



IGME

916

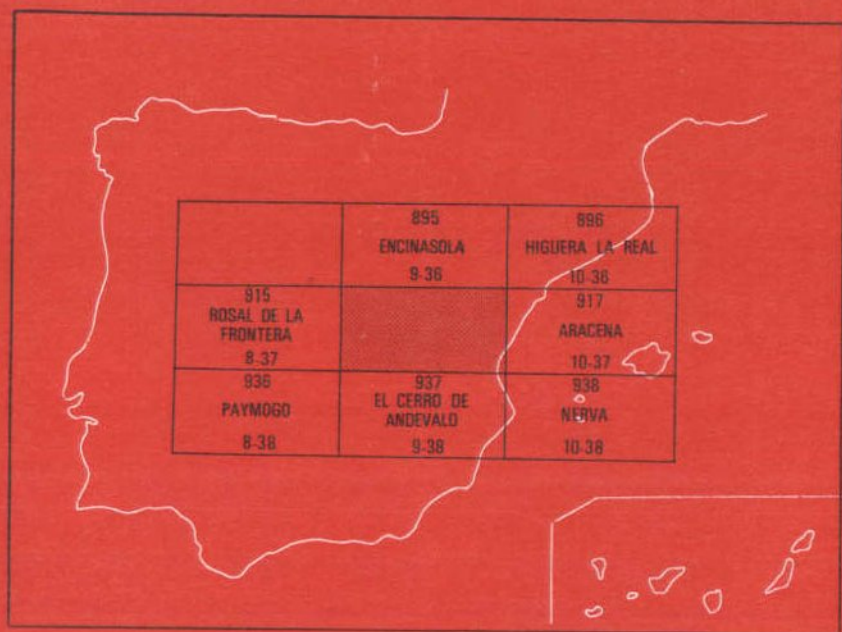
9-37

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

AROCHO

Segunda serie-Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

AROCHE

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada bajo normas, dirección y supervisión del I.G.M.E., mediante el equipo técnico que a continuación se relaciona:

Geología de Campo y Gabinete: Apalategui Isasa, Octavio.
Barranco Serrano, Eugenio.
Contreras Vázquez, Francisco.
Roldán García, Fco. Javier.

Petrología: Garrote Ruiz, Angel.
Locutura Rupérez, Juan.
Sánchez Rodríguez, Alejandro.

Colaboradores: Oliveira, Víctor y Goñías, J. Antonio.

Dirección y Supervisión IGME: Quesada Ochoa, Cecilio.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones y mapas.
- Informes petrográficos y paleontológicos de dichas muestras.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

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

Depósito Legal: M-35.083-1.983

Tirada: Gráficas  Humanes (Madrid)

INDICE

	<u>Páginas</u>
0. INTRODUCCION	7
1. ESTRATIGRAFIA	8
1.1. DOMINIO SEPTENTRIONAL.	9
1.1.1. Esquistos y areniscas (CA—O ₁)	9
1.2. UNIDAD DE “EL CUBITO”	10
1.2.1. Metavolcanitas ácidas (PC—S _v)	11
1.2.2. Filitas y cuarzofilitas con intercalaciones cuarcí- cas (PC—S)	11
1.3. DOMINIO CENTRAL	12
1.3.1. SUBDOMINIO CENTRAL A.	13
1.3.1.1. Metabasitas (PC ₂ a)	13
1.3.1.2. Calizas marmóreas (PC ₂ c)	14
1.3.1.3. Filitas y cuarcitas grafitosas (PC ₂ f)	15
1.3.2. SUBDOMINIO CENTRAL B.	16
1.3.2.1. Gneises cuarzo-feldespáticos con biotita (PC ₂ p)	16

1.3.2.2. Ortoanfibolitas, gneises anfibólicos y con piroxeno rómbico ($PC_2 \xi A$)	17
1.3.2.3. Granito anatéctico de afinidad charnockítica (ortogneis) ($PC_2 \xi$)	18
1.3.2.4. "Gneises de Fuente del Oro" ($PC_2 \xi$)	19
1.3.2.4. a. Gneises migmatítico-grafitosos con cordierita	20
1.3.2.4. b. Cuarcitas negras	20
1.3.2.5. Rocas de silicatos cálcicos ($PC_2 KC_x$)	21
1.3.2.5. a. Gneises diopsídicos	21
1.3.2.5. b. Gneises con ortopiroxeno	22
1.3.2.6. Mármoles con diópsido y/o forsterita ($PC_2 \Delta C$)	22
1.4. DOMINIO MERIDIONAL	23
1.4.1. FORMACION ACEBUCHES	24
1.4.1.1. Ortoanfibolitas toleíticas de grano grueso ($S-D \xi A_1$)	24
1.4.1.2. Ortoanfibolitas toleíticas de grano fino ($S-D \xi A_2$)	25
1.4.1.3. Ortoanfibolitas (esquistos verdes) ($S-D \xi A_3$)	26
1.4.2. FORMACION "PULO DO LOBO" ($S-D_3$) ($S-D_3 q$)	27
1.4.2. a. Filitas	27
1.4.2. b. Cuarcitas micáceas	28
1.4.2. c. Corneanas	28
1.4.3. FORMACION "RIBEIRA DE LIMAS" (D_3-HA)	29
1.4.3. a. Filitas cuarzosas	30
1.4.3. b. Metaarenitas	31
1.4.4. FORMACION "SANTA IRIA" (HA)	31
1.4.4. a. Filitas	32
1.4.4. b. Cuarcitas micáceas	32
1.4.4. c. Metaarenitas	32
1.4.4. d. Riolitas	33
1.5. CUATERNARIO (Q_{AL})	33
2. TECTONICA	33
2.1. OROGENIA HERCINICA	34
2.1.1. Fase I	34
2.1.2. Fase II	35
2.1.3. Fase III	35
2.1.4. Fase IV	36

	<u>Páginas</u>
2.1.5. Otros pliegues	36
2.1.6. Fracturas	36
3. HISTORIA GEOLOGICA	37
3.1. DOMINIO SEPTENTRIONAL	37
3.2. UNIDAD DE "EL CUBITO"	38
3.3. DOMINIO CENTRAL	38
3.4. DOMINIO MERIDIONAL	39
4. PETROLOGIA	39
4.1. ROCAS IGNEAS	40
4.1.1. Ortogneis de Gil-Márquez ($\gamma \gamma^2_{\eta}$)	40
4.1.2. Granodiorita, localmente granito ($\gamma \gamma^2_{\eta}$)	40
4.1.3. Granito ($\gamma \gamma^2$)	41
4.1.4. Pórfidos graníticos ($\gamma \gamma^2$)	42
4.1.5. Cuarzodioritas, localmente dioritas ($\gamma \eta q^2$)	43
4.1.5. a. Cuarzodiorita de El Puerto	43
4.1.5. b. Cuarzodiorita de Puerto Cañón	43
4.1.5. c. Cuarzodioritas y dioritas del borde oriental de la Hoja	43
4.1.5. d. Cuarzodioritas del complejo ígneo del N de Aroche	44
4.1.5. e. Dioritas en fracturas	44
4.1.6. Diabasas ($\gamma \in 2$)	45
4.2. METAMORFISMO	45
4.2.1. Relación del metamorfismo y los distintos grupos de materiales	45
4.2.1.1. Rocas cuarzo-feldespáticas	45
4.2.1.2. Rocas básicas	46
4.2.1.3. Rocas carbonatadas	46
4.2.1.4. Rocas detríticas	47
4.2.2. Generalidades	47
4.2.3. Conclusiones	48
5. GEOLOGIA ECONOMICA	48
5.1. MINERIA	48
5.2. CANTERAS	49
5.3. HIDROGEOLOGIA	50
6. BIBLIOGRAFIA	51

0. INTRODUCCION

La Hoja está situada al NO de la provincia de Huelva.

Por lo general, es zona algo montañosa, con altitudes máximas de 736 m. al SE y 664 m. al NE, y altitudes medias alrededor de 350 m. La influencia de la litología en el relieve es acusada. Así, las zonas de relieve más pronunciado corresponden a materiales como esquistos y filitas con intercalaciones de cuarcitas o metaarenitas; y las más deprimidas, que constituyen un amplio valle al N de Aroche con altitud media inferior a 300 m. y que atraviesa toda la Hoja, a rocas intrusivas (granitos y dioritas s. l.). Existe otra zona deprimida que corresponde a la Rivera de Ciries, en rocas básicas. Además, en los alrededores de Aroche, los mármoles y demás rocas de silicatos cálcicos suelen dar formas positivas de relieve.

La vegetación de la zona es muy pobre, reducida por lo general a arbustos. Ultimamente se están realizando grandes repoblaciones a base de eucalip-tos en las partes N y S de la Hoja.

La situación geológica tiene lugar sobre la conjunción de las zonas de Ossa Morena y Sudportuguesa. (De la división en zonas de las Cordilleras Variscas de la Meseta, según LOTZE, 1945). La separación de las dos zonas dentro de la Hoja ocurre en diagonal ONO-ESE, y se hace por fractura. BARD, J. P. (1.969) dividió la zona de Ossa Morena en dos dominios: Septen-

trional y Meridional, distinguiendo a su vez varias zonas en cada uno de ellos; y RAMBAUD; E. (1.969), la Sudportuguesa en tres subzonas: Norte, Centro y Sur. Según esto, están representadas en la Hoja las zonas 5, 6 y 7 del Dominio Meridional de Ossa Morena; y la subzona Norte de la Sudportuguesa, caracterizada por predominio de materiales metamórficos y granitos sobre volcánicos (Centro), y carboníferos y post-paleozoicos (Sur).

Los materiales que afloran se han considerado pertenecientes desde el Precámbrico al Carbonífero, más granitos hercínicos y algunos depósitos aluvio-coluviales de edad cuaternaria. La asignación de edades ha sido siempre por correlación, pues a excepción del Carbonífero al S, no se han encontrado fósiles.

En la Hoja se han distinguido tres dominios y una unidad de características especiales:

- Septentrional.
- Unidad de "El Cubito".
- Central.
- Meridional.

El Septentrional está formado por esquistos y areniscas de edad supuesta Cámbrico-Ordovícico Inferior. CARVALHOSA, A. B. (1.968), los considera del Silúrico con dudas; mientras que a la Unidad de "El Cubito" ("XISTOS DE MOURA") les asigna edad Precámbrica. BARD, J. P. (1.969) agrupa todos estos materiales en la "Serie de El Cubito", que considera Ordovícico-Silúrico.

El Dominio Central, con posibles rocas volcano-sedimentarias ácidas y básicas, así como materiales carbonatados que han llegado a sufrir metamorfismo de grado medio a alto, BARD (op. cit.) lo considera Cámbrico-Ordovícico.

El Dominio Meridional (tradicionalmente llamado "Pulo do Lobo"), sería Precámbrico para CARVALHOSA, Ordovícico-Silúrico para BARD ("Serie de la Palanca"), y modernamente considerado como Devónico (y más antiguo, sin especificar) y Carbonífero, en sus tres formaciones: "Pulo do Lobo", "Ribeira de Limas" y "Santa Iria". (CARVALHO, D. et al. 1.976).

1. ESTRATIGRAFIA

En esta Hoja, se han agrupado los distintos materiales en varios dominios y unidades, que de N a S son:

- Dominio Septentrional.
- Unidad de "El Cubito".
- Dominio Central.
- Dominio Meridional.

Entre todos ellos comprenden series dispares: detríticas, volcánicas y volcano-sedimentarias, cuyas edades se consideran entre el Precámbrico Superior y el Carbonífero Inferior.

1.1. DOMINIO SEPTENTRIONAL

Está escasamente representado en la esquina NE de la Hoja por esquistos y areniscas.

1.1.1. Esquistos y areniscas. (CA—O₁)

Estos materiales se sitúan estratigráficamente por debajo de las pizarras y filitas del Ordovícico Inferior, que afloran en las Hojas próximas de Aracena (al E) y Encinasola (al N), pudiendo constituir su base.

Litológicamente se trata de una alternancia de esquistos sericíticos versicolores y paquetes de areniscas con matriz lutítica.

La potencia de estos materiales se estima en 340 m. como término medio, pero los frecuentes cambios laterales de facies la hacen muy variable.

El contacto al S es gradual, y lo hace con la Unidad de "El Cubito", de la que a veces es difícil de diferenciar. Este hecho se puede interpretar de varias formas.

- a) Existen interdigitaciones entre ambos materiales.
- b) La Unidad de "El Cubito" aflora en charnelas anticlinales entre los esquistos y areniscas.
- c) La tectónica ha producido efectos mecánicos similares a los que se dan en dicha unidad.

Lo más probable es que estos materiales sean la base de las pizarras y filitas del Ordovícico Inferior, y que su parecido con "El Cubito" sea debido a la última suposición; es decir, con similares efectos mecánicos. Esto estaría de acuerdo con la opinión de que los materiales aflorantes al N de la fractura "Beja-Valdelarco", y englobados en la Unidad de "El Cubito", sean en su mayor parte y con mayor probabilidad, equivalentes a pizarras y filitas ordovícicas.

Por todo esto, la edad de los materiales referidos en este apartado es dudosa, y se establece en función de su posición con las pizarras y filitas ordo-

vícicas; se considera Cámbrico-Ordovícico Inferior.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, moscovita-sericita, clorita y óxidos.
- Minerales accesorios: Círcón, turmalina, apatito; a veces opacos y leucoxeno.
- Textura: Lepidoblástica.

La roca original es un sedimento lutítico-arcilloso, con cuarzo, concentrado sobre todo en algunos niveles arenosos.

Se aprecian una o dos esquistosidades; la primera por crecimiento lepidoblástico de micas, y la segunda, de fractura que produce reorientación mecánica.

El grado de metamorfismo es muy bajo.

1.2. UNIDAD DE "EL CUBITO"

Se han agrupado aquí un conjunto de materiales que se suponen de distinta edad, pero que presentan ciertas características comunes que hacen casi imposible su separación en cartografía. Estas características responden principalmente a aspectos mecánicos de la roca, debido a su localización en zona tectónicamente especial, y son:

- a) Existen abundantes niveles con cuarzo de exudación que se encuentran replegados, y que se produjeron entre las fases I y II.
- b) Los pliegues y la esquistosidad de Fase II (S_2) están más intensamente desarrollados dentro de estos materiales.

Esta unidad hace de separación entre los dos dominios Septentrional y Central, y aunque sus contactos con ellos son en gran parte por fractura, existen zonas con tránsito gradual, tanto a las series detríticas del Ordovícico Inferior como a las volcano-sedimentarias, de uno y otro dominio, respectivamente.

Por otra parte, en ocasiones se pueden identificar materiales de distintas formaciones dentro de esta unidad; como los anteriormente citados, a los que pasa gradualmente, y los propios del Silúrico.

En la presente Hoja, y dentro de esta unidad los materiales representados al N de la fractura "Beja-Valdelarco", son en su mayor parte pizarras y filitas, así como filitas y cuarcitas grafitosas; estas rocas recuerdan a aquellas del Ordovícico y Silúrico de las que se diferencian por los caracteres expresados en los apartados a) y b); al S de esta fractura, y en la mitad oriental de la Hoja, la referida unidad está compuesta por términos diferentes, equivalentes en gran

parte a las series volcano-sedimentarias del Dominio Central.

En lámina delgada, la mayoría de las rocas son filitas y cuarzo-filitas con intercalaciones cuarcíticas, y en muchos casos se indica su posible procedencia volcánica; también aparecen metavolcanitas ácidas, que cuando ha sido posible se han diferenciado en cartografía.

Las dos variedades litológicas diferenciadas en "El Cubito" son las siguientes:

1.2.1. Metavolcanitas ácidas. (PC-S_v)

Afloran dentro de la Unidad de "El Cubito" en la esquina NE de la Hoja, al S de la fractura "Beja-Valdelarco", y próximas a la intrusión diorítica, o a materiales del Dominio Central. Son afloramientos pequeños, difíciles de representar, y solo se han distinguido los mayores afloramientos.

Son rocas menos esquistosas que las filitas y más silíceas que ellas, de colores variables, pero predominantemente claros. Tienen frecuentes diseminaciones de sulfuros, y localmente óxidos de manganeso. En ocasiones son cherts, incluso jaspes.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, moscovita, plagioclasas y feldespato potásico, tanto en granos monocristalinos como en fragmentos de roca; también suelen tener opacos, y a veces clorita.
- Minerales accesorios: Esfena, leucoxeno, apatito, turmalina, y a veces grafito. Entre los secundarios, cuarzo en fracturas, sericita de plagioclasas, y óxidos.
- Textura: de las muestras estudiadas es brechoide; en algún caso existe una segunda brechificación por falla (dinámica).

Existen cantos monocristalinos de cuarzo, feldespatos y minerales accesorios, con evidencias de deformación cristalina (extinción, maclas dobladas, etc.). Hay también fragmentos de roca; agregados de cuarzo, o cuarzo-feldespato, o de feldespato. Todo esto en matriz fina de los mismos minerales junto con material arcilloso. Los tramos finos de la matriz pueden ser heredados, en parte por material volcano-sedimentario, con textura original vítrea o criptocristalina. La mineralización, dispersa, parece haber emplazado a favor de la brechificación.

1.2.2. Filitas y cuarzofilitas con intercalaciones cuarcíticas. (PC-S)

Afloran a lo largo del borde N de la Hoja, limitadas al S por la importante zona de fractura ya mencionada. En la esquina NE pasan también al S de la

fractura, y ésta sirve de límite N de dicha unidad hacia el borde de la Hoja y a lo largo de toda la de Aracena.

Se trata de una serie fundamentalmente detrítica; no obstante, la influencia volcánica es a veces manifiesta, pudiendo representar el redepósito de anteriores materiales volcánicos y/o el depósito alejado de ellos. En el borde NE de la Hoja predominan los términos cuarzofílticos, si bien alternando con filitas; son rocas más masivas, de colores claros, toman peor la esquistosidad, y son las que parecen tener más influencia volcánica. Al norte de la falla Beja-Valdelarco predominan los términos filíticos, con coloraciones diversas: predominantemente grises, verdosos con clorita, morados, etc.; tienen abundantes niveles con cuarzo exudado, que al igual que los anteriores, se distribuyen irregularmente; quizás en bandas preferenciales correspondientes a zonas de fractura antiguas. Hacia el norte aparecen niveles más groseros de cuarzofilitas o metaarenitas, que se confunden con los esquistos y areniscas tratados en el apartado 1.1.1., y a los que posiblemente sean equivalentes o un paso gradual.

No se conoce la potencia de estos materiales, debido a la importancia de las fracturas que en gran parte sirven de contacto, a la complicación creada por las fases de deformación y los efectos mecánicos citados. Se estima que es superior a 300 m.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, mica blanca, biotita, clorita; a veces también cloritoide y grafito.
- Minerales accesorios: Apatito, opacos, turmalina, feldespatos, circón y en algunas muestras granate.
- Minerales secundarios: Óxidos.
- Textura: Lepidoblástica con micropliegues; existen niveles con textura granoblástica o granolepidoblástica.

La roca original es lutítico-arenosa, que en parte puede tener un origen volcánico (cinerítico).

Existen dos fases de deformación; la primera con disposición lepidoblástica de mica blanca, biotita y clorita y es subparalela a "S₀"; la segunda produce micropliegues con una esquistosidad espaciada que reorienta los filosilicatos, y produce recristalización de éstos y de los óxidos. Cuando existe cloritoide, parece ser sin a post "S₁" y pre "S₂".

El grado de metamorfismo es bajo.

1.3. DOMINIO CENTRAL

Se corresponde con lo que tradicionalmente se ha llamado "Macizo de

Aracena", y de acuerdo con la distribución hecha en aquella Hoja, este dominio se subdivide en dos:

- Subdominio Central A.
- Subdominio Central B.

1.3.1. SUBDOMINIO CENTRAL A

Está muy poco representado, haciéndolo siempre entre fracturas.

Aflora al N de la Hoja, en banda estrecha que varía desde unas decenas a centenares de metros, dentro de la zona de fractura "Beja-Valdelarco". En la esquina NE del plano, pasa al S de esta fractura, y se encuentra rodeado por la Unidad de "El Cubito".

Los materiales representados son: calizas marmóreas, metabasitas, y filitas con cuarcitas grafitosas. Todos ellos tienen metamorfismo de grado bajo a muy alto, y por su posición en zona de fractura, pueden constituir una mezcla tectónica entre materiales en principio independientes. No obstante, se consideran todos ellos de edad Precámbrico Superior.

1.3.1.1. Metabasitas. (PC₂ a)

Afloran en la esquina NE del plano, rodeadas por la Unidad de "El Cubito" y limitadas por sendas fracturas que producen la separación de este dominio.

Son rocas de color verde, grano fino y por lo general esquistosas. Corresponden a lavas y tobas básico-intermedias.

Las relaciones con las demás series de este dominio no se pueden establecer en la presente Hoja, pero en las contiguas de Rosal y Aracena se establece su posición junto con metavolcanitas ácidas y a muro de niveles de calizas marmóreas. Por el mismo motivo, la potencia que alcanzan estos materiales no es deducible aquí; en la Hoja de Rosal se estimó en 100 m., mientras que en la de Aracena llega a ser de 1.000 m.; en ésta de Aroche, la máxima potencia alcanzada es de 250 m.

La edad asignada, por correlación a su vez con las Hojas vecinas, es Precámbrico Superior como más probable.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Plagioclasas (muy alteradas a sericita), clorita, anfíbol (actinolita-tremolita), cuarzo y moscovita.
- Minerales accesorios: Esfena, apatito; a veces calcita, biotita y óxidos.
- Minerales secundarios: Óxidos, sericita, y epidota a veces.
- Textura: Granonematoblástica o lepidoblástica.

La roca original es básica; posiblemente lávica o piroclástica, con fenocristales de plagioclasa en matriz vítrea o microcristalina. Existen zonas cuarzo-sericíticas que deben corresponder a niveles detríticos intercalados.

Se aprecia una esquistosidad marcada por orientación de clorita o anfíbol y sericita.

El metamorfismo es de grado bajo.

1.3.1.2. Calizas marmóreas. (PC₂ c)

Son la continuación de las que se describen en la Hoja de Rosal, que aparecen adosadas a la falla de "Beja-Valdelarco", y en relación con filitas y cuarcitas grafitosas. Esta fractura, con una historia compleja, pudo representar en un principio el acercamiento entre materiales muy separados entre sí.

Las calizas son generalmente de color grisáceo, blanquecino o crema, de grano fino, con intercalaciones pelíticas y filoncillos de calcita. A veces son extraordinariamente impuras, mezclándose con nivelillos de metavolcanitas ácidas o básicas en el límite oeste, y con filitas (algunas veces metavolcanitas ácidas finas) hacia el centro y este de la Hoja.

Los afloramientos son estrechos y alargados, quedando en forma de peces entre fracturas. Por ello, la potencia es difícil de evaluar, cifrándose dentro de esta Hoja en unos 500 m. donde alcanzan mayor desarrollo.

La edad atribuida, por correlación con niveles similares en las Hojas de Aracena y Rosal, es Precámbrico Superior.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Calcita, cuarzo, sericita y clorita; en algunas también grafito.
- Minerales accesorios: Plagioclasas, feldespato potásico y opacos.
- Minerales secundarios: Calcita en fracturillas, y óxidos.
- La textura es granoblástica, con recristalización del carbonato en cristales alargados, y disposición lepidoblástica de las micas.

La roca original es una caliza con cuarzo detrítico y material arcilloso con opacos subordinados.

Existen dos fases de deformación reconocibles; la primera por la disposición de las micas, y la segunda por un microplegado o una "S" oblicua con recristalización alargada del carbonato.

El grado de metamorfismo es bajo a muy bajo.

Existen muestras clasificadas como calizas, filitas calcáreas, e incluso esquistos verdes con carbonatos, por la proporción entre calcita y cuarzo-feldespato-micas.

1.3.1.3. Filitas y cuarcitas grafitosas. (PC₂ f)

Aparecen en relación con la fractura “Beja-Valdelarco”, en zona de probable mezcla tectónica, entre granitos y/o dioritas al S, y la Unidad de “El Cubito” al N.

Son filitas y cuarcitas de colores oscuros, a veces completamente negros, debido a la gran cantidad de materia carbonosa (grafito). Por alteración, las filitas toman colores blanquecinos; existen también filitas de tonos grises o cremas, más arenosas, que aparecen junto a las anteriores, posiblemente como mezcla tectónica. Las cuarcitas están interestratificadas en filitas en bancos generalmente de varios centímetros de espesor, pero a veces son lentejones de hasta 2 m. de potencia; con frecuencia tienen niveles más claros de cuarzo exudado.

Se piensa que estos materiales pueden formar parte de una serie volcano-sedimentaria, o al menos, que tiene cierta influencia volcánica. De hecho, estas cuarcitas negras, en el estudio al microscopio, parecen derivar muchas veces de cherts o cineritas silíceas. Incluso en los niveles que aparecen dentro de la Unidad de “El Cubito”, llegan a tener mineralizaciones masivas o semi-masivas de óxidos de manganeso, que recuerdan a los jaspes.

Como ya hemos indicado estas rocas aparecen cobijadas en la fractura de “Beja-Valdelarco”, afloran paralelas a ella, y son oblicuas a las directrices tectónicas de la zona.

Estas rocas han sido asignadas al Precámbrico, porque en cartografía parece que son continuación de las series carbonatadas y volcano-sedimentarias que hacia el oeste constituyen el macizo de Beja, que como ya se sabe es correlacionado con el de Aracena.

Sin embargo, hay que señalar que en relación con las grandes fracturas de la zona, es frecuente encontrar liditas y pizarras grafitosas del Silúrico; por lo que no hay que descartar aquí dicha posibilidad.

Son rocas oscuras, de grano fino o muy fino, de colores grisáceos, a veces crema, e incluso blanquecinas por alteración. Las muestras tomadas en esta Hoja corresponden a filitas grises o crema, pero también se hace referencia a las oscuras con cuarcitas negras de muestras tomadas en Rosal.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, mica blanca (moscovita-sericita), clorita, óxidos; y a veces grafito.
- Minerales accesorios: Turmalina, circón, opacos y a veces plagioclasa.
- Minerales secundarios: Cuarzo y óxidos en fracturas.
- Textura: Esquistosa, lepidoblastica o granolepidoblastica.

La roca original es lutítica-arcillosa, con cuarzo y materia orgánica a veces abundante.

Se aprecian dos y en algunas muestras tres fases de deformación: la primera con disposición lepidoblástica de filosilicatos que a veces dejan restos de charnelas que pliegan "S₀"; la segunda produce microplegado y una "S" espaciada con óxidos y reorientación de mica; la tercera, cuando se manifiesta es por micropliegues. El grado de metamorfismo es bajo o muy bajo.

1.3.2. SUBDOMINIO CENTRAL B

Ocupa la zona centro-oriental, y una banda estrecha que se prolonga hacia el NO hasta casi el límite de la Hoja. Queda limitado por fallas a N y S, que con frecuencia están ocupadas por rocas intrusivas; y a la vez, queda limitado por la gran masa del intrusivo granítico-diorítico del N y O de Aroche, dentro del cual aparecen enclaves de materiales pertenecientes a este subdominio.

A grandes rasgos está constituido por los materiales más metamórficos, tales como gneises cuarzo-feldespáticos, gneises migmatíticos y grafíticos, granitos de anatexia (ortogneises), mármoles con diópsido y/o forsterita, rocas de silicatos cálcicos y ortoanfibolitas con metamorfismo de grado medio a alto; pero también metavolcanitas ácidas, filitas y metabasitas con bajo grado.

La edad de todos estos materiales se considera Precámbrico Superior.

1.3.2.1. Gneises cuarzo-feldespáticos con biotita. (PC₂ ?)

Están ampliamente representados en todo el dominio en múltiples franjas y otros afloramientos lentejonares.

Dentro de ellos existen frecuentes intercalaciones de ortoanfibolitas y rocas carbonatadas, y en menor proporción de gneises migmatíticos y grafíticos, y ortogneises; estos dos tipos de rocas últimamente citadas, se consideran como pasos laterales de los propios gneises cuarzofeldespáticos.

Se trata, por regla general, de rocas claras, de naturaleza cuarzo-feldespática, de origen volcánico; a menudo finamente bandeadas con lechos más o menos feldespáticos y/o biotíticos.

El tránsito de estas rocas a las carbonatadas se hace por medio de unos tramos con sedimentación mixta, con aportes cuarzo-feldespáticos simultáneos a la precipitación de carbonatos; estos materiales se presentan actualmente como gneises con anfíboles o con diópsido, y se han diferenciado en cartografía allí donde los afloramientos tienen suficiente entidad.

Estudio al microscopio:

— Minerales principales: Cuarzo, plagioclasa (albita-oligoclasa), feldespa-

to potásico, biotita, mica blanca y clorita. A veces, también hornblenda, actinolita, tremolita, epidota y granate.

- Minerales accesorios: Circón, esfena, apatito, turmalina y opacos; sericita, productos arcillosos, clorita, mica blanca de alteración de feldespato y biotita. Algunas muestras tienen actinolita-tremolita y epidota en fracturillas.
- Las texturas dominantes son granoblásticas a granolepidoblásticas. Existen también porfídicas originales con matriz microcristalina o vítrea y después recrystalizada.

Proceden de rocas ígneas ácidas, y en la mayor parte de los casos se especifica de riolitas; con frecuentes fenocristales de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas.

En la mayoría de las muestras se aprecia una sola esquistosidad, marcada por orientación de sericita, biotita y clorita, así como de cuarzo y plagioclasa. Algunas veces la orientación es escasa, sin apreciarse ninguna "S" clara. En otras existen dos fases de deformación: la primera con lepidoblastos de biotita y un bandeo litológico, y la segunda con suave microplegado. El grado de metamorfismo es medio, y puede llegar a alto; pero también existen muestras en el que es bajo y las muestras están clasificadas como metariolitas (CV-1038 y CV-1057).

No se conoce el muro ni el techo de esta formación; no obstante la potencia de los materiales visibles se estima en unos 500 metros.

1.3.2.2. Ortoanfibilitas, gneises anfibólicos y con piroxeno rómbico. (PC₂ ξ A).

Afloran irregularmente en diversos puntos, sobre todo al E de Aroche hasta el límite de Hoja; también en varios afloramientos pequeños dentro de la gran masa intrusiva del N y O del pueblo.

Son rocas oscuras de tonalidades verdosas, grano fino a medio, esquistosas, y a veces bandeadas. Proceden de rocas ígneas básicas, fundamentalmente volcánicas pero también de antiguas intrusivas tipo gabros. Estas últimas son gneises anfibólicos, aunque no de forma exclusiva, y corresponden al afloramiento situado 4-5 km. al E de Aroche, y al N de la Rivera de Chanza.

Estas rocas se ponen en contacto con todo tipo de materiales representados en este subdominio, pero aparecen en relación más estrecha con los tramos de gneises más biotíticos y con rocas de silicatos cálcicos. Así, llegan a mezclarse tanto con estos últimos que a veces es imposible separarlos. Además, existen rocas clasificadas como gneises diopsídicos que son rocas ígneas básicas en origen, muchas veces con aporte de carbonatos y después metamorfozadas en grado medio a alto.

Como ya se ha dicho, los afloramientos son múltiples, por lo general de escasa potencia, a veces imposible de representar, pero los más importantes llegan a tener 800 m. de potencia.

La edad atribuida a estos materiales es Precámbrico Superior.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Hornblenda verde-marrón, plagioclasa (oligoclasa-andesina-labradorita), y con frecuencia, actinolita-termolita.
- Minerales accesorios: Apatito, opacos, cuarzo, esfena, y a veces biotita-clorita o feldespato potásico.
- Minerales secundarios: Clorita, sericita y óxidos.
- La textura es granoblástica poligonal o granonematoblástica, con bandeo litológico frecuente.

Se aprecia una "S" reconocible por una bandeo litológico con diferentes concentraciones de piroxeno, plagioclasa y anfíbol. A veces se aprecia una segunda, espaciada, que desarrolla perfectamente anfíbol de baja temperatura. Existen muestras con escapolita en agregados fibroso-radiales o masas tabulares que cortan la esquistosidad. El grado de metamorfismo es medio a alto.

Estas rocas son clasificadas como anfibolitas y gneises anfibólicos, y proceden de rocas ígneas básicas. Los gneises anfibólicos llevan también diópsido y algo de cuarzo como componentes principales.

Existen muestras, también procedentes de rocas básicas, con piroxeno rómbico. Son rocas más granulares, en las que la orientación tectónica es poco manifiesta o no reconocible, y el grado de metamorfismo se cita como alto o muy alto. Se clasifican como gneises con piroxeno rómbico (granulitas).

1.3.2.3. Granito anatéctico de afinidad charnockítica (ortogneis). (PC₂¹)

Aparece en tránsito gradual con los gneises cuarzo-feldespáticos con biotita, y con los "Gneises de Fuente del Oro", siendo muchas veces imposible de diferenciar de estos últimos. Tan solo se han distinguido tres afloramientos; dos de ellos al O de Aroche, junto a la fractura "Ficalho-Almonaster", y el tercero al ESE, cerca del límite de la Hoja.

Se trata de una roca granítica deformada (ortogneis) que procede de la fusión de los gneises de Fuente del Oro. Es de color grisáceo, orientada, y por lo general rica en biotita.

En el campo se encuentra generalmente muy alterada y dando formas deformadas en el terreno; suele presentar disyunción en bolas.

Intercaladas dentro del ortogneis, existen a veces cuarcitas negras, idénticas a las que aparecen en los "Gneises de Fuente del Oro", pues como se ha indicado, ambos tipos de rocas pasan gradualmente entre sí; este hecho se ob-

serva mejor en la Hoja de Aracena. En la presente, los afloramientos de ambos materiales son mucho más pequeños, pero se observa con frecuencia pequeñas zonas de ortogneis dentro de los "Gneises de Fuente del Oro" y viceversa, aunque estas diferenciaciones no se pueden representar a esta escala. También existen lentejones marmóreos, hecho observable en los afloramientos que hay al O de Aroche.

La potencia del ortogneis varía lateralmente y está condicionada por el metamorfismo; se estima como máximo en 300 metros.

La edad atribuible es, al igual que los otros materiales de este dominio, Precámbrico Superior.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, plagioclasa (albita-oligoclasa), feldespato potásico, biotita y ocasionalmente hornblenda.
- Minerales accesorios: Apatito, circón, esfena y moscovita.
- Minerales secundarios: Productos arcillosos de alteración de feldespatos, y epidota.
- La textura es gneísica con reorientación mecánica de plagioclasa, anfíbol y biotita; existencia de algunos porfirocristales de feldespato potásico, plagioclasa y más raros de cuarzo. Existen fenómenos de granulación y recrystalización.

Estos gneises se consideran ortoderivados, a partir de rocas de composición granítica a cuarzo-diorítica. En una muestra se aprecia una "S" marcada por alargamiento granoblástico del cuarzo y concentración mecánica de las micas; en otras solo hay efectos de deformación cristalina.

1.3.2.4. "Gneises de Fuente del Oro". (PC₂ ξ)

Esta denominación es la empleada por BARD, J. P. (1.969) en la vecina Hoja de Aracena, para designar a unos gneises migmatítico-grafitosos con cuarcitas negras.

Afloran en el límite E del plano, sobre todo junto a la terminación oriental del intrusivo granítico-diorítico del N de Aroche; incluso como enclave dentro del intrusivo.

Estas rocas pasan en tránsito gradual a los gneises cuarzo-feldespáticos con biotita y al ortogneis; aunque con este último no se pueda diferenciar en cartografía, englobándose como uno u otro según predominen. La diferencia entre estas rocas y el ortogneis consiste en el grado de fusión alcanzada, lo que depende del metamorfismo, pero también de la naturaleza de la roca original; más detrítica y grafitosa en estas rocas que en el ortogneis, y posiblemente represente los episodios finales más finos de una secuencia volcano-se-

dentaria, con notable influencia en el depósito de materia orgánica, difícil de fundir, pero que pasa a grafito por el metamorfismo.

Dentro de este apartado podemos distinguir dos variedades litológicas.

1.3.2.4. a. *Gneises migmatítico-grafitosos con cordierita*

Son rocas de color gris oscuro a negro, grano fino, con frecuencia bandeadas y bastante esquistosas.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, principal componente; biotita, feldespato potásico, cordierita (en algunas muestras); opacos (grafito y magnetita).
- Minerales accesorios: Apatito, y localmente plagioclasas. También, biotita, moscovita y óxidos; la mayoría de las veces como secundarios.
- La textura es granolepidoblástica.

Proceden de material sedimentario pelítico y/o silíceo con feldespatos minoritarios.

Se aprecian dos fases de deformación; la primera más manifiesta con disposición lepidoblástica de biotita, y la segunda deforma a la anterior, con otra esquistosidad más espaciada.

El grado de metamorfismo es alto, aunque en algunas muestras es difícil de evaluar, y otras con texturas migmatíticas, marcan el tránsito a granitos de anatexia. (Hecho observable en la Hoja de Aracena).

1.3.2.4. b. *Cuarcitas negras*

Rocas oscuras, de grano fino, a veces bandeadas según el contenido en opacos, fractura concoidea, y localmente con filoncillos de cuarzo.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, opacos y algunas veces feldespatos totalmente sericitizados.
- Minerales accesorios: Biotita, moscovita, feldespato potásico, circón, turmalina y apatito.
- Minerales secundarios: Sericita, clorita y minerales arcillosos.
- La textura es granoblástica o lepidoblástica.

La roca original es cuarcita impura, en la que la abundancia de niveles de apatito habría que relacionarla con niveles en origen fosfatados.

El grado de metamorfismo no se puede indicar, al menos es zona de biotita; pero compatible con grados más altos.

Como indicamos al comienzo, estos materiales representan un episodio más detrítico dentro de los gneises cuarzo-feldespáticos, y su potencia oscila entre 0 y 200 metros.

1.3.2.5. Rocas de silicatos cálcicos. (PC₂ K C_x)

Afloran irregularmente por todo este subdominio, pero el afloramiento principal tiene lugar desde Aroche hasta el límite E de la Hoja, al S de la Carretera Nacional Sevilla a Lisboa. Se sitúan en contacto con los mármoles o entre ellos, y como intercalaciones en los gneises cuarzo-feldespáticos. También aparecen en contacto con ortoanfibolitas, y como se dijo al hablar de éstas, llegan a mezclarse íntimamente hasta el punto de ser imposible su separación.

Se trata de rocas de color verde oscuro con tonos más claros, a veces grisáceos, de grano fino, masivas, y en ocasiones con un bandeo definido por la mayor o menor abundancia de minerales ferromagnesianos. Estos materiales se interpretan como rocas mezcla, con aportes volcanogénicos simultáneos a la precipitación de carbonatos. Los aportes volcánicos son en gran mayoría ácidos, pero también básicos.

Al microscopio estas rocas son clasificadas como gneises diopsídicos y/o anfibólicos, pero también eran dadas como tales algunas muestras ígneas básicas e incluso dioritas metamorfizadas, que llegaban a tener diópsido por el metamorfismo; solo se incluyen aquí aquéllas que en origen tuvieron depósitos (niveles) de carbonatos.

En los afloramientos del NE de Aroche se alcanzan potencias de unos 500 metros.

Petrológicamente dan dos grupos de rocas:

Gneises diopsídicos-diopsiditas.

Gneises con ortopiroxeno.

13.2.5. a. *Gneises diopsídicos*

Son rocas granulares a veces con bandeo más o menos marcado, de grano medio, y color oscuro, sobre todo verdoso.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, plagioclasa (albita-oligoclasa-andesina), diópsido (a veces como principal componente, hasta el 80 % de la roca (diopsiditas)), hornblenda, actinolita-tremolita.

- Minerales accesorios: Apatito, circón, opacos; a veces biotita-clorita y anfíbol fibroso.
- Minerales secundarios: Sericita, clorita, epidota, anfíbol fibroso, productos arcillosos, calcita, etc.
- La textura es granoblástica con tendencia poligonal.

Las rocas originales son, como más posibles, volcánicas ácidas con aportes carbonatados y calizo-dolomias con impurezas de rocas ácidas y básicas de tipo piroclástico.

Por lo general se observa una "S" marcada por bandeo litológico con distintas proporciones de minerales y alargamiento u orientación de cristales de piroxeno, disposición de opacos, etc.

El grado de metamorfismo es medio a alto.

1.3.2.5. b. *Gneises con ortopiroxeno*

Se trata de unas rocas esquistosas, granulares y bandeadas, de colores grisáceos o verdosos.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Plagioclasas (andesina-labradorita), cuarzo, piroxeno rómbico, diópsido y hornblenda.
- Minerales accesorios: Opacos, y en algunas, apatito y rutilo.
- Minerales secundarios: Clorita, biotita y anfíbol fibroso.
- La textura es granoblástica poligonal, inequigranular; las maclas de las plagioclasas y los planos de exfoliación de los piroxenos están doblados.

Las rocas de que proceden son básicas (y posibles detríticas tipo grauvas) con aportes de carbonatos.

Aunque la orientación de estas rocas no es muy marcada, presentan una foliación o esquistosidad más o menos neta por alargamiento de minerales y alternancias de niveles con distintas cantidades de piroxenos-hornblenda y plagioclasa-cuarzo.

El grado de metamorfismo es alto a muy bajo.

1.3.2.6. **Mármoles con diópsido y/o forsterita.** ($PC_2-\Delta C$)

Afloran en gran parte de este subdominio, bien en forma de bandas con direcciones regional o en lentejones más o menos grandes, que a grandes rasgos adoptan también una disposición bandeada. La más importante se extien-

de desde unos 3 km. al O de Aroche hasta 5 km. al SE, con anchura media de 1 km.

Son de colores blancos o grises, apreciándose cristales de minerales ferromagnesianos. Aparecen intercalados entre los gneises cuarzo-feldespáticos, ortogneises, y localmente entre ortoanfibolitas; también en los "Gneises de Fuente del Oro", pero en afloramientos reducidos y por lo general transformados en rocas de silicatos cálcicos; este proceso ocurre con bastante frecuencia en los mármoles; sobre todo en el contacto con otros materiales y cuando son lentejones finos, apareciendo minerales tales como: diópsido, epidota, actinolita-tremolita, escapolita, etc. Estos pueden interpretarse invocando fenómenos de metasomatismo con liberación de CO_2 durante el metamorfismo, mecanismo que se ha evidenciado en algunos estudios de láminas delgadas.

Estos mármoles dan formas positivas en la topografía. Se forman por precipitación química en la cuenca, e indican un período de relativa calma en la emisión de productos volcánicos, aunque dichos procesos llegan a ser simultáneos, con formación de calizas impuras (las más favorables para dar después rocas de silicatos cálcicos).

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Calcita, y variables según las muestras, cuarzo, diópsido, forsterita, granate y feldespato.
- Minerales accesorios: Apatito, opacos, esfena y biotita.
- Minerales secundarios: Clorita, óxidos, epidota, sericita, serpentina, etc. y calcita que rellena fracturas.
- La textura es granoblástica.

La roca original es calizo-dolomía con impurezas (algo de cuarzo y feldespatos, posiblemente volcano-sedimentarios). Por lo general, no se aprecia en estas rocas, a escala de la muestra o en la lámina, ninguna estructura de deformación, dada la textura de estas rocas. A veces se aprecia una fase por el alargamiento sinquistoso del carbonato. El grado de metamorfismo es medio a alto, aunque en algunas muestras es difícil de precisar.

Las rocas aquí agrupadas son clasificadas como mármoles con diópsido (en paso a gneises diopsídicos), con forsterita y flogopita, y mármoles tremolíticos ocasionalmente.

Estos niveles son lentejonares y sus potencias oscilan entre 0 y 500 m.

1.4. DOMINIO MERIDIONAL

Ocupa la mitad meridional de la Hoja y está limitado al N siempre por fractura; en la mitad occidental la falla "Ficalho-Almonaster", y en la oriental

otra importante fractura sellada por intrusivos (gabros y dioritas). El límite S, fuera de la zona de estudio, es la Faja Pirítica.

Este dominio está representado por cuatro formaciones:

- Formación Acebuches.
- Formación "Pulo do Lobo".
- Formación "Ribeira de Limas".
- Formación "Santa Irlá".

1.4.1. FORMACION ACEBUCHES

Constituida por ortoanfibolitas toleíticas de grano grueso, de grano fino y esquistos verdes.

Estos tres tipos de materiales pertenecen a una misma secuencia de volcanismo básico, variando en el tamaño de grano y en el grado de metamorfismo alcanzado.

1.4.1.1. Ortoanfibolitas toleíticas de grano grueso. (S—D ξ A₁)

Afloran en banda de hasta 500 m. de anchura, al sur de la fractura que separa este dominio del Dominio Central, la cual está cicatrizada en parte por rocas ígneas (este hecho se observa mejor en la Hoja de Aracena). El tránsito a las de grano fino es gradual, por lo que el contacto entre ellas es siempre aproximado.

Son rocas de color verde oscuro, con lechos más claros, tamaño de grano medio a grueso, bien esquistosadas, y con bandeado frecuente en el que alternan lechos de anfíbol y plagioclasas. A simple vista se pueden distinguir cristales de feldespatos y anfíboles.

El contacto norte, por fracturas, las pone en contacto con diversos materiales del Dominio Central; así como gneises cuarzo-feldespáticos, gneises migmatíticos-grafíticos, mármoles o rocas de silicatos cálcicos.

La potencia, algo variable según los puntos, se estima en 300 m.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Hornblenda verde-marrón y plagioclasas (oligoclasa-andesina-labradorita). A veces también diópsido, y ocasionalmente cuarzo.
- Minerales accesorios: Esfena, apatito, opacos, tremolita-actinolita, cuarzo.
- Minerales secundarios: Sericita y productos arcillosos de las plagioclasas, clorita, actinolita-tremolita, epidota, cuarzo, óxidos, muchos de ellos en rellenos de fracturillas.

- La textura dominante es granonematoblástica.

La roca original es ígnea básica.

Se aprecia una sola esquistosidad, con disposición orientada de anfíbol y bandeo con distintas proporciones de plagioclasa y anfíbol-piroxeno. El grado de metamorfismo es medio, con tendencias a alto.

Respecto a la edad hay que indicar que estas anfibolitas aparecen a muro del "Pulo do Lobo", al cual se le ha asignado una edad Silúrico-Devónico. No teniendo datos paleontológicos, ni dataciones absolutas en que apoyarse, se le asigna a estos materiales una edad también Silúrico-Devónico, aunque no descartamos que alcancen a términos más bajos.

1.4.1.2. Ortoanfibolitas toleíticas de grano fino. (S-D & A₂)

Aparecen en tránsito gradual sobre los materiales anteriores, aflorando siempre juntos, (las de grano fino al S) formando parte de la misma secuencia. El tamaño de grano diferente entre unas y otras, se piensa que es efecto de la distinta recrystalización metamórfica, pero posiblemente era ya una diferencia en origen. Aparte de esto, las de grano fino muestran mejor la esquistosidad y un bandeo más acusado.

Estos materiales pasan en tránsito gradual a la Formación "Pulo do Lobo", lo que supone un cambio gradual en la sedimentación de un episodio volcánico (Formación Acebuches) a otro eminentemente sedimentario (Formación "Pulo do Lobo"), existiendo niveles mezcla.

Al E de la Hoja puede apreciarse la presencia de filitas y cuarcitas del "Pulo do Lobo" al N de la fractura "Ficalho-Almonaster", entre anfibolitas de grano fino, y cuya relación es por pliegue de Fase II.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Plagioclasas (oligoclasa-andesina), hornblenda verde-marrón, cuarzo, y tremolita-actinolita.
- Minerales accesorios: Opacos, apatito, esfena y a veces cuarzo y actinolita-tremolita.
- Minerales secundarios: Sericita y productos arcillosos de alteración de las plagioclasas, epidota, clorita y óxidos.
- La textura es granonematoblástica o granoblástica, con tendencia a nematoblástica.

La roca original es volcánica básica, que a veces es piroclástica con mezcla de cuarzo detrítico.

Se aprecian una o dos fases de deformación, según las muestras; la primera con disposición nematoblástica de anfíbol, así como un bandeo compo-

cional; la segunda produce un microplegado que a veces llega a reorientar los anfíboles.

El grado de metamorfismo es bajo y/o medio.

No se conoce el muro de esta Formación, no obstante la potencia de los materiales aflorantes es como mínimo de unos 500 m.

La edad atribuida es Silúrico-Devónico Superior.

1.4.1.3. Ortoanfibilitas (esquistos verdes). (S-D ξ A₃)

Afloran al S de la fractura "Ficalho-Almonaster", dentro de la Formación "Pulo do Lobo", en una banda única que se corresponde con el núcleo de una antiforma de Fase III que ocupa la Rivera de Ciries, contactando mecánicamente con el Ortogneis de Gil Márquez al E, y hasta las proximidades del stock granítico de Las Peñas al O.

Son rocas esquistosas, a veces bandeadas, de grano fino y color verdoso, con algunos niveles leucocráticos. A veces son rocas masivas, bien estratificadas, incluso con textura ofítica. Suelen dar relieves deprimidos, y a veces se alteran en bolos.

Los bancos masivos se sitúan en la base, con neto carácter volcánico; después alternan esquistos cloríticos y filitas, siendo estos los tramos mejor representados; al techo y en tránsito gradual, filitas y cuarcitas micáceas con abundantes cuarzos de exudación, que nosotros situamos ya en la Formación "Pulo do Lobo".

Estas rocas ocupan la misma posición respecto al "Pulo do Lobo" que las anfibilitas de Acebuches, y en ambos casos el tránsito es gradual; existen pues argumentos para relacionar estas rocas entre sí.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Anfíbol (tremolita-actinolita), cuarzo, epidota, plagioclasa (albita-oligoclasa), clorita y óxidos.
- Minerales accesorios: Esfena, opacos, y a veces carbonatos.
- Minerales secundarios: Sericita y epidota en fracturas.
- La textura es granonematoblástica.

La roca original es volcánica básica, con algunos fenocristales de anfíbol y plagioclasa.

Llegan a verse dos fases de deformación, con orientación de anfíbol, de las cuales a veces la segunda es más manifiesta. En bastantes muestras se observa una tercera por suaves ondulaciones o microplegues.

El grado de metamorfismo es bajo, facies esquistos verdes, y las muestras son clasificadas como anfibilitas (metabasitas o esquistos verdes).

La potencia es difícil de precisar, pues no se conoce el muro, pero se estima superior a 400 m.

La edad no se conoce con exactitud, por la ausencia de fósiles, pero por su posición relativa a otras series datadas se considera Silúrico-Devónico, como más probable.

1.4.2. FORMACION "PULO DO LOBO". (S-D₃) (S-D₃ q)

Tradicionalmente se le ha venido a llamar así a todos los materiales que aparecen al S de la Formación Acebuches, pero más concretamente de la fractura "Ficalho-Almonaster", y al N de la Faja Pirítica. Actualmente se diferencian tres formaciones, con pasos graduales entre ellas, reservando el nombre antiguo estrictamente para la formación inferior.

En tránsito gradual y por encima de las ortoanfibolitas (esquistos verdes) aparecen varias bandas de la Formación "Pulo do Lobo". Presentan distinta potencia cartográfica debido al plegamiento y a continuos cambios de facies.

Se caracteriza por la alternancia, en la parte basal de la serie, de esquistos sericíticos y esquistos cuarcíticos de colores grisáceos, con cuarzos de exudación replegados, con intercalaciones de esquistos cloríticos y/o metabasitas en lechos de 0,2 a 1 m. de espesor. Se estima una potencia de 250-300 m.

Hacia la mitad de la serie existe un paquete de unos 100 m. muy homogéneo y rítmico, de esquistos cuarcíticos y esquistos sericíticos alternantes, con cuarzo de exudación.

Por encima alternan entre sí esquistos cuarcíticos y sericíticos con esquistos grauváquicos y grauvacas cuarzosas en un paquete de unos 35 m. Es claramente la transición a la formación superior.

En los afloramientos de esta formación, situados en el borde norte de este dominio, entre ortoanfibolitas toleíticas finas, aparecen unas barras de cuarcitas claras, muy masivas, que sobrepasan los 60 m. de potencia. Este hecho no está representado al sur, y puede ser, debido a que las condiciones ambientales fueran diferentes. Al norte estaríamos en una situación próxima a costas en las que la sedimentación sería más detrítica. Al sur, en posición más alejada del continente, se depositarían materiales más pelíticos.

Desde el punto de vista petrológico, y dentro de esta formación, podemos distinguir tres tipos de rocas: filitas, cuarcitas micáceas y corneanas.

1.4.2. a. Filitas

Son rocas esquistosas de color gris a gris oscuro, grano fino y se intercalan finos niveles de areniscas microplegados.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, mica blanca, clorita y óxidos.
- Minerales accesorios: Feldespatos, circón, opacos y turmalina.
- La textura es lepidoblástica.

La roca original era un sedimento lutítico rico en cuarzo, potasio y aluminio.

Existen tres fases de deformación. La primera es sinéctica con cuarzo-clorita-mica blanca. La segunda origina micropliegues con una esquistosidad de fractura espaciada con reorientación mecánica de mica blanca. La tercera origina pliegues muy suaves con una esquistosidad local materializada por superficies con opacos.

El grado de metamorfismo es de bajo a muy bajo, asociación cuarzo-mica blanca-clorita.

1.4.2. b. Cuarcitas micáceas

Son rocas que presentan una alternancia de lechos cuarcíticos y pelíticos de colores grisáceos con tonalidades pardo rojizas debido a la presencia de óxidos.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, moscovita, clorita, biotita y óxidos.
- Minerales accesorios: Turmalina, circón, esfena y opacos.
- La textura es granolepidoblástica.

La roca original era detrítica con tamaño de grano menor de 2 mm. y de composición cuarzo-arenítica.

Hay tres fases de deformación. La primera fase se pone de manifiesto por la presencia de algunos filosilicatos. La segunda fase presenta micropliegues centimétricos que pliegan las superficies previas.

El grado de metamorfismo es bajo, con la asociación cuarzo-moscovita-biotita-clorita.

1.4.2. c. Corneanas

Están constituidas por esquistos filíticos y cuarcíticos con porfiroclastos de andalucita.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, moscovita, biotita, clorita, andalucita, cordierita y opacos.

- Minerales secundarios: Circón, turmalina, feldespatos potásico y opacos.
- La textura es granolepidoblástica con porfiroblastos de andalucita.

La roca original era un sedimento pelítico con niveles cuarzoareniscos, rico en potasio y aluminio.

Al microscopio se han observado en estas rocas dos fases de deformación. La primera sinésquistosa con cuarzo-moscovita. La segunda es un suave microplegado de la esquistosidad anterior y produce a su vez una esquistosidad que llega a ser la más manifiesta de la roca.

Existe una blastesis estática con cristalización de andalucita, cordierita (a veces), biotita y moscovita, relacionada con intrusiones ígneas que pueden no aflorar.

El grado de metamorfismo regional es bajo, con la asociación cuarzo-moscovita.

La potencia total de la serie se estima en unos 400 m., aunque puede disminuir por causa de cambios laterales de facies.

Respecto a la edad hay que tener en cuenta los siguientes hechos:

- a) No se ha encontrado ningún resto fósil que permita datar dicha serie.
- b) Los autores anteriores en el estudio de esta zona agruparon las formaciones "Pulo do Lobo", "Ribeira de Limas" y "Santa Iria" dentro de una sola formación, o bien, hacían diferenciaciones difícilmente correlacionables con las presentes.
- c) La estratigrafía aquí definida concuerda perfectamente con la definida por CARVALHO, D. et al. (1.976) en la zona de Ficalho.
- d) El tránsito de esta formación a la Formación "Ribeira de Limas" es gradual; esta última es correlacionada por CARVALHO, D. et al., al complejo volcano-sedimentario de Huelva y cuya edad es Devónico Superior-Carbonífero Inferior.
- e) En este trabajo se han encontrado dentro de la Formación "Ribeira de Limas" fósiles atribuidos al Devónico Superior-Carbonífero Inferior, lo que confirma las ideas de los geólogos portugueses y nos permite, por otra parte, datar el techo del "Pulo do Lobo" como Devónico Superior.

1.4.3. FORMACION "RIBEIRA DE LIMAS". (D_3-H^A)

Aflora en varias bandas, como consecuencia de un plegamiento tardío, que se extiende a lo largo de la Hoja siguiendo unas directrices N 100-130 E.

Se caracteriza por una alternancia de grauvacas cuarzosas y esquistos grauváquicos, apareciendo niveles de pizarras hacia el techo. Esta formación

presenta hacia la base un potente paquete de unos 250-300 m. de grauvacas cuarzosas amarillentas y, esquistos grauváquicos de colores variados (verdes violáceos, ...) alternantes; encima aparece una alternancia de grauvacas cuarzosas amarillas y violáceas con niveles centimétricos de pizarras oscuras y paquetes de cuarcitas de espesores centimétricos, con una potencia que oscila entre los 40 y 50 m., a techo de la formación hay de 70 a 90 m. de grauvacas cuarzosas, grauvacas, esquistos y pizarras versicolores alternantes. La potencia total de la formación la estimamos superior a los 400 m. Hay intercalaciones finas (centimétricas) de metavolcanitas ácidas.

Estos materiales presentan estructuras sedimentarias del tipo estratificaciones gradada y cruzada; se han observado en puntos muy localizados, dada la intensa deformación existente en el área de estudio.

El paso entre materiales de las formaciones "Pulo do Lobo" y "Santa Iria" es eminentemente gradual, lo cual dificulta a la hora de separar entre una formación y otra.

La edad de estos materiales corresponde al Devónico Superior-Carbonífero Inferior, debido al hallazgo de un posible "Archaeocalamites" al que se le asigna dicha edad.

Dentro de esta formación distinguimos dos variedades litológicas: filitas cuarzosas y metaarenitas.

1.4.3. a. Filitas cuarzosas

El reconocimiento de visu de estas rocas nos muestra unas pizarras con intercalaciones de esquistos cuarcíticos. Presentan un color marrón claro.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, moscovita, biotita, clorita y óxidos.
- Minerales accesorios: Turmalina, opacos y circón.
- La textura es granolepidoblástica. En los lechos cuarcíticos del cuarzo aún conserva parte de su carácter detrítico.

Se observan tres fases de deformación. La primera con una esquistosidad subparalela a la estratificación y blastesis de cuarzo-moscovita-biotita. La segunda fase da lugar a una esquistosidad espaciada oblicua a la anterior y a la estratificación, con presencia de óxidos; produce una reorientación y conlleva una recrystalización de la sericita y migración diferencial del cuarzo con inicio de un bandeado tectónico (tectonic banding). La tercera fase se pone de manifiesto por un suave micro-plegado.

El grado de metamorfismo es bajo; asociación cuarzo-moscovita. Hay unas biotitas de tonalidades más rojizas posteriores a la segunda fase y anteriores al microplegado que produce la Fase III, y que podrían ser de metamor-

fismo de contacto. Este hecho se produce cerca del stock granítico de Las Peñas.

1.4.3. b. **Metaarenitas**

Son rocas detríticas , cuarcíticas de grano medio de color marrón-verdoso y matriz abundante.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, moscovita, clorita, biotita y óxidos.
- Minerales accesorios: Circón, turmalina, feldespatos, esfena, opacos y biotita.
- La textura es granoblástica, con evidencias de la textura original de la roca.

Se observan en la roca dos esquistosidades materializadas por óxidos y/o moscovita, ambas espaciadas. Una fase posterior de micropliegues locales.

El grado de metamorfismo es bajo; asociación cuarzo-moscovita-clorita.

1.4.4. FORMACION "SANTA IRIA". (H^A)

Está representada en varias bandas que ocupan sinformas tardías y separada, por contacto gradual, de la Formación "Ribeira de Limas".

Se caracteriza fundamentalmente por presentar una alternancia rítmica de pizarras y grauvacas de características turbidíticas similares al Culm de la Faja Pirítica.

En suma, la formación la constituyen una alternancia de grauvacas verdes-amarillentas y pizarras gris-negruzcas, con pequeños niveles de grauvacas cuarzosas hacia la base. A techo aparecen unas alternancias de grauvacas verdes-amarillentas, en bancos de 15-40 cm., y pizarras oscuras en bancos de 5-15 cm. Hay que notar la presencia de pequeños niveles de volcanitas ácidas intercaladas sin representación cartográfica.

Aunque no se conoce el techo de la formación hay que pensar en una potencia superior a 400 m.

La sedimentación de estos materiales tiene lugar en unas condiciones de inestabilidad tectónica importantes; son depósitos de tipo turbidítico como lo demuestran las características litológicas (alternancia de pizarras y grauvacas) y las estructuras sedimentarias (estratificaciones gradada y cruzada).

La edad de estos materiales se establece por correlación con formaciones similares y a su vez por posición estratigráfica respecto de la formación de "Ribeira de Limas"; corresponden al Carbonífero Inferior, probables Tournai-

sense-Dinantiense. Algunos autores han encontrado en las grauvacas crinoides y restos de plantas, que corroboran esta edad.

Dentro de esta formación se han distinguido al microscopio cuatro tipos de rocas: filitas, cuarcitas micáceas, metaarenitas y riolitas.

1.4.4. a. Filitas

Roca foliada de grano fino y color gris.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, sericita, clorita y plagioclasa.
- Minerales accesorios: Circón, opacos y esfena.
- La textura es lepidoblástica con marcada orientación de los filisilicatos.

Hay dos fases de deformación observable. La primera esquistosidad va acompañada de una blastesis clorita-sericita. La segunda fase origina una esquistosidad más manifiesta que la anterior y produce una reorientación y ligera recrystalización de la sericita.

El grado de metamorfismo es bajo; asociación sericita-clorita (cuarzo-plagioclasa).

1.4.4. b. Cuarcitas micáceas

Son rocas detríticas, cuarcíticas, matriz abundante, esquistosadas y color marrón verdoso.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, moscovita, clorita-biotita y óxidos.
- Minerales accesorios: Turmalina, circón y opacos.
- La textura es granolepidoblástica, y hay evidencias de la textura detrítica.

Solo se reconoce una esquistosidad al microscopio, marcada por orientación de los filosilicatos.

Grado de metamorfismo bajo; asociación cuarzo-moscovita-clorita.

1.4.4. c. Metaarenitas

Constituidas por una alternancia de niveles de pizarras y metaarenitas, de colores grisáceo y marrón-amarillento respectivamente.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, mica blanca, feldespatos, clorita y óxidos.
- Minerales accesorios: Moscovita (detrítica), turmalina, circón, esfena y opacos.
- La textura es granolepidoblástica y se conservan los caracteres de la roca detrítica original.

Existen dos fases de deformación, la primera materializada por disposición lepidoblástica de sericita en los niveles pelíticos.

La segunda es un microplegado con una esquistosidad espaciada materializada por opacos y filosilicatos, el cuarzo ha recrystalizado en parte.

El grado de metamorfismo es muy bajo, casi inexistente.

1.4.4. d. Riolitas

Son rocas ácidas de naturaleza cuarzo-feldespática y presentan pequeños enclaves pizarrosos.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, feldespato potásico, plagioclase y sericita.
- Minerales accesorios: Opacos, clorita, biotita y plagioclase.
- La textura que presentan es porfídica, con fenocristales de cuarzo y feldespato, de formación posterior.

Se observan enclaves de rocas ígneas y de pizarras sericíticas (ver muestras BS-2044).

1.5. CUATERNARIO. (Q_{AL})

Está formado por depósitos aluviales y coluviales. Los aluviales están mejor representados; son arenas y gravas, y donde alcanzan más desarrollo es en la Rivera de Chanza. Los depósitos coluviales, con arcillas, limos y algunas arenas son poco importantes, y normalmente se emplean para el cultivo (suelos).

2. TECTONICA

La gran mayoría de las rocas presentes, (excepción hecha de la mayor

parte de las rocas ígneas plutónicas y el cuaternario), se encuentran afectadas por las distintas fases de la Orogenia Hercínica.

En el Dominio Meridional y dentro de la Hoja de Rosal, concretamente en grauvacas del Carbonífero, existen muestras con cantos con una esquistosidad anterior que en principio podrían corresponder a una discordancia; no obstante, en el trabajo de campo no se han encontrado ningún tipo de criterios en favor de tal discordancia. Por tanto, a todos los materiales representados cuyas edades oscilan entre el Precámbrico Superior y el Carbonífero se consideran afectados por la misma Orogenia Hercínica; si bien en determinadas formaciones puede haber una o varias fases peor representadas. Los cantos en cuestión se consideran debidos a la erosión en zonas donde la primera fase tuvo un desarrollo más precoz.

2.1. OROGENIA HERCINICA

Se han distinguido varias fases de deformación.

2.1.1. Fase I

Produce pliegues tumbados isoclinales, extraordinariamente apretados, con vergencia S-SO y acompañados de una esquistosidad de flujo muy penetrativa, coincidente en su mayor parte con la estratificación, excepto localmente en zonas de charnela. Como consecuencia de esta fase se producen frecuentes transposiciones de "So" visibles al microscopio como restos de charnelillas; sobre todo en materiales con niveles filíticos y cuarcíticos.

Esta fase es sincrónica con el metamorfismo regional.

Los ejes de estos pliegues varían según las zonas, pues están afectados por todas las fases siguientes.

En la Hoja de Aracena se muestran diagramas de polos de estratificación y esquistosidad de Fase I dentro del Dominio Central; resultan máximos coincidentes para ambas superficies, lo que confirma que se trata de pliegues isoclinales.

A gran escala, esta fase produce pliegues cuyo flanco invertido está roto, produciéndose traslaciones en forma de despegues que han podido ser muy importantes. APALATEGUI, O. (1.979) considera el Macizo de Aracena como una unidad alóctona, traída a su posición actual por un gran pliegue-falla de este tipo.

Estas fracturas, paralelas a las capas y plegadas por las fases posteriores, son difíciles de ver, deduciéndose algunas de ellas por cartografía. Hay que señalar que fracturas importantes y patentes en el campo, tales como "Beja-Valdelarco", "Ficalho-Almonaster", y la que limita los dominios Central y Meridional al SE del plano, pueden haber sido fracturas de este tipo en un

principio, y rejugar en las fases siguientes, incluso de distinta forma.

2.1.2. Fase II

Da lugar a pliegues volcados, e incluso tumbados, que producen una esquistosidad de fractura bastante penetrativa. En gran parte corresponden a pliegues similares, con engrosamiento en zonas de charnela y adelgazamiento en los flancos.

La dirección de los ejes de estos pliegues varía localmente, y sobre todo según dominios. Así, en el Dominio Meridional sobre todo en las formaciones "Pulo do Lobo", "Ribeira de Limas" y "Santa Iría", tienen dirección regional, aproximadamente coaxiales a las fases I y III. Produce transposiciones de "So" y "S₁", y su esquistosidad se observa suavemente plegada por la Fase III.

En el Dominio Central y en la Unidad de "El Cubito", la dirección axial de estos pliegues es con gran frecuencia entre N 20° E y N 50° E, posiblemente por efectos de las fallas de desgarre, tanto en dirección regional como transversales a las estructuras.

La vergencia es al S y al O-NO, según las zonas.

2.1.3. Fase III

Es la responsable de las mayores estructuras que se observan en esta Hoja. Produce pliegues de geometría cilíndrica y plano axial subvertical, aunque muchas veces estos pliegues muestran cierta tendencia a similares, se disponen algo volcados, y con frecuencia fallados por el flanco invertido. Producen una esquistosidad de fractura muy espaciada (0,5 a 1 cm. generalmente), que es plano axial de dichos pliegues.

En ocasiones, estos pliegues tienen tendencia "chevron", con charnelas muy poco desarrolladas equivalentes a zonas de fractura que cambian bruscamente el buzamiento de las capas.

Donde mejor se observan es en el Dominio Meridional, cuyas estructuras regionales vienen marcadas por pliegues de esta fase; como el gran anticlinorio de la Rivera de Curies, que condiciona la aparición de metabasitas correlacionables con aquéllas de la Formación "Acebuches" en medio de la Formación "Pulo do Lobo".

En el Dominio Central también están representados; así, el límite E del intrusivo de Aroche parece ocupar una zona de charnela anticlinal de esta fase. Existen otras hacia el SO, de las cuales una de ellas en forma de sinclinal, corresponde a la franja de mármoles que se extiende desde el O al SE de Aroche. La dirección varía entre N 110° E y E-W.

En la Hoja de Aracena, se considera de esta fase la Antiforma de Fuenteherdos-La Umbria, que es la mayor estructura de toda la región.

2.1.4. Fase IV

Además de los pertenecientes a las fases ya descritas, existen otros pliegues más someros, con ejes que varían entre N 30° E y N 30° O, predominantemente N-S. Son de geometría cilíndrica; a veces también como pliegues "chevron" o "kink". Tienen el plano axial vertical, aunque a veces, sobre todo los no cilíndricos, muestran vergencia predominantemente hacia el O y son producidos por cizalla. Acompañando a estos pliegues existe una fracturación espaciada que no se puede referir propiamente como esquistosidad, sino más bien como "close jointing".

La repercusión cartográfica de estos pliegues es escasa a la escala de este trabajo; no obstante, existen zonas concretas donde alcanzan mayor desarrollo, como es en la zona central del límite E del plano, al S de el Alto de Tabaca. Además, parecen causar los cabeceos que se aprecian en los ejes de fases anteriores, al menos de forma parcial.

2.1.5. Otros pliegues

Como se ha indicado, los pliegues de Fase IV son a veces de geometría "kink", de dirección aproximada N-S; también la Fase III localmente producía pliegues con tendencia a este tipo de geometría. Por otra parte, existen auténticos pliegues "kink" correspondientes a las fases más tardías de los esfuerzos compresivos; tienen dirección aproximada E-W y posiblemente existan varios lotes conjugados. Donde mejor se desarrollan es en el Dominio Septentrional, Unidad de "El Cubito", y en los materiales detríticos del Dominio Meridional.

2.1.6. Fracturas

Existen dos sistemas de fracturas más importantes:

1. Con dirección regional.
2. Transversales a las estructuras.

Las primeras son las más antiguas, tienen direcciones E-O a NO-SE, y se encuentran afectadas por las transversales. En muchos casos se trata de fracturas plegadas, que al tener direcciones casi coincidentes con las capas son difíciles de detectar. Pueden corresponder a fallas de compresión ligadas al plegamiento (cabalgamientos y/o pliegues fallas), o bien fallas distensivas de la mis-

ma dirección relacionadas a los períodos distensivos subsiguientes. Ambos tipos de fracturas podrían jugar en fases posteriores, a la vez que eran plegadas, incluso jugar de distinta forma a la original. Las fracturas más importantes de la región ("Beja-Valdelarco" y "Ficalho-Almonaster") parecen tener una historia compleja como la señalada.

Del mismo modo, los efectos mecánicos característicos de la Unidad de "El Cubito", y en parte también en la Formación "Pulo do Lobo", se interpretan como fracturas de este tipo producidas al final de la primera fase de plegamiento, ya que los cuarzós exudados que existen en ellas están plegados por la segunda fase.

Las fallas transversales se disponen en dos lotes conjugados, con direcciones NE-SO y NNO-SSE, aunque mucho más desarrolladas las primeras; la más importante de este tipo representada en el plano es la que pasa por la aldea de El Hurón. Los pórfidos graníticos intruyen a favor de estas fracturas dentro del intrusivo de Aroche. Son fallas de desgarre producidas por cizalla con desplazamientos que llegan a sobrepasar los 2 km., y que responden a un elipsoide de esfuerzos congruente con los últimos pliegues de dirección aproximada NO-SE. Estas fracturas son algo tardías con respecto a dichos pliegues, hecho apreciable en la Hoja de Aracena, y deben ser los causantes de los acusados cambios en dirección de los ejes de estos pliegues.

Hay que señalar que ambos tipos de fracturas, con dirección regional y transversales, pueden ser el reflejo de accidentes anteriores que afectan al zócalo en forma de zonas de debilidad, pues tanto los posibles focos volcánicos como las mineralizaciones más importantes se sitúan, con bastante frecuencia, donde se cruzan fallas importantes de estos dos tipos.

3. HISTORIA GEOLOGICA

Debido a la existencia de fracturas importantes en esta zona que impiden la correlación de forma directa, se describe este capítulo según los dominios establecidos en Estratigrafía.

3.1. DOMINIO SEPTENTRIONAL

Escasamente representado por materiales asignados al Cámbrico-Ordovícico Inferior. Son sedimentos neríticos a pelágicos que se depositan en lugares no lejos de la costa ni demasiado profundos. Por lo establecido en las Hojas vecinas de Encinasola y Aracena, a continuación se produciría un hundimiento progresivo de la cuenca, con relleno de materiales más finos durante el Ordovícico, hasta llegar a una colmatación o elevación de la misma.

3.2. UNIDAD DE "EL CUBITO"

Como se indicó en Estratigrafía, esta unidad no tiene un valor cronológico concreto, pues está definida por sus características mecánicas y englobando materiales de distinta edad (Precámbrico Superior-Silúrico).

Los materiales precámbricos son rocas volcano-sedimentarias, fundamentalmente cineritas, y rocas detríticas que pueden equivaler a volcanitas retrabajadas.

El Ordovícico está representado por rocas detríticas que denotan un ambiente de depósito tipo plataforma estable muy próxima y poco profunda. Se produciría después una colmatación o elevación de la cuenca.

El Silúrico, con filitas y cuarcitas grafitosas, corresponde a un medio reductor, más profundo, con depósitos de materia orgánica. Según lo establecido en Hojas vecinas, el tránsito Ordovícico-Silúrico se corresponde con un cambio en las condiciones de sedimentación.

La mayor parte de las características mencionadas son obtenidas de los que se suponen los mismos materiales en otros dominios, e incluso en otras Hojas, pues la Unidad de "El Cubito" se interpreta como mezcla tectónica de las rocas antes referidas, y puede representar una zona donde se han puesto en contacto, mecánicamente, materiales independientes entre sí, y quizás muy separados en su origen.

3.3. DOMINIO CENTRAL

Este dominio se ha dividido en dos subdominios; por la existencia de fracturas tanto en esta Hoja como en la de Aracena y existir fuertes diferencias, por lo general, en cuanto al metamorfismo. No obstante, las rocas representadas en uno y otro se consideran equivalentes en su origen, por lo que aquí se tratan conjuntamente.

Toda esta serie debió de depositarse en ambientes poco profundos, ya que existen abundantes horizontes carbonatados, intercalados en ella.

Se corresponden con la denominación tradicional de "Macizo de Aracena", que se ha considerado, implícitamente o en cuanto a su papel, como un geanticlinal (SCHERMERHORN, L. J. G. 1971; ALIA, M. 1963; RAMBAUD, F. 1969). Esta idea ha sido puesta en duda por APALATEGUI, O. (1979), quien sugiere que dicho macizo es una unidad alóctona procedente del eje Olivenza-Monesterio.

Los materiales representados son series volcano-sedimentarias ácidas y básicas, así como sedimentos de carbonatos, muchas veces junto con las volcanitas, y correspondientes al Precámbrico Superior.

Los datos gravimétricos (GAIBAR y PUERTAS, 1976), indican de todos

modos, que la corteza bajo el Macizo de Aracena es de tipo siálico, y se calcula un espesor aproximado de unos 30 km.

3.4. DOMINIO MERIDIONAL

Los materiales que lo integran son volcanitas básicas, rocas volcano-sedimentarias, y sedimentos detríticos, que se han agrupado en cuatro formaciones con edades que van desde el Silúrico al Carbonífero.

Las rocas básicas tienen la composición de basaltos toleíticos (BARD, J. P. 1.977), que pueden representar un trozo de corteza oceánica. Estas rocas aparecen separadas del Dominio Central por medio de una gran fractura en la que intruyen dioritas. Más al S vuelven a aparecer en el núcleo que una antiforma tardía, en la base de las formaciones detríticas devónico-carboníferas, e incluso pasando gradualmente a ellas.

BARD, J. P. (1.977), correlaciona las rocas toleíticas (Formación "Acebuches") con las ortoanfibolitas y metabasitas del Dominio Central, proponiendo tres modelos para explicar su origen, y en suma el Macizo de Aracena.

1. Modelo ofiolítico en el que las rocas toleíticas representan fragmentos de corteza oceánica obducidos sobre corteza continental.
2. Modelo en el que estas rocas representan manifestaciones efusivas precoces en una cuenca o arco marginal próximo a margen continental.
3. Modelo en el que representan el volcanismo de un "protorift" o zona distensiva en corteza continental con abertura rápida.

En este trabajo no se mantiene la correlación anterior, debido a la importante fractura que separa dominios, y es por ello que nos inclinamos por la segunda solución dada por dicho autor.

Todos estos materiales se pliegan durante la Orogenia Hercínica, la cual comienza dando pliegues tumbados en estado dúctil; con el tiempo el orógeno va adquiriendo rigidez y las nuevas generaciones de pliegues son cada vez menos evolucionadas; al final el orógeno se comporta de forma rígida ante los esfuerzos y se crean distintos sistemas de fracturas.

El Dominio Central tiene una evolución particular ya que parece quedar involucrado en una banda de cizalla que parece que empieza a funcionar desde que se forman los pliegues de Fase III.

4. PETROLOGIA

Dentro de este capítulo se aborda el estudio de las rocas ígneas que apa-

recen en la zona, y se hace referencia a los problemas generales del metamorfismo.

4.1. ROCAS IGNEAS

Dentro de este apartado hemos distinguido los siguientes grupos de rocas:

4.1.1. Ortogneis de Gil-Márquez. ($\begin{smallmatrix} b \\ \gamma \end{smallmatrix} \gamma \eta^2$)

Aflora en la esquina SE de la Hoja, continuándose en la de Aracena. Se trata de un granito orientado de composición granodiorítica, que empieza en el núcleo de una antiforma de tercera fase, en cuyo núcleo aparecen ortoanfibolitas (esquistos verdes) y rodeado por materiales del "Pulo do Lobo", produciendo amplio metamorfismo de contacto sobre ambos tipos de rocas.

A visu es una roca granuda de grano medio a grueso, bordes angulosos y orientada.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, plagioclasas (albita), y feldespato potásico (microclino).
- Minerales accesorios: Biotita, sericita, clorita, circón y apatito.
- La textura es cataclástica.

Se trata de una roca granodiorítica cataclástica, constituida por clastos de cuarzo con extinción ondulante y feldespato potásico, en una matriz de cuarzo con textura en mortero y minerales filíticos que se adaptan a los clastos.

Produce metamorfismo de contacto con aparición de moscovita, biotita, andalucita y sillimanita; esta última solo en las zonas más internas de la aureola.

Este intrusivo es intercinemático; posterior a la primera fase hercínica y anterior o simultáneo con la segunda.

4.1.2. Granodiorita, localmente granito. ($\begin{smallmatrix} b \\ p \end{smallmatrix} \gamma \eta^2$)

Al norte de Aroche y siguiendo una dirección próxima a E-W aflora una banda de rocas graníticas que es sin duda la mayor de la zona. Dentro de este gran afloramiento que al parecer ocupa una antigua fractura, se han diferenciado dos tipos de granitoides: uno más ácido, de composición granodiorítica, y otro más básico cuarzodiorítico, que se tratará después.

Los términos granodioríticos se sitúan en la mitad occidental del complejo ígneo; aparecen a veces orientados (pueden ser sincinemáticos tardíos) y

hacia el oeste va disminuyendo progresivamente su afloramiento, al ser laminado por las fallas de "Beja-Valdelarco" y "Ficalho-Almonaster", hasta alcanzar en el borde occidental de la Hoja una anchura de unos 100 metros; en esta zona el granito está triturado por la acción de dichas fracturas. (El estudio microscópico indica que los cristales están rotos y granulados, las maclas aparecen deformadas, y las muestras son clasificadas como milonitas procedentes de rocas plutónicas ácidas).

Dentro de esta masa intrusiva existen numerosos diques y otras diferenciaciones dignas de mención, aparte de algunos enclaves de rocas metamórficas, son: pórfidos ácidos, diabasas y/o pórfidos andesíticos.

Las granodioritas y localmente granitos son rocas granudas, grano medio, leucocráticas, de color rosado o grisáceo, y a veces mostrando tectonización.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa (albita-oligoclasa), y a veces biotita.
- Minerales accesorios: Apatito, opacos, circón, y en algunas muestras biotita en parte cloritizada.
- Minerales secundarios: Sericita, productos arcillosos, óxidos y clorita.
- La textura es granuda, y en algunos casos cataclástica.

El orden de cristalización ha sido: biotita-circón-opacos, y a veces también plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo.

4.1.3. Granito. ($\frac{b}{x} \gamma^2$)

El único afloramiento está situado a unos 10 km. al OSO de Aroche, entre el Barranco de Las Peñas y la Rivera de Alcalaboya, y cubre una superficie de aproximadamente 5 km². Es de composición granítica e intruye en materiales de la Formación "Pulo do Lobo", produciendo aureola de metamorfismo de contacto en facies corneanas hornbléndicas o parte alta de corneanas albita-epidota, de unos 250 m. de anchura. Existen muestras más alejadas que denotan efectos térmicos, posiblemente debido a pequeños stocks subsidiarios del cuerpo principal que no llegan a aflorar.

Son rocas granudas, grano medio, con cuarzo, feldespato y melanocratos.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa (albita-oligoclasa) macladas y zonadas y biotita; a veces también anfíbol.
- Minerales accesorios: Apatito, circón, opacos y moscovita.
- Minerales secundarios: Sericita, productos arcillosos y óxidos.
- La textura es granular, con ligera heterometría.

El orden de cristalización ha sido: biotita (anfíbol)-circón-opacos, a continuación plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo. Existen intercrecimientos gráficos de cuarzo-feldespato potásico; también plagioclasas englobadas por el feldespato potásico.

4.1.4. Pórfidos graníticos. ($\frac{b}{p} \gamma^2$)

Aparecen como diques de dirección NE-SO a N-S dentro del complejo magmático que se sitúa al N de Aroche. Aparecen preferentemente en la mitad occidental; es decir, en relación con los términos más ácidos (granodioritas) de dicho complejo. El carácter porfídico no está generalizado, sino que a veces se trata de mayor tamaño de grano. Parecen ocupar fracturas tardías de dirección propia a fallas de desgarre, transversales a las estructuras; con frecuencia están en la continuación de las mismas fallas que afectan a los materiales metamórficos y al grueso de intrusivo encajante. En algunas muestras aparecen como granitos deformados, lo que se interpreta bien porque dichos granitos hayan intruido cuando estas fallas eran activas, o que han rejugado después de ser ocupadas por diques.

También se consideran rocas de este tipo las que rellenan las fracturas de dirección regional que se extienden desde el O al SE de Aroche.

Son rocas granudas, de grano medio a grueso, color rosado o grisáceo, con escasos melanocratos.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, feldespato potásico ligeramente perfitico y microclinizado, plagioclasa (albita-oligoclasa) macladas y zonadas, biotita; en algunas muestras cordierita pseudomorfizada en clorita-mica blanca.
- Minerales accesorios: Apatito, circón y opacos.
- Minerales secundarios: Sericita y productos arcillosos a partir de plagioclasas, y clorita de la biotita.
- La textura es granular a porfídica, en matriz microcristalina. Fenocristales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, biotita, y a veces de cordierita. La matriz es cuarzo-feldespática con mica blanca y biotita-clorita.

El orden de cristalización ha sido: plagioclasa-biotita-feldespato potásico y cuarzo.

Las muestras son clasificadas como granitos y granodioritas (adamellititas).

En algunas muestras existen evidencias de cataclasis, con granulación y recrystalización orientada del cuarzo, así como reorientación mecánica de biotita que confieren a la roca una apariencia gneífrica incipiente.

4.1.5. Cuarzodioritas, localmente dioritas. (${}^b q_1 q^2$)

Es la variedad ígnea más ampliamente representada dentro de la zona de estudio y podemos distinguir los siguientes afloramientos:

- Cuarzodiorita de El Puerto.
- Cuarzodiorita de Puerto Cañón.
- Cuarzodioritas y dioritas del borde oriental de la Hoja.

4.1.5. a. *Cuarzodiorita de El Puerto*

Aflora en el límite NE del plano, y continúa en la Hoja de Encinasola. Tiene forma subredondeada y es de composición cuarzodiorítica (tonalita).

Intruye en esquistos y areniscas que son transición entre la Unidad de "El Cubito" y filitas y pizarras ordovícicas, adaptando en gran medida a las capas a su forma.

Produce aureola de metamorfismo de contacto de unos 350 m. de anchura, cuya facies está entre las corneanas hornbléndicas y albíta-epidota.

4.1.5. b. *Cuarzodiorita de Puerto Cañón*

Se localiza al SO de Aroche, con superficie aproximada de 1 km²., y su composición varía entre granito (adamellita) y diorita. No se aprecia metamorfismo de contacto en su entorno, pues enclava en rocas metamórficas de grado medio a alto.

4.1.5. c. *Cuarzodioritas y dioritas del borde oriental de la Hoja*

Afloran en el límite E de la Hoja, y se prolongan en la de Aracena, al O de Cortegana. Son de composición diorítica, aunque localmente existen zonas más ácidas que se interpretan como diferenciaciones leucocráticas o asimilaciones de rocas próximas. Algunas muestras están clasificadas como gneises con piroxeno rómbico, indicando que proceden de rocas intrusivas básicas. Estas muestras parecen corresponderse con las "dioritas orbiculares" que cita BARD, J. P. (1.969) al SO de Cortegana, pues muestran la misma textura nodulosa. El hecho de aparecer algunas muestras como gneises con metamorfismo de grado alto, puede interpretarse de dos formas:

- a) Existen intrusiones pretectónicas básicas.
- b) Se trata de rocas metamórficas parcialmente asimiladas por intrusivos postectónicos, fenómeno que cita el anterior autor en esta zona.

4.1.5. d. *Cuarzodioritas del complejo ígneo del N de Aroche*

Como ya indicamos y dentro de este complejo ígneo se pueden diferenciar dos tramos, de los cuales el más oriental tiene composición cuarzodiorítica. Las rocas presentan cierta orientación, parece que ocupan una antigua zona de fractura, y se alinean según direcciones próximas al E-O. Este intrusivo produce metamorfismo de contacto sobre las rocas encajantes, visible únicamente en las rocas que originalmente tuvieran un metamorfismo dinamo-térmico de bajo grado, como sucede al N y NE de Aroche, donde la aureola alcanza una anchura hasta de 1 km., y donde se alcanza la facies de las corneanas hornbléndicas.

4.1.5. e. *Dioritas en fracturas*

Por último mencionar ciertos afloramientos dioríticos relacionados con las grandes fracturas de la zona, como las que aparecen a lo largo de la falla "Ficalho-Almonaster", y en fracturas situadas al N y NE de Aroche dentro de la Unidad de "El Cubito", o separando a ésta del Dominio Central.

Son principalmente dioritas que suelen mostrar algunos defectos mecánicos (epidioritas); en otros casos diabasas.

En la falla "Ficalho-Almonaster" y próximo a ella, suelen encontrarse junto con las dioritas y diabasas rocas graníticas gneisificadas, que las interpretamos bien como diferenciaciones magmáticas tempranas, bien como diferenciados pegmatoides de las rocas más metamórficas.

Las cuarzodioritas, (localmente dioritas) son granudas, de grano medio, de color predominante gris verdoso, a veces blanquizco, y compuestas mayoritariamente por plagioclasas y melanocratos.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Plagioclasas (oligoclasas-andesina) macladas y zonadas, frecuentemente con alteración avanzada; anfíbol (hornblenda), cuarzo (escaso); a veces también, biotita, epidota, y otro tipo de anfíbol (actinolita-tremolita o uralita); en algunas quedan restos de piroxeno dentro de la hornblenda.
- Minerales accesorios: Apatito, esfena, circón, opacos, etc.
- Minerales secundarios: Sericita, clorita, epidota, óxidos, calcita y a veces cuarzo hidrotermal.
- La textura es granular, en algunos casos con tendencia ofítica.

El orden de cristalización ha sido: piroxeno y/o anfíbol primario + plagioclasa (+ biotita), y después cuarzo intersticial. En ocasiones hay dos gene-

raciones de plagioclasa; anterior y posterior al anfíbol. Existen procesos de uralitización del piroxeno o anfíbol primario.

Las muestras están clasificadas como dioritas y cuarzo-dioritas (tonalitas).

4.1.6. Diabasas. ($\frac{b}{p} \in^2$)

Aparecen en forma de diques muy pequeños como los que se encuentran dentro del complejo ígneo del N de Aroche junto a la fractura de "Beja-Valdelarco", o en las proximidades del cortijo de La Coronela; fuera de este complejo pueden verse estas rocas en la Unidad de "El Cubito", al N de Aroche y junto a la fractura anteriormente mencionada.

Son rocas verdosas de grano medio a fino, sin orientación apreciable.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Plagioclasas bastante alteradas (andesina), anfíbol (hornblenda verde-azulada y actinolita-tremolita).
- Minerales accesorios: Esfena, opacos, apatito y biotita; a veces también cuarzo.
- Minerales secundarios: Sericita de plagioclasas, cuarzo, calcita y clorita en fisuras.
- La textura es ofítica con tendencia porfídica; pero a veces granular, con evidencias de cataclasis. El orden de cristalización ha sido: fenocristales de plagioclasa-plagioclasa-melanocratos. Existen fracturas con óxidos y zonas con cataclasis.

4.2. METAMORFISMO

Es muy variable según los distintos dominios, unidades y formaciones, pero incluso dentro del mismo dominio hay materiales que van desde grado medio y/o alto, a grado bajo.

4.2.1. Relación del metamorfismo y los distintos grupos de materiales

4.2.1.1. Rocas cuarzo-feldespáticas

Existen las paragénesis siguientes:

- 1) Cuarzo-feldespato K-plagioclasa-biotita-cordierita.
- 2) Cuarzo-feldespato K-plagioclasa-biotita-hornblenda-(granate-cordierita)?.
- 3) Cuarzo-mica blanca-biotita verde-clorita.

1) y 2) son de grado medio a alto, y 3) de bajo grado.

4.2.1.2. *Rocas básicas*

Las paragénesis metamórficas más comunes son:

- 1) Plagioclasa-piroxeno rómbico (broncita-hiperstena)-piroxeno monoclinico-hornblenda marrón-cuarzo escaso.
- 2) Plagioclasa-diópsido-hornblenda verde-marrón-cuarzo escaso.
- 3) Plagioclasa-hornblenda (verde, verde-marrón o marrón)-diópsido-esfena-cuarzo.
- 4) Clorita-tremolita-actinolita-epidota-cuarzo-plagioclasa sódica.
- 5) Clorita-mica blanca.
- 6) Cuarzo-actinolita-epidota.

1) Grado alto o muy alto de metamorfismo (granulita), 2) medio a alto, 3) medio a alto en "Formación Acebuches" de grano grueso y fino, 4) grado bajo en "Formación Acebuches" dentro de "Pulo do Lobo", 5) y 6) grado bajo de metamorfismo en el Dominio Central.

4.2.1.3. *Rocas carbonatadas*

Paragénesis más comunes:

- 1) Cuarzo -plagioclasa -piroxeno rómbico-piroxeno monoclinico -hornblenda marrón.
- 2) Cuarzo-feldespato potásico-plagioclasa-diópsido-hornblenda verde-marrón-granate.
- 3) Calcita-forsterita-flogopita.
- 4) Calcita-diópsido-granate-escapolita.
- 5) Cuarzo-feldespato potásico-plagioclasa-diópsido.
- 6) Calcita-granate.
- 7) Calcita-cuarzo-tremolita.
- 8) Cuarzo-calcita-clorita-epidota-mica blanca.

1) Grado alto de metamorfismo en rocas básicas con niveles de carbonatos (granulitas), 2) grado medio en rocas ácidas (algunas básicas) con niveles de carbonatos, 3), 4), 5), 6) grado medio a alto en mármoles, 7) sin precisar en mármoles, 8) bajo a muy bajo en calizas marmóreas impuras.

4.2.1.4. *Rocas detríticas*

- 1) Cuarzo-mica blanca-biotita verde-clorita-cloritoide.
- 2) Cuarzo-moscovita-biotita-clorita.

1) Grado bajo en Unidad de "El Cubito" y Subdominio A del Dominio Central, 2) grado bajo en "Pulo do Lobo" y "Ribeira de Limas". (El metamorfismo es casi inexistente en "Santa Iría").

4.2.2. **Generalidades**

En primer lugar, se observa una estrecha relación espacial y posiblemente genética, entre metamorfismo y rocas ígneas. Desde este punto de vista se nota que la gran mayoría de dioritas afloran en la zona de mayor metamorfismo. Un hecho significativo es la gran fractura que separa los Dominios Central y Meridional actualmente cicatrizada en gran parte por dioritas, y que coincide con la zona axial de mayor metamorfismo. A partir de ella, los gradientes metamórficos observados a uno y otro lado son distintos:

- La zona norte presenta gradientes del orden de $70^{\circ}/\text{km}$. BARD, J. P. (1.969); estos valores son compatibles con un metamorfismo regional dinamo-térmico de alto gradiente, tales como los de Abukuma, Bosost, etc.
- En la zona sur se llegan a gradientes superiores a $150^{\circ}/\text{km}$.

A grandes rasgos, se puede establecer una zonación metamórfica con un núcleo generalmente en facies anfibólicas en el que se inicia la anatexis de los Gneises de "Fuente del Oro", y donde se puede alcanzar las facies granulitas; y una zona más externa en facies esquistos verdes.

Por otra parte, existen algunos hechos destacables en cuanto a la relación entre blastesis y deformación:

- a) Por lo general, las rocas menos metamórficas están mejor orientadas.
- b) En la zona más metamórfica es frecuente observar un retrometamorfismo con epidota, escapolita, biotita y anfíbol de baja temperatura.
- c) Las rocas más metamórficas (medio a alto grado), presentan frecuentemente textura granoblástica, así como minerales de hábito porfiroblástico que cristalizan en condiciones estáticas tardí o postcinemáticas (BARD, J. P. 1.969).

Parece evidente pues, que en las zonas más metamórficas la blastesis se efectúa durante un lapso de tiempo superior al de la Fase I.

4.2.3. Conclusiones

A la vista de los datos expuestos, en especial la existencia de altos gradientes metamórficos, texturas de las rocas de mayor metamorfismo, y la estrecha relación con intrusivos dioríticos, el esquema metamórfico propuesto es el siguiente:

Existe un metamorfismo regional dinamotérmico que se inicia con gradientes bajos, y que por lo general, no sobrepasa las facies de esquistos verdes. Este metamorfismo evoluciona en el tiempo y en determinadas zonas hacia gradientes mayores. El aumento del gradiente térmico estaría provocado por las intrusiones de los cuerpos dioríticos, que serían tardi a postcinemáticos respecto a la primera fase. Dichas intrusiones estarían precedidas por domos térmicos a grandes rasgos sincinemáticos con la primera fase, y es durante esta época que debieron formarse los granitos anatóxicos y las rocas metamórficas de grado medio.

Las intrusiones de estas rocas se producirían a favor de zonas de debilidad de la corteza.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. MINERIA

Dentro de la Hoja, en trabajos anteriores específicos para minería (Proyecto del Suroeste), se han reconocido 30 indicios mineros; muchos de ellos con labores apenas apreciables o tapadas.

De estos indicios 5 son de sulfuros, principalmente pirita-pirrotina, pero también pirita-calcopirita-blenda con magnetita ocasional, aunque a veces llega a predominar sobre los sulfuros; 9 son de grafito; 14 de óxidos de Fe y Mn; y 2 son filones de Cu.

a) Sulfuros y magnetita:

Son las mineralizaciones de mayor interés. Encajan en rocas de medio a alto metamorfismo: gneises cuarzo-feldespáticos, gneises migmatítico-grafitosos con cuarcitas negras, y sobre todo en rocas de silicatos cálcicos. Son diseminaciones fuertes a masivas; a veces también en forma de venas, cuya paragénesis y forma de presentarse, así como las rocas donde encajan, indican procesos de tipo skarn. También se disponen de forma estratófila, presumiblemente como mineralizaciones volcano-sedimentarias. Lo más lógico es que existan ambos procesos

superpuestos. Estas mineralizaciones están situadas al E de Aroche en el límite oriental del plano, (Alto de la Tabaca) y han sido investigadas y sondeadas por el I.G.M.E.

En otros indicios son diseminaciones irregulares de pirita-pirrotina con disposición estratófila. Encajan en diversos materiales, como gneises cuarzo-feldespáticos y rocas de silicatos cálcicos (Mina Desideris, al E de Aroche), y en metavolcanitas ácidas de la Unidad de "El Cubito" (N de Aroche).

b) Grafito:

Son diseminaciones fuertes a semimasivas, estratófilas, que encajan en los "Gneises de Fuente del Oro" (grafitosos) y a veces también en ortoanfibolitas muy impuras (con niveles areniscosos o cuarcíticos). Muchas veces van acompañadas de sulfuros (pirita), y frecuentemente con magnetita o hematites especular. Todos ellos están situados en los alrededores de Aroche, incluso junto al casco urbano (minas Germinal, Raquel, Segunda, Santiago, etc.).

c) Óxidos de Fe y Mn:

La mayoría de estas mineralizaciones son filonianas, y se sitúan en la banda fracturada "Beja-Valdelarco". Son óxidos de Fe (hematites) provenientes de sulfuros removilizados, y de Mn, a veces acompañados de grafito. Uno de estos indicios es la Mina La Abandonada, que se encuentra en el Barranco del Cedro (NO de Aroche). En La Salada (borde NE del plano, junto a la aldea de El Puerto) en la zona de fractura existen lentejones de jaspes con óxidos de Mn, junto a sulfuros y óxidos de Fe.

Otros filones de hematites procedentes de sulfuros encajan en la Unidad de "El Cubito", en el intrusivo diorítico de Aroche, y en la Formación "Pulo do Lobo".

d) Filones de Cu:

Son de escaso interés. El más importante está situado al N de Aroche, en fractura rellena de cuarzo y calcita dentro del intrusivo diorítico.

5.2. CANTERAS

Desde el punto de vista de rocas industriales, la Hoja presenta un abanico de posibilidades interesantes.

En primer lugar, en cuanto a rocas ornamentales, existe la banda de mármoles que se extiende desde 3 km. al O de Aroche hasta 5 km. al SE., con an-

chura media de 800 m. Son generalmente blancos, pero con frecuencia toman tonos verdosos en forma de bandas o venas producidas por metamorfismo y/o metasomatismo. En este sentido son interesantes los mármoles y rocas de silicatos cálcicos que aparecen al este de Aroche.

Existen, por otra parte, rocas intrusivas de composición diorítica, a veces con texturas porfídicas, que pueden ser interesantes desde el punto de vista de rocas ornamentales. Estas rocas están mejor representadas al O, SO y S de Aroche. Hay que destacar también en este mismo aspecto, las ortoanfibolitas toleíticas de grano grueso; sobre todo los tramos que existen más al N del afloramiento, afectados por las intrusiones dioríticas que se producen en la gran fractura que las separa del Dominio Central.

En otro sentido, merece la pena destacarse ciertos esquistos y filitas (antiguas cineritas), en especial dentro de la Unidad de "El Cubito", que pueden ser interesantes por su contenido en alúmina (esquistos aluminicos).

En lo que se refiere a áridos, existen abundantes arenas y gravas en la Rivera de Chanza, en especial al N y NO de Aroche.

5.3. HIDROGEOLOGIA

Desde este punto de vista podemos dividir la Hoja en dos zonas: a) por una parte los materiales que integran la Unidad de "El Cubito", el Subdominio Central A y el Dominio Meridional; b) por otra, el Subdominio Central B, que se corresponde con las rocas más metamórficas. (Unidades y dominios según lo establecido en el capítulo de Estratigrafía).

La zona a) está constituida por materiales filíticos y pizarrosos, de grano fino o muy fino, con escasos valores de porosidad, por lo que ofrecen pocas posibilidades como acuíferos. Existen algunos materiales más groseros (metaareniscas y grauvas), pero que están cementados por otros más finos, compactadas durante el metamorfismo, y que aparecen en paquetes o lentejones de escasa potencia, alternando con términos filíticos; es por ello que tampoco ofrecen gran interés en este aspecto. Las únicas posibilidades de captación de agua en esta zona, (siempre a pequeña magnitud, para abastecimiento de casas aisladas o pequeñas cortijadas) son las áreas más fracturadas, tanto diaclasas como fallas importantes, que se desarrollan en estos materiales. Otro caso sería el aprovechamiento de la escorrentía superficial mediante diques o presas, en el que las posibilidades son grandes.

En la zona b) existen materiales que en principio son favorables para acuíferos, como son las rocas carbonatadas, pero generalmente estas rocas ocupan las zonas más elevadas, quedándose colgadas. Este hecho las descarta en gran medida para el almacenamiento de agua, y solo localmente pueden tener interés. Los otros materiales, aún los de grano grueso, están fuertemente compactados por el metamorfismo, y desde el punto de vista de las captacio-

nes de agua se recomiendan las zonas de fracturas. De todas formas, los caudales que se podrían obtener serían de escasa importancia. El abastecimiento del pueblo de Aroche se realiza de una presa construida al N de la Rivera de Chanza próxima al carril que va a Las Contiendas.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALIA, M. (1.963).- "Rasgos estructurales de la Baja Extremadura". *B.R.S.E. H.N.* (G) 61, 247-262.
- APALATEGUI, O. (1.979).- "Consideraciones estratigráficas y tectónicas en Sierra Morena Occidental". (in litt).
- APALATEGUI, O. (1.979).- "Consideraciones tectónicas y cinemáticas en Galicia oriental". *Bol. Geol. Min.*, t. XC-II (141-146).
- ARMENGOT, J. (1.970).- "Mapa geológico y Memoria explicativa de la Hoja nº 938, Nerva". *Publ. del I.G.M.E.*
- BARD, J. P. (1.969).- "Le métamorphisme régional progressif des Sierras d'Aracena en Andalousie Occidentale (Espagne)". *Tesis Fac. Sci. Montpellier*, pp. 397.
- BARD, J. P. (1.971).- "Sur l'alternance des zones métamorphiques et granitiques dans le segment hercynien subibérique; comparaison de la variabilité des caractères géotectoniques de ces zones avec orogènes orthotectoniques". *Bol. Geol. y Min.* 5. 82, vol. 3-4, pp. 324-345.
- BARD, J. P. (1.977).- "Signification tectonique des métatholeites d'affinité abyssal de la ceinture métamorphique de basse pression d'Aracena (Huelva, Espagne)". *Bull. Soc. Géol. France* (7), t. XIX nº 2, pp. 385-393.
- BARD, J. P. et FABRIES, J. (1.970).- "Aperçu pétrographique et structural sur les granitoides de la Sierra Morena Occidental (Espagne)". *Bol. Geol. y Min.*, t. 81, vol. 2-3, pp. 226-241.
- BAYER, R. et al. (1.978).- "Is the mafic-ultramafic massif of Cabo Ortegal a nappe emplaced during a Variscan obduction?. A new gravity interpretation". *Tectonophysics* 57 (1.979) T9 T18 Amsterdam.
- BELTRAN, F. (1.976).- "Estudio geológico-minero en la zona de Las Contiendas". (Trabajo para la empresa Hidronitro, S. A.).
- BERNARD, A. J. et al.- "Aperçu sur le province pyriteuse Sud-Ibérique". *Cont. Soc. Geol. Belg. Gus. Strat. Prov. Cup.* Liebe 287-315.
- CARVALHO, D.; GOINHAS, J.; OLIVEIRA, V.; RIBEIRO, A. (1.971).- "Observações sobre a Geologia do Sul de Portugal e consequências metalogenéticas". *Estudos, notas e trabalhos do Ser. Fom. Mineiro.*, vol XX, pp. 153-199.

- CARVALHO, D.; CORREIRA, H.A.C., e INVERNO, C.M.C. (1.976).- "Contribuição para o conhecimento geológico do Grupo de Ferreira-Ficalho. Suas relações com a Faixa Piritoxa e Grupo do Pulo do Lobo". *Memorias e Noticias.*, nº 82, pp. 145-169.
- CARVALHOSA, A.- "Contribuição para o conhecimento geológico da região entre Portel e Ficalho (Alentejo)". *Serv. Geol. Port. Mem. II* (N.S.).
- CARVALHOSA, A. B. (1.968).- "Noticia explicativa de Folha 44-CD Vila Verde de Ficalho". Carta Geológica de Portugal. E. 1:50.000. *Servicios geológicos de Portugal.*
- DEWEY, J. F. and BIRD, J. M. (1.970).- "Plate tectonics and geosynclines". *Tectonophysics.* vol. 10, pp. 625-638.
- DUPONT, R. y VEGAS, R. (1.978).- "Le Cambrien inférieur du Sud de la province de Badajoz. Distribución des séries sédimentaires et volcaniques associés". *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 286 Serie D (447-450).
- GAIBAR-PUERTAS, C. (1.976).- "Variaciones del espesor crustal y grado de equilibrio isostático asociables a las anomalías de Bouguer en la España Peninsular". *Bol. Geol. y Min.*, t. 87, vol. 4, pp. 372-401.
- GIL CID (1.971).- "Nuevo yacimiento de trilobites en el Cámbrico Inferior de Huelva". *Est. Geol.*, v. 27, pp. 293-296. Madrid.
- GONZALO TARIN, J. (1.878).- "Reseña geológica de la provincia de Huelva". *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, t. IV, pp. 389-412. Madrid.
- GUTIERREZ ELORZA, M. (1.970).- "Estudio geológico-estructural de la región Aracena-Cumbres Mayores (prov. de Huelva y Badajoz)". *Publ. de la J.E.N.*, 224 IEN/11.
- GUTIERREZ ELORZA, M.; HERNANDEZ ENRILE, J. L.; VEGAS, R. (1.971).- "Los grandes rasgos geológicos del Sur de la provincia de Badajoz y norte de la de Huelva". *Bol. Geol. y Min.*, t. 82, vol. 3-4, pp. 269-273.
- LOTZE, F. (1.945).- "Einige problem der Iberischen Meseta". *Geot. Fors.* Cuad. 6 1-12 Berlín.
- MACPHERSON, J. (1.901).- "Ensayo de historia evolutiva de la Península Ibérica". *A.R.S.E.H.N.* 2, 10, 123, 165.
- NAVARRO SEGURA, L., RAMIREZ COPEIRO, J. (1.977).- "Estudio estructural de la mina María Luisa, la Nava (Huelva, España)". *Industria Minería* nº 177.
- PRUVOST, D. (1.914).- "Observations sur les terrains Devonien et Carboniferes du Portugal et sur leur faune". *Com. Serv. Geol. Port.* 10, 1-12. Lisboa.
- RAMBAUD, E. (1.963).- "Notas geológico-estructurales de la zona norte de Río Tinto (Huelva)". *Est. Geol.*, 19, pp. 67-99.
- RAMBAUD, F. (1.969).- "El sinclinal Carbonífero de Río Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas". *Mem. I.G.M.E.*, pp. 81-229.

- RAMIREZ COPEIRO, J. et al. (1.972).- "Mapa geológico y Memoria explicativa de la Hoja número (11-38), El Castillo de las Guardas". *Publ. del I.G.M.E.*
- RICHTER, R. (1.929).- "Un crustáceo en las formaciones de Archaeocyathus de la Sierra Morena, y su análisis estratigráfico". *Not. y Com. I.G.M.E.* 2, pp. 91-101.
- RIES, C. and SHACKLETON (1.971).- "Catazonal complexes of northwest Spain and north Portugal, remnant of a Hercynian thrustplate". *Nature Physical Science*, vol. 234, pp. 65-68.
- ROMARIZ, C. (1.963).- "Graptolitos de coleção de Nery Delgado provenientes de jazigas espanholas". *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Cienc.* 9 (2) pp. 131-141. Lisboa.
- SCHERMEHORN, L.J.G. (1.971).- "An outline stratigraphy of the Iberian Pyrite Belt". *Bol. Geol. y Min.*, t. 82, vol. 3-4, pp. 239-368.
- SCHNEIDER, H. (1.951).- "Das Palaeozoikum im westteil der Sierra Morena (Spanien)". *Z. Dtsch. Geol. Ges.* 103, pp. 134-135.
- TEIXEIRA, C. (1.967).- "Le Dévonien du Portugal". *Inst. Symp. Dev. Syst. Calgary.*, 189-199.
- VAZQUEZ GUZMAN, F. (1.972).- "Génesis de la mina María Luisa, La Nava (Huelva, España). Una mineralización zonada". *Bol. Geol. y Min.*, t. 83, vol. 4, pp. 377-386.
- VAZQUEZ GUZMAN, F. (1.974).- "Contribución al estudio de la metalogenia del norte de la provincia de Huelva, España". *Bol. Geol. y Min.*, t. 85, vol. 3, pp. 281-288.
- VAZQUEZ GUZMAN, F. y FERNANDEZ POMPA (1.976).- "Contribución al conocimiento geológico del Suroeste de España en relación con las prospección de depósitos de magnetitas". *Mem. I.G.M.E.*, t. 89, pp. 130.
- VEGAS, R. et al. (1.976).- "El contacto entre las zonas Surportuguesa y Ossa-Morena en el SW de España. Una nueva interpretación". *Com. Ser. Geol. Port.* 40 III Rev. Geol. SW Pen. Iber. Beja 1.975.
- WINKLER, H.G.F. (1.974).- "Petrogenesis of metamorphic rocks". *Springer-Verlag New York Inc.*



INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

RIOS ROSAS. 23 MADRID 3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA