies continental: constituye el techo de la unidad hacia la zona central: al N-NO de la Central Térmica de Puente Nuevo. Sus relaciones con los materiales adyacentes son muy dudosas sobre todo en el borde norte del afloramiento, que es posible que esté mecanizado. Se trata de una secuencia de conglomerados, arenas y limos de canal, con restos vegetales, lutitas con restos de plantas, y suelos de vegetación. Se atribuyen a un lóbulo deltáico.

- Hacia el SE este tramo en facies continental no vuelve a aparecer, y se reconocen dos tramos con caracteres marinos: un tramo lutítico-arenoso conglomerático, y un tramo lutítico con algunas pasadas de conglomerados.

Sin embargo, estos tramos no han podido ser reflejados como tales en la cartografía, debido, como ya hemos dicho, a que sus límites no son netos. Por esta razón, preferimos describir en detalle las diversas litologías diferenciadas, que constituyen, en diversas proporciones, los tramos referidos.

Los conglomerados aparecen en esta unidad en diversas posiciones en la columna, en casi todos los tramos establecidos (menos en el detrítico basal). En todos los casos se trata de conglomerados poligénicos masivos, constituidos por cantos muy variados, de alto índice de redondeamiento y esfericidad, embalados en una matriz arenosa. Hay que señalar, por otra parte, la presencia de conglomerados de matriz lutítica en el tramo detrítico-carbonatado, al parecer originados por procesos de *debris flow*.

Las calizas (61) son muy semejantes a las que aparecen en la unidad anterior, corresponden a facies de plataforma (calizas micríticas y oolíticas) y a sedimentos carbonatados redepositados en zona de talud (calizas intraclásticas y bioclásticas).

Los materiales lutítico-arenosos (60) son de colores oscuros, claros y corresponden a una alternancia rítmica de lutitas y arenas; los niveles arenosos, a pesar de estar intensamente bioturbados, manifiestan estructuras de ordenamiento interno (laminación paralela y cruzada, grano-selección) así como de techo (*ripples* de oscilación).

Petrográficamente son semejantes a las de la unidad anterior: constituidas en proporción variable por fracciones arenas (poco feldespática) limosa, y lutítica, que permiten clasificar la roca como lutitas limolíticas o arenosas, y grauvacas como términos predominantes.

En cuanto a texturas, suelen ser blastopelíticas o blastosamíticas, acusando un cierto grado de recristalización metamórfica de la matriz.

La edad de esta serie, de acuerdo con las dataciones efectuadas en la presente Hoja, sería Carbonífero Inferior, probablemente Viseense. Dataciones efectuadas en otras hojas (Peñarroya-Pueblonuevo y Espiel) permiten precisar una edad Tournaisiense Superior-Viseense para el tramo detrítico basal, y Namuriense para el tramo detrítico en facies continental que suponemos constituye el techo de la serie.

La potencia total de la serie podría ser superior a los 900 m.

En cuanto a medio de depósito, todos los tramos menos el detrítico en facies continental serían marinos someros: las calizas son propias de plataforma y/o talud, las lutitas y arenas corresponderían a llanuras de mareas y/o zona inframareal, dentro de la zona de influencia del oleaje, y los conglomerados, que presentan canalizaciones, serían costeros, o propios de canal submarino, y en parte (los que aparecen interstratificados con las calizas) corresponden a depósitos del tipo *debris flow*. El tramo detrítico en facies continental presenta caracteres propios de medio fluvial de llanura deltaica.

1.4.b.3. *Unidad detrítica en facies continental (63)*

Ocupa en términos generales la banda más septentrional de la Cuenca del Guadiato, aflorando en una cuña de unos 5 km. de longitud que entra por el borde norte de la Hoja y se cierra en las inmediaciones de la Venta de la Iberia, al SE de la Mina de La Ballesta.

Esta unidad pertenece al Westfaliense B, está constituida por materiales que son en su totalidad continentales, y sobre la misma se han desarrollado las principales minas de carbón en el ámbito de la Hoja. Esta unidad constituye la Cuenca Carbonífera de Peñarroya-Bélmex-Espiel de la literatura antigua.

Los materiales de la unidad aparecen plegados en un sinclinal, cuyo cierre es prácticamente coincidente con el límite oriental de sus afloramientos (Mina La Ballesta). El límite norte es en parte una discordancia sobre materiales precámbricos, y en parte un contacto mecánico, en el que llegan a aparecer materiales de la Unidad detrítico-carbonatada. El límite sur es mecánico, contactando con la mencionada Unidad detrítico-carbonatada.

Está constituida por dos tramos: uno basal conglomerático, y otro lutítico-arenoso.

El tramo basal está formado por conglomerados poligénicos, con cantos muy variados, en cuanto a litología y tamaño (superiores a 50-70 cm.), muy redondeados y de alto índice de esfericidad, embalados en una matriz arenosa. Estos conglomerados sustituyen a los fanglomerados que constituyen el tramo basal de esta unidad en la Hoja de Peñarroya-Pueblonuevo, y en parte de Espiel. Se diferencian en cuanto al proceso genético: los fanglomerados sufren transporte en suspensión, y los conglomerados por rodamiento, de ahí la angulosidad de unos y el redondeamiento de otros.

El tramo superior es lutítico-arenoso con pasadas de conglomerados y capas de carbón, suelos de vegetación, etc. Petrográficamente, son muy semejantes a los de las unidades anteriores, por lo que no entraremos en su descripción.

En conjunto, esta unidad corresponde a un medio fluvial: los conglomerados se relacionarían con corrientes poco sinuosas, de alta energía producidos por la destrucción de grandes relieves circundantes. Las lutitas y arenas, por su parte, se relacionarían con el desarrollo de llanuras de inundación en un régimen fluvial bien canalizado, perteneciendo las pasadas conglomeráticas, presumiblemente, a canales abandonados.

La edad de estos materiales ha sido establecida fundamentalmente en las hojas de Peñarroya-Pueblonuevo y Espiel en base a la siguiente flora: *Sphenopteris hidergeris*, *Sphenofillum*, *Paripteris linguaefolia*, *Linopteris neuropteroides*, *Mariopteris maricata*, *Asterophyllites* y *Lonchopteris rugosa* (BRONGNIART). El biocrón que define la edad de la cuenca sería Westfaliense A Superior-C Inferior.

1.4.c. Eje Magmático de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada (64) ... (70)

El Eje Magmático de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada es una alineación que se extiende, con dirección hercínica, por el norte de la provincia de Córdoba, entre las localidades de La Coronada (Hoja de Peñarroya-Pueblonuevo) y Santa María de Trassierra (en la Hoja del mismo nombre), ocupando una extensión aproximada de 70 km. de largo por 5-6 km. de anchura media.

Dentro del mismo, cabe establecer una serie de conjuntos litológicos, que serían los siguientes:

- Materiales detríticos
- Materiales volcánicos y volcanoclásticos básicos e intermedios (Complejo de La Campana)
- Materiales volcánicos y volcanoclásticos ácidos del Complejo Volcano-sedimentario de Erillas-Paredón
- Rocas intrusivas ácidas y básicas, en cuya descripción entraremos en el capítulo de Petrología.

1.4.c.1. *Materiales detríticos (64)*

Son los materiales más bajos de la secuencia carbonífera representada en esta unidad, apoyándose discordantemente sobre el sustrato, constituido por la Formación de Azuaga al SO y por la Formación Malcocinado, la Formación carbonatada cámbrica o los Neises de Azuaga, por el NE.

Constituyen este conjunto un conglomerado basal, lentejonar, de potencia variable de 0-200 m., y una alternancia fina de pizarras limolíticas y areniscas grauváquicas de grano fino cuya potencia puede llegar a superar los 100 m., según datos de sondeos.

El conglomerado basal es de carácter poligénico, constituido por cantos de naturaleza variada, con un cierto predominio de los cuarcíticos, bien redondeados y de esfericidad bastante elevada, de hasta 5 cm. de diámetro y embalados en una matriz detrítica fina. En el corte del Arroyo Orejón se han encontrado cantos de rocas volcánicas ácidas.

Las pizarras y areniscas son de color grisáceo y están constituidas por proporciones variables de una fracción arena, cuarcítica con escasa componente feldespática, y una fracción lutítica, sericitica, muy ligeramente recristalizada.

Las texturas son de laminadas a masivas, no reconociéndose por lo general ordenación interna de los granos dentro de los niveles o nivelillos arenosos (laminación paralela o cruzada, granoclasificación, etc.).

Estos tramos detríticos comportan en la Hoja de La Cardenchora niveles de carbón, de escaso interés comercial, y niveles de volcanitas básicas de escasa potencia y continuidad, en la zona de Mirabuenos.

En cuanto a la edad, hay que señalar que estos tramos han sido datados por GARROTE, A. y BROUTIN, J. (1.979) en la Hoja de La Cardenchora como Tournaisiense Superior-Viseiense Inferior.

La potencia total de este tramo es muy variable, pudiendo llegar a faltar en algunos puntos, en que el Complejo Volcánico de La Campana o el de Eriilas-Paredón se apoyan directamente sobre la Formación de Azuaga, hasta potencias superiores a los 100 m., lo que sugiere una sedimentación muy compartimentada.

1.4.c.2. *Complejo volcánico de la Campana (65) ... (68)*

Dentro de este complejo, caracterizado por la asociación de rocas volcánicas y subvolcánicas básicas e intermedias, cabe diferenciar cuatro conjuntos litológicos: dacitas de Ceperuela, andesitas de La Campana, pórfidos cuarzo-monzoníticos de Nava-Serrano, y rocas epiclásticas del Orejón (GARROTE y SANCHEZ-CARRETERO, 1.983; DELGADO QUESADA et al., 1.985).

Dacitas de Ceperuela (66)

Constituyen una colada de dimensiones reducidas, aproximadamente 4 km², aflorantes al S-SO del Cortijo de Ceperuela.

Su relación cronológica con el resto de las rocas del Complejo de La Campana no está del todo clara; provisionalmente se sitúan a techo de las andesitas, ya que el contacto de éstas corta al de las dacitas.

Están atravesadas por el microgranito granofídico de Peñas Pardas y por diques relacionados con él.

De visu presentan una textura porfídica con fenocristales de cuarzo, plagioclasa y máficos en una matriz afanítica de coloración gris-verdosa. En algunos afloramientos pueden confundirse con las andesitas, si bien éstas presentan en general una coloración más oscura. Microscópicamente se diferencian de las andesitas por la presencia de cuarzo idiomorfo con bordes reaccionales, que localmente desarrolla golfos de corrosión, por la ausencia de piroxeno y por la abundancia de biotita. Los máficos son hornblenda y biotita, frecuentemente cloritizadas, con epidota y algo de esfena. La plagioclasa (oligoclasa), por lo general idiomorfa como fenocristales de algunos milímetros, y en la matriz microcristalina con cuarzo, feldespato potásico, óxidos y máficos.

Como ya hemos indicado los procesos de alteración son frecuentes, formándose epidota sobre plagioclasa, en la matriz y en venillas; clorita sobre máficos y removilizada en fracturas; cuarzo en fracturas; feldespato potásico removilizado en venillas, etc.

Andesitas de La Campana (67)

Constituyen diversos afloramientos, siendo los más representativos los existentes entre el Cortijo de La Campana y el río Guadiato, donde una o varias coladas yacen sobre materiales lutíticos y grauwáquicos del Carbonífero Inferior o pizarrosos del Cámbrico Inferior. Este volcanismo está acompañado por algunas manifestaciones filonianas.

En las proximidades del Cortijo de La Campana la serie lutítica del Carbonífero muestra intercalaciones decimétricas de material volcanoclástico con fragmentos andesíticos, lo cual indica que con anterioridad a las coladas que constituyen los principales afloramientos hubo episodios también andesíticos, más tarde erosionados. De hecho el Complejo de La Campana en conjunto muestra que la actividad ígnea fue sincrónica a la sedimentación con una sucesión de períodos donde dominó la sedimentación terrígena, en otros el volcanismo y en otros la sedimentación epiclástica.

La potencia máxima de las andesitas, puede ser de 350-400 m. Sondeos mecánicos realizados en La Campana han cortado andesitas hasta una profundidad de 290 m.

Tanto el microgranito de Peñas Pardas, como los diques ácidos genéticamente relacionados con él, cortan a estas rocas.

Las andesitas son de color verde-gris a verde oscuro con fenocristales de plagioclasa y máficos, por lo general inferiores a 2 mm., en una pasta de microcristalina-criptocristalina a vítrea.

Los componentes minerales primarios son: plagioclasa (oligoclasa-andesina) en fenocristales idiomorfos, a veces zonados, hornblenda, piroxeno monoclinico (augita), feldespato potásico, muy escaso y restringido a la matriz, y cuarzo también muy escaso, en la matriz. La mayor parte de estas rocas están afectadas por procesos secundarios de alteración hidrotermal, que enmascaran su composición y textura original. Los minerales de alteración más frecuentes son: epidota, anfíbol fibroso de la serie tremolita-actinolita, clorita, sericita, calcita, cuarzo, óxidos, sulfuros, esfena, biotita, feldespato potásico y albita.

Las texturas son porfídicas (fluidales o no), brechoides (asociadas a fracturas) y vacuolares.

De las andesitas con textura porfídica la mayoría tienen orientación fluidal. La matriz está compuesta por microlitos de plagioclasa y material criptocristalino formado por clorita, algo de cuarzo, feldespato potásico, óxidos, calcita y epidota. Las texturas brechoides están restringidas a las zonas de fractura y representan una trituración mecánica de las rocas preexistentes. En algunas muestras existen vacuolas rellenas de agregados de cuarzo, clorita y otros minerales secundarios.

Pórfidos cuarzomonzodioríticos de Nava-Serrano (65)

Sus afloramientos ocupan la parte central de la alineación magmática Vv.-LC, extendiéndose desde las proximidades del río Guadiato, en la Hoja de Santa María de Trassierra hasta el Sector de Erillas en la Hoja de Peñarroya-Pueblonuevo.

A pesar de tratarse de rocas subvolcánicas, se describen aquí por su gran imbricación con los materiales de este complejo volcánico de La Campana.

La relación espacio-temporal con las andesitas y dacitas deducidas de los datos cartográficos indica que su emplazamiento, probablemente en condiciones subvolcánicas, fue posterior a la extrusión de las mismas.

A su vez los pórfidos de Nava-Serrano son intruidos por el microgranito granofídico de Peñas Pardas, diques ácidos y diques de diabasas.

Se trata de rocas porfídicas con fenocristales de plagioclasa y máficos de 3-5 mm. de tamaño, en una matriz microgranuda de coloración gris-rosácea a gris-verdosa clara.

El estudio microscópico muestra la siguiente mineralogía: oligoclasa-andesina, como fenocristales idiomorfos y en la matriz; piroxeno monoclinico

(augita), hornblenda verde-marrón en fenocristales, biotita muy escasa y algunas formas cloritizadas que parecen proceder de la alteración de este mineral.

Rocas epiclásticas del Orejón (68)

Se trata de rocas sedimentarias acumuladas en un medio acuoso, somero, y nutridas por fragmentos procedentes de la erosión de un edificio volcánico, parte del cual podría estar localmente emergido. El carácter epiclástico de estas rocas fue puesto de manifiesto recientemente por GARROTE, A. y SANCHEZ-CARRETERO, R. (1.983).

Los fragmentos encontrados son de composición andesítica, dacítica y cuarzomonzodiorítica, lo que permite situar este tramo por encima de los anteriormente descritos.

La secuencia total de este depósito, en la zona de Orejón, es, al menos, superior a 150 m. y se han reconocido 9 ciclos todos ellos granocrecientes que comienzan con niveles de arenas epiclásticas con estructuras de granoclasificación y laminación para terminar con bancos brechoides, a veces caóticos, donde los fragmentos pueden alcanzar hasta 50 cm.

Estas rocas afloran según una banda discontinua, a lo largo del borde SO de la alineación Vv.-LC, desde el Orejón hasta el Sector de Erillas (Hoja de Peñarroya-Pueblonuevo) donde la potencia es muy reducida.

En algunos puntos parece existir una interdigitación entre los materiales epiclásticos y las coladas, sobre todo con las andesitas de La Campana.

Su potencia varía entre 0 y 180 m.

1.4.c.3. Complejo volcano-sedimentario de Erillas-El Paredón (69, 70)

Se trata de unas rocas con características, tanto de afloramientos como litológicas y texturales, idénticas al volcanismo intracarbonífero del Sector de Erillas-La Posadilla, en la Hoja de Peñarroya-Pueblonuevo (BAEZA-ROJANO et al., 1.981).

En efecto, los dos afloramientos mayores, con 15 y 3 km², se sitúan al N y NO del Cerro Castillo de Névalo: son rocas efusivas, con texturas microcristalinas, porfídicas, orbiculares, fluidales, etc.; asimismo, son frecuentes los procesos de alteración hidrotermal (silicificación y sericitización) acompañados por removilización y depósitos de óxidos de hierro y sulfuros (pirita). Procesos posteriores de oxidación le confieren a estas rocas colores rojizos.

El volcanismo riolítico va acompañado de la inyección de diques de la misma naturaleza.

Son rocas de colores rosados y/o verdosos localmente porfídicas, orbiculares y con bandeo de flujo en una pasta afanítica.

Su mineralogía, por lo general bastante uniforme, está compuesta por:

cuarzo, feldespato potásico (sanidina y ortosa), plagioclasa (albita) y escasa biotita, como minerales esenciales.

Desde el punto de vista textural, se distinguen tipos porfídicos, microcristalinos, orbiculares, fluidales y piroclásticos (DELGADO-QUESADA et al., 1.985).

Riolitas porfídicas

Son las más abundantes y están compuestas por fenocristales idiomorfos-subidiomorfos de cuarzo, algunos de los cuales con golfos de corrosión y otros rodeados por una corona (borde de reacción) criptocristalina fibrosa de feldespato sericitizado. Fenocristales de feldespato potásico (sanidina) y albita, idio-subidiomorfos en algunos casos sericitizados y en otros reemplazados por agregados de cuarzo por lo general de mayor tamaño y más limpio que el de la matriz. Otras veces estos fenocristales están rodeados de agregados criptocristalinos de feldespato potásico y productos cloríticos con algo de cuarzo.

La matriz microcristalina-vítrea está compuesta por cuarzo y productos micáceos (sericita \pm clorita) junto con algunos feldespatos.

Riolitas microcristalinas

Son rocas cuarzofeldespáticas sericitizadas con escasos fenocristales a escala de la muestra.

Riolitas orbiculares

Tienen una distribución irregular dentro del conjunto de afloramientos riolíticos, encontrándose en niveles métricos a decamétricos alternantes con otros no orbiculares. La disposición de las orbículas es casi siempre en lechos paralelos a las superficies de flujo. Las orbículas están elongadas según el flujo, llegando a unirse varias que dan lugar a estructuras soldadas cuyas últimas capas de crecimiento son comunes; a su alrededor y dentro de la pasta, se disponen microtexturas fluidales.

Su mineralogía está compuesta por feldespato potásico (sanidina) de tamaño de grano muy fino, plagioclasa (albita), fenocristales de biotita de 3-4 mm. en los núcleos de algunas orbículas, cuarzo y calcedonia junto con cantidades pequeñas de biotita, clorita y probablemente algo de anfíbol.

Las texturas orbiculares responden a dos tipos fundamentales: concéntrica y radial. Predomina netamente la primera, con un núcleo que puede estar formado por uno o más cristales de albita, por agregados micro-criptocristalinos de cuarzo (\pm biotita) y algo de feldespato y, por algunos microcristales de máficos y opacos. A partir de este núcleo inicial se desarrolla un crecimiento concéntrico más o menos bien manifiesto formado por feldespato, algo de sericita-clorita, biotita, cuarzo y sílice, para acabar con una corona externa fibrosa silíceo-feldespática. Cuando dos o más orbículas contactan, los últimos

crecimientos son comunes. La matriz es micro-criptocristalina formada por agregados de cuarzo, feldespato y micas; a veces se presentan zonas interorbiculares con un tamaño de grano mayor y crecimientos fibrosos radiales de cuarzo (calcedonia?).

La estructura radial o esferulítica está poco desarrollada consistiendo en agregados fibroso-radiales de calcedonia y feldespato, los cuales en algunos casos están alterados a productos sericíticos.

Riolitas con textura vitrofídica fluidal

Sólo algunas muestras de las estudiadas pueden ser agrupadas dentro de este apartado. Se trata de rocas vítreas en origen, con textura fluidal, presentando fenómenos de desvitrificación y formación de sericita muy fina procedente de la alteración de material vítreo.

Riolitas tobáceas

Mientras que en el Sector de Erillas-La Posadilla, los productos piroclásticos son muy abundantes, aquí son minoritarios.

Los clastos identificados son fragmentos de rocas vítreas con restos de textura fluidal parcialmente desvitrificados, y fragmentos de cuarzo con golfos de corrosión, en una matriz microcristalina compuesta de cuarzo y feldespato, con sericita, biotita y óxidos.

2. TECTONICA

La zona en cuestión ha sufrido una serie de procesos complejos, relacionados con una o varias etapas orogénicas. Hay datos evidentes de una orogénia precámbrica, y otra del Paleozoico Superior (hercínica); la importancia y magnitud de cada una de ellas es un tema que se discute, y está pendiente de nuevos datos paleontológicos y de edad absoluta.

Nosotros expondremos el grado de evolución alcanzado por cada uno de los materiales que integran este trozo de la corteza, sin entrar en discusión respecto a la correlación de las fases observadas en los distintos materiales. Después haremos una descripción de las estructuras más representativas de la Hoja. Al final haremos una descripción de los principales sistemas de fractura.

2.1. DOMINIO DE OBEJO-VALSEQUILLO-PUEBLA DE LA REINA

En la presente Hoja, los materiales que integran este dominio, son rocas paleozoicas que afloran por debajo de la Cuenca Carbonífera del Guadiato, y rocas metamórficas más o menos evolucionadas de afinidad Ossa-Morena.

Las series paleozoicas que afloran en este dominio, son rocas detríticas inaduradas, que aparecen limitadas por fracturas, o cubiertas en discordancia por los conglomerados de edad Westfaliense. En cartografía no se observa ninguna estructura, estamos en un flanco normal, de un pliegue cuya geometría desconocemos y lo único que podemos decir, es que estos materiales han sufrido una etapa de metamorfismo en el que se alcanza la isograda de la biotita.

En la Unidad alóctona y en la serie de micaesquistos y cuarzoquistos, se reconoce una escala macro y microscópica, una fase sinmetamórfica que crea una esquistosidad de flujo muy continua, marcada por blastesis lepidoblástica de minerales micáceos en metapelitas, o nematoblástica de anfíbol en rocas básicas. En algunos casos esta fase tiene una cierta componente dinámica, que se observa preferentemente en rocas duras (neises) en las que la deformación se traduce en una granulación del cuarzo y en menor proporción del feldespato.

A escala cartográfica, no hemos reconocido ningún pliegue de esta fase. Después se observan diversas fases tardías, no generalizadas, que producen micropliegues y/o esquistosidad de fractura, brechificaciones, fracturaciones, etc.

En el granitoide de El Escribano la deformación más manifiesta es de tipo milonítico, con granulación del cuarzo y deformación de los feldespatos que suelen aparecer fracturados, e incluso granulados. Acompañan a esta deformación milonítica una recrystalización granoblástica de la biotita, epidotización de la plagioclasa e incluso blastesis de granate (ver MAGNA Hoja de Adamuz). Por todo ello suponemos que esta primera fase es la misma que produce la esquistosidad de flujo de los materiales inferiores.

En la Formación Torreárboles, se reconoce una fase de deformación sinmetamórfica, que origina una esquistosidad de flujo, marcada por blastesis lepidoblástica de filosilicatos, y elongación del cuarzo.

En la base de esta formación, aparece un conglomerado poligénico, en el que se observan fragmentos líticos, alguno de ellos de pizarras y agregados granoblásticos de cuarzo y que nos habla de procesos metamórficos previos a su deposición.

En la serie de filitas con pasadas arenosas muy parecida a la Formación de Azuaga, se reconoce una primera esquistosidad de flujo bastante penetrativa materializada por blastesis lepidoblástica de minerales micáceos, y recrystalización del cuarzo. Esta fase se sitúa en el plano axial de pliegues vergentes al norte, y de geometría isoclinal reconocidos en el campo a escala mesoscópica, y en la cartografía.

Todos los materiales de la Unidad alóctona describen en el borde septentrional de la Hoja, una serie de repliegues tardíos, rotos por fallas paralelas a las directrices regionales, y que cierran más al NO dentro ya de la Hoja de

Espiel; estos pliegues son posteriores al emplazamiento de esta unidad, ya que afectan a la superficie del cabalgamiento.

2.2. DOMINIO DE VALENCIA DE LAS TORRES-CERRO MURIANO

Al igual que en el capítulo de Estratigrafía, estos materiales se engloban en dos grupos de rocas, y resaltaremos sus diferencias según que afloren en uno u otro dominio.

2.2.a. Grupo de Córdoba-Fuenteobejuna

Los materiales más bajos de este grupo de rocas son los Neises de Azuaga, y en ellos se reconocen procesos dinamo-térmicos, que contrastan con los del resto de la zona.

Estos materiales muestran evidencias de haber sufrido los efectos de una primera fase de deformación sinmetamórfica, en la que se alcanzan condiciones de grado alto (ver capítulo de Petrología), y otra fase posterior de carácter eminentemente dinámico, que produce fundamentalmente granulación-recristalización casi total del cuarzo, y parcial de los feldespatos, y afectan claramente en todos los casos a los minerales metamórficos previos; esta fase se relaciona con una serie de procesos retrorretrometamórficos.

Posteriormente la roca presenta un microplegado suave, y efectos de una deformación discontinua en condiciones frías.

En los materiales de la Sucesión Montemolín se reconoce una primera fase sinmetamórfica que crea una esquistosidad de flujo marcada por la blastesis de moscovita y biotita.

También se reconocen una o más fases tardías, por lo general con micropliegues suaves, en algún caso con una esquistosidad de fractura espaciada, que se relaciona con pliegues tardíos en el campo. Por último se reconocen fracturaciones y brechificaciones menos extendidas.

Como ya se ha indicado, los materiales de este grupo de rocas, aparecen solo en el Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano, y se pueden observar sus relaciones en dos puntos distintos, uno al este del Cortijo de la Mariana, y en la carretera de Villaviciosa de Córdoba a Villanueva del Rey (Km. 12-14). En ambos casos los neises se superponen a los cuarzo-esquistos, y el segundo de los afloramientos, sospechamos que es la continuación del flanco invertido de un gran anticlinal que cierra en las proximidades de Fuenteobejuna, en la Hoja de Peñarroya-Pueblonuevo.

Respecto a la esquistosidad dinámica, hay que indicar que se reconoce fundamentalmente en los Neises de Azuaga; parece existir un control litológico que condicione su aparición, y a nuestro juicio puede estar relacionado con

una etapa de grandes mantos, durante la cual se acercarían los dos grupos de materiales que forman este dominio.

2.2.b. Grupo de Sierra Albarrana

Los materiales de este grupo aparecen en este dominio muy evolucionados, observándose transformaciones metamórficas propias del inicio del alto grado, que se asocian a una esquistosidad de flujo penetrativa.

En relación con esta primera fase, se forman pliegues isoclinales, muy evolucionados, que originalmente debieron ser tumbados y cuyas direcciones axiales son próximas a N150°E (ver MAGNA Hoja de Peñarroya-Pueblonuevo).

Una segunda fase, crea pliegues de geometría cilíndrica y plano axial vertical o ligeramente vergente al norte, su dirección axial es N120°E y sus ejes pinchan al ONO; estos pliegues se acompañan de una esquistosidad de fractura, reconocible en las zonas de charnelas, y que consiste en una reorientación mecánica de la roca.

A escala cartográfica, esta segunda fase crea algunas estructuras, como es la antiforma observable a lo largo del borde occidental del Pantano de Puente Nuevo.

Estas dos fases explican perfectamente todas las estructuras vistas en este grupo de rocas, y que se pueden deducir de la cartografía. Al margen de estas estructuras puede observarse una generación de pliegues *kink*, que al parecer se relaciona con el funcionamiento de las grandes fracturas; estos pliegues son posteriores a la formación de las primeras estructuras (pliegan la esquistosidad de flujo); sin embargo, no se han podido establecer sus relaciones con la fase II, ya que no hemos encontrado ningún sitio donde se superpongan estructuras microscópica, mesoscópica a macroscópica, de ambas fases.

Por último indicar que en el estudio de lámina delgada, y para los materiales de ambos grupos, parece intuirse una esquistosidad de flujo, anterior a la que hemos descrito como primera, que se manifiesta por una blastesis sin-metamórfica en condiciones de bajo y medio grado.

2.3. DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA

Los únicos materiales de este dominio representados en la presente Hoja, son las filitas, arenitas y cuarcitas de la Formación de Azuaga.

Estos materiales presentan una primera esquistosidad de flujo, materializada por la blastesis de filosilicatos, que aparecen en el plano axial de pliegues de dirección N130-140°E, con vergencia al SO y geometría cilíndrica.

En la cartografía y en el campo se pueden observar algunas estructuras imputables a esta fase de plegamiento, anterior sin duda al depósito de los ma-

teriales del Carbonífero Inferior (hay cantos estructurados en el conglomerado de base del Carbonífero).

Posteriormente a esta fase, se observa un suave replegado de la esquistosidad y de las estructuras asociadas, observable tanto a escala cartográfica como de campo.

2.4. DOMINIO DE ZAFRA-ALANIS-CORDOBA

Los materiales incluidos en este dominio, están afectados al menos por una fase de plegamiento sinmetamórfica, con vergencia al SO, de plano axial original subhorizontal, y de geometría variable según los materiales. En relación con esta fase se produce una inversión de las series, tal y como se observa a lo largo del arroyo Poleo (borde meridional de la Hoja).

Posterior a esta fase se observa otra subparalela a la anterior, de plano axial vertical, que origina pliegues cilíndricos de amplio radio, que es la responsable de la actual distribución de los materiales.

2.5. CARBONIFERO

Los materiales carboníferos se depositan sobre un zócalo estructurado que controla la deformación de estos materiales.

Las distintas cuencas carboníferas muestran un grado de evolución tectónica diferente.

Los materiales detríticos, volcánicos y volcanoclásticos del Eje Magmático presentan una estructuración en conjunto bastante simple caracterizada por pliegues cilíndricos de amplio radio y plano axial subvertical.

Como ya comentamos en el capítulo de Estratigrafía, la Cuenca del Guadiato, son en realidad tres cuencas carboníferas distintas, separadas por afloramientos del sustrato.

Los materiales carboníferos en facies Culm, reposan en discordancia sobre rocas metamórficas de afinidad Ossa-Morena y presentan una fase de pliegues de dirección N120-140°E, vergentes al norte, que se acompañan de una incipiente esquistosidad, que a veces es bastante penetrativa. Esta fase de plegamiento llega a invertir las series, y es posible que existan cabalgamientos y cobijaduras en relación con ella.

Los materiales carboníferos de la unidad detrítico-carbonatada, y de la unidad detrítica en facies continental, muestran también una etapa de plegamiento de dirección y vergencia igual a la anteriormente indicada, pero los pliegues parecen menos evolucionados, sin que hayamos observado la formación de esquistosidad.

Los cabalgamientos son frecuentes en estas dos unidades, y son mejor conocidos debido a su indudable interés minero.

Los materiales carboníferos de la Cuenca del Guadiato aparecen más evolucionados que el resto de los materiales carboníferos conocidos; pensamos que es consecuencia de un comportamiento diferencial del sustrato, pues nos debemos situar sobre una zona móvil, que además representa según APALATEGUI, O. y PEREZ LORENTE, F. (1.983) el límite entre la zona de Ossa-Morena y Centro-Ibérica.

2.6. DEFORMACION RIGIDA: FRACTURAS

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

Fracturas N110-130°E

Dentro del área de estudio podemos distinguir una serie de fracturas pertenecientes a esta familia como aquella que nos sirve de límite entre el Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano y el de Zafra-Alanis-Córdoba.

En el interior de estos dominios también se observan fracturas de esta índole, como aquellas del Dominio de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina, que lo compartimentan, o como aquellas que condicionan la aparición de los Neises de Azuaga dentro del Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano.

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

Fallas N70-85°E

Toda la zona en cuestión está surcada por fracturas cuya dirección es próxima a N80°E. Estas fracturas hay que interpretarlas según la cartografía como desgarres sinestrosos y su movimiento es compatible con el de las fracturas anteriormente descritas. Este sistema está muy bien representado en las proximidades de Villaharta; estas fracturas parece que son singenéticas con las anteriormente estudiadas, posiblemente representen uno de los pares de desgarre dentro de una banda de cizalla, definida entre las grandes fallas longitudinales. El movimiento debe ser complejo, con una componente horizontal sinestrosa, puesta en evidencia por la cartografía, y una vertical que sobremonta también los bloques más meridionales sobre los septentrionales (ver MAGNA Hoja de Peñarroya-Pueblonuevo).

Fallas N45-55°E

Otro sistema de fracturas importante es aquel de dirección N45-55°E; este sistema forma aproximadamente unos 30° con el sistema anterior, y la cartografía nos indica que han jugado como fracturas con una cierta componente horizontal sinestrosa. La interpretación de este sistema parece clara, y es posible que representen las líneas de tensión dentro de la banda de cizalla definida por las grandes fracturas longitudinales.

Fracturas N130-150°E

Dentro de Ossa-Morena, son frecuentes las fallas de dirección N150°E, juegan como desgarres dextrosos y su relación con el esquema de deformación rígida de la zona, es bastante clara, pudiendo representar la familia de desgarres menos desarrollada, que aparece en el caso de que exista una deformación rotacional.

Incluimos dentro de este sistema la gran falla que limita por el oeste a los materiales carboníferos en facies Culm de la Cuenca del Guadiato.

En definitiva, el esquema de evolución rígida del orógeno puede interpretarse como resultado de una etapa compresiva, de dirección N30-50° E en la cual las grandes fracturas longitudinales delimitan trozos rígidos de la corteza; dentro de estas bandas la distribución y el movimiento de la mayoría de las fracturas invitan a interpretarlas como fallas distensivas o de desgarre dentro de una banda de cizalla con movimiento sinestroso.

3. PETROLOGIA

Dentro de este capítulo, describiremos en primer lugar la petrografía de las rocas ígneas representadas en la Hoja, y a continuación se hace referencia a la evolución metamórfica sufrida por el resto de los materiales, excluidos los detríticos, convenientemente descritos en el capítulo de Estratigrafía.

3.1. ROCAS IGNEAS

Dentro de la presente Hoja existe una gran diversidad de rocas ígneas, intrusivas, filonianas y extrusivas, ligadas a un magmatismo precámbrico, y a otro hercínico.

Las rocas ígneas más antiguas son de edad precámbrica, y se trata de rocas volcánicas, probablemente subvolcánicas, y volcano-sedimentarias, de composición ácida y básica, representadas en las series del grupo de Córdoba-

Fuenteobejuna; estos materiales han sido ya descritos en el capítulo de Sedimentología.

Muchas de las rocas ígneas de la Hoja se integran en la alineación magmática de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada, megaestructura ígnea de dirección NO-SE que se sigue a lo largo de unos 70 km.

Esta alineación ha sido objeto de estudio por diversos autores: DELGADO QUESADA, M. (1.971); BURGOS (1.974); PASCUAL, E. y PEREZ LORENTE, F. (1.975); GARROTE et al. (en prensa); GARROTE y SANCHEZ CARRETERO (1.983); BAEZA, L. et al. (1.981); DELGADO QUESADA et al. (1.985) y actualmente se sabe que dicha alineación la componen rocas volcánicas y volcanoclásticas de naturaleza ácida y básica que se depositan en una cuenca carbonífera, que después es intruida por los equivalentes plutónicos y subvolcánicos de dicho magmatismo.

3.1.a. Magmatismo básico

3.1.a.1. *Complejo de Los Ojuelos-La Coronada*

Se conocen bajo esta denominación un conjunto de rocas gábricas que afloran en diversos puntos del Eje Magmático.

En el área estudiada existen tres afloramientos de dimensiones reducidas (menos de 5 km²) situados en Villaviciosa, sur del Castillo de Névalo y NE de Casas Rubias; unos 2 km. al norte de Villaviciosa aflora un macizo mayor descrito por BURGOS y PASCUAL (1.976).

Están ampliamente intruidos por rocas graníticas: microgranito granofídico de Peñas Pardas, desde venas milimétricas a cuerpos de centenares de metros, desarrollando una brechificación intensa de las rocas gábricas que da lugar a enclaves de formas angulosas dentro de una matriz granítica. El tamaño de estos fragmentos es variable, desde algunos milímetros a varios metros.

Se han diferenciado diversas facies siendo la más común la de gabro con clinopiroxeno y/o anfíbol (6); otras facies son la de gabros olivínicos (7), gabros dioríticos y/o granodioríticos (5), granodioritas (4) y cuarzo monzodioritas (3).

En la cartografía hemos diferenciado con una sobretrama las zonas de brechas magmáticas producidas por la intrusión de los granitos tipo Peñas Pardas.

Los gabros orientados con olivino (7) constituyen dos cuerpos aislados dentro del afloramiento de gabros comunes del NE de Villaviciosa; los contactos parecen mecanizados y es posible que se trate de cuerpos arrastrados durante su intrusión por la masa de gabros comunes.

Petrográficamente se trata de rocas holocristalinas, equigranulares, con orientación de flujo magmático, formadas por prismas de plagioclasa cálcica junto con olivino, siendo el piroxeno intercumular; en una muestra se observan clino y ortopiroxeno.

En general los minerales aparecen sanos; el olivino presenta coronas reaccionales con plagioclasa y piroxenos, y está parcialmente idingsitizado; los piroxenos se alteran a anfíbol marrón-verde junto a una variedad prismática (actinolita). Otros minerales de alteración son biotita, clorita, epidota, óxidos, sausalita, etc.

Las rocas de composición gábrica (6) representan la mayor parte de estos pequeños afloramientos básicos.

El cuarzo apenas está presente en estas rocas. La plagioclasa, en cristales subidiomorfos, localmente zonada, presenta variaciones en el contenido en anortita ($An_{60}-An_{35}$).

El anfíbol es una hornblenda marrón, que evoluciona en la mayor parte de los casos a hornblenda verde y posteriormente a anfíbol fibroso (actinolita) con pleocroismo verde-azulado.

El clinopiroxeno (augita) se encuentra en una proporción parecida a la del anfíbol, probablemente superior si tenemos en cuenta que parte del anfíbol es de transformación del clinopiroxeno.

La biotita, muy escasa, se desarrolla en pequeñas placas asociadas con el anfíbol procedente de la transformación del clinopiroxeno.

En cuanto al orden de cristalización existen criterios para afirmar que la plagioclasa y el clinopiroxeno son coetáneos y en muchos casos, la plagioclasa es precoz respecto al clinopiroxeno; en este caso se presentan abundantes cristales de plagioclasa (englobados por el clinopiroxeno) y con bordes reabsorbidos. El anfíbol es intersticial y tardío.

Las rocas de composición diorítica (3, 4, 5) se localizan preferentemente en aquellas zonas donde ha tenido lugar la intrusión del magma granítico, por lo que, probablemente, buena parte de ellas sean debidas a la hibridación ácido-básico, en especial cuando la intrusión granítica se produce a través de una intensa red de venillas. Otras veces el contacto entre magma granítico y la roca básica es muy neto, pareciendo a priori no existir interacción entre ambas rocas.

Sin embargo, el estudio microscópico pone de manifiesto que los gabros sufren un ligero metasomatismo que los transforma en rocas de composición diorítica e incluso cuarzomonzonítica. Los principales cambios mineralógicos son presencia de cuarzo, alteración de plagioclasas en zonas marginales más sódicas y reemplazamiento de plagioclasa por feldespato potásico con disminución de ésta en las rocas dioríticas s.l. El feldespato potásico, bien como sustitución, bien como cristalización intersticial, llega a ser componente mayoritario de la roca. El clinopiroxeno, augita, disminuye en las dioritas alte-

rándose generalmente a anfíbol con clorita, epidota y esfena subordinados. Igualmente la hornblenda presenta alteraciones parciales a anfíbol fibroso de la serie tremolita-actinolita con algo de clorita y óxidos.

En resumen podemos decir que las dioritas s.l. son, en parte, el resultado de la acción del magma granítico sobre las rocas gábricas, produciendo en las zonas de mezcla la fracturación del gabro, cristalización de cuarzo en venas e intersticios de las rocas básicas, feldespato potásico en intersticios y sustituyendo localmente a la plagioclasa y uralitización parcial del piroxeno.

Por su parte, el magma granítico se contamina de material básico, enriqueciéndose en hornblenda, biotita y minerales opacos.

3.1.a.2. *Diques básicos (8, 9)*

Incluimos aquí los diversos tipos de rocas subvolcánicas de composición básica, que aparecen intruyendo a la práctica totalidad de las rocas de la alineación magmática, así como fuera de ésta. De acuerdo con sus caracteres texturales y composicionales, se han diferenciado dos tipos: diques de gabros y/o microgabros (8) y diques de diabasas (9).

Los primeros corresponden a rocas de composición gábrica y textura holocristalina, homgranudas, si bien se reconocen igualmente variedades porfídicas. Están constituidos fundamentalmente por plagioclasa cálcica (labradorita) y clinopiroxeno (augita) acompañados por minerales secundarios diversos (actinolita, clorita, calcita, sericita, etc.) y accesorios igualmente variados (cuarzo, feldespato potásico, allanita, esfena, circón, opacos, etc.).

Las diabasas presentan composición diorítica normalmente, están constituidas por plagioclasa intermedia (andesina-labradorita ?), clinopiroxeno, y hornblenda, como minerales fundamentales, acompañados de los minerales de alteración y accesorios comunes en estas rocas. Su textura es holocristalina, heterogranular (a menudo porfídica), de grano medio a fino, y ofítica a subofítica, carácter más definitorio de este tipo de rocas.

3.1.b. **Magmatismo ácido**

3.1.b.1. *Granito tipo El Alamo (10)*

En las inmediaciones de el Cerro del Alamo aflora una roca de aspecto granítico, bastante deformada y alterada, que presenta en ocasiones aspecto neísico; otros afloramientos similares aparecen hacia el NW, y al igual que en el caso anterior, intruyen siempre a materiales metamórficos del Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano, y más concretamente, a los del Grupo de Sierra Albarrana.

Desde el punto de vista petrográfico, se trata de una roca granítica (s.l.) caracterizada por procesos de deformación importantes, que llegan a enmascarar, o incluso obliterar los caracteres texturales de la roca original.

Cuando aparece más sano (BD-3 y 39) se trata de un granito granofídico, constituido por fenocristales incluso de tamaño considerable de cuarzo, feldespato potásico y/o plagioclasa, en matriz de grano fino con abundantes intercrecimientos gráficos de cuarzo-feldespato potásico. Los fenocristales de cuarzo presentan golfos de corrosión e incluso fracturas internas por enfriamiento rápido, que evidencian un emplazamiento muy somero de la masa.

La roca presenta una deformación muy generalizada, con brechificación que llega a ser importantísima, y que origina texturas pseudoclásticas (BD-37 y 66).

A esta deformación no se asocia alteración importante de la roca: solamente en la muestra BD-38 se aprecia una sericitización de cierta importancia, que podría relacionarse con aquel proceso. En las demás muestras las alteraciones podrían ser supergénicas: cloritización de biotita, sausrutización de plagioclasas, y oxidación.

El granitoide del Alamo produce metamorfismo de contacto en los niveles pelíticos a los que intruye, y aparece en los cantos del conglomerado basal del Guadiato; su edad es por tanto anterior al Viseense. Teniendo en cuenta que presenta los mismos caracteres petrográficos que los granitos conocidos en el Eje Magmático de Villaviciosa, lo asociamos a ellos en cuanto a edad. La estructuración que se ha descrito la consideramos relacionada con su especial ubicación tectónica.

3.1.b.2. *Granodiorita biotítico-hornbléndica de la Buenagua (11, 12)*

Se trata de una roca de composición granodiorítica, localmente tonalítica, con heterometría en el tamaño de grano, especialmente de la plagioclasa y máficos.

Sus afloramientos, elongados según la dirección NO-SE se prolongan, aunque de forma discontinua, desde el SE de Villaviciosa hasta el N-NE de Erillas.

Mineralógicamente los tipos más porfídicos guardan relación con los porfidos de Nava-Serrano. De hecho al oeste del Cortijo Ceperuela el contacto entre ambos tipos parece transicional.

Petrográficamente se han diferenciado dos variedades texturales. Ambas son rocas holocristalinas de color gris rosáceo compuestas de feldespatos, máficos y cuarzo. En la variedad porfídica las plagioclasas y los máficos (biotita y hornblenda), por lo general idiomorfos, alcanzan un tamaño de grano mayor (2-5 mm.) en una matriz más fina cuarzofeldespática.

El cuarzo es intersticial y tardío respecto al resto de los minerales; pueden presentar intercrecimientos gráficos con el feldespato potásico.

La plagioclasa, idio-subidiomorfa, presenta una composición media de oligoclasa cálcica. El tamaño de los cristales mayores es de 2-4 mm. Suele presentar alteración selectiva a sericita, gránulos de epidota y clorita.

El feldespato potásico puede incluso faltar en rocas de composición tonalítica, se presenta limpio y xenomorfo, englobando a biotita, plagioclasa, etc.

La hornblenda en cristales idiomorfos de hasta 4 mm. puede faltar en algunas muestras y superar el 20% en otras. Se altera a biotita \pm clorita, clorita \pm epidota, clorita \pm epidota \pm esfena, clorita \pm epidota \pm esfena \pm opacos y a anfíbol fibroso (actinolita). En algunas muestras la alteración es tan generalizada que no quedan restos sanos de hornblenda.

La presencia de biotita es constante en estas rocas. Se altera a clorita acompañada de pequeñas cantidades de epidota, esfena (leucoxeno) y opacos.

La variedad granular homométrica presenta una textura muy compacta y con mayor homogeneidad en el tamaño de grano (3-5 mm.) y su composición mineralógica es algo más rica en cuarzo y feldespato potásico con disminución de plagioclasa y máficos.

3.1.b.3. *Granito de Peñas Pardas (13, 14)*

Se trata de una roca de color rosáceo, muy silíceo, a veces granuda y otras porfídica, por lo que se han diferenciado dos facies: una *facies común* que comprende los afloramientos de los Cerros de las Cruces y Peñas Pardas, y la parte central de la alineación Sierra de las Tonadas-Cinco Majadas, y una *facies de borde* que se individualiza, no siempre, en la periferia del afloramiento Sierra de las Tonadas-Cinco Majadas. Esta segunda facies, en relación con la primera, es de mayor tamaño de grano y contiene anfíbol frecuente.

Hay que señalar que este cuerpo intrusivo presenta una disposición prácticamente anular, rodeando a la mayor parte del resto de las rocas intrusivas del Eje Magmático.

La facies común (13) es una roca de grano fino con tendencia porfídica: microgranito porfídico. Feldespato potásico, plagioclasa y cuarzo son los componentes principales (la plagioclasa de mayor tamaño que el resto de los minerales y el cuarzo intersticial); la biotita, más bien escasa, es el único melanocrato.

En alguna muestra el carácter porfídico está particularmente marcado y se aprecian frecuentes texturas gráficas, rasgos que las asemejan a las rocas ácidas individualizadas como pórfidos del Trabuco.

La facies de borde (14) es un granito de grano medio, tendencia porfídica y con anfíbol: granito porfídico con anfíbol. Los cristales de plagioclasa son

también mayores que el resto de los granos; el cuarzo se presenta bien rellenando intersticios o en intercrecimientos cuarzo-feldespatícos.

Los granitos de Peñas Pardas son fácilmente identificables por su peculiar litología y escasa alteración. Se distribuyen a manera de cinturón, aunque no continuo, rodeando a gran parte de las facies descritas.

3.1.b.4. *Diques ácidos riolíticos dacíticos (15)*

Intruyendo particularmente a la granodiorita de La Buenagua, granodiorita con epidota y, en menor proporción, a los pórfidos de La Ceperuela, aparecen numerosos diques ígneos que adoptan direcciones próximas a ENE-OSO, con potencias medias entre 5 y 10 m. y longitudes de hasta varios centenares de metros. Generalmente son verticales o subverticales, aunque en ocasiones los buzamientos son más suaves o incluso próximos a la horizontal.

De la observación de su geometría e interrelaciones espaciales se deducen dos fases de emplazamiento, pero sin que se pueda establecer una secuencia cronológica general.

Atendiendo a criterios texturales, se diferencian dos facies petrográficas, no separadas en cartografía: a) diques con texturas volcánicas y b) diques con afinidades plutónicas.

Los primeros son rocas de composición fenorriolítica-fenorriodacítica constituidas por cuarzo, feldespato potásico (sanidina mayoritaria), plagioclasa (en menor proporción que el feldespato potásico) y biotita (muy escasa). La matriz es siempre cristalina con texturas esferulíticas y, a veces, fluidales. El grado de alteración es bajo, salvo en muestras de zonas de fracturación/alteración/mineralización.

Los diques del segundo grupo, con mineralogía y textura afines a ciertas facies ya descritas —en especial al microgranito porfídico de Peñas Pardas—, son de composición variable: granodiorítica, granítica, aplítica-microgranítica o tonalítica.

3.2. ROCAS METAMORFICAS

Dentro de esta Hoja, los materiales están afectados por dos procesos diferentes: un metamorfismo regional y un metamorfismo térmico.

3.2.a. **Metamorfismo regional**

Los materiales representados en la Hoja están por lo general afectados por metamorfismo regional, de edad y grado variable en cada uno de los dominios diferenciados, y oscila desde grado alto en los materiales del Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano, hasta grado muy bajo o bajo.

3.2.a.1. *Dominio de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina*

Las rocas de este dominio están afectadas por metamorfismo regional en condiciones de grado muy bajo a bajo, siendo las rocas más evolucionadas las que aparecen hacia la base de la unidad alóctona.

3.2.a.1.1. Unidad alóctona

Dentro de esta unidad, son los materiales de la Formación de esquistos (48), los que alcanzan mayor grado de evolución, y, según datos de las hojas de Adamuz y Peñarroya-Pueblonuevo, los materiales de la banda septentrional llegan a alcanzar el grado medio, alcanzando la isograda de la estaurolita.

En la presente Hoja este límite no llega a alcanzarse, y únicamente en alguna muestra de rocas básicas se reconocen paragénesis propias de la parte media-alta del grado bajo, con hornblenda verde-oligoclasa. Concretamente las paragénesis reconocidas en las muestras disponibles son las siguientes:

En la Formación de esquistos y cuarzoesquistos (48), y en rocas pelíticas:

- Cuarzo-sericita/moscovita-(clorita/biotita).

En metabasitas:

- Oligoclasa-hornblenda verde
- Albita-clorita-epidota.

En el granito de El Escribano se produce recristalización subsecuente a la deformación dinámica, siendo las paragénesis características:

- Cuarzo-oligoclasa sódica-biotita verde-epidota
- Cuarzo-albita-clorita-epidota.

Ambas caracterizan un metamorfismo en condiciones próximas al límite de los grados muy bajo y bajo.

En la Formación Torreárboles, poco susceptible al metamorfismo:

- Cuarzo-sericita/moscovita-clorita.

En la Formación de Azuaga:

- Cuarzo-sericita/moscovita-clorita
- Cuarzo-sericita/moscovita-biotita.

3.2.a.1.2. Unidad autóctona

En esta unidad autóctona, los materiales que aparecen representados, pertenecientes al Paleozoico según las dataciones de que se dispone, la recrystalización metamórfica se produce bajo condiciones que alcanzan incluso el grado bajo, siendo las asociaciones características las siguientes:

- Cuarzo-sericita/moscovita-clorita
- Cuarzo-moscovita-biotita.

Hay que señalar que la biotita que aparece en alguna de las muestras (AI-3002) alcanza un grado de cristalinidad bastante considerable, evidenciando unas condiciones bastante estrictas dentro de la parte inferior del grado bajo.

3.2.a.2. *Dominios de Valencia de las Torres-Cerro Muriano y de Sierra Albarrana (Zona de Ossa-Morena)*

El metamorfismo regional que afecta a estas rocas varía desde el grado alto hasta el grado bajo.

3.2.a.2.1. Grupo de Córdoba-Fuenteobejuna

Dentro de la sucesión neísica se han diferenciado dos conjuntos litológicos que presentan caracteres petrográficos ligeramente distintos. A continuación se exponen las asociaciones paragenéticas características de cada uno de los grandes grupos litológicos diferenciados en estos conjuntos, y que caracterizan condiciones termodinámicas de los grados bajo, medio y alto.

En neises, neises leucocráticos y neises miloníticos, poco susceptibles a los cambios mineralógicos inducidos por el metamorfismo, las asociaciones paragenéticas son las siguientes:

- Cuarzo-plagioclasa-moscovita-biotita
- Cuarzo-plagioclasa-moscovita-biotita-granate

asociaciones que en este tipo de rocas podrían persistir hasta condiciones bastante más estrictas.

En anfíbolitas serían las siguientes:

- Oligoclasa-hornblenda verde
- Andesina-hornblenda marrón.

Son asociaciones propias de la parte alta del grado bajo-grado medio.

Todas estas asociaciones corresponden a un primer proceso de metamorfismo regional dinamotérmico. Posteriormente estas rocas están afectadas por un proceso eminentemente dinámico, que produce cambios muy importantes en la textura de la roca (neisificación, reducción del tamaño de grano, granulación generalizada de componentes minerales, etc.), y en cambios mineralógicos muy poco significativos (recristalización de cuarzo, sericita-moscovita, cloritización de granate, etc.) propios de condiciones de grado muy bajo.

3.2.a.2.2. Grupo de Sierra Albarrana

Los materiales de este grupo están afectados regionalmente por un metamorfismo en condiciones que varían desde el grado muy bajo al grado alto (núcleo de Sierra Albarrana).

Dentro de la presente Hoja llegan a alcanzarse condiciones propias del grado alto, con blastesis de sillimanita.

La Formación de Azuaga está afectada en el contexto de la presente Hoja por un metamorfismo regional en condiciones de grado bajo a muy bajo, siendo las asociaciones características:

- Cuarzo-sericita/moscovita-clorita
- Cuarzo-sericita/moscovita-biotita.

En ninguna de las muestras estudiadas se alcanza la isograda de la biotita.

En la serie de cuarzoesquistos, micaesquistos y cuarcitas (28) sí se llegan a alcanzar estas condiciones, siendo las asociaciones características las siguientes:

- Cuarzo-moscovita-biotita
- Cuarzo-moscovita-biotita-granate.

Por su parte, en el conjunto litológico de micaesquistos se distinguen varios litotipos, con diferentes asociaciones paragenéticas características:

- En micaesquistos:
 - Cuarzo-moscovita-biotita
 - Cuarzo-moscovita-biotita-granate
 - Cuarzo-moscovita-biotita-granate-estaurolita.
- En los paraneises con grandes porfiroblastos de moscovita se reconoce un primer proceso de metamorfismo regional, y otro ulterior de meta-

morfismo dinámico, acompañado de recristalización de cuarzo y sericita-moscovita. En relación con el primero se llegan a alcanzar condiciones de grado alto, siendo las asociaciones paragenéticas las siguientes:

- Cuarzo-plagioclasa-biotita-granate-(moscovita tardía)
- Cuarzo-plagioclasa-biotita-granate-andalucita-(moscovita tardía)
- Cuarzo-plagioclasa-biotita-granate-sillimanita-(moscovita tardía)
- Cuarzo-plagioclasa-biotita-granate-andalucita-sillimanita-(moscovita tardía).

Esta asociación permite establecer unas condiciones para el metamorfismo del orden del grado medio a alto, en un régimen de presiones intermedias, con formación de granate y coexistencia de sillimanita y andalucita.

Muy característica en estos materiales (micasquistos y paraneises) es la presencia de albita, incluso en muestras con evidencias de grado alto, y que indican un pobre contenido original de la roca en calcio.

En anfibolitas:

- Oligoclasa-hornblenda verde
- Andesina-hornblenda marrón.

Son asociaciones propias de la parte alta del grado bajo-medio. Hay que señalar que según PASCUAL, E. (comun. oral) existen muestras con relictos de ortopiroxeno, propias de condiciones de grado alto. Sin embargo, en el presente estudio no se han localizado estos relictos.

Las cuarcitas con distena se caracterizan por la asociación cuarzo-distena, establecida desde condiciones de grado bajo hasta grado alto en este tipo de rocas.

Los mármoles se caracterizan por la asociación calcita-tremolita-talco, propia de grado bajo-medio.

Las cuarcitas feldespáticas tableadas, muy poco susceptibles a las condiciones de metamorfismo, dada su escasez de componente lutítica, únicamente muestran recristalización/cementación de los granos detríticos, y blastesis de muy escasa sericita de grano muy fino.

3.2.b. Metamorfismo de contacto

Este tipo de metamorfismo se produce cuando las diversas rocas intrusivas o subvolcánicas de la Hoja contactan con las rocas metamórficas o detríti-

cas de las distintas series. A continuación se detallan los cuerpos que producen metamorfismo de contacto, y en qué serie o series:

- Granitos tipo Alamo: afecta a los micaesquistos y cuarcitas del Grupo de Sierra Albarrana en que enclava.

- Pórfidos de Nava-Serrano: producen un metamorfismo de contacto incipiente en los materiales detríticos carboníferos, y en la Formación de Azuaga.

- Granodiorita de La Buenagua: produce metamorfismo de contacto en los materiales carboníferos detríticos, y en la Formación de Azuaga.

- Complejo de Los Ojuelos-La Coronada: produce metamorfismo de contacto en materiales detríticos carboníferos, y en las series precámbricas del Grupo de Córdoba-Fuenteobejuna del Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano. Sin embargo, este metamorfismo, parece estar relacionado con las intrusiones ácidas que atraviesan a los gabros (Zona de Mirabuenos, Arroyo La Tolva).

- Granito de Peñas Pardas: al tratarse de un complejo anular, se pone en contacto con diversas series: Formación Pedroche, Formación Malcocinado, Formación de Azuaga, y materiales detríticos de edad Carbonífero Inferior, a las que metamorfiza localmente, en facies albita-epidota.

De todos los casos estudiados en los que el metamorfismo afecta a rocas pelíticas, únicamente en dos muestras se supera la isograda de la andalucita, característica de la parte de más alta temperatura de la facies de corneanas con albita y epidota, o de la parte inferior de la de corneanas hornbléndicas. Las asociaciones paragenéticas reconocidas son las siguientes:

- Cuarzo-sericita/moscovita
- Cuarzo-sericita/moscovita-clorita/biotita
- Cuarzo-moscovita-biotita
- Cuarzo-moscovita-biotita-andalucita.

Son indicativas fundamentalmente de grado muy bajo o bajo (facies de corneanas de albita-epidota). La ausencia de asociaciones propias de condiciones más estrictas, incluso en muestras muy próximas al cuerpo intrusivo, implican diferencias de temperatura poco importantes entre el intrusivo y la roca de caja, características de intrusiones someras.

En rocas carbonatadas y calcosilicatadas se produce recristalización de los carbonatos, originando mármoles calizos y dolomíticos, y/o reacción de los mismos con los silicatos, originando rocas de tipo *skarn*, caracterizadas por las siguientes asociaciones:

- Calcita-tremolita-flogopita ?
- Calcita-tremolita-epidota-granate.

Estas asociaciones son características del grado muy bajo la primera, y del grado bajo la segunda, es decir, congruentes con las reconocidas en los términos pelíticos.

4. HISTORIA GEOLOGICA

En la descripción de la Historia Geológica de los materiales representados en la Hoja vamos a seguir la misma sistemática que en capítulos precedentes, es decir, por dominios geológicos y por grupos de rocas, y en orden de más antiguo a más moderno.

4.1. DOMINIO DE OBEJO-VALSEQUILLO-PUEBLA DE LA REINA (ZONA CENTRO-IBERICA)

Dentro de este dominio hemos diferenciado dos unidades, que han sido superpuestas tectónicamente. Las edades y medio de depósito de los materiales que las integran varían de manera muy acusada.

4.1.a. Unidad alóctona

Los términos más bajos de esta unidad corresponden a dos series metamórficas cuya relación cartográfica no se observa.

Se trata de dos series, constituidas por abundantes aportes terrígenos, sedimentados en una cuenca relativamente profunda, y con aportes volcánicos fundamentalmente de naturaleza básica. Entre estas dos series la principal diferencia observada se refiere a su grado de evolución tectónica.

Por su posición estratigráfica, su edad podría ser inferior al Rifeense Superior.

Por encima de estas series aparece una roca granítica (Granito de El Escribano), que no produce metamorfismo de contacto en las rocas adyacentes, por lo que cabría pensar que se trata de una masa emplazada tectónicamente, o una gran colada volcánica, o un gran dique-capa subvolcánico. En cualquier caso, sería comparable a granitos como el de Ahillones, el de Valverde de Llerena, o el del Cerro de la Bomba (hojas MAGNA de Usagre, Azuaga y Guadalcanal, respectivamente), que se enclavan siempre al mismo nivel, formando la parte inferior de la Formación Malcocinado (Rifeense Superior).

Discordante sobre este granito reposa una serie eminentemente arcósica, depositada en un medio somero, tipo playa o delta, que en base a su correlación con la Formación Torreárboles tendría una edad Vendienne-Ovetiense, y que posiblemente represente el inicio de la sedimentación del ciclo hercínico (FERNANDEZ CARRASCO et al., Hoja MAGNA de Fuente de Cantos).

Suprayacente a ésta aparece una serie detrítica, lutítico-arenosa, laminada, depositada en un medio somero, tipo llanura de inundación. Su edad sería superior al Cámbrico basal.

4.1.b. Unidad autóctona

Los materiales de esta unidad aparecen muy pobremente representados en la presente Hoja; corresponden a sedimentos lutítico-arenosos, con algunos niveles calizos, que se habrían depositado durante el Silúrico (Wenlockiense Superior-Ludloviense Inferior, según las dataciones disponibles), en un medio marino somero, probablemente de tipo llanura de marcas o plataforma somera, con abundante actividad orgánica que produce una bioturbación acusada.

Otro carácter a resaltar es la inmadurez de los sedimentos arenosos, ricos en feldespatos y en matriz, que evidencian un paleoclima ácido, o un escaso transporte de los clastos.

4.2. DOMINIOS DE VALENCIA DE LAS TORRES-CERRO MURIANO Y DE SIERRA ALBARRANA (ZONA DE OSSA-MORENA)

Dentro de esta zona, como ya hemos referido anteriormente, se diferencian dos grupos de rocas denominados de Córdoba-Fuenteovejuna, y de Sierra Albarrana, cuya relación mutua no se conoce.

4.2.a. Grupo de Córdoba-Fuenteovejuna

Dentro de este grupo, la serie más baja conocida, y que aflora en la presente Hoja, son los Neises de Azuaga, sucesión de carácter volcánico y volcanoclástico, con materiales ácidos y básicos, y cuya edad más probable es el Proterozoico Inferior. Esta sucesión está representada únicamente en el Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano.

Por encima se depositaría una sucesión terrígena, con abundante materia orgánica, y con pasadas de volcanitas ácidas, básicas y de sedimentos bioquímicos probablemente volcanoderivados, que da origen a la Sucesión Montemolín. Estos materiales se depositarían en un medio abierto, relativamente poco profundo, uniforme, y algo subsidente, con predominio de aportes terrígenos sobre los ígneos. Estos materiales están representados, igual que los

anteriores, en el Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano, y su edad sería Proterozoico Medio.

4.2.b. Grupo de Sierra Albarrana

Como ya hemos mencionado anteriormente, los materiales que forman este grupo son: Formación de Azuaga, micaesquistos y cuarcitas. En la presente Hoja no se ha podido ver la relación de la Formación de Azuaga y los micaesquistos por no aflorar juntos, pero sí la de las cuarcitas y los micaesquistos. Para describir la historia geológica de este grupo nos apoyaremos en datos regionales.

Los materiales de este grupo se inician con un depósito de lutitas con intercalaciones arenosas correspondientes a una serie rítmica de plataforma poco profunda, por las estructuras observadas, contrariamente a lo que observaron GARROTE et al. en la Hoja MAGNA de La Cardenchosa.

Estos materiales conocidos por Formación de Azuaga, tienen gran potencia y uniformidad, por lo que deducimos que la cuenca tuvo que estar sometida a una fuerte subsidencia a lo largo de un cierto período de tiempo.

En las hojas de Azuaga y Guadalcanal, esta formación intercala rocas volcánicas de composición intermedia, hecho que no se ha observado en la presente. Por lo que podemos indicar que a medida que se fue depositando, existieron aparatos volcánicos que arrojaron sus productos a la cuenca, dándole un carácter volcano-sedimentario a la serie.

Por encima aparece una serie que en origen debió ser lutítica, algo arenosa, que nos indica que la cuenca se va colmatando, y que se instala una sedimentación más somera.

Los últimos materiales que aparecen son principalmente detríticos, cuarcitas feldespáticas, a los que se pasa gradualmente. Con el depósito de estas rocas se terminaría la sedimentación en la cuenca, llegándose a colmatar.

Todos estos materiales se depositarían en un medio abierto tipo plataforma de poca profundidad y con suficiente energía.

4.3. CUÑA DE VILLAVICIOSA

Integran esta unidad las formaciones de Malcocinado, de Torreárboles y de Pedroche, siendo la última la mejor representada.

La Formación Malcocinado, la constituirían en origen materiales terrígenos y volcánicos ácidos y básicos, se depositaría en una cuenca marina relativamente somera, con alternancia de sedimentación terrígena con una cierta influencia volcanoclástica, e ígnea (volcanitas).

Su edad sería Rifeense Superior.

Por encima de esta serie se deposita la Formación Torreárboles, correspondiente a una sedimentación terrígena en un medio costero (playa, delta). Hay que destacar que esta formación presenta cambios laterales muy acusados de potencia, y es ligeramente discordante sobre la formación infrayacente, lo que sugiere una cierta inestabilidad tectónica durante su depósito. La edad de la serie sería Vendienne-Ovetiense, situándose el límite Cámbrico-Precámbrico en la misma; de este modo, la actividad tectónica señalada sería de edad Cado-miense.

La sedimentación en el ámbito de esta Hoja y en esta Cuña de Villaviciosa, finalizaría con la de la Formación Pedroche, de edad Cámbrico Inferior, y caracterizada por una base con predominio de sedimentación carbonatada que va dando paso a una sedimentación terrígena.

4.4. CARBONIFERO

Los últimos materiales que están representados en la Hoja son carboníferos, se depositan sobre rocas ya estructuradas, y fundamentalmente a lo largo de los límites de los dominios. De las tres cuencas reconocidas en la Hoja, cada una tiene evolución diferente, por lo que se describen aparte.

4.4.1. Culm del Guadalbarbo

Dentro de la presente Hoja los materiales de esta unidad carbonífera tienen muy poca extensión, y están únicamente representados por volcanitas básicas y rocas pizarroso-arenosas. Sin embargo, según datos regionales, la secuencia incluye los siguientes términos: brechas basales, volcanitas básicas, y una secuencia detrítica en facies Culm.

Su edad no está bien establecida mediante fósiles, y se atribuye, por criterios fundamentalmente litológicos y de posición espacial, al Tournaisiense-Viseiense.

4.4.2. Cuenca del Guadiato

Esta cuenca habría sufrido en conjunto una evolución regresiva, desde facies marinas relativas a francamente someras, hasta facies típicamente continentales, fluviales en el ámbito de la Hoja que nos ocupa.

La sedimentación comenzaría en el Tournaisiense Superior en las unidades detrítica en facies Culm y detrítico-carbonatada. Ambas cuencas sufren una evolución semejante, comenzando por materiales detríticos (conglomeráticos en la primera y areniscosos en la segunda) que dan paso a una secuencia lutítico-carbonatada propia de plataforma y con desplomes tipo *debris flow* a una zona de talud, o, al menos, de ruptura de pendiente. Esta secuencia da

paso a otra eminentemente lutítico-arenosa, marina somera, con aportes turbidíticos, depositada en llanuras de mareas y/o zona inframareal, pero siempre en la zona de influencia del oleaje, a la vista de la presencia generalizada de *ripples* de oscilación. Ambas secuencias serían de edad Viseense. Sobre la última, y exclusivamente en la Unidad detrítico-carbonatada, se instaura localmente en régimen deltáico, cuya edad sería ya Namuriense.

Por último, en el Westfaliense B se instauraría un régimen fluvial de alta energía, de destrucción de fuertes relieves circundantes. Las relaciones estratigráficas y estructurales con los materiales anteriores no son claras, pero en el sector de La Ballesta se adivina una discordancia, al quedar limitados estos materiales al norte y sur por los de la Unidad detrítico-carbonatada.

4.4.3. Cuenca del Eje Magmático de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada

Dentro de la presente cuenca, la sedimentación comienza por materiales detríticos: un conglomerado basal, y una secuencia lutítico-arenosa propia de un medio de llanura deltáica inferior distal (GABALDON et al., 1.983). La edad de este depósito, según datos paleontológicos (BROUTIN, 1.981) sería Tournaisiense Superior.

Por encima se producirían erupciones volcánicas que dan origen a una secuencia volcánica-volcanoclástica, con un primer episodio de carácter básico-intermedio (Grupo de La Campana), y otro eminentemente ácido (Complejo volcánico de Erillas-El Paredón), datado también paleontológicamente como Viseense.

4.5. DEFORMACION Y METAMORFISMO

Todos los materiales representados en la Hoja están afectados en mayor o menor grado por la orogenia hercínica, y en algún caso pueden estar también afectados por deformaciones y metamorfismo de edad precámbrica.

Los materiales del Dominio de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina, están afectados por metamorfismo regional en condiciones de grado muy bajo o bajo, sincrónico con una etapa de deformación, en la que se formarían pliegues tumbados que posteriormente fueron replegados. Aparte de estas etapas de plegamiento, hay evidencias de una etapa de cabalgamientos, durante la cual se emplazarían los materiales de la Unidad alóctona. Con respecto a la edad de estos cabalgamientos, solo podemos decir que funcionaron al menos hasta después del Carbonífero Inferior, puesto que cabalgan a materiales de esta edad. Su emplazamiento debió ser casi horizontal, y posteriormente todas las superficies fueron dobladas por pliegues tardíos de amplio radio y plano axial vertical.

Los materiales aquí agrupados en la Zona de Ossa-Morena están afectados por deformaciones y metamorfismo que pueden ser, al menos en parte, precámbricos.

La orogenia hercínica originaría un metamorfismo sincinemático respecto a una fase de deformación con grandes pliegues tumbados, y que en determinadas rocas se materializa en una deformación milonítica, y una serie de fases tardías, con desigual desarrollo, que produce pliegues laxos de geometría cilíndrica, y plano axial vertical, localmente acompañados de una esquistosidad de fractura.

Los dos grupos de rocas definidas, aparecen acercados tectónicamente en el Dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano, donde suponemos que los materiales del Grupo de Córdoba-Fuenteovejuna se han emplazado sobre los de Sierra Albarrana a favor de una superficie subhorizontal. No sabemos en qué momento se produjo esta traslación de materiales, ni si está en relación o no con la textura de flujo cataclástica reconocida en las rocas de este dominio; en el supuesto de este segundo caso, el emplazamiento sería posterior al Ordovícico (edad de los granitos miloníticos que afloran en este dominio) y anterior al Carbonífero Inferior (el conglomerado de base del Carbonífero Superior reposa sobre materiales miloníticos al norte de Fuenteovejuna, y hay cantos de materiales miloníticos en el conglomerado basal del Carbonífero).

Los materiales carboníferos se ven involucrados en una tectónica compresiva, que debe ser simultánea a la sedimentación de los mismos.

Los materiales carboníferos muestran al menos en la zona del Guadiato una tectónica en pliegues y pliegues-falla con cobijaduras importantes, que producen un transporte de los materiales hacia el NE.

Estos materiales se depositan sobre rocas estructuradas (al menos en los Dominios de Valencia de las Torres-Cerro Muriano y de Sierra Albarrana) que deben condicionar en parte la deformación de los materiales de la cobertura.

4.6. MAGMATISMO

La historia del magmatismo en la presente Hoja es un tema complejo, fundamentalmente en lo referente a los materiales del Eje Magmático de Villaviciosa de Córdoba-La Coronada.

Hay que resaltar aquí la importancia de los trabajos de investigación realizados por SANCHEZ CARRETERO, R. durante la realización de su tesis doctoral y los de DELGADO QUESADA et al. (1.985), en base a los trabajos del I.G.M.E. en la zona, que establecen una serie de ciclos de actividad magmática, que serán, por orden cronológico, los siguientes:

- I. Con predominio de rocas volcánicas y subvolcánicas, integrado por:
 - Complejo volcánico de La Campana con andesitas, dacitas (Ceperuela), pórfidos cuarzomonzodioríticos (Nava-Serrano) y rocas epiclásticas (Orejón).
 - Complejo volcano-sedimentario de Erillas-El Paredón construido en diversas etapas con riolitas, tobas, aglomerados, espilitas y diques porfídicos.
 - Granodiorita biotítico-hornbléndica de Buenagua.
- II. Ciclo de plutonismo básico compuesto por gabros con olivino, gabros con ortopiroxeno, gabros, gabros porfídicos, dioritas y granodioritas que constituyen el Complejo plutónico de Los Ojuelos.
- III. Ciclo de granitos de tendencia alcalina y emplazamiento superficial, en el contexto de la presente Hoja del Granito granofídico de Peñas Pardas. En otras hojas se produce la intrusión de los *stocks* de Los Arenales, La Cardenchoa y de la Cañada del Gamo.
- IV. Ciclo de subvolcanismo básico compuesto por microgabros y diabasas (Alcornocal). Este ciclo, según observaciones de campo, parece relacionarse temporalmente con algunas de las manifestaciones del ciclo anterior.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. MINERIA

En la presente Hoja de Villaviciosa de Córdoba se localizan diversos tipos de indicios mineros, que han sustentado labores de importancia muy variable. Desde el punto de vista de las sustancias explotadas, cabe establecer dos grupos: indicios de minería metálica e indicios de carbón.

Los primeros han sido investigados en parte recientemente por el I.G.M.E. (1.982), y pueden agruparse en cinco tipos:

- Indicios de Fe
- Indicios de fluorita-(barita)
- Indicios de Cu
- Indicios de Sb
- Indicios de BPG.

Los indicios de Fe se relacionan con la actividad del Eje Magmático de Villaviciosa-La Coronada, y tienen dos posibles orígenes: *skarn* (al norte de La Campana, y al NO de Villaviciosa), y volcano-sedimentario.

En el sector de El Alamo, y junto a la antigua concesión de San Nobert, existen indicios de magnetitas asociados a pequeños lentejones calcáreos, marmorizados, próximos a las cuarcitas del Grupo de Sierra Albarrana. Estos se han interpretado como pequeños yacimientos de *skarn* producidos por la intrusión del Granito del Alamo sobre los materiales del Grupo de Sierra Albarrana.

Los indicios de fluorita (barita) son filones de dirección, corrida y potencia muy variables, siendo muy abundantes en el Eje Magmático. Estos filones son los que han sustentado actividad minera hasta tiempos más recientes (mediados de 1.982).

Los indicios de Cu corresponden a manifestaciones de tipo *stockwork* que se relacionan, bien con las rocas ácidas de la Formación Malcocinado, o bien con las rocas básicas del Grupo de La Campana. Su origen parece ser hidrotermal, y son de pequeña importancia.

En cuanto a indicios de Sb, dentro de la presente Hoja se localiza la Mina de Don Beck, en la que se han laboreado varios filones de estibina con cobre (covellina) subordinado, y que encajan en unos tramos cuarzo-feldespáticos que, al parecer, se sitúan en una zona de fractura importante.

Dentro de la Hoja existe un grupo filoniano que tuvo bastante interés minero a principios de siglo, el grupo filoniano de Mirabuenos. Se trata de un conjunto de filones con paragénesis BPG, con direcciones variadas, principalmente de N-S a N30°E. Este grupo minero estaba formado por una serie de minas, entre otras: Mirabuenos, Cerro de la Plata, la Gran Mina, etc., que a lo largo de su historia han proporcionado cantidades apreciables de Pb y Ag.

El grupo de Mirabuenos arma en materiales carboníferos, y están principalmente ligados a una serie de diques porfíroides del Eje Magmático de Villaviciosa-La Coronada.

El otro gran grupo de indicios corresponde a los de carbón, que sustentan actualmente una minería importante, debida al relanzamiento de la misma en los últimos años como consecuencia de las alzas de los precios de petróleo. Los mayores yacimientos se sitúan en el Westfaliense B, siendo éste el objetivo principal de las empresas que actualmente realizan labores en la zona.

5.2. CANTERAS

La presente Hoja es pobre en canteras, y sólo se han reconocido pequeñas explotaciones destinadas a la obtención de rocas para áridos y para construcción.

Las únicas explotaciones de cierto interés se centran en las calizas carboníferas del sur de Espiel, en el norte de la Hoja, y se utilizan como áridos. Menor entidad tienen dos explotaciones sobre gabros del Complejo de Los Ojuelos, una para obtención de áridos, y otra, sobre gabros muy alterados, para obtención de tierras que se utilizan en el firme de la carretera N-432.

Presentan algunas posibilidades para su utilización como rocas industriales los afloramientos calizos de la Cuenca Carbonífera (para áridos de trituración y para obtención de cal para uso industrial y doméstico), los gabros del Complejo de Los Ojuelos (para áridos de trituración, pero no como roca de construcción, dado que están muy fracturados), el Granito de Peñas Pardas (en el que la obtención de grandes bloques está dificultada por la presencia de vacuolas y cavidades miarolíticas), y la Granodiorita de la Buenagua, en la que probablemente se podrían obtener grandes bloques, especialmente en las zonas con facies de grano grueso.

5.3. HIDROGEOLOGIA

Las rocas metamórficas e ígneas precámbricas y carboníferas, que constituyen la mayor parte de la Hoja, son materiales por lo general impermeables, y sólo cabe esperar pequeñas captaciones en zonas trituradas o intensamente alteradas, en que se pueden haber desarrollado porosidad y/o permeabilidad secundarias.

Únicamente presentan interés desde este punto de vista los materiales carbonatados del Carbonífero Inferior de la Sierra del Castillo (SO de Espiel, norte de la presente Hoja).

Manifestaciones de aguas minero-medicinales se conocen dentro de la presente Hoja en dos puntos: Balneario de Villaharta y al SE del Puerto del Búfalo; en ambos casos se trata de aguas carbónicas, ferruginosas, explotadas comercialmente sólo las primeras. En ambos casos se relacionan con zonas de fractura: las del Balneario de Villaharta, con dirección N120°E y que limita materiales carboníferos de la Cuenca del Guadiato de materiales precámbricos, y las del Puerto del Búfalo, con una falla de dirección N160°E que involucra materiales ígneos relacionados con el Eje Magmático de Villaviciosa-La Coronada (Granito del Alamo y gabros y/o diabasas).

6. BIBLIOGRAFIA

ALMARZA, J. (1.974).— Estudio petrológico en el sector "El Alamo-El Vacar" Sierra Morena. *Tesis de Licenciatura* (mem. ined.).

- ALMARZA, J.; BURGOS, JC.; CRESPO, JL.; MATA, J. (1.973).— Estudio de una serie detrítica de la Cuenca carbonífera de Peñarroya-Bélmex. *Trab. Univ. Granada* (mem. ined.).
- APALATEGUI, O. e HIGUERAS, P. (1.984).— Mapa geológico de España, escala 1:50.000, 2ª Serie (MAGNA) Hoja número 855: Usagre. I.G.M.E.
- APALATEGUI, O. y PEREZ LORENTE, F. (1.983).— Nuevos datos en el borde meridional de la Zona Centro-Ibérica. El Dominio de Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina. *Studia Geológica*, v. 18, pp. 193-200.
- APALATEGUI, O.; HIGUERAS, P.; BORRERO, J. (1.985).— División en grupos de rocas en Ossa-Morena oriental. *Temas Geol. y Min.* I.G.M.E., 7, pp. 73-80.
- BAEZA ROJANO, LJ.; RUIZ GARCIA; RUIZ MONTES, M. y SANCHEZ, A. (1.981).— Mineralizaciones exhalativo-sedimentarias de sulfuros polimetálicos en la Sierra Morena cordobesa. *Bol. Geol. Min.*, t. 92-III, pp. 201-216.
- BROUTIN, J. (1.981).— Etude paléobotanique et palynologique du passage Carbonifère-Permien dans les bassins continentaux du Sud-Est de la zone d'Ossa-Morena (environs de Guadalcanal, Espagne du Sud). Implications paléogéographiques et stratigraphiques. *Thèse Doct. Univ. P. et M. Curie-Paris VI*, 2 vol.
- BURGOS, J. (1.974).— El plutón básico del norte de Villaviciosa de Córdoba (Sierra Morena). *Tesis de Licenciatura* (mem. ined.).
- BURGOS, J. y PASCUAL, E. (1.976).— El stock básico del N de Villaviciosa de Córdoba (Complejo Los Ojuelos-La Coronada), Sierra Morena, España. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, v. 7, pp. 69-122.
- CHACON, J. (1.979).— Estudio geológico del sector central del anticlinorio Portalegre-Badajoz-Córdoba. *Tesis doctoral Univ. Granada*.
- DELGADO QUESADA, M. (1.971).— Esquema geológico de la Hoja número 878: Azuaga (Badajoz). *Bol. Geol. y Min.*, t. 82, III-IV, pp. 277-286.
- DELGADO QUESADA, M.; LIÑAN, F.; PASCUAL, E.; PEREZ LORENTE, F. (1.977).— Criterios para la diferenciación de dominios en Sierra Morena Central. *Studia Geológica*, número 12, pp. 75-90.
- DELGADO QUESADA, M.; GARROTE, A.; SANCHEZ CARRETERO, R. (1.985).— El magmatismo de la alineación La Coronada-Villaviciosa de Córdoba en su mitad oriental. Zona de Ossa-Morena. *Temas Geológicos y Mineros*, 7, pp. 41-64.
- FERNANDEZ CARRASCO, J.; GARROTE, A.; ARRIOLA, A.; EGUILUZ, L.; SANCHEZ CARRETERO, R. y PORTERO, JM. (1.984).— Mapa geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie (MAGNA) Hoja número 876: Fuente de Cantos. I.G.M.E.
- GABALDON, V.; GARROTE, A. y QUESADA, C. (1.983).— El Carbonífero Inferior del norte de la Zona de Ossa-Morena. *V Reunión grupo de traba-*

jo GOM. *Libro guía*.

- GARROTE, A. y BROUTIN, J. (1.979).— La basin tournaisien de Benajarafe. Géologie et premières données paléobotaniques et palynologiques. *CR 104 Cong. Nat. Soc. Sav. Bourdeaux*, fasc. 1, pp. 175-184.
- GARROTE, A. y SANCHEZ CARRETERO, R. (1.983).— Materiales volcano-clásticos en el Carbonífero Inferior al S-SW de Villaviciosa de Córdoba (Zona de Ossa-Morena). *Comun. Serv. Geol. Portugal* 69, 2, pp. 249-257.
- GARROTE, A.; DELGADO QUESADA, M.; CONTRERAS, MC.— Mapa geológico de España, escala 1:50.000, 2ª Serie (MAGNA) Hoja número 900: La Cardencha. I.G.M.E. (en prensa).
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, JM.; RIBEIRO, A.; CONDE, LN. (1.974).— Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares, escala 1:1.000.000. *Serv. Public. Ministerio de Industria*.
- LIÑAN, E. (1.974).— Las formaciones cámbricas del norte de Córdoba. *Acta Geol. Hisp.*, v. 9 (1), pp. 15-20.
- LIÑAN, E. (1.978).— Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba. *Tesis doctoral Univ. Granada*, número 191, pp. 1-212.
- LIÑAN, E. y SCHMITT (1.981).— Microfósiles de las calizas precámbricas de Córdoba. Comunicación de la I Reunión sobre geología de Ossa-Morena (GEOM). *Temas Geol. y Min.*, 4, pp. 171-194.
- LOTZE, F. (1.945).— Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Goetekt. Forsch.*, H. 6, pp. 78-92.
- MAAS, R. (1.958).— Stratigrafie und Tektonik im Raum Nordöstlich Córdoba. *Univ. Diss. Math. Nat. Fak. Univ. Münster*, 201 pp.
- PASCUAL, E. (1.981).— Investigaciones geológicas en el sector de Córdoba-Villaviciosa de Córdoba. *Tesis Univ. Granada*, número 251.
- PASCUAL, E. y PEREZ LORENTE, F. (1.975).— El magmatismo ácido superficial al sur de Villanueva del Rey-Villaviciosa de Córdoba. *Cuad. Geol. Univ. de Granada*, v. 6, pp. 15-30.
- PEREZ LORENTE, F. (1.971).— Estudio geológico de la Sierra de los Santos (El Hoyo, Sierra Morena, Córdoba). *Tesis de Licenciatura Univ. Granada* (mem. ined.).
- PEREZ LORENTE, F. (1.979).— Geología de la Zona de Ossa-Morena al norte de Córdoba. *Tesis doctoral Univ. de Granada*, número 281, pp. 1-340.



INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

RIOS ROSAS, 23 - 28003 MADRID



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA