

I/16-2-1

17 ABR. 1956

AÑO 1956

NUM. 41

## NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

## INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

### Sumario

✕ Las aguas mineromedicinales de la provincia de Pontevedra, por JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA.—Pág. 3.

✕ Datos para el estudio geológico del Concejo de Quirós (Asturias), por SANTIAGO GARCÍA-FUENTE.—Pág. 21.

✕ Estudios sobre prolongación de cuencas hulleras, por ILDEFONSO PRIETO, JUAN DE LIZAUR y JOSÉ DE LA REVILLA.—Pág. 33.

✕ Geología submarina, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.—Pág. 47.

✕ Nota sobre algunas rocas de la parte Oeste del Guadarrama, por LUIS C. GARCÍA DE FIGUEROLA.—Pág. 67.

✕ Nota geológica sobre la Peña de Nuestra Señora la Virgen de Francia, por JUAN A. KINDELÁN.—Pág. 99.

Bibliografía consultada para la preparación de la Hoja número 4 del mapa 1:400.000.—5.ª edición, por A. A. S.—Pág. 123.

Noticias.—Pág. 127.

Notas informativas.—Pág. 133.

Notas bibliográficas: Criaderos, pág. 145.—Geofísica, página 145.—Geofísica aplicada, pág. 146.—Geografía, página 148.—Geología, pág. 150.—Geonucleónica, pág. 156.—Geoquímica, pág. 159.—Hidrogeología, pág. 161.—Mineralogía, pág. 167.—Nucleónica, pág. 168.—Petrografía, página 169.—Radiactividad, pág. 171.

Instituto Geológico y Minero de España, pág. 173.

Lista de precios de las publicaciones del Instituto, pág. 174.



NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO**

DE

**E S P A Ñ A**

---

**NÚMERO 41**

---

M A D R I D

C. BERMEJO, IMPRESOR  
GARCIA MORATO, 122.—TELEF. 33-06-19

1 9 5 6

El Instituto Geológico y Minero de España  
hace presente que las opiniones y hechos  
consignados en sus publicaciones son de la  
exclusiva responsabilidad de los autores  
de los trabajos.

---

ES PROPIEDAD

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

---

Las aguas mineromedicinales de la provincia  
de Pontevedra

POR

JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA

JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA

## LAS AGUAS MINEROMEDICINALES DE LA PROVINCIA DE PONTEVEDRA

Entre los manantiales minero-medicinales de esta provincia actualmente en explotación, y los que, según nuestros datos, lo estuvieron en el siglo pasado, se identifican cincuenta y un establecimientos; de ellos solamente nueve tienen carácter oficial, que son: Caldas de Cuntis, La Virgen y El Castro, Caldas de Reyes, Acuña y Dávila, Caldas de Tuy, Catoira, Loujo o La Toja, Mondariz Peinador y del Val. El de La Toja tiene montada la correspondiente explotación mineralúrgica para la preparación de jabones, sales y productos de tocador. Tres de los mencionados, el de La Toja y los dos de Mondariz, embotellan oficialmente sus aguas.

Según últimas noticias, el balneario de Catoira parece ser se cerró con carácter temporal durante el año 1953. Los establecimientos que figuran en explotación dan en cada temporada más de cincuenta mil jornales, millar y medio de botellas llenadas y múltiples servicios de baños, duchas, irrigaciones, inhalaciones, etc., con un valor del agua utilizada en los balnearios o vendida embotellada de más de 7.000.000 de pesetas.

Figuran también como oficiales, pero en suspenso su actividad, Puente Caldelas, La Cañiza, Monte Porreiro y Las Aceñas.

Algunos de los manantiales requieren estudios y obras encaminados a un mejor captado, desde el doble punto de



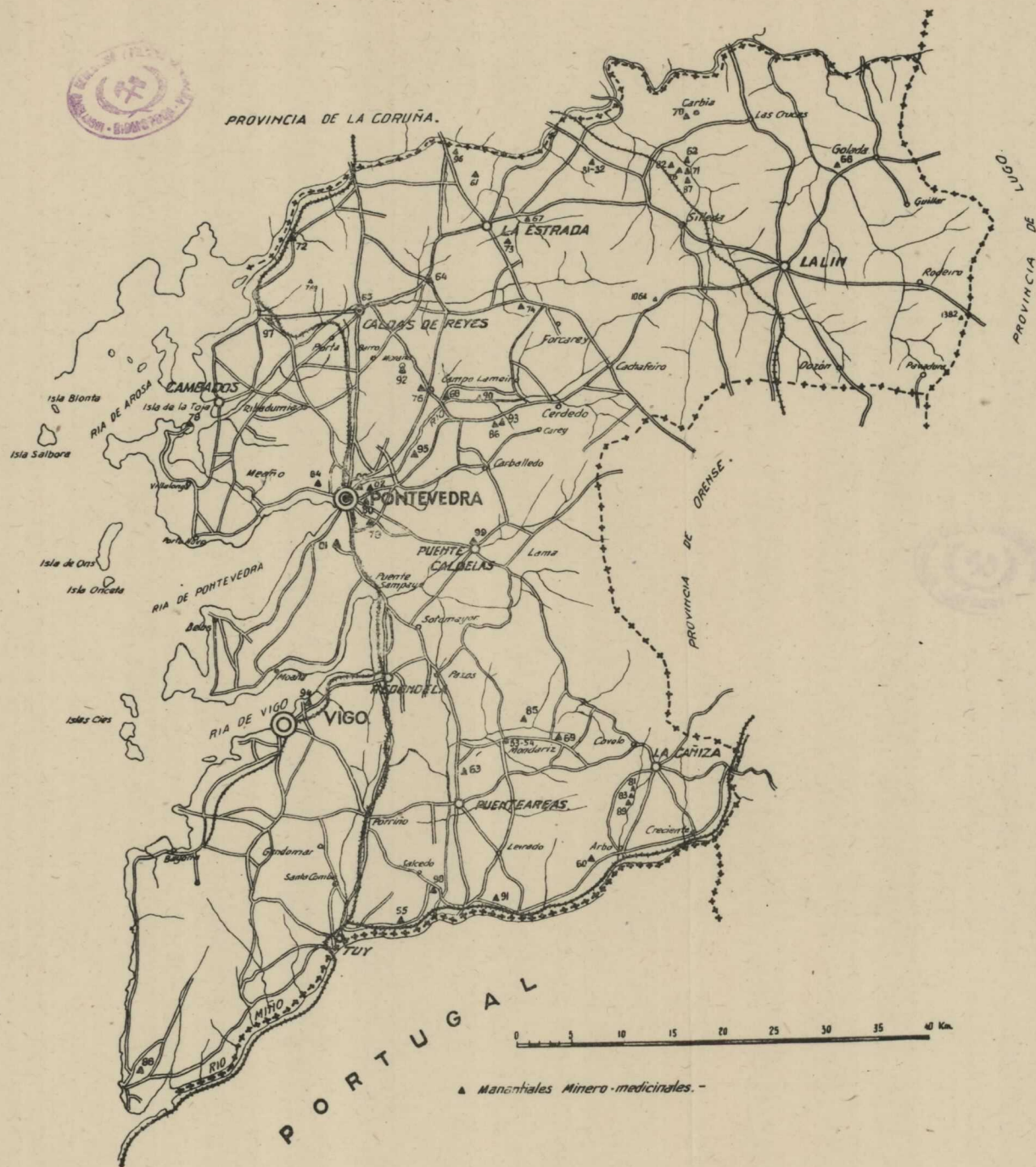
vista de aumentar el caudal y conservar todas las cualidades naturales hasta que el agua es utilizada por el paciente. En alguna de las localidades de esta provincia donde existen balnearios oficiales todavía se recuerda la época en que entraban varias tandas de bañistas al mismo pilón y en la misma agua, y pagaban dos reales los de la primera tanda y uno y cuartillo los de la segunda, lo que demuestra la insuficiencia del caudal captado.

Se relacionan y dan detalles, tanto de los manantiales oficiales como de los que se explotan clandestinamente y de los abandonados, ya que todos tienen importancia desde el punto de vista mineralúrgico. De algunos se dan propiedades y análisis realizados con motivo del trabajo general que se está preparando de los manantiales gallegos. De otros se omiten datos por las dificultades durante la visita a la toma de los mismos, así como de muestras con garantía suficiente de pureza.

# RELACION ALFABETICA DE AGUAS MINEROMEDICINALES DE LA PROVINCIA DE PONTEVEDRA

Aceñas, 1500.  
 Acuña, Balneario de (ver Caldas de Reyes).  
 Arbó, 1460.  
 Arealonga (ver Villagarcía).  
 Bea, 1461.  
 Brea, 1462.  
 Burgarín, 1463.  
 Caldas de Cuntis, Baños de, 1464.  
 Caldas de Reyes, 1465.  
 Caldas de Tuy, Baños de, 1455.  
 Caldelas de Tuy (ver Caldas de Tuy).  
 Caldelas de Vilarinho, 1466.  
 Callobre, 1467.  
 Camondes, Fuente de (ver Burgarín).  
 Campo, 1468.  
 Campos (ver Lerez).  
 Cañiza, 1469.  
 Carbia, 1470.  
 Carboeiro, 1471.  
 Castro (ver Caldas de Cuntis).  
 Catoira, 1472.  
 Cavada (ver Tenorio).  
 Cimáns, 1473.  
 Coca (ver Villagarcía).  
 Codeseda, 1474.  
 Constantina (ver Salcidos).  
 Crestelle, 1475.  
 Cuntis (ver Caldelas de Cuntis).  
 Dávila (ver Caldas de Reyes).  
 Fontiña, 1501.  
 Fragas, 1476.  
 Fuente del Val (ver Mondariz).  
 Gándara, Fuente de (ver Mondariz).  
 La Toja, 1478.  
 La Virgen y El Castro, Balneario de (ver Caldas de Cuntis).  
 Las Aceñas (ver Aceñas).  
 Lerez (ver Aceñas).

Loimil, 1431 y 1432.  
Loujo, (ver La Toja).  
Marcon, 1479.  
Mondariz, 1453, 1454.  
Molino de Salgueiro, Baños de (ver Salgueiro).  
Monte Porreiro, 1502.  
Mourete, 1480.  
Parada de las Hachas, 1481.  
Pazos, 1482.  
Pedra Furada (ver Santa Columba).  
Polgras, 1483.  
Poyo, 1484.  
Puente Caldelas, Baños de, 1499.  
Sabajanes, 1485.  
Sacos, 1486.  
Saidres, 1487.  
Salceda, 1498.  
Salcidos, 1488.  
Saleta (ver Loimil).  
Salgueiro, 1489.  
San Justo de Sacos, 1490.  
San Juan de Saidres (ver Saidres).  
San Mamed de Sabajanes, Baños de (ver Sabajanes).  
San Martín de Callobre, Aguas de (ver Callobre).  
San Miguel de Campo (ver Campo).  
Santa Columba da Pedra Furada, Baños de, 1491.  
Santa Cristina de Bea, Baños de (ver Bea).  
Santa Eulaila de Arcalonga (ver Villagarcía).  
Santa María de Carbocero (ver Carboeiro).  
Santa María de Miraña, 1492.  
Santa María y La Virgen (ver Caldas de Cuntis).  
Santa María de Sacos, 1493.  
Santa Marina de Fragas (ver Fragas).  
Santiago de Parada de Hachas (ver Parada de las Hachas).  
Santiago de Vigo, 1494.  
Sela, 1503.  
Tenorio, 1495.  
Troncoso, Puente de (ver Mondariz).  
Tuy (ver Caldelas de Tuy).  
Val, Fuente del Val (ver Mondariz), Aguas de.  
Vea (ver Bea).  
Vilariño (ver Caldelas de Vilariño).  
Villacriste, 1496.  
Villagarcía, 1497.  
Virgen de la Saleta (ver Loimil).  
Viso (ver Callobre).



## DESCRIPCION DE LOS MANANTIALES (\*)

## 1431.—LOIMIL-S.

Las aguas sulfhídricas frías de Loimil se conocen también por el nombre de Aguas de la Virgen de la Saleta, y, según parece, en los últimos decenios del siglo pasado acudieron por temporada unos 500 pacientes. Su caudal es de 1,5 l/m.

## 1432.—LOIMIL-F.

Las aguas ferruginosas frías de Loimil están situadas a 200 m. de las sulfurosas, y su concurrencia es menor que la de éstas; tiene un caudal de 1 l/m.

## 1453.—MONDARIZ (VAL).

Fuente intermitente, al menos en apariencia, de caudal reducido, sita en la margen sur del Tea, cerca del Puente del Val. Estas aguas son algo más ferruginosas que las cercanas de Gándara y Troncoso. En varios puntos del cauce del Tea se observan desprendimientos gaseosos en abundancia.

## 1454.—MONDARIZ (PEINADOR).

Los manantiales de Gándara y Troncoso conocidos también por Peinador, debido a que don Enrique Peinador, en 1870, descubrió la Fuente de la Gándara; distan entre sí un kilómetro; brotan a 17° y 16°, con algún desprendimiento gaseoso, y con un caudal de 17 l/m.

Los datos más antiguos sobre la de Troncoso pueden ser de hacia 1850, cuando era estudiante el que posteriormente fué Párroco de la feligresía donde están enclavados, don Domingo Blanco Lage; hoy pertenecen a la feligresía nueva de Nuestra Señora de Lourdes. Al trasladarse el mencionado Párroco de Troncoso a Vilar con motivo de sus estudios, observó el burbujeo de un manantial de Saidoro, que al Prelado no le parecía de agua potable, el cual, un

---

(\*) La numeración del croquis de situación de los manantiales corresponde a las cifras de las decenas y unidades de esta descripción.

par de decenios después, lo empezó a recomendar a sus feligreses y amigos, con lo que empezó su actual fama.

En este grupo de manantiales se han encontrado restos romanos, figurando entre ellos monedas, tejas, tuberías, cerámica, etc. Hay antecedentes de que en la Edad Media fueron utilizadas estas aguas por los señores del Castillo de Soto.

#### 1455.—CALDAS DE TUY (BAÑOS DE).

Los manantiales de Caldas de Tuy están en el propio cauce del río Miño, y se da la circunstancia de que en algunas crecidas las aguas alcanzaron alturas de cinco metros sobre el piso del pabellón de madera que cubre los manantiales. Esto obliga a una limpieza y restauración anual en el mes de mayo.

Las aguas son sulfhídricas con temperaturas cercanas a los 50° y abundantes desprendimiento gaseoso, que en casi su totalidad es nitrógeno. Los caudales de los dos manantiales principales son 65 y 58 l/m. Hemos de destacar que la radioactividad deducida por nosotros fué de 2,8 m.  $\mu$  c/l., mientras que los valores de Muñoz del Castillo y Rada de 1912 dan 6,5 m.  $\mu$  c/l.

#### 1460.—ARBÓ.

Datos del doctor Cervigón.

#### 1461.—BEA.

Manantial sulfhídrico frío, situado a orillas del río Ulla, se conoce por Baños de Santa Cristina de Veá. El agua se deposita en una balsa o estanque circular de cantería con un pilar en el centro.

#### 1462.—BREA.

Existe en Brea un manantial principal de aguas sulfhídricas hipotermas que alimenta un pilón capaz para 12 personas.

Además, existen seis manantiales de menor importancia denominados Convento, Adiego, Inferniño, Camporrosa, Barrio y Caldeas. Según las estadísticas de 1875, acudían a los baños 400 agüistas anuales.

#### 1463.—BURGARÍN.

Según datos del Archivo del Instituto Geológico, existe en Burgarín un agua sulfhídrica fría y otra ferruginosa.

sa. La primera se conoce por el nombre de Fuente de Camondes.

#### 1464.—CALDAS DE CUNTIS (BAÑOS DE).

Una de las termas de Pontevedra que se sostiene fué utilizada en tiempo de los romanos, es la de Cuntis; como comprobación, además de varios escritos, está el pilón y busto descubierto en 1835 y varios descubrimientos posteriores de menos importancia.

Los nombres populares de los manantiales sulfhídricos hipotermas son concordantes con su temperatura elevada, que llegó a los 60°; así se tiene, además, de la Burga Pública, las de Horno Nuevo, Horno Viejo (conocido anteriormente por Hornillo), Arqueta del Fuego de Dios, etc.

Los manantiales privados forman parte actualmente de los dos Balnearios de la Virgen y el Castro. El primer grupo conocido anteriormente con los nombres de Santa María y la Virgen, fué reconstruido en 1810, a expensas del Conde de Gimande, quien dispuso fuesen de utilización gratuita. El segundo toma su nombre del propietario que tuvo a principios del siglo pasado, don Manuel Castro.

#### 1465.—CALDAS DE REYES

Según algunos investigadores, parece ser que Caldas de Reyes es la Aquae Celenae de Antonio Augusto en el camino de Braga a Astorga. En dicho sitio hemos visto exvotos romanos, que pueden indicar que en aquella época ya se conocían estas aguas.

La designación de Reyes parece proceder del nacimiento de Don Alfonso VII en 1104, en el Castillo de Doña Urraca.

Los dos manantiales principales denominados de Acuña son los que en el primer tercio del siglo pasado fueron objeto de especial atención por el Ministro de Gracia y Justicia, don Pedro Acuña. La temperatura es de 27° y el caudal, de 90 l/m.

El otro grupo, formado por cuatro manantiales de agua sulfhídrica, se conoce por la denominación de Dávila, en memoria de don Joaquín Dávila, que lo mejoró y saneó a fines del siglo pasado.

#### 1466.—CALDAS DE VILARIÑO.

Son dos los manantiales de Caldeas de Vilariño, separadas entre ellas unos 25 m., clasificables hoy como sulfhídricas frías, pero con la particularidad de que, según la

tradición, hace cosa de un siglo fueron termales, quizá verosímil por la denominación de Caldas, que se da al paraje donde brotan. Están los manantiales muy abandonados y es posible que las aguas se mezclen con fría de otra procedencia que rebaja su temperatura. En el año 1875 concurrieron unas 300 personas.

#### 1467.—CALLOBRE.

Desde mediados del siglo XVIII se conocen las aguas sulfhídricas hipotermales de Callobre, con un caudal reducido, al que asistieron en 1875 cerca de 300 pacientes.

#### 1468.—CAMPO.

Existen en Campo dos manantiales sulfhídricos fríos denominados Faróns y Loreiro.

#### 1469.—CAÑIZA.

El manantial de la Cañiza se descubrió en 1863 por los licenciados en Medicina Bernardo Estévez y Manuel Álvarez Domínguez; se trata de un manantial principal con caudal de 20 l/h. y varios pequeños cercanos de aguas ferruginosas frías.

#### 1470.—CARBIA.

Datos del doctor Cervigón.

#### 1471.—CARBOEIRO.

Las aguas de Carboeiro son sulfhídricas frías. El agua del manantial va a un pilón capaz para 12 personas, y el número de agüistas a fines del siglo pasado no llegaba a los 200 anuales.

#### 1472.—CATOIRA.

Las aguas de Catoira se conocen desde el siglo XVIII; son sulfhídricas frías y constan de cuatro manantiales, uno en las inmediaciones de la iglesia parroquial denominado de San Miguel, con reducido caudal; dos del balneario, uno en el lugar de Laxiña y otro en el hotel en Licarei, cercanos al anterior y un cuarto en Coderaiz, en la explanación del ferrocarril, cerca del disco de entrada de los trenes procedentes de Santiago. Los caudales de estos tres son 1,5, 0,8 y 0,2 l/m., y la temperatura de ellos, 17°C.

#### 1473.—CIMÁN.

Según datos del Archivo del Instituto Geológico, se trata de un manantial sulfhídrico.

#### 1474.—CODESEDA.

Las aguas de Codeseda son sulfhídricas frías, con la particularidad de que desde mediados de otoño hasta mediados de primavera se cubre el manantial por las aguas del arroyuelo cercano al punto de emergencia. Concurren 30 agüistas al año.

#### 1475.—CRESTELLE.

Existen en Crestelle dos manantiales, distantes entre sí unos 10 m., de aguas sulfhídricas frías, con caudal de 120 litros hora. El número de agüistas anuales no alcanza a 200.

#### 1476.—FRAGAS.

El manantial de Fragas, de aguas sulfhídricas frías, tiene un abundante caudal, y quizá alcanzó en la antigüedad gran importancia, ya que en escritos de mediados del siglo pasado se mencionan las ruinas de su antigua casa de baños y que el número de pacientes había quedado reducido a 50 anuales.

#### 1478.—LA TOJA.

Las dos islas de la Ría de Arosa conocidas, desde el mapa de Fontan, por Toja Grande y Toja Pequeña, se las denominaban anteriormente por Loujo y Toja; por eso en los escritos antiguos se denomina «Aguas de Loujo» a este grupo de manantiales.

Los datos ciertos más antiguos corresponden a unas excursiones que hicieron por la Isla de Loujo unos campesinos, al poco de terminarse la Guerra de la Independencia, los cuales, al darse cuenta del calor del terreno, realizaron obras, que pusieron en evidencia estas aguas, las que tuvieron varias alternativas hasta 1837, en que comenzó el aumento del número de agüistas.

Las aguas sulfhídricas de La Toja alcanzan en algunos manantiales, como el de Burga, los 60°; tienen el considerable residuo seco de 29 g/l., y el caudal de todo el grupo es de 400 l/m.

Las propiedades radiactivas de estos manantiales, tanto de las aguas como de sus interesantes lodos, fueron estudiados por Díaz de Rada. La actividad inducida varía de 3,7 m.  $\mu$  c/l., en la Burga; a 7,9 m.  $\mu$  c/l. en el manantial Fernando. Según dicho estudio, estas aguas también tienen actividad fija, y la cantidad de radio en el caudal diario de las aguas de 576 m<sup>3</sup> es de 0 20 mg, que varía de  $530 \times 10^{-12}$

g l. para el manantial Fernando, a  $110 \times 10^{-12}$  g/l. para el Frío. Las aguas de este grupo de manantiales contienen óxido de torio, y el denominado frío tiene una concentración en óxido en su residuo seco de  $25 \times 10^{-4}$ .

Los lodos de La Toja tienen la extraordinaria concentración en radio de  $1,9 \times 10^{-10}$  para el manantial número 4 a  $4,9 \times 10^{-10}$  para el manantial frío, y una cantidad considerable de torio.

#### 1479.—MARCON

Al manantial ferruginoso frío de Marcon acuden anualmente unas 100 personas.

#### 1480.—MOURENTE.

Según datos del Archivo del Instituto Geológico, existe en Mourente un manantial ferruginoso frío.

#### 1481.—PARADA DE LAS HACHAS.

Da nombre al lugar de Caldas el manantial sulfhídrico de 32° C. que brota en la parroquia de Santiago de Parada de Achas. Además, existen cerca los baños del Salgueiro y cerca del barrio de Fial otro manantial análogo con temperatura de 23° C.

#### 1482.—PAZOS.

Existen en Pazos cuatro manantiales; tres de ellos están enclavados en el paraje conocido por Fuentes de los Campos y son dos sulfhídricos fríos y uno ferruginoso frío; el cuarto dista 200 m. de los anteriores, pertenece al paraje denominado Fuentes de los Rodríguez y es sulfhídrico frío; el número de agüistas pasó en algunas ocasiones de los 200 anuales.

#### 1483.—POLGRAS.

Según datos del Archivo del Instituto Geológico, existe un manantial sulfhídrico de 24° C. en Polgras.

#### 1484.—POYO.

Existen datos en el Instituto Geológico de varias fuentes ferruginosas frías en el lugar de Poyo.

#### 1485.—SABAJANES.

Los baños sulfhídricos fríos de Sabajanes parece ser tuvieron su máxima importancia a mediados del siglo XVIII, en

que se construyó su casa con un pilón para el baño; el caudal era algo superior a 2,5 l/m. El número de los agüistas fué descendiendo desde 100 en 1750, y a fines del siglo pasado no alcanzaban los 50 anuales.

#### 1486.—SACOS.

El manantial ferruginoso frío de Sacos se descubrió en 1875.

#### 1487.—SAIDRES.

Las aguas de Saidres son sulfhídricas frías, con una concurrencia de agüistas de unos 250 en la temporada de 1875.

#### 1488.—SALCIDOS.

Conocimos la existencia de este manantial por la Hidrología de don Pedro María Rubio, que lo sitúa media legua al S-SE. de La Guardia y a orillas del Miño, el que fué descubierto en 1837 por el cirujano don Francisco Navarro. Se asegura existía en las inmediaciones del manantial un pilón, en el arroyo que baja del Monte Torrero, que eran ferruginosas frías y que se embotellaban en 1850. Recorrimos varias veces el terreno y preguntamos a los más ancianos de aquellos lugares, y nadie tiene noticias del mencionado manantial.

#### 1489.—SALGUEIRO.

El baño del Molino de Salgueiro es de aguas sulfhídricas frías y dista menos de 200 m. del río Deva.

#### 1490.—SAN JUSTO DE SACOS.

Las aguas sulfhídricas hipotermales que se utilizan en los Baños de San Justo alimentan tres pilones, y a fines del siglo XIX tenían una concurrencia de 400 pacientes anuales.

#### 1491.—SANTA COLUMBA DA PEDRA FURADA (BAÑOS DE).

El manantial de Santa Columba da Pedra Furada es de pequeño caudal y clasifícanle como sulfhídrico frío por su temperatura de 22°.

#### 1492.—SANTA MARÍA DE MIRANA.

Datos del doctor Cervigón.

## 1493.—SANTA MARÍA DE SACOS.

Las aguas de Santa María de Sacos son sulfhídricas frías. Proceden de dos manantiales, uno descubierto hacia 1870 y el otro mucho más antiguo. El número de agüistas el año 1875 fué el de unos 80.

## 1494.—SANTIAGO DE VIGO.

El manantial de aguas ferruginosas frías de Santiago de Vigo fué descubierto en 1846 por el licenciado en Medicina Taboada Leal y el de Farmacia Rodríguez Bustillo, y, según ellos, el número de pacientes en cada uno de los años 1876, 1877 osciló entre 500 y 600.

## 1495.—TENORIO.

Las aguas sulfhídricas frías de Tenorio, con un caudal de 2 l/m., comenzaron a utilizarse con fines curativos hacia 1855, y el número máximo de agüistas que han acudido a ellas es de 100 anuales. A la fuente se la denomina de la Cavada.

## 1496.—VILLACRISTE.

Existen en Villacriste tres manantiales de aguas sulfhídricas frías que se usan desde el siglo XVIII con fines curativos, habiendo alcanzado el número de pacientes los 400 anuales.

## 1497.—VILLAGARCÍA.

La fuente de la Coca de Villagarcía es de aguas ferruginosas frías y parece ser que hubo año que acudieron a la misma de 250 a 300 pacientes.

## 1498.—SALCEDA.

Al visitar este manantial no se pudo tomar muestra por estar cubierto de escombros. Por los datos de los vecinos del lugar, parece ser que las aguas de Salceda figuraban clasificadas como bicarbonatado-sódico-ferruginosas, y que, además de tomarlas al pie del manantial, se mandaban embotelladas a Tuy. Su caudal era de 60 l/h.

## 1499.—PUENTECALDELAS.

Existen en Puentecondelas cuatro manantiales de aguas sulfhídricas, de ellos tres fríos y el cuarto tiene la temperatura de 30°, al que quizá se deba su nombre del partido judicial.



SITUACION DE LOS MANANTIALES MINEROMEDICINALES DE LA PROVINCIA DE PONTEVEDRA

NÚM.	NOMBRE MANANTIAL	PARAJE	ENTIDAD	PARROQUIA	AYUNTAMIENTO	PARTIDO JUDICIAL	CUENCA HIDROGRÁFICA	H.GEO- LÓGICA
1500	Aceñas (Las).....	Aceñas .....	Fontaiña .....	San Salvador de Lérez.....	Pontevedra .....	Pontevedra .....	Lérez .....	185
1460	Arbo .....				Arbo .....	La Cañiza .....	Miño .....	262
1461	Bea .....			Santa Cristina de Veá .....	Estrada .....	Estrada .....	Ulla .....	121
1462	Brea .....			Santiago de Fontao .....	Carbia .....	Lalín .....	Deza .....	121
1463	Burgain .....		Camondes .....	Santa Cristina Burgarin .....	Puenteareas .....	Puenteareas .....	Tea .....	224
1464	Caldas de Cuntis (Baños de).....	La Virgen .....		Santa María de Cuntis .....	Cuntis .....	Caldas de Reyes .....	Umia y Gallo .....	152
1464 bis	» .....	El Castro .....		Santa María de Cuntis .....	Cuntis .....	Caldas de Reyes .....	Umia y Gallo .....	152
1465	Caldas de Reyes (Dávila).....	Herrería .....			Caldas de Reyes .....	Caldas de Reyes .....	Umia y Bermaña .....	152
1465 bis	Caldas de Reyes (Acuña) .....	Herrería .....			Caldas de Reyes .....	Caldas de Reyes .....	Umia y Bermaña .....	152
1455	Caldas de Tuy (Baños de).....	Balneario .....	Baños .....	San Martín de Caldelas .....	Tuy .....	Tuy .....	Miño .....	261
1466	Caldas de Vilaríño .....	Caldas .....	Vilaríño .....	Santa María de Vilaríño .....	Golada .....	Lalín .....	Arnego .....	122
1467	Calobre .....		Vilar .....	San Martín de Calobre .....	La Estrada .....	Estrada .....	Linares .....	121
1468	Campo .....	Farons y Lodeiro .....	Praderrey .....	San Miguel do Campo .....	Campo-Lameiro .....	Caldas de Reyes .....	Lérez .....	152
1469	Cañiza .....	Baqueros .....	Nogueiró .....	San Julián de Petan .....	La Cañiza .....	La Cañiza .....	Deva .....	224
1470	Carbia .....		Taboada .....	Santa María de Piloño .....	Carbia .....	Lalín .....	Ulla .....	121
1471	Carboeiro .....	Merza .....		Santa María de Carboeiro .....	Silleda .....	Lalín .....	Deza .....	121
1472	Catoira .....		Catoira .....	San Miguel de Catoira .....	Catoira .....	Caldas de Reyes .....	Ulla .....	120
1473	Cimans .....		Cimans .....	Santiago de Tabeiros .....	La Estrada .....	La Estrada .....	Linares-Ulla .....	121
1274	Codeseda .....		Barro .....	San Jorge de Codeseda .....	La Estrada .....	La Estrada .....	Umia .....	153
1475	Crestelle .....	Crestelle .....		San Tirso de Manduas .....	Silleda .....	Lalín .....	Arnego .....	121
1501	Fontiña .....	Poza de la Fontiña .....	Armada y Navalejos .....	San Martín de Salcedo .....	Pontevedra .....	Pontevedra .....	Lérez .....	152
1476	Fragas .....	Juncal de Caldelas .....	Lage y Barreiro .....	Santa María de Fragas .....	Campo-Lameiro .....	Caldas de Reyes .....	Tomeza .....	185
1478	La Toja .....		Isla de la Toja .....	San Martín del Grove .....	Grove .....	Cambados .....	Ría de Arosa .....	185
1432	Loimil (S) .....	Tojal, Monte o Vaniño .....	Iglesia .....	Santa María de Loimil .....	Estrada .....	Estrada .....	Oca-Ulla .....	121
1431	Loimil (F) .....	Prado o la Viña .....	Iglesia .....	Santa María de Loimil .....	Estrada .....	Estrada .....	Oca-Ulla .....	121
1579	Marcon .....	La Ría .....		San Miguel de Marcon .....	Pontevedra .....	Pontevedra .....	Marcon-Lérez .....	185
1454	Mondariz (Gándara).....		Chan de Gándara .....	Nuestra Señora de Lourdes .....	Mondariz-Balneario .....	Puenteareas .....	Tea .....	224
1454 bis	Mondariz (Troncoso) .....	Saidoiro .....	Troncoso .....	Nuestra Señora de Lourdes .....	Mondariz-Balneario .....	Puenteareas .....	Tea .....	224
1453	Mondariz (Fuente del Val).....	Val .....	Campos y Monteporreiro .....	Santa Eulalia de Mondariz .....	Mondariz .....	Puenteareas .....	Tea .....	224
1502	Monte Porreiro .....	Fontiña .....		San Miguel de Morunt .....	Pontevedra .....	Pontevedra .....	Tomeza .....	185
1480	Mourente .....		Mourente .....	Santa María de Mourente .....	Pontevedra .....	Pontevedra .....	Lérez .....	185
1481	Parada de las Hachas .....		Caldas .....	Santiago de Parada de Achas .....	La Cañiza .....	La Cañiza .....	Deva .....	224
1482	Pazos .....	Fuente de los Campos .....	Pazos .....	Santa María de Pazos .....	Silleda .....	Lalín .....	Toja-Deza .....	121
1483	Polgras .....	Fuente de los Rodriguez .....	Polgras .....	Santiago de Paradas de Achas .....	La Cañiza .....	La Cañiza .....	Deva .....	224
1484	Poyo .....		Poyo .....		Poyo .....	Pontevedra .....	Mouro .....	185
1499	Puente Caldelas .....	Couso .....	Puente Caldelas .....	Santa Eulalia de Puente Caldelas .....	Puente Caldelas .....	Puente Caldelas .....	Octaven-Caldelas .....	186
1485	Sabajanes .....	Sobreiral .....	Ermelo .....	San Mamed de Sabaganes .....	Mondariz .....	Puenteareas .....	Tea .....	224
1486	Sacos .....		Dorna .....	Santa María de Sacos .....	Cotobad .....	Puente Caldelas .....	Coirego-Lérez .....	153
1487	Saidres .....		Saidres .....	San Juan de Saidres .....	Silleda .....	Lalín .....	Deza .....	121
1498	Salceda .....	Pozo de Barro .....	Mallón .....	San Vicente Soutelo .....	Salceda de Caselas .....	Tuy .....	Miño .....	261
1488	Salcidos .....	Constantina .....	Cividancos .....	San Lorenzo de Salcidos .....	La Guardia .....	Tuy .....	Miño .....	299
1480	Salgueiro .....		Cruz .....	Santiago de Parada de Achas .....	La Cañiza .....	La Cañiza .....	Deva .....	224
1490	San Justo de Sacos (Baños de) .....		San Justo .....	San Jorge de Sacos .....	Cotobad .....	Puente Caldelas .....	Lérez .....	153
1491	Santa Columba da Pedra Furada (Baños de) .....		Pedrafurada .....	Santa María de Oleiros .....	Salvatierra de Miño .....	Puenteareas .....	Miño .....	262
1492	Santa María de Moraña .....				Moraña .....	Caldas de Reyes .....	Umia .....	152
1493	Santa María de Sacos .....	Anlle .....	Dorna .....	Santa María de Sacos .....	Cotobad .....	Puente Caldelas .....	Lérez .....	153
1494	Santiago de Vigo .....		Coton-Moudon .....	Santiago de Vigo .....	Vigo .....	Vigo .....	Ría de Vigo .....	223
1503	Sela .....				Pontevedra .....	Pontevedra .....		185
1495	Tenorio .....	Veiga da Vella .....	Parada .....	San Pedro Tenorio .....	Cotobad .....	Puente Caldelas .....	Lérez .....	185
1496	Villacristi .....		Villacristi .....	San Miguel de Cora .....	Estrada .....	Cambados .....	Ulla .....	120
1497	Villagarcía .....	Puente de la Coca .....	Lage .....	Santa Eulalia de Afuera de Arealonga .....	Villagarcía .....	Estrada .....	Ría de Arosa .....	152

## 1500.—ACEÑAS.

Manantial que no hemos visitado, lo conocemos por las mediciones de su radiactividad efectuadas por Muñoz del Castillo, las que después de rectificar los cálculos por nosotros le asignamos una actividad de 47,6 m $\mu$ c/l, que es la mayor de las que hemos estudiado de Galicia.

## 1455.—CALDAS DE TUY.

## 1501.—FONTIÑA.

Se trata de un manantial de aguas sulfurosas, en el que existe una poza que utilizan para los baños, en la parroquia de San Martín de Salcedo. No lo hemos visitado.

## 1502.—MONTE PORREIRO.

Manantial en las inmediaciones de Pontevedra, con una radiactividad muy interesante.

1503.—SELA (ESTÁ EN LA PÁG 5.<sup>a</sup>).

## 1503.—SELA.

Los datos de este manantial son de Muñoz del Castillo, que está cerca de Pontevedra, y por el repaso de sus cálculos le suponemos una actividad de 4,2 m.  $\mu$ c/l.

ANÁLISIS DE LAS AGUAS

De las muestras que se pudieron tomar con suficiente garantía para no perturbar la marcha normal de los establecimientos balnearios o, como en otros casos, que a pesar del estado de abandono de los manantiales, se apreciaba que las aguas no estaban contaminadas, se efectuasen los correspondientes análisis. Las determinaciones que figuran en el estado de «análisis químicos» los efectuó el ingeniero Menéndez Pujet, profesor de Química analítica de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, las demás son nuestras, salvo los valores de la radiactividad que tienen la indicación (x), que fueron deducidas por el doctor Muñoz del Castillo, habiendo rectificado nosotros los cálculos a partir de los datos que teníamos en unidades antiguas de este doctor.

DATOS FÍSICOS Y FLUOR

MANANTIAL	Residuo seco g/l	pH		Radiactividad m.µ.c./l	Fluor	C° Temperatura
		Sin hervir	Hervida			
Loimil (F).....	0,211	9,70	8,08	0,8	Si	14°
« (S).....	0,273	8,60	0,05	0,8	Si	16°
Mondariz (Fuente del Val A) (x).....				0,1		13°
« (Fuente del Val B) (x).....				0,0		12°
« (Gandara) (x).....				0,0		18,5°
« (Troncoso).....						16°
Caldelas de Tuy.....		7,05	8,07	2,8	Si	47,5°
Caldas de Reyes (Dávila).....	0,660	8,00	8,10		Si	
« (Acuña F).....				0,5	Si	28,0°
« (Acuña C).....	0,025			0,8	Si	39,4°
Catoira (Hotel).....	0,290	7,04	8,00		Si	17°
Cuntis (Virgen).....	0,260	8,07	8,00		Si	
« (Castro Frio).....	0,001	8,04	8,02		Si	
« (Castro Templado).....	0,237	8,01	7,08		Si	
« (Castro Caliente).....	0,582	9,01	8,00		Si	
Las Aceñas (x) (—).....				47,6		12°
Monte Porreiro (x) (—).....				14,5		
Sela (x) (—).....				4,2		

(—) Tiene radiactividad fija.

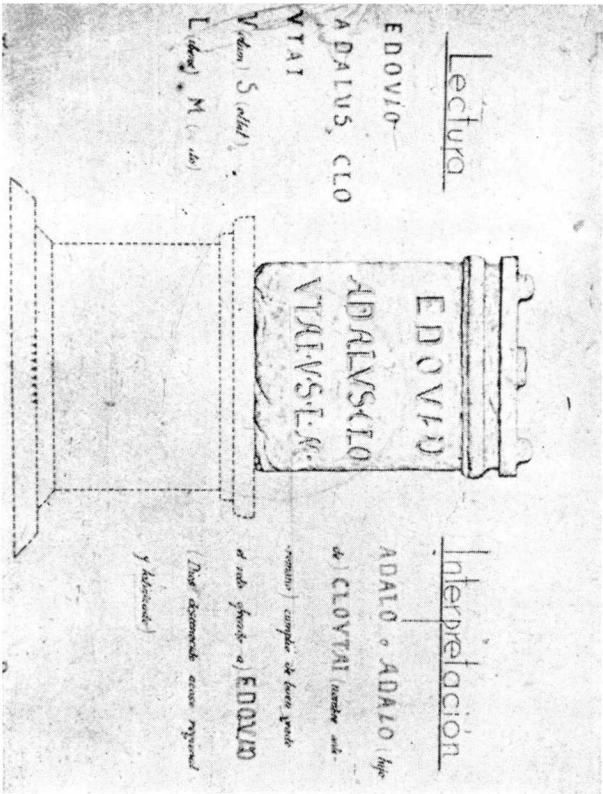
ANÁLISIS ESPECTROQUÍMICO

MANANTIALES	V	Co	Ni	Pb	Ti	Si	Li	Mg	Mn	Fe	Mo	Ga	Ge
Loimil F.....	—	<4	>6	<3	—	1	3	4	>2	<3	<4	<5	<6
Loimil S.....	—	—	—	—	—	2	<3	5	<3	>3	—	—	—
Caldelas de Tuy..	—	—	—	<6	>5	—	—	—	—	—	<4	—	—
Mondariz.....	—	—	—	<6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gándara.....	—	—	—	<6	—	—	—	—	—	—	—	—	—

El número indica en peso el exponente negativo de 10.

Septiembre 1955.

MANANTIAL	Anhidrido sulfúrico g/l	Cal g/l	Magnesia g/l	Cloro g/l	Cloruro sódico g/l	Hierro g/l	Grado hidromético
Loimil F.....	0,0322	0,0115	0,0166	0,0249	0,0410	0,0009	
Loimil S.....	0,0398	0,0155	0,0151	0,0285	0,0469	0,0005	
Caldelas de Tuy.....	0,0395	0,0206	0,0036	0,2308	0,3803	0,0006	
Catoira (Hotel).....	0,0326	0,0021	0,0090	0,0533	0,0878	No se hizo	1,5
Catoira (Disco).....	0,0515	0,0124	0,0036	0,0639	0,1053	No se hizo	1,5
Cuntis (Virgen).....	0,0515	0,0062	0,0054	0,0462	0,0702	No se hizo	0,5
Caldelas de Reyes (Dávila) ....	0,0069	0,0165	0,0036	0,2556	0,4212	No se hizo	2,0
Cuntis Castro (Templado).....	0,0429	0,0021	0,0072	0,0391	0,0644	No se hizo	0,5
Cuntis Castro (Frio).....	0,0429	0,0082	0,0018	0,0426	0,0702	No se hizo	0,5
Cuntis Castro (Caliente) ....	0,0446	0,0103	0,0072	0,0391	0,0644		0,5
Caldelas de Reyes (Acuña) F..	0,0069	0,0165	0,0018	0,2663	0,4388		2,0
Candelas de Reyes (Acuña) C..	0,0103	0,0144	0,0018	0,2627	0,4329		1,5



Caldas de Reyes. Exvoto romano.



Caldas de Reyes. Fuente pública minero medicinal.

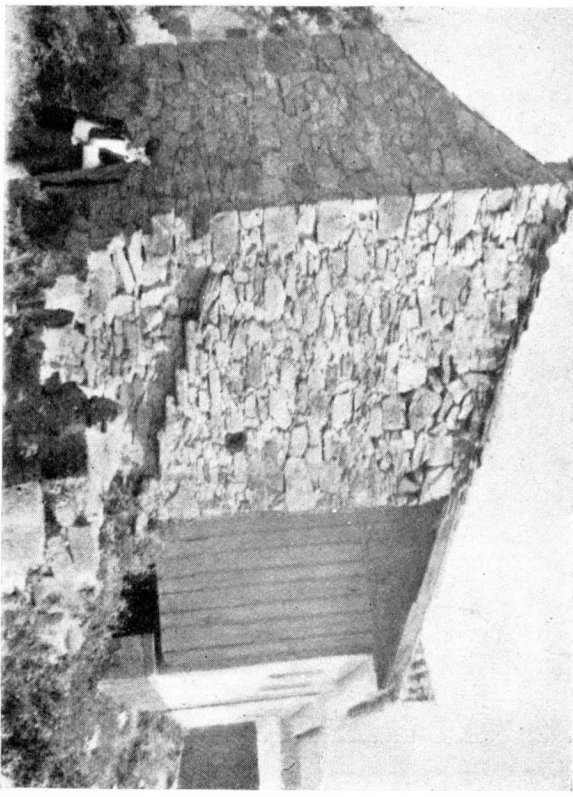




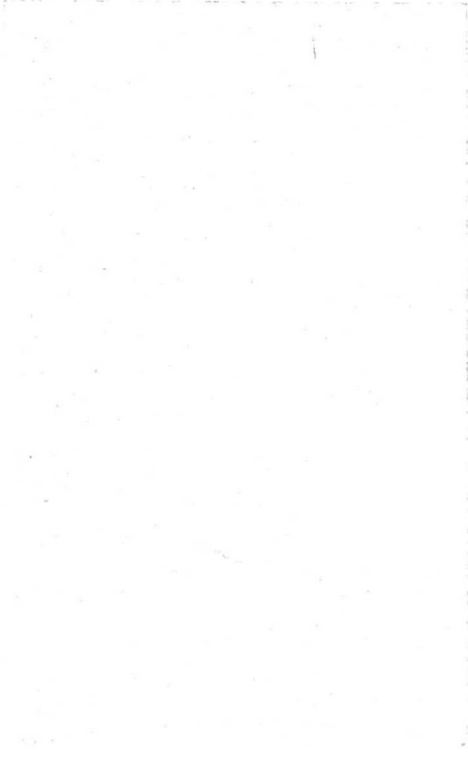
Balneario de Cuntis.



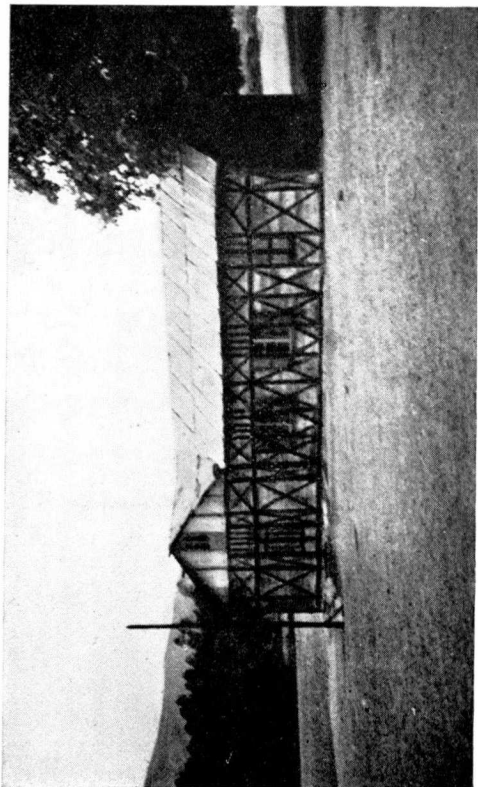
Salceda.



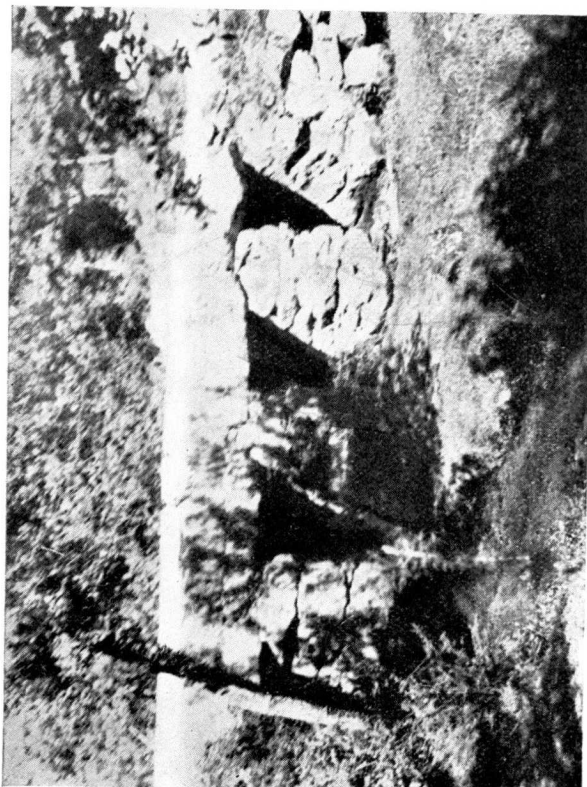
Aguas de Calorita.



Aguas de la Milagrosa Virgen de la Saleta. Loimil.



Caldelas de Tuy.



Aguas ferruginosas de Lomil.

Datos para el estudio geológico del Concejo  
de Quirós (Asturias)

por

SANTIAGO GARCIA-FUENTE

•



## DATOS PARA EL ESTUDIO GEOLOGICO DEL CONCEJO DE QUIROS (ASTURIAS)

Al ocuparnos de la geología del Concejo de Quirós, siguiendo la serie iniciada con Teverga y continuada con Proaza y Tameza, hemos tenido que aplazar el estudio de la totalidad del Concejo para terminar otras zonas de mayor interés inmediato, con lo cual quedan sin dar a conocer detalles del citado trabajo, que por su novedad pueden tener suficiente interés para dar conocimiento de ellos en una breve nota como avance del estudio del conjunto.

Una de las observaciones más destacadas es la aparición de estratos atribuibles al Cambriano, bajo las cuarcitas silurianas que forman el núcleo del anticlinal que, más o menos disimétrico, se desarrolla desde Trubia hasta Garrafe. La presencia del Cambriano se debe a la terminación del eje del anclinal en el Carbonífero y quedar cobijado éste por el flanco O. de dicho anticlinal, presentándose entonces el Cambriano en la misma forma que le hace en la gran cobijadura que más al O. llega desde Lánara, en Babia, hasta Tameza.

Otra observación interesante, y que también constituye novedad en las representaciones de la geología de Quirós, es la banda de pizarras del Gotlandiense, prolongación de las pizarras de la Horniella.

En esta publicación hacemos una rectificación a nuestro trabajo sobre Teverga, en lo que se refiere a los tramos de Trobaniello, atribuidos al Devoniano, y que hoy damos

como Carbonífero por el hallazgo de fósiles, atribuyendo las cuarcitas al Cambriano.

El trabajo se ha ejecutado sobre el mapa a escala 1/25.000.

Acompañamos un plano geológico a escala 1/50.000, unos cortes y unas fotografías, con lo cual dejamos a la parte gráfica la misión de dar una idea de la zona estudiada, sustituyendo en lo posible a las descripciones.

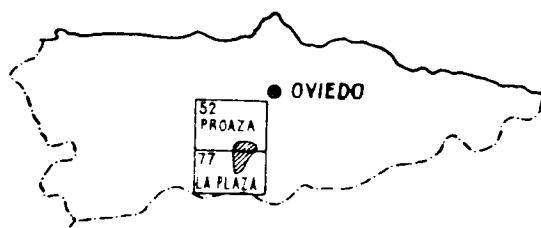


Fig. 1.—Situación de la zona estudiada.

#### GEOLOGÍA GENERAL

Damos una rápida visión de las líneas generales de la geología.

Constituye el eje, por así decir, de las formaciones, una alineación de cuarcitas silurianas que en anticlinal viene desde las proximidades de Trubia, por Linares, Sograndio, Olid y Fresnedo, formando una curva con la concavidad hacia el E. Esta dirección cambia a la altura de Rodiles, en sentido contrario, llegando hasta los picos de Garrafe, en el límite con Teverga y en las proximidades del puerto de Ventana.

El flanco O. de dicho anticlinal, el más normal, está formado por la serie regular de las cuarcitas ordovicenses, pizarras gotlandienses, el Devoniano y la caliza carbonífera de Peña Padiella, Sobía y Valmayor.

Por el E., el anticlinal está volcado con frecuencia sobre

el Devoniano, volcadura que se acentúa en Fresnedo, y más al Sur, desaparece ya el flanco E. para cobijar al Carbonífero de la cuenca de Quirós, dejando asomar el Cambriano, que ocupaba el núcleo del anticlinal. Esta disposición sigue hasta Trobaniello.

Paralelamente al anticlinal citado, y hacia el E., sigue al Devoniano la corrida de caliza de montaña de Alceo, Forcada, Cueto Mar y Siervo Espín, en donde termina esta caliza bruscamente sobre el Carbonífero pizarreño y fallada sobre él.

Así como en el flanco O., a la caliza de montaña sigue el Carbonífero de la cuenca de Teverga; en el E. aparece el Carbonífero de Proaza y el de la cuenca productiva de Quirós, comunicados por la collada de Aciera, en donde un nuevo pliegue hace asomar la caliza de Tene y por dos veces el Devoniano. Estos asomos se ocultan al S. bajo el Carbonífero de Quirós, pero sus pliegues afectan a las capas de la cuenca.

Otras inflexiones siguen al E., ya entre Tene y el Aramo, que, extrapolados hacia Quirós, producen los pliegues que presentan las capas de carbón. Estos pliegues, aunque en parte ya conocidos por las explotaciones mineras, no los hemos estudiado suficientemente para dar una representación de ellos, constituyendo probablemente un problema complejo, pues si por el N. la cuenca tiene límites tan irregulares, dados por la caliza de montaña, por el S. los macizos de Peña Rueda y Peña Parada, y especialmente los de la primera, le comunican nuevo movimiento a las capas, cuya resultante con los anteriores ha de ser necesariamente complicada.

Siguiendo con el anticlinal hacia el S., vemos que se prolonga su eje en Peña Ubiña, que tiene los dos flancos en carbonífero inferior, pero la inflexión de Trobaniello y la cobijadura interrumpen, en realidad, la continuidad del accidente.

En esta zona precisamente se presenta en discordancia el

Estefaniense con pudingas y lechos de carbón que entran en el Concejo en una estrecha lengua, formando un sinclinal, prolongación de los bancos que por el puerto de Ventana pasan a Babia, formaciones que ya hemos descrito en Teverga y en dicho puerto, al hablar de geología de este Concejo. Esta pudinga ya fué interpretada por Patac por vez primera en su publicación «La formación Uraliense Asturiana» en 1920.

### ESTRATIGRAFÍA

Damos una ligera descripción de cada uno de los terrenos y unos cortes en que se puede apreciar su posición relativa.

#### *Cambriano.*

Está representado, como hemos dicho, por una estrecha banda al O. del Concejo, limitada por las cuarcitas silurianas, por una parte, y por las pizarras del Carbonífero, por otra, en franca discordancia y cobijándolas.

Los tramos que se reconocen en esta parte de Asturias, Teverga, Tameza, son:

Cuarcitas y areniscas, representado el Georgiense con algún lentejón de caliza arrecifal.

Caliza rosácea fosilífera, con *Nisus*, *Obolus*, etc., y encima pizarrillas verdes con trilobites limonitizados, *Paradoxides*, *Conocephalites*, *Agnostus*, etc.

Ambos tramos representan el Acadiense.

Alternancia de cuarcitas en lechos delgados con pizarras arenosas. Este tramo, mal definido en sus límites, abarca desde las pizarrillas hasta que la cuarcita siluriana se presenta en lechos potentes con las Cruzianas, que lo caracterizan.

De estos horizontes hemos reconocido el inferior de cuarcitas, algún retazo de pizarrillas verdes y el tramo superior,

pero hemos encontrado la caliza rosácea, que es un magnífico horizonte-guía.

Las capas están muy alteradas y no se puede seguir su marcha con facilidad, y solamente son apreciables con claridad los bancos de siluriano y carbonífero, entre los que están limitadas.

La atribución se hace, por consiguiente, partiendo de características litológicas y estratigráficas, faltando el documento paleontológico.

#### *Siluriano.*

La representación de este sistema está muy patente, con las cuarcitas ordovicenses y las pizarras ampeíticas fosilíferas, con *Monograptus Halli*. Barr. del Gotlandes, que en el flanco O. del anticlinal tienen una corrida muy continua.

#### *Devoniano.*

El Devoniano está representado por sus tres tramos: la arenisca de Furada en la base, con las capas de mineral de hierro, que explota la Fábrica de Mieres; el conjunto calizo margoso-pizarreño, coronado por el horizonte potente de las calizas de Moniello, y, por último, la arenisca de Naranco, con sus cuarcitas, pizarras y areniscas ferruginosas, coronadas por un banco de caliza gris.

La arenisca de Furada está asimilada al Gedinense-Goblense, y el resto no pasa del Eifeliense.

La descripción detallada de este Devoniano ha sido hecha ya en las descripciones de Teverga y Proaza, y allí está discutida su atribución.

### CARBONÍFERO

#### *Dinantense-Viscaino.*

El mármol griota y la caliza de montaña de Sobia y Peña Parada y el Sierro Espín constituyen la representación

de la base del Carbonífero. Sus características son las mismas de siempre.

Seguimos observando los pequeños pliegues que presenta el mármol griota, que no se encuentran en la caliza de montaña ni en la última caliza devoniana que le sirven de hastiales.

#### *Namurensense.*

Está representado por las pizarras y calizas carboneras con fósiles marinos, *Spirifer*, etc., de la cuenca de Quirós y de la mancha de Trobaniello. Es el tramo de Lena.

En Trobaniello hemos encontrado *Spirifer chorislites* cf. *Fritschii* Sepelwein, Tallos de crinoides, *Fenestella* y *Lepidodendrom*.

Aunque en la zona del mapa la banda de calizas carboneras está limitada, apareciendo estratos superiores, nos abstendremos de momento de su clasificación hasta no tener suficientes datos, estando representado probablemente el tramo de Generales, y aun superiores, en Westfaliense.

#### *Estefanense.*

En franca discordancia (astórica) sobre la caliza de montaña de Peña Parada, sobre las pizarras del Carbonífero, estratos del Cambriano y Siluriano, se presentan las pudingas y lechos de areniscas con fósiles estefanienses, en el valle que hacia Quirós baja de la collada de Garrafe.

#### *Cuartario.*

Con escasa representación de los valles y en los travertinos de la falda de Sierró Espín.

### CORTES ESTRATIGRÁFICOS

#### *Corte I-I.*

Se ha elegido su emplazamiento para dar idea de la posición del anticlinal de cuarcitas y las terminaciones hacia Quirós de los horizontes de caliza de montaña, entrando, además, en el corte la parte meridional del Aramo.

Se puede observar la normalidad del flanco O. del anticlinal, su volcadura sobre el Devoniano por el E. y la cobijadura del conjunto con la caliza de Sierró Espín (foto número 3), sobre las pizarras del Carbonífero de Quirós.

Esta banda de Carbonífero, muy replegada en su proximidad a la caliza, está afectada por los pliegues de Tene hasta la caliza montaña de la Peña de Alba, que se presenta en agudo espigón, fallado con las pizarras del Carbonífero, que más al E. forma nuevo sinclinal compuesto por el tramo de Lena, con las calizas carboneras (foto núm. 2), y por último el tramo en caliza de montaña replegada, del Aramo, dejando aflorar en su respaldo E. la base de la caliza, el mármol griota (ver foto núm. 1) y la caliza superior del Devoniano, en agudo anticlinal.

#### *Corte II-II.*

El corte se inicia en la caliza de montaña de Sobia y representa el Devoniano en posición normal; luego las pizarras ampolíticas del Gotlandés, fosilíferas y la cuarcita siluriana, que está algo fallada sobre estratos del Cambriano, cuarcitas estrechas y pizarras, todo ello muy movido. A continuación la cobijadura y las pizarras y crestones calizos del Carbonífero.

#### *Corte III-III.*

En él está representada la estratigrafía de la zona de Trobaniello.

Empieza en el macizo de Sobia, Valmayor y corta el Devoniano con una inflexión, y a continuación las cuarcitas del Ordovicense, de Garrafe, una estrecha zona de Cambriano y la representación de la banda de carbonífero oculta por la pudinga Estefaniense, discordante sobre la citada banda y sobre la caliza de montaña de Peña Rueda.

### T E C T Ó N I C A

Estamos en el centro de la gran curva que forman los estratos en Asturias, curva cuya concavidad mira hacia la cuenca central.

La dirección general de los pliegues es N-S. Más al Norte, en Proaza, se curvan hacia el N-E. y hacia el Sur en Babia, hacia el S-E. y E-O. Sin embargo, la dirección N-S. está aquí modificada y la curva cambia de concavidad, ante el vuelco sobre el Carbonífero inferior, de todo el paquete que va desde el Cambriano a la caliza de montaña.

Este cambio se inicia en Sierro Espín, en donde la dirección es S-E.; luego tiene una panza a la altura de Villamarcel y se inicia la dirección S-O., en suave curva hasta Trobaniello. Allí un fuerte gancho de concavidad al Este en Sierros Negros. A continuación Peña Parada y Ubina en que la dirección se hace normal S.-SE.

El anticlinal principal ya hemos dicho que es el que tiene núcleo de cuarcita ordovicense, presentando disimetrías cada vez más acentuadas a medida que se va hacia el Sur, llegando a perder el flanco Este, y volcando el occidental sobre el Carbonífero.

Hacia el E. el doble anticlinal de Tene, el de Peña de Alba y el doble del Aramo. Todos ellos con dirección N.-S. aproximadamente.

Las fallas son frecuentes, generalmente en la dirección de los pliegues. Los contactos entre la caliza de montaña

y las pizarras del Carbonífero están falladas frecuentemente.

Como líneas de falla importantes están el contacto en el flanco Este del anticlinal repetidamente citado, entre el Siluriano y Devoniano, falla que confluye en las proximidades de Faedo con la cobijadura que desde Sierro Espín va hacia el Sur y llega a poner en contacto el Cambriano con el Carbonífero.

El contacto de la caliza de Peña Parada con las pizarras carboníferas se hace de falla. Su dirección es transversal a los pliegues.

La discordancia más neta, se aprecia entre la pudinga estefaniense y multitud de terrenos, Cambriano, Siluriano, Carbonífero inferior y caliza de montaña. (Discordancia astúrica). Se observa en la lengua ya citada que baja desde Ventana hasta media ladera en las proximidades de Bueida.

\* \* \*

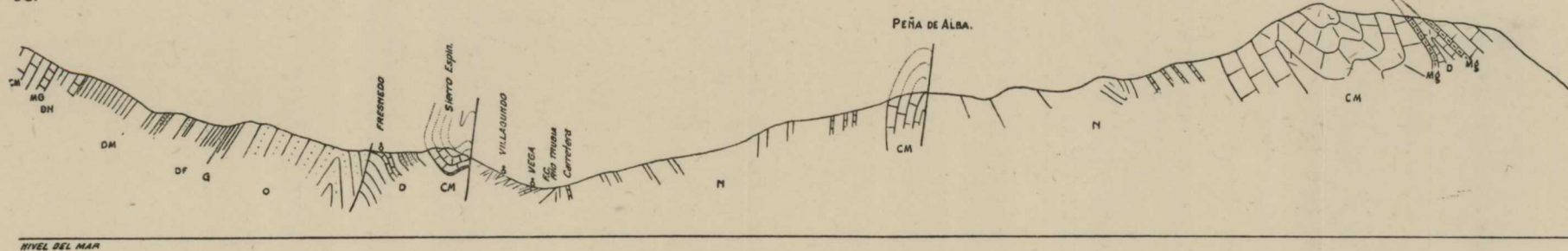
No insistimos más en el tema, que nos proponemos tratar con mayor detalle al ocuparnos de la totalidad del Concejo.

En los Boletines del Instituto Geológico, números LXIV (1952) y LXV (1953) figuran las últimas publicaciones sobre la región por los señores Almela y Ríos y el autor de este trabajo, en donde se detallan y discuten atribución y descripciones de terrenos, con una bibliografía completa de Asturias.

SO.

## CORTE - H.

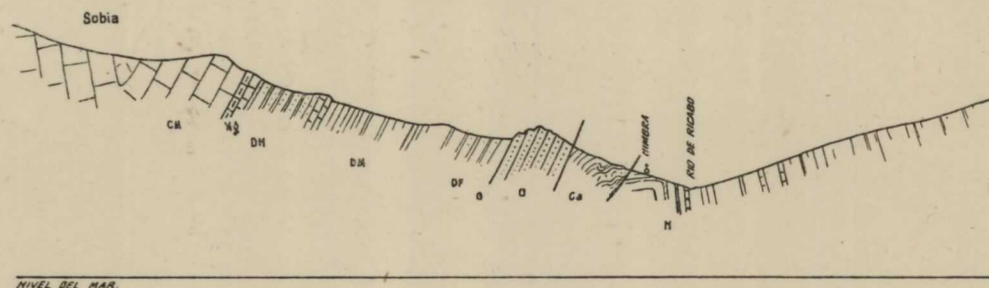
NE.



O.

## CORTE - II-II.

E.

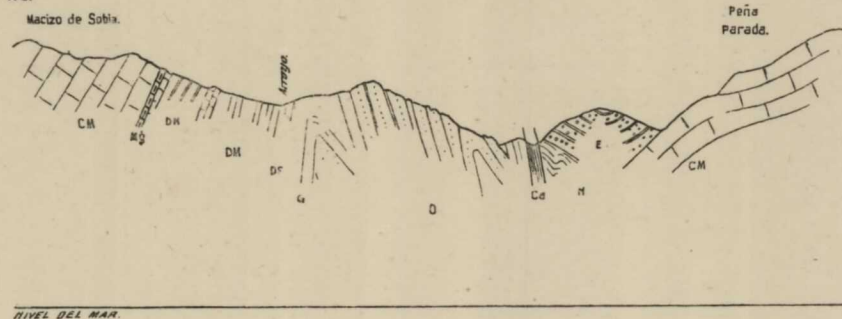


NIVEL DEL MAR

## CORTE - III-III.

NO.

SE.



NIVEL DEL MAR

## DATOS PARA EL ESTUDIO GEOLOGICO

DEL

## CONCEJO DE QUIROS

(ASTURIAS)

## CORTES ESTRATIGRAFICOS

ESCALA 1:50.000

POR

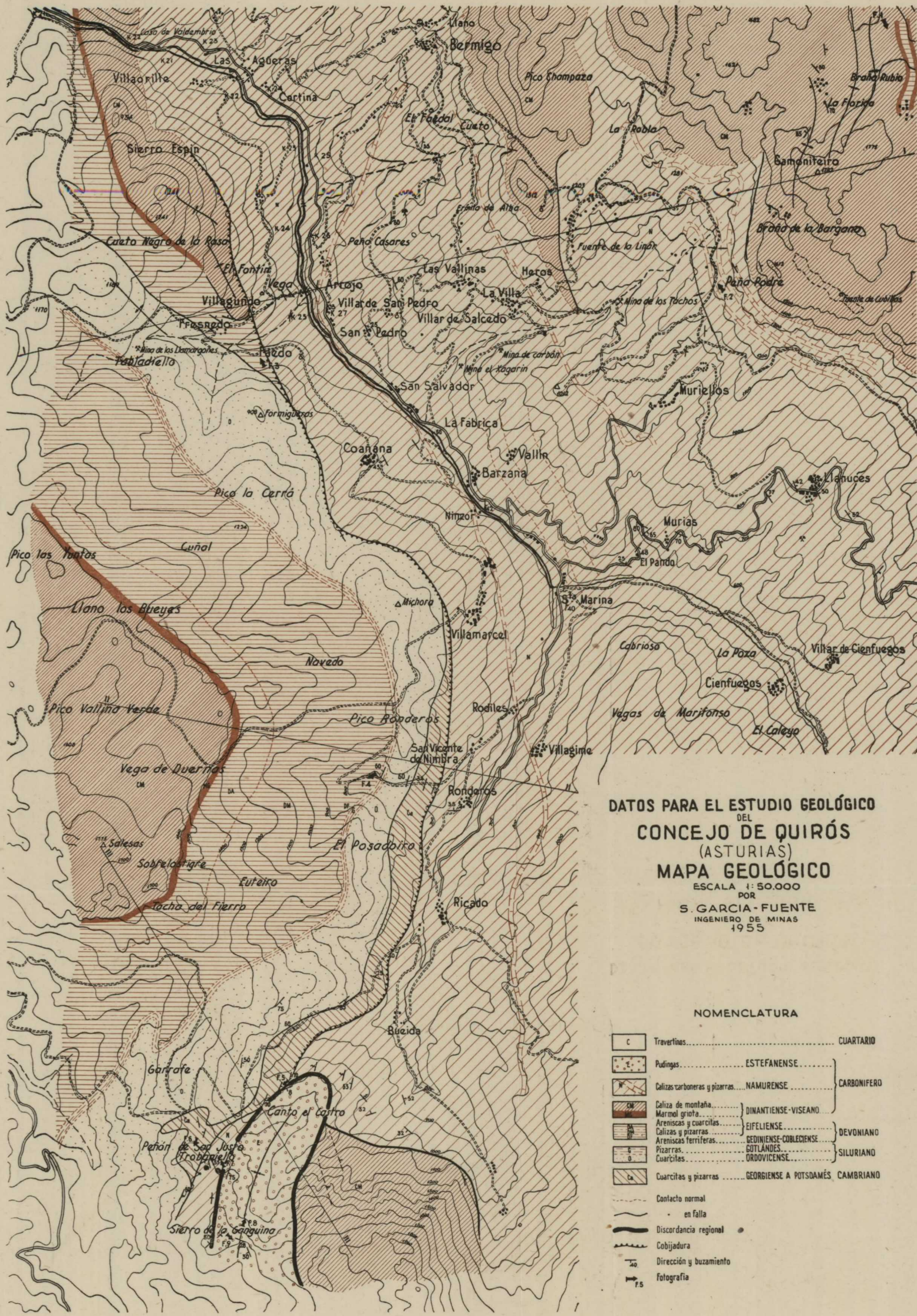
S. GARCIA-FUENTE

INGENIERO DE MINAS  
1955

## NOMENCLATURA.

C	Travertinos.....		CUARTARIO
E	Pudingas.....	ESTEFANENSE	
N	Pizarras y Calizas carboneras.....	NAMURENSE	CARBONIFERO
CH	Caliza de montaña		
Mq	Marmol grisio.....	DINANTIENSE-VISEANO	
DA	Cuarcitas y areniscas ferruginosas - Arenisca de Nananco	EIFELEENSE	DEVONIANO
DM	Pizarras y calizas	EDINHIENSE-COBLACIENSE	
DF	Areniscas ferríferas.....		
G	Pizarras ampliticas	GOTLANDES	SILURIANO
O	Cuarcito.....	URDOVICENSE	
Ca	Pizarras y cuarcitas.....	GEORGIENSE A FUSSDAMENSE	CAMBRIANO





DATOS PARA EL ESTUDIO GEOLÓGICO  
DEL  
CONCEJO DE QUIRÓS  
(ASTURIAS)  
MAPA GEOLÓGICO  
ESCALA 1:50.000  
POR  
S. GARCIA-FUENTE  
INGENIERO DE MINAS  
1955

NOMENCLATURA

C	Travertinas.....	CUARTARIO
E	Pudingas.....	ESTEFANENSE
N	Calizas carboneras y pizarras.....	NAMURENSE
CM	Caliza de montaña.....	DINANTIENSE-VISEANO
MA	Marmol griota.....	DEVONIANO
DA	Areniscas y cuarcitas.....	EJFELIENSE
CA	Calizas y pizarras.....	GEDINIENSE-COBLEIENSE
CO	Areniscas ferríferas.....	GOTLANDENSE
SI	Pizarras.....	SILURIANO
OR	Cuarcitas.....	ORDOVICENSE
CA	Cuarcitas y pizarras.....	GEORGIENSE A POTSDAMÉS
		CAMBRIANO
	-----	Contacto normal
	- - - - -	en falla
	~~~~~	Discordancia regional
	~~~~~	Cobijadura
	→	Dirección y buzamiento
	F.5	Fotografía



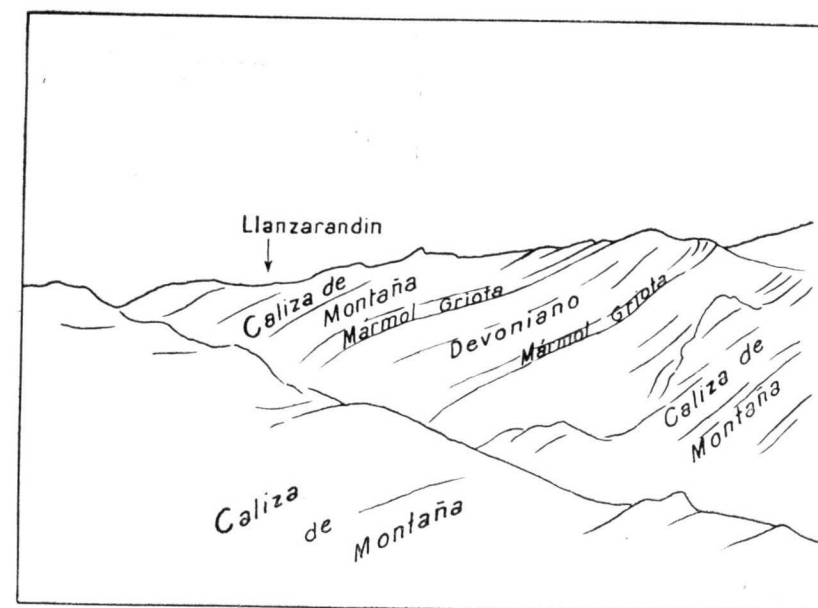
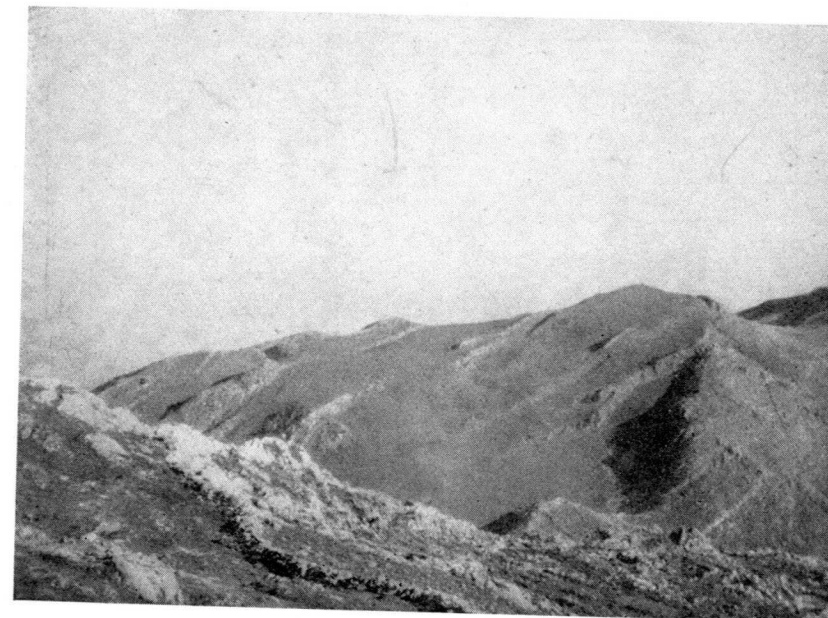


Foto 1.—Asomo del Devoniano en agudo anticlinal en las cumbres del Aramo.



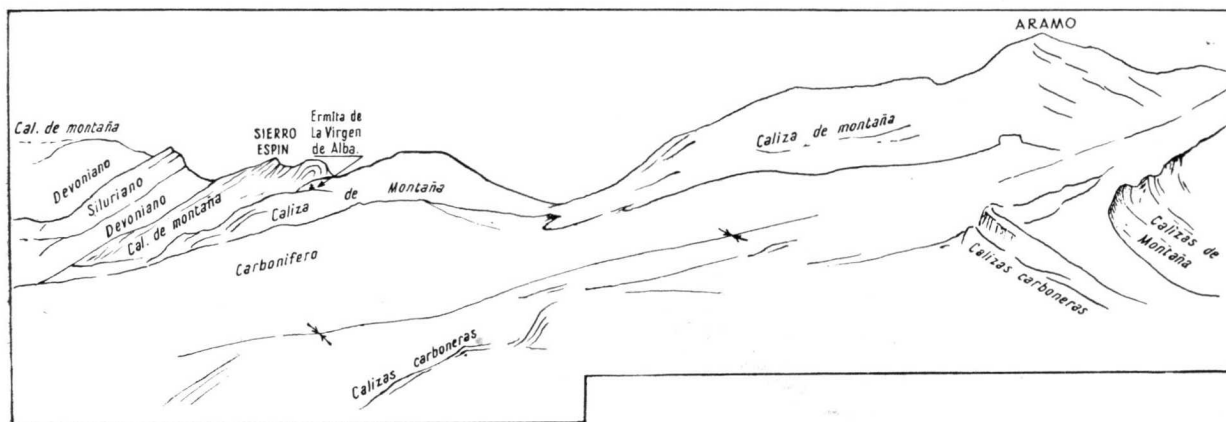
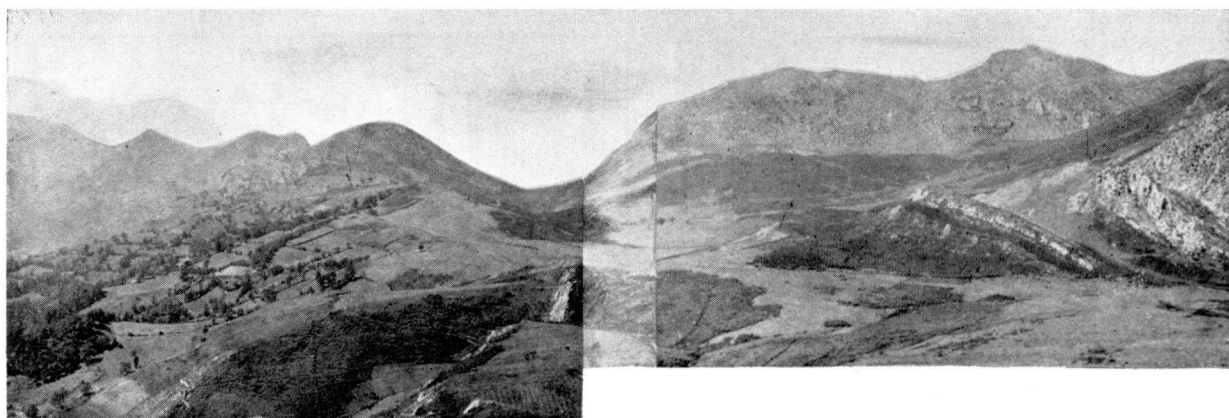


Foto 2.—El sinclinal carbonífero entre la Peña de Alba y el Aramo.

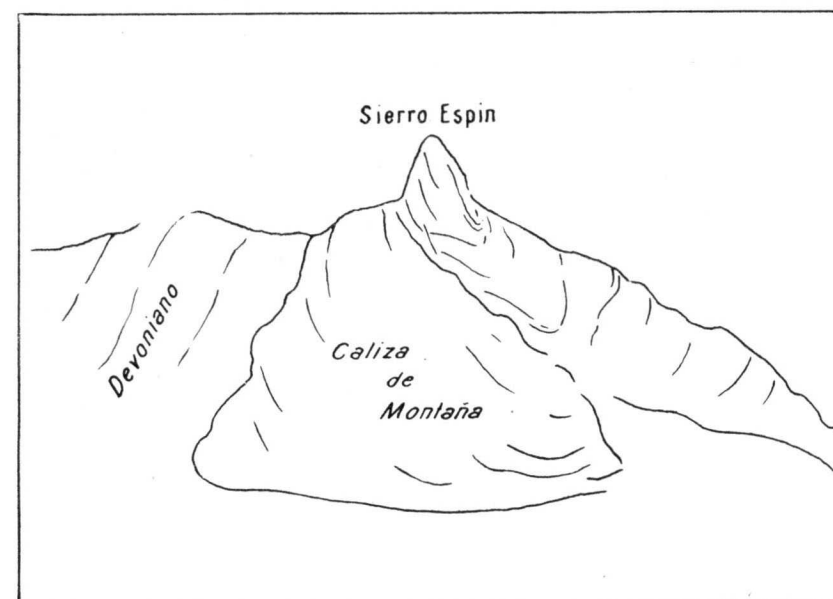
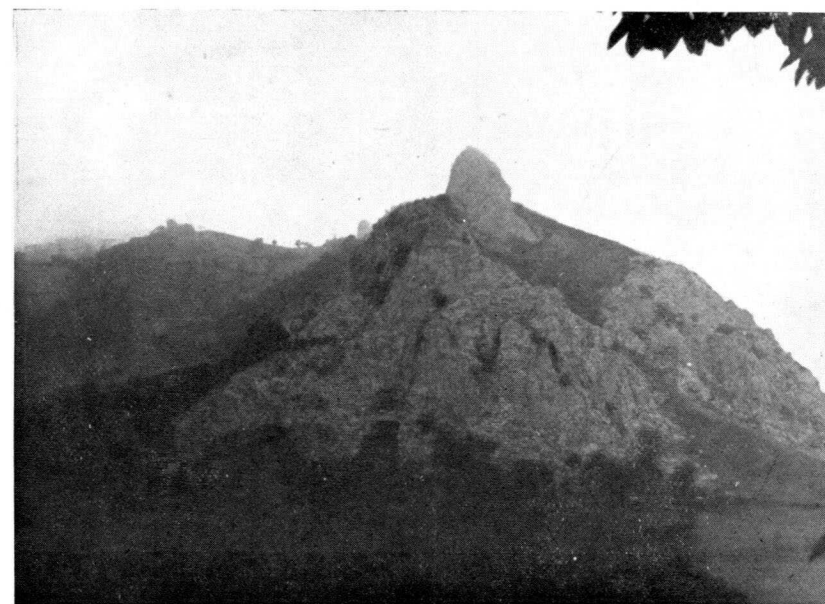


Foto 3.—La terminación de la caliza de montaña de Cueto Mar y Forcada, en Sierro Espin.

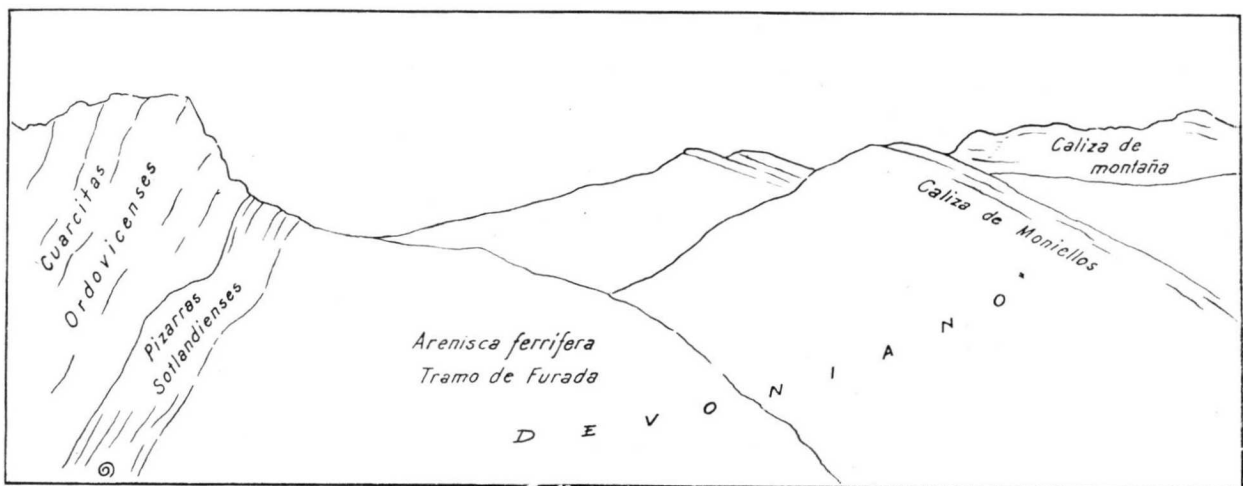
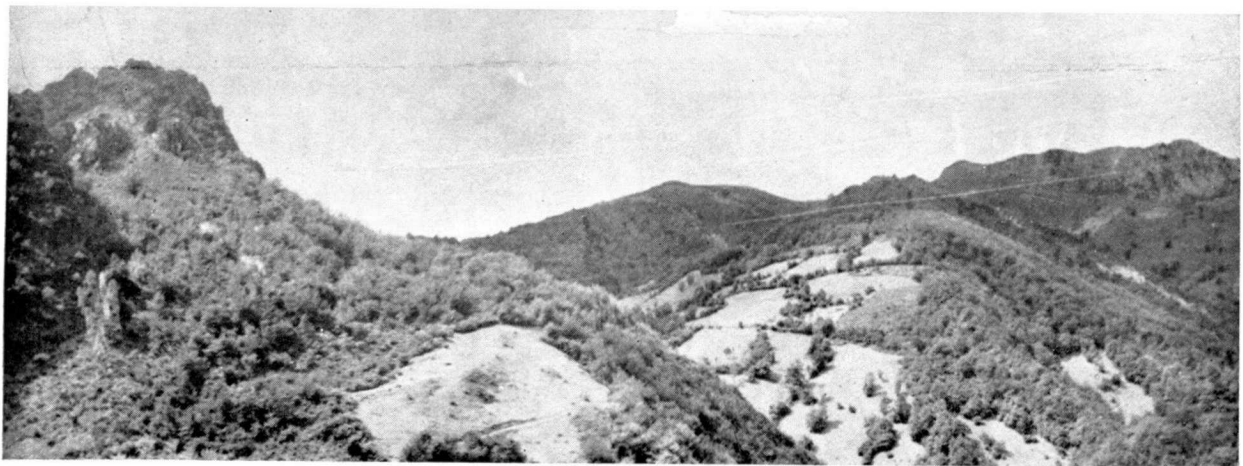


Foto 4.—La serie del Siluriano a la caliza de Montaña en el barranco de Ronderos.

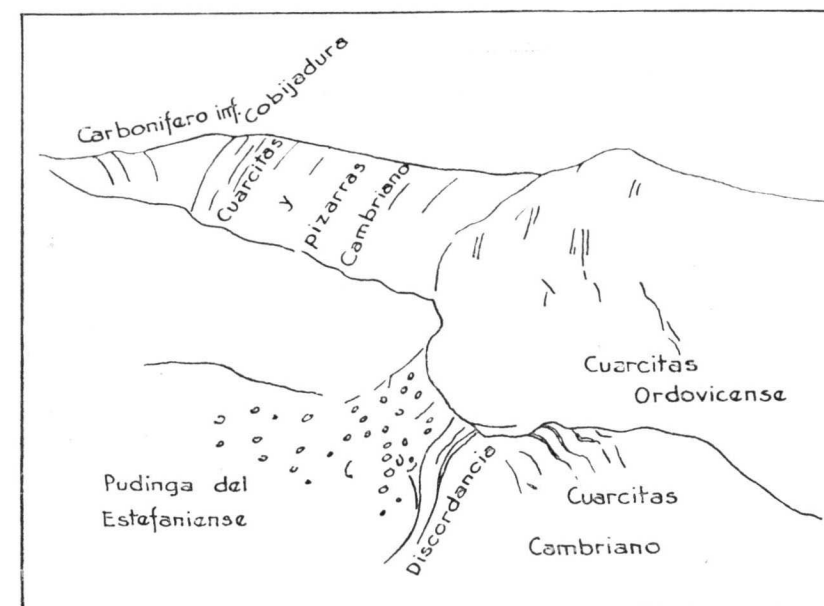


Foto 5.—La pudinga estefaniense discordante sobre el Cambriano en la explanación de la carretera de Ricabo a Ventana. Al fondo Trobaniello, Siluriano y Cambriano cobijando carbonífero inferior.

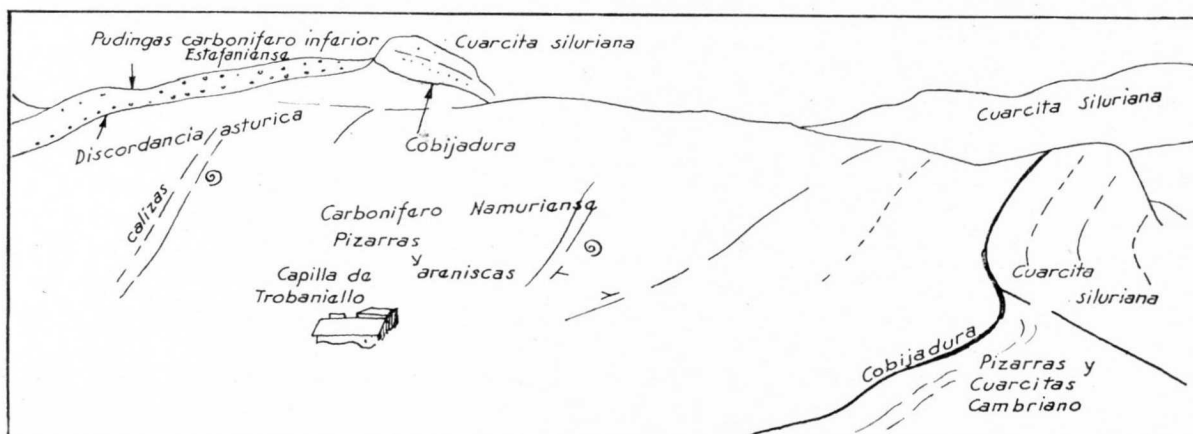


Foto 6.—El carbonífero inferior cobijado por Cambriano y Siluriano y oculto al S. por el Estefaniense discordante, en Tobaniello.



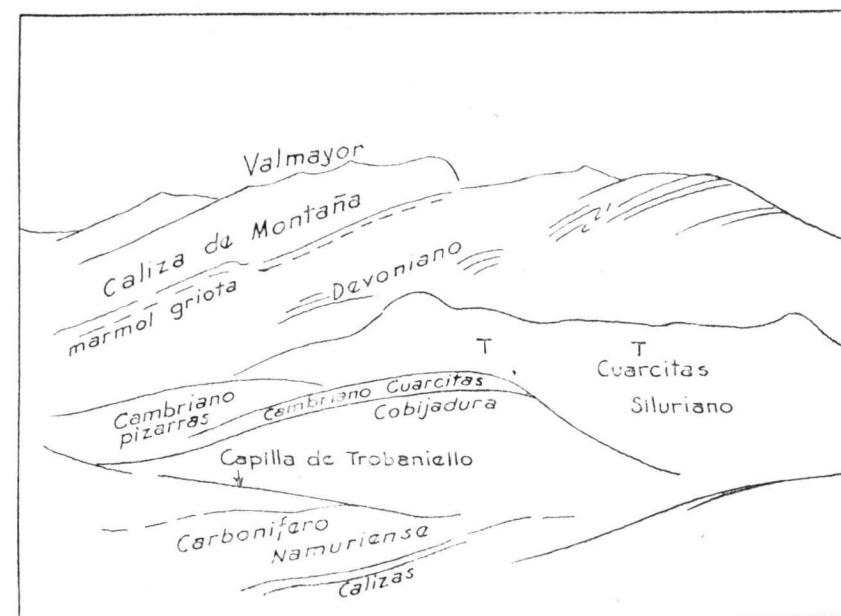
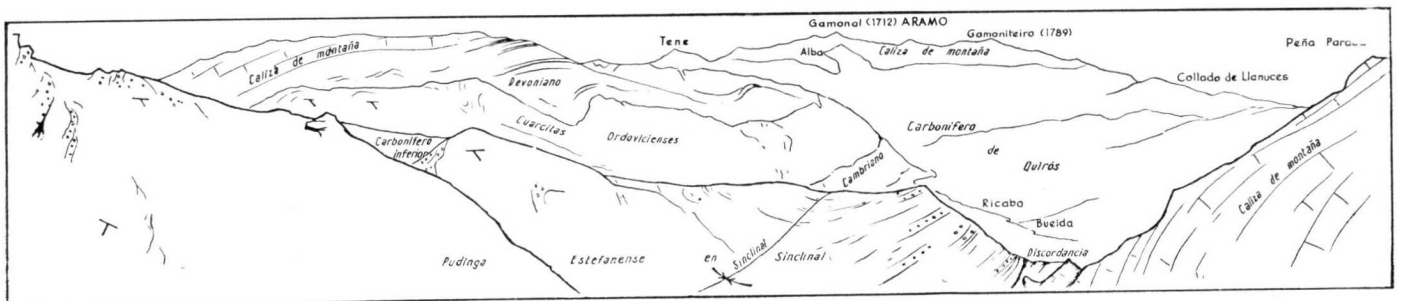
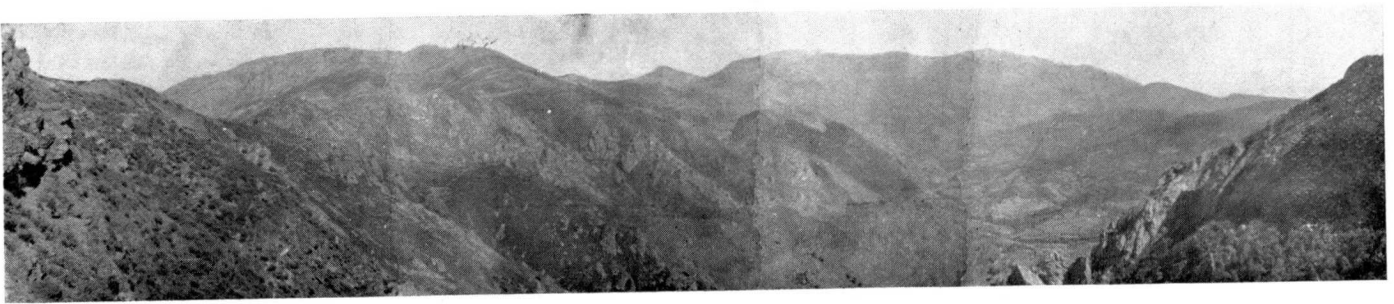


Foto 7.—La serie del Cambriano a la caliza de montaña cobijando el carbonífero inferior en Trobaniello. Visto desde las pudingas del Estefaniense.



•Foto 8.—Vista hacia Quirós desde la Collada de Garrafe.



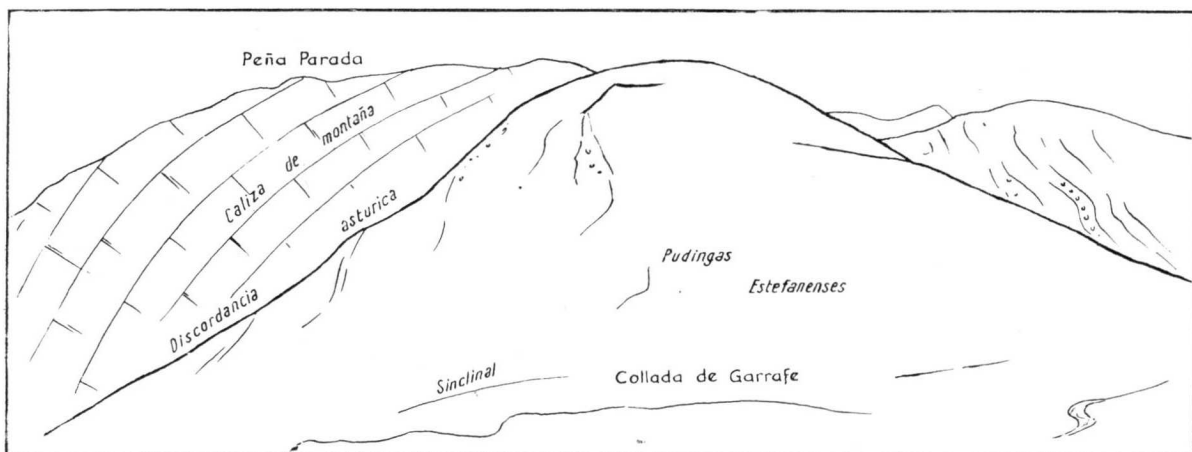
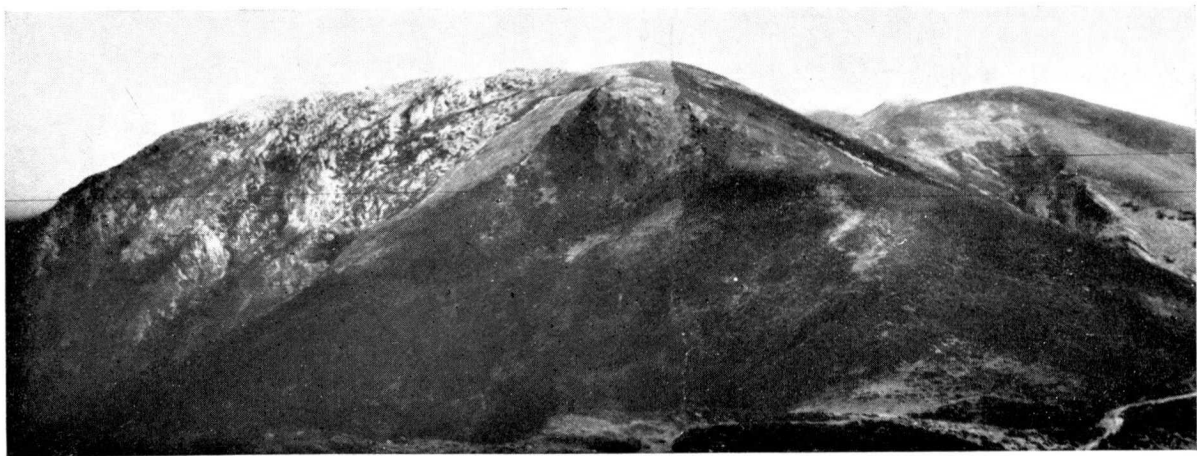


Foto 9.—El contacto discordante entre la pudinga estefanense y la caliza de montaña en la Collada de Garrafe.



Estudios sobre prolongación de cuencas hulleras

POR

ILDEFONSO PRIETO, JUAN DE LIZAUR  
y JOSE DE LA REVILLA

ILDEFONSO PRIETO, JUAN DE LIZAUR y JOSE DE LA REVILLA

## ESTUDIOS SOBRE PROLONGACION DE CUENCAS HULLERAS

NOTAS SOBRE EL CARBONIFERO DEL VALLE BETICO

### SONDEO DE MORENTE

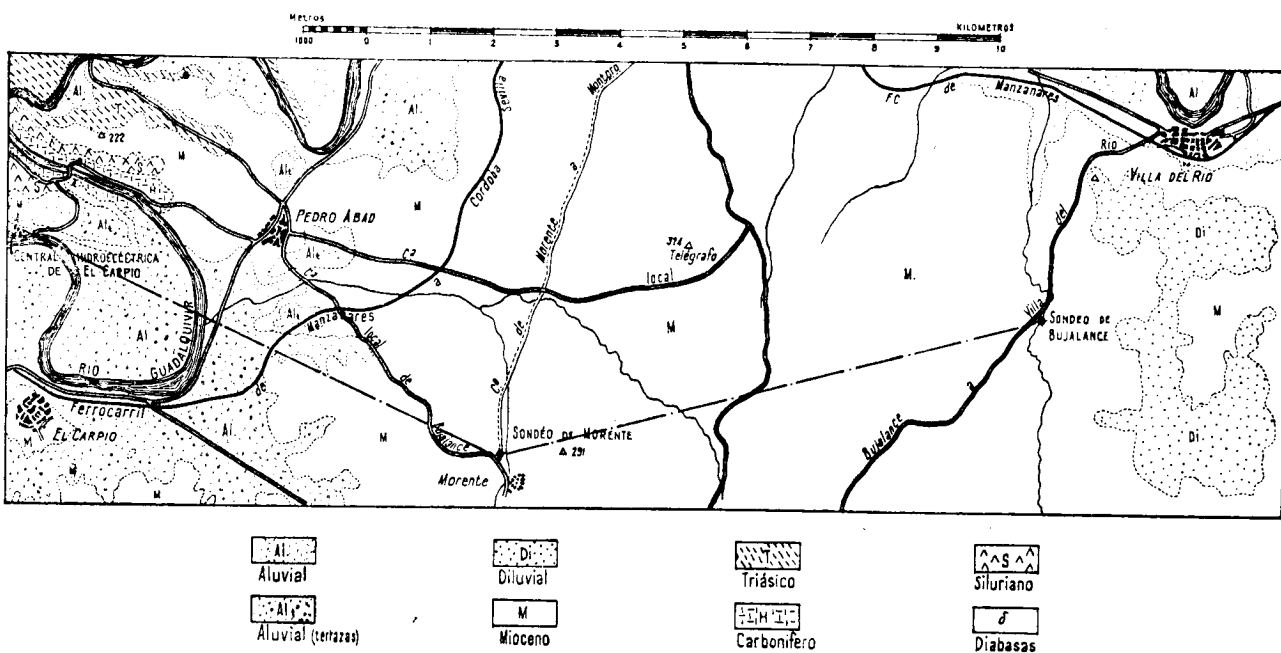
Desde hace unos años está estudiando el Instituto la probable continuación del Carbonífero de la cuenca de Peñarroya-Adamuz por debajo de los sedimentos triásicos y miocenos del Valle Bético. Después de los trabajos de campo se propuso la realización de una campaña de sondeos con objeto de comprobar los informes presentados.

Fué ejecutado el primer taladro, llamado Sondeo de Bujalance, en el kilómetro 10 de la carretera de Bujalance a Villa del Río. La descripción del terreno cortado se publicó en el «Boletín» del Instituto, tomo LXII de 1949.

Se alcanzó la profundidad total de 510 m. dando los siguientes espesores para los terrenos atravesados :

Mioceno medio, en lechos horizontales, de.....	0 á 301 m.
Triásico, en lechos horizontales, de.....	301 á 460 m.
Cambriano, en capas verticales, de .....	460 á 510 m.

y continuaba este terreno cuando se suspendió la perforación.



SONDÉO DE MORENTE

PROVINCIA DE CÓRDOBA

ESCALAS { Horizontales 1:20  
Verticales 1:1000



Profundidad mts.	200 M. S.N.M.	ROCA ATRAVESADA	FOSILES ENCONTRADOS	TERRENO
0.00				
8.00		Arcillas rojas		
16.00		id blancas compactas		
28.00			Granos de Chara Escamas de pino de Abietinea Pino Abietinea Ciclodus aff. coquandi, Math. Planorbis sp. Limnaea Discospina tenuissima, Carp. Spatangus (Wartia) aff. perornatus, Schaffer Spatangus sp. Echinolampas sp. Echinocyamus sp. Equinoides Argiope sp. Anomia ephippium, Linn Anomia sp. Pecten decussatus, Münster Pecten aff. decussatus Münster Pecten (varianusium) morgani, Dollfus et Dautzenberg Pecten sp. Parvanusium duodecimellatum, Brong Lima sp. Gastropoda triangularis, Montagu Psammobia affines, Dujard Venus coturnis, Dujard Venus sp. Thracia sp. Mytilus sp. Tellina aff. crassa, Pennant Nucula sp. Nuculana aff. fragilis, Chemnitz Nuculana sp. Pinna sp. Dentalium sp. Turritella sp. Pallicipes sp.	MIOCENO MEDIO
213.00		Margas azules arenosas		
217.00		Areniscas y conglomerados finos de arena	Restos de Pectinidos y Ostreas	MIOCENO MEDIO
221.00		id id id id	id id id	
225.00		Pizarras algo descompuestas		
229.00		id id id id		
240.00		id id id id		
244.00		id id id id		
248.00		id id id id		
254.00		id id id id		
260.00		id id id id		
263.50		id id id id		
267.00		Pizarras con vetas intercaladas de areniscas		
271.00		id id id id		
274.00		Margas pizarrosas y areniscas		
281.50		Pizarra negra carbonosa		
285.00		Margas pizarrosas y areniscas		
320.00				
327.00		Pizarras con capas de arenisca	Equisetites id	
333.50		Pizarras arenosas		
337.50		Areniscas oscuras con cuarzo y piritas		
345.00		id id con vetas de pizarra		
381.50		Arena con juntas de piritas y vetas de cuarzo		
384.50		Conglomerado de arenisca oscura pizarra oscura y piritas		
389.50		id id id id		
393.00		Pizarras arenosas		
407.50		Pizarras oscuras con tramos arenosos		
411.50		id id id id	Restos vegetales	
415.50		Areniscas duras con cuarzo	Equisetites id y otros restos vegetales	
419.50		id con tramos de pizarra oscura		
427.50		Areniscas duras con tramos intercalados de pizarra		
431.50		id con pizarras oscuras con juntas de cuarzo y pizarra	Goniatites falcatus, Röm Cypricardella concentrica? Hind. Pericyclus ryncholus, Koninck Tallo vegetal 434. Segmento de tallo de Phillipsia Phillipsia Cliffordi, Woodw Diatoma pedicel y pinta genal Diatomas (varios fragmentos) 435. Diatoma (un fragmento) 436. Phillipsia (fragmento de glabella) 437. Phillipsia (fragmento de Cefalon con un ojo) Restos vegetales	434. 435. 436. 437.
442.00		Areniscas duras con pizarras intercaladas		
446.00		id id con intercalaciones de pizarras cuartosas		
450.00		id y pizarras oscuras intercaladas		
454.00		Pizarras oscuras y areniscas elementos leñosos carbonosos		
458.00		Areniscas duras		
462.00		id id		
466.00		id id		
470.00		Areniscas duras con pizarras intercaladas	Phillipsia Cliffordi, Woodw	DINANTIENSE
474.00		id id id id		
478.00		id id con pizarras alternantes	Restos vegetales id id	
549.00		Pizarras con areniscas intercaladas duras		

El Mioceno está constituido por una alternancia de las trones de areniscas micáferas con margas grises fosilíferas, más o menos arenosas.

A partir de los 274 m. hasta los 301, se cortó un conglomerado duro de cantos de cuarcita, cuarzo y arenas, con cemento calizo y numerosos restos fósiles.

En las margas se encontró una interesante fauna y flora en la que aparecieron mezcladas 33 especies de tres formaciones: marina, salobre y terrígena. Es la más completa encontrada en la región andaluza. Permitieron clasificar a este terreno, en todo su espesor, como Mioceno medio.

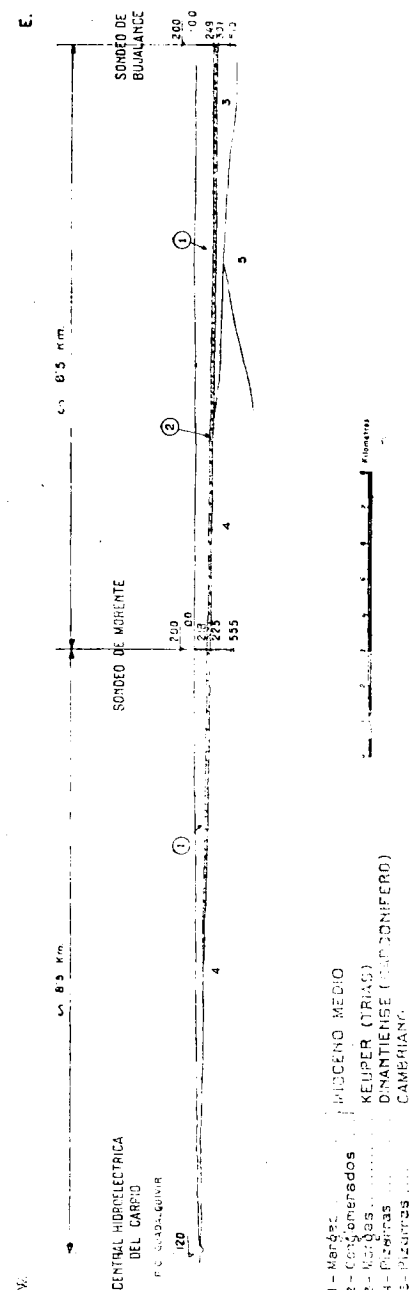
La formación triásica se encuentra en los 301 m. de profundidad y el Keuper llega hasta los 447,70 m. Sus estratos, siempre horizontales, son de margas y areniscas abigarradas con bancos alternantes de arenisca. Desde los 447,70 m. hasta los 460 se cortó un conglomerado de elementos cuarzosos, cuarzoes y cuarcitas, que consideramos la base del Triás.

A partir de los 460 m. el sondeo entró en unas pizarras satinadas, untuosas, de colores verdes y rosados con vetas de cuarzo. Fueron clasificadas como cambrianas y se dió por terminado el sondeo.

Los estudios geológicos han continuado ininterrumpidamente con la colaboración de la Sección de Geofísica, que realizó varios perfiles en la zona de Pedro Abad y Morente, considerada como la más interesante.

#### *Sondeo de Morente:*

Con todos los datos reunidos se ubicó el emplazamiento del nuevo sondeo a unos 300 m. al NO. de la aldea de Morente, del término municipal de Bujalance, provincia de Córdoba, en un punto de cota aproximada de 200 m.



## ESTRATIGRAFÍA

### Mioceno:

Corresponde al Mioceno medio que detalladamente se describió en el Sondeo de Bujalance, tomo LXII del «Boletín». Los fósiles encontrados han sido los mismos del Sondeo de Bujalance.

La única diferencia en la estratigrafía consiste en que en el Sondeo de Morente no aparecen en la parte superior aquella alternancia de margas y areniscas, que referimos a la regresión marina.

En este Sondeo, en toda la profundidad, hasta los 218 m., se han cortado capas horizontales de margas arcillosas y arenosas de iguales características y fósiles que las que se cortaron en el Sondeo de Bujalance, y, como aquellas, pertenecientes al tramo medio del Mioceno.

Las margas son arcillosas, grises, compactas, bastante duras y con estratificación horizontal.

Debajo de las margas hay una arenisca fina muy compacta, también fosilífera. Tiene una potencia de siete metros y llega hasta los 225 m. de profundidad. Es la base del Mioceno.

### Carbonífero:

A los 225 m. entra el sondeo en unas pizarras negras con intercalaciones de capas de arenisca cuarzosa blanquecina. Esta alternancia se prolonga hasta los 567 m., continuando en profundidad.

Los estratos están todos concordantes y buzan de 30° a

45°. No se ha podido determinar la dirección de este buzamiento.

La potencia cortada de esta formación es de 248 m. sin haber llegado a su base.

Los fósiles encontrados han sido estudiados en el Laboratorio de Paleontología del Instituto y la fauna ha sido clasificada como característica del Dinantiense, habiéndose determinado especies correspondientes al Viseano a los 429 m. y al Tournaisiense a los 438 m.

### PALEONTOLOGÍA

Damos a continuación una relación de los fósiles encontrados:

#### Profundidad

221	metros	}	Restos de pectinidos y ostreas. Mioceno.
225	»		
320	»		
321	»		Equisetites.
414,5	»		Restos vegetales.
419	»		Equisetites.
420	»		» y otros restos vegetales.
429	»	}	Goniatites falcatus, Roem. Viseano.
			Cypricardella concentrica ? Hind. Dinantiense.
430	»		Goniatites.
432	»		Pericyclus sp.
434	»		Segmento de cefalón de Phillipsia.
		}	Phillisia Cliffordi, Woodw (Glabella, pigidio y punta genal). Dinantiense.
			Orthoceras (Varios fragmentos).
435	»		Discina (Un fragmento).
			Phillisia (Fragmento de glabella).
			Tallos de Crinoides.
			Equisetites.
436	»		Phillisia (Fragmento de cefalón, con un ojo muy visible).
438	»		Pericyclus ryckholti, Koninck. Turnasiense sup.
442	»	}	
449	»		Tallo vegetal.



P. Yagüe

1. Equisetites.  $\times 1,5$ . — 2. Cypricardella concentrica, Hind. Dinantiense.  $\times 2$ . — 3. Goniatites falcatus, Roem. Viseano. Algo aumentado. — 4. Pericyclus ryckholti, Koninck. Turnasiense sup.  $\times 2$ . — 5. Glabella de Phillipsia Cliffordi, Woodw. Dinantiense.  $\times 3$ . — 6. Ojo de Phillipsia.  $\times 4$ . — 7. Pigidio de Phillipsia Cliffordi, Woodw. Dinantiense.  $\times 2,5$ .



Profundidad

450	metros	
451	»	
453	»	
454	»	
455	»	
459	»	
460	»	} Restos vegetales.
461	»	
471	»	
472	»	
474	»	
481	»	
485	»	
486	»	Phillipsia Cliffordi, Woodw. Dinantiense.
494	»	} Restos vegetales.
495	»	

Desde el punto de vista paleontológico, consideramos interesante este sondeo, ya que los ejemplares de su fauna, además de habernos permitido determinar la edad de las capas cortadas, cremos son los primeros fósiles marinos encontrados en el carbonífero de Andalucía, después de los citados por Gonzalo y Tarín (1886-88) en la «Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva».

ESQUEMA COMPARATIVO DE LOS DOS SONDEOS

Consideraciones sobre el relieve del Primario:

Están situados los dos sondeos en la misma cota, curva de nivel 200 m., equidistando el de Morente, 8.500 m. del sondeo de Bujalance y de la central eléctrica de El Carpio, en cuyas proximidades y orilla derecha del Guadalquivir, aparece el Carbonífero inferior, con abundantes restos fósiles vegetales, en pizarras y grawacas con buzamiento



sur bien definido y sin trastornos o replegamientos longitudinales.

Al Norte de este interesante afloramiento, en la margen izquierda del Guadalquivir, en la trinchera de la carretera de Pedro Abad a la presa de El Carpio, también afloran las mismas pizarras fosilíferas, con el mismo buzamiento y en discordancia manifiesta, con las cuarcitas silurianas. En este afloramiento observamos algunos moldes de conchas bivalvas, de moluscos indeterminados.

Debemos hacer constar, que el Guadalquivir orientó su cauce, en este último paraje, por esta faja de terreno más deleznable, para formar el gran meandro, cuyo desarrollo sirvió de fundamento, para el salto de El Carpio, mediante un túnel de desagüe, que, partiendo del embalse y en dirección aproximadamente sur, conduce las aguas a la central eléctrica de El Carpio.

Es indudable que este meandro del río guarda relación con el gran lomo que, formado por el Cambriano y calizas dinantienses, avanza hacia el Valle, con la dirección dominante de la cuenca carbonífera Peñarroya-Adamuz.

Siguiendo nuestras consideraciones, sobre la seguridad de continuación de la cuenca carbonífera, si prolongamos la faja de terrenos del citado lomo, en la dirección de la misma, resulta que es probable que el Sondeo de Morente se encuentre en la prolongación subterránea de la citada culminación o en laderas de la misma, probablemente partida por la zona de Falla del Guadalquivir.

Si se observan los esquemas comparativos de ambos sondeos puede apreciarse que en el sondeo de Bujalance fué determinado el Primario a 447 m. y en el de Morente a 225 m., hecho significativo que demuestra un relieve

en el Primario semejante al desarrollado en la Meseta Herciniana.

Por otra parte, en el Sondeo de Morente, no sólo falta el Triás, que fué determinado en el de Bujalance, en posición horizontal y con potencia de 158 m., sino que faltan las areniscas y el verdadero conglomerado de base de Mioceno, cuyo conjunto alcanzó una potencia de 52 m. y en el de Morente sólo siete metros.

Estos hechos parecen comprobar la idea expuesta de que el Sondeo de Morente está sobre una culminación, pues la sedimentación de elementos gruesos, en las transgresiones triásicas y miocenas, en un relieve accidentado, deben existir en las partes bajas del mismo, tal cual se observan actualmente, en el borde frontal de la Meseta Herciniana.

Continuando con nuestras apreciaciones y supuesto con toda seguridad que las alineaciones hercinianas y las fajas de terrenos, en sus distintos sistemas primarios, continúan análogas en la parte oculta de la campiña, consideramos la zona de Morente, no sólo como una culminación, sino también una como separación importantísima; al Norte, las posibilidades del hullero medio, continuación de la cuenca Peñarroya-Adamuz, y al Sur, otras posibilidades del hullero medio al estimar como segura la continuación del buzamiento del carbonífero inferior hacia el Sur, ya expuesta, antes de su inmediato recubrimiento, por el relleno de la campiña, y presentar éste fósiles característicos de la parte más alta del Carbonífero inferior (Viseano).

Suponemos, por otra parte, de acuerdo con cuanto se expone en la descripción del Sondeo de Bujalance (1), el

(1) B. I. G. y M. E., T. LXII.

tratar de la influencia de los grandes macizos ígneos, sobre el papel desempeñado por los mismos, en los trastornos de la cuenca carbonífera de Peñarroya-Adamuz, la posibilidad de una plegadura más uniforme, menos complicada, en la zona fuera de aquellos macizos, o sea bajo la campiña, lo cual supone la probable mejoría en cantidad y calidad de la hulla que pueda existir en las capas del carbonífero productivo.

#### CONCLUSIONES

Si interesante fué, desde el punto de vista geológico, el Sondeo de Bujalance, por las formaciones miocena y triásica, descubiertas fuera de los fenómenos de diastrofismo de la Falla del Guadalquivir, y desde el punto de vista minero-industrial, por la profundidad a que se cortó el Primario (Cambriano) con las rocas características de la Meseta Herciniana, que en numerosos puntos y en discordancia manifiesta sirve de base a la formación carbonífera de Peñarroya-Adamuz, mucho más importante ha sido el Sondeo de Morente.

En este último sondeo se ha cortado el Carbonífero inferior, demostrando ello la continuidad de estas capas que, en forma de bandas alargadas, según las direcciones hercinianas, corren por aquella cuenca y que es de esperar se repitan con los mismos caracteres y los diversos pisos allí existentes, entre ellos el hullero productivo.

La profundidad a que se ha cortado el Carbonífero inferior en la zona más elevada de sus capas (Viscano), o sea, más próximas al Carbonífero medio productivo, ha sido de 225 m., profundidad normal en cualquiera explo-

tación industrial y por todo es muy necesario continuar, con una mayor intensidad, la campaña de sondeos, pues demostrada la existencia del Carbonífero y en la forma expuesta, debe buscarse sus niveles productivos, que sin duda deben existir, y pueden encontrarse, repitiendo los sondeos en la transversal a la dirección media de la cuenca carbonífera.

También es digno de hacer constar que en las capas atravesadas ha sido determinada una fauna interesante y, sobre todo, es la primera vez que se cita en Andalucía.



# Geología submarina

POR

ANTONIO DUE ROJO, S. I.



ANTONIO DUE ROJO, S. I.  
Director del Observatorio de Cartuja (Granada)

## GEOLOGIA SUBMARINA

El estudio de la geología terrestre, limitado por muchos años casi exclusivamente al 29 por 100 de la superficie del globo, ocupada por los continentes, y restringido, además, a las regiones asequibles, se ha podido completar bastante gracias a los rápidos progresos de la técnica de exploración oceánica, que ha descartado el viejo mito de un fondo marino plano, apenas perturbado por leves elevaciones y depresiones, cual se había imaginado durante siglos; los datos topográficos más valiosos se acumulan rápidamente como resultado de múltiples expediciones de navíos dotados de sondas y dragas novísimas y la geología submarina ofrece a los investigadores copioso material en forma de hechos comprobados que aclaran o dan nuevos rumbos a las teorías discutidas.

El predominio oceánico en la Tierra se evidencia recordando que la profundidad media de los mares es de 3.600 metros contra una emersión continental también media de 760; es decir, que la mayor parte de las masas continentales están bajo el nivel de las aguas, y aun éstas se puede decir que las inundan y colman, ya que cubren también las enormes terrazas costeras (continental shelf), que la tierra firme tiene cierto derecho a considerar como propias.

Se sabe hoy que el fondo del mar es tan accidentado como los continentes; a los datos ya recogidos en esta misma revista (3, b) se añadirán aquí otros recientemente publicados sobre esta materia, juntamente con la reseña de las teorías que a propósito de ellos se están discutiendo en la actualidad, puesto que los accidentes geológicos descubiertos han sido a veces desconcertantes y han ocasionado no pocas sorpresas.

#### OROGRAFÍA SUBMARINA

Entre las montañas que se levantan del fondo oceánico las hay, como queda indicado en otro lugar, de cima achatada (guyots), que queda a 900-1.500 metros bajo el nivel actual del mar y donde evidentes señales denuncian haber estado antes a flor de agua; tres teorías diferentes pretenden explicar este hecho: a), por ser islas volcánicas caprichosamente formadas, como suelen serlo, significaban un exceso de carga sobre la corteza subyacente, que con la misma rapidez (relativa) con que emergieron pudieron luego hundirse; b), las aportaciones continentales de sedimentos elevaron el nivel de los océanos, explicación válida aun para las formaciones no volcánicas, y c), a consecuencia de una era de volcanismo extraordinario el vapor de agua emitido por los volcanes fué capaz por sí solo, o ayudado del factor citado en segundo lugar, para acrecentar hasta tal punto la masa de agua marina; esta última hipótesis no es inverosímil si se tiene en cuenta la enorme cuantía del vapor que aun hoy acompaña las erupciones (3, c).

Según las dos últimas teorías, las cotas a que se hallan esos conos truncados representarían el nivel primitivo de

los mares; si son correctas, debería esperarse una gradación suficientemente apreciable entre los más profundos y los actualmente emergentes, ya del todo, como el gigantesco macizo de las Hawaii, ya en forma sólo incoada, como los atolones coralíferos. Algo de eso ocurre, en realidad, pero no lo bastante para constituir un argumento convincente; habrá que aguardar a que aparezcan nuevos datos.

La altura de las montañas submarinas (seamount) sobre el nivel del fondo oscila entre los 3.000 y los 4.600 metros; las simas que a veces las acompañan son proporcionalmente más profundas: a partir del nivel del mar las de Mindanao, Tuscarola, Kermadec y Salomón miden, respectivamente, 10.360, 9.700, 9.450 y 9.140; la máxima profundidad se midió en octubre de 1951 en la fosa de las Marianas, a 322 kilómetros al SW. de Guam, por el navío inglés «Challenger»: 10.863,07 metros (6). Presentan el aspecto de grandes bloques hundidos, junto a los cuales, como compensación isostática, se elevan islas como las Kermadec, Tonga y Marianas, a las que se ha atribuido este origen; la fosa o trinchera de Mindanao, explorada por el «Cape Johnson» en 1945, llevando a bordo una comisión de geólogos de la Universidad de Princeton, USA, tiene una longitud de 965 kilómetros: cuatro veces las del Gran Cañón del Colorado.

El más importante sistema orográfico conocido en el fondo del mar es la Cresta Central del Atlántico, llamada en un principio Meseta del Telégrafo, por haberse descubierto durante el tendido del cable trasatlántico; su altura sobre el fondo es de 3.000 metros y la anchura, variable, alcanza un máximo de unos 1.000; la mayor parte de sus cimas quedan a unos 1.500 bajo la superficie y algunas emergen, como las Azores, Ascensión, San Pablo y Tris-

tán de Acuña; desde Islandia hasta la Antártida mide 11.300 kilómetros de longitud (8).

Las teorías orogenéticas son difíciles de aplicar a las montañas submarinas; aquí la erosión actúa con signo contrario al de la continental; pues aunque no se excluye la acción de las corrientes, ayudada por el arrastre de arenas y otros materiales, el proceso predominante es aditivo, no subtractivo; en la atmósfera líquida que hay sobre el fondo se producen *lluvias* de sedimentos que una acumulación ultrasecular incrementa desmesuradamente. De aquí los argumentos aducidos a favor de una Atlántida hundida en oposición a una emersión central originada por las gigantes cascos sedimentarias procedentes de los ríos europeo-africanos orientales y de los americanos occidentales. En el Pacífico se cita un rival de la Atlántida (Lemuria); pero éste y otros análogos son pequeños episodios comparados con la gran catástrofe legendaria, que por lo demás está en abierta oposición con los datos ciertos prehistóricos, ya que hace 10.000 años la cultura del paleolítico medio distaba mucho de la descripción de Critias (2).

#### FALLAS EN EL FONDO DEL PACÍFICO

Durante los últimos seis años el Instituto Oceanográfico de Scripps y el Laboratorio electrónico de la Marina de los Estados Unidos han realizado conjuntamente ocho expediciones principales y otros viajes científicos más cortos entre las islas Hawai y la costa W. norteamericana; algunos de sus hallazgos han sido impresionantes, pues han revelado cordilleras y derrumbaderos submarinos sin rival en los continentes, con la particularidad de que ciertos descubrimientos fueron anunciados previamente (7).

Desde 1941 se había señalado la presencia de un risco denominado Escarpa Gorda, que a partir del cabo Mendocino se extendía en dirección W. normal a la costa por 112 kilómetros mar adentro; F. P. Shepard y K. O. Emery, del Scripps, predijeron que debía de seguir por lo menos 640; una expedición de la U. S. C. G. S. lo confirmó hasta 480 el año 1950, y el mismo año, al volver el «Horizon» del viaje al Pacífico Medio (3, b), dió un rodeo desde las Marshall en su ruta hasta San Diego (ignorando aún la tripulación semejante resultado) y cruzó esta región cuatro veces, con lo que comprobó que se extendía a 1.600 con altura máxima de 1,6. El mismo barco, al año siguiente, durante la Northern Holiday Expedition (aquí *holiday* no significa vacación, sino área inexplorada), la cruzó 18 veces y se vió que la longitud de esta cordillera es, a lo menos, de 2.300 kilómetros, con escarpas orientadas hacia el S. de 1.000 a 3.000 metros de desnivel; todavía no se le ha hallado el extremo occidental; al S. de ella hay otros riscos menores paralelos, y al N., por espacio de cientos y miles de kilómetros cuadrados, el fondo está casi 800 metros más alto que al S., como sucede a un lado y otro de la Sierra Nevada en California, sólo que aquí la orientación de las cordilleras es N.-S., como en los sistemas que le siguen hacia abajo o tierra adentro; excepción de esta regla es la Transversa de Los Angeles, por Santa Mónica y San Gabriel, lo que suscitó la sospecha de posibles relaciones entre el continente y el Pacífico. En las últimas etapas de dicha expedición el «Horizon» cruzó en zig-zag diez veces al largo de la costa septentrional de California y halló otra cordillera cuya escarpa principal se extendía 1.900 kilómetros hacia el W.; en un mapa con proyección de Mercator la de Mendocino aparecía recta y esta otra con suave curva; pero ambas a 300 kilómetros del

continente eran paralelas: la segunda se llamó Zona de fractura de Murray, y, en efecto, en una y otra el corte de altura máxima representan una ruptura aguda de la corteza terrestre. Ocurrió entonces que por haber de acudir a tiempo a una cita con el «Baird», el «Horizon» determinó ir por el camino más corto (arco de círculo máximo) de San Diego a las Marshall, y para asegurar la ruta señalaron sobre ella en el mapa los rasgos prominentes del fondo; se vió al hacer esto que la falla de Murray coincidía con ese círculo máximo y que la figura que antes se le atribuía era debida a la proyección de Mercator; la cruzaron 17 veces (con lo que ya eran 27 los cruces efectuados) y comprobaron que sin desviarse de dicha dirección se prolongaba durante 3.500 kilómetros con altura de unos 2.000 metros; resulta parecida a la anterior, pero la escarpadura mira al N., y hacia el W. hay una enorme cicatriz de la corteza terrestre de unos 50 kilómetros de ancho, que separa dos cordilleras, al modo de las que cruzan el Africa Central; a una de las cuales, la Ruwenzori, llamó Tolomeo Montes de la Luna; el parecido con las cordilleras africanas se acentúa por poseer también ésta gigantescos volcanes, aunque no cubiertos de nieve como aquéllos, pero de alturas equivalentes; estos otros, sepultados en el abismo, podrían mejor denominarse Montes sin Luna.

Uno de los volcanes, el monte marino de Fieberling, pudo ser fotografiado desde 500 metros de profundidad con cámara submarina del Laboratorio: se ven corrientes petrificadas de lava con manchas blancas de arena, algunas cubiertas de surcos, prueba de que las corrientes pueden a esa profundidad perturbar los sedimentos; dos de ellos tienen la cima plana, con señales claras de erosión superficial y cantos rodados. Algunos fósiles extraídos

prueban que a mediados de la era terciaria dejaron de ser islas para sumergirse.

Otro hecho notable se descubrió con esta ocasión: en 1949 el «Serrano», durante un crucero organizado por dicho Laboratorio, señaló en sus sondeos una depresión relativamente pequeña, de pocos kilómetros de ancha y 600 metros de profundidad bajo el fondo; tal cosa no se conocía en el Pacífico, donde generalmente tales hendiduras se rellenan fácilmente con sedimentos; otras dos, de las que una tenía ya 1.500 metros de hondo, se descubrieron en 1950 durante la expedición al Pacífico Medio (3, b); las tres resultaban paralelas a la falla de Murray a una distancia de ella dos veces mayor que la que separa a ésta de la Mendocino. Para comprobar si se trataba de un mismo surco se anotaron en el mapa siguiendo la dirección del círculo máximo los resultados de antiguos sondeos: todas las hondonadas tenidas antes por errores se alineaban ahora en él. Flanquean este surco cadenas de montañas estrechas y largas y la sección W. de esta nueva zona de fractura se parece a las homólogas de Murray y Mendocino; parece ser sencillamente la parte más occidental de una falla de 5.000 kilómetros de larga, de la que se han explorado solamente 2.170, con profundidades, respecto de las crestas vecinas, de 1.650 metros y, por tanto, de unos 1.000 respecto del fondo medio; prolongada hacia el E. se interrumpe con volcanes y posiblemente con regiones relativamente llanas; si se unen estas interrupciones con lo conocido hacia el W., la longitud del surco es de 2.700 kilómetros y al E. están las islas volcánicas de R-evilla G-igedo, grupo de cuatro volcanes emergentes, seguidas, siempre en línea, de los grandes volcanes de Méjico Central: es lógico afirmar que todo el sistema de la que se ha llamado falla de Clarion forma una unidad geológica

*submarina*, como las anteriores, en oposición a los sistemas *continentales* perpendiculares a ellas, que van de Norte a Sur.

Una cuarta zona de fractura, casi a igual distancia hacia el S. de la de Clarion que la separa a la de Murray de la de Mendocino, descubrió el «Horizon» en la expedición Shellback de 1952 y comprobó con sondeos efectuados en la Shuttle de 1952 y en la Capricorn de 1953; a no ser por sus relaciones con las anteriores sería dudosa su existencia, porque las diferencias de nivel entre montañas y valles no es más que de 300-600 metros; se la ha seguido, también en arco de círculo máximo, por espacio de 5.300 kilómetros y se la ha llamado de Clipperton, por la isla de este nombre.

Cuando en el laboratorio se comprime un material frágil tiende a agrietarse según una red de líneas que forman un ángulo nunca mayor de 45° con el sentido de la fuerza aplicada; otro tanto se observa en el suelo cuando la presión es local; pero las investigaciones de los geofísicos holandeses P. P. Bijlaard y F. E. Vening Meinesz prueban que si esto sucede en la corteza terrestre en un área muy extensa y alcanzando grandes profundidades, la deformación no es frágil, sino plástica; experimentos de laboratorio en condiciones especiales de altas presiones comprueban lo dicho e indican que los planos simétricos de agrietamiento tienden a formarse a lo largo de una o más líneas de la red de fractura y entonces el ángulo es mayor de 45°; generalmente de 55°. Comparando el tipo de deformación de estas fallas con la de San Andrés, mejor estudiada a la luz de las perturbaciones producidas en ella por los terremotos, parece probable que son de tipo plástico.

Tales descubrimientos han suscitado naturalmente teorías para explicar los hechos; ¿cuál fué la causa de una

tensión capaz de deformar así un área de más de veinte millones de kilómetros cuadrados (el 5 por 100 de la superficie terrestre)? Dos hipótesis, entre otras posibles, se han propuesto: la de Vening Meinesz supone que no mucho después de formada la corteza, emigró ésta deslizándose sobre el manto (teoría diversa de la deriva *reciente* de Wegener), ya que los caracteres observados están en correlación estadística con los planos de agrietamiento que se formarían si se hubiese entonces desplazado el polo Norte desde Calcuta hasta su posición actual; cosa no del todo inverosímil, atendidas las anomalías observadas en los glaciares de la India, que no se dirigen hacia el Sur, sino hacia el Norte, como si el polo hubiese estado antes en el lugar fijado por Vening (1); la verificación se ajusta bien a las fallas del Mendocino y Murray, y aún a la de San Andrés, pero para aplicarla a las de Clarion y Clipperton hay que admitir una desviación, pequeña desde luego, en la trayectoria de esta gigantesca polodía, y entonces una segunda deformación explicaría bien las dos últimas; tal fenómeno habría ocurrido hace 2-3 mil millones de años.

La segunda hipótesis asigna una fecha más reciente a las fracturas y las atribuye a enormes corrientes de convección bajo la corteza; materiales muy calientes y profundos habrían ascendido, con el consiguiente descenso de los más fríos y cercanos a la superficie. Muchas razones de peso se han aducido a favor de tales corrientes, aunque faltan argumentos directos; si las hubo, tuvieron que ejercer una acción de arrastre en la faz interna de la corteza que daría lugar a las fracturas; es una teoría semejante a la propuesta por Wolfe para explicar la orogénesis (3, d).



## TERRAZAS CONTINENTALES COSTERAS

Estos límites entre el continente y el mar, donde ambos luchan en cierto modo por imponer su régimen peculiar, ofrecen interesante materia de estudio a los geólogos y encierran importantes datos sobre las vicisitudes históricas: invasiones y retrocesos del océano respecto de la antigua tierra firme, cuyos límites no son fáciles hoy de señalar; gigantescas formaciones sedimentarias, valles y cañones abiertos en estas masas de origen reciente, desprendimientos y aluviones submarinos, etc. Las terrazas actuales presentan obviamente el aspecto de terrenos bajos continentales invadidos por el mar y en ellas puede estudiarse *en acción* la obra secular del transporte de materiales en que consiste la mayor parte de la dinámica geológica (9); relativamente recientes (de los últimos cien millones de años), no se asientan, sin embargo, sobre sedimentos más antiguos, sino directamente sobre el granito fundamental; desde que en la Tierra empezó el régimen de lluvias, los ríos han ido formando avanzadas a partir de sus deltas, invadiendo las cuencas marinas con sus gravas, arenas, arcillas y limos; pero las terrazas no están localizadas en estos frentes de combate, sino que se extienden más o menos uniformemente a lo largo de las costas, con estructura y dimensiones a veces muy diversas.

Los rasgos comunes a estos bajíos, terrenos de transición entre mar y tierra, son la figura de cuña estratificada, cuya porción más gruesa se dirige al océano y la brusca pendiente en que termina para despeñarse al fondo; por el otro extremo se adentra en el continente, frecuentemente a largas distancias (3, b), con suave declive, del orden de 2 m./km., al paso que en el borde oceánico suele

ser de 57 m./km. En diversas regiones del globo ofrecen, según su diferente historia, caracteres distintivos y dimensiones bastante dispares: a lo largo de las costas del Pacífico americanas son generalmente estrechas y hasta llegan a faltar en algunos parajes; las atlánticas de los Estados Unidos tienen una anchura media de 130 kilómetros; en el golfo de San Lorenzo, 240, y en la bahía de Chesapeake, 100; en cambio las árticas de Siberia llegan a los 2.440 y las de otras regiones oscilan entre unas docenas de kilómetros y uno 500-600. Dos de ellas merecen especial atención, porque, aunque antiguas, tienen la particularidad de haberse conservado casi intactas y permiten por lo mismo estudiar los pormenores de su formación, antes de haber evolucionado, como otras, de modo que se borren los rasgos primitivos por alteraciones de nivel y de estructura.

Son éstas la de la costa oriental de los Estados Unidos y la del golfo de Méjico, ésta última de especial actualidad geofísica por sus yacimientos petrolíferos situados en lo que se ha llamado «terrenos de marea» (tideland); ambas han ido creciendo en espesor desde el cretácico inferior, por ser el depósito o vertedero de la mayor parte de la erosión continental al E. de las Montañas Rocosas; pero estos sedimentos difieren notablemente en su composición y estructura: en los del Golfo predomina el limo y en los del Atlántico la arena; a pesar de la violenta corriente del Gulf Stream y de ser muy finos los sedimentos aportados por los grandes ríos del Sur, se depositan éstos en el Golfo de Méjico a una velocidad muy superior a la del arrastre; en vivo contraste con semejante proceso, las terrazas atlánticas se caracterizan por la limpieza de sus arenas: desde el Maine a Chesapeake los ríos son claros y apenas portan sedimentos; los que no lo son (Susquehanna, James y otros en la bahía citada, y Savannah y Santee al S. de

ella) suelen verter el limo muy lejos mar adentro, debido a que la corriente de la marea es en esa costa muy fuerte y la altura a que sube es de 1,0-1,5 metros en Delaware, mientras que en Galveston es de 0,3-0,5. Asimismo las borrascas y oleaje tienen en el Atlántico un período mucho más largo que en el Golfo y pueden desplazar los sedimentos a mayores profundidades; el Gulf Stream, en la costa oriental, es, además, mucho más rápido y turbulento, con lo que no solamente barre las terrazas hasta el cabo Hatteras, sino que contribuye a rehacer y distribuir por igual aun los sedimentos depositados en épocas antiguas: consecuencia natural de todo ello es la enorme diferencia de espesor máximo, que en el Golfo llega a los 12.200 metros y en el cabo Hatteras, donde se han practicado sondeos petrolíferos, no pasa de 3.000, aunque mar adentro, como consta por sondeos ulteriores de prospección sísmica, alcanza una potencia de 5.000.

En los *tubos* de sedimentos recogidos en ambas series de terrazas puede leerse la historia de cada avance y retroceso del límite continental; apiladas sobre una base que poco a poco se ha ido hundiendo, hay una gran cantidad de capas lenticulares que se entrecruzan en sus extremos y revelan las alternativas de erosión y sedimentación: al avanzar el mar, los nuevos depósitos se superponen a los antiguos en dirección a la costa (onlap) y de los estratos formados en esta fase los cercanos a la orilla son de arena y grava, mientras que los más lejanos son de limo; al revés, cuando baja el nivel del océano, los nuevos depósitos se superponen a los viejos en dirección al mar (offlap) y algunos de los materiales más gruesos de la zona del bajo fondo pasan ahora sobre los depósitos antiguos más finos que yacían en aguas profundas: la superficie de la terraza sufre una verdadera erosión, y estratos depositados en ella

durante la fase anterior son reducidos o arrastrados por completo, pero de modo que aunque la terraza pierda en espesor gane en anchura, por ser arrastrados dichos materiales al borde exterior, que siempre avanza mar adentro hacia parajes cada vez más profundos, a pesar de la oscilación de la línea de la costa. Semejante avance máximo es notablemente diferente en el Golfo, donde llega a 1.130 kilómetros y en el Atlántico (cabo May), donde es de 280.

Las terrazas atlánticas están surcadas por muchos cañones, a manera de valles de ríos, con sus tributarios correspondientes; algunos enormes, como el que sale del Hudson, en Nueva York, enigmas oceanográficos ante los que no se deciden los geólogos por escoger una de las soluciones opuestas: erosión continental seguida de hundimiento o erosión por corrientes marinas mediante el acarreo de materiales de suficiente poder abrasivo; con la agravante que para muchos casos el proceso ha tenido que ser relativamente rápido...

El banco de terrazas del Golfo presenta otro problema en su mitad occidental: la parte superior de la pendiente final que las limita por el lado del mar está surcada por una serie de riscos y cuencas, algunas cerradas, en tanto que un gran número de profundos canales se deslizan por las secciones más bajas de la pendiente; esta extraña topografía puede explicarse si se acepta la teoría de que la terraza se formó casi exclusivamente por la acumulación de sedimentos finos; al borde de ella la presión de la gravedad pudo dar lugar a que tales masas inestables se deslizaran dejando surcos en el declive rápido, a lo que acaso contribuyeran las corrientes enturbiadas a que esa región occidental se muestra particularmente propicia. Pero otro fenómeno observado hace dudar de que tal hipótesis sea correcta: en las secciones E. y W. del Golfo, como en muchos

sitios de California, el continente termina bruscamente en escarpas a modo de cortes de falla (fault scarp) producidos por elevaciones de la corteza o deslizamientos de los bordes de ruptura; sin embargo, esto sólo indicaría que las plataformas sedimentarias se han edificado a través de una zona de movimiento cortical, y, naturalmente, al llegar a ella han tenido que detenerse.

### ESTUARIOS

Como en tierra firme, la fauna y flora fósiles constituyen una guía segura para los problemas cronológicos de la geología submarina; así, por ejemplo, en parajes tan inaccesibles como la región atlántica de las Bermudas y en sedimentos de fecha muy remota tuvo el profesor W. M. Ewing, Director del Observatorio Geológico de Lamont, Nueva York, la suerte de obtener un interesante ejemplar en condiciones especialmente difíciles: durante la expedición Vema de los oceanógrafos de la Universidad de Columbia se obtuvieron tubos de sedimentos de 10-20 metros de longitud (3, a); pero más allá de esa profundidad tropezaban con un fondo calcáreo imposible de penetrar con los medios ordinarios. Se sustituyeron estos dispositivos por otros especiales con gruesos tubos de acero sin soldaduras, de 8 milímetros en sus paredes y 62 de luz, y mediante un peso adicional de 750 kilogramos se pudo penetrar unos 10-15 centímetros en la capa dura del fondo: de este modo se logró sacar un molusco fósil de vida específica relativamente corta el *Inoceramus*, lo que permitió fijar la edad del terreno en cien millones de años (4). Pero si es difícil resolver estos problemas prácticos cuando el fondo está a varios kilómetros de profundi-

dad, e imposible explorar un espesor de sedimentos de otros tantos, como ocurre en medio del Atlántico, ha sido en cambio muy sencillo cuando se trata de las terrazas antes mencionadas y mucho más junto a deltas extensas de ríos caudalosos, en los que el bajo nivel de las aguas se presta aun a instalaciones de perforación minera.

Por otra parte, los estuarios tienen un interés especial en Paleontología; a causa de las abundantes aportaciones de materia orgánica son sitios densamente poblados de una fauna y flora características, que viven en condiciones diferentes en un todo de las que rodean a los organismos de cualquier otra: sin exagerar podría calificarse su ambiente de *catastrófico*; es decir, que a causa de variaciones drásticas y repentinas en el medio que les rodea, se producen allí hecatombes que diezman la población o llegan a anularla en sectores de no pequeña extensión; el motivo es unas veces la temperatura, que por irregularidades en el curso del río llega a oscilar entre 0° y 38° C.; otras, la marea equinoccial, que deja en seco organismos fijos incapaces de huir o de resistir tanto tiempo fuera de su elemento; otras las borrascas que los sepultan bajo arenas o fango violentamente arrastrados y desplazados anormalmente. Pero el principal enemigo de estos organismos es la variación en la salinidad del agua a que generalmente son extremadamente sensibles y que por alguna de las causas enumeradas puede alterarse notablemente; se ha dicho humorísticamente que si los seres que viven en los estuarios tuviesen un sistema nervioso humano y algunos conocimientos de Geología, serían todos neuróticos.

Siendo un estuario el umbral de la emigración entre la vida del mar y la de las aguas continentales, ocurre con esta barrera como con la del sonido en aeronáutica, que sólo se puede cruzar cambiando de organismo, y de hecho

suele haber allí tipos de transición entre ambos sistemas orgánicos y hasta versátiles, capaces de vivir en uno y otro medio: de aquí el interés que ha despertado su estudio en orden a corroborar o corregir las diversas teorías evolucionistas que asignan un origen marino a la vida terrestre y buscan en los estuarios argumentos para determinar las adaptaciones necesarias.

Todos los seres vivos que hayan de superar las pruebas a que estarán sometidos en un estuario tienen que luchar para obtener lo que Claude Bernard ha llamado «ambiente interno estable». En virtud de la ley de ósmosis el agua en que está disuelta una sal entrará a donde esté más concentrada y según que ello suceda dentro o fuera del organismo aumentará o disminuirá, respectivamente, el contenido de agua de éste, lo que puede significar, si no hay medios de evitarlo, la muerte por hidratación o deshidratación excesivas. Los recursos naturales que tienen para ello los organismos vivos son de cuatro clases: 1) Aumento de la presión hidrostática interna, por ejemplo, con violentas contracciones de las paredes exteriores. 2) Excreción copiosa y rápida del exceso de agua, gracias a un desarrollo mayor de lo normal en los riñones u órgano equivalente. 3) Absorción de sal para aumentar su concentración interna; y 4) Membranas impermeables defensivas.

Aun los organismos monocelulares tienen a veces órganos complicados para este uso: vacuolas donde se deposita el agua, que es luego expulsada cuando están llenas; algunos moluscos se defienden de las alteraciones transitorias cerrando herméticamente las conchas, y el teredo, bivalvo que taladra la madera de las embarcaciones bajo la línea de flotación, asoma siempre un apéndice provisto de un opérculo sólido que se cierra al sentir un repentino flujo de agua dulce, y puede permanecer cerrado largo

tiempo; los peces óseos de agua dulce tienen una piel casi impermeable y al hallarse en agua salada, para evitar que su sangre pierda agua, absorben gran cantidad de la salada, segregando luego la sal por las agallas; y en sentido contrario funcionan sus riñones, como ocurre a los salmones, anguilas y otras especies de las que Gordon Gunter, del Instituto de Ciencias Marinas de Texas, ha encontrado 173 en los Estados Unidos. Es de notar que cuando en el agua abundan los iones de calcio, la tolerancia de cualesquiera organismos para estos cambios es mucho mayor (5).

A veces hay cambios que alteran las condiciones de vida de un estuario de un modo definitivo, como son los sedimentos que llegan a cegar algunas secciones o la subida sistemática de nivel, que afirma H. A. Marmer, de la U. S. C. G. S., haber observado en la costa atlántica en los últimos veinticinco años, de varias pulgadas de aumento, acaso debidas a deshielo de los casquetes polares o a hundimiento de las terrazas continentales. Cuando por una u otra causa el medio se va haciendo inhabitable, las especies móviles emigran y las fijas degeneran o mueren.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) BLACKETT, P. M. S.: *Have the continents drifted?* «The Listener», 23 dic. (1954).
- (2) BRADFORD, J.: *Mith of the lost continent*. «The Listener», 7 ene. (1954).
- (3) DUE, A.: a) *Actualidades geológicas. NOTAS Y COM.* I. G. M. E., número 32, págs. 55-68 (1953).  
b) *Notas oceanográfico-geológicas.* *IBID.*, núm. 36, págs. 27-40 (1954).  
c) *Vulcanología práctica.* «Raz. y Fe», núm. 685, págs. 189-194, febrero (1955).  
d) *Nuevos recursos de la geología moderna.* «Bol. RSEHN», Tomo homenaje, págs. 249-257 (1953).
- (4) EWING, W. M.: *Oldest fossils from ocean bottom.* «Science Dig.», marzo, pág. 36 (1955).

- 
- (5) INGLE, R. M.: *The life of an estuary*. «Sc. Amer.», v. 190, núm. 5, páginas 64-70, mayo (1954).
  - (6) KAEMPFERT, W.: *Sounding the ocean depths*. «N. Y. Times», mayo (1952).
  - (7) MENARD, H. W.: *Fractures in the Pacific floor*. «Sc. Amer.», v. 193, número 1, pág. 26, julio (1955).
  - (8) SMITH, E. S. C.: *Mountains under the sea*. «Sc. Forum Progr. Gen. Electr.», junio (1954).
  - (9) STETSON, H. C.: *The continental shelf*. «Sc. Amer.», v. 192, número 3, pág. 82, marzo (1955).

## Nota sobre algunas rocas de la parte Oeste del Guadarrama

POR

LUIS C. GARCIA DE FIGUEROLA



LUIS C. GARCIA DE FIGUEROLA

## NOTA SOBRE ALGUNAS ROCAS DE LA PARTE OESTE DEL GUADARRAMA

### INTRODUCCIÓN

Desde hace algún tiempo venimos realizando excursiones geológicas a la parte occidental de la Sierra del Guadarrama y su enlace con la de Gredos. La mayoría de ellas se pueden situar sobre el área indicada en la figura 1 mediante itinerarios radiales a partir de San Martín de Valdeiglesias, Robledo de Chavela y Navas del Rey, que nos han permitido situar algunos límites precisos entre distintas formaciones al mismo tiempo que hemos localizado rocas interesantes o fenómenos tectónicos de regular importancia.

El fruto de esta labor ha sido publicado en parte en dos trabajos anteriores en colaboración con M. San Miguel de la Cámara (5 y 6), y ahora queremos dar aquí algunos datos tectónicos y petrográficos de carácter general que ayuden a una mejor comprensión de tan accidentada zona. En la actualidad tenemos también en preparación otra nota sobre las rocas filonianas de carácter ácido extraordinariamente frecuentes por todo el campo recorrido.

En los mapas geológicos de pequeña escala encontramos dos tipos de formaciones que en grandes líneas corres-

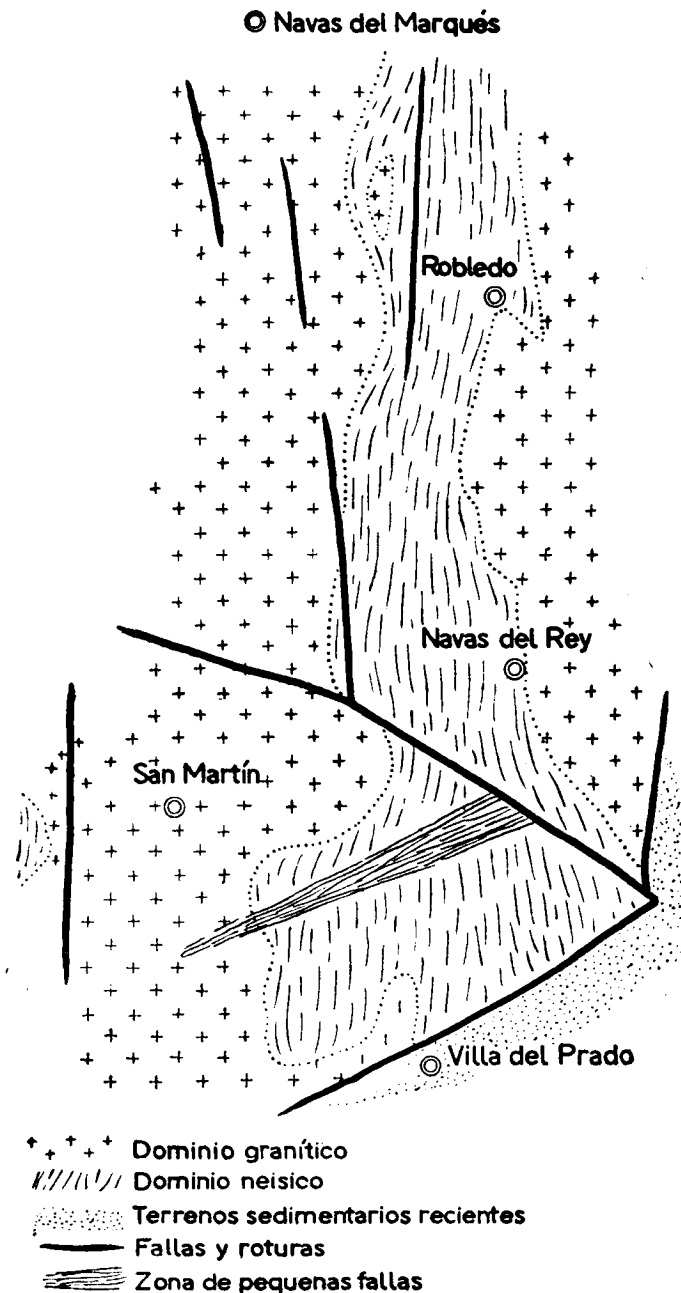


Fig. 1.—Esquema general de la zona estudiada indicando las líneas de roturas más importantes. Esc. 1:200.000.

ponden a la realidad de los hechos observados por nosotros: el granito y el neis. Pudiera parecer lógico que dividiéramos el área estudiada en estas dos unidades, pero no corresponderían en modo alguno a la realidad de la tectónica ni de la petrología. Las líneas de rotura más importantes no guardan relación con los dos tipos de rocas, y petrológicamente encontramos dentro del neis verdaderos granitos. Aparte existe una alineación de calizas que en bancos o bolsadas más o menos alargadas recorren de forma concordante los neis de Norte a Sur y que ya fueron estudiadas por Carandell (2). Así se puede llamar a esta zona *mancha metamórfica* (que en otro trabajo anterior la denominábamos del Cofio), bien entendido que no constituye ninguna unidad, puesto que probablemente algunos granitos circundantes tienen un origen igualmente metamórfico o ultrametamórfico. De aquí que no estudiemos por separado ninguna región de las estudiadas.

#### TECTÓNICA

Nos encontramos con una gran complejidad como cabe esperar en una zona próxima al «desenganche» de dos sistemas montañosos tan potentes como el Guadarrama y Gredos. Refiriéndonos sólo a las líneas de mayor intensidad se pueden localizar las siguientes:

Una rotura que recorre la parte central de la parte neísica en la misma dirección que ella y coincidiendo en algunos puntos con las calizas. Hacia el Norte se difumina antes de llegar a Santa María de la Alameda, siendo sustituida por un haz de mucha menor potencia. Paralela a ella, y al Sur de las Navas del Marqués, se puede situar otra similar, individualizando entre ambas el bloque alar-



gado de Roñales-Atalaya. Por la parte Sur la primera incide en ángulo bastante acusado sobre la falla norteña del Valle de San Martín de Valdeiglesias. El desplazamiento de los bloques laterales en relación del uno al otro son difíciles de precisar, inclinándonos más por el hundimiento en pequeña escala de la parte occidental en su tramo medio y una probable inversión de términos al Norte de la presa de San Juan. Probablemente más que una falla debemos de considerarla como una banda de rotura en la que se amolda el curso medio del Cofio que por lo mismo sigue un recorrido fuertemente zigzagante en un lecho abundante en pórfidos con distintos grados de cristalinidad. También es digno de citar que las calizas aparecen como retazos situados a alturas dispares en recorridos cortos.

Las fallas del Valle de San Martín de Valdeiglesias. Este valle están hundido tectónicamente hablando, y con claras muestras de desnivelación poco potente hacia el Oeste. Está claramente delimitado a este lado por la falla de Guisando en la base de la cual encontramos una pequeña banda de sedimentos recientes recorridos longitudinalmente en curso un tanto perezoso por el arroyo Manzano. A orillas de él se encuentran los históricos toros de Guisando, precisamente en un recodo del mismo. Hacia el Norte el río Alberche se ha encajado fuertemente en otra línea de rotura que separa el bloque de San Martín de las elevaciones de Las Cabreras poco antes de unirse con la rotura del Cofio.

La falla de Picadas es la más importante de todas y constituye el verdadero límite de la Sierra con los terrenos sedimentarios del valle del Tajo. Topográficamente se presenta como un escarpe de los neis y el granito sobre terrenos dados en parte como miocénicos, pero que desde luego

contienen algo de cuaternario en las proximidades del camino al molino de Rodales. El río Alberche salva el escarpe en una acusada garganta casi ortogonal con la falla y efectuando una curva muy cerrada cambia de dirección hacia el Suroeste, casi paralelamente a la falla. En la actualidad tiende a aproximarse a ella trabajando sobre la llanura del Rincón, con 490-500 metros de altitud; dejando en la otra margen una llanura de 450-460 metros de cota.

Esta falla es de carácter normal, buzando hacia el Sureste; pero en la misma garganta del Alberche y en las proximidades del barranco del Freno hay una zona completamente fallada y bastante triturada con gran formación de pequeñas roturas y desplazamientos que en conjunto le atribuimos un buzamiento en dirección Noroeste; es decir, inverso al que aparece en Picadas (fig. 2). Presenta carac-

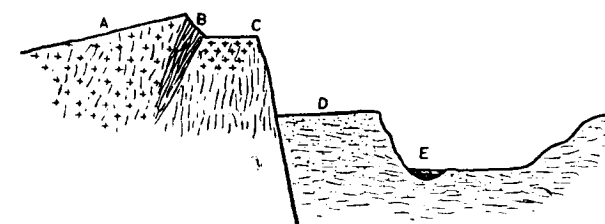


Fig. 2.—Interpretación tectónica de un corte, según San Martín de Valdeiglesias, Mérida. A. Valle de San Martín. B. Zona de pequeñas fallas buzando en conjunto hacia el Oeste. C. Falla de Picadas. D. Terrenos sedimentarios recientes. E. Curso actual del río Alberche.

teres de una cierta plasticidad tectónica, como si hubiera servido para el deslizamiento del bloque del NW. sobre ella. Al mismo tiempo se han originado gran número de vetas con deposición de minerales de baja temperatura como la adularia. La interpretación de la figura 3 con el borde del Noroeste más levantado parece la más normal y



cia el Este, presentando una pequeña discordancia con el neis. La calcita aparece cristalizada, a veces incluida en la idocrasa que se presenta en cristales de gran tamaño, con bordes irregulares, e incluyendo además de la calcita al diópsido y la clinozoisita. El diópsido es bastante idiomórfico, pero con una pequeña aureola a su alrededor, de poco índice de refracción, en la que parece existir algo de antigorita y actinota. La clinozoisita domina mucho menos que el diópsido, pero tiene igualmente tendencia al idiomorfismo. En los cristales de calcita bien cristalizados no aparece incluido el diópsido. Los grandes de idocrasa son visibles a simple vista y parecen granates, pero dan las figuras de interferencia de forma clara (fig. 7).

Carandell (2) encuentra en las calizas de Santa María de la Alameda, al Norte de la zona que estudiamos, granates, topacio e idocrasa con paso a los neis mediante una banda en la que aparecen los feldespatos, diópsido y cuarzo. En Villa del Prado, y según el mismo autor, las calizas contienen augita, granates, wollastonita, tremolita y grafito con formación, al pasar a los neis, de horblenda, augita, titanita, apatito, circón y dipiro, lo que da una secuencia metamórfica mucho más intensa en el Sur, al mismo tiempo que debieron ser calizas más impuras que en el tramo central. El contacto con un pórfido ha sido estudiado en detalle (6) con movimientos de cationes, pero con temperaturas inferiores a los 450 grados. El paso a los neis en la parte central de la corrida caliza da lugar a bandas más diopsídicas con iniciación de los feldespatos, cordierita, rutilo, pirita y pequeños granates.

Es interesante en las calizas del Coño la presencia, en su interior, de masas redondeadas de pegmatitas con cristales de turmalina situados hacia el centro de las mismas.

Hemos obtenido una preparación del contacto entre ambas de un ejemplar que presentaba relativamente pequeños los elementos mineralógicos de la pegmatita. Su separación al microscopio se puede seguir por el límite del diópsido de la caliza que, aunque también se encuentra en la parte pegmatítica, es de forma esporádica. Por el contrario, las placas de feldespatos y cuarzo se encuentran dentro de la parte caliza formando como el fondo de la preparación. El cuarzo de la pegmatita es irregular y contiene numerosas inclusiones sin ordenar, pero en las proximidades de los granos de diópsido están formando líneas que se cruzan en todos los sentidos. Dentro de la caliza encontramos el cuarzo en granos más bien pequeños. La plagioclasa es albita en cristales grandes, que dentro de la caliza incluye la esfena y el diópsido, sin que aparezcan zonas de reacción o alteración entre ambos. La microclina, en la parte diopsídica, es más abundante que la albita y envuelve todos los demás elementos. El diópsido aparece en cristales pequeños, secciones las más de las veces paralelas a  $c$  y algunas con tendencia idiomórfica. Hay maclas paralelas a (100) y pocas secciones basales, de donde resulta que se encuentra orientado paralelamente al contacto con la pegmatita, según las caras del prisma. La esfena aparece bastante idiomórfica, incluida en todos los demás elementos, pero no dentro de la pegmatita. Hay también algunos cristallitos de apatito y algo de dipiro encerrando granos de calcita y otros elementos no reconocibles. Fuera de la pegmatita también existe algo de turmalina, de tendencia idiomórfica y con cuarzo en su interior. En su proximidad el diópsido aparece fibroso y más alterado (figs. 8 y 9).

La mayoría de las calizas que estudiamos correspon-



midades de las roturas. Las bandas claras son francamente ricas en cuarzo.

El granito que consideramos de anatexia se presenta bastante equigranular con vaga tendencia a la ordenación paralela. La biotita aparece en algunos casos incluida en el cuarzo; otras veces aparece en concentraciones que terminan en forma desfilcada dentro de los feldespatos (figura 10). Localmente pasa a moscovita o clorita. La ortosa no es muy abundante y las plagioclasas, de bajo contenido en calcio, incluyen láminas de biotita. También se encuentran pequeños cristales de apatito, así como algo de epidota, que en otros ejemplares llega a faltar. En algunas preparaciones en las que aún se conservan restos de estructura micacítica, junto a la moscovita en láminas basales grandes se encuentran agujas y prismas diminutos en pequeña cantidad que debe ser silimanita.

Al Sur del barranco del Fresno el granito presenta más claramente la estructura migmatítica, encontramos los mismos minerales y con características semejantes, pero en la parte más micacítica, con fuerte cantidad de biotita ordenada paralelamente, aparecen algunos cristales de cordierita transformados casi íntegramente en un agregado de moscovita (gigantolita) y otros finos productos, entre los que destaca un constituyente opaco, y algo de silimanita poco estable, pues también está en vías de alteración. Existe también algo de cuarzo, ortosa y plagioclasas que claramente sustituyen a la biotita.

En la boca Norte del túnel más septentrional la parte micacítica está constituida por cuarzo bastante equigranular con inclusiones de micas ordenadas en el mismo sentido que las situadas fuera, y finas agujas de rutilo. Hay gran cantidad de moscovita y de pennina que procede esta

última de la biotita conservando aún los halos pleocroicos. No se encuentran feldespatos, cordierita o epidota. Por el contrario, en la boca Norte del túnel de Picadas aparece la silimanita en concentraciones nodulares que emiten haces de agujas invadiendo los elementos próximos principalmente agregados de sericita que la rodea muchas veces. Junto a esta sericita se encuentran elementos difícilmente reconocibles que en algunos puntos parecen, con toda probabilidad, proceder de cristales de distena en su variedad cianita. Los otros componentes de esta roca son el cuarzo, la ortosa, las plagioclasas, la biotita y la pennina. Los dos feldespatos incluyen láminas de mica (fig. 11).

Aguas abajo del puente del ferrocarril sobre el Alberche, y como a unos 150 metros, la migmatita es francamente arterítica, de color cuando fresca en gris acero y parte leucocrata bastante pobre en feldespatos. Las bandas félicas están constituidas casi exclusivamente por pennina y algo de moscovita con asociación de apatito. Las plagioclasas se presentan fuertemente alteradas y poco reconocibles incluyendo muchas láminas de clorita. Se presenta también un mineral de grupo de la epidota (pistacita) tanto junto a la clorita como bordeando un elemento opaco. Lo más curioso de esta migmatita es la presencia de grandes láminas de adularia (fig. 12) extraordinariamente fresca e incluyendo los demás componentes de la migmatita como si en algunos puntos fuera el fondo de la preparación. Recordemos que nos encontramos en la zona donde aparecen las venas de tipo alpino con hermosos cristales de adularia (5).

Así, pues, en la garganta del Alberche, comprendida entre el túnel de Picadas y en puente del ferrocarril, existe una zona migmatítica con distintos pasos hasta el gra-

nito. Sobre ella se han desarrollado nódulos de pegmatita y posteriormente se originó (o se reactivó) la zona de fallas con la consiguiente aparición de venas de tipo alpino. Digamos también que en algunos ejemplares del granito se encuentran cristales de microclina con tendencia a aparecer en forma pegmatítica y que aparece en rocas con más moscovita.

Existe un cierto desequilibrio mineralógico en esta serie migmatítica debido a una segunda generación en retromorfosis, en la que destaca la aparición de la clorita (tan frecuente en las zonas de rotura), la microclina y la moscovita, así como la inestabilidad de la sillimanita y probable cordierita. Descartando estos hechos nos quedaríamos con la siguiente asociación primitiva:

*Cuarzo-ortosa-plagioclasas-biotita (sillimanita-cordierita)*

en la que el cuarzo y los feldespatos, por lo menos, se han desarrollado a partir de la mica, de acuerdo con las observaciones microscópicas. La ausencia de andalucita nos descarta las bajas presiones a altas temperaturas. La composición mineralógica está definida por el quimismo y tanto pueden pertenecer a las partes profundas de las facies de las anfibolitas como a las facies de las granulitas. Recordemos que la temperatura de éstas últimas es de hasta los 650 grados, quedando más baja que la requerida para la formación de verdaderas masas fundidas, aunque quizá hubo suficiente movilidad plástica de sus elementos.

La retromorfosis pudo tener como directriz más sobresaliente los pasos

*sillimanita + feldespato potásico + agua → moscovita + cuarzo*  
*cordierita → moscovita + cuarzo + biotita*

que pueden originarse aún dentro de las facies de las anfibolitas, coexistiendo la biotita con la moscovita (Turner, 1).

En las zonas de fallas el proceso más importante es el de

*biotita → clorita*  
*ortosa (o microclina) → adularia*

Hacia el valle de San Martín de Valdeiglesias la roca apenas aflora en una gran extensión, hasta el punto de que en el término de Pelayos de la Presa se hace difícil precisar el límite entre el granito y el neis. Por lo relativamente llano del terreno tampoco existen buenos cortes. En la carretera de San Martín al Puente de la Virgen Nueva este panorama es distinto por la bajada al río Alberche, así como todo a lo largo del curso de este río que bordea el Norte y Noreste del valle. Nos encontramos sobre un granito que parece ser bastante homogéneo, de grano relativamente grande, pero no porfídico, pobre en micas y biotítico. De vez en cuando encierra otro granito de las mismas características, pero en tonos rosados que parecen variaciones locales del mismo.

En el kilómetro 2,800 de dicha carretera el granito contiene algunos elementos con tendencia idiomórfica poco marcada. Dominio del cuarzo sobre los feldespatos y con gran cantidad de inclusiones que en muchos casos se agrupan hacia el centro de los cristales. La ortosa aparece peritizada y hay microclina con bordes de recristalización. Las plagioclasas son los elementos más idiomórficos con pequeña alteración e incluyendo otras de pequeño tamaño. La biotita aparece con caracteres típicos de una siderofilita, con pocos halos pleocroicos y algo transformada en clorita por los bordes. Inclusiones opacas y formación de algo de epidota.

En el kilómetro 3,800 nos encontramos con un granito aplítico junto a un dique cuarcífero de dirección Norte-Sur, que hacia el Norte queda reducido a bolsadas del mismo elemento. El granito aplítico presenta a su vez nódulos de cuarzo con tendencia a drusa. No aparece ordenación de los elementos y hay signos muy claros de fenómenos de recrystalización en los bordes de los cristales. El cuarzo forma pegmatita con la microclina y contiene puntuaciones alineadas en forma de red. Igualmente hay verdaderos cristales de pegmatita con las plagioclasas (figura 13). La ortosa, en pequeña cantidad y muy alterada, también forma pegmatita gráfica radiada. La microclina es mucho más abundante y fresca, está en contacto con la ortosa en límites difíciles de precisar formando un todo pegmatizado. Se encuentra al mismo tiempo algo de peritita. Las plagioclasas más idiomórficas aparecen alteradas y terminando a veces en un agregado fino de cuarzo microclina y granos de plagioclasas diferentemente orientadas. Por la extinción en secciones perpendiculares a  $a$  ( $13^\circ$ - $15^\circ$ ), se trata de una albita. La biotita, en pequeñas cantidades, con los bordes cloritizados. Algunas pajitas de clorita dentro de la microclina.

Hacia el 4,500 nos aparece otra vez un microgranito bastante equigranular en el que las plagioclasas son idiomórficas y con estructura zonal en algunos casos. Se trata también de una albita que incluye agregados de clorita con zonas de alteración radiada a su alrededor. En otros puntos las inclusiones son de clorita más cuarzo. La ortosa, muy alterada, con formaciones sericiticas e incluyendo biotita en láminas bastante grandes. Mucho más fresca es la microclina, sin apenas alteración y formando frecuentes pegmatitas. La biotita, con bordes muy corroí-

dos, halos pleocroicos y asociaciones con epidota. Algunas placas pasan a pennina y otras contienen gran cantidad de baras de rutilo. Las hay pecilíticas en cuarzo o incluidas en este elemento. También existe algo de moscovita más o menos asociada a la microclina.

Por último, en el mismo puente de la Virgen Nueva aparecen verdaderas aplitas intercaladas en el granito dominante, que presentan el cuarzo con bordes de recrystalización. La microclina, más fresca que los otros feldespatos, tiene tendencia idiomórfica al mismo tiempo que envuelve a los demás elementos originando con el cuarzo zonas pegmatizadas. La mica (biotita) aparece en pequeña cantidad desfleada, pasando a clorita y asociada con la epidota y la ilmenita. También aparecen las aplitas asociadas con pegmatitas en formas muy curiosas, como la indicada en la figura 4.

Estas rocas aplíticas son claramente filonianas y sus re-

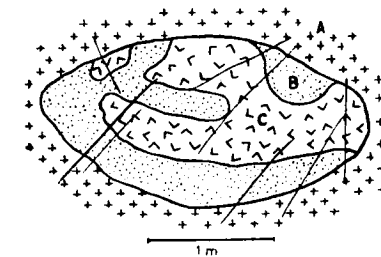


Fig. 4. —Curiosa asociación de pegmatita-aplita sobre el granito del puente de la Virgen Nueva. A. Granito encajante. B. Aplita. C. Pegmatita de gruesos elementos.

laciones genéticas con el granito que las encaja se sale de los límites de esta nota, siendo más adecuado el incluirlas en el estudio que tenemos en preparación. La presencia de formaciones micropegmatíticas, así como las concentra-



ciones de cuarzo y diques de este elemento, en su proximidad, apoyan tal idea.

El granito que encontramos en Navas del Rey, junto to al neis, es francamente milonítico, siendo imposible reconstruir directamente su estado primitivo (fig. 14). El cuarzo aparece en cristales relativamente grandes con extinción ondulante y bordes frecuentes de recristalización. En algunos puntos tiende hacia la formación pegmatítica o se presenta en pequeños agregados, muy finos, que envuelven otros elementos. La ortosa y las plagioclasas aparecen muy alteradas y las últimas, en especial hacia el centro, mientras que en los bordes son más limpias, de contornos a veces idiomórficos e incluso zonales. La única mica que puede tomarse en cuenta es la pennina, que forma agregados bordeando otros cristales; se le asocia algo de epidota y presenta restos de halos pleocroicos. La consideramos procedente de la biotita.

Características muy similares son las del granito al Sur de Las Navas del Marqués, desde el túnel grande de Conejeras hasta el puente sobre el río Cofio, lo que da idea de la importancia que en petrogénesis tienen los movimientos tectónicos, ya que sin duda alguna todos estos granitos han sido «sorprendidos» en un reajuste mineralógico originado por presiones y dislocaciones de unos bloques con relación a otros. En algunos puntos no se sabe si nos encontramos en presencia de un granito cataclástico o de un dique de pórfido granítico. Son frecuentes también, en todo este tramo, formaciones aplíticas. En la zona de Villadar, y recubierto por un espeso pinar, asoma en algunos puntos un granito bastante equigranular que se separa un tanto del carácter general de la zona. No se presenta cataclástico, y su parecido es grande con

el que consideramos de anatexia de la garganta del Alberche. Sus límites no se han podido localizar.

Ya hemos citado antes que dentro del neis de la ladera Este del Cerro de Santa Catalina se encuentra otro tipo de granito. Es, en su mayoría, de grano medio y, por la alteración que presenta en toda la superficie recorrida, da una impresión, a primera vista, de esparagmita, pero la tendencia idiomórfica de los feldespatos descarta esta idea. Por otra parte, la presencia dentro de este granito de algunos retazos deshinchados de neis glandulares, induce a suponerle un origen metasomático.

El contacto del neis con el granito de grano grueso que le limita por el Oeste está en la cima del cerro, existiendo formaciones de diques ácidos y aplitas entre ambos, así como dentro de cualquiera de los dos. Hay casos en que estos diques cortan oblicuamente el contacto y uno de ellos aparece como aplita en la vaguada entre Santa Catalina y la Atalaya y pasa a una estructura felsítica en un nivel topográfico inferior hacia el Este. Sobre la cota 1.300 metros el neis se hace de grano más fino para dar en seguida paso otra vez al de grano grueso con buen desarrollo de pórfidoblastos feldespáticos: su dirección es casi Norte-Sur y al igual que todo el neis de esta ladera aparece como casi vertical o con poco buzamiento hacia el Oeste. Una más abajo comienza la formación granítica a que nos venimos refiriendo, que corre a lo largo de la ladera. En su tramo más superior es una verdadera migmatita de tipo nebulítico sobre un neis que aun conserva los pórfidoblastos feldespáticos (fig. 5, a). A continuación va siendo sustituida por el verdadero granito con el neis en forma de enclaves desflecados y sin límites precisos (fig. 5, b). El granito es de carácter muy leucocrato, con dominio de los

feldespatos sobre el cuarzo y una proporción bastante elevada de moscovita frente a pequeñas cantidades de biotita.

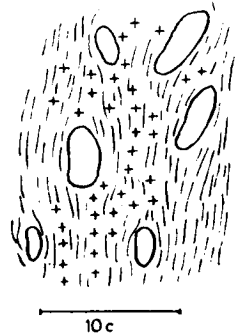


Fig. 5a. — Estructura de tendencia nebulítica sobre un neis con grandes porfidoblastos feldespáticos. Ladera Este de Santa Catalina.

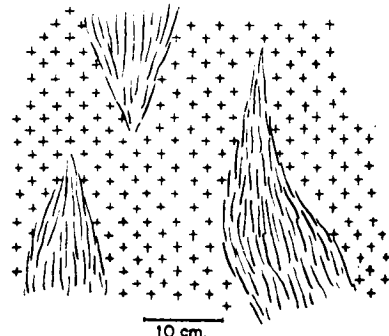


Fig. 5b. — Granito del Cerro de Santa Catalina (ladera Este), con restos desfleados de neis.

Su formación corresponde a niveles de presión y temperatura inferiores a las de los granitos de la garganta del Alberche. La diferencia de cota entre ambas es de 500 metros, dato que apenas tiene valor, puesto que se encuentran muy separadas sobre el plano (unos 25 kilómetros) y los bloques de la región han sufrido desnivelaciones.

#### El neis.

En general se presenta bastante homogéneo consigo mismo. Sin embargo, en la parte de Santa María de la Alameda, al Norte de la zona que estudiamos, se hace más glandular con elementos de hasta 4 centímetros. En el cerro de Santa Catalina lo hay de grano más fino que el normal, como ya hemos dicho. Igual fenómeno se observa en las proximidades del arroyo Matiazo, en el cami-

no de la Cuerda de la Parada a Pinarejo (cota 780) y en el primer pontón sobre el Valle Frías. Todas ellas debemos considerarlas como variaciones locales.

La dirección general de todo el neis es de N.-S., con algunos cambios muy locales: en el kilómetro 43 de la carretera a San Martín de Valdeiglesias nos aparece con dirección SE.-NW. y verticales. En el puente de San Juan, igual que en el Valle Frías, las calizas buzcan hacia el W. y el neis aparece como casi horizontal o inclinado hacia el Este. En el kilómetro 68,100 del ferrocarril a Avila aparece con  $D = 45^\circ$  W.; en la estación de Robledo,  $D = 40^\circ$  E., y el buzamiento de  $45^\circ$  hacia el SO.; junto a las calizas de este pueblo,  $D = 30^\circ$  E. y  $B' = 70^\circ$  W., y a la entrada del propio pueblo de Robledo el buzamiento es de  $75^\circ$  SO.; en el puente de la carretera a Valdequereda,  $D = 10-20^\circ$  hacia el E., que son variaciones propias de una zona tan fallada. El buzamiento es, en general, hacia el Oeste, excepto para la zona del Puente de San Juan, donde se hace imprecisa.

Es frecuente que el neis de Robledo de Chavela aparezca con caracteres de recristalización en el cuarzo (figura 15), como se observa en la muestra tomada en Valdequereda, camino a los Corrales (cota 950) que, además, presenta el cuarzo pecilitico sobre la biotita o mezclado con este elemento en finos agregados e incluyendo agujas de apatito. La ortosa, en pequeña cantidad. Más frecuente y al mismo tiempo más fresca es la microclina, algo idiomórfica e incluyendo biotita, cuarzo y moscovita. Las plagioclasas también son idiomórficas en parte y con alteración central. La mica dominante es la biotita desfleada y pasando a clorita. Hay algo de moscovita. En las bandas más félicas el cuarzo está alargado en el sentido de la

pizarrosidad o aparece como el fondo de la preparación y presentando los mismos bordes de recrystalización. Algunas placas de moscovita encierran restos de agujas que probablemente son de silimanita.

En Robledo de Chavela los caracteres son similares, con la consabida recrystalización en los bordes del cuarzo. En algunos casos encontramos estructuras pegmatíticas y en otros no existe el paso de biotita a clorita ni aparecen cristallitos de epidota.

La estructura del neis en la parte Sur de la Cuerda de la Parada es francamente lepidoblástica y los feldespatos no se muestran muy abundantes. El cuarzo está alargado en el mismo sentido que las micas, con cierta tendencia a formar nódulos por la reunión de varios cristales que nunca alcanzan gran tamaño. Entre los feldespatos no aparece microclina y las plagioclasas sustituyen a la biotita. Este último elemento está en algunos puntos algo cloritizado o con formaciones opacas en el borde. Hay algo de moscovita. Próximo a este neis, y sobre el camino a Pinarrejos (cota 780), aparece otro tipo en el que se puede reconocer la microclina. El cuarzo presenta bordes de recrystalización y hay algunas formaciones de micropegmatita. La biotita se asocia con algo de epidota, barras de ilmenita y agujas de rutilo en los bordes deshechos, así como granos de circón que también pasan al cuarzo. La moscovita y la clorita se encuentran en pequeña cantidad.

Los hechos que nos parecen más salientes en los neis estudiados son: inclusión de las micas dentro de los cristales de cuarzo y feldespatos; dominio alcalino sobre el calcoalcalino; bordes de recrystalización en el cuarzo de las zonas de fractura o próximas a ellas; presencia de dos feldespatos potásicos en los neis del Cofio medio; cuando

aparece la microclina, envuelve o contiene los demás elementos y forma frecuentemente asociación pegmatítica con el cuarzo; cloritización de la biotita más fuerte en los neis que presentan el cuarzo con fenómenos de recrystalización.

La clasificación de los neis dentro del concepto de facies puede hacerse partiendo de una constitución mineralógica primitiva que sería de la forma siguiente:

*Cuarzo-ortosa-plagioclasas-biotita-(silimanita),*

que nos sitúan en la base de las facies de las anfibolitas y, por consiguiente, no debemos admitir una temperatura superior a los 500° (1). La ausencia clara de granates parece un buen indicio de que estamos lejos de las facies de las granulitas. Recordemos, sin embargo, que la estabilidad del par granate-biotita depende en gran parte de las relaciones  $Mg/Fe/Mn$  (1, 4), cuya determinación requiere de tenidos análisis de estos dos minerales. Es digno de citar aquí que Carandell (2) y nosotros mismos en colaboración con M. San Miguel (6) encontramos granates en pequeña cantidad en las calizas o en las rocas de paso al neis donde claramente la composición química habría de ser diferente.

Fenómenos posteriores de tendencia retromórfica, con probable aumento en la fase dispersa del potasio, debió de hacer pasar la silimanita y quizás también la biotita a moscovita, aparición de la microclina y formación de algo de epidota. En algunos puntos como en la subida a la Cuerda Parada la retromorfosis no se observa: el neis es de grano más fino y sin microclina.

Como consecuencia de las roturas que corren todo a lo largo del neis se originan en muchos puntos fenómenos de recrystalización con aumento de la clorita sobre la biotita.

DATOS QUÍMICOS

Hemos realizado cinco análisis químicos correspondientes a los granitos que al parecer son más dispares. Dos son del Valle de San Martín de Valdeiglesias en su bajada al Alberche; dos corresponden a la garganta de este río y que han sido considerados como de anatexia, y el otro, a la ladera Este de Santa Catalina, que suponemos originado por metasomatismo a más baja presión y temperatura.

	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub> .....	71.11	75.18	72.13	69.09	72.70
TiO <sub>2</sub> .....	0.34	0.21	0.13	0.43	0.21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	14.84	12.76	14.88	16.39	14.99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.37	0.43	0.33	0.02	0.02
FeO.....	1.72	1.02	0.44	3.79	1.36
MnO.....	0.07	0.02	0.04	0.04	0.03
MgO.....	0.27	0.11	0.10	0.16	0.12
CaO.....	0.37	0.18	0.10	0.20	0.10
Na <sub>2</sub> O.....	3.35	4.03	3.36	3.06	3.42
K <sub>2</sub> O.....	6.10	3.73	5.72	5.21	5.21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.09	0.06	0.07	0.07	0.14
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> .....	0.86	0.67	1.04	0.78	1.12
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> .....	0.66	0.38	0.33	0.24	0.31
	100.24	99.58	100.10	100.38	99.73

- 1. Granito biotítico.—Puente de la Virgen Nueva (San Martín de Valdeiglesias). Anal. G. DE FIGUEROLA.
- 2. Granito biotítico.—Km. 2,800 de la carretera al Puente de la Virgen Nueva (San Martín de Valdeiglesias). Anal. G. DE FIGUEROLA.
- 3. Granito moscovítico.—Ladera Este (cota 1.170) del Cerro de Santa Catalina (Valdequemada). Anal. G. DE FIGUEROLA.
- 4. Granito biotítico.—Garganta del Alberche, al Sur del Barranco del Fresno (Navas del Rey). Anal. G. DE FIGUEROLA.
- 5. Granito de dos micas.—Garganta del Alberche, al Sur del Barranco del Fresno (Navas del Rey). Anal. G. DE FIGUEROLA.

De la simple comparación de estos números dados por el análisis, el hecho que en seguida salta a la vista es la semejanza de los porcentos de sodio que únicamente apa-

rece algo más elevado en la núm. 2, de acuerdo con la determinación mineralógica de las rocas de aquella región. El calcio y el magnesio también acusan cierta semejanza y, en general, son verdaderamente bajos. Hecho más curioso es el del potasio con un salto brusco en los granitos del Puente de la Virgen Nueva y gran semejanza en los otros tres. Las cantidades de sílice y aluminio guardan una cierta proporcionalidad inversa en el sentido de que los valores más elevados de una corresponden a los más bajos de la otra.

Partiendo de los análisis podemos calcular una norma cualquiera que nos permita establecer algunas comparaciones. Elegimos la de Niggli, y ponemos a continuación los valores de la base.

	1	2	3	4	5
Ru.....	0.2	0.2	0.7	0.3	0.2
Cp.....	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	0.2
Kp.....	22.5	13.3	20.7	18.5	18.8
Ne.....	18.4	22.2	18.4	21.9	18.8
Cal.....	1.2	0.7	0.3	0.7	—
Fo.....	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3
Fa.....	2.1	1.2	0.5	4.5	1.6
Fs.....	0.5	0.5	0.3	Ind.	Ind.
C.....	2.1	1.0	3.3	4.1	4.2
Q.....	52.4	59.7	55.5	49.7	55.9
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Los tantos por ciento de las moléculas fundamentales son bastante parecidos en todos estos granitos, en especial para el valor de Fo. Notemos que entre la núm. 4 y la núm. 5 existe una verdadera constancia de Kp y de C, disminuyendo en la última el Ne y el Fa frente a un aumento de Q, lo que quiere decir pérdida de hierro y sodio por ganancia de sílice.

Teniendo en cuenta la composición mineralógica observada, las normas serían :

	1	2	3	4	5
Cuarzo.....	25.4	36.3	29.6	20.8	31.4
Ortosa.....	29.3	15.8	25.5	28.0	19.5
Albita.....	30.7	37.0	30.6	36.5	31.3
Anortita.....	2.0	1.1	0.5	1.2	—
Biotita (Mg, Fe).....	4.8	2.6	1.4	4.6	2.9
Moscovita.....	7.3	6.7	11.5	—	1.4
Cloritas.....	—	—	—	2.0	0.5
Cordierita.....	—	—	—	3.6	—
Silimanita.....	—	—	—	3.0	—
Rutilo.....	0.2	0.2	0.7	0.3	0.2
Hematites.....	0.3	0.3	0.3	—	—
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Cuyos valores van un tanto resumidos y simplificados, pues, por ejemplo, todo el feldespato potásico se da como ortosa, la biotita comprende la flogopita y la siderofilita, la moscovita incluye también a la sericita, y en la *núm. 4* la cantidad de clorita podría ser mayor a expensas de la cordierita, etc.

Las diferencias entre las *núm. 4* y *5* son más acusadas ahora que en la base en el sentido de que la ortosa en la última es mucho menor que en la *4*, debido a la abundancia de *C* para el cálculo de la moscovita que en la otra roca va en parte integrado en forma de silimanita y cordierita, lo que vendría expresado mediante las ecuaciones :

$4\text{ C} + 4\text{ Q} + \text{Kp} = 14\text{ Mos.}$

$2\text{ C} + \text{Q} = 3\text{ Sil.}$

$4\text{ C} + 4\text{ Q} + 3\text{ Fo} = 11\text{ Cord.}$

Esto nos induce a admitir que el paso del granito más melanocrato (más próximo a las anatexitas) a los granitos leucocratos se ha originado en presiones y temperaturas inferiores a la de formación de aquél.

El *núm. 3* que por los datos de campo hemos considerado como de origen metasomático sobre el neis, es el más pobre en elementos féficos con franco dominio de la moscovita sobre la biotita. Con toda probabilidad el primer mineral procede del segundo y no por alteración de la ortosa, pues la cantidad de cuarzo no es muy elevada, como debiera ocurrir según

$30\text{ Or} = 14\text{ Mos.} + 6\text{ Ks} + 10\text{ Q.}$

Por el contrario, las proporciones de magnesio y hierro son bajas, de acuerdo con los procesos metasomáticos que aquí han debido de producirse en facies de metamorfismo bajas, pero con potencialidad suficiente para realizar la transformación del neis en un granito de grano medio. La admisión de sedimentos diferentes que se transformaron en granito al mismo tiempo que el resto lo hacía en neis no puede sostenerse por la mineralogía tan diferente de unos a otros y por las estructuras representadas en las figuras 5 a y 5 b. Tampoco nos es válida la suposición de una intrusión masiva por el paso continuo del granito al neis y por los bordes imprecisos de los restos neísicos dentro del granito.

En el granito *núm. 1* del Puente de la Virgen Nueva encontramos una relación de ortosa a albita de casi uno, mientras que en el *núm. 2* hay un gran dominio de la segunda que le hace parecerse en quimismo al tipo aquerítico. Presenta también una disminución de los elementos féficos, así como en la moscovita calculada. Es, además, el que tiene más elevada la cantidad de cuarzo. Recordemos que en el estudio microscópico encontrábamos las plagioclasas como elementos bastante idiomórficos y con estructura un tanto zonal, poco alteradas e incluyendo unas plagioclasas en otras. Probablemente nos encontramos en

un caso de doble movilidad (o metasomatismo) sódico, siendo la única roca en que aparece este fenómeno.

Es curiosa en algunas de las rocas estudiadas la presencia de microclina y ortosa simultáneamente. Por los caracteres y la estructura hemos de considerar al primero de los dos feldespatos como originado posteriormente. Extremo que también confirma las estructuras micropegmatíticas de la microclina. Ya hicimos notar que en los seis situados al Sur de la Cuerda Parada no se daba este fenómeno del doble feldespato potásico, excepto en la proximidad del túnel de Picadas; es decir, junto a la roca analizada con el núm. 5 que por las deducciones anteriores se puede considerar retrógrada sobre la núm. 4.

Nos abstenemos de incluir un resumen, ya que todo el texto de esta nota ha sido redactado como tal. Unicamente queremos hacer hincapié en el carácter alcalino de las rocas feldespáticas estudiadas, en la semejanza de granitos de distintas procedencias, en la presencia de procesos genéticos consecutivos sobre las mismas rocas y en el gran desarrollo de las facies anfibólicas.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) BARTH, TOM. F. W.: *Theoretical Petrology*. «John Wiley & Sons, Inc. N. Y.», 1952.
- (2) CARANDELL, J.: *Las calizas cristalinas del Guadarrama*. «Trab. Mus. Nac. de C. N.», ser. Geol., núm. 8, 1914.
- (3) DENEAYER, M. E.: *Tableaux de Pétrographie*. Edit. Lamarre, Paris, 1951.
- (4) RAMBERG, H.: *The origin of metamorphic and metasomatic rock*. Univ. of Chicago, 1952.
- (5) SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M., y GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C.: *Estudio de la adularia del río Alberche (Navas del Rey, Madrid)*. «Est. Geol.», núm. 25.

- (6) SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M., y GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C.: *Contacto metamórfico entre las calizas cristalinas de Valdemaqueda y un pórfido ácido*. NOT. Y COM. DEL INST. GEOL. Y MIN. DE ESP., número 40.
- (7) TURNER, F. J., and VERHOOGEN, J.: *Igneous and metamorphic petrology*. «McGraw-Hill Book Comp. Inc. N. Y.», 1951.

Enero 1956.



Fig. 6.—Aspecto de la migmatita, con franco dominio arterítico de la garganta del Alberche. Aproximadamente a unos 200 m. al Sur del puente del ferrocarril sobre el río.

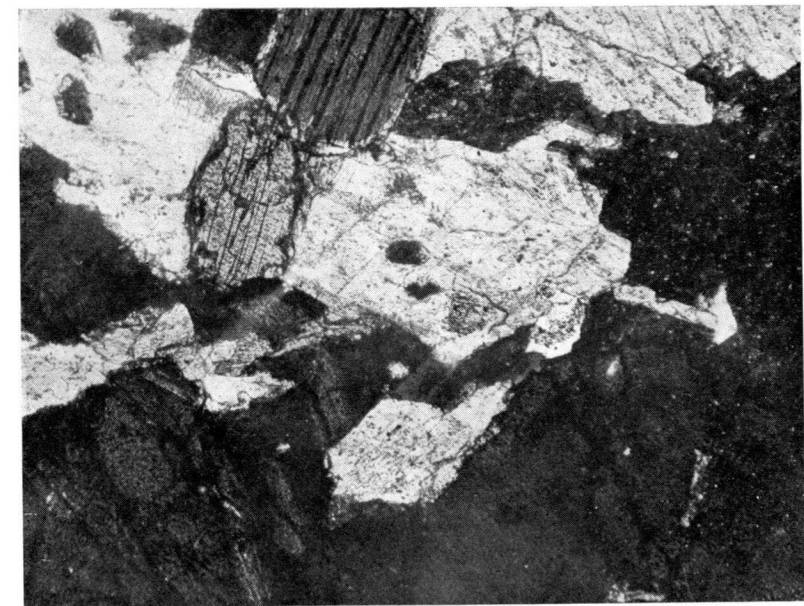


Fig. 7.—Idocrasa, calcita y diópsido de las calizas del puente de San Juan. Al rededor de los cristales de diópsidos hay una zona de menor índice de refracción,  $N +$ ,  $D = 98$ .

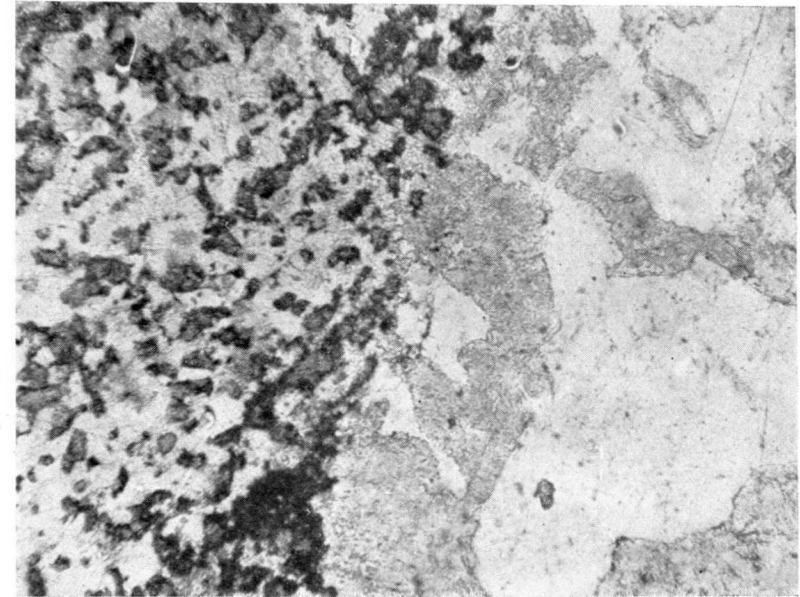


Fig. 8.—Límite de los cristales de diópsido en un contacto entre calcita y pegmatita. Dentro de un gran cristal del cuarzo de la parte inferior derecha se encuentra un cristal aislado de diópido.  $\text{L. N.}$ ,  $D = 31,5$ .



Fig. 9.—Detalle a mayor aumento de la microfotografía anterior. La albita, finamente maclada, contiene gran cantidad de diópsido y algunos cristálitos menores de esfena.  $N +$ ,  $D = 98$ .





Fig. 10.—Lámina de biotita con los extremos incluídos y en parte deshechos, dentro de dos cristales de ortosa. Nótese cómo en el de la izquierda la biotita se continúa en inclusiones casi aisladas. Pertenece a un granito anatóxico del Alberche, al sur del barranco del Fresno.  
N +, D = 98.



Fig. 11.—Biotita de bordes cloritizados e incluída en una plagioclasea, de la misma orientación que otra lámina situada fuera y de la que aparece como arrancada. Corresponde al mismo granito que la anterior.  
N +, D = 98.

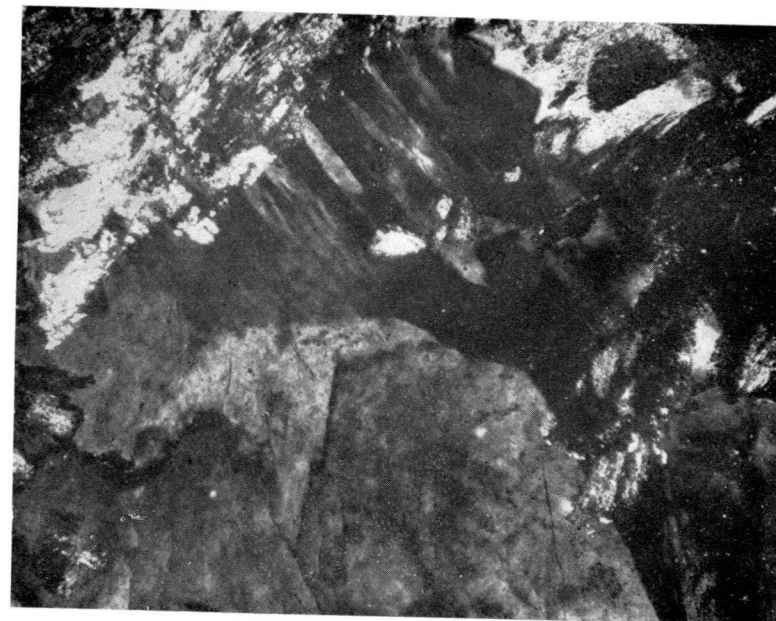


Fig. 12.—Cristales de adulario en la migmatita cloritizada del Alberche.  
N +, D = 98.

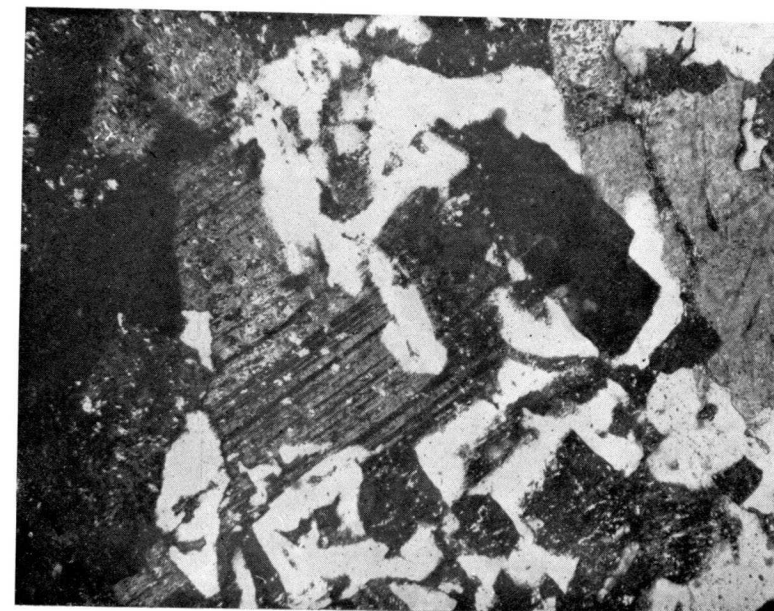


Fig. 13.—Estructura pegmatítica de albita-cuarzo en el granito del puente de la Virgen Nueva (San Martín de Valdeiglesias). N +, D = 98.

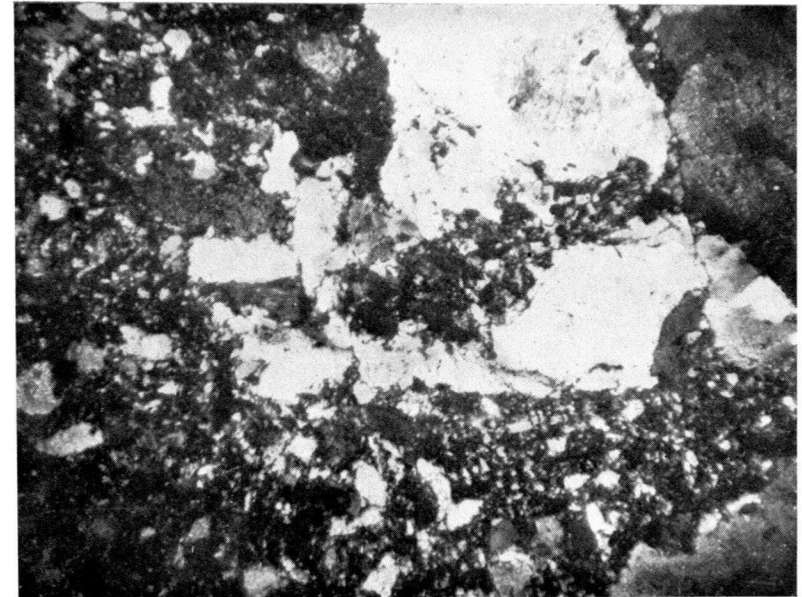


Fig. 14.—Aspecto microscópico del granito cataclástico de Navas del Rey. N +, D = 31,5.

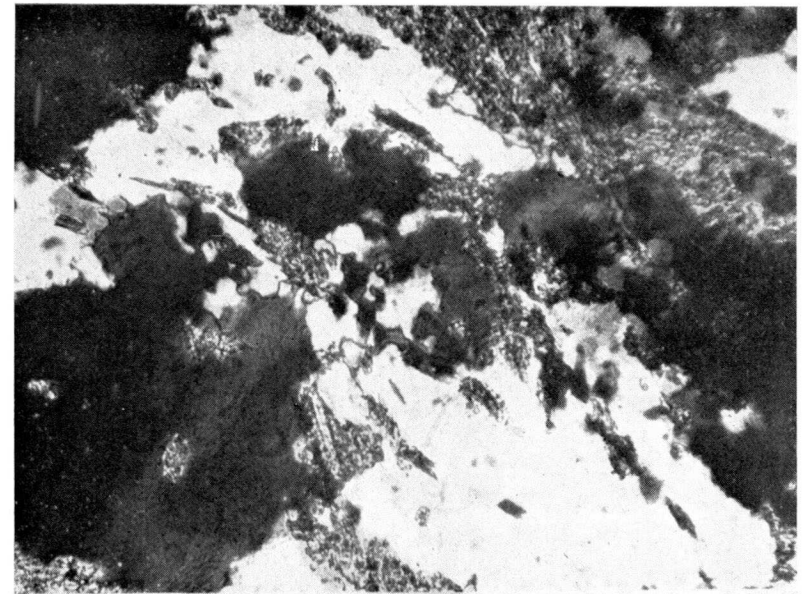


Fig. 15.—Cristales de cuarzo en recrystalización. Pertenece al neis del río Cofio sobre el camino de los Corrales (Valdemaqueda). N +, D = 98.

(Fotografías del autor.)

Nota geológica sobre la Peña de Nuestra Señora  
la Virgen de Francia

POR

JUAN A. KINDELAN

JUAN A. KINDELAN

## NOTA GEOLOGICA SOBRE LA PEÑA DE NUESTRA SEÑORA LA VIRGEN DE FRANCIA

### 1. FISIOGRAFÍA E HISTORIA

**SITUACIÓN GEOGRÁFICA.**—La Peña de Francia se encuentra situada en la llamada Sierra de Francia (provincia de Salamanca) y, tanto por su destacado emplazamiento, como por su historia humano-religiosa, constituye un paraje de interés, de cuyas características geológicas, también interesantes, nos ocupamos en este trabajo; pero estimamos conveniente señalar previamente algunos datos geográficos e históricos.

La Sierra de Francia no está, geográficamente bien delimitada, pues en realidad se trata de un accidente más, entre las elevaciones que constituyen el enlace de la Cordillera Central, en la zona de Béjar, con la altiplanicie salmantina.

Corrientemente se llama Sierra de Francia a las alturas que, desde el N.-NO. del pueblo de La Alberca, forman una alineación, convexa hacia el N., comprendiendo principalmente las cumbres de la Peña de Francia (1.723 m.) y el Pico de la Hastiala (1.710 m.), enlazándose nuevamente

por el O., a través de la Sierra de Agadones, con la Cordillera Central, ya en la región de la Sierra de Gata.

Se encuentra, pues, en la zona meridional y occidental de la provincia de Salamanca y, más concretamente, en el ángulo SO. de la hoja de Sequeros, del mapa escala 1/50.000 del Instituto Geográfico, y en el SE. de la de Serradilla del Arroyo, del mismo mapa.

Desde el punto de vista hidrográfico, pasa por ella la divisoria de los ríos Tajo y Duero. Al SE. de la Sierra nace el río Francia, tributario del Tajo por intermedio del Alagón, y entre sus fragosidades el río Mosagro, también de la cuenca del Tajo. En las laderas septentrionales nacen otras corrientes de agua pertenecientes a la cuenca del Duero.

En la zona SE. de esta Sierra se encuentra la Peña de Nuestra Señora de Francia, que queda muy destacada sobre los terrenos del primero y segundo cuadrante, siendo visible por ello desde larga distancia. En la cumbre de la Peña se encuentra el Santuario de la Virgen, así como una alberguería.

Las zonas altas de la Peña son escarpadas, abruptas y rocosas, con escaso monte bajo. En cambio, por las laderas de Levante se extienden frondosos bosques de roble y castaño. El conjunto es en extremo atractivo y pintoresco.

**TOponimia.**—Llama la atención, en primer término, la especial toponimia de algunos parajes de esta zona, por la repetición del nombre de Francia: Peña y Sierra de Francia, Mesa del Francés, Nava de Francia, río Francia, arroyo Francos, etc. Todavía no lejos de la Peña, cerca de Cilleros, existe un paraje con el inusitado nombre de «Donde murió el Francés».

Esta toponimia es muy antigua, pues existe un docu-

mento de donación entre Granadilla y La Alberca, del año 1289, en que se dice al señalar los límites: «e como partimos por los mojones de Miranda, e va dar a Francia, e en Francia arriba, va hasta el Arroyo de la Alberca...».

A esta especial toponimia se refieren incluso Tirso de Molina y Lope de Vega. Este último, en «El casamiento con la Muerte», supone que los restos del ejército de Carlomagno, vencido en Roncesvalles, llegaron «de tierra en tierra» a estas zonas de Salamanca.

La opinión más generalizada actualmente es que algunas tropas francesas de las que lucharon al lado de los españoles durante la Reconquista, acamparon en estas regiones y le comunicaron su toponimia.

El Padre Colunga opina que serían los mismos franceses que cooperaron en la conquista de Toledo, los cuales se corrieron hacia Salamanca y Extremadura.

**BREVES DATOS HISTÓRICOS RELATIVOS A LA IMAGEN DE LA VIRGEN DE FRANCIA.**—Según la tradición, la imagen de la Virgen fué descubierta en el año 1434, concretándose incluso la fecha: 19 de mayo. Fué encontrada por el francés Simón Vela, que llegó á la región, después de largos viajes, orientado por revelación. El descubrimiento fué anunciado, con diez años de antelación, por una doncella de Sequeros llamada Juana.

La fecha indicada por la tradición es verosímil, ateniéndose a los antecedentes históricos. Uno de los documentos más antiguos de que se dispone sobre el particular es una carta de pago de 750 maravedís, otorgada por Gonzalo Fernández de Luis «Por razón de las pesquisas que el dicho Sr. Rey (D. Juan II) me mandó hacer sobre la ermita que está en la Peña de Francia, en cuyo término y jurisdicción cae». Este documento está fechado en agosto

de 1435, es decir, poco más de un año después de la aparición de la Virgen, en cuyo período no sólo se construyó la primera ermita, pues se hace referencia a ella en el citado documento, sino que el Rey se interesó por paraje tan alejado de la Corte, y todavía hubo tiempo de realizar las pesquisas. Es, pues, admisible que el descubrimiento de la imagen tuviera lugar en el año 1434, como indica la tradición.

Las citadas pesquisas fueron indudablemente realizadas por las competencias de jurisdicción sobre la Peña, entabladas por los Obispos de Salamanca, Ciudad Rodrigo y Coria, y por los pueblos de Granadilla y Miranda. Estas competencias prueban el interés que desde el principio despertó el descubrimiento, indudablemente como consecuencia del movimiento de devoción de los pueblos de la comarca.

El 19 de noviembre de 1435, año y medio después del hallazgo de la imagen, el Rey Don Juan II expidió en Illescas carta a favor de Rr. Lópe de Barrientos, en que se dice: «... por cuanto a mi noticia ha venido que en la Sierra de Francia, que es cerca de la Alberca o cerca de Granadilla, se ha descubierto una imagen de nuestra Señora, por la cual se dice que nuestro Señor hace muchos milagros, lo cual podemos creer que así ha crecido (acacido) y porque en la Sierra el servicio de la dicha Señora Virgen María, nuestra abogada, sea acrescentada y así mismo la devoción de las gentes, así por lo más acrescentar, deliberé y ordeno que, a reverencia de Nuestra Señora, sea fecha una casa o monasterio de la Orden de Santo Domingo de los Frailes Predicadores».

El 11 de junio de 1437 tuvo lugar la toma de posesión civil de la Peña por los Dominicos, y el 8 de octubre del

mismo año la posesión canónica. Cinco meses después murió Simon Vela, descubridor de la imagen.

El santuario hoy existente está construido en varios períodos: el presbiterio, donde se encuentra la Virgen, es la primera capilla o ermita que construyeron Simon Vela y sus colaboradores. Está cubierta con bóveda de cañón y termina en ábside.

Las capillas laterales, dedicadas a Santiago y San Andrés, son algo posteriores. La iglesia actual parece que data del año 1450.

Esta iglesia se compone de tres naves separadas por gruesos pilares góticos, con bóvedas del mismo estilo, pobre de ornamentación. Sus dimensiones son relativamente grandes, si se tiene en cuenta el apartado lugar en que se encuentra edificada.

La imagen que se venera en la actualidad no es la descubierta en el siglo xv, pues ésta fué robada en el año 1872, sólo Dios sabe con qué designios, y recuperada en 1889, en casi inaccesible paraje de la Sierra, tan deteriorada por los agentes atmosféricos, que no pudo dedicarse nuevamente al culto. Por ello se hizo una nueva imagen, encerrando en su cuerpo los restos de la destruida.

Sólo se conoce la anterior por descripciones, y en cuanto a su época y estilo, únicamente puede juzgarse por las imágenes de Santiago, San Andrés y el Santo Cristo, que aparecieron contemporáneamente con la imagen de la Virgen, y que hoy se veneran también en el santuario.

Estas imágenes (y probablemente la de la Virgen, por lo que sabemos) no tienen especial mérito artístico, sino solamente valor de antigüedad. El Padre Colunga (A.) refiere estas imágenes a los períodos de la Reconquista, en las cuales, como las alternativas de avance y retroceso eran

frecuentes, los naturales de los pueblos, en fases de invasión musulmana, «buscaron refugio en las fragosidades de la Sierra de Francia, llevando consigo lo que tenían de más estimable, sus imágenes, a fin de impedir la profanación de las mismas por los infieles». Indudablemente las ocultaron en los lugares donde posteriormente fueron halladas.

Para más detalles históricos remitimos al lector a la Historia del Santuario de Nuestra Señora la Virgen de Francia», debida al P. Fr. Alberto Colunga, de la Orden de Santo Domingo.

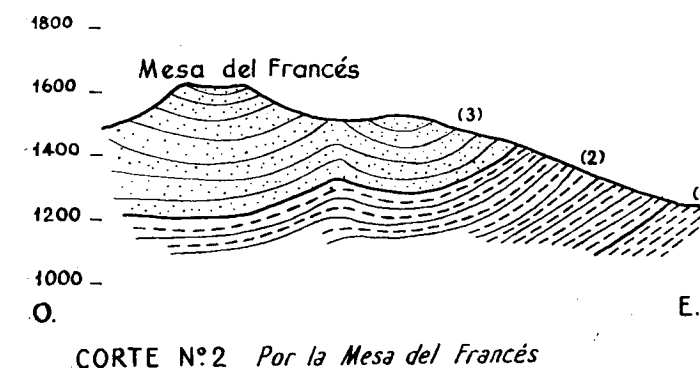
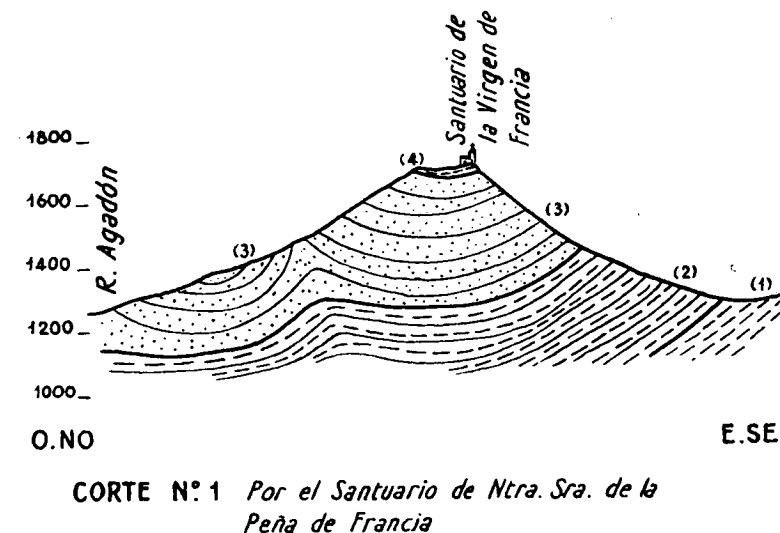
Antes de pasar a la descripción geológica desea el autor consignar su agradecimiento por las amabilidades que con él tuvieron los PP. Dominicos, uno de los cuales, el P. Fr. Fernando Soria, no sólo le acompañó en sus reconocimientos, sino que se prestó a transportar la gran piedra con crucianas que se representa en la fotografía 8.

## 2. GEOLOGÍA

**DESCRIPCIÓN LITO-MORFOLÓGICA.**—La Peña de Francia está principalmente constituida por cuarcitas y algunas pizarras.

En la parte más alta se observa un paquete de pizarras de color azul oscuro, bastante lúceas y con pequeña potencia, las cuales se presentan en sinclinal de dirección N.-NE., pues en los canchos que quedan en acantilado hacia el SE. las pizarras buzcan hacia el N.-NO., mientras que en el borde de la explanada que se extiende al N. del santuario el buzamiento es contrario.

Las pizarras ceden en seguida el paso a una formación



- |                          |                |
|--------------------------|----------------|
| (1) Pizarras cambrianas. | } ORDOVICIENSE |
| (2) Cuarcitas aluminosas |                |
| (3) Cuarcitas            |                |
| (4) Pizarras             |                |



de cuarcitas compactas, duras y tenaces, de color gris oscuro, en algunos lechos casi negras, siguiendo algo más abajo las cuarcitas con las mismas características, pero con colores blanquecinos.

Los bancos de cuarcita están en perfecta concordancia con las pizarras superiores, encontrándose también en sinclinal. Entre ellas se ve, en las zonas altas, algunos lechos pizarrosos de características semejantes a las superiores.

Bajando por las laderas orientales de la Peña, las cuarcitas blanquecinas dejan paso a otro horizonte, también de cuarcitas, con diferente estructura y composición.

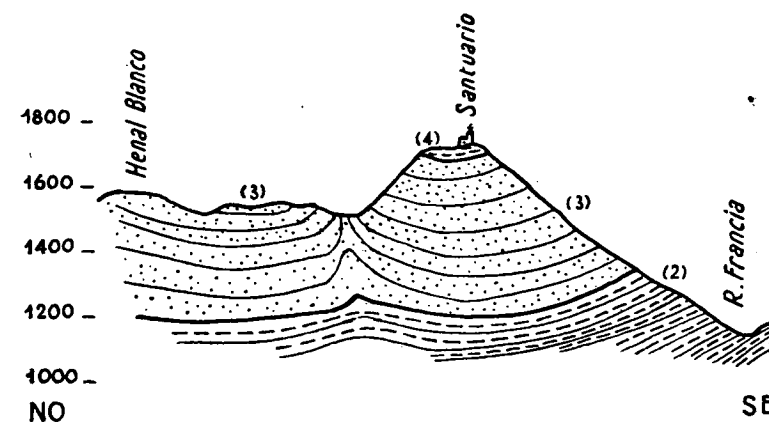
Son cuarcitas menos tenaces y duras, de colores pardos, más o menos teñidas con óxidos de hierro, que contienen intercalaciones terrosas, las cuales designamos como «cuarcitas aluminosas», teniendo en cuenta su contenido arcilloso.

En la parte más baja de estas laderas aparecen, en concordancia con las cuarcitas, filadíos terrosos, pardos o azulados, los cuales se ponen pronto en contacto con los granitos de la cuenca del río Francia.

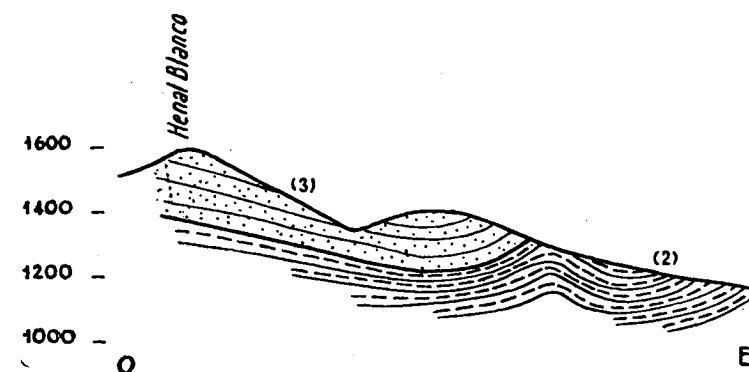
En la zona de contacto, las pizarras se encuentran metamorizadas, presentándose pizarras nodulosas y otras rocas muy duras y compactas, con masa casi vítrea. Los granitos, por el contrario, se encuentran muy ligeramente alterados, en muy pequeña extensión, en el mismo contacto.

En el corte número 1, trazado de Poniente a Levante por la Peña, pueden verse los horizontes que hemos descrito.

Aunque tratamos exclusivamente de la Peña de Francia, conviene, para mejor comprensión de su morfología,



CORTE N°3 Por Peña de Francia y Henal Blanco



CORTE N°4 Por Henal Blanco

- |                          |                |
|--------------------------|----------------|
| (1) Pizarras cambrianas  | } ORDOVICIENSE |
| (2) Cuarcitas aluminosas |                |
| (3) Cuarcitas            |                |

describir algunos rasgos de los parajes próximos, relacionados con ella.

Hacia el SO. se encuentra el pico llamado la Mesa del Francés, separado de la Peña por el collado Paso de los Lobos, donde nace el río Francia.

En este pico (corte núm. 2) no se observan las pizarras superiores, que han sido arrasadas. Se comienza por las cuarcitas oscuras, seguidas de las blanquecinas, también con algunos episodios psamíticos.

Se presentan aquí también un claro sinclinal, de la misma dirección que el de la Peña, pero situado más a Poniente de éste. El de la Peña se reconoce en las laderas que desde la Mesa del Francés bajan hacia el río Francia, como se ha consignado en el corte 2. Los horizontes de este paraje son los mismos descritos anteriormente.

En la alineación de picachos que parte de la Peña hacia el NO. se observa bien la continuación del sinclinal de la Mesa del Francés (fotografía 3), en cuarcitas blancas, las cuales, en las laderas de Levante, pasan a cuarcitas aluminosas y más abajo a las pizarras de la base.

En el corte número 3, trazado por la Peña de Francia y el Pico Henal Blanco, se representan los dos sinclinales que hemos descrito.

Estos se encuentran enlazados por un pliegue anticlinal muy apretado y con algunos trastorno, que pasa por el collado existente al N. de la Peña y por el Paso de los Lobos, en donde los estratos están muy levantados, observándose algunas intercalaciones de pizarras que no se representan en el corte.

En Henal Blanco (corte núm. 4), se observan los dos horizontes de cuarcitas, en los cuales se señala la continuación de los accidentes descritos, en las laderas de Levante.

Resumiendo lo anterior, podemos concluir que la Peña de Francia está constituida por un paquete de cuarcitas, en donde pueden distinguirse un horizonte superior de cuarcitas propiamente dichas y otro inferior de cuarcitas aluminosas, encerrados ambos entre dos horizontes de pizarras: el superior de pizarras azules, silíceas, del cual sólo quedan testigos, y el inferior de filadidos terrosos, metamorizados en el contacto con los granitos.

Desde el punto de vista geotectónico, la formación se encuentra repetidamente plegada por empujes procedentes de Levante. No existen grandes trastornos, presentándose la formación muy uniforme. Únicamente existen trastornos en el anticlinal citado.

PALEONTOLOGÍA.—En las cuarcitas de la Peña se encuentran, con verdadera profusión, restos fósiles correspondientes al Siluriano: principalmente *vexillum*, *crucianas* y *scolithus*.

Hemos recogido bastantes ejemplares, pero existen otros que no son fáciles de transportar, por estar en losas de gran peso, como representa la fotografía 4.

A continuación describimos algunos de los ejemplares recogidos.

*Scolithus Dufrenoyi*. Rou. (Fotografía 5).

Cuarcita aluminosa presentando una serie de botones, con tamaños de 2 a 8 mm. sin surco en corona periférica.

En las secciones de la roca no se percibe la continuación de estas pistas; pero sí se encuentran en el reverso de la piedra.

Son indudablemente *scolithus* y nos inclinamos a considerarlos como *S. Dufrenoyi*. Rou, pues no presentan las coronas periféricas deprimidas que caracterizan a *S. linearis* - Hall.

Yacimiento.—Cuarcitas aluminosas de las laderas orientales de la Peña de Francia.

*Cruciana Goldfussi*. Rou. (Fotografía 6).

Tiene 25 a 27 mm. de ancho; surco central poco profundo; cordones laterales muy acusados; superficie cubierta de estrías finas, oblicuas, regulares, poco bifurcadas.

El ejemplar presenta dos impresiones que no parecen bifurcarse, sino que una de ellas se encuentra bruscamente con la otra.

En la fotografía 7 puede verse el corte de una de estas impresiones, observándose el contorno por la parte interior de la cuarcita que lo contiene, lo cual no es frecuente en estos restos fósiles. En este contorno interior parece observarse también un suave surco, muy atenuado.

Según Rouault los caracteres distintivos de *Cruciana Goldfussi* son los siguientes: tres surcos longitudinales, uno en el centro y dos laterales, siendo éstos poco profundos y muy próximos a los bordes, los cuales forman aristas brucas. Superficie cubierta de arrugas poco salientes, bifurcándose algunas veces, de dirección oblicua e inversa en los dos lados, muy regular.

Esta descripción concuerda con el ejemplar que estudiamos, que clasificamos por ello como *C. Goldfussi*. Rou.

Yacimiento. — Cuarcitas superiores de la Peña de Francia.

*Cruciana Beirensis*. Delgado.

En la fotografía 8 se representa una gran placa de cuarcita, recogida en la Peña de Francia, de unos 60 cm. de largo por 40 de ancho, recubierta con numerosas «Crucianas» que se entrecruzan, pasando unas por encima de otras y uniéndose a veces en forma borrosa (fotografía 9).

Las impresiones son relativamente estrechas: de 12 a

15 mm. de ancho total, aunque algunas de ellas, como la que se ve en la parte baja de la fotografía, llega a 25 mm.

Esta última, representada en la fotografía 10, tiene la particularidad de ir adelgazándose progresivamente, pues los lóbulos, que tienen en un extremo un ancho de 12 mm., en el otro no llegan a 5 mm. En este extremo parecen separarse los lóbulos y existe alguna bifurcación.

Estas crucianas son bastante bombeadas; de estrías finas, sin entrecruzamientos, muy oblicuas: en ciertos puntos casi longitudinales. Algunas de estas impresiones presentan un fino cordoncillo lateral no continuo.

Podría pensarse en el clasificar estos bilobites como *Cruciana Ximenezi*. Prado, por su ornamentación y por el cordón lateral; pero en primer lugar *C. Ximenezi*, según la describe Prado (C), tiene dos cordones en uno de los lados, muy acusados, mientras que nuestros ejemplares sólo tienen uno, muy tenue y discontinuo.

Los consideramos como *Cruciana Beirensis*. Delgado, que crea esta especie como transición entre *C. furcifera*. D'Orb y *C. Goldfussi*. Rou. Son muy semejantes a algunos de los ejemplares que representa Delgado (J. F. N.) en la pl. XXII de su trabajo «Étude sobre os bilobites... de Portugal».

Yacimiento.—Cuarcitas superiores.

*Fraena Goldfussi*. Sap: y Mar.

En la fotografía 11 se representa un ejemplar deteriorado superficialmente con un ancho total de 32 mm.

Dos cordones laterales muy acusados de 3 a 5 mm. de ancho. Bordes muy abruptos. No se observan rastros de costillas ni estrías. Existen unas depresiones transversales regularmente distanciadas que pueden atribuirse a constitución o a accidentes de compresión.

Saporta, Marion y Delgado, asignan el nombre *Fraena* a los bilobites lisos, por lo cual incluimos este ejemplar en dicho género.

En cuanto a la especie, podría quizá asimilarse a *Fraena Rouaulti*. Lebesc, que Delgado representa en la pl. XXXII del citado trabajo, pero en nuestro ejemplar, no sólo las dimensiones son mucho más grandes, sino que los nervios laterales son robustos y en nada semejantes a los descritos por Delgado.

El ejemplar que nos ocupa tiene una gran semejanza con *Cruciana Goldfussi*. Rou (F.ª 2 pl. XX de Delgado) diferenciándose únicamente en ser liso y no estriado. Por ello lo asimilamos a *Fraena Goldfussi*, cuya denominación es debida a Saporta y Harion, para los equivalentes a *C. Goldfussi*. Rou, en formas lisas.

Yacimiento.—Cuarcitas superiores.

*Vexillum Halli*. Rou. (Fotografía 12).

Ejemplar de poca conicidad, con costillas muy acusadas en el sentido de las generatrices y otras transversales.

Este ejemplar muestra en parte su estructura interna, pues en su fractura superficial se ven al menos dos capas, apreciándose en ambas la coincidencia de las costillas, por lo cual se induce una estructura foliácea.

Es muy semejante al ejemplar representado por Delgado en la figura 3 de la pl. XL, con la clasificación de *Vexillum Halli*. Rou.

La forma pseudocónica de arrollamiento y las costillas longitudinales corresponden a *V. Halli*, especie creada y descrita por Rouault, con estas características.

Yacimiento.—Cuarcitas superiores.

*Vexillum Desglandi*. Rou. (Fotografía 13).

Ejemplar de gran tamaño constituido por dos pseudoespiras de sección ovoide o más bien arriñonada, que se enrollan una sobre otra, con grandes costillas, muy desgastadas en el ejemplar.

Estas características corresponden a *V. Desglandi*. Rou, según la descripción de Saporta, después del estudio de los ejemplares de Bretaña, existentes en el Museo de París.

Yacimiento.—Cuarcitas superiores.

*Palaeochorda marina*. Emmos. (Fotografía 14).

Rastro cordiforme de 2,5 mm. de grueso, en forma semicircular, el cual, después de ocultarse bajo un recubrimiento de la roca, vuelve a aparecer hacia la derecha más atenuado y desde allí, aunque ya muy poco señalado en el ejemplar, forma otra semicircunferencia invertida con relación a la anterior, constituyendo un trazo sinusoidal, muy regular.

La descripción de Halli (J.) de *Palaeochorda marina*. Emmos, concuerda totalmente con las características de este ejemplar.

Yacimiento.—Cuarcitas superiores.

*Rhyssophycus Rouaulti*. Lebesc. (Fotografía 15).

Cuerpo bilobado, de unos 9 cm. de largo (no completo en el ejemplar) y unos 5 cm. de ancho en su parte más gruesa. Aunque está deteriorado superficialmente, se aprecian gruesas costillas oblicuas, las cuales se ven más neta-mente en otra huella incompleta que existe a la derecha, en el mismo trozo de roca.

La forma y características corresponden al género *Rhyssophycus*. Hall. En cuanto a la especie, coincide con la descripción de Lebesconte, de *Rh. Rouaulti*. Únicamente sus dimensiones son mayores, pues Lebesconte indica 6 cm. de

largo por 4 de ancho. Sin embargo, Delgado cita sus ejemplares de dicha especie, también con mayores dimensiones.

Yacimiento.—Cuarcitas superiores.

*Arthropycus s. p.* Hall. (Foto 16).

Cuerpo simple, no bilobado, de sección algo aplastada, sin trazas de surcos longitudinales, muy deteriorado superficialmente, no reconociéndose las costillas transversales que presentan algunas especies.

Su forma simple nos induce a incluirlo en el género *Arthropycus* de Hall, como hace Delgado en algunas impresiones que cruzan por encima de las cuarcitas en algunos de los ejemplares que describe (pl. XXIII y XXIII a).

No pudiéndose observar los detalles de la superficie, no es posible determinar la especie, clasificándolo como *Arthropycus s. p.* Hall.

Aunque, como se ve, se trata de un ejemplar mediocre, lo citamos para constancia de este género en las formaciones que estudiamos.

Yacimiento.—Cuarcitas superiores.

Otros restos.—Hemos recogido otros fósiles, que no describimos, bien por estar muy incompletos o deteriorados o por no haber sido posible su transporte y por tanto su clasificación en gabinete.

Entre ellos merecen destacarse algunas crucianas, que creemos *C. furcifera*, D'Orb., en el horizonte de cuarcitas aluminosas.

Se han observado además una serie de impresiones de las cuales incluso dudamos sean moldes de cuerpos orgánicos, pero su repetición muy frecuente nos induce a señalarlos, sin decidir la cuestión, ni mucho menos intentar su clasificación. No se citan concretamente por ningún autor; únicamente Prado (C.) señala una serie de impresiones re-

petidas en el Siluriano de Almadén y Sierra Morena, que tampoco se decide a interpretar.

GEOGNOSIS.—Solamente los horizontes cuarcitosos contienen elementos paleontológicos, no habiéndolos encontrado en las pizarras.

Los fósiles descritos anteriormente son específicamente silurianos, correspondiendo al Ordoviciense inferior o Arenigiense.

En un trabajo anterior el autor analizó la posibilidad de diferenciar los pisos Skiddaviense y Llanvirniense en los Montes de Toledo y cree posible también la diferenciación de los dos horizontes de cuarcita de la Peña de Francia, desde el punto de vista paleontológico.

En el inferior, de cuarcitas aluminosas, hemos localizado *Scolithus Dufrenoyi*, Rou, que al parecer no llegan a las cuarcitas superiores. Asimismo *Cruciana furcifera*, d'Orb, sólo la hemos visto claramente en el horizonte inferior; pero no estamos seguros de que algunas formas existentes en las superiores, muy deterioradas, no puedan asimilarse a *C. furcifera*.

En las cuarcitas más altas hemos recogido varias Crucianas y Fraenas: *C. Goldfussi*, Rou, *C. Bearensis*, Delgado y otras, habiendo visto trozos que probablemente pueden asimilarse a *C. rugosa*, d'Orb.

Asimismo en estas zonas altas encontramos *Vexillum Halli*, Rou, y *V. Desglandi*, Rou.

Hernández Sampelayo (P) en el «Cuadro Comparativo de la Clasificación Siluriana», incluido al final de su trabajo sobre el Siluriano, señala una sucesión ascendente de abajo arriba: *C. furcifera*, *C. Goldfussi* y *C. Rugosa*, que se sitúan en las zonas 3.<sup>a</sup>, 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup> Incluye los *Scolithus* en la 4.<sup>a</sup> y *Vexillum Halli* en la 5.<sup>a</sup>

Delgado (J. F. N.) encuentra los *Scolithus* en Portugal, siempre en niveles más bajos que las *crucianas*, y en la columna estratigráfica de sus mapas distingue un horizonte inferior de «cuarcitas de *scolithus*» y otro superior de «cuarcitas con *bilobites*».

Nuestra observación hace que estemos conformes con estos horizontes de Delgado, incluyendo los *Scolithus* en las zonas más bajas (la 3.<sup>a</sup> de Sampelayo); pero junto con *C. furcifera*, la cual es posible que pase a zonas más altas.

Los *Vexillum* los encontramos en los estratos más altos, coincidiendo con Hernández Sampelayo (P), que, como hemos dicho, los sitúa en la zona 5.<sup>a</sup> En cuanto a las demás *crucianas*, no puede hacerse una distinción entre ellas y los *vexillum*, en los yacimientos en la Peña de Francia, pues se encuentran entremezclados.

Podemos admitir, pues, que las cuarcitas aluminosas con *Scolithus* y *C. furcifera* pertenecen a las zonas más bajas, probablemente a la 3.<sup>a</sup> y las cuarcitas superiores, con diversos *bilobites* y *Vexillum*, a la 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup>

En el citado trabajo sobre los Montes de Toledo hacíamos esta diferenciación, asimilando las cuarcitas con *Scolithus* al Skiddaviense y las de *Vexillum* al Llanvirniense; pero un nuevo análisis nos aconseja eliminar este último tramo.

L. E. Marr considera el Skiddaviense, comprendiendo las zonas 3.<sup>a</sup>, 4.<sup>a</sup>, 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup>, e Hicks incluye en el Llanvirniense la 6.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup> En el cuadro de Hernández Sampelayo (P), el Llanvirniense comienza en la 5.<sup>a</sup> zona; pero creemos que se trata de un error de impresión del cuadro, no muy bien ajustado y que el Llanvirniense corresponde a la zona 6.<sup>a</sup>

La clasificación más aceptable es la de situar el Llan-

virniense en las zonas de *Didymograptus*, que representan un cambio de fauna. Es decir, en las zonas 6.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup> Los *Vexillum*, *bilobites* y *Scolithus* caracterizan así el Skiddaviense, en las zonas 3.<sup>a</sup>, 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup>

Por tanto, si bien admitimos en la Peña de Francia dos horizontes de cuarcitas, los incluimos ambos en el Skiddaviense, y siguiendo en parte a Delgado (J. F. N.) los distinguimos como sigue:

Cuarcitas con *Vexillum*.

Cuarcitas aluminosas con *Scolithus*.

Estimamos más exacto referirnos a los *Vexillum* en el horizonte superior que a los *bilobites*, como hace Delgado, pues éstos incluyen a las *crucianas*, las cuales no son distintivas, como hemos visto, pues existen también en el horizonte inferior.

PIZARRAS SUPERIORES.—La carencia de fósiles y la pequeña representación de estas pizarras impiden su exacta cronología y solamente podemos orientarnos por consideraciones estratégicas y sedimentarias.

Es indudable que se encuentran sobre las cuarcitas y, por tanto, son post-skiddavienses. Como hemos indicado, entre las cuarcitas superiores se observan intercalaciones pizarrosas análogas a las superiores, que parecen representar episodios psamíticos, que tuvieron lugar antes de establecerse definitivamente el régimen de psamitas en sustitución de detrítico, en el que depositaron las areniscas originarias de las cuarcitas.

Parece, pues, admisible una continuidad de sedimentación, con límite incierto entre cuarcitas y pizarras, lo que nos llevaría a considerar éstas como inmediatamente superiores al Skiddaviense; es decir, del Llanvirniense.

Pero faltando los elementos paleontológicos de geogno-

sis no es posible confirmar esta hipótesis. Únicamente parece que nos es permitido afirmar que se trata de pizarras ordovicienses, sin poder avanzar más en la clasificación.

PIZARRAS DE LA BASE.—La misma dificultad se presenta en estas pizarras, que al parecer son azoicas.

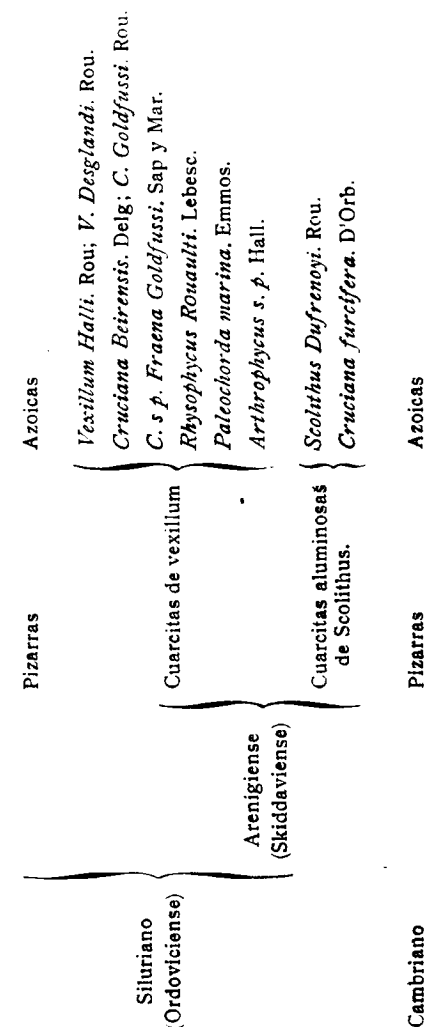
Hernández Sampelayo (P.) opina que el Siluriano comienza en las regiones centrales y aun en toda la Península, por la gran cuarcita con *crucianas*, no habiéndose demostrado todavía la existencia del Tremedociense.

Ello lo hemos comprobado repetidamente en los Montes de Toledo. En éstos, las pizarras subyacentes a las cuarcitas están asociadas con calizas marmóreas en donde se han encontrado *Archaeociatidos*, lo cual indica su situación en el Cambriano.

En paraje no lejano a la Peña de Francia, en la ladera oriental de la Sierra de las Quilanas, entre Linares de Ríofrío y Tamames (Hoja de Sequeros), se encuentran pizarras análogas, debajo de las cuarcitas arenigienses, asociadas también a calizas semimarmóreas, aquí sin fósiles; pero por su identidad litológica y su situación estratigráfica deben ser asimiladas a los horizontes cambrianos de los Montes de Toledo.

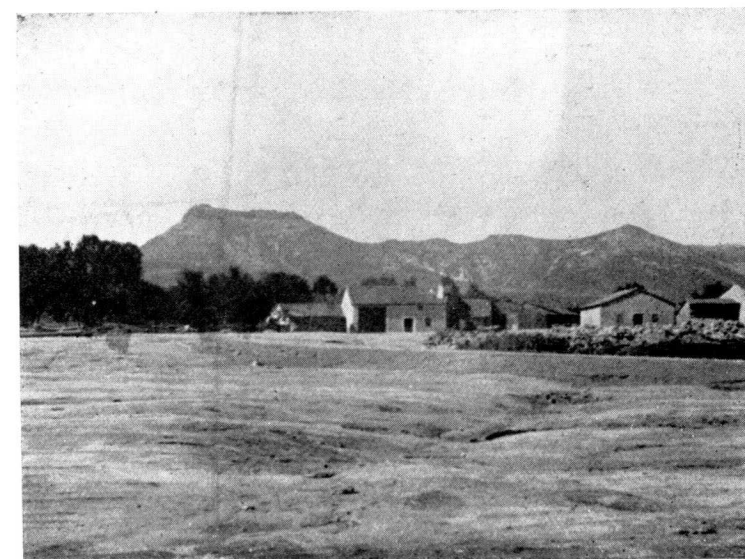
Todas estas consideraciones y el representar estas pizarras inferiores un tramo intermedio entre las cuarcitas silurianas y los granitos nos llevan a incluirlas en el Cambriano; pero faltando la base paleontológica no podemos avanzar tampoco en la diferenciación.

RESUMEN ESTRATIGRÁFICO.—Concretamos en el siguiente cuadro la columna estratigráfica de la Peña de Francia.



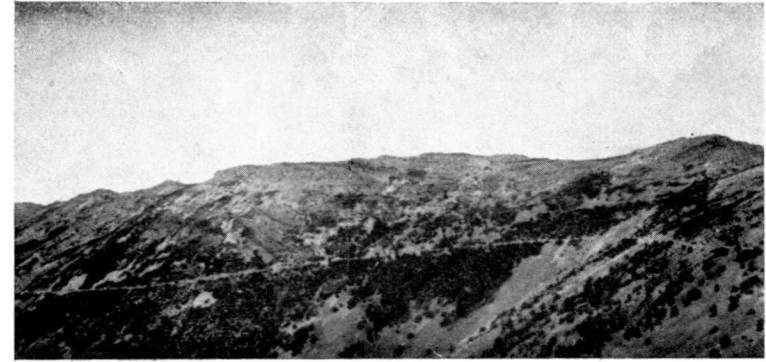


Fot. 1.—La Peña de Francia desde el Casarito.



Fot. 2.—La Sierra de Francia desde Nava de Francia,

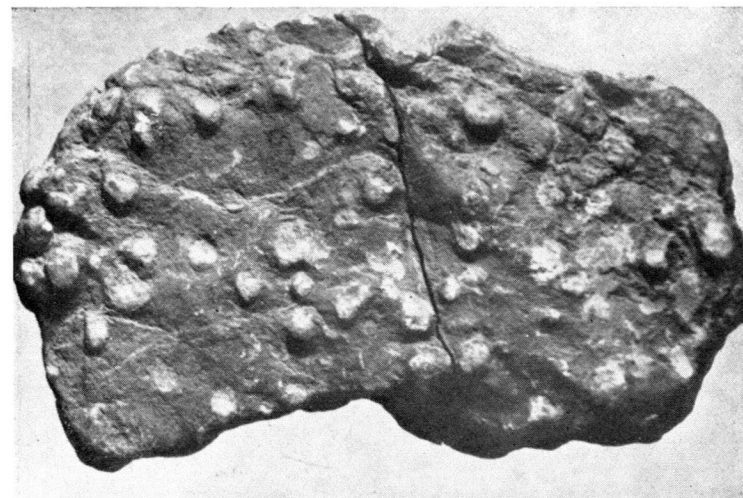




Fot. 3.—Sinclinal en cuarcitas arenigienses al N. de la Peña de Francia.



Fot. 4.—Faenas y crucianas (in sito).



Fot. 5. — *Scotithus Dufrenoyi*. Rou. (2/3 del natural).



Fot. 6. — *Cruciana Goldfussi*. Rou. (1/3 del natural).



Fot. 7.—Sección trasversal del ejemplar de la foto 6. (Doble del natural).



Fot. 8.—Placa de cuarcita con Crucianas. (Tamaño aproximado =  $60 \times 40$ ).



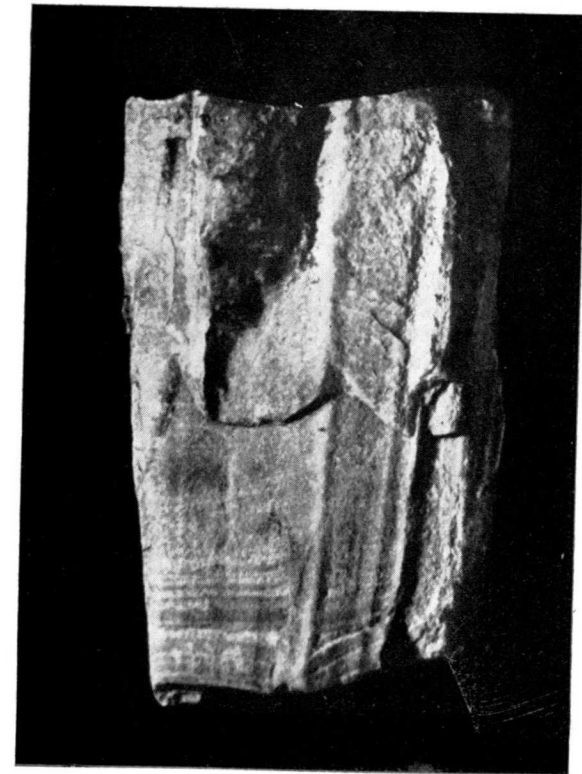
Fot. 9. —Detalle de la fot. 8. *Cruciana Beirensis*, Delgado, (2/3 del natural).



Fto. 10. —Detalle de la fot. 10. *Cruciana Beirensis*, Delgado: (1/2 del natural).



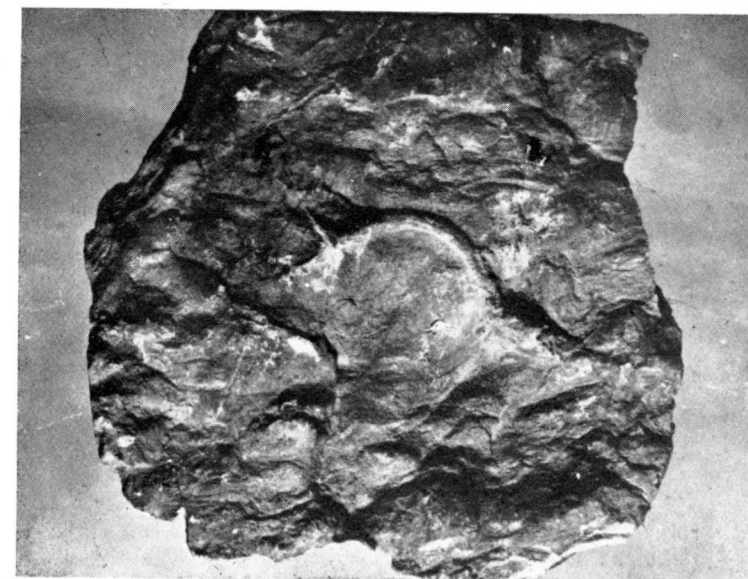
Fot. 11.—*Fraena Goldfussi*. Sap. y Mar. (1/2 del natural).



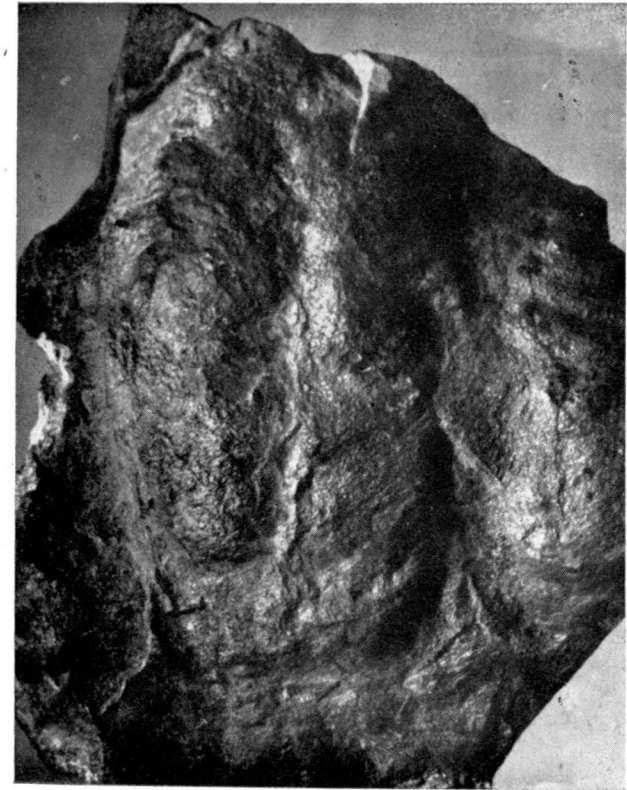
Fot. 12.—*Vexillum Halli*. Rou. (Tamaño natural).



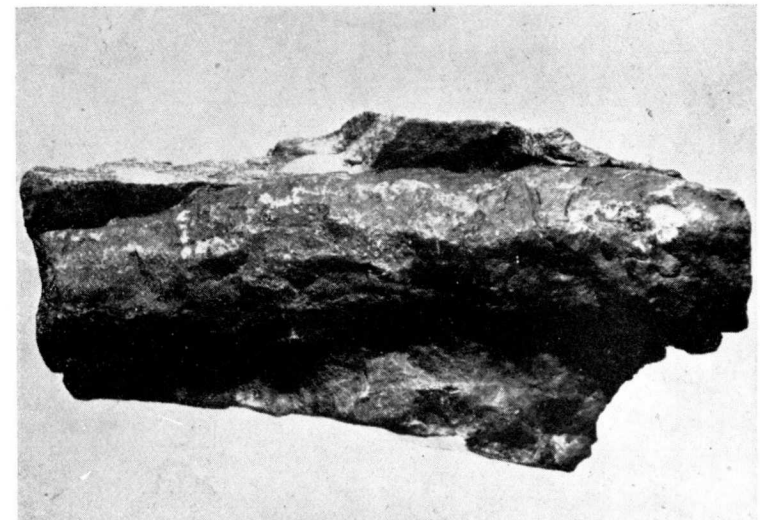
Fot. 13.—Vexillum Desglandi. Rou. (1/2 del natural)



Fot. 14.—Paleochorda marina. Emmos. (Tamaño natural).



Fot. 15.—*Rhysopheus Ronaulti*. Lebes. (Tamaño natural).



Fot. 16.—*Arthrophyucus*. s. p. (Tamaño natural).



**Bibliografía consultada para la preparación de la Hoja  
núm. 4 del mapa 1 : 400.000. 5.<sup>a</sup> edición**

**POR**

**A. A. S.**



Bibliografía consultada para la preparación de la Hoja  
núm. 4 del mapa 1 : 400.000. 5.<sup>a</sup> edición

*Hoja núm. 4. Santander-Vizcaya*

- ADAN DE YARZA (R.): *Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa*, «Mem. Com. Mapa Geol. de España». Madrid, 1884.
- ALMELA (A.): *La zona Castro Urdiales, Laredo, Langre*. (Inédito.)
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Hoja núm. 38. Bermeo*. Madrid, 1949.
- — *Hoja núm. 32. Llanes*. Madrid, 1950.
- — *Hoja núm. 37. Guecho*. (En estudio.)
- JORGE (E.): *El Eoceno en Vizcaya*. NOTAS Y COMUNICACIONES. Instituto Geol. y Min. de España, núm. 6. Madrid, 1936.
- KARRENBURG (H.): *Die Postvariscische Entwicklung des Kantabro-Asturischen Gebirges (Nordwestspanien)*. «Abh. des Ges. des Wiss. zu Göttingen». Berlin, 1934.
- RÍOS (J. M.): *Bosquejo geológico de parte del país vasco-cántabro (de Laredo a Durango, Vitoria y La Barranca)*. «Revista Pirineos», números 31-32. Zaragoza, enero-junio 1954.

A. A. S.

**Noticias**

*Reserva de niobio y tántalo en las provincias de Pontevedra y Orense.*

Por Orden ministerial del 9 de enero se ha resuelto reservar provisionalmente, a favor del Estado, los yacimientos de tántalo y niobio existentes en todo el territorio de las provincias de Orense y Pontevedra. Dicha reserva provisional subsistirá solamente por el período de un año y medio a partir de la publicación en el «Boletín Oficial del Estado». En los primeros doce meses el Instituto Geológico y Minero de España se encargará del estudio urgente de la zona reservada para reducirla a las zonas realmente interesantes desde el punto de vista de los minerales de tántalo y niobio. A los dieciocho meses como máximo, a partir de la publicación de la presente Orden en el «Boletín Oficial del Estado», previo informe del Consejo de Minería, se declarará la reserva definitiva de las zonas que el Instituto Geológico y Minero de España designe de estudio.

*El estaño en 1955.*

Durante el año recién terminado, se ha producido un aumento en el consumo del estaño con relación al anterior de 9.400 toneladas, con lo que se alcanzaron las 147.000 toneladas de consumo máximo de después de la segunda guerra mundial.

La producción, por el contrario, ha disminuido con relación a la del año anterior en 11.900 toneladas, colocándose en las 164.000 toneladas, que es la menor desde 1949 a pesar del aumento de producción de las minas de Malasia.

*El cobre en 1955.*

El cobre alcanzó durante el pasado año 1955 el precio máximo de 400 libras la tonelada, con una cotización mínima de 293 libras, con un coste medio de 133 libras la tonelada. Según los medios financieros, estos precios tan lucrativos son consecuencia de las grandes perturbaciones laborales.

Se espera que pronto se pueda convertir Rhodesia en el primer productor del mundo, esperando que a principios del año actual entre en

producción la mina «Chibuluma», con 16.000 toneladas anuales, y para el próximo la «Bancrot», con 42.000 toneladas al año. Durante el actual bienio se espera sólo de los Estados Unidos un aumento de 250.000 toneladas.

Debido al precio tan alto alcanzado por el metal, se ha prestado gran atención a la posible sustitución de cobre por otros productos, principalmente el aluminio y los plásticos.

*La búsqueda de minerales de uranio y torio.*

La tendencia de todos los países de premiar a los buscadores de minerales con núclidos escindibles, ha sido la causa de que actualmente se encuentren por todo el mundo varios miles de exploradores profesionales o aficionados, pretendiendo hacerse ricos con los premios prometidos.

Para localizar una de estas formaciones es imprescindible el estudio detenido del mapa geológico regional, con el fin de seleccionar las zonas donde la búsqueda puede ser fructífera. Muchos creen que es suficiente lanzarse al campo con un contador Geiger o con uno de destello con costos de 2.500 a 25.000 pesetas, pero esto no es suficiente, pues aunque parezca anacrónico, en muchos casos desempeña papel fundamental la clásica batea de los aureanos romanos. Los análisis tanto radiactivos como químicos de las muestras son imprescindibles y en muchos casos será muy útil recurrir a los pequeños trenes de sondeo portátiles.

Como las extensiones a reconocer son grandes, es de gran utilidad un primer reconocimiento en avión, que efectúe el vuelo a pequeñas alturas de 25 a 200 metros y velocidades de 160 a 250 kilómetros por hora, provistos de equipos múltiples registradores con precio de costo para cada uno de 60.000 a 250.000 pesetas. Vuelos de este tipo con resultados satisfactorios se han efectuado en Australia, Brasil, Canadá, Estados Unidos, Rusia, etc.

Cuando las extensiones de terreno a reconocer son reducidas, como en España, o cuando se quiere afinar en los estudios realizados con avión, son en general de utilidad grande los equipos montados en camionetas, para las prospecciones de orientación general.

*Reserva a favor del Estado.*

Por Orden de 20 de septiembre de 1954, y por presumir la existencia de minerales de interés especial para la industria y la defensa nacional, se reservaron a favor del Estado toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos líquidos y las rocas bituminosas, de determinadas zonas de las provincias de Jaén y Córdoba. Después de efectuadas las debidas investigaciones se reduce dicho perímetro durante el año 1956, según Orden de 5 de diciembre de 1955, a lo siguiente:

Se tomará como punto de partida el mojón kilométrico señalado con el número 51 de la carretera de Andújar a Villanueva del Duque; este punto se unirá con el vértice de triangulación Quejigo; éste, con el mojón kilométrico señalado con el número 8 de la carretera de Cardena a Fuencaliente; éste, con el vértice de triangulación Aljibillo; éste, con el cruce de los caminos de Los Escoriales y del Polluelo; éste, con el vértice de triangulación Loma; éste, con el vértice de triangulación Martingordo; éste, con el vértice de triangulación Bogas; éste, con el vértice de triangulación Buitreras; éste, con el mojón kilométrico señalado con el número 31 de la carretera de Andújar a Villanueva del Duque; este, con el mojón kilométrico señalado con el número 31 de la carretera de Montoro a Villanueva del Duque; éste, con el vértice de triangulación Fresnedilla del Gato; éste, con el mojón kilométrico señalado con el número 51 de la carretera de Andújar a Villanueva del Duque, cerrándose así el perímetro de la zona reservada.

Notas Informativas

*Hoja núm. 793. Almansa (Albacete).*

La Hoja de Almansa está situada en el límite sur-occidental de la provincia de Valencia y comprende parte de esta provincia y de la de Albacete.

Se trata de una zona poco estudiada hasta ahora, pero que constituye el área marginal de estudios regionales muy interesantes. Destacan entre éstos los de Brikmann, Brikmann y Gallwitz, Fallot, Nickles y Darder Pericás.

Los terrenos más antiguos que afloran en la zona corresponden al Triásico y están constituidos por margas, yesos y dolomías del Keuper.

Es dudosa la edad liásica de un pequeño asomo de calizas situado en el SE. de la Hoja, y posiblemente corresponden al Bético una serie de margas y calizas que yacen encima de aquéllas.

El Aptense se encuentra muy extendido en la región y forma gran parte de las masas calizas que la ocupan. Pueden distinguirse, un tramo inferior con calizas arenosas, uno intermedio margoso fosilífero y uno superior predominantemente calizo.

En la zona que estudiamos se encuentra Albense continental, que aflora también en regiones muy próximas. Existe una serie marina continua, que comienza por el Aptense inferior, cerca de Almansa y se extiende hacia el E. por niveles cada vez estratigráficamente más altos hasta llegar al Senonense inferior, ya cerca de Montesa, al E. de la Hoja que ahora estudiamos. En ésta encontramos sólo niveles desde el Aptense inferior al Turonense.

El Mioceno está también extensamente representado. Afloran en el extremo SE. de la Hoja margas del Tap burdigalense; en la parte occidental se encuentra una gran masa de calizas marinas helvecienses, y todo el centro de la Hoja está ocupado por una extensa formación detrítica continental que situamos en el Mioceno superior.

Los depósitos cuaternarios no son extensos y se reducen a formaciones diluviales arcillosas en huertas y tierras de labor.

La tectónica de las formaciones que ocupan la Hoja es bastante sencilla. Se trata de series horizontales o subhorizontales y afectadas por unas líneas de fractura jalonadas por asomos triásicos.

Las series del S. de la Hoja están afectadas por empujes horizontales que producen pliegues alineados de SO. a NE. y de SE. a NO., co-

rrespondiendo ambas directrices tectónicas a dos facies orogénicas consecutivas.

Un problema interesante, cuya discusión se aborda en el capítulo correspondiente, es la disposición anómala de la mole helveciense del Mu-grón de Almansa.

En cuanto a la tectónica regional distinguimos tres regiones independientes, que son: celtibera, al N., con tectónica tabular y formaciones de facies epicontinental o nerítica; zona de transición, en el centro, con series epicontinentales, pero afectadas ya por los empujes laterales de los grandes pliegues de geosinclinal, y las cadenas béticas externas a S., con facies nerítica o batial y tectónica bética.

En el capítulo dedicado a la Tectónica hacemos también una síntesis orogénica y un esquema de la historia geológica del país.

En el capítulo siguiente se comentan las obras de geología regional de Darder Pericás, Nickles y Brikmann y Gallwitz y se publica un esquema comparativo de las sucesivas interpretaciones estratigráficas de la zona ocupada por la Hoja de Almansa.

Hacemos seguidamente un estudio de hidrología subterránea y un examen de las explotaciones mineras y canteras, que en esta zona carecen de interés.

En resumen, los capítulos de que consta la Memoria descriptiva de la Hoja de Almansa son:

- 1.º) Antecedentes y rasgos geológicos; 2.º) Geografía física y humana; 3.º) Estratigrafía; 4.º) Tectónica; 5.º) Crítica de antecedentes; 6.º) Hidrología subterránea, y 7.º) Minería y canteras.

*Hoja núm. 779. Villanueva de la Serena (Badajoz).*

La Hoja de Villanueva de la Serena, que ha poco se ha terminado de estudiar y redactar, caracteriza a una comarca de la provincia de Badajoz, en la que se ponen en contacto dos países muy diferentes por sus rasgos geográficos y geológicos; el valle del Guadiana, o mejor, depresión central de Extremadura, y los extensos pastizales de La Serena. Es geográficamente como más se diferencian ambas comarcas, pues en relación con sus características geológicas el dominio de la llanura y la presencia del Paleozoico inferior en ambas, da el fundamental carácter al país. No obstante, hacia la depresión del Guadiana, el Terciario llega a alcanzar gran desarrollo y potencia, dando por ello peculiar carácter al país, mientras que en el monótono pizarral cambriano es el que de manera particular caracteriza al sencillo y monótono país de La Serena.

En la Hoja que se ha presentado ahora para su publicación, cabe distinguir dos zonas diferentes: una la oriental, muy monótona, tanto fisiográfica como geológicamente, pues el país no es más que amplia superficie de arrasamiento en la que recientemente se ha encajado, por ero-

sión normal, la red fluvial principal, que en este caso está representada por el Guadiana, su afluente el Zújar y el afluente de éste, el Guadalefra; encajamiento que no tiene valor medio inferior a 110-120 m. Fuera de los valles y de las riberas que los limitan, el campo es poco accidentado, dominando la gran llanada ligeramente alomada.

Geológicamente toda esta amplia zona oriental de la Hoja, es un inmenso pizarral potsdamiense, orientado hacia el NW. y dispuesto en apretado régimen isoclinal. La uniformidad litológica es extraordinaria, pues sólo hacia el ángulo NE. del mapa, entre las pizarras, siempre con acentuadas características metamórficas, se intercalan algunas bancadas de grawackas y de conglomerados de pequeños, pero poligénicos elementos, que indican ya la iniciación de la emergencia o comienzo de la regrección marina que ha de dar origen al dominio de los materiales areniscos, que al metamorfizarse han constituido los niveles inferiores del Siluriano en sus horizontes ordovicienses.

Hacia las zonas occidentales, el dominio es del granito, pero en el contacto de este batolito y el extenso pizarral cambriano, existen afloramientos de rocas diversas que representan a diferentes niveles del Paleozoico inferior Cambriano-siluriano y que quedan representados por calizas, pizarras cálcicas, pizarras ampiléticas y grafitosas, niveles de cuarcitas y masas muy metamorfizadas y alteradas pizarrosas que, dando origen a manchones alargados y estrechos orientados de NW. a SE. caracterizan, como se ha indicado, el contacto entre el berrocal granítico y el pizarral cambriano. Hacia el ángulo SW. y con igual rumbo, cruzan la Hoja dos bandas, alargadas, de materiales cuarcitosos silurianos y de pizarral cambriano, que por estas zonas limitan a la gran masa de granitos del valle del Ortiga.

Hacia el cuadrante NW. del mapa, el dominio es del terciario, mioceno de «barros» que sirve como cobertera tanto al inmenso pizarral cambriano, como a las masas graníticas, así como a la corrida de calizas cambrianas y de pizarras y cuarcitas silurianas, que constituyen en especial estas últimas rocas, la aguda y pequeña serrata de Magacela. El terciario está sensiblemente horizontal, alcanza potencia de algunas decenas de metros y, como se ha indicado, forma típica cobertera. Las acciones erosivas recientes han destruido en su borde a tal masa de sedimentos que ofrece así un contorno digitado, en complejo festón.

Sobre tal masa arcillosa de barro, descansan en determinados parajes conjuntos de canturrales que representan a antiguas rañas ya muy degradadas y que en realidad dan origen a terrenos de rañizo, como se los denomina en la región.

Los valles del Guadiana y Zújar están ocupados por masas de aluviones importantes, arenales y graveras, pero hay que destacar, que en tales rios no existen en absoluto niveles de terrazas fluviales.

La tectónica que ofrece estas zonas es la típicamente hercínica, aquí arrasada hasta sus más hondas raíces, pues el país no es más que una

inmensa penillanura en época reciente algo rejuvenecida y con algún relieve residual destacando en ella, como acontece con la Sierra, fundamentalmente cuarcitosa, de Magacela.

Precisamente, en tales parajes es donde puede estudiarse un resto de arquitectura tectónica que se ha interpretado, como el fondo de un sinclinal cuarcitoso, cuyo flanco NE. es el que fundamentalmente da origen a la serrata de Magacela, sinclinal totalmente desmantelado que está «flotando», pudiera decirse sobre el batolito granítico, que se alcanza, bajo tal sinclinal, a muy poca hondura. Esta masa cuarcito-pizarrosa siluriana, está en contacto hacia el norte mediante falla, con el pizarral potsdamiense. También un contacto anormal, pone al siluriano de la Sierra, en contacto con el cambriano calizo de la loma de La Solana que queda hacia el SW., materiales calizos que por metamorfismo están dando lugar a calizas marmóreas, que se ofrecen bastante replegadas.

Como en este conjunto del Paleozoico inferior no se han encontrado restos fósiles, cabría otras interpretaciones tectónicas, dentro de un mismo tipo, pero aceptamos la indicada, como más lógica y sencilla.

En la zona representada por el mapa existen en explotación las minas de tungsteno «Rosita», que queda cerca y al W. de Campanario. En el ángulo NE. de la Hoja queda la mina de galena y blenda «I.oluca». Ambas se explotan con buen éxito.

Cerca de Magacela y hacia el SW., en un gran socavón, se explotan pizarras ampelíticas-grafíticas y también en las inmediaciones de Magacela existen hornos para la preparación de cal.

En relación con las aguas subterráneas hay que indicar que el país es muy pobre en aguas manantías. Sólo merece citarse el manantial de El Junqueral, que brota en el manchón de calizas cambrianas, en las cercanías de La Haba, y que quizá pudiera servir para abastecimiento de dicho pueblo. También es rica en aguas la zona de contacto del Paleozoico con el berrocal granítico, en las inmediaciones de Magacela, hacia el SE. y ya en el llano, en el barrio de Los Pajares, donde la abundancia de aguas es relativamente grande.

En el resto del país no existen, en realidad, buenas fuentes, y todos los pueblos se abastecen en precario de aguas de pozo excepto Villanueva, que las toma en parte del valle del Zújar.

Todo este país es eminentemente agropecuario. Villanueva, que cuenta con 16.550 habitantes, tiene una floreciente industria, en realidad muy íntimamente relacionada con la agricultura. Los restantes núcleos de población: La Haba, con 3.203 habitantes; Magacela, con 2.506; La Coronada, con 3.156; y Campanario, con 9.617, son pueblos de agricultores y ganaderos, quedando en el borde occidental de la verdadera Serena ganadera que amplía su extensión hacia el Este.

Si comparamos el mapa geológico recientemente levantado a escala 1:50.000 con el que ya existía a escala 1:400.000, veremos que son bastante diferentes, pero que, en esencia, el bosquejo antiguo daba ya las líneas generales de la distribución geológica. No obstante, ahora se ha

señalado la presencia del manchón calizo cambriano de Magacela y otro pizarroso o en el ángulo SW. y se ha reducido a sus límites la mancha paleozoica que rodea a este pueblo. Al mismo tiempo ha desaparecido el gran manchón cuaternario en los alrededores y al N. de Villanueva de la Serena, alcanzando aquí gran desarrollo el conjunto mioceno, habiéndose señalado los conjuntos de rañas que tienen importante significación geológica.

El país estudiado, aunque sencillo, es de gran interés, especialmente por su minería, pues es de esperar muy fundadamente que en los extensos pizarrales que quedan hacia el E. aparezcan o se exploten de nuevo criaderos de tungsteno, plomo, zinc, cobre, etc., pues es región muy poco conocida.

#### *Hoja núm. 829. Villafranca de los Barros.*

La Hoja de Villafranca de los Barros es, en líneas generales, de gran monotonía y sencillez, tanto por la configuración del terreno, como por las formaciones geológicas que la constituyen. Pero ofrece la particularidad de conservarse en ella de modo perfecto y en sus zonas centrales un amplio resto de la vieja penillanura postpontiense, que no es sino el avance hacia el Sur de la extensa llanura que ofrece este mismo carácter que con tan gran dominio caracteriza a los campos situados al Sur del Guadiana y especialmente en los alrededores de Almendralejo, dando origen a las famosas tierras de Barros, de la provincia de Badajoz, y precisamente por ser un resto, es por lo que esta llanura, aquí tan restringida, resalta más, pudiendo por ello comparar su fisonomía con el resto de los campos que forman la Hoja, donde ya la vieja penillanura ha sido más o menos intensamente rejuvenecida, no ofreciendo, pues, ya sus rasgos típicos y peculiares.

También puede en esta Hoja analizarse con toda claridad el proceso de metamorfismo regional que caracteriza al pizarral cambriano, el cual va pasando desde pizarras arcillosas muy poco metamorizadas, a materiales silicatados, pizarras moteadas con chistolita y estaurótida, micacitas micacitas gnéisicas, gneis micáceos y, finalmente, gneis típicos y gneis granitoides, ya difícil de diferenciar de las verdaderas rocas graníticas.

Los campos que rodean a Villalba de los Barros, y muy especialmente los de Aceuchal, así como todo el recorrido desde Villafranca de los Barros, hasta alcanzar el borde de la Hoja, cerca ya del valle del Matachel, siguiendo la carretera de Oliva de Mérida, pueden servir para analizar con detalle y gran comodidad tal proceso metamórfico.

Ello hace que tengamos que reaccionar ante tal hecho y demos como no existentes a las formaciones arcaicas, caracterizadas por rocas de acentuadas facies estreto-cristalina que no son sino resultado del metamorfismo indicado que ha convertido al conjunto pizarroso cambriano potsdamiense en materiales micacíticos y gnéisicos, que en amplias ban-



das corren en el país arrumbados de NW. a SE., zonas que no son sino las sinclinales más hondas y acentuadas, donde el proceso metamórfico fué más intenso.

Después de la gran llanada de Tierras de Barros, estas zonas pizarrosas, más o menos metamorizadas, son las de topografía más sencilla, si bien el llano perfecto se halla sustituido por un conjunto de achatadas colinas, lomas y replanos que siempre a menor altitud que el llano de Barros, ocupa amplias zonas al Este y Oeste de la Hoja.

Destaca acentuadamente del pizarral la alta loma de Sierra de San Jorge-Siera Rubio, formada por calizas cambrianas del acadiense, mármóreas, pues también estas potentes masas calizas han sido afectadas por el metamorfismo regional. Al pie de esta Sierra, viene a terminar la gran llanada de Tierra de Barros, y que hemos admitido representa al terciario superior, aunque en determinadas zonas tal terciario no sea más que una delgada película que cubre al paleozoico.

Hacia el ángulo NE., sobre el cambriano, se inicia la formación siluriana, que está representada por un conjunto de cuarcitas que, cortadas por el Matachel, cruzan arrumbadas hacia el NW. estas zonas de la Hoja, corrida de cuarcitas que no es sino la prolongación hacia el NNW. del gran macizo cuarcitoso que forma la Sierra de Hornachos que, áspera y bravia, destaca al SE.

En el ángulo SW. se descubre el pizarral carbonífero en sus niveles del namuriense inferior, zona muy monótona por su litología que, al erosionarse con cierta facilidad, da origen a un país poco accidentado y que destaca del resto del pizarral formado por el cambriano.

Faltan también en esta Hoja los afloramientos importantes de rocas eruptivas de tipo granudo, las cuales quedan más hacia el E., salvado ya el valle del Matachel, y hacia el W. y SW., pero fuera de la Hoja, donde ya el berrocal es muy extenso y muy diverso por los materiales granudos que lo constituyen. No obstante, las rocas granudas de tipo granítico, juntamente con gneis de grano gordo y de tipo hotegnésico, han de formar el substrato del extenso pizarrol, substrato que no ha de estar muy profundo, pues a veces aflora en las vallonadas, como ocurre con el manchoncillo de granitos rosados del valle del Bonhabal, hacia el caserio de Villarosario, y con los gneis de muy diferente aspecto de las zonas NE., NW. y E. de la Hoja.

Por lo indicado, esta Hoja nos ofrece una distribución muy diferente de las diferentes formaciones geológicas de la que figuraba en el mapa a escala 1:400.000, si bien los terrenos, teniendo en cuenta lo dicho, sean casi los mismos. No obstante, el mapa que ahora presentamos ofrece muy diferente aspecto y en relación con su significación sea ya totalmente distinto del antiguo, pues desaparece el arcaico como tal, se diferencian los niveles calizos y pizarrosos del cambriano, aparece una mancha del carbonífero Namuriense y la gran mancha miocena queda en el lugar que le corresponde, sin seguir más hacia el S.

Las características agropecuarias de la Hoja son muy interesantes.

Un amplio campo, el de la Tierra de Barros, está ocupado por un plantío rico de viñedos y olivares, zona extraordinariamente rica, pues su suelo, de tipo especial y formado por la evolución y alteración de un conjunto de sedimentos geológicos que van desde el cambriano de facies estrato-cristalina por metamorfismo, hasta un terciario reciente mioceno y que originan una tierra arcillosa, profunda, pero con suficientes masas síliceas para no ser demasiado consistente y además enriquecida con cal de segunda formación, que es arrastrada hacia la superficie por los fenómenos de capilaridad al ascender las aguas del subsuelo, originándose así una rehencina que constantemente se regenera, lo que explica la gran fertilidad de la Tierra de Barros.

Fuera de estas zonas de tan gran riqueza el país es también de buenas tierras, del tipo de las pardas meridionales y resultado de la descomposición del extenso pizarral. Dominan en estos campos las tierras abiertas cerealísticas, que alternan con viñedos y olivares de relativa gran producción. Cuando el pizarral es ya francamente síliceo o se ha convertido en materiales muy metamorizados, el suelo es pobre y los campos dan origen a pastizales en general muy pobres en arbolado, lo que ocurre especialmente hacia el O., NE. y E. de la Hoja, zonas que alimentan una ganadería importante, principalmente de ovejas y cochinos con algún hato de cabras.

Los núcleos de población son seis: Aceuchal, Villalba de los Barros, Fuente del Maestre, Villafranca de los Barros, Ribera del Fresno y Puebla del Prior. De todos ellos, el más importante es Villafranca de los Barros, que cuenta con 15.000 vecinos, siendo además centro comercial y de determinadas industrias, derivadas de la agricultura, de cierta importancia.

Todos estos centros de población están bien unidos entre sí por una red de buenas carreteras, cruzando por el centro de la Hoja y de N. a S. la línea férrea de Mérida a Sevilla y la carretera nacional de Gijón a Sevilla, estando por ello el país bien relacionado con el resto de la provincia.

## Notas bibliográficas

## CRIADEROS

JAMES J. NORTON y DOROTHY MCKENY SCHLEGEL: *Lithium resources of Northamerica*. «U. S. Geol. Survey, Bull.», 1027-G, 27 págs., 1955.

Los países principales en cuanto a investigaciones de minerales de litio son los Estados Unidos y Canadá. La mayor producción mundial de litio, así como las reservas más importantes están en las corridas de espodumena, de las Cardinas. Antes de la segunda Guerra Mundial se consideraban como muy importantes los criaderos del S. de Dak. En California se produjo el litio hasta 1938 en el Searles Lake y en los últimos años se explotaron las lepidotitas del distrito de Pala. También son interesantes los criaderos de N. Mex., Colo., Wyo., Conn., Me. y Mass.

La proporción del litio en la corteza terrestre es de  $6 \times 10^{-6}$  y la de  $\text{Li}_2\text{O}$   $13 \times 10^{-5}$ , las salmueras del Searles Lake contienen  $15 \times 10^{-5}$  de  $\text{Li}_2\text{O}$ . Para ser de interés industrial unas pegmatitas litíferas han de contener  $1 \times 10^{-2}$   $\text{Li}_2\text{O}$ , siendo el mineral más interesante la espodumena. Las reservas americanas son: pegmatitas de US con 5.000.000 de unidades de 20 lb. cada una de  $\text{Li}_2\text{O}$ , reservas del Searles Lake de California 9.000.000 de unidades. El conjunto de reservas de Estados Unidos y Canadá son del orden de 125.000.000 unidades de  $\text{Li}_2\text{O}$ . El consumo propio durante 1953 sólo fué de 250.000 unidades.—L. DE A.

## GEOFISICA

LAGRULA, JEAN: *Sur l'épaisseur de l'écorce terrestre*. «C. R.», CCXLI, 1.609-11, 28 nov. 1955.

Si la base de la corteza terrestre, puesta en evidencia por la isostasia, coincide (lo que parece probable) con una discontinuidad sísmológica, es ésta la que separa las capas granítica e intermedia, en cuanto a la que separa las capas intermedia y ultrabásica podrá desempeñar, desde el punto de vista isostático, un papel secundario (salvo en las zonas privadas de capas graníticas, como los son ciertos fondos oceánicos). L. DE A.

## GEOFISICA APLICADA

DAKHNOV, V. N.: *Aplicación de los métodos radiactivos en prospección*. «Academia de Ciencias de la URSS», págs. 220-52, 1955.

Discute el autor el estado actual de los métodos geofísicos para el examen de perfiles, el estudio técnico de los pozos y las técnicas nuevas radiactivas de prospección. Da una breve historia seguida de la técnica de los procedimientos radiométricos de los sondeos, así como un estudio comparativo con los demás métodos. Describe los fundamentos de la radiación gamma natural, radiación gamma dispersa, isótopos, neutrón, neutrón-gamma y actividad inducida. Termina indicando las posibilidades de una aplicación en gran escala de los métodos radiométricos en los sondeos, además de ser utilizados para la investigación de gas y petróleo, para la prospección de boro, magnesio, etc.—L. F.

FLEROV, G. N. y ALEKSEEV, F. A.: *Posibilidades de extender el uso de las técnicas radiactivas a la prospección del petróleo y a los campos petrolíferos*. «Academia de Ciencias de la URSS», págs. 302-10, 1955.

Los métodos radiométricos tienen múltiples posibilidades para la resolución de problemas muy interesantes relacionados con la prospección de gases y petróleos. Entre ellos figuran: determinación del contacto agua-petróleo en el propio criadero por mediciones en los pozos entubados; verificación del desplazamiento del agua inyectada en el criadero en la zona inundada; localización de los niveles de petróleo debajo de la zona de investigación; determinación cualitativa de la saturación de petróleo en el pozo; estudio más completo del corte geológico y de los parámetros físicos de los pozos productivos. La verificación del desplazamiento del contacto agua-petróleo en un campo petrolífero, se puede lograr con el empleo de una actividad neutrónica-gamma o gamma. Están basados en la diferencia considerable de la mineralización salina y principalmente en el contenido en cloro del agua y del petróleo. Tanto los razonamientos teóricos como los experimentos, muestran que con la activación neutrón-gamma la diferencia entre petróleo y agua es de 5 a 20 % en casos donde la litología y la porosidad del criadero es uniforme y el agua de la formación tiene un contenido elevado de mineralización. Hay que prestar atención particular a la difusión del cloro, o sales conteniendo cloro en el anillo del pozo, y se procurará un modo de expeler el fluido del pozo en la zona del instrumento durante la medida del flujo de neutrones térmicos cuando se usa el método neutrónico. Los resultados más interesantes se lograron con sodio con actividad inducida. Un método para verificar la dirección y ve-

locidad del desplazamiento del agua inyectada en el pozo, está basada en el uso del tritio.—L. F.

KUBKHARENKO, N. K., ODINOKOV, V. P. y SCHIMELEVICH, V. S.: *Posibilidades de utilizar sodio con actividad neutrónica inducida para localizar capas de petróleo y capas de agua y el contacto agua-petróleo en los oleoductos y pozos*. «Academia de Ciencias de la URSS», págs. 284-301, 1955.

El método del sodio activado, es muy práctico para localizar el contacto petróleo y agua en el yacimiento. El método es ensayado en el laboratorio y en el campo petrolífero. Usan actividad inducida neutrónica para identificar la composición de la roca. Un análisis teórico muestra que el sodio contenido en las aguas del criadero actúa de elemento indicador, con su ayuda es posible distinguir las aguas mineralizadas del petróleo saturado. Esto es posible a causa del período de semidesintegración relativamente largo del sodio activado (15,1 h.) y la energía elevada de su radiación gamma (2,75 Mev.). En las condiciones del laboratorio la magnitud de la activación de una de estas aguas mineralizadas excede de 3 a 5 la de un petróleo. Hasta ahora pocas investigaciones de éstas se han efectuado en los campos petrolíferos. El comunicado contiene el resultado de las investigaciones en dos zonas. Las medidas se efectuaron con contadores de destellos. Las investigaciones son conducidas por puntos. Para la irradiación de las rocas se utilizan manantiales de intensidad neutrónica muy elevada. Inmediatamente después de la irradiación por neutrones, se observa una actividad inducida muy elevada con período de semidesintegración del orden de tres horas en oposición al agua y petróleo el yacimiento; no obstante, trece horas después de la irradiación, la posición del contacto agua-petróleo es definida claramente. Se puede notar en el registro, que la parte del agua tiene una amplitud de 4 a 5 la del petróleo.—L. F.

ALEKSEEV, F. A., GRMBKOV, A. P. y KIRSHFEL'DT, YU E.: *El uso de técnicas en la prospección del petróleo*. «Academia de Ciencias de la URSS», pág. 253-66, 1955.

El método de prospección radiométrica es simple, rápido y económico, lo que tiene mucha importancia en la geología del petróleo. Consiste en registrar con un aparato especial la radiación gamma superficial de la zona que es reconocida. El artículo describe los instrumentos fijos de medida de las radiaciones alfa y gamma de las muestras de rocas y fluidos, instrumentos portátiles y montados en camionetas para la medida en el campo de la intensidad de la radiación gamma del suelo,

así como las investigaciones efectuadas en varios campos petrolíferos de la Unión Soviética. Comparan las medidas del campo con las muestras de algunos periles, y se aprecia una buena coincidencia. Se ha observado que los valores bajos de la intensidad gamma coinciden con los techos de las formaciones petrolíferas. Se indica la necesidad de efectuar correcciones para compensar las influencias del relieve y de la composición litológica de los terrenos de recubrimiento.

Los autores han observado que la radiactividad de las aguas naturales depende del tipo químico del agua, su mineralización, la radiactividad de las rocas del contorno, y la existencia de una similitud en las condiciones geológicas para la existencia y conservación de radiactividades en las aguas y los depósitos de petróleo; dan consideraciones teóricas relacionadas con la acumulación de sales radiactivas en los depósitos superficiales, debidos a la oxidación y a la profundidad del agua que contiene radio en forma fácilmente soluble hasta los sulfatos. Se discute el papel del flujo de difusión de los hidrocarburos en la formación de anomalías radiactivas en las capas superficiales. Las anomalías geoquímicas coinciden con la reducción del valor de la radiación gamma.—L. F.

## GEOGRAFIA

TORRE ENCISO, E.: *Contribución al conocimiento morfológico y tectónico de la Ría de La Coruña*. «B. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. LII. Sección geológica. Madrid 1954 (publicado en 1955).

Analiza el autor el conjunto geográfico de la palabra ría, o sea, valles fluviales hundidos en disposición transversal respecto a la línea de costa.

A continuación se hace un sucinto análisis bibliográfico de aquellos trabajos que más o menos directamente se han preocupado por estos fenómenos geomorfológicos del litoral de Galicia.

Para la mejor comprensión de lo que en sí son las rías gallegas, se describe en sus grandes rasgos el país gallego, destacando en él sus diferentes unidades morfotectónicas, la penillanura central, el bloque montañoso septentrional y el bloque montañoso suroccidental, pudiendo, además, tenerse en cuenta el extremo montañoso occidental de los altos relieves que vienen del Este. Se dan de tales unidades sus características, así como de otros accidentes que influyen sin duda en los rasgos fundamentales de este cratón cristalino-cristalofílico, llegándose a la conclusión de que «el desarrollo de la ría depende estrechamente de la unidad morfotectónica a que pertenece», alcanzándose así a la clasificación de las rías gallegas: rías del bloque septentrional, o rías altas del noroccidental o rías centrales, y el del occidental o rías bajas. Al hundimiento que en general las ha formado hay que añadir

e. juego de fracturas de fechas modernas, así como la existencia de movimientos de basculación.

El estudio de las rías se concentra en este trabajo al grupo central y concretamente a la Ría de La Coruña, que pertenece al Golfo Brigantino, enclavado con sus rías de El Ferrol, Betanzos y de La Coruña en el borde deprimido de la penillanura coruñesa.

Se localiza tal grupo geotectónicamente, haciéndose un análisis detallado del país, del ambiente y paisaje del mismo, de su relieve, red hidrográfica y de los caracteres geológicos. Dentro de tal conjunto se estudia en detalle la ría de La Coruña, su litoral, su batimetría mediante diversos perfiles, longitudinales y transversales, analizándose a continuación sus diferentes accidentes, destacando como más característica la península de la Torre de Hércules, que da origen a típica isla unida a tierra por un istmo de arena.

Se hace un estudio esquemático o bosquejo petrográfico-tectónico del área coruñesa, indicándose que la roca fundamental es un granito de mica negra que está atravesado por diques de naturaleza variada y rumbo diverso, granito en general muy adiacelado. Aparecen zonas de granito rojo, destacando en la península de la Torre de Hércules un granito muy rico en mica blanca. Se dan las direcciones fundamentales del complejo de diaclasas y del rumbo o naturaleza de los diversos diques que atraviesan el granito, así como de la estructura de este macizo según sus diferentes fracturas, que quedan datadas las meridianas como plio-cuaternarias, siendo las otras accidentes de fractura más antiguos.

Un resumen general y unas conclusiones aclaran y fijan las ideas expuestas en este trabajo.—H.-P.

HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *El Atlas Histórico y Geográfico de Africa española*. «Rev. Africa», núm. 168. Madrid, 1955.

Se analiza en este trabajo las características del Atlas Histórico y Geográfico de Africa española, recientemente publicado por la Dirección General de Marruecos y Colonias e Instituto de Estudios Africanos. El Atlas, de gran formato, bien editado y con aspecto muy agradable, consta de mapas históricos y geográficos en su sentido más amplio. En el primer conjunto se muestra el interés y relaciones que los hispanos tuvieron a lo largo de la historia por las zonas más occidentales de Africa y en particular por el Magreb, país que, conjuntamente con la Península hispánica, da en realidad origen a un conjunto de tierras situadas a uno y otro lado del Estrecho de Gibraltar, que con características muy comunes forman lo que Hernández-Pacheco, Ed., ha denominado la Hesperia atlántica.

Es muy interesante, según el texto, apoyándose en los mapas, el

proceso humano que, desde la más remota prehistoria, se ha desarrollado en esta Hesperia atlántica y ver cómo el Estrecho de Gibraltar jamás desunió o separó, sino al contrario, unió y relacionó las tierras situadas a uno y otro lado de tal accidente geográfico.

En particular, las guerras púnicas y la expansión del Islam, se siguen y comprenden perfectamente al leer el texto y analizar la cartografía, sencilla y suficiente que lo acompaña.

En la segunda parte se dan los diversos mapas físicos y geológicos de las tierras africanas, donde España deja sentir su influencia, mapas que a buena escala y acompañados por un texto explicativo, hacen ver lo que los diversos países, con características muy diversas, representan en los menguados dominios españoles que, pese a todo, tienen una gran significación en el África nor-occidental.

Gráficos y esquemas diversos complementan al texto y a la cartografía, haciendo con su conjunto que este Atlas, recientemente aparecido, sea una obra de consulta y de estudio que ha de ser muy bien acogido y ha de servir para que, en general, se sepa lo que son y significan los dominios de España en África.

Esta publicación es otra de las muchas que la Dirección General de Marruecos y Colonias y el Instituto de Estudios Africanos, está llevando a cabo gracias al interés y apoyo que la Dirección de tales entidades pone en estas empresas científicas.—H.-P.

## GEOLOGIA

SOLÉ SABARÍS, L.: *Terrazas cuaternarias deformadas de la cuenca del Ebro*. «Mem. R. A. de Ciencias y Art. de Barcelona», Barcelona, 1955.

Las que pertenecen a la cuenca del Ebro, al avanzar a través de la depresión, cortan a plegamientos de orientación pirenaica, muchos de ellos de tipo diapírico, debidos a la reacción de gran masa de yesos existentes en la base del oligoceno y en mioceno medio, pliegues que tienen la característica de su gran exaltación al aproximarse al accidente tectónico y que pronto se tienden hasta quedar el terreno sensiblemente horizontal. Tales accidentes son al parecer pre-vindobonienses, pero aunque debilmente han seguido actuando incluso durante el Cuaternario, lo que denuncia las deformaciones sufridas por las terrazas fluviales al ser afectadas por accidentes.

Se han estudiado desde tal punto de vista las terrazas de la cuenca inferior del Segre en diferentes localidades de los ríos Aragón y del Ebro, habiéndose comparado entre sí y con otros complejos de terrazas en relación también con fenómenos diapíricos provocados por depósitos salinos.

Del estudio efectuado se deduce que los anticlinales diapíricos que afectan al oligoceno de la depresión del Ebro, distanciados unos 150 ki-

lómetros, se han movido, pudiendo valorarse tal deformación al afectar a uno las terrazas del Segre y del Noguera Ribagorzana y el otro del Ebro y del Aragón. En el primer caso con deformación máxima de 125 m. y en el segundo de 200. Tales deformaciones sólo ha influenciado a las terrazas altas, que corresponden al Riss-Wurm.

En tal fenómeno interesa destacar la simultaneidad en los dos anticlinales del movimiento póstumo, y que tal fenómeno se efectuó durante un periodo de muy corta duración dentro del cuaternario antiguo.

Estos fenómenos diapíricos no están ligados a fases tectónicas determinadas, sino que actuaron independientemente debido a fenómenos locales de compensación isostática, entre las masas pesada salina y la cobertura cuaternaria reciente, durando el movimiento que fué lento pero continuo, hasta conseguido el equilibrio isostático.

Tal hipótesis de Ríos queda apoyada por las observaciones ahora efectuadas en relación con la deformación de las terrazas fluviales antiguas en la cuenca del Ebro.—H.-P.

CABANAS, RAFAEL: *El valle del Lucus. Estudio fisiográfico y geológico*. «Rev. R. Ac. de Ciencias. E. Fis. y Nat.», t. XLIX. Cuaderno tercero. Madrid 1955.

Se describe en este trabajo la fisiografía y geotectónica del territorio del Lucus en la zona noroccidental de Marruecos, zona que ofrece peculiares rasgos que la diferencian del resto del país en el que domina la Cordillera del Rif.

Se analiza la morfología, relativamente sencilla del país en el que domina la llanura hacia las zonas occidentales atlánticas, así como una topografía relativamente compleja en sentido contrario, estableciéndose en tal país las unidades morfotectónicas, relativamente numerosas.

El clima, dentro de la característica fundamental atlántica, es también objeto de estudio, deduciéndose en cierto modo su tendencia acentuada hacia el clima mediterráneo, caracterizado por un invierno lluvioso y suave térmicamente considerado y un verano largo, seco y ardoroso.

De cada una de las zonas se dan los rasgos fundamentales morfológicamente, deduciéndose la variedad del país, dentro de su especial característica, para lo cual no sólo se ha tenido en cuenta el relieve, sino la constitución litológica. Esquemas de las diferentes zonas, sintetizan este estudio.

Se analiza a continuación las características hidrogeológicas, dándose el régimen y el perfil de los principales ríos, deduciéndose la evolución que la red hidrológica ha podido tener, debido a fenómenos de captura.

También se hace un análisis del clima y de la vegetación que, con lo anteriormente indicado, da los rasgos paisajísticos del país; gráficos en relación con el clima complementan esta parte del estudio.

A continuación se hace con detalle el estudio de las diversas formaciones, mediante descripción de detalle y cortes estratigráficos locales. Se tiene también en cuenta los datos paleontológicos para fijar así con exactitud determinados niveles. Es de interés el estudio que se hace de los complejos de terrazas, en especial a lo largo del valle del Lucus.

Se han estudiado también algunos materiales de rocas petrográficamente, en especial ofitas, las que están en relación muy directa con afloramientos salinos del Trias, lo que fundamentalmente ocurre en Amagadi, de Beni Iseef. También se han analizado algunos materiales de acentuada facies estrato-cristalina, y de tipo gnésico.

Al final se dan algunas pormenores en relación con la geología aplicada de diversos materiales.—H.-P.

SOLÉ SABARIS, L.: *Terrazas cuaternarias deformadas del nordeste de España*. «Act. IV Cong. Assoc. Intern. E. Quaternaire» (I. N. Q. U. A.). Roma, Pisa 1953.

Analiza el autor las deformaciones de determinados niveles de terrazas fluviales y marinas, del nordeste de España, debido a movimientos débiles, cuyo valor y edad son difíciles de determinar.

Se han estudiado tres casos, los que demuestran que el fenómeno es acusado, y de cierta importancia, como acontece fundamentalmente con los depósitos de los ríos del valle del Ebro, y de sus afluentes Segre y Noguera Ribagorçana. Las deformaciones máximas alcanzan a unos 200 m. y pueden atribuirse al Cuaternario medio, pues sólo están afectados los niveles más superiores.

En el río Anoia, en Capellanes, provincia de Barcelona, una falla antigua ha vuelto a actuar cortando a potente terraza travertínica villafranchense que se apoya sobre un Paleozoico. El salto originado por este procedimiento es de más de 100 m.—H.-P.

RAMÍREZ Y RAMÍREZ, E.: *El sinclinal del Guadarranque* (Cáceres). Contribución al estudio de la estratigrafía del Silúrico hispano. Estudios geológicos. Núm. 27-28, t. XI. Madrid 1955.

Entre los accidentes más típicos de las zonas silúricas de la provincia de Cáceres, destaca el sinclinal del Guadarranque, tanto por su grandiosidad, como por su regularidad, así como por la compleja serie estratigráfica del Silúrico ordoviciense-gotlandiense, que se ha podido determinar con el estudio paleontológico de diversos yacimientos.

Sitúa el autor este gran anticlinal recorrido por el riachuelo Guadarranque que le da nombre, afluente del Guadiana, si bien su zona alta esté precisamente a uno y otro lado del límite de aguas entre Tajo y Guadiana. Corre el sinclinal de NW. a SE. y está limitado lateral-

mente hacia el E. por la sierra cuarcitosa de Altamira y la comarca de la Jara toledana. El límite occidental lo forman las sierras Bimbrera, del Hospital del Obispo, Palomera, y las de Navalvillar y Castañar de Ibor, todas igualmente cuarcitosas.

Morfológicamente este gran sinclinal hercínico da origen a una estructura apalachense, estando las crestas laterales constituidas por cuarcitas y el centro del sinclinal, al que se amolda el valle, por un complejo pizarroso bastante variado.

Se dan datos precisos y suficientes respecto a la orografía, altitudes y red fluvial, que es concordante, salvo algunas pequeñas variaciones debido al ciclo erosivo normal.

A continuación se analiza la serie estratigráfica que es muy completa, pues está el Ordoviciense completo y una gran parte del Gotlandiense. Se describen con detalle los diferentes horizontes o pisos litológicos, diferenciándose 17 conjuntos, dándose también referencia de los diversos yacimientos fosilíferos, algunos encontrados ahora por el autor, siendo otros ya conocidos desde hace mucho tiempo.

Un detallado corte geológico transversal al sinclinal sintetiza la serie estratigráfica.

Se da una lista de los yacimientos de la fauna encontrada, que es muy abundante y relativamente variada.

Se compara este conjunto silúrico con el de la zona de Almadén, siendo ambos muy semejantes, como lo demuestra el cuadro comparativo. También se tienen en cuenta otros yacimientos peninsulares, especialmente de graptolites, los que por comparación permiten identificar bien el Gotlandiense en esta zona cacereña.

La estructura del sinclinal es sumamente sencilla, caracterizándose especialmente por la disposición simétrica del mismo y el estar muy poco afectado por accidentes de rotura. Este accidente dentro del sinclinal general de la comarca de Las Villuercas es sin duda el más importante y típico, siendo además el más claro de la tectónica hercínica de dirección armoricana. En realidad puede decirse que constituye una gran unidad tectónica bien diferenciada en el macizo orográfico de Las Villuercas.

La orogenia alpina actuó muy débilmente en este sinclinal hercínico. Únicamente se rejuvenecieron algunas fallas y se acentuaron otras, debido a que ya cuando tal orogenia tuvo efecto, todo el conjunto paleozoico estaba cratonizado. Destaca, pues, el estilo tectónico efectivo de esta unidad sumamente interesante por muchos conceptos.—H.-P.

RIBERA FAIG, J. M.: *El límite plioleistocénico en la costa nordeste de España*. Trad. por L. Solé del original *The Pliopleistocene Boundary in the North-Eastern Coast of Spain*. XVIII International Geological Congress, part. N. Londres, 1950. «Estudios Geológicos», número 18, Madrid, 1954.

Se analizan las características de los depósitos marinos del Plioceno y del Pleistoceno. Los primeros descansan sobre una serie continental que parece relacionarse con depósitos lacustres astienses que aparecen cerca del Rosellón (Francia). Seguidamente se constituye un arrasamiento y las terrazas fluviales. El travertino calizo se relaciona con el arrasamiento en época árida y con las terrazas. La terraza alta es Villafranchiense, pues contiene *Mammuthus* (*Archidiskodon*) meridionalis.

Se admite que las terrazas fluviales de Cataluña son periglaciares, por lo que el nivel villafranchiense debe considerarse como del Pleistoceno y de característica periglaciaria.

Se analizan a continuación los rasgos generales en el Pliopleistoceno a lo largo de la costa catalana, teniendo en cuenta observaciones personales, indicando que las conclusiones son sólo provisionales.

Se expone la sucesión sedimentaria en el Ampurdán, según trabajos anteriores, teniendo en cuenta los restos fósiles encontrados. Un análisis de trabajos de especialistas recientemente aparecidos centra el problema.

También se tiene en cuenta las características de las terrazas del Fluvial y su situación por ser muy típicas.

Es también objeto de estudio la cordillera costera situada al norte de Barcelona, de la que se da la sucesión de los acontecimientos a lo largo del Plioceno, destacando la superficie 70-80 m. de Lloret sobre granito en la Costa Brava equivalente a la superficie de Lladó. También se tiene en cuenta el depósito pleistocénico coluvial, casi contemporáneo a la terraza próxima a San Feliu de Guixols, existiendo aquí dos terrazas.

Entre Torderas y Barcelona se hace destacar la superficie de rosió sobre granito a 80-100 m. con dos depósitos coluviales pleistocénicos, siendo el más antiguo fuertemente travertínico. En la base del depósito coluvial aparecen capas marinas citadas por Solé y Villalta.

Seguidamente se analiza el curso inferior del Llobregat en el llano de Barcelona, simplificándose los datos en dos cortes muy claros y sintéticos. También se analiza la costa sur de Barcelona y hacen ver la sucesión pleistocénica, que es esencialmente la misma que en el segmento septentrional. Sólo se aprecia que los ciclos de erosión y sedimentación más antiguos son más escasos hacia el sur, pudiendo los depósitos marinos citados ser más recientes que las series travertinizadas.

A continuación se analizan las fluctuaciones del nivel del mar, que parece durante el plarenchiense haber alcanzado hasta 130-140 m. por en-

cima del nivel actual. En el Ampurdán, el Plioceno más alto de facies marina no excede de los 40 m., pero tal nivel no es el original a causa de la subsidencia postpliocénica.

En esta zona catalana no se han registrado los movimientos del Mediterráneo de estas amplias zonas, no existiendo, pues, la seriación típica de las terrazas marinas que pudieron relacionarse con los de origen fluvial.

El hundimiento de la costa catalana en el Pleistoceno está demostrada por rasgos estructurales debidos a sucesivos procesos diastroficos recientes.

Al final se dan las conclusiones generales.—H.-P. \*

RAMÍREZ Y RAMÍREZ, E.: *Estratigrafía del Trias inferior de Carrizola (Ciudad Real) y sus yacimientos de lignitos y manganesos*. «Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. LII, Sección geológica. Madrid, 1954 publicado en 1955).

Queda la formación estudiada de Carrizola, localizada al norte de Villanueva de los Infantes, en Ciudad Real, dentro del Campo de Montiel. El trabajo plantea tres cuestiones: extensión e importancia de los yacimientos de lignito, estudio de las menas manganíferas y posibilidad de la existencia de un carbonífero producido bajo la cobertera del Trias.

Forma el Trias el terreno que ha sido estudiado, donde se extiende ampliamente, quedando a veces cubierto en grandes espacios por el Mioceno y el Plioceno que principalmente se extienden hacia el norte.

El Trias es el conjunto del Keuper, dándose del mismo y en detalle la serie estratigráfica, calculándose la potencia total del mismo algo superior a los 200 m. Es muy variable la potencia de las canchales que como media puede estimarse en 15-20 m. y 7-8 m. según la zona. En este Keuper los yesos pueden llegar a desaparecer.

Este Trias presenta estructura tabular sólo alterada por débiles alineamientos de tipo local que afectan al horizonte de las canchales, pero en conjunto el Trias se ofrece horizontal, descansando con acentuada discordancia sobre el Paleozoico fundamentalmente pizarroso plegado, representado por el Ordoviciense. A veces destaca esta formación mediante relieves cuarcíticos. La base del Trias está formada por un conglomerado.

Dentro de las canchales del Trias que cubren al Keuper, abigarrado, aparecen depósitos manganíferos en los planos de sedimentación, en las fisuras u oquedades, dando lugar a vetas de 20 a 80 cms. de potencia. Tales vetas no son muy continuas. Parece que las menas manganíferas son tres: dialognita, pirolusita y wad, y dentro de ellas puede existir el complejo pofianita, mangalomalana y las negras de manganeso, pudiendo añadirse algún silicato.

Se trata de un criadero sedimentario y de sustitución en parte, sien-



do en realidad depósitos de precipitación química en cuencas marinas o lacustres poco profundas. El origen pudiera ser por levigación de depósitos existentes en el Paleozoico silúrico pizarroso. La génesis de tales menas es compleja, indicando el autor que la dialognita-manganita-pirrolusita es lo fundamental. El wad aparece como forma secundaria de tal proceso.

Dentro del Trias, y en las cercanías de Carrizosa, existen depósitos de lignito. Aparece en el nivel margoso, dando origen a vetas o lentejones poco importantes y se han descubierto hace ya tiempo en un tejedor próximo. La masa no pasa de 30-40 m. de potencia. Con el lignito se relacionan masas piritosas. El carbón ofrece a veces aspecto leñoso; otras veces su carbonización es imperfecta.

Se descarta la posibilidad de que bajo el Trias exista un carbonífero con carbón. Como se ha indicado, el Trias cubre con acentuada discordancia el Silúrico fundamentalmente pizarroso del Ordoviciense.—H.-P.

#### GEONUCLEONICA

VINOGRADOV, A. P.: *Isótopos de plomo y su significación*. «Academia de Ciencias de la URSS», pág. 320-61, 1955.

Considera el origen de los diversos isótopos de plomo en los minerales y las rocas y el mecanismo posible de distribución del Pb (y también del U y Th) en la corteza terrestre. Presta atención al hecho de que el Pb no se acumula en la fase siderítica de los meteoritos (de acuerdo en particular con el siderito «Sikhotan Alin»). Primeramente se hicieron determinaciones, de la composición isotópica de los plomos de las galenas y de las rocas de caja. Siempre resulta el plomo de las galenas más viejo en composición isotópica que el de la roca de caja. Con estos datos es posible computar la separación de los minerales de plomo. Como consecuencia de la composición isotópica del plomo de la roca y de la galena de Altai, parece que el momento de la separación correspondió al ciclo magmático tectónico que tuvo lugar hace unos 280 m. de a. Da nuevos datos de 31 galenas de la Unión Soviética. Recopila todas las determinaciones de composición isotópica de galenas, y considera las causas de las anomalías de estas composiciones. Al comparar más de 250 determinaciones, sostiene que son de composición anómala de 18 a 20 %. Considera como las causas más importantes de dichas anomalías la fluctuación de la U/Th en las rocas, la mezcla y pérdida subsecuente de Rn, U y otros elementos. Considera las influencias en las variaciones en  $Pb^{206}/U^{238}$ ,  $Pb^{207}/U^{235}$ ,  $Pb^{208}/Th^{232}$  y  $Pb^{207}/Pb^{201}$  y las de éstas en la determinación de las edades. Da la composición isotópica del plomo según la edad. La determinación de la edad de las rocas por las técnicas del plomo, la

considera de importancia fundamental para fijar todas las diferencias del arcaico que corresponden en duración a los 5/6 de la historia de la Tierra.—L. DE A.

KHOLIN, A. I.: *Determinación en los pozos de las capas de petróleo y las capas de aguas por técnicas radiactivas*. «Academia de Ciencias de la URSS», pán. 267 a 87, 1955.

Uno de los problemas más difíciles planteados por la industria del petróleo en los últimos años, es el de la determinación de la naturaleza del fluido de un yacimiento medido reconocida en el pozo. Este problema se ha resuelto por métodos radioquímicos. El Gubkin Instituto del Petróleo de Moscú, ha puesto en marcha cuatro métodos para determinar la saturación del petróleo y agua de las formaciones, basados en la medida de la densidad de los neutrones térmicos en el pozo, medida de la intensidad de la radiación gamma secundaria, análisis del espectro de esta radiación gamma y medida de la actividad gamma de ambas partes del yacimiento (agua y petróleo) después de la inyección en el criadero de un fluido conteniendo algún isótopo radiactivo y poseyendo el poder de atravesar primariamente una de las partes. Las tres técnicas primeras están basados en la diferencia del contenido en cloro en el petróleo y el agua. En las aguas del criadero el cloro alcanza de 10 a 15 % en peso de agua. Debido al hecho de que el cloro tiene una sección de captura para los neutrones térmicos mayor que los demás elementos de las rocas sedimentarias, y que en la captura de neutrones por el núcleo cloro, éste emite tres o más cuantos gamma de más de 8.5 Mev. por captura. Se observa en las capas de aguas en comparación con las de petróleo: baja densidad de neutrones térmicos, elevada intensidad de radiación gamma secundaria, y enriquecimiento de la radiación gamma secundaria con componentes de energía elevada. Por observación de las condiciones especiales de medida descritas en la comunicación, los tres métodos anteriores tienen una diferencia relativa de 25 % entre la medida del agua y la del petróleo de la formación. Una diferencia de 10 veces de la actividad gamma artificial de las partes de agua y petróleo del criadero puede alcanzarse por el método de inyección de fluido activado. Actualmente es ampliamente usado el método basado en la medida de la intensidad de la radiación gamma secundaria.—L. F.

PUTNAM MARBLE, JOHN: *Recent work on natural variations in the ratios of the stable isotopes*. «Rep. of the Comm. on the Meas. of Geol. Times», 1953-54, pág. 170 á 85.

Hace una revisión de las variaciones naturales del hidrógeno, helio, litio, carbono, nitrógeno, oxígeno, silicio, azufre, potasio, argon, crip-

ton, estroncio, selenio y plomo. Este dato lo toma de 76 trabajos citados en la bibliografía.—L. DE A.

RIK, G. R. y AVDZYE'IKO, G. V.: *La cuestión de la variación de la composición isotópica del plomo común*. «Reimpreso Rep. of the Comm. on the Meas. of Geol. Times», 1953-54, pág. 186 á 189.

Da cuenta del hecho conocido de que la composición del plomo común puede depender, además de la edad, de una serie de factores: rocas de intensa relación genética, condiciones termodinámicas de formación.

Parece ser que en las galenas jóvenes hay una tendencia a la acumulación de  $Pb^{200}$ ,  $Pb^{207}$  y  $Pb^{208}$ , debido a su captura del magma, lo que permite considerar en las galenas jóvenes una proporción mayor de plomo radiogénico.

Observan, no obstante, algunos anomalías que tienen en estudio.—L. F.

AHRENS, L. H.: *Analytical error as a possible cause of the  $t\left(\frac{207}{238}\right) > t\left(\frac{207}{235}\right) > t\left(\frac{207}{206}\right)$  age distribution*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», XIII, 299. Diciembre 1955.

La serie  $t\left(\frac{207}{206}\right) > t\left(\frac{207}{235}\right) > t\left(\frac{206}{238}\right)$  se observa en los minerales ricos en uranio y puede ser debida a una pérdida de plomo, mientras que la  $t\left(\frac{206}{238}\right) > t\left(\frac{207}{235}\right) > t\left(\frac{207}{206}\right)$  se ha observado en algunos minerales pobres en uranio. Esta aparente deficiencia de uranio la da como posible el autor como consecuencia de que los valores gravimétricos deducidos para este elemento son menores que los reales.—L. DE A.

MOLIK, A., DREYER, R. W. P. y CURRAN, S. C.: *Neutron Activation Applied to Potassium Mineral Dating*. «Nucleonics», XIII, núm. 2, pág. 44 a 46, 2 de febrero de 1955.

En los minerales potásicos en que no tenga el A difusión apreciable, se puede determinar la edad con precisión. Los autores dicen que en las menas potásicas, como la silvinita, si parten de 10 g. de muestra el límite mínimo de edades es el millón de años.

La técnica consiste en recurrir a la activación neutrónica  $A^{40}$  (n,  $\gamma$ )  $A^{41}$ , este nuclido tiene actividad  $\beta^-$  de 1,5 Mev. y periodo de semidesintegración de 1,8 h., el periodo que dura la irradiación es de

4 a 10 horas, con un flujo de  $10-12 \times 10^{-11}$  n/cm<sup>2</sup> seg. y la medición se efectúa 6 h. después de terminada la irradiación.

Las causas de error son contaminación argónica de la muestra y paso del A por el recipiente. La contaminación se evidencia por un exceso de  $A^{41}$  y además por que con el  $A^{36}$  que le acompaña forma  $A^{63}$  (n,  $\gamma$ )  $A^{37}$  de 37 días de periodo, el cual también puede proceder de  $Ca^{40}$  (n,  $\alpha$ )  $A^{37}$ . La medida mínima es para un millón de años.—L. DE A.

JACOBS, J. A. y ALLAN, D. W.: *The thermal history of the earth*. «Nature», CLXXVII, 155 a 57, 28 enero 1956.

Los problemas referentes a la historia térmica de la tierra se han complicado con la aportación de origen radiactivo. Los autores manejan las siguientes composiciones de lugar: I. Enfriamiento de la tierra desde su composición inicial. II. Calentamiento de la tierra producido por la radiactividad. En el primer punto hay dos variantes, origen frío y origen caliente de la tierra. Dentro de esto considera tres casos, que son: temperaturas centrales de 8.000°, 5.500° y 4.500°, y en la de origen frío 1.000°. Para la aportación radiactiva consideran una edad planetaria de 4.500 m. de a. y cuatro modelos de corteza y manto terrestre. Traza las curvas térmicas para las diversas combinaciones de hipótesis, gracias al computador electrónico de la Universidad de Toronto. Las dos conclusiones son: 1.ª Que a la temperatura aumenta con la profundidad a través de los tiempos geológicos. 2.ª Los efectos de la aportación radiactiva fueron muchos más mareados a pequeñas profundidades en los primeros cientos de millones de años que ahora. L. DE A.

## GEOQUIMICA

WESTON, RALPH E.: *Hydrogen isotope fractionation between ice and water*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», VIII, 281-84. Diciembre 1955.

Por datos termodinámicos se calcula el cambio de deuterio entre hielo y agua. Al comparar a 0° C el hielo con el agua en equilibrio, aquél tiene un enriquecimiento en deuterio de 1,92 %. Se considera que el efecto de las sales disueltas es sólo de descenso del punto de congelación.—L. DE A.

GEORGE EDWARDS: *Sodium and potassium in meteorites*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», VIII, 285-94. Diciembre, 1955.

Con una técnica publicada anteriormente por el autor se han determinado sodio y potasio en diecinueve meteoritos condriticos, dieciseis

acondritas y dos condritas carbonosas, así como en el olivino de cuatro pallaritas. El último grupo de condritas muestra los mismos valores totales que indicó el autor en publicaciones anteriores, el 90 % de los valores del sodio oscilan de 0,60 á 0,76 % y los del potasio de 0,72 á 0,096 %. El olivino de las pallaritas es muy uniforme en contenido en álcali con 0,009 á 0,011 % de K y 0,04 á 0,05 % de Na. Las acondritas tienen contenidos variable de sodio y de potasio.—L. DE A.

HERZOG, L. F. y PINSON, W. H.: *The Sr and Rb Contents of the granite G-1 and the diabase W-1.* «Geoch. et Cosmoch. Acta», VIII, 295-98. Diciembre 1955.

El granito G1 (Westerly, Rhode Island) y la diabasa W-1 (Centerville, Virginia), son los patrones internacionales para comparar la sensibilidad y precisión de las análisis de silicatos. Han seguido los autores el método espectroquímico de masas con la técnica de la dilución del isótopo estable y dedujeron en p.p.m.

	Rb	Sr
G-1	216	233
W-1	28,5	177

Comparan estos resultados con otros publicados por diversos investigadores.—L. F.

SMALES, A. A.: *Some trace-element determinations in G1 and W1 by neutron activation.* «Geochm. et Cosmoch. Acta», VIII, 300. Diciembre 1955.

El autor da los resultados obtenidos por técnicas espectroquímicas en las rocas tipo internacional G1 y W1 en los laboratorios del «Grupo de Química Analítica» del «Establecimiento de Investigaciones de Energía Atómica» de Harwell.

Los valores se dan en p.p.m.

	Au	Co	Cu	Ni	Pd	Rb
G-1	0,010	2,1	8,7	1,0	< 0,01	221
	0,009	2,1	8,7	1,0		254
			9,5			243
			11,1			
			9,1			
			9,6			
W-1	0,017	54	111,5	76	0,020	27
	0,019	52	111	71	0,017	29
	0,016	45	111	78		26
	0,019	46	108	78		
		50	113	78		
		46	119	63		
			110			
			109			

L. F.

HIDROGEOLOGIA

MENÉNDEZ AMOR, J.: *Estudio hidrológico de las aguas minero medicinales de Arnedillo.* «R. A. de Farm.», núm. 5. Madrid, 1955.

Se estudia en este trabajo con detalle las características hidrogeológicas del manantial de Arnedillo, en la provincia de Logroño, allí donde el borde externo del siste Ibérico desciende y se fractura, dando frente a la depresión del Ebro.

Queda el balneario situado en la margen derecha del río Cidacos en país donde dominan las formaciones secundarias calizas, por lo que el relieve es bastante pronunciado y con frecuencia abarcando la intensa acción erosiva de la red fluvial afluyente al Cidacos, que es a su vez por su régimen un verdadero torrente.

Climáticamente la región es de clima acentuadamente continental, con inviernos rigurosos y húmedos y veranos de acentuados calores y sequedad. El paisaje es típicamente mediterráneo, lo que está aún más acentuado por el ambiente y típica vegetación espontánea y natural.

Domina el conjunto secundario: Trias, Jurásico y Cretáceo, y una cubierta terciaria Oligomiocena, siendo el Triásico el que da origen a la banda externa que envuelve al resto de la formación secundaria, siendo frecuentes los afloramientos de yeso con características más o menos diapíricas, así como algún apuntamiento ofítico.

El dominio calizo es el del Jurásico, Lías y Dogger, siendo mucho menos extenso el dominio del cretáceo, que a veces es lignitifero. El

terciario comienza por potente masa de conglomerados sólo. Por el contrario, el secundario ofrece una tectónica complicada de estructuras muy complejas de edad alpina, con el dominio de grandes fracturas y dislocaciones. Precisamente en una de éstas en relación con un afloramiento triásico diapirico y donde queda localizado el manantial hidromineral y termal de Arnedillo situado a unos 640 m. de altitud.

Se estudia con detalle el clima, la flora, así como la geotectónica del país, deduciéndose el origen de las aguas y dándose pormenores de sus características fisicoquímicas de las mismas.

Se acompaña una sucinta nota bibliográfica en relación con el balneario, que es uno de los de más tradición de España, en relación con las enfermedades de carácter reumático.—H.-P.

WEIBEL, M.: *Zur Lagerstättenkunde Westspaniens. Überblick über die Petrographie und mineralogische Beschreibung der Lagerstätten Zentral-Estremaduras*. «Heidelberger Beitr. Min. und Petr.», Bd. 4, páginas 379-411 (1955).

En este trabajo se exponen de forma precisa y condensada numerosos datos sobre las paragénesis de una serie de yacimientos relacionados con los granitos hercínicos de Extremadura central. Puede considerarse como un estudio mineralogenético completo, pues en la determinación de los minerales se han utilizado simultáneamente las técnicas microscópica, metalográfica, químicoanalítica, espectrográfica y rontgenográfica.

En un primer capítulo se describen las características litológicas fundamentales de las formaciones relacionadas con los yacimientos; se estudian sucesivamente las pizarras, cuarcitas, calizas, granitos, pórfidos, gneis, diabasas y la mancha de gabros cercana a Mérida, considerada hasta ahora como formada por rocas dioríticas. Se incluyen en esta parte cinco análisis químicos nuevos de las rocas más interesantes.

Los yacimientos se clasifican por el autor, teniendo en cuenta sus condiciones de formación y las asociaciones características, en tres grupos principales:

1. Yacimientos con casiterita y ambligonita.
2. Yacimientos con apatito.
3. Yacimientos con wolframita.

En el primer grupo están incluidos los de Trasquilón y Valdeflores, cercanos a Cáceres, y el de casiterita de Logrosán. Son yacimientos filonianos con ganga cuarzosa en los que, aparte de la ambligonita y casiterita, existen asociados una serie de sulfuros y fosfatos (estannita, mispickel, pirita, calcopirita, blenda, covellina, pirita magnética, apatito, augelita, childrenita), carbonatos (pseudomalaquita), óxidos (goetita), metales nativos (bismuto, quizá oro) y moscovita. En el granito enca-

jante ha encontrado también fosfatos hidratados de uranio. Los minerales augelita y childrenita (fosfatos aluminicos) son mencionados por primera vez en España. Se incluyen análisis químicos y propiedades ópticas de las ambligonitas de los dos primeros yacimientos, propiedades ópticas de la augelita y childrenita y análisis químicos y espectroscópicos de las casiteritas de Trasquilón y Logrosán. Como datos interesantes conviene destacar que las ambligonitas tienen una proporción muy elevada de montebrasita (91 % en Trasquilón, 65 % en Valdeflores) y que las casiteritas tienen porcentajes relativamente elevados de niobio (0,7 % en Trasquilón, 0,5 % en Logrosán) y de tántalo (0,7 % y 0,02 %, respectivamente).

En capítulos sucesivos se estudian los yacimientos fosfatados de Logrosán y Aldea Moret, con paragénesis más sencillas que los anteriores, y los yacimientos de wolframita de Acebuche y Valencia de Alcántara, en los que vuelven a aparecer como minerales accesorios numerosos sulfuros. De los análisis químicos y espectroscópicos de la wolframita se deduce que tienen una proporción elevada de la molécula ferrosa (81 % de ferberita, 19 % de hübnerita).

Al final del trabajo existe una lista bibliográfica completa en la que, sin embargo, faltan referencias a Calderón.—J. M. FÜSTER.

FERSMAN, A. E.: *Méthodes géochimiques et minéralogiques de recherches des minerais*. «Annales du Centre d'Études et de Documentation Paléontologiques», núm. 14, París, 1953; 298 pp., 11 cuadros, 61 figs., 7 láminas. (Traducción por S. KETCHIAN y J. ROGER del trabajo publicado por Ediciones de la Academia de Ciencias de la U. R. S. S., obras escogidas, v. 2, pt. 2, pp. 443-747; Moscú, 1953.)

Esta obra, que ahora se difunde traducida al francés, se publicó por la Academia de Ciencias rusa en 1953, pero en realidad representa las ideas y métodos del conocido investigador A. E. Fersman en la década 1930-1940, época en la que fué elaborada. Es inútil, por tanto, buscar en ella referencias a datos y métodos que han tenido pleno desarrollo durante estos últimos quince años, durante los cuales las investigaciones geoquímicas teóricas y prácticas han experimentado un gran avance.

Sin embargo, en muchos aspectos este trabajo es de gran utilidad, pues es asequible a los prospectores y técnicos sin profundos conocimientos teóricos de mineralogía y geoquímica; por otra parte, las concentraciones minerales se estudian no como un fenómeno aislado en la corteza terrestre, sino como una consecuencia de las condiciones litológicas y genéticas de la región en que se encuentran.

De los ocho capítulos en que está dividida la obra el primero trata de los principios fundamentales de la ciencia geoquímica; los tres siguientes están dedicados a los métodos y principios de la prospección

geoquímica, y los restantes a la localización de los yacimientos en relación con los distintos medios geológicos. Esta última parte es seguramente la más interesante para el prospector práctico, pues se estudian sucesivamente los yacimientos que pueden encontrarse en un determinado ambiente (por ejemplo, en las rocas plutónicas ultrabásicas o en las regiones de fracturación intensa) y la localización más frecuente de las concentraciones de un determinado elemento o mineral. En los capítulos generales el lector más versado en conocimientos teóricos puede encontrar interesantes datos sobre la metodología de la prospección geoquímica.

El sistema de reproducción de la obra (multicopia dactilográfica) y la calidad del papel dejan mucho que desear. Su precio, sin embargo, se eleva a 12.000 francos franceses.—J. M.<sup>a</sup> FÜSTER.

TERMIER, HENRI y GENEVIEVE: *L'Evolution de la Lithosphere*. Parte 1.<sup>a</sup>: Petrogénesis. Un vol. en 4.<sup>o</sup> mayor, 653 págs., 41 láms., 14 cuadros esquemáticos, 40 figs. y mapas, índice alfabético con 5.000 voces. Ed. Masson et Cie. Paris, 1956.

De nuevo estos prestigiosos autores ofrecen al estudioso e investigador en materias geológicas una valiosísima síntesis, una «puesta a punto» de complejas materias, apenas transcurridos un par de años desde la publicación de su «Historia geológica de la biosfera».

Nunca podremos agradecer bastante el ingente trabajo de síntesis que realizan en nuestro mundo geológico, de complejidad creciente donde se acumulan incesantemente datos de observación y análisis, investigadores con la suficiente capacidad de tiempo y trabajo para ordenar todos estos datos, extraer sus consecuencias últimas y exponerlas en forma clara y ordenada al servicio de todos.

Este tomo constituye una parte de un conjunto coordinado que, cuando esté completo, constituirá un completísimo Tratado de Geología.

En este volumen se ocupan, sobre todo, sus autores de las zonas profundas de la corteza exterior, es decir, del conocimiento de la formación o génesis de las masas minerales metamórficas y cristalinas, que constituyen la parte superior de la litosfera.

Ahora bien, como no solamente ocurre que la génesis de las masas siálicas está en íntima relación con el sima, sino que además éste aparece representado en la corteza externa en grandes superficies, es preciso prestar atención a ambos conjuntos.

En partes sucesivas tratarán los autores de la transformación de aquellas masas, cuya creación estudian ahora, mediante las orogénesis y de su destrucción mediante los procesos conocidos con la denominación conjunta de glyptogénesis.

Con criterio, a mi juicio muy justificado, anteponen los hechos de observación, fuente fundamental de que se nutren las ciencias geológi-

cas, a las clasificaciones y sistemas que resultan de la especulación y de una experimentación cuyas condiciones están lejos de ser asimilables a las de la Naturaleza. No pueden admitirse teorías que resulten contrarias por la observación o, al menos, es preciso someterlas a cuidadoso estudio que permita averiguar si son sólo verdades parciales que, suficientemente complementadas, pueden ser conciliadas con los hechos de observación.

No podemos ignorar, como dicen los autores, que las masas minerales que constituyen la litosfera no son finalmente sino asociaciones de iones sujetas a las leyes físicas y químicas, de modo que no podemos ni debemos ignorarlas, pero dado que el conocimiento que de ellas tenemos es aún muy fragmentario y limitado, y más aún aplicado a las condiciones que exige la Naturaleza, tampoco podemos aceptar consecuencias que contradigan el cúmulo de observaciones, si éstas son correctas, tal como se expresan en su óptima y definitiva forma: en la cartografía geológica. De aquí que los autores pongan el énfasis en el resultado de la descripción de hechos observados más que en clasificaciones y teorías, sin que suponga tampoco desprecio de éstas, sino solamente estima de sus limitaciones actuales.

Huyen, por consiguiente, de esquemas rígidos de clasificación y dan a su obra un carácter dinámico en que los fenómenos se concatenan y complican entre sí como lo hacen en la Naturaleza.

Para que queden bien fijadas las posiciones conviene hacer notar que consideran el granito como un ultrametamorfismo, como el término final de la evolución de los sedimentos. Aconsejan, no obstante, moderar las tendencias metasomatistas extremadas con una consideración ponderada para aceptar lo que los magmatistas han establecido sólidamente rechazando lo que debe ser abandonado.

La primera parte de este primer volumen está destinada a exposición de conceptos generales. En el capítulo primero recuerdan las nociones fundamentales acerca de la constitución de la materia, basados en un completo y moderno cuadro periódico de los elementos. El capítulo II está destinado a exponer nociones de cosmoquímica, con exposición de los datos suministrados por el estudio de los meteoritos. En el capítulo III nos hablan del nacimiento de la Tierra, desde la nube cósmica hasta las primeras manifestaciones biológicas. Sucesivamente se ocupan en el capítulo IV de los manantiales de energía terráquea extraterrenos (cósmica, ultravioleta, fotoenergía) o propiamente terráqueos (magnéticos gravitativos), estudio que complementan con nociones de termodinámica. En el V, de los almacenes de la materia litosférica (ligamentos intermoleculares y atómicos, estructuras atómicas). En el VI, los desplazamientos de materia en la litosfera; después de definir la energía de ligazón en las redes cristalinas tratan del crecimiento de cristales y fenómenos de cristalización, y de los fenómenos de difusión en la litosfera y difusiones al estado sólido, así como del papel que desempeña el

campo gravitativo en estos fenómenos. El VII nos habla extensamente de los minerales en función de las rocas, de los silicatos con sus edificios cristalinos y de otros grupos. El VIII está dedicado a la geoquímica, con discusión de las misiones de los diferentes elementos volátiles y otros que se consideran fundamentales; luego, de los radioelementos naturales de período largo, y finalmente, de las grandes familias radioactivas, para pasar a exponer su acción en la litosfera y su intervención en el calórico terrestre. El IX está dedicado a la determinación de edades absolutas, edad de la Tierra y medida de los tiempos geológicos.

La segunda parte se denomina «Los grandes problemas de la Petrogénesis», y no adopta en el estudio de las rocas un método sistemático, sino funcional. El capítulo I recuerda cual sea el papel de la litosfera con respecto a su evolución geológica, tectónica y geoquímica, pero pasa a considerar causas de mayor categoría, como son los procesos telúricos y los meteóricos, cuyo entrelazamiento da origen a las disposiciones actuales. El II analiza los tipos de grandes zonas de debilidad de la corteza, tanto accidentes paralelos como los que cortan las directrices orogénicas. El III expone en esquema lo que denomina un «drama» tipo; o sea, la evolución completa de un orogeno desde su preparación preorogénica hasta la descompresión final, y también su relación con las etapas magmáticas que caracterizan las distintas fases. El IV está destinado a la clasificación de las rocas eruptivas (por yacimientos, química, mineralógica, químicomineralógica, de Lacroix de Niggli y estadística); habla de las facies, de las paragénesis y de las convergencias. El V se dedica al estudio de los magmas en su teoría, diferenciación, mezclas y movilización; acción sobre rocas encajantes, y viceversa; lavas y acción de magma sobre magma. El VI, denominado dominio de lo inestable, trata de los elementos volátiles y fluidos en relación con el vulcanismo o en inclusión; de la circulación de fluidos en la litosfera, de mineralización y pneumatolisis. El VII, del vulcanismo en relación con las «provincias» lávicas y con las fases orogénicas. El VIII, del sima y vulcanitas y las relaciones de las contribuciones sísmicas al geosinclinal, rocas verdes y espilitas; luego, del vulcanismo fisural y del explosivo. El IX, del sial y plutonitas, primero en sus acciones dinámicas y cataclásticas, así como de apizarramiento; luego, de su acción metamórfica, regional y de contacto; del metasomatismo, sus vías de acceso y su gradación en zonas o frentes; del pneumatolítico o de las pegmatitas, metasomatismo hidrotermal con manantiales y filones; del metasomatismo seco; después, y como los sedimentos se incluyen en el sial, pasa a considerar cuál será el destino final de las materias que proceden de la destrucción del granito y constituirán materiales sedimentarios y en los procesos metamórficos, así como los que proceden del sima, y luego de los sedimentos organógenos; finalmente, del metamorfismo ligado a rocas básicas. El capítulo X, de los palpitantes problemas del granito: granitos de anatexis y de intrusión; del origen del granito, con sus polos opues-

tos de magmatistas y transformistas; de las texturas y orden de cristalización; de su reacción a las acciones tectónicas; arquitectura y secuencia granítica; removilización, con exposición de varios ejemplos desarrollados en detalle, para llegar finalmente a un resumen de conclusiones. El XI está destinado al estudio del vulcanismo siálico en las zonas orogénicas, con sus lavas siálicas y metasomáticas, en sí y en su relación con las plutonitas; los vulcanismos de raíz profunda y los de orogénesis tardía. En el XII analizan los autores los casos de convergencias de las rocas (dioritas y anfibolitas, pluralidad de origen de las sienitas, rocas granudas básicas y ultrabásicas); problemas de las serpentinas; papel tectónico de las básicas y ultrabásicas; las ofitas; pegmatitas de las rocas básicas. El XIII, al grupo de rocas clasificadas como aberrantes, de tipo alcalino, con abundantes ejemplos, y de los lamprofijos, y finalmente de las carbonatitas y afines.

Subrayan finalmente que los motivos temáticos en que basan su exposición son: la importancia de la estructura atómica de los minerales que en combinación con las zonas de equilibrio termodinámico determinan los tipos de rocas; el papel de la gravedad, que interviene fundamentalmente en la elaboración de los grandes cuerpos telúricos, dado que es una fuerza universal actuante lo mismo sobre los iones que sobre los continentes; aquellos resultados de la geoquímica que repercuten en la petrogénesis; importancia del metasomatismo en la edificación y transformación de los tipos petrográficos; relación de metamorfismos y eruptivos con respecto a los orogenos; es decir, subordinación general de tipos a condiciones espaciales y temporales; diferenciación progresiva del sial a expensas del sima; papel de las convergencias.

Un índice alfabético de materias, autores y lugares facilita la consulta casual.

Hemos expuesto con cierta extensión la relación de materias tratadas porque creemos que su mera enumeración dará a los geólogos una medida de la calidad y del espíritu de este libro; es como una ventana abierta a la mente de sus autores, y su lectura resulta de por sí, así lo esperamos, de gran interés. La edición es sumamente cuidada en calidades de tipo, papel e ilustraciones.—J. M. Ríos.

## MINERALOGIA

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. y GARCÍA DE FIGUEROLA, LUIS C.: *La adularia del Alberche*. «Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. LII. Madrid, 1954 (publicado en 1955).

Se describen en este trabajo los ejemplares de adularia aparecidos en las trincheras del ferrocarril en construcción de Arenas de San Pedro y procedentes, de un yacimiento, localizado en zona inmediata.

Da origen el mineral a pequeñas drusas que se descubren en un frente de cantera de unos 150 m. en donde ha de construirse la estación de Navas del Rey.

Se dan las condiciones de yacimiento de estos ejemplares y se hace la descripción detallada de los mismos, así como del paraje en que aparecen.

Las venas con adularia se han desarrollado sobre embreyitas principalmente, y más hacia el norte también sobre gneis glandulares.

Posteriormente a la formación de las migmatitas se ha originado un proceso de pegmatización por diferenciación metamórfica y metasomatismo que dió lugar a nódulos y masas de pegmatita con límites imprecisos y tamaño diverso. Es frecuente en tales materiales la turmalina, dominando la moscovita.

A continuación se describen los cristales romboédricos de la adularia y se dan sus características físicas, así como los análisis químicos efectuados, comparándolos con el de especies diversas de otros yacimientos, indicando que dada la profusión de albita en el ejemplar ahora estudiado debe suponerse que está integrada entre redes de la adularia. A la misma conclusión se llega si se tienen en cuenta los diagramas de equilibrio de Bowen y Tuttle o el calculado por Barth.—H.-P.

#### NUCLEONICA

SOFI KONO: *Scintillation spectrometer studies on the Beta-activity of  $K^{40}$* . «J. Phys. Soc. Japan», X, 495-7, julio 1955.

En un cristal de yoduro de potasio activado con yoduro de talio, estudió por medio de un contador de destellos el espectro del  $K^{40}$ .

Los resultados de la medición de la actividad específica dan  $1(\beta) = (5.0 \pm 0.2) 10^{-10}$  a. Valor concordante con los de otros autores.—L. F.

JONES, W. M.: *Half-Life of Tritium*. «Phys. Rev. C», 124-25, 1 octubre 1955.

Se ha determinado por el autor un valor de  $12,620 \pm 0,0004$  a. para el periodo de semidesintegración del tritio, por mediación del  $He^3$  producido en dos muestras.—L. F.

RAYMOND DAVIS, JR. y OLIVER A. SCHAFER: *Chlorine-36 in nature*. «Brookhaven National Lab. Upton N. Y.», 16 págs, junio 1955.

Se ha detectado en la naturaleza el isótopo  $Cl^{36}$  con un periodo de 308.000 a. Han efectuado valoraciones de la proporción de  $Cl^{36}$  produ-

cido por neutrones de radiación cósmica y neutrones de uranio en pequeñas concentraciones de rocas superficiales y varias aguas salinas. Se demuestra que los neutrones cósmicos pueden inducir pequeñas proporciones minerales de actividad en ciertas rocas superficiales que contienen cloro. Dan una discusión sobre la posibilidad de emplear el ritmo de crecimiento del  $Cl^{36}$  en las rocas superficiales como un medio para establecer una escala de tiempo para acontecimientos ocurridos entre los 4.000 y el 1.000.000 de años.—L.F.

#### PETROGRAFIA

PÉREZ MATEOS, J.: *Revisión por análisis espectroquímico del estudio de los meteoritos españoles, que se conservan en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid*. «Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. LII, Madrid, 1954 (publicado en 1955).

Atendiendo al ruego que se hizo en el Congreso Geológico Internacional de Londres, celebrado en 1948, de que cada miembro aportase el estudio de los meteoritos de su país, la autora de este trabajo ha acometido la revisión de 21 meteoritos existentes en el Museo Nacional de Madrid caídos en España.

Se dan los pormenores de cómo se ha llevado a efecto tal estudio, así como otros datos de interés en relación con meteoritos también españoles.

A continuación se describe cada ejemplar con minuciosidad, sintetizando este interesante trabajo en un cuadro.

Se acompaña abundante bibliografía sobre el particular.—H.-P.

TORRE DE ASSUNÇÃO Y TEIXEIRA, C.: *Um remarquable phénomène de granitisation. La roche granitique à nodules biotitiques de la Serra da Freita, Arouca (Portugal)*. «Bol. Mus. (Lab. Mineral. Geol.)». Facultad de Ciencias. Universidad de Lisboa, núm. 22, 7.ª Serie. Lisboa, 1954.

Del estudio minucioso de esta zona de Castanheira se deduce que no es debido a fenómenos cataclásticos, pues ni su envoltura granítica, ni las zonas biotíticas de sus núcleos no ofrecen señales de tal fenómeno.

La génesis de esta roca nodulosa, por tanto, ha de ser atribuida a un proceso de diferenciación. De la localización de tal material en relación con esquistos se deduce que ha sido en parte reemplazada por magma granítico.

Esta roca, pues, corresponde a una facies de borde de característica

magmática al ponerse en contacto el granito con los esquitos en la zona alta de la cúpula eruptiva.

La disposición alineada de las zonas biotíticas, aparentemente al menos, y en concordancia con la disposición de los esquitos que recubren a la masa eruptiva y metamorfozada, parece apoyar la interpretación dada al fenómeno por los autores.

El material estudiado es un granito con frecuentes nódulos o «ga-barros» biotíticos, redondeados y alineados. Da origen a un afloramiento oval de unos 750 m. de largo por 500 de anchura, rodeado por materiales esquistosos metamorfozados. Tal masa rocosa está atravesada por un pequeño vallecillo por el que corre un arroyo que es afluente del Caima. Estos nódulos por erosión se arrumban en el terreno, pudiendo ser recogidos a centenares. Es curiosa la denominación que el campesino da a esta roca, pues la llaman la «piedra que pare piedra».

Se estudió el carácter y composición de los nódulos minuciosamente, dándose de los mismos un esquema en el que se diferencian al menos cinco diferentes zonas: envoltura biotítica, zona con biotita y moscovita, zona de moscovita muy estrecha, zona cuarzo-micácea y núcleo cuarzo-feldespático.

Se hace también el estudio de los materiales inmediatos que son graníticos que estuvieron cubiertos por esquistos desaparecidos por erosión.

La roca nodulosa es más o menos un granito con estos núcleos biotíticos que miden aproximadamente 7 x 2 cms.

Con detalle se estudian los granitos inmediatos de San Pedro Velho y de Arauca; aquél es el que envuelve a la roca objeto de estudio y da origen a una masa poco alterada, con dominio de plagioclasa (oligoclasa) sin apariencia de ortosa. Hay algo de albita, estando el cuarzo algo deformado y los cristales de oligoclasa muy triturados. Aunada la biotita y la moscovita, siendo más abundante ésta. Existe clorita, óxidos de hierro y es frecuente el apatito.

El otro granito es granudo, de tipo medio y no está orientado. El cuarzo y el feldespato están deformados por presiones.

Ambas rocas no son sino facies de diferenciación dada por la mica dominante.

Fenómenos semejantes al descrito se han observado en el valle del Bibey, cerca y al norte de Viana del Boyo (Orense).

Acompaña al trabajo abundante información gráfica de microfotografías.—H.-P.

## RADIATIVIDAD

FORD, I. H. y OLLIER, C. D.: *Radiactivity of zircons*. «Nature», CLXXVI, pág. 834, 29 octubre 1955.

Ponen los circones sobre emulsión Ilford C2-50m y los rodea con la misma emulsión C2. Los expone durante veinte días en un refrigerador a 2-3° C. Divide por la superficie en *m* de cada grano, el número total de trayectorias *a* y las clasifican en cuatro categorías según las relaciones 18, 40, 85 y 250.

Dicen que la actividad de los circones se puede considerar como una orientación del contenido en uranio y torio de los magmas primitivos, o sea, que se puede considerar el circón indicador radiactivo.—L. DE A.



## INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

En este Instituto, fundado en el año 1849, existen laboratorios donde se estudian, analizan y ensayan, rocas, menas, minerales, aguas, combustibles, tierras coloidales y productos metalúrgicos e industriales. También se efectúan determinaciones espectroquímicas, químicas y de constantes físicas, estructuras cristalinas y mediciones de radiactividad, así como separación y concentración de menas por sus diversas técnicas, y ensayos industriales de las mismas.

Tanto para investigación como para fines docentes, se preparan colecciones de ejemplares y también se realizan clasificaciones de rocas, minerales y fósiles.

Los estudios y prospecciones geofísicas se efectúan por métodos eléctricos, sísmicos, magnéticos, gravimétricos y radiactivos.

Se ejecutan estudios e informes geológicos así como investigaciones de criaderos y asesoramientos para la explotación de los mismos.

Se redactan proyectos de alumbramientos de aguas subterráneas y se proporcionan toda clase de asesoramientos para la ejecución de los mismos.

Con destino a Entidades y particulares se ejecutan toda clase de trabajos relacionados con las especialidades del Instituto.

LISTA DE PRECIOS DE LAS PUBLICACIONES DEL INSTITUTO

	Ptas.
BOLETINES:	
Boletines, cada tomo, hasta el 56 ... ..	40
Idem, id., desde el tomo 57 ... ..	70
Agotados, 1 a 25, 38, 39, 41 a 45, 48, 50, 56.	
NOTAS Y COMUNICACIONES	
Notas y Comunicaciones, números del 1 al 12, cada uno ... ..	20
Idem, id., desde el número 13, cada uno ... ..	30
Agotados números 1, 8 y 10.	
MEMORIAS	
GEOFÍSICA.	
La Interpretación Geológica de las Mediciones Geofísicas. Tomo 1.º ... ..	240
Idem, id. Tomo 2.º ... ..	240
Idem, id. Tomo 3.º ... ..	240
Idem, id. Tomo 4.º ... ..	300
Idem, id. Tomo 5.º ... ..	150
CRIADEROS DE HIERRO.	
Hierros de Murcia ... ..	40
Idem de Asturias ... ..	40
Idem de Guadalajara y Teruel (agotado) ... ..	40
Idem de Galicia. Tomo 2.º (1.º agotado) ... ..	40
Idem de Galicia. Tomo 3.º (dos fascículos cada uno) ... ..	40
Idem de Almería y Granada (3 volúmenes, 1.º y 2.º agotados), cada volumen ... ..	40
Idem de Sevilla, Jaén y Córdoba ... ..	65
VARIOS.	
Estudio petrográfico de la serranía de Ronda ... ..	45
Monografía de las melanopsis ... ..	45

	Ptas.
Conchas bivalvas de agua dulce ... ..	60
Memoria del Uranio... ..	30
El petróleo ... ..	50
Cuenca del Alto Tajo. Alcalá de Henares... ..	40
La cordillera del Rif (dos volúmenes de texto, uno de láminas) ... ..	150
Reservas mundiales de piritas (dos volúmenes)... ..	75
Reservas mundiales de fosfatos (dos volúmenes) ... ..	75
Estudio metalogénico de la Sierra de Cartagena (agotado).	
Libro Jubilar (tomos I y II, cada uno) ... ..	75
Las nuevas ediciones del Mapa Geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955) publicadas por el Instituto Geológico y Minero de España ... ..	
25	
GUÍAS GEOLÓGICAS.	
Estrecho de Gibraltar ... ..	40
Los platinos de la serranía de Ronda... ..	40
Minas de plomo y cobre Linares-Huelva (francés o inglés) ... ..	40
Sierra Morena-Sierra Nevada... ..	40
Terciario continental de Burgos... ..	20
Minas de Almadén (francés) ... ..	20
Isla de Mallorca... ..	20
Sierra de Guadarrama ... ..	20
Aranjuez ... ..	20
Asturias (sólo en francés)... ..	40
Sierra Morena-Llanura Bética ... ..	20
Despeñaperros ... ..	20
Guía geológica del ferrocarril Madrid-Sevilla ... ..	40
Idem id. Madrid-Irún ... ..	40
BOLETINES DE SONDEOS.	
Tomo 1.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Cada fascículo ... ..	15
Tomo 2.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Idem... ..	15
Tomo 3.º (fasc. 1.º)... ..	25
MAPA GEOLOGICO	
CARTOGRAFÍA.	
Mapa Geológico de España, escala 1:1.500.000 (entelado) ... ..	75
Idem id., a 1:1.000.000 (cuatro hojas) 1955 ... ..	250

	Ptas.
Idem id., hojas sueltas, cada hoja ... ..	100
Idem id., escala 1:400.000 (cada hoja).. ..	20
Idem id., nueva edición (cada hoja) ... ..	30
Mapa provincial de Barcelona, escala 1:200.000 ... ..	50
Idem id. de Lérida, a 1:200.000 ... ..	50
Idem id. de Cádiz, a 1:200.000 ... ..	50
Hojas del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000 ... ..	20
Atlas estratigráfico de la cuenca hullera asturiana ... ..	75
Mapa de Guinea, escala 1:400.000 ... ..	15
Mapa Manantiales Minero-Medicinales de España, a 1:1.500.000...	40
Mapa Geológico y Minero de España, escala 1:2.500.000 ... ..	10
Idem id., escala 1:1.500.000 (agotado).	
Idem Vulcanológico ... ..	40

MEMORIAS.

Explicación Mapa Geológico, tomo 1.º, escala 1:1.000.000... ..	65
Idem id., explicación tomo 2.º ... ..	75
Explicación del Mapa Geológico de España, por don Lucas Mallada, escala 1:400.000 (agotados los volúmenes 4.º, 5.º y 6.º) ...	45
Memoria provincial de Lérida ... ..	50
Memoria y Hoja provincial de Lérida, juntas ... ..	90
Memorias del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000 ... ..	18
Memoria y Hoja, escala 1:50.000, juntas... ..	35
Datos para el estudio de las hojas del Mapa Geológico 1:50.000. Gijón-Oviedo ... ..	30

PARA LAS LIBRERÍAS.—Estas publicaciones se mandan a provincias, enviando por anticipado su importe por Giro Postal, más gastos de correo.

Los pedidos hechos por librerías tendrán un 25 % de descuento, que deberán descontar al hacer el envío de su importe por Giro Postal.



INDICE

	PÁGS.
Las aguas mineromedicinales de la provincia de Pontevedra, por JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA ... ..	3
Datos para el estudio geológico del Concejo de Quirós (Asturias), por SANTIAGO GARCÍA-FUENTE ... ..	21
Estudios sobre prolongación de cuencas hulleras, por ILDEFONSO PRIETO, JUAN DE LIZAUR y JOSÉ DE LA REVILLA ... ..	33
Geología submarina, por ANTONIO DUE ROJO, S. I. ... ..	47
Nota sobre algunas rocas de la parte Oeste del Guadarrama, por LUIS C. GARCÍA DE FIGUEROLA ... ..	67
Nota geológica sobre la Peña de Nuestra Señora la Virgen de Francia, por JUAN A. KINDELÁN ... ..	99
Bibliografía consultada para la preparación de la Hoja núm. 4 del mapa 1:400.000.—5.ª edición, por A. A. S. ... ..	123
Noticias ... ..	127
Notas informativas ... ..	133
Notas bibliográficas:	
Criaderos ... ..	145
Geofísica ... ..	145
Geofísica aplicada ... ..	146
Geografía ... ..	148
Geología ... ..	150
Geonucleónica ... ..	156
Geoquímica... ..	159
Hidrogeología... ..	161
Mineralogía... ..	167
Nucleónica ... ..	168
Petrografía ... ..	169
Radiactividad ... ..	171
Instituto Geológico y Minero de España ... ..	173
Lista de precios de las publicaciones del Instituto ... ..	174