



IGME

915

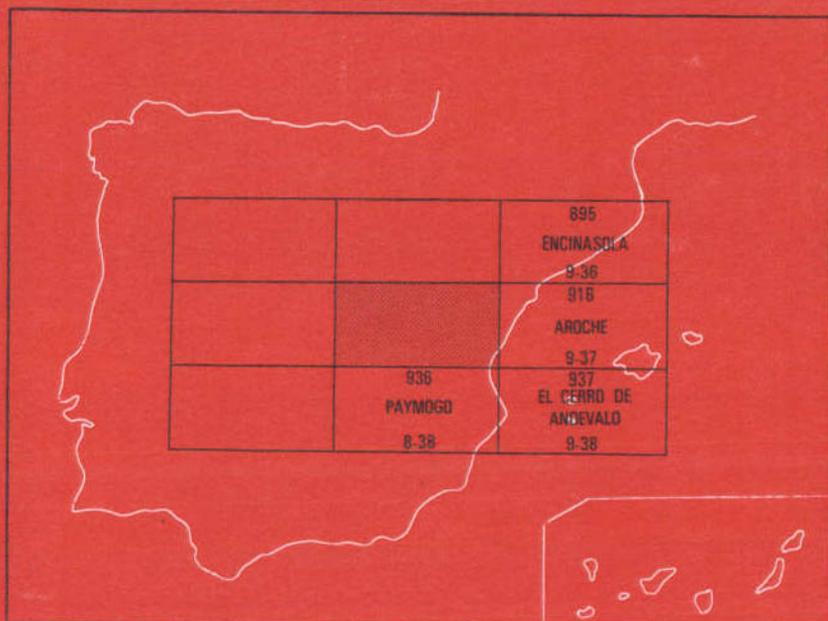
8-37

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

ROSAL DE LA FRONTERA

Segunda serie-Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

ROSAL DE LA FRONTERA

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: Barranco Serrano, Eugenio.
Contreras Vázquez, Francisco.
Roldán García, Fco. Javier.

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

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

Dirección y Supervisión IGME: Quesada Ochoa, Cecilio.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que, en el Instituto Geológico y Mine-ro 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-35.079-1.983

Tirada: Gráficas  Humanes (Madrid)

INDICE

	<u>Páginas</u>
0. INTRODUCCION	5
1. ESTRATIGRAFIA	6
1.1. UNIDAD DE "EL CUBITO" (PC-S)	6
1.1.1. Filitas	7
1.1.2. Cuarzofilitas	8
1.2. DOMINIO CENTRAL	8
1.2.1. Formación Volcano-Sedimentaria	9
1.2.1.1. Metavolcanitas ácidas (PC ₂ -CA ₁ p)	9
1.2.1.1. a) Metariolitas	9
1.2.1.1. b) Filitas	10
1.2.1.2. Filitas y cuarcitas grafitosas (PC ₂ -CA ₁ f)	10
1.2.1.3. Metabasitas (PC ₂ -CA ₁ a)	12
1.2.1.4. Calizas marmóreas y mármoles, con dolomias ocasionales (PC ₂ -CA ₁ c)	12
1.2.2. Formación Carbonatada (PC ₂ CA ₁ d)	13

	<u>Páginas</u>
1.3. DOMINIO MERIDIONAL.	14
1.3.1. Formación "Pulo do Lobo" (S-D ₃)	15
1.3.1. a) Filitas	15
1.3.1. b) Cuarcitas micáceas.	15
1.3.2. Formación "Ribeira de Limas" (D ₃ -H ^A)	16
1.3.2. a) Filitas	17
1.3.2. b) Metaarenitas.	17
1.3.3. Formación "Santa Iría" (H ^A)	18
1.3.3. a) Pizarras	18
1.3.3. b) Grauvacas	19
1.4. CUATERNARIO.	19
2. TECTONICA	19
2.1. Fase I	19
2.2. Fase II.	20
2.3. Fase III	20
2.4. Fase IV	21
2.5. Fracturas	21
3. HISTORIA GEOLOGICA	22
3.1. Unidad de "El Cubito"	22
3.2. Dominio Central	22
3.3. Dominio Meridional.	23
3.4. Deformaciones	23
4. PETROLOGIA	24
4.1. Rocas Igneas.	24
4.2. Metamorfismo	24
5. GEOLOGIA ECONOMICA	24
5.1. Minería y Canteras.	24
5.2. Hidrogeología.	25
6. BIBLIOGRAFIA	26

0. INTRODUCCION

Esta Hoja está situada al NO de la provincia de Huelva, cerca de la frontera con Portugal.

Es una zona ligeramente montañosa, con alturas máximas de 390 m. en la esquina SE y 380 m. al NE, pero las medias están entre las cotas de 200 y 250 m. Como se aprecia, las diferencias de altitudes son pequeñas, y están influidas por la litología. Las mayores cotas están al N y S de la Hoja, y corresponden a esquistos con niveles de cuarcitas y también a dolomías y/o calizas marmóreas, como las que aparecen al O del pueblo. Las menos elevadas se corresponden con metabasitas y pizarras con grauvacas.

El clima es seco, con temperaturas extremas según las estaciones del año y fuertes cambios entre el día y la noche, debidos en parte a la escasa vegetación, que se reduce, por lo general, a arbustos.

La situación geológica coincide con el límite de las zonas de "Ossa Morena" y "Surportuguesa" (LOTZE, 1.945), estando representadas ambas en la presente Hoja. A los materiales que afloran se les asignan edades que van desde el Precámbrico Superior al Carbonífero, y son: metavulcanitas ácidas con niveles de filitas y cuarcitas grafitosas, metabasitas, calizas marmóreas y mármoles, dolomías, esquistos, filitas y pizarras con intercalaciones de cuarcitas, metaarenitas y grauvacas.

Los antecedentes geológicos sobre esta zona concreta son escasos. A la Unidad de "El Cubito" (filitas y cuarzofilitas con intercalaciones cuarcíticas), que se corresponden en Portugal con los "Xistos de Moura", CARVALHOSA, A.B. (1.968) le asigna edad precámbrica; BARD, J.P. (1.969) la considera Ordovícico-Silúrico; GUTIERREZ ELORZA, M. (1.970) como la serie superior del Cámbrico; y VAZQUEZ, F. y al. (1.975) al Devónico. Actualmente, los geólogos portugueses del "Serviço do Fomento Mineiro" con base en Beja, consideran los "Xistos de Moura" de edad Silúrico como más probable (comunicación personal). En cuanto al Dominio Central (dolomías, calizas y metavulcanitas básicas y ácidas), las rocas carbonatadas se han considerado Cámbricas por todos los autores, mientras que las metavulcanitas serían Precámbricas para CARVALHOSA, y Cambro-Ordovícico Inferior para BARD, en la continuación hacia el E (Hoja de Aroche y Aracena). Al Sur de estos materiales está lo que tradicionalmente se ha llamado "Pulo do Lobo", con filitas, cuarcitas micáceas, metaarenitas, pizarras y grauvacas. Este es Precámbrico o Cámbrico para CARVALHOSA, mientras que los últimos trabajos realizados por CARVALHO, D. et al. (1.976) distinguen tres formaciones:

- Santa Iría (Viseense),
- Ribeira de Limas (Tournaisiense-Devónico Superior).
- Pulo do Lobo (Devónico Superior y más antiguo).

En la presente Hoja se han cartografiado estas tres formaciones.

1. ESTRATIGRAFIA

Se han establecido tres dominios dentro de la Hoja, separados de N a S por las fallas "Beja-Valdelarco" y "Ficalho-Almonaster".

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

1.1. UNIDAD DE "EL CUBITO". (PC-S)

Los materiales presentes en esta unidad corresponden, en parte, a la serie del mismo nombre definida por BARD (1.969) al N de Aracena.

Esta unidad está definida en función de ciertas características de la roca, que se deben a un comportamiento mecánico anómalo de la misma. En "El Cubito" se mezclan materiales de distinta edad que en su mayor parte resulta

imposible separarlos en cartografía. Las características que presentan estos materiales son:

- a) Existen numerosos niveles de cuarzo de exudación interfase I-II replegados por la Fase II.
- b) Los pliegues y la esquistosidad de Fase II (S_2) están más intensamente desarrollados en estos materiales.

Además, en las Hojas próximas al N y E, aunque los contactos de esta unidad son mayoritariamente por fractura, existen zonas en que el tránsito es gradual, tanto a las series vulcanosedimentarias de Aracena, como a las series detríticas del Ordovícico Inferior datado. Asimismo, en ocasiones, se pueden identificar materiales de distintas formaciones dentro de esta unidad.

La Unidad de "El Cubito" está aquí representada por filitas y cuarzofilitas que parecen corresponder, en su mayor parte, a la serie detrítica de filitas y pizarras ordovícicas que afloran más al N en la Hoja de Aroche, pero con características especiales ya apuntadas.

Afloran siempre al Norte de la fractura "Beja-Valdelarco".

Se trata de una serie fundamentalmente detrítica; en la base aparecen niveles de cuarzofilitas, que localmente son más groseras y llegan a ser casi metaarenitas, hacia el techo, la serie se hace filítica, de grano fino y con tonos más oscuros: gris-verdoso a morado o negro. Las intercalaciones cuarcíticas existen en ambas, filitas y cuarzofilitas, si bien en las primeras son milimétricas y en las segundas del orden del centímetro, como norma general. A veces estas cuarcitas parecen proceder de antiguos cherts o cineritas silíceas, incluso con mineralizaciones de manganeso. Estos niveles pueden ser correlacionables con otros que se describen después pertenecientes al Precámbrico Superior, o los que en la Hoja de Aracena están datados como Silúrico.

No se conoce la potencia de todos estos materiales, pues no aparece la base en esta Hoja, y el contacto al S es por fractura; además, la dificultad de las diversas fases que los afectan de modo especial. Se estima como superior a los 400 m.

Litológicamente se distinguen dos variedades.

1.1.1. Filitas

Son rocas esquistosas con niveles cuarcíticos, de color marrón-grisáceo.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, moscovita-sericita, clorita y cloritoide.
- Minerales accesorios: Apatito, circón y opacos (óxidos, a veces como secundarios en fracturas).

- Textura: Lepidoblástica, con niveles de cuarzo granoblástico.

La roca proviene de sedimento lutítico con material arcilloso y cuarzo. Se aprecian dos fases de deformación; la primera se manifiesta por una esquistosidad continua con cuarzo-clorita-mica blanca. La segunda produce una esquistosidad espaciada con reorientación mecánica de mica blanca. Existen blastos de clorita post-Fase I a sin-Fase II.

1.1.2. Cuarzofilitas

Rocas apizarradas de grano fino, con bandas plegadas claras y oscuras. Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, sericita y clorita.
- Minerales accesorios: Óxidos de hierro, circón, moscovita y opacos.
- Textura: Esquistosa.

Proceden de sedimentos areniscosos impuros que han sufrido metamorfismo regional de facies pizarras verdes. Están compuestas por una serie de bandas más ricas en sericita y clorita, teñidas por óxidos de hierro (bandas oscuras), alternando con otras, compuestas esencialmente de pequeños granos de cuarzo orientados y con escamillas aisladas, también orientadas, de sericita y clorita.

Respecto a la edad, esta unidad engloba materiales del Precámbrico Superior, Ordovícico y Silúrico; no obstante, como ya se ha indicado, se piensa que aquí son fundamentalmente del Ordovícico.

1.2. DOMINIO CENTRAL

Se encuentra limitado por dos fallas importantes, por lo que las relaciones con el resto son difíciles de establecer.

Este dominio se ha dividido en dos formaciones:

- Formación volcano-sedimentaria.
- Formación carbonatada.

Ambas formaciones son atribuidas, por correlación con la Hoja de Aracena, al Precámbrico Superior y al Cámbrico Inferior, respectivamente.

La posición estratigráfica de todos los materiales de este dominio se considera la inversa de su posición geométrica aparente, pues se interpreta como serie invertida por la Fase I de plegamiento.

1.2.1. Formación volcano-sedimentaria

Se han distinguido cuatro tipos de rocas:

- Metavolcanitas ácidas.
- Filitas y cuarcitas grafitosas.
- Metabasitas.
- Calizas marmóreas y mármoles.

1.2.1.1. *Metavolcanitas ácidas.* (PC₂-CA₁^p).

Son materiales volcánicos y volcano-sedimentarios ácidos constituidos fundamentalmente por tobas riolíticas de grano medio, se trata de una actividad explosiva, depositada en medio marino; las lavas parecen estar también representadas, pero en menor extensión.

Los colores son predominantemente claros, por lo general blanquecinos.

Existen tobas de grano fino a cineritas junto a tufitas (mezcla de productos volcánicos y sedimentarios). Estos tienen colores más variados, incluso con tonos oscuros, siendo difícil su separación de los correspondientes al volcanismo básico-intermedio. En la actualidad, debido al débil metamorfismo sufrido, son filitas.

Al techo de estos materiales existen niveles de carbonatos, en gran parte mármoles, que incluso se depositan conjuntamente con metavolcanitas ácidas, al igual que con las metabasitas. Todo ello hace suponer que existe un volcanismo básico-intermedio y ácido coetáneo, simultáneos a la sedimentación de carbonatos.

Litológicamente distinguimos dos variedades.

1.2.1.1. a) *Metariolitas*

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, sericita, clorita, plagioclasa (albita-oligoclasa sódica) y feldespato potásico.
- Minerales accesorios: Circón, esfena, opacos y apatito. También cuarzo secundario que rellena fracturas.
- Textura: Granoblástica.

Existen evidencias de la roca original, que es lávica o volcano-sedimentaria de composición riolítica-dacítica. Hay fenocristales de cuarzo y plagioclasa; el cuarzo conserva algunos golfos de corrosión. La matriz, que es vítrea, ha recrystalizado en agregados granoblásticos de cuarzo con algo de clori-

ta y mica blanca; la abundancia de estos dos últimos minerales parece indicar origen volcánico-sedimentario como más probable.

Hay dos esquistosidades reconocibles: la primera con disposición lepidoblástica de filosilicatos, y la segunda corresponde a una "S" espaciada, ligada a micropliegues. El grado de metamorfismo es bajo; asociación cuarzo-moscovita-clorita.

1.2.1.1. b) *Filitas*

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Mica blanca (moscovita-sericita), cuarzo, epidota, calcita, grafito y opacos.
- Minerales accesorios: Circón y feldespato potásico como secundario rellenando fracturas.
- Textura: Esquistosa.

La roca original era arcillosa con escasa cantidad de cuarzo, algo de carbonato cálcico y materia orgánica. Se aprecian tres fases de deformación: la primera produce una "S" continua con cuarzo y mica blanca. La segunda micropliega y traspone a la anterior, con reorientación mecánica y recristalización-neoformación de mica blanca; al igual que en la primera esquistosidad, los opacos acompañan al filosilicato. La tercera es un microplegado sin desarrollo de esquistosidad. El grado de metamorfismo es muy bajo; asociación cuarzo-mica blanca-epidota-grafito.

La potencia estimada para todas las metavolcanitas ácidas es de 175 metros.

La edad asignada a estos materiales, por correlación con otros equivalentes en la Hoja de Aracena, es probablemente Precámbrico Superior, pues tampoco allí se han encontrado fósiles, suponiéndose esta edad por correlación, a su vez, con otros materiales de la Zona de Ossa Morena.

1.2.1.2. *Filitas y cuarcitas grafitosas* (PC₂-CA₁ f)

Se encuentran en una o varias bandas estrechas, siempre junto a la fractura de "Beja-Valdelarco" o muy próximas a ella, entre metavolcanitas ácidas.

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.

Las cuarcitas están interestratificadas en filitas, generalmente en bancos de varios centímetros de espesor; pero a veces en lentejones de hasta 2 m.

de potencia. Con frecuencia tienen niveles más claros, por exudación del cuarzo.

Aunque espacialmente se encuentran relacionadas con metavolcanitas ácidas, se piensa que son correlacionables con niveles situados al muro de metabasitas, que son silitas oscuras con abundante materia orgánica y niveles más silíceos. Asimismo, estarían debajo de metavolcanitas ácidas finas coetáneas de estas metabasitas. Siendo esto así, constituirían una serie intervolcánica, volcano-sedimentaria, presumiblemente como separación entre una actividad más intensa del volcanismo ácido y el comienzo del volcanismo básico-intermedio y las metavolcanitas ácidas finas coetáneas con él. (De hecho, en los estudios petrológicos las cuarcitas grafitosas son referidas, a veces, como meta-cherts y jaspilitas).

En la Unidad de "El Cubito" aparecen niveles locales de cuarcitas oscuras, a veces con fuerte mineralización de manganeso, que al microscopio parecen derivar de cherts o cineritas silíceas. Los más potentes se localizan adosados a la fractura "Beja-Valdelarco", siendo difícil algunas veces su separación de esta unidad mediante contacto mecánico. No obstante su proximidad actual y el gran parecido entre estas rocas, se interpretan como dos niveles distintos; unos del Precámbrico Superior, los aquí descritos, en los que no se han encontrado fósiles, y los otros datados del Silúrico; aunque no se descarta la posibilidad de que sean equivalentes a estos últimos, presentes aquí como mezcla tectónica en proceso semejante al de la Unidad de "El Cubito".

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, minerales arcillosos y opacos (grafito y óxidos).
- Minerales accesorios: Leucoxeno, cuarzo de relleno hidrotermal, y a veces epidota.
- Textura: Mrocristalina y granolepidoblástica con micropliegues.

Proviene de sedimentos silíceos y material arcilloso, con materia orgánica y óxidos procedentes de posibles sulfuros. El bandeado está marcado por alternancia de lechos arcillosos y opacos, y otros más finos de cuarzo y sílice microcristalina. El sedimento silíceo puede ser en parte, químico o bioquímico. La recrystalización ha sido importante.

Se aprecian tres fases de deformación: la primera es reconocible por restos de charnelas que pliegan "S₀" y producen la esquistosidad más manifiesta; la segunda produce micropliegues con otra esquistosidad de plano axial con sericita y recrystalización de cuarzo; por último, una fase más espaciada con micropliegues. El grado de metamorfismo es muy bajo, con la asociación cuarzo-mica blanca-grafito.

Las muestras son clasificadas como cuarcitas o chert recrystalizado.

1.2.1.3. *Metabasitas*. (PC₂-CA₁ a).

Representan una serie volcano-sedimentaria de naturaleza básico-intermedia. Son principalmente tobas medias y finas de composición andesítica. Estas rocas están muy irregularmente distribuidas, con poca continuidad en sus afloramientos, debido a la escasa potencia que adquieren en esta Hoja, frecuentes cambios laterales de facies y, probablemente, a la influencia de la Fase I, que produce continuas transposiciones de la estratificación, con engrosamientos y laminaciones locales de la serie. La potencia máxima se ha estimado en 100 metros. Localmente, el comienzo de este volcanismo parece estar representado por materiales finos (cineritas) que entrarían a formar parte de filitas oscuras (tufitas) con niveles más silíceos y abundante materia orgánica. Estos niveles no se han distinguido en cartografía, sino que, generalmente, se han incluido en la serie volcano-sedimentaria ácida; esto porque es muy difícil separarlos de los materiales más finos del volcanismo ácido, y apenas si tienen representación cartográfica.

Hacia el techo, terminan con otro episodio de productos finos que se depositan con otros materiales arcillosos, materia orgánica y carbonatos, y clasificadas al microscopio como filitas calcáreas.

A estas metabasitas se les asigna edad Precámbrico Superior, por las mismas razones que las apuntadas para las metavolcanitas ácidas.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, anfíbol fibroso (tremolita-actinolita), epidota y clorita.
- Minerales accesorios: Esfena, leucoxeno, opacos y óxidos secundarios.
- Textura: Granoblástica.

La roca original es volcánica básica, posiblemente volcano-sedimentaria con algún aporte de cuarzo.

Se observa una sola fase de deformación, materializada por orientación de anfíbol, el grado de metamorfismo es bajo (esquistos verdes), con la asociación cuarzo-actinolita-clorita-epidota.

1.2.1.4. *Calizas marmóreas y mármoles, con dolomías ocasionales*. (PC₂-CA₁ c).

Afloran en una banda principal que se extiende E-O, atravesando el pueblo del Rosal y penetrando en la Hoja de Aroche. Además, existen varios lentejones al NO del pueblo, que en gran parte se corresponden a repeticiones estructurales, aunque algunos de ellos pueden ser intercalaciones en metavolcanitas ácidas.

Son rocas de colores claros (blanco, rosado y crema). Los mármoles son predominantemente blancos, con delgados nivelillos moscovítico-cloríticos, o de cuarzo y plagioclasas que parecen de origen volcánico, y se sitúan en contacto con metavolcanitas ácidas y básicas. Los primeros tramos de estas rocas carbonatadas son nivelillos mezcla de carbonatos y productos finos de ambos volcanismos, ácido y básico: son filitas calcáreas. Existen también dolomías locales, que parecen responder a una dolomitización secundaria.

El contacto entre estas rocas y la Formación Carbonatada (dolomías y calizas ocasionales), es mecánico en esta Hoja, pero en la de Aracena están separadas por serie volcano-sedimentaria, que aquí debe estar laminada.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Calcita, cuarzo, moscovita y plagioclasa.
- Minerales accesorios: Esfena, opacos, clorita y óxidos secundarios.
- Textura: Granoblástica.

La presencia de cuarzo y plagioclasa parece ser de origen volcánico. Además, hay concentración en niveles de material arcilloso. Se aprecia una sola esquistosidad con disposición de carbonato granoblástico, y que coincide con niveles micáceos. Muestran dos fases de plegamiento y el grado de metamorfismo es bajo; asociación cuarzo-plagioclasa-calcita-moscovita-clorita.

La potencia se estima como mínimo en 75 m., pues al S el contacto es siempre por fractura.

La edad atribuida, por las mismas razones que en los casos anteriores, es Precámbrico Superior.

1.2.2. Formación Carbonatada. (PC₂-CA₁ d).

Está representada por dolomías y calizas ocasionales, estando ambas marmorizadas.

Afloran al O de Rosal, siendo la prolongación de la "Sierra de Ficalho" en Portugal, y quedando limitadas por fracturas.

Constituyen el núcleo de una antiforma de Fase II, cuya zona de charnela son dolomías con tonos desde gris claro a negro. Localmente tienen una chertificación parcial en niveles irregulares, con frecuentes fracturas rellenas de cuarzo exudado. Hacia ambos flancos las dolomías pasan gradualmente a términos más propiamente calizos.

La potencia que alcanzan es imposible de establecer aquí pues se encuentran entre fracturas, de todas formas es superior a 150 m.

Respecto a la edad hay que decir que no se han encontrado fósiles, como tampoco en las que aparecen más al E (Aracena) o al O (Portugal); sin embargo, todos los autores las han atribuido al Cámbrico Inferior, por correlación

con materiales datados en áreas más al N de la Zona de Ossa Morena.

En la Hoja de Aracena se cita que el tránsito entre la Formación Volcano-Sedimentaria de edad Precámbrico Superior, y la Formación Carbonatada de edad Cámbrico Inferior, es gradual, pues en el campo se encuentran rocas mixtas, o bien alternancias de dolomías y metavolcanitas. Es decir, que el límite entre Precámbrico y Cámbrico no está establecido, por lo que a ambas formaciones volcano-sedimentaria y carbonatada, se les asigna una edad Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior. El mismo criterio se ha seguido para esta Hoja de Rosal.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Dolomita, calcita, cuarzo, flogopita, feldespato potásico y opacos.
- Minerales accesorios: Opacos, clorita, calcita, cuarzo, apatito, minerales arcillosos y esfena.
- Textura: Granoblástica.

Se trata de rocas carbonatadas compuestas por un mosaico de granos de dolomita y/o calcita.

En algunas muestras la presencia de cuarzo, flogopita, etc., llega a ser importante, en relación con procesos hidrotermales tardíos.

1.3. DOMINIO MERIDIONAL

Se integran dentro de este dominio, una serie de materiales constituidos fundamentalmente por metasedimentos, que configuran una unidad con entidad propia, a la que tradicionalmente se ha llamado "Pulo do Lobo" en sentido genérico.

Aparecen al S de la gran fractura "Ficalho-Almonaster", que en esta Hoja está parcialmente ocupada por granitos.

Se han distinguido tres formaciones, que coinciden con las establecidas por CARVALHO, D. et al. (1.976) en Portugal, y cuyos nombres se mantienen aquí:

- Formación "Pulo do Lobo".
- Formación "Ribeira de Limas".
- Formación "Santa Iría".

Se distribuyen en bandas de gran continuidad lateral, con directrices hercínicas que varían entre N90E y N130E, desde el O en la frontera con Portugal hacia la parte oriental de la Hoja.

1.3.1. Formación "Pulo do Lobo". (S-D₃).

Es una serie detrítica constituida fundamentalmente por filitas con finas intercalaciones de cuarcitas micáceas.

Esta formación ocupa casi toda la mitad S de la Hoja y otra banda más estrecha al N junto a la fractura que separa dominios.

La formación "Pulo do Lobo" es muy monótona y aunque aquí no aflora el muro, sí lo hace en la Hoja de Aroche, donde aparecen por encima de rocas básicas ortoderivadas.

Hacia la base aparecen filitas que presentan colores oscuros algo asalmonados. Tienen finos niveles, de varios milímetros, con cuarzo de carácter clástico, llegando a constituir esquistos cuarcíticos, que alternan sucesivamente con las filitas. Los tonos van variando a verde-salmón y gris-verdoso; los niveles cuarcíticos se hacen a veces más potentes, de varios centímetros. Estos adquieren mucho mayor desarrollo en las franjas situadas al N de este dominio, donde llega a haber bancos de hasta dos metros de cuarcitas impuras. Aunque no se conoce el muro de la formación en la presente Hoja y está fuertemente replegada, con frecuentes cambios laterales de facies, se estima una potencia superior a 800 m.; y parece ir aumentando hacia el S.

Petrológicamente se distinguen dos tipos de rocas:

1.3.1. a) Filitas

Rocas esquistosas de grano fino, color gris y brillo satinado, con amígdalas de cuarzo.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Moscovita, sericita, cuarzo y óxidos de hierro.
- Minerales accesorios: Clorita y minerales arcillosos.
- Textura: Esquistosa.

Existen abundantes amígdalas de cuarzo secundario de exudación, desarrolladas a favor de la primera esquistosidad, que está intensamente replegada (pliegues en "chevron" fundamentalmente), con desarrollo de un falso cruce-ro de fractura. Existe recristalización de moscovita en las fracturas.

1.3.1. b) Cuarcitas micáceas

Rocas esquistosas y silíceas de color grisáceo, con micropliegues centimétricos.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, moscovita, clorita y óxidos.
- Minerales accesorios: Plagioclasa, circón, turmalina y opacos.
- Textura: Granolepidoblástica, con micropliegues.

La roca original es detrítica, con tamaño de grano menor de 2 mm. y matriz escasa, esencialmente cuarcítica.

Existen tres fases de deformación claras: la primera es sinesquistosa, con cuarzo-moscovita-clorita. La segunda lleva asociada una esquistosidad espaciada materializada con óxidos y mica blanca reorientada o recrystalizada. La tercera es un microplegado con esquistosidad de plano axial muy clara en los niveles filosilicatados con clorita sinesquistosa. Los micropliegues más claros son de la última fase. El grado de metamorfismo es bajo, asociación cuarzo-moscovita-clorita.

La edad de estos materiales no se conoce de forma directa, pues no se han encontrado fósiles, pero hay que situarla por debajo del Devónico Superior, debido a su posición relativa con los materiales de la formación superior, a la que pasa gradualmente; los tramos altos deben llegar al Devónico Medio-Superior, mientras que la parte basal podría corresponder al Silúrico-Devónico Inferior, o incluso más bajo. Por todo ello, se le atribuye una edad Silúrico-Devónico Superior.

1.3.2. Formación "Ribeira de Limas". (D₃-H^A).

Aparece en tránsito gradual con las formaciones inferior y superior, en cuatro afloramientos principales en relación con pliegues de Fase III.

Es una formación más grosera que la anterior, constituida fundamentalmente por filitas y metaarenitas; localmente aparecen metavolcanitas ácidas. Tiene características de una serie de transición pues presenta carácter híbrido, ya que existen filitas idénticas a las de la formación inferior y a veces llegan a ser pizarras similares a la superior. Todo ello dificulta la separación con ambas formaciones, que se hace de forma aproximada y algo subjetiva. Como en "Pulo do Lobo" aparecen frecuentes niveles más silíceos alternando con filitas (a veces pizarras), pero aquí más impuras y menos consolidados, considerándose de metaarenitas. Estos niveles más groseros presentan granos de cuarzo con fuerte carácter clástico, a veces muy limpios, lo que hace pensar en su posible carácter tobáceo. Localmente el carácter tobáceo es evidente, sobre todo en el límite oriental de la Hoja y en la de Aroche.

Se distinguen dos variedades litológicas.

1.3.2. a) **Filitas**

Roca esquistosa oscura, de grano fino, con niveles cuarcíticos; tienen abundantes micropliegues.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, mica blanca y clorita.
- Minerales accesorios: Opacos, circón y turmalina; además algunos cubos dispersos de pirita secundaria.
- Textura: Lepidoblástica, microplegada.

La roca original era un sedimento pelítico con algunos lechos más cuarcíticos. Existen tres fases de deformación: la primera es una "S" subparalela a "S₀" con mica blanca y cuarzo; la segunda produce micropliegues, con una "S" de reorientación mecánica de mica y recristalización parcial de la misma; la última produce pliegues suaves con una "S" materializada por opacos. La "S" más manifiesta es la segunda. El grado de metamorfismo es bajo; asociación cuarzo-mica blanca-clorita.

1.3.2. b) **Metaarenitas**

Son rocas detríticas, cuarcíticas, de grano medio a fino y colores marrón claro a verdoso.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, mica blanca, óxidos y clorita; en algunas muestras también plagioclasa.
- Minerales accesorios: Apatito, circón, turmalina, opacos y biotita-clorita; en algunas hay cuarzo que rellena filoncillos.
- Textura: Blastosamítica y esquistosa con restos texturales de la roca detrítica original.

El tamaño de grano es menor de 2 mm., con clastos de cuarzo y más escasos de moscovita, feldspatos y fragmentos de roca (agregados microcristalinos de sílice). La matriz, abundante, ha recristalizado con neoformación orientada de cuarzo y mica blanca. Según las muestras, se aprecian una o dos fases de deformación, materializadas por superficies espaciadas con óxidos. El grado de metamorfismo es muy bajo; asociación cuarzo-mica blanca-clorita.

La potencia de esta formación se estima en 400 m., que puede aumentar o disminuir según los puntos debido a cambios laterales de facies.

La edad es Devónico Superior-Carbonífero Inferior (Dinantiense), por datación en la Hoja de Aroche, donde se ha encontrado un posible Archeocalamites en estos materiales. Este hecho está de acuerdo con los datos paleontológicos y de campo relativos a la formación superior, datada por distintos autores como Carbonífero Inferior.

Esta formación se correlaciona con el complejo volcano-sedimentario situado más al S (Faja Pirítica), correlación que efectúan también geólogos portugueses (CARVALHO et al. 1.976).

1.3.3. Formación "Santa Iría". (H^A).

Es la segunda mejor representada en este dominio, después de "Pulo do Lobo", sobre todo en la parte norte.

Es una serie detrítica grosera, constituida por pizarras, arenitas y grauvacas en secuencia rítmica, formada por depósitos turbidíticos tipo Culm.

La sedimentación de estos materiales tiene lugar en unas condiciones de inestabilidad importantes, con estructuras sedimentarias de estratificaciones cruzadas y graduadas.

Los colores de las pizarras son grises oscuros, y verdes amarillentos las grauvacas.

Las alternancias entre pizarras y grauvacas suelen ocurrir en bancos de una o varias decenas de centímetros, pero existen paquetes de estas últimas hasta de 15 m. de espesor.

Se distinguen dos tipos petrológicos de rocas:

1.3.3. a) Pizarras

Rocas con clastos de cuarzo y feldespatos en una matriz pelítica; de color verde grisáceo, con micropliegues.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, plagioclasa y sericita.
- Minerales accesorios: Cuarzo en filoncillos y sulfuros.
- Textura: Lepidoblástica con micropliegues.

La roca original es detrítica, con porfirocristales de cuarzo y plagioclasas pretectónicas, de posible origen volcánico, y algunas micas detríticas. La matriz es dominante. Se aprecian dos fases de deformación: la primera sinéctica con la "S" más manifiesta; la segunda con micropliegues solo en los niveles más metapelíticos, con desarrollo de esquistosidad pero sin blastesis. El grado de metamorfismo es muy bajo.

1.3.3. b) **Grauvacas**

Rocas detríticas de grano medio en abundante matriz de grano fino; esquistosas, de color verdoso.

Estudio al microscopio:

- Minerales principales: Cuarzo, mica blanca (moscovita y sericita), plagioclasa y clorita.
- Minerales accesorios: Circón, turmalina, opacos; a veces biotita-clorita y moscovita.
- Textura: Muy variable: detrítica con apenas evidencias metamórficas, esquistosa, conservando los caracteres detríticos originales, y en algunos niveles lepidoblástica.

El tamaño de grano es menor de 2 mm., con clastos de cuarzo, fragmentos de roca (volcánicas, agregados de sílice microcristalina y esquistos), plagioclasas y algunas micas. Se aprecian una o dos fases de deformación, según las muestras. Cuando es una, apenas si presenta efectos de blastesis, con ligera orientación, a veces, de sericita neoformada. (Algunos fragmentos pizarrosos parecen tener una o dos esquistosidades previas a la erosión). En una muestra aparece una primera "S" subparalela a "S₀" con neoformación de sericita, y una segunda muy espaciada, con opacos ligada a micropliegues. El grado de metamorfismo es muy bajo; solo destacable la neoformación de sericita.

La potencia se estima superior a 160 m., pero no se conoce el techo de la formación.

La edad corresponde al Carbonífero Inferior, pues en la parte portuguesa algunos autores han encontrado vegetales fósiles y artejos de crinoides de edad antevisense (probable Tournaisiense-Dinantense).

1.4. CUATERNARIO

Está muy poco representado, limitándose a depósitos aluviales de arena y gravas en el cauce de los ríos y arroyos más importantes.

2. TECTONICA

Se han distinguido cuatro fases de deformación.

2.1. Fase I

Pertenecientes a esta fase, solo se han podido observar localmente, plie-

gues milimétricos a centimétricos, pero no de influencia cartográfica. Son pliegues extraordinariamente apretados, traspuestos, siendo difícil el localizar pequeñas charnelillas en forma de gancho. Producen una esquistosidad de flujo muy penetrativa, coincidente con la estratificación hasta el punto de confundirse con ella en la mayor parte de los casos. Al microscopio resulta evidente que se trata de un bandeado tectónico coincidente con las capas.

A escala mayor, esta fase ha podido producir despegues y cabalgamientos importantes, difíciles de localizar por coincidir con las capas y estar afectados por varias fases posteriores.

Todos los materiales del Dominio Central se consideran en serie invertida, producida por esta fase, por lo que su disposición estratigráfica es la inversa de la aparente en cartografía y cortes.

2.2. Fase II

Produce pliegues similares bastante apretados. Los representados en esta Hoja (O de Rosal, en el Tejar del Pocito) tienen amplitud de decenas de metros, pero pueden existir mayores, siendo difíciles de detectar. Tienen direcciones N120-130E, que en el Dominio Central y la Unidad de "El Cubito" llegan a estar próximas a N-S y producen una esquistosidad de fractura fina, bastante penetrativa, que traspone a "S₀" y "S₁" con muy pequeño ángulo entre ellas, por lo que a veces sólo es posible apreciarlo al microscopio, confundándose entre sí en la observación de visu. No obstante, hay zonas donde esto resulta patente, incluso a simple vista, como es en ciertas zonas del Dominio Meridional; sobre todo en las filitas y cuarcitas micáceas de la Formación "Puldo Lobo".

2.3. Fase III

Es la responsable de los pliegues mayores observados, así como de la inmensa mayoría de las estructuras cartografiadas. Son pliegues de dirección E-O a N110E, cilíndricos, o con ligero abombamiento en las charnelas. Con frecuencia parecen pliegues asimétricos, con el flanco norte más desarrollado que el sur, y fallados por el flanco invertido. En ocasiones corresponden a pliegues chevron, cuya zona axial es una superficie de fractura, sin apenas flexionar las capas en la charnela. Las dimensiones de estos pliegues es de uno o varios kilómetros, y donde mejor están representados es en el Dominio Meridional. También, en el Dominio Central, son los causantes de la antiforma en las rocas calcáreas que pasan por Rosal hasta la "Sierra de Ficalho". Suelen ser de plano axial subvertical, pero a veces son pliegues volcados con vergencia al S, como en el caso antes citado. Producen una esquistosidad de fractura

bastante espaciada, pero al microscopio a veces se manifiesta por micropliegues que afectan a "S₀", "S₁" y "S₂".

2.4. Fase IV

Son pliegues con ejes de dirección aproximada N-S, variable en varias decenas de grados hacia el E y O. La geometría de estos pliegues es cilíndrica; a veces también como pliegues chevron. No dan representaciones cartografiables a esta escala, pero son los responsables de frecuentes alveamientos de las capas, así como de ensilladuras de los ejes de las fases anteriores, que se hundan o llegan a desaparecer en ambos sentidos, para volver a recuperarse a lo largo de sus ejes. Producen una fracturación pronunciada pero muy espaciada, que sólo localmente se puede referir como esquistosidad, pero en la mayoría de los casos es un "close jointing". Estos pliegues parecen producidos por cizalla, y a veces se manifiestan como bandas de kinks. Además de éstos, existen otros pliegues tipo kink con dirección regional, y que en parte pueden corresponder a la Fase III.

2.5. Fracturas

A grandes rasgos se pueden establecer dos sistemas de fracturas:

- De dirección regional: E-O a NO-SE.
- Transversales: NNE-SSO y NNO-SSE.

Las de dirección regional son las más antiguas; se encuentran afectadas por las transversales o corresponden a los mismos esfuerzos que originaron las tres primeras fases de plegamiento, debiendo haberse producido en períodos tardíos de estas fases. Son fallas inversas que llegan a producir cabalgamientos importantes (posiblemente incluso despegues y corrimientos en las dos primeras fases), y fallas normales. Muchas de ellas parecen tener una historia compleja, al rejugar en diversas etapas, incluso de distinta forma; hasta de desgarrar, sobre todo durante la Fase IV. Así, las dos grandes fallas que delimitan dominios. Del mismo modo, los niveles con abundante cuarzo de exudación que aparecen en la "Unidad de El Cubito", se interpretan como fallas de este tipo producidas al final o después de la primera fase de plegamiento, plegadas por la segunda y que han podido rejugar en ella. En el plano se han representado como fallas supuestas estas bandas con más cuarzo, en puntos concretos de las cuales se aprecian las fracturas.

Las fracturas transversales se disponen en dos lotes conjugados, con direcciones antes señaladas; si bien alcanzan más desarrollo las NNE-SSO, sobre todo en las Hojas de Aroche y Aracena, donde llegan a producir desplaza-

mientos de hasta 2 km. Son fallas de desgarre producidas por cizalla que responden a los mismos esfuerzos que la Fase IV, presumiblemente en sus episodios tardíos. En la presente Hoja tan sólo alcanzan representación estas fracturas al E del Rosal.

3. HISTORIA GEOLOGICA

3.1. UNIDAD "EL CUBITO"

Esta unidad representa un problema, pues no se han podido separar con exactitud los materiales que la integran. Puede representar una cuenca con relleno de materiales equivalentes a los del Dominio Central (Precámbrico Superior principalmente), y otros existentes más al N y NE en Protugal y en la Hoja de Encinasola (Ordovícico-Silúrico). Como ya se ha indicado, con mayor posibilidad y en su mayor parte son filitas y pizarras ordovícicas, pero también filitas y cuarcitas oscuras pertenecientes con mayor probabilidad, al Silúrico. Estos materiales han sufrido después una tectónica particular, por efectos de cabalgamiento o de cizalla, que enmascaran las diversas rocas originales, y posiblemente mezcla tectónica entre ellas.

3.2. DOMINIO CENTRAL

Forma parte del "Geanticlinal Beja-Aracena" (SCHERMERHORN, L.J. G. 1.971), cuyo papel fue reconocido por autores anteriores (ALIA, 1.963, y RAMBAUD, 1.969). Sin embargo, APALATEGUI, O. (1.979) lo pone en duda al considerar a este dominio como una unidad alóctona.

Los materiales representados pertenecen al Precámbrico Superior y al Cámbrico Inferior. Comienzan con volcanitas ácidas pertenecientes a una actividad explosiva y depositados en una cuenca marina. En un período de tranquilidad se depositarían los productos más finos (cineritas), junto con sedimentos arcillosos y materia orgánica; a la vez que precipitaría gran cantidad de sílice en forma de geles. Constituirían así las filitas y cuarcitas grafitosas, formando parte de la serie volcánico-sedimentaria. A continuación se reproduciría o aumentaría la actividad del volcanismo; esta vez ácido y básico-intermedio según los puntos, en cuya etapa final, más tranquila, comenzarían a depositarse conjuntamente con carbonatos que predominarían cada vez más hasta formar paquetes de calizas marmóreas y mármoles.

Los últimos materiales citados, se ponen aquí en contacto mecánico con la Formación Carbonatada (Cámbrico Inferior), pero en la Hoja de Aracena están separados por metavolcanitas, y como se indicó, parece existir también

paso gradual con sedimentación conjunta. Esta Formación Carbonatada parece ser de origen arrecifal y representaría una sedimentación transgresiva. Hacia la base existen, localmente, niveles de cherts debidos a la influencia volcánica.

3.3. DOMINIO MERIDIONAL

Representa una cuenca situada al S del Dominio Central. Se sabe que existen materiales devónicos y carboníferos; con bastante probabilidad también del Silúrico, y es posible que parte del Ordovícico. La formación "Pulo do Lobo" se cree equivalente, al menos en su parte superior, al Devónico de la Faja Pirítica; "Ribeira de Limas" representa el equivalente al volcano-sedimentario de la misma, posiblemente como facies distales redepositadas, o donde la actividad volcánica ha sido muy débil; "Santa Iría" tiene la misma facies y edad que el Culm.

3.4. DEFORMACIONES

Todos estos materiales han sufrido los efectos de la Orogenia Hercílica. La mayor parte de los autores coinciden en asignar la etapa principal de plegamiento a la Fase Astúrica, en el límite Wesfaliense-Stefaniense (SCHERMERHORN, L.J.G. 1.971) siendo imposible datar cada una de las fases, al menos en este área, pues a excepción del Cuaternario no existen depósitos postorogénicos. Hay que destacar que en la Formación "Santa Iría" en el estudio petrológico de las grauvacas aparecen cantos, con una o dos posibles esquistosidades previas a la de la matriz. Asimismo, se citan una o dos fases de deformación, como máximo, cuando en las demás formaciones llegan a aparecer tres. No obstante, al realizar la cartografía no se han visto criterios que indiquen una discordancia tectónica, ni tampoco se cita en la bibliografía de la región, por lo que este hecho se interpreta debido a la erosión en zonas donde la primera fase tuvo un desarrollo más precoz.

Por otra parte, existe una tectónica de fractura muy importante relacionada con las fases de deformación, pero condicionada también por la paleogeografía de la zona. Así, a ambos lados del Dominio Central existen fracturas importantes que han sufrido una historia compleja. Al N está la Unidad de "El Cubito", que como ya se ha indicado muestra unas características mecánicas especiales; localmente se pueden observar las mismas características en la Formación "Pulo do Lobo", y la interpretación es presumiblemente la misma.

Durante el Carbonífero Inferior y posiblemente antes (Devónico Superior), el geanticlinal (?) (Dominio Central) llegaría a estar emergido, siendo la fuente de sedimentos detríticos (SCHERMERHORN, 1.971).

4. PETROLOGIA

En el presente apartado se hará primero un estudio de las rocas ígneas, y se abordarán seguidamente los problemas generales del metamorfismo.

4.1. ROCAS IGNEAS

Tan sólo aparecen en el Dominio Central ocupando la zona de fractura "Ficalho-Almonaster", en dos afloramientos: uno en el límite oriental de la Hoja que se continúa en la de Aroche ensanchándose progresivamente; el otro, muy pequeño al O de Rosal, apenas distinguible.

Dentro de esta Hoja no se ha cogido muestra, pero sí en la de Aroche, muy próximo al límite entre ambas. Resulta ser un granito brechificado; con cuarzo, feldespato potásico (ortosa) y plagioclasa (albita-oligoclasa) como minerales principales; moscovita, biotita, opacos, apatito y circón como accesorios. La textura original era granular heterométrica y la actual cataclástica, atribuible a la zona de fractura. El orden de cristalización es: primero, biotita-circón-opacos; y a continuación, plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo. La brechificación se manifiesta por maclas deformadas, cristales rotos, granulaciones y granulación-recristalización sólo observada en cuarzo.

4.2. METAMORFISMO

Existe en la mayor parte de los materiales representados en esta Hoja un metamorfismo regional de grado bajo, con la asociación: cuarzo-mica blanca-clorita; y a veces también con epidota y grafito, o plagioclasa y calcita, según los materiales. Este metamorfismo está ligado a la primera fase de deformación, responsable de la esquistosidad de flujo con cristalización de los minerales anteriores.

La segunda esquistosidad produce una reorientación mecánica de los minerales, pero a veces también una recristalización-neoformación de cuarzo, mica blanca y sericita.

En el Dominio Meridional, dentro de la Formación "Santa Iría" el grado de metamorfismo es muy bajo, e incluso existen muestras que no tienen neoformación de minerales.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. MINERIA Y CANTERAS

Se han reconocido ocho indicios dentro de esta Hoja, algunos de ellos

muy dudosos, con labores apenas perceptibles, localizados por referencias. La mayor parte de ellos son filonianos y ocurren junto a la fractura "Beja-Valdelarco". La mineralización es de óxidos de Fe y Mn, y uno de ellos que encaja en calizas, es de calcopirita. Los dos más importantes tienen lugar a unos 300 m. al E de Rosal, muy próximos entre sí, de calcopirita en calizas, y óxidos de Fe y Mn en serie volcano-sedimentaria. Hay que indicar que estas mineralizaciones filonianas pueden representar la removilización a zonas de fractura de otras primarias.

En la Unidad de "El Cubito" existen tres pequeños indicios con óxidos de Fe y Mn, asimismo en fracturas; uno de ellos en el límite E de la Hoja, llega a tener mineralización masiva de manganeso que encaja en cuarcitas negras (jaspilitas).

En el Dominio Meridional sólo se ha visto un indicio con referencias de cobre, en la Formación "Pulo do Lobo".

En cuanto a canteras, existen las propias de arenas y gravas en el aluvial de la Ribera de Chanza. También existe una pequeña corta abandonada en dolomías y calizas marmóreas al O de Rosal, posiblemente explotada para áridos.

5.2. HIDROGEOLOGIA

Como se indicó en la introducción, la región es seca por lo que sería del mayor interés el máximo aprovechamiento de los recursos hidrogeológicos. Desgraciadamente las condiciones litológicas no son, en general, favorables para la existencia de acuíferos importantes. Tan sólo la Formación Carbonatada y los mármoles del Dominio Central ofrecen posibilidades para captaciones de importancia, máxime cuando la fracturación ha sido intensa. De hecho, es aquí donde existen abundantes pozos y algunos manantiales que se emplean para el riego de pequeñas huertas sobre todo al O de Rosal. Incluso junto al pueblo existen entradas o cuevas en estas rocas, que están sin explorar.

Aparte de estos, los demás materiales, esquistos y pizarras fundamentalmente, apenas si ofrecen interés desde este punto de vista, con pequeños manantiales o pocillos en zonas de fracturas que proporcionan caudales mínimos para el abastecimiento de algunos cortijos.

Por otra parte, las riveras de Chanza y Calabozas pueden ser aprovechables para el riego en el Dominio Meridional, que es el más seco; incluso existen ciertas zonas que ofrecen condiciones favorables para embalses.

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 orogenes orthotectoniques". *Bol. Geol. y Min.* T. 82. vol. 3-4, pp. 324-345.
- BARD, J.P. (1.977).- "Signification tectonique des metatholeites 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, 109-118.
- BELTRAN, F. (1.976).- "Estudio geológico-minero en la zona de Las Condiendas" (Trabajo para la empresa Hidronitro, S.A.).
- BERNARD, A.J. et al.- "Aperçu sur le province pyriteuse Sud-Iberique". *Cont. Soc. Geol. Belg. Gus. Strat. Prov. Cup. Liege* 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.; CORREIA, 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 Pirotoxa e Grupo do Pulo do Lobo". *Memoorias 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. Distribution des séries sédimentaires et volcaniques associées". *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 286 Série 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.*, vol 27, pp. 293-296. Madrid.
- GONZALO Y 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).- "Erniqne problema dez 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 dévoniens et Carbonifères du Portugal et sur leur faune". *Com. Ser. Geol. Port.* 10, 1-2. 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 la 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 da coleção de Nery Delgado provenientes de jazidas 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 Palaozoikum 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 metalogé-
nia 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 la pros-
pección 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 Reu. Geol. SW Pen. Iber. Beja, 1.975.
- WINKLER, H.G.F. (1.974).- "Petrogenesis of metamorphic rocks". *Springer-
Verlag Nex York Inc.*



INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS 23 MADRID 3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA